

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه‌ی پایایی در شبکه برق ایران

مجری طرح: مهندس نیکی مسلمی
مدیر پروژه: مهندس هادی خطیب‌زاده
گروه پژوهشی مطالعات سیستم

راهبر: معاونت فناوری
ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر
سفارش‌دهنده: وزارت نیرو

اعضای محترم کمیته راهبری تدوین سند:

✦ دکتر فرخ امینی‌فر
✦ مهندس داود جلالی
✦ دکتر فیروزه رامشخواه
✦ دکتر مجتبی گیلوانژاد
✦ دکتر حبیب قراگوزلو مزلقان

ویرایش اول

۱۳۹۵

سیستم‌های قدرت باید به‌گونه‌ای طراحی و بهره‌برداری گردند تا تامین انرژی الکتریکی برای مشترکین از پیوستگی و کیفیت قابل قبولی برخوردار باشد. با پیشرفت تکنولوژی، مشترکین روز به روز نسبت به قطعی‌های برق حساس‌تر شده‌اند به‌طوری‌که قطعی برق حتی برای چند لحظه، ممکن است خسارات سنگینی را برای مشترکین و شرکت‌های برق در پی داشته باشد. نارضایتی مشترکین عامل مهمی است که شرکت‌های عرضه‌کننده برق را وادار به بهبود تداوم سرویس‌دهی به مشترکین خود می‌کند. پیوستگی در تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز مشترکین با وجود اغتشاشات و خطاهای غیرقابل پیش‌بینی معمولاً در شبکه‌های قدرت امکان‌پذیر نمی‌باشد. جهت بررسی این مسئله و سنجش کیفیت عملکرد سیستم از نقطه نظر پیوستگی در سرویس‌دهی به مشترکین، معیاری مورد استفاده است که به‌طور کلی قابلیت اطمینان سیستم نامیده می‌شود. قابلیت اطمینان یک سیستم قدرت یک واژه کلی است که دو مفهوم اساسی زیر را در برمی‌گیرد:

- کفایت سیستم

- امنیت سیستم

مفهوم اول به معنای قابلیت اطمینان در حالت استاتیک می‌باشد و بستگی به وجود میزان کافی امکانات در سیستم، جهت تامین بار یا اهداف بهره‌برداری دارد. این امکانات شامل تجهیزات لازم برای تولید انرژی الکتریکی به مقدار کافی، تجهیزات مناسب و کافی در بخش‌های انتقال و توزیع به منظور انتقال انرژی تولیدی به مصرف‌کننده‌ها می‌باشد. به عبارت بهتر، کفایت (شایستگی) سیستم، تحت شرایط استاتیکی ارزیابی می‌شود و اغتشاشات وارد به سیستم را در بر نمی‌گیرد. اما مفهوم دوم یعنی قابلیت اعتماد سیستم به توانایی سیستم در پاسخ‌گویی به اغتشاشاتی که به سیستم وارد می‌شود، مربوط می‌باشد و با پاسخ سیستم به هر حادثه و آشفتگی که سیستم متحمل آن می‌گردد، ارزیابی می‌شود و به عبارت بهتر، بررسی قابلیت اطمینان سیستم را در حالت دینامیکی، قابلیت اعتماد (امنیت) سیستم گویند. حوادث و آشفتگی‌های ایجاد شده شامل شرایطی است که به‌وسیله اغتشاشات تصادفی در هر نقطه از سیستم رخ می‌دهد و منجر به از دست رفتن امکانات اصلی تولید، انتقال و توزیع انرژی برای مدت طولانی یا کوتاه می‌گردد. ذکر این نکته ضروری است که اکثر روش‌های احتمالاتی که برای محاسبه قابلیت اطمینان در دسترس هستند، در حوزه ارزیابی کفایت و یا شایستگی سیستم، توسعه یافته‌اند. به علاوه، نظر به اینکه هدف از مطالعه قابلیت اطمینان سیستم به طور اهم، دستیابی به یک معیار مناسب در بهینه‌سازی روش‌های بهره‌برداری و طرح و توسعه سیستم است، لذا محاسبات قابلیت اطمینان از دیدگاه میزان شایستگی سیستم مورد بررسی و مطالعه قرار می‌گیرد. مطالعات در زمینه ارزیابی کفایت (شایستگی) شبکه انتقال به دو دسته اساسی زیر تقسیم می‌گردند: ۱- تحلیل حوادث و ارزیابی عملکرد

سیستم موجود در گذشته و حال، که به وسیله آن پارامترهای قابلیت اطمینان مربوط به عناصر مختلف سیستم مشخص می‌شود. ۲- محاسبات قابلیت اطمینان به منظور پیش‌بینی کیفیت عملکرد یک سیستم یا سیستم‌های مشابه در آینده؛ در ارزیابی و تعیین کیفیت عملکرد سیستم در گذشته معمولاً هدف، به دست آوردن پارامترهایی است که معرف کیفیت عملکرد سیستم در فاصله زمانی موردنظر در گذشته می‌باشند. نتایج چنین مطالعاتی در قالب شاخص‌هایی معروف به شاخص‌های تداوم سرویس‌دهی به مشترکین (شاخص‌های قابلیت اطمینان شبکه) ارائه می‌گردند. انجام محاسبات قابلیت اطمینان به منظور پیشگویی کیفیت و شایستگی سیستم یا سیستم‌های مشابه منوط به جمع‌آوری اطلاعات مربوط به کلیه اجزاء و عناصر سیستم یا سیستم‌های مشابه، پردازش این اطلاعات و محاسبه پارامترهای قابلیت اطمینان اجزاء سیستم با استفاده از این اطلاعات و نهایتاً استفاده از پارامترهای یادشده به عنوان ورودی روش‌های محاسباتی می‌باشد.

هدف از تهیه این سند، تعیین مرزبندی برای مطالعات پایایی در افق ۱۴۰۴ جهت تهیه نقشه‌راه پایایی می‌باشد. مرزبندی شامل مرزبندی فنی، مرزبندی از منظر نگاهت نهادی و اسناد بالادستی موثر بر تهیه نقشه راه پایایی است.

فهرست

۱.....	مقدمه
۲.....	فصل اول: تاریخچه قابلیت اطمینان.....
۲-۱-۱.....	تاریخچه قابلیت اطمینان در سیستم‌های مهندسی.....
۲-۱-۲.....	تاریخچه قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت.....
۲-۱-۳.....	معرفی برخی از پروژه‌های بین‌المللی.....
۸.....	فصل دوم: مفاهیم، مرزبندی و آینده قابلیت اطمینان در سیستم قدرت.....
۲-۱-۱.....	مفاهیم قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت؛ کفایت، امنیت و ریسک.....
۲-۱-۱-۱.....	معیارهای قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت.....
۲-۱-۱-۲.....	دیدگاه شورای پایایی.....
۲-۱-۲.....	مدیریت قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت.....
۲-۱-۳.....	آینده قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت.....
۱۷.....	فصل سوم: شاخص‌ها و روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم قدرت.....
۳-۱.....	دسته‌بندی مطالعات قابلیت اطمینان.....
۳-۱-۱.....	سطح HLI.....
۳-۱-۲.....	سطح HLII.....
۳-۱-۳.....	سطح HLIII.....
۳-۲.....	ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم‌های تولید.....
۳-۲-۱.....	مدل ظرفیت تولید.....
۳-۲-۲.....	مدل بار.....
۳-۳.....	ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم‌های مرکب.....
۳-۴.....	ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح توزیع.....
۳-۵.....	شاخص‌های قابلیت اطمینان.....
۳-۵-۱.....	شاخص‌های بخش تولید.....
۳-۵-۲.....	شاخص‌های بخش انتقال.....
۳-۵-۳.....	شاخص‌های بخش توزیع.....
۳۵.....	فصل چهارم: شناخت ساختار نهادی پایایی.....
۳۷.....	کنش‌گران فعال در حوزه پایایی.....
۳۷-۱-۱.....	مجلس شورای اسلامی.....

- ۳۸-۴-۱-۲- مجمع تشخیص مصلحت نظام.....
- ۳۹-۴-۱-۳- شورای عالی انقلاب فرهنگی.....
- ۴۱-۴-۱-۴- وزارت علوم، تحقیقات و فن آوری.....
- ۴۴-۴-۱-۵- معاونت علمی و فن آوری رئیس جمهور.....
- ۴۶-۴-۱-۶- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور.....
- ۴۷-۴-۱-۷- سازمان پدافند غیرعامل کشور.....
- ۴۸-۴-۱-۸- سازمان ملی استاندارد ایران.....
- ۴۸-۴-۱-۹- سازمان حفاظت محیط زیست.....
- ۵۰-۴-۱-۱۰- معاونت برق و انرژی وزارت نیرو.....
- ۵۲-۴-۱-۱۱- شورای پایایی شبکه برق کشور.....
- ۵۲-۴-۱-۱۲- معاونت تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو.....
- ۵۳-۴-۱-۱۳- معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی وزارت نیرو.....
- ۵۵-۴-۱-۱۴- شرکت توانیر.....
- ۵۶-۴-۱-۱۵- سازمان توسعه برق ایران.....
- ۵۷-۴-۱-۱۶- شرکت مدیریت شبکه برق ایران.....
- ۵۸-۴-۱-۱۷- شرکت‌های برق منطقه‌ای.....
- ۵۹-۴-۱-۱۸- شوراهای پایایی منطقه‌ای.....
- ۶۰-۴-۱-۱۹- شرکت‌های توزیع نیروی برق.....
- ۶۱-۴-۱-۲۰- پژوهشگاه نیرو.....
- ۶۲-۴-۱-۲۱- دانشگاه‌ها.....
- ۶۲-۴-۱-۲۲- صندوق حمایت از پژوهشگران و فن آوران کشور.....
- ۶۳-۴-۱-۲۳- صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران.....
- ۶۳-۴-۱-۲۴- سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران.....
- ۶۴-۴-۱-۲۵- بنیاد ملی نخبگان.....
- ۶۵-۴-۱-۲۶- صندوق‌های پژوهش و فن آوری غیردولتی.....
- ۶۶-۴-۱-۲۷- صندوق نوآوری و شکوفایی.....
- ۶۷-۴-۱-۲۸- مراکز رشد (پارک‌های علم و فن آوری) و شرکت‌های دانش‌بنیان.....
- ۶۸-۴-۱-۲۹- شرکت‌های مهندسی مشاور.....
- ۶۸-۴-۲- ترسیم نگاشت نهادی.....

۷۳.....	فصل پنجم: بررسی اسناد بالادستی
۷۳.....	۵-۱- اسناد بالادستی
۷۴.....	۵-۱-۱- قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران
۷۴.....	۵-۱-۲- سند چشم‌انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران
۷۶.....	۵-۱-۳- قانون برنامه پنج‌ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران
۷۷.....	۵-۱-۴- سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی
۷۷.....	۵-۱-۵- سیاست‌های کلی نظام در بخش تشویق سرمایه‌گذاری
۷۸.....	۵-۱-۶- سیاست‌های کلی نظام در خصوص اصل ۴۴ قانون اساسی
۷۸.....	۵-۱-۷- سیاست‌های کلی نظام در خصوص اقتصاد مقاومتی
۷۹.....	۵-۱-۸- سیاست‌های کلی نظام در بخش تولید ملی، حمایت از کار و سرمایه ایرانی
۷۹.....	۵-۱-۹- سیاست‌های کلی نظام در خصوص اصلاح الگوی مصرف
۸۰.....	۵-۱-۱۰- سیاست‌های کلی نظام در بخش پدافند غیرعامل
۸۱.....	۵-۱-۱۱- سیاست‌های کلی نظام در بخش صنعت
۸۱.....	۵-۱-۱۲- سیاست‌های کلی نظام در خصوص اشتغال
۸۱.....	۵-۱-۱۳- سیاست‌های کلی نظام برای رشد و توسعه علمی و تحقیقاتی کشور در بخش آموزش عالی و مراکز تحقیقاتی
۸۲.....	
۸۲.....	۵-۱-۱۴- سیاست‌های کلی نظام برای رشد و توسعه فن‌آوری
۸۴.....	۵-۱-۱۵- سند تحول راهبردی علم و فن‌آوری کشور
۸۴.....	۵-۱-۱۶- نقشه جامع علمی کشور
۸۶.....	۵-۱-۱۷- برنامه راهبردی وزارت نیرو
۹۴.....	۵-۱-۱۸- قانون هدفمند کردن یارانه‌ها
۹۴.....	۵-۱-۱۹- قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی
۹۹.....	۵-۱-۲۰- قانون حمایت از شرکت‌ها و مؤسسات دانش‌بنیان و تجاری‌سازی نوآوری‌ها و اختراعات
۹۹.....	۵-۱-۲۱- نقشه راه غلطان فعالیت‌های شورای پایایی شبکه برق کشور
۱۰۴.....	نتیجه‌گیری
۱۰۵.....	مراجع

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲: مدیریت قابلیت اطمینان در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت..... ۱۳
- شکل ۲-۲: تبادل اطلاعات میان بلوک‌های مختلف مدیریت قابلیت اطمینان..... ۱۳
- شکل ۱-۳: تقسیم‌بندی سیستم قدرت از دیدگاه قابلیت اطمینان..... ۱۸
- شکل ۲-۳: مدل دو حالتی مارکوف برای یک واحد تولید..... ۲۲
- شکل ۳-۳: مدل مارکوف چند حالتی یک واحد تولید..... ۲۴
- شکل ۴-۳: الگوریتم محاسبات قابلیت اطمینان سیستم مرکب..... ۲۷
- شکل ۵-۳: یک شبکه توزیع شعاعی بسیار ساده..... ۲۸
- شکل ۱-۴: نگاشت نهادی..... ۷۱
- شکل ۲-۴: نگاشت نهادی (ادامه)..... ۷۲

فهرست جداول

- جدول ۱-۴: ماتریس نهاد - کارکرد..... ۶۹
- جدول ۱-۵: خلاصه مشخصات اسناد بالادستی..... ۷۳

مقدمه

یکی از مهم‌ترین حوزه‌های تحقیقاتی در صنعت برق، پایایی (قابلیت اطمینان) شبکه بوده که با گسترش و توسعه این صنعت، لزوم توجه به آن به عنوان یک فاکتور مهم در کیفیت بهره‌برداری بیش از پیش احساس می‌شود. در همین راستا در ایران هم فعالیت‌های قابل توجه‌ای در این زمینه در سطوح دانشگاهی و مراکز پژوهشی در حال انجام بوده و یا انجام گرفته است. از آنجایی که بیشتر این فعالیت‌ها بدون انسجام بوده و لذا یا فقط در دوره انجام پروژه صورت می‌گرفته است و یا مقطعی بوده است، در آینده پیگیری نشده است و همچنین به دلیل نبود واحد پایایی در شرکت‌ها، بخش‌های مختلف صنعت فعالیت‌های یکپارچه و یکسان انجام نداده‌اند. لذا وجود یک نقشه‌راه که بتواند فعالیت‌های مختلف را اولویت‌بندی و زمان‌بندی نماید و همچنین مسیر توسعه پایایی را نشان دهد، می‌تواند کمک شایانی به بهبود وضعیت مطالعات پایایی در شبکه برق نماید. در این گزارش برای اولین گام از تدوین نقشه‌راه پایایی در شبکه برق ایران، مرزبندی مطالعات و فعالیت‌های پایایی مشخص می‌گردد. ابتدا مرزبندی فنی در مورد مفاهیم پایایی انجام شده و سپس مرزبندی از منظر نگاهت نهادی و اسناد بالادست نیز انجام خواهد شد. فصل اول این گزارش به تاریخچه قابلیت اطمینان می‌پردازد. در فصل دوم مفاهیم، مرزبندی و آینده قابلیت اطمینان در سیستم قدرت تشریح می‌گردد و در فصل سوم مروری بر شاخص‌ها و روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم قدرت ارائه می‌گردد. در فصل چهارم نگاهت نهادی پایایی در کشور معرفی می‌گردد و در فصل پنجم اسناد بالادست جهت تهیه نقشه‌راه پایایی بررسی می‌گردند.

فصل اول: تاریخچه قابلیت اطمینان

مقدمه

این فصل به بررسی تاریخچه قابلیت اطمینان می‌پردازد. جهت بررسی تاریخچه قابلیت اطمینان در شبکه‌های برق، ابتدا تاریخچه قابلیت اطمینان در سیستم‌های مهندسی مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس نقش آن در سیستم‌های قدرت و مطالعات قابلیت اطمینان در شبکه‌های برق معرفی می‌گردد.

۱-۱- تاریخچه قابلیت اطمینان در سیستم‌های مهندسی

اولین بار واژه "قابلیت اطمینان" در سال ۱۸۱۶ توسط Samuel T. Coleridge، شاعر انگلیسی ابداع و در اشعارش استفاده گردید [۱]. پس از آن، مفهوم قابلیت اطمینان، هم از دیدگاه کیفی و هم از دیدگاه کمی، رشد چشم‌گیری یافت و ارزش آن فراگیر گردید. شاید جستجوی واژه قابلیت اطمینان در موتور جستجوی مشهور گوگل که به بیش از ده‌ها میلیون نتیجه می‌رسد، بتواند گواهی بر این مدعا باشد.

از ۱۸۱۶ تاکنون، وقوع پیشرفت‌های انقلابی متعدد در زمینه‌های اجتماعی، فرهنگی و صنعتی، محرک نیاز به وجود چارچوبی مستدل برای رفتار کمی سیستم‌های مهندسی و صنعتی گردید. این نیاز، منجر به تأسیس مهندسی قابلیت اطمینان به عنوان یک رشته علمی گردید که از اواسط دهه ۱۹۵۰ آغاز شد.

پایه فنی اصلی که از ظهور قابلیت اطمینان به عنوان یک رشته علمی پشتیبانی کرده است، تئوری آمار و احتمالات است (تولد در ۱۶۵۴ توسط پاسکال و فرمات^۱). اوایل دهه ۱۹۰۰، ظهور مفهوم تولید ماشینی در مقیاس بالا، کمک شایانی به تبدیل قابلیت اطمینان به یک رشته علمی نمود. لامپ خالاً که دلیل اصلی خرابی تجهیزات بود و نیاز به زمان زیادی برای جایگزینی داشت، کاتالیزور واقعی ظهور مهندسی قابلیت اطمینان شد. تلاش‌های نظامی-محور در جنگ جهانی دوم توسط آلمان‌ها و آمریکایی‌ها، به تثبیت قابلیت اطمینان در دهه ۱۹۵۰ به عنوان یک گرایش علمی، بسیار یاری رساند. تشکیل AGREE^۲ در سال ۱۹۵۲ با همکاری وزارت دفاع و صنایع الکترونیک آمریکا، برای ارزیابی، آموزش و بهبود قابلیت اطمینان منجر به توسعه

۱- Pascal and Fermat

2- Advisory Group on Reliability of Electronic Equipment

روزافزون قابلیت اطمینان سیستم‌های مهندسی، انجام پروژه‌ها و انتشار گزارش‌های متعدد گردید. نمونه‌ای از این پروژه‌ها عبارتند از: جمع‌آوری اطلاعات خرابی، تحلیل دلایل ریشه خرابی، نحوه رسیدن به قابلیت اطمینان بالاتر در تجهیزات، تعیین الزامات کمی قابلیت اطمینان، تخمین و پیش‌بینی قابلیت اطمینان تجهیزات قبل از ساخت و آزمون. در طول جنگ کره، اهمیت هزینه تعمیرات برای سیستم‌های نظامی، منجر به توسعه روش‌های پیش‌بینی قابلیت اطمینان و استراتژی‌های بهینه‌سازی تعمیر تجهیزات گردید [۲].

در دهه ۱۹۶۰، قابلیت اطمینان در دو راستا پیگیری گردید [۳]:

- افزایش تخصصی شدن قابلیت اطمینان با تکمیل تکنیک‌های آن و با توسعه مفهوم فیزیک قابلیت اطمینان برای تشخیص و مدل‌سازی دلایل فیزیکی خرابی‌ها و مدل‌سازی ساختاری قابلیت اطمینان و تحلیل یکپارچگی ساختارهایی مانند پل‌ها و ساختمان‌ها.

- تغییر توجهات از قابلیت اطمینان اجزاء به قابلیت اطمینان و دسترس‌پذیری سیستم برای تطبیق با پیچیدگی فزاینده سیستم‌های مهندسی مانند صنایع نظامی و فضایی.

توسعه مهندسی قابلیت اطمینان در دهه ۱۹۷۰ شامل سه حوزه اصلی زیر است:

- پتانسیل تحلیل قابلیت اطمینان در سطح سیستم، موجب انگیزش تحلیل عملکرد مشخصه امنیت سیستم‌های پیچیده مانند نیروگاه‌های هسته‌ای گردید.

- افزایش اتکا به نرم‌افزارها در سیستم‌های مختلف منجر به رشد تمرکز بر توسعه، آزمون و قابلیت اطمینان نرم‌افزار شد.

- نبود علاقه به برنامه‌های قابلیت اطمینان که توسط اغلب مدیران در آن زمان نشان داده می‌شد، موجب ایجاد مشوق‌هایی برای توسعه قابلیت اطمینان گردید. این مشوق‌ها در صدر مشوق‌های تولید-محور قرار گرفت.

در سال‌های اخیر، جامعه علمی و صنعتی، شاهد توسعه فزاینده و چشم‌گیری در کاربردهای مهندسی قابلیت اطمینان با هدف تطبیق منطقی با چالش‌های ناشی از رشد پیچیدگی سیستم‌ها و استفاده از توان محاسباتی فراهم‌شده با هزینه معقول، بوده است. کاربردهای مهندسی در این سال‌ها، با جابه‌جایی از اقتصاد صنعتی-سستی (ارزش محصول) به اقتصاد مدرن (کارایی محصول در ارائه خدمت) همراه بوده است. این موضوع، افزایش توجه به دسترس‌پذیری خدمت به‌عنوان مهم‌ترین امر کیفی و توسعه روش‌های کمی‌سازی آن را در پی داشته است. دسترس‌پذیری، مشخصه‌ای وابسته به ترکیب تعدادی از فرآیندهای

وابسته به هم مانند افت، خرابی، تعمیر، تشخیص و نگهداری است که از برهم‌کنش سیستم‌های مختلف شامل سخت‌افزار، نرم‌افزار و سیستم‌های انسانی، سازمانی و تدارکاتی نتیجه می‌شود. امروزه قابلیت اطمینان، به‌عنوان یک رشته علمی چندوجهی است که با پاسخ به سوالات زیر، مجموعه‌ای از روش‌ها را فراهم کرده است تا محدوده غیرقطعی خرابی و عملکرد سیستم را با استفاده از آنها بررسی کند:

- چرا سیستم‌ها خراب می‌شوند (به‌عنوان مثال، استفاده از مفهوم فیزیک قابلیت اطمینان برای کشف دلایل و سازوکارهای خرابی و پیامدهای آن)؟
- چگونه سیستم‌های مطمئن توسعه داده شود (به‌عنوان مثال، طراحی قابلیت اطمینان-محور)؟
- چگونه قابلیت اطمینان در مراحل طراحی، بهره‌برداری و مدیریت اندازه‌گیری شود؟
- چگونه سیستم‌ها را با تعمیر و نگهداری، شناسایی خطا و پیش‌بینی خطر، مطمئن حفظ کنیم؟

۲-۱- تاریخچه قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت

ریشه قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت به اوایل دهه ۱۹۳۰ بازمی‌گردد؛ وقتی مفهوم احتمال در مسائل مربوط به سیستم قدرت به کار بسته شد [۴]. در [۵] و [۶]، می‌توان نمونه‌هایی از این کاربرد را مشاهده نمود. بیش از ۶۰ سال پیش، در سال ۱۹۴۷، Giuseppe Calabrese نوشت [۷]:

"مشکل اساسی در برنامه‌ریزی سیستم، تعیین درست ظرفیت ذخیره است. مقدار کمتر از مقدار مورد نیاز به معنی قطعی‌های بی‌شمار است و مقدار بیشتر از آن، منجر به هزینه‌های مفرط می‌گردد".

می‌توان Calabrese را آغازگر مبحث قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت دانست. روش‌های تحلیلی Calabrese که امروزه نیز برای آزمون قابلیت اطمینان مناسب و کارآمد هستند، با بزرگتر شدن و بهم پیوسته‌تر شدن شبکه، افزایش تقاضای توان و پیشرفته‌تر شدن تکنولوژی‌ها، کاربرد فزاینده‌تری یافته‌اند. همچنین، اهمیت قابلیت اطمینان در شبکه‌های برق نیز افزایش یافته است و در نتیجه، سهم قابلیت اطمینان در مخارج سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری در تجارت برق افزایش یافته است. اولین کتاب پیرامون قابلیت اطمینان سیستم قدرت در سال ۱۹۷۰ انتشار یافت [۸]. پس از آن، کتب و مقالات متعددی پیرامون قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت منتشر گردید. تاریخچه مقالات منتشره در این باره در بین سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۹ در [۹]-[۱۵] ارائه شده است. محورهای اصلی مقالات منتشره پیرامون قابلیت اطمینان در این سال‌ها عبارتند از:

- ارزیابی استاتیکی قابلیت اطمینان ظرفیت تولید
- ارزیابی چندناحیه‌ای قابلیت اطمینان
- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت ترکیبی
- ارزیابی قابلیت اطمینان رزرو بهره‌برداری
- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های فوق توزیع و توزیع
- ارزیابی قابلیت اطمینان پست‌های برق
- اطلاعات خروج تجهیزات و تخمین پارامترهای قابلیت اطمینان
- تحلیل هزینه/ارزش قابلیت اطمینان

در سال‌های بعد، مطالعات قابلیت اطمینان گسترش بسیار چشم‌گیری در مطالعات سیستم قدرت یافت و نه تنها به‌عنوان یک زمینه مطالعاتی مستقل، بلکه به‌عنوان محور اصلی در بسیاری از مطالعات سیستم قدرت مورد توجه قرار گرفت. به‌علاوه، تغییرات اساسی در ساختار سیستم قدرت مانند ظهور بازار برق و شبکه‌های هوشمند، تأثیر چشم‌گیری بر اهمیت و ترویج مطالعات قابلیت اطمینان داشته است. جستجوی ساده‌ی واژه Reliability در مجلات علمی معتبر مانند IEEE و Sciencedirect مربوط به سیستم قدرت، گواهی بر این مدعاست. به‌عنوان مثال، تنها در مجله IEEE Transactions on Power Systems از سال ۲۰۰۰ تاکنون، ۷۱۷ مقاله منتشر شده است که این واژه در آن به‌کار رفته است.

۳-۱- معرفی برخی از پروژه‌های بین‌المللی

سالانه، پروژه‌های عملی و تحقیقاتی کوچک و بزرگ متعددی در سرتاسر جهان در زمینه قابلیت اطمینان تعریف و انجام می‌شود. یکی از پروژه‌های بین‌المللی تحقیقاتی بزرگ در زمینه قابلیت اطمینان، پروژه GARPUR^۱ است [۱۶]. این پروژه در تاریخ ۱ سپتامبر ۲۰۱۳ آغاز شده و مدت زمان پیش‌بینی شده برای آن، ۴ سال است. کل بودجه پیش‌بینی شده برای این پروژه ۱۰/۹ میلیون دلار بوده و ۲۰ نهاد از ۱۲ کشور شامل ۷ بهره‌بردار سیستم انتقال (ESO, Landsnet, RTE, Elia, Statnett) و CEPS, EAD و Energinet به‌ترتیب از کشورهای نروژ، بلژیک، فرانسه، ایسلند، بلغارستان، جمهوری چک و دانمارک) در آن مشارکت می‌کنند. مسئولیت هماهنگی بر عهده SINTEF Energi AS از نروژ و مشاور علمی آن نیز توسط دانشگاه Liege

^۱-Generally Accepted Reliability Principle with Uncertainty modelling and through probabilistic Risk assessment

از بلژیک انجام می‌شود. دیگر نهادهای مشارکت‌کننده در این پروژه عبارتند از: دانشگاه‌های Aalto, Leuven, Raykjavik، صنعتی Delft، Strathclyde، West Bohemia، Duisburg-Essen، دانشگاه علم و صنعت نروژ، Technion و دانشگاه صنعتی دانمارک. این پروژه با حمایت اتحادیه اروپا تحت برنامه چارچوب هفتم، انجام می‌شود.

هدف از این پروژه، طراحی، توسعه و ارزیابی معیارهای جدید احتمالاتی قابلیت اطمینان و ارزیابی استفاده عملی از آنها با بیشینه‌سازی رفاه اجتماعی است. این پروژه سه بازه زمانی را پوشش می‌دهد: بهره‌برداری از سیستم قدرت، مدیریت دارایی‌ها و توسعه سیستم. در این پروژه، کلاس جدیدی از معیارهای قابلیت اطمینان برای کمی‌سازی قابلیت اطمینان سیستم قدرت اروپای واحد تعریف می‌شود و تکامل آن تا ۲۰۲۰ و بعد از آن، در نظر گرفته می‌شود. به‌علاوه، استراتژی‌های مختلف مدیریت قابلیت اطمینان، با مقایسه رفاه اجتماعی عمومی حاصل از آنها، مورد بررسی قرار می‌گیرد [۱۶].

بانک جهانی، پروژه‌ها و سرمایه‌گذاری‌های متعددی در راستای تقویت قابلیت اطمینان سیستم قدرت در کشورهای مختلف انجام داده است که نمونه‌هایی از آن در ادامه، بررسی می‌شود [۱۷].

- پروژه «تقویت قابلیت اطمینان و پاسخگویی تأمین برق» در قرقیزستان با هزینه کلی ۲۵/۴۷ میلیون دلار و با هدف تقویت قابلیت اطمینان سیستم قدرت در حوزه انجام پروژه و تحکیم بهره‌برداری انجام می‌شود. این پروژه دارای سه جزء اصلی است:

- تقویت زیرساخت‌های توزیع با هدف تقویت قابلیت اطمینان و کاهش تلفات توزیع
- تقویت سیستم مدیریت خدمات مشتری با استفاده از ابزارهای اطلاعاتی برای تقویت کیفیت خدمات ارائه شده به مشتریان و تقویت بازده کلی عملکرد آن در حوزه‌های مختلف
- تقویت سازمانی و پشتیبانی از پیاده‌سازی پروژه

- در سال ۲۰۱۴ بانک جهانی ۴۰ میلیون دلار به‌عنوان وام به عنوان سرمایه‌گذاری برای پروژه قابلیت اطمینان تأمین برق در ارمنستان تصویب کرده است. این سرمایه‌گذاری افزوده، موجب افزایش فعالیت‌های پروژه، تقویت آثار آن و تأمین هزینه نوسازی سه پست اصلی انتقال در شبکه ارمنستان می‌گردد. هدف پیشنهادی، افزایش قابلیت اطمینان و ظرفیت شبکه انتقال ارمنستان است.

- بانک جهانی در بسیاری از کشورهای دیگر نظیر کومور، گینه، جمهوری سنگال، تایلند و گرجستان نیز از پروژه‌های تقویت قابلیت اطمینان حمایت مالی نموده و تأمین سرمایه کرده است.

یکی از پروژه‌های تحقیقاتی انجام‌شده در زمینه قابلیت اطمینان در مرکز تحقیقات مهندسی سیستم قدرت (PSERC) به‌عنوان یک سازمان ملی علمی و یک مرکز تحقیقاتی دانشگاهی-صنعتی، «ارزیابی جامع قابلیت اطمینان سیستم قدرت» است که در سال ۲۰۰۵ به انجام رسیده است [۱۸]. این پروژه، آخرین پیشرفت‌ها در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت را دربر می‌گیرد. تکنیک‌های توسعه یافته، ارزیابی احتمالی ریسک را امکان‌پذیر می‌کنند. مسائل مربوط به ریسک با ظهور نیروهای بازار بسیار حائز اهمیت شده است. هدف از این پروژه، فراهم کردن یک رویکرد مجتمع برای ارزیابی قابلیت اطمینان با دربر گرفتن مسائل مربوط به قابلیت اطمینان تجهیزات و قابلیت اطمینان سیستم است. روش توسعه داده شده، از تحلیل حساسیت برای شناسایی تجهیزات محدودکننده قابلیت اطمینان استفاده می‌کند.

در [۱۹]، نتایج منتخب از یک پروژه تحقیقاتی برای EPRI^۱ ارائه شده است. یکی از قسمت‌های این پروژه، به توسعه و آزمون روش‌های جمع‌آوری داده‌ها پیرامون چگونگی ارزش‌دهی مشتریان به قابلیت اطمینان اختصاص یافته است. به‌عنوان نمونه می‌توان به روش‌های هزینه خروج و تمایل به پرداخت برای قابلیت اطمینان اشاره کرد. در بخش دوم، فعالیت‌های در حال انجام و نوظهور در زمینه برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان در صنعت برق آمریکای شمالی مرور شده است و توجه ویژه‌ای به بحث برنامه‌ریزی ارزش-محور قابلیت اطمینان شده است. همچنین، کاربرد بالقوه هزینه قطعی در برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان سیستم تولید و انتقال مورد بحث قرار گرفته است.

۱- Power Systems Engineering Research Center

۲- Electric Power Research Institute

فصل دوم:

مفاهیم، مرزبندی و آینده قابلیت اطمینان در سیستم قدرت

مقدمه

مفاهیم پایه و بنیادین قابلیت اطمینان در مراجع مختلف و به انواع گوناگونی ذکر شده‌اند. در این فصل مفاهیمی که برای تهیه نقشه‌راه پایایی شبکه برق ایران مفید باشد، استخراج شده‌اند و مرزبندی فنی لازم در این زمینه صورت گرفته است.

۱-۲- مفاهیم قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت؛ کفایت، امنیت و ریسک

قابلیت اطمینان، یک ویژگی ذاتی و یک سنجش مشخص از هر قطعه، تجهیز یا سیستم است که توانایی آن در انجام وظایف محوله را نشان می‌دهد. در سیستم قدرت، در اصطلاح عمومی، قابلیت اطمینان، به توانایی سیستم در تأمین توان الکتریکی برای مشتریانش در هر دو شرایط استاتیکی و دینامیکی و با سطح اطمینان قابل قبولی از کیفیت و دوام دلالت دارد. می‌توان به لحاظ مفهومی قابلیت اطمینان را از دو جنبه کفایت و امنیت بررسی کرد [۲۱، ۲۲].

کفایت سیستم، به بررسی وجود و دسترس‌پذیری تجهیزات کافی در سیستم برای تأمین بار درخواستی مشتری بدون نقض قیود بهره‌برداری سیستم می‌پردازد. کفایت، شامل وجود تجهیزات مورد نیاز، برای تولید انرژی کافی و تجهیزات انتقال و توزیع مورد نیاز، برای انتقال انرژی به نقاط بار می‌گردد. بنابراین، کفایت به شرایط استاتیکی سیستم مربوط است که آشوب‌های سیستم را در نظر نمی‌گیرد. در واقع مساله کفایت، برنامه‌ریزی و کل قابلیت اطمینان سیستم را مد نظر قرار می‌دهد. امنیت سیستم، توانایی سیستم برای پاسخ‌گویی به شوک‌ها و آشوب‌های ناگهانی رخ داده در درون سیستم، مانند از دست رفتن تولید یا تجهیزات انتقال یا خطاهای اتصال کوتاه را عرضه می‌نماید. در چنین شرایطی، مطالعات امنیت، توانایی سیستم برای بقاء، بدون شکست‌های زنجیره‌ای و بدون از دست دادن پایداری را نشان می‌دهد [۲۱]. در مطالعات امنیت سیستم، تحلیل امنیت می‌تواند مجدداً به دو بخش تقسیم شود: گذرا (دینامیک) و حالت ماندگار (استاتیک). ارزیابی پایداری گذرا، به بررسی نوسانات سیستم به دنبال خروج یک المان یا یک خطا می‌پردازد، تا احتمال از دست رفتن سنکرونیزم ژنراتورها را بررسی نماید. هدف از ارزیابی امنیت حالت ماندگار، بررسی وجود یک نقطه کار حالت ماندگار جدید و ایمن، بعد از وقوع یک پیشامد می‌باشد که سیستم قدرت

آشفته، پس از میرایی نوسانات دینامیک، در آن آرام گیرد. به عبارت دیگر، امنیت وقوع رخدادها در شرایط بهره برداری را مورد بررسی قرار می‌دهد و شامل مطالعات استاتیکی و دینامیکی می‌باشد.

در حوزه قابلیت اطمینان سیستم قدرت، ریسک احتمال وقوع یک پیشامد است که قابلیت اطمینان سیستم به هم پیوسته را تا حدی کاهش می‌دهد که پیامدهای آن غیر قابل قبول باشد. احتمال وقوع پیشامد و پیامدهای آن دو محور ریسک را تشکیل می‌دهند. هر چند نمی‌توان ریسک را حذف کرد، اما امکان مدیریت آن وجود دارد. مدیریت ریسک شامل شناخت پیشامدهای قریب الوقوع و اتخاذ تمهیدات پیشگیرانه برای کاهش پیامدهای ناشی از آنها می‌باشد. به عبارت دیگر در حوزه سیستم قدرت می‌بایست اولاً تمامی پیشامدهای قریب الوقوع شناسایی شده و ثانياً سیستم الکتریکی به گونه‌ای طراحی و بهره‌برداری شود که با وقوع پیشامدها، آثار آنها قابل مدیریت باشد و پیامدهای آنها قابل پذیرش گردد. معیار عملکرد قابل قبول سیستم به هنگام وقوع پیشامدها از دید مشتریکن و از دید بهره‌بردار سیستم متفاوت است. انتظار مشتریان، به بیان ساده، داشتن برقی بدون قطعی - یا نزدیک به آن - برای تأمین رفاه و ایمنی است. از سوی دیگر، حفظ قابلیت اطمینان شبکه برق عبارت است از: حفظ به هم پیوستگی یا یکپارچگی^۱ شبکه برق (که در غیر این صورت می‌تواند منجر به خاموشی زنجیره‌ای شود)، حفاظت از تجهیزات تولید و انتقال در برابر آسیب‌دیدگی فجیع (که می‌تواند منجر به به‌خطر افتادن قابلیت اطمینان برای ماه‌ها یا هفته‌ها شود). بنابراین، بهره‌بردار می‌تواند در صورت نیاز، قبل یا بعد از وقوع پیشامد، مشتریان را قطع کند تا به هم پیوستگی شبکه و تجهیزات تولید و انتقال حفظ شوند. در غیر این صورت، با از دست رفتن به هم پیوستگی شبکه یا وارد شدن آسیب جدی به تجهیزات تولید و انتقال، خاموشی گسترده رخ می‌دهد که قطع برق و زمان بازیابی طولانی را در پی خواهد داشت که مورد انتظار مشتریان نیز نبوده و رفاه، امنیت و سلامت کل جامعه را به‌خطر می‌اندازد.

۱-۱-۲- معیارهای قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت

معیار محاسبات قابلیت اطمینان سیستم قدرت عموماً به دو دسته معین و احتمالاتی تقسیم می‌شود. تکنیک‌های معین به چگونگی وقوع خطا در سیستم، پیامدهای آن در قابلیت اطمینان سیستم می‌پردازد و چگونگی دستیابی به یک سیستم موفق را برای تحلیل‌گر قابلیت اطمینان فراهم می‌کنند. معروف‌ترین معیار معین که در سیستم قدرت مرکب مرسوم است و بیشتر جنبه امنیتی قابلیت اطمینان را مورد مطالعه قرار می‌دهد، معیار امنیت N-1 است. بنابراین، روش‌های معین که اغلب از آنها به

معیار قضاوت های مهندسی یاد می‌شود، قابلیت اطمینان واقعی سیستم را ارزیابی نمی‌کند چون که این معیارها طبیعت احتمالاتی و تصادفی سیستم و خطای اجزاء سیستم را در بر نمی‌گیرند همینطور این شاخص برای انجام آنالیز اقتصادی و مقایسه آرایش‌های پیشنهادی تجهیزات، قابل استفاده نمی‌باشد. از سوی دیگر، معیارهای احتمالاتی، می‌توانند فاکتورهای مهمی را که بر قابلیت اطمینان سیستم تأثیر می‌گذارند، در نظر گیرند. این تکنیک‌ها، از شاخص‌های عددی برای ارزیابی قابلیت اطمینان استفاده می‌کنند و عملکرد سیستم را به صورت عددی مشخص می‌کنند که آیا سیستم از نظر قابلیت اطمینان در وضعیت مطلوب می‌باشد یا اینکه برای بهبود قابلیت اطمینان سیستم باید تغییراتی اعمال شود. در مطالعات اکادمیک، بیشتر تحقیقات برای ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم‌های مهندسی از روش‌های احتمالاتی استفاده می‌شود، نه روش‌های معین. این در حالی است که بی‌میلی قابل توجهی به استفاده از تکنیک‌های احتمالاتی در بسیاری از حوزه‌ها وجود دارد. این امر، به علت دشوار بودن تفسیر شاخص‌های عددی بدست آمده می‌باشد. هرچند، معیارهای معین، رفتار تصادفی تجهیزات و قطعات سیستم را لحاظ نمی‌کنند، فهم آن برای برنامه‌ریزان، طراحان و بهره‌برداران سیستم، نسبت به شاخص‌های عددی ریسک که با استفاده از تکنیک‌های احتمالاتی تعیین شده است، آسان تر است.

۲-۱-۲- دیدگاه شورای پایایی

شورای پایایی در زمستان ۱۳۸۹ سندی با عنوان "مدل سیستمی شبکه اصلی برق کشور" تهیه و به امضای معاونت برق وزارت نیرو رسانده است. در این سند بر دو مولفه اصلی پایایی یعنی کفایت و امنیت تأکید شده است. در این سند، روش ارزیابی قطعی مبنای ارزیابی پایایی سیستم قدرت (در هر دو جنبه کفایت و امنیت) قرار گرفته است و تمامی مدهای خطا اعم از جریان، ولتاژ، فرکانس و زاویه روتور (که البته از زاویه روتور تحت عنوان مباحث مرتبط با پایداری نام برده شده است) مورد توجه این سند می‌باشد. در ادامه قسمتهایی از این سند ارائه می‌گردد [۳۵]:

"از جنبه امنیت و پایایی عملیاتی، به وضعیت و شرایطی از عملکرد سیستم قدرت می‌توان یک حالت اطلاق کرد که در بردارنده یک ویژگی و صفت رفتاری مشخص باشد. ویژگی‌ها و صفات رفتاری سیستم‌های قدرت را بر اساس معیار امنیت تک پیشامدی می‌توان به ویژگی‌های زیر تقسیم بندی نمود.

۱. امکان خروج از محدوده‌های مجاز بهره‌برداری یا امکان وقوع خاموشی در صورت وقوع پیشامدهای محتمل.

۲. خروج از محدوده‌های مجاز بهره‌برداری

۳. وقوع خاموشی برای بخشی از بارهای سیستم

محدوده‌های مجاز بهره‌برداری برای کمیات بهره‌برداری شامل فرکانس، ولتاژ، میزان بارگذاری تجهیزات و شاخص‌های مرتبط با پایداری تعریف می‌شوند."

"بر اساس سه ویژگی مطرح شده می‌توان حالات رفتاری شبکه اصلی برق کشور را به چهار حالت تقسیم نمود:

۱- حالت عادی:

- تمامی بارها بدون خاموشی تامین شده‌اند.
- تمام محدوده‌های بهره‌برداری رعایت شده‌اند.
- وقوع هر گونه تک پیشامد (بجز خروج T-off و تجهیزات شجاعی) باعث خروج کمیات بهره‌برداری از محدوده‌های مجاز و یا خاموشی بار در شبکه نمی‌شود،
- رویه‌های معمول بهره‌برداری یا اقدامات پیشگیرانه در حال انجام است.

۲- حالت هشدار:

- تمامی بارها بدون خاموشی تامین شده‌اند.
- تمام محدوده‌های بهره‌برداری رعایت شده‌اند.
- وقوع برخی از تک پیشامدها می‌تواند باعث خروج کمیات بهره‌برداری از محدوده‌های مجاز و یا خاموشی بار در شبکه شود،

- اقدامات اصلاحی بمنظور برگرداندن حالت شبکه به حالت عادی مورد نیاز است.

۳- حالت اضطراری:

- تمامی بارها بدون خاموشی تامین شده‌اند.
- برخی از کمیت‌های بهره‌برداری از محدوده‌های مجاز خارج شده‌اند.
- اقدامات اصلاحی یا اضطراری مورد نیاز است.

۴- حالت بحرانی:

- بعضی از بارها دچار خاموشی شده‌اند.
- ممکن است برخی از کمیت‌های بهره‌برداری از محدوده‌های مجاز خارج شده باشند.

اقدامات بازیابی مورد نیاز است."

۲-۲- مدیریت قابلیت اطمینان در سیستم های قدرت

در شرایطی که عدم قطعیت های گوناگونی در خصوص وقوع پیشامدها و پیامدهای متاثر از آنها در سیستم قدرت وجود دارد، مدیریت قابلیت اطمینان بدنبال آن است که تصمیم گیری ها به نحوی انجام شود که از یک طرف معیارهای قابلیت اطمینان ارضاء شده و از طرف دیگر بار مالی اجتماعی این تصمیمات حداقل گردد. مدیریت قابلیت اطمینان را می توان به لحاظ نوع فعالیت ها و نیز بازه زمانی اجرای تصمیمات تقسیم بندی کرد [۲۳].

تقسیم بندی بر اساس نوع فعالیت ها:

- برنامه ریزی بهره برداری: به دنبال مصالحه میان اهداف قابلیت اطمینان و هزینه تنظیمات بهره برداری شامل استراتژی های قطع بار، بازیابی بار، پخش بار اقتصادی نیروگاه ها و مشارکت واحدها می باشد.
- برنامه ریزی تعمیرات: به دنبال مصالحه میان اهداف قابلیت اطمینان و هزینه تعمیرات می باشد.
- برنامه ریزی توسعه: بدنبال مصالحه میان اهداف قابلیت اطمینان و هزینه سرمایه گذاری های توسعه تولید، انتقال و توزیع می باشد.

تقسیم بندی بر اساس بازه زمانی اجرای تصمیمات:

- کوتاه مدت: اشاره به تصمیم گیری های کوتاه مدت (دقیقه تا روز و نهایتاً هفته) دارد و برنامه ریزی بهره برداری را پوشش می دهد.
- میان مدت: اشاره به تصمیم گیری های میان مدت (هفته الی ۱ یا ۲ سال) دارد و برنامه ریزی تعمیرات و برخی از مولفه های برنامه ریزی بهره برداری را پوشش می دهد.
- بلند مدت: اشاره به تصمیم گیری های بلند مدت (۳ الی ۱۰ سال) دارد و برنامه ریزی توسعه را پوشش می دهد.

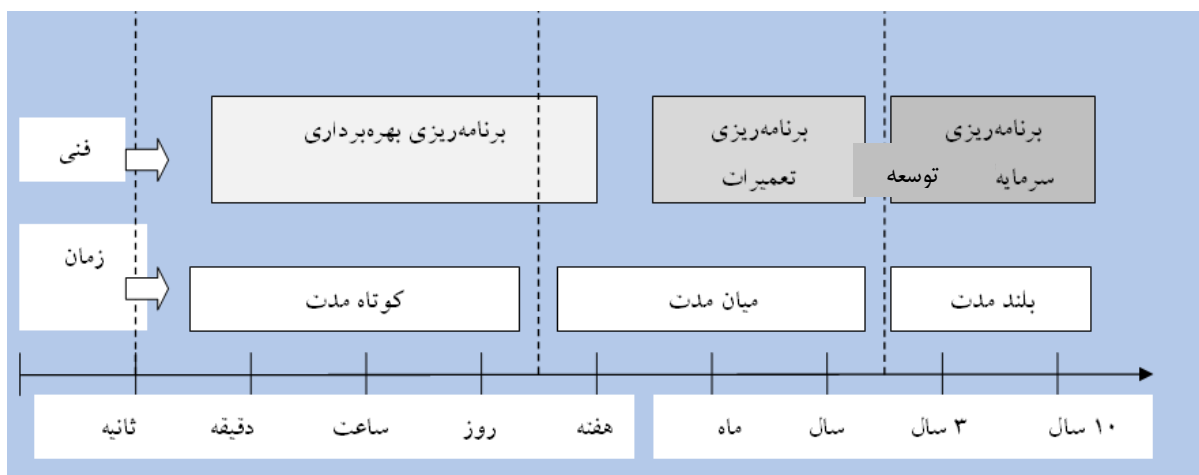
شکل ۲-۱ گویای فعالیت های مدیریت قابلیت اطمینان و بازه های زمانی اجرای آنها می باشد. در کنار تفکیک مدیریت قابلیت اطمینان به بلوک های برنامه ریزی بهره برداری، تعمیرات و توسعه، این بلوک ها می بایست در خصوص اطلاعاتی درباره

۱- Operational planning

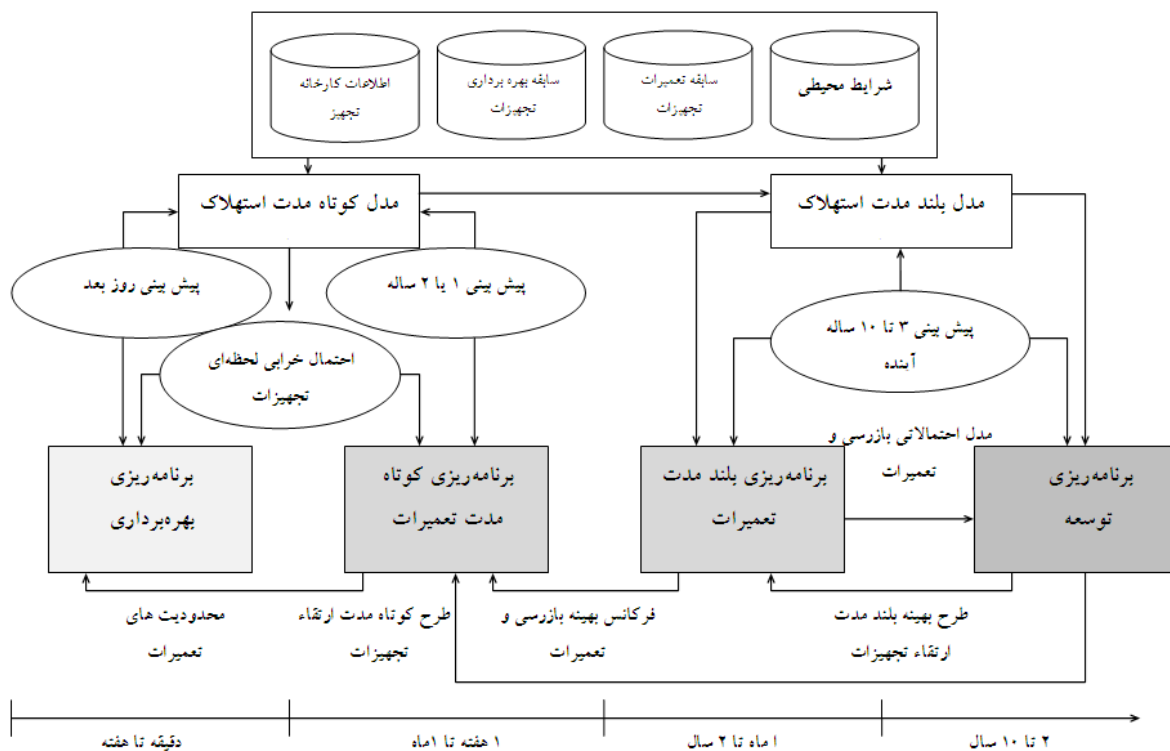
۲- Maintenance planning

۳- Investment planning

استهلاک، بازرسی و تعمیرات تجهیزات (از قبیل نرخ خرابی) با یکدیگر تبادل اطلاعات داشته باشند. زیرا که از یکسو برنامه-ریزی‌ها بر اساس وضعیت خرابی تجهیزات طراحی می‌شوند و از سوی دیگر طرح‌های بهره‌برداری، تعمیرات و توسعه (ارتقاء) بر وضعیت تجهیزات تاثیرگذار خواهند بود. این مساله سبب لینک اطلاعاتی میان بلوک‌های مختلف برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان می‌شود که در شکل ۲-۲ بخوبی نشان داده شده است [۲۴].



شکل ۲-۱: مدیریت قابلیت اطمینان در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت



شکل ۲-۲: تبادل اطلاعات میان بلوک‌های مختلف مدیریت قابلیت اطمینان

۳-۲- آینده قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت

مطالب این بخش از مراجع [۲۵-۲۸] اقتباس شده است. در حالیکه تجدید ساختار در صنعت برق تاثیر چندانی بر روی زیرساخت‌ها و لوازم فیزیکی مورد نیاز قابلیت اطمینان نداشته، بشدت نقش آفرینان مدیریت قابلیت اطمینان را تحت تاثیر قرار داده است. به عبارت دیگر این سوال که "در راستای حفظ قابلیت اطمینان چه کسی می‌بایست چه نقشی را ایفا کند؟" پاسخی متفاوت در محیط تجدید ساختار خواهد داشت. حفظ قابلیت اطمینان نیازمند ابزارهایی بمنظور مدیریت قابلیت اطمینان در شبکه می‌باشد که این ابزارها را می‌توان در دو قالب ابزارهای پیشگیرانه و اصلاحی تقسیم‌بندی کرد. ابزارهای پیشگیرانه اشاره به ابزارها و تمهیداتی دارند که در زمانی که شبکه در حالت نرمال (قبل از وقوع حادثه) می‌باشد مورد استفاده قرار می‌گیرند تا بتوان شدت آثار ناشی از وقوع حادثه را کاهش داد. ابزارهای اصلاحی آن دسته از ابزارهایی هستند که در حالت کار اضطراری (بعد از وقوع خطا) به خدمت گرفته می‌شوند تا اولاً از شدت حادثه بکاهند و ثانیاً شبکه را هر چه سریعتر به وضعیت نرمال برگردانند.

پاسخ زمانی بازیگران در محیط رقابتی (یعنی زمان مورد نیاز برای اینکه مکانیزم بازار بتواند قیمت برق را تعیین کرده و تولید و عرضه را متعادل کند) شاخصی کلیدی برای تعیین میزان توانایی بازار در تامین ابزارهای پیشگیرانه و اصلاحی قابلیت اطمینان می‌باشد. پاسخ زمانی در بازار برق در حدود نیم ساعت می‌باشد. به این معنا که مکانیزم بازار می‌تواند خود را با اموری که وقوع آنها حداقل در ۳۰ دقیقه آینده خواهد بود وفق دهد، منتهی در زمانهای کمتر از ۳۰ دقیقه مکانیزم بازار قادر به پاسخگویی نمی‌باشد. این پاسخ زمانی نشان می‌دهد که بازار برق بخودی خود در زمینه تامین ابزارهای اصلاحی دچار نقص و کمبود است و این مسئله نقش ابزارهای پیشگیرانه در محیط بازار برق را پررنگ‌تر می‌کند. به عبارت دیگر در محیط رقابتی و تجدید ساختار یافته می‌بایست تمهیدات پیشگیرانه لازم اتخاذ شده تا در صورت وقوع حادثه و شرایط اضطرار بهره‌بردار مستقل سیستم بتواند در کمترین زمان ممکن سیستم را به حالت نرمال برگرداند. اما در خصوص ابزارهای پیشگیرانه شامل طرح‌های قطع بار، بازیابی بار، رفع تراکم خطوط انتقال، که پخش بار اقتصادی نیروگاه‌ها می‌بایست در بازه‌های زمانی کمتر از ۳۰ دقیقه اعمال شود، به دلیل ماهیت کند بازار عملاً دست بهره‌بردار سیستم خالی است. لذا بمنظور حفظ و مدیریت امنیت سیستم در زمان‌های کمتر از ۳۰ دقیقه، بازار برق نیازمند استانداردهایی در زمینه میزان رزرو مورد نیاز، سقف تولید نیروگاه‌ها، سقف ظرفیت بارگذاری خطوط انتقال و... می‌باشد. اجرای صحیح استانداردها نیازمند کنترل بازار از طریق اپراتور مستقل بازار (ISO) می‌باشد.

به عبارت بهتر بعلت تاخیر زمانی پاسخگویی در بازار برق، اپراتور مستقل بازار می‌بایست از طریق نظارت بر اجرای صحیح استانداردها در بازار برق امنیت سیستم را تضمین کند. استانداردهای از پیش تنظیم‌شده، به ISOها اجازه می‌دهد عملکرد مربوط به تولید کنندگان مستقل توان (IPP^۱) و انتقال‌دهندگان توان را هدایت و اداره نماید.

در خصوص مسئله کفایت نیز ابتدا تصور می‌شد که محیط رقابتی و بازار برق به خودی خود، می‌تواند کفایت را تأمین کند اما در ادامه مشکلاتی پدیدار شد. با ورود به محیط تجدید ساختار بازیگران بازار تصمیم‌گیران اصلی در زمینه تولید می‌باشند و منطق بازار حکم می‌کند که سطح تولید بر اساس مکانیزم عرضه و تقاضا تعیین شود. در این محیط بر خلاف محیط سنتی تصمیمات بصورت غیرمتمرکز گرفته شده و هر بازیگری بدنبال بهینه کردن منفعت خود می‌باشد. نگاه محافظه‌کارانه حاکمیتی جای خود را به نگاه ریسک‌پذیر بازیگران بازار داده و طبیعتاً در چنین محیطی لزوم تأمین برق مشترکین زمانی معنا پیدا می‌کند که سود قابل توجهی برای شرکت‌های تولید به همراه داشته باشد. به عبارت دیگر ظرفیت تولید تنها زمانی افزایش خواهد یافت که که قیمت‌های بازار بگونه‌ای باشد که تولیدکنندگان مستقل را متقاعد کند که در صورت سرمایه‌گذاری برای تولید، سود حاصل بر هزینه‌های سرمایه‌گذاری می‌چربد. در مقام مقایسه با محیط سنتی می‌توان گفت که نگاه‌های حاکمیتی به عنوان مشوق‌های سرمایه‌گذاری در محیط سنتی جای خود را به سیگنال‌های قیمت برق داده و تصمیمات متمرکز در ساختارهای عمودی جای خود را به تصمیمات غیرمتمرکز در ساختارهای افقی می‌دهد. این ویژگی‌های بازار در کنار عدم ذخیره سازی برق (الزام به مصرف آن به محض تولید)، حساسیت پایین قیمتی مشترکین و زمان‌بر بودن احداث نیروگاه‌ها موجبات ایجاد جهش-های ناگهانی در قیمت برق در محیط تجدید ساختار شده و در نتیجه سپردن کفایت تولید به مکانیزم بازار را با چالش روبرو می‌کند. از این رو قانون‌گذاران بدنبال آن هستند تا از طریق تخصیص هزینه‌های قابلیت اطمینان و یا راه‌اندازی بازار قابلیت اطمینان سرمایه‌گذاران را نسبت به امر سرمایه‌گذاری تشویق کرده و در نتیجه جهش‌های قیمت برق را تا حدودی کنترل کنند. چالش‌ها و فرصت‌های قابلیت اطمینان در محیط تجدید ساختار را می‌توان از زوایای دیگری نیز بررسی کرد.

- حداکثرسازی سود کوتاه‌مدت در بازار رقابتی برق، شرکت‌ها را به سمت بکارگیری طولانی مدت تجهیزات که در

نتیجه آن قابلیت اطمینان کاهش می‌یابد.

۱- Independent power producer

- قراردادهای تجاری متعدد و الگوهای جدید تجاری موجب افزایش تراکم خطوط و در نتیجه اثر منفی بر امنیت سیستم می‌شود.
- در شرکت‌هایی با ساختار یکپارچه عمودی عدم قطعیت‌ها از طریق انحرافات غیرقابل پیش‌بینی تقاضا یا خروج تجهیزات بوقوع می‌پیوست. در صنعت برق تجدید ساختار شده، علاوه بر این دو عامل، عدم قطعیت‌ها از طریق اطلاعات ناقص پیرامون بخش‌های مختلف در محیط رقابتی و محیط بازار نیز به‌وقوع می‌پیوندد.
- محیط رقابتی موجب تجارت و به‌هم‌پیوستگی نواحی کنترلی می‌شود و این مسئله از یکسو می‌تواند موجب تقویت قابلیت اطمینان (از طریق فراهم آوردن تجهیزات پشتیبان و نقاط تغذیه) شود. ولی از طرف دیگر این به هم پیوستگی نواحی می‌تواند موجبات بروز خاموشی‌های سراسری را نیز فراهم کند.
- در محیط رقابتی امکان مشارکت سمت مصرف در تنظیم و مدیریت قابلیت اطمینان فراهم می‌شود. به عنوان مثال مشترکین می‌توانند از طریق عقد قراردادهای قطع بار به اپراتور سیستم این امکان را بدهند تا در مواقع اضطرار در جهت تامین امنیت سیستم بار آنها را قطع کند. این قراردادها از یکسو موجبات امنیت بیشتر سیستم را فراهم کرده و از سوی دیگر مشترکین را نیز در یک بازار خرید و فروش خاموشی مشارکت می‌دهد. قراردادهای بیمه نیز می‌تواند شکل دیگری از مشارکت مشترکین در تنظیم قابلیت اطمینان را نشان دهد. بموجب قراردادهای بیمه مشترکین حساس به خاموشی ریسک خاموشی خود را به سمت تولید منتقل می‌کنند. از طریق این قراردادها شرکت‌های برق می‌توانند ارزیابی درستی از میزان قابلیت اطمینان مورد نیاز مشترکین داشته باشند و در نتیجه قابلیت اطمینان را در سطح بهینه آن تنظیم کنند.

فصل سوم:

شاخص‌ها و روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم قدرت

مقدمه

در محاسبه‌ی شاخص‌های قابلیت اطمینان تجهیزات، کلیه حوادث شبکه از نظر عناصر شبکه، علل ایجاد آنها و عملکرد شبکه در مواجهه با آنها بررسی می‌گردد تا بدین ترتیب نقاط ضعف شبکه از نقطه‌نظر اجزاء آن مشخص گردد. هدف دیگری که از مطالعات مبتنی بر اجزاء و عناصر شبکه دنبال می‌گردد، تعیین شاخص‌های قابلیت اطمینان عناصر شبکه به منظور انجام مطالعات پیش‌بینی قابلیت اطمینان می‌باشد. این شاخص‌ها باید به طور کلی به گونه‌ای انتخاب گردد که با اهداف مطالعه سازگاری داشته باشد و نقاط ضعف سیستم را به خوبی نشان دهد و معیار مناسبی برای مقایسه دو یا چند شبکه باهم باشد.

هدف از مطالعات پیش‌بینی قابلیت اطمینان، محاسبه شاخص‌های قابلیت اطمینان گره‌های بار و سیستم در شرایط مختلف بهره‌برداری می‌باشد. با مقایسه این شاخص‌ها در محاسبات قابلیت اطمینان می‌توان سناریوهای مختلف بهره‌برداری شبکه را شبیه‌سازی، اصلاح و بهینه‌سازی نمود و با تعیین نقاط ضعف شبکه موجود، اثر طرح‌های توسعه مختلف شبکه را بر شاخص‌های قابلیت اطمینان بارهای شبکه و کل سیستم بررسی نمود و در جهت بهبود تداوم سرویس‌دهی به مشترکین قدم‌های موثر برداشت.

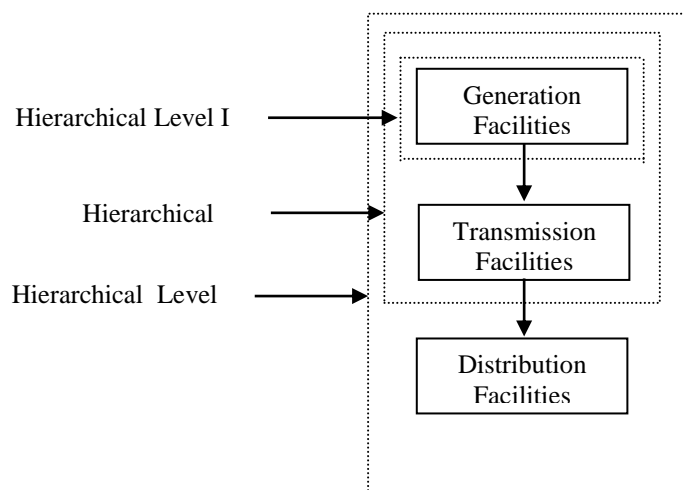
۱-۳- دسته‌بندی مطالعات قابلیت اطمینان

مطالب این بخش از مراجع [۲۹-۲۴] اقتباس شده است. با توجه به وظیفه یک سیستم قدرت که تولید، انتقال و در نهایت توزیع انرژی الکتریکی بین مصرف‌کنندگان است، می‌توان ادوات اساسی تشکیل دهنده یک سیستم قدرت را شامل این سه بخش یعنی ادوات تولید، ادوات انتقال و ادوات توزیع دانست. علاوه بر این سه بخش اصلی، ادوات دیگری نیز در یک سیستم قدرت وجود دارند که به عبارتی اتصال‌دهنده این سه بخش به یکدیگر هستند و باید در مطالعات مد نظر قرار گیرند.

جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان باید دو مطلب اساسی مورد توجه قرار گیرد: در قدم اول باید اطلاعات کافی و مناسب از سیستم و قابلیت اطمینان تجهیزات آن در اختیار باشد. طبیعتاً کامل‌تر بودن این داده‌ها، منجر به افزایش دقت مطالعات خواهد

شد. در قدم دوم، وجود روش مناسب مطالعات و هم‌چنین ابزارهای لازم جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان، از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود. در این راستا، سیستم قدرت به سه سطح اساسی تقسیم‌بندی شده و مطالعات مربوط به شاخص‌های قابلیت اطمینان برای هر سطح به صورت مجزا انجام می‌گیرد. این مساله بیشتر به دلیل حجم بالای تجهیزات در کل شبکه و هم‌چنین رفتار متفاوت تجهیزات در سطوح مختلف کاری است. به عبارت دیگر با محاسبه شاخص‌های قابلیت اطمینان در هر سطح، می‌توان به نقاط ضعف و قوت سیستم در سطوح مختلف پی برد.

در برخی موارد لازم است که ترکیبی از این سطوح مورد بررسی قرار گیرد که در آن موارد باید از روش‌های خاصی در بدست آوردن شاخص‌های مورد نظر استفاده کرد. در یک شمای ساده می‌توان تقسیم‌بندی شکل ۳-۱ را برای محاسبات قابلیت اطمینان شبکه در نظر گرفت. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، سطح اول مربوط به تجهیزات تولید انرژی است. در سطح دوم بخش تولید و انتقال به همراه یکدیگر مورد مطالعه قرار می‌گیرد و در سطح سوم، کل سیستم یعنی تولید، انتقال و توزیع مورد بررسی قرار گرفته و قابلیت اطمینان برای کلیه اجزاء بدست خواهد آمد. البته همان‌گونه که انتظار می‌رود، در سطح سوم ابعاد سیستم بسیار بزرگ شده و معمولاً مطالعات این سطح پیچیده و طولانی خواهند بود و لذا در عمل محدود به ادوات توزیع می‌گردد و احتمال موفقیت تغذیه سیستم توزیع از سطح بالاتر به عنوان یک ورودی در مدل‌سازی‌ها مد نظر قرار می‌گیرد.



شکل ۳-۱: تقسیم‌بندی سیستم قدرت از دیدگاه قابلیت اطمینان

۱-۱-۳- سطح HLI

مطالعات سطح HLI^۱ مربوط به سیستم تولید و میزان قابلیت اطمینان این بخش از سیستم است. بنابراین شاخص‌های قابلیت اطمینان در این سطح، بیانگر میزان توانایی سیستم تولید در تأمین انرژی الکتریکی مصرف‌کنندگان و حفظ به‌هم‌پیوستگی سیستم از نقطه نظر تولید است. با توجه به هدف تعریف شده در این سطح که فقط سیستم تولید و بار را در نظر می‌گیرد، در یک مدل قابل قبول جهت مطالعات قابلیت اطمینان سیستم تولید، معمولاً کلیه واحدهای تولید و تمامی بار سیستم بر روی یک شین فرضی قرار می‌گیرند.

مطالعات مربوط به سطح HLI را می‌توان به طور کلی به دو بخش تقسیم نمود: مطالعات اول مربوط به بحث طراحی و برنامه‌ریزی تولید است که اصطلاحاً به آن بحث استاتیک قابلیت اطمینان سیستم تولید^۲ اطلاق می‌شود. نتایج حاصل از این مطالعات نشان می‌دهد که برای یک بار پیش‌بینی شده معین، چه تعداد واحد جدید باید در سیستم نصب شود تا قابلیت اطمینان سیستم از یک سطح قابل قبولی برخوردار باشد. مطالعات دوم، مربوط به بحث بهره‌برداری^۳ از سیستم تولید و تعیین میزان مورد نیاز رزرو چرخان است. نتایج حاصل از این مطالعات نشان می‌دهد که برای یک بار مشخص چه تعداد واحد تولید از واحدهای نصب شده باید وارد مدار شود تا ریسک سیستم از حد معینی کمتر باشد. مسائل مربوط به پخش بار و توزیع رزرو چرخان^۴ بین واحدهای وارد مدار شده با در نظر گرفتن نرخ پاسخگویی^۵ واحدها در این مطالعه بررسی می‌شوند. به‌طور کلی مطالعات اول مربوط به کفایت سیستم تولید و دوم مربوط به امنیت سیستم تولید است. برنامه تعمیر و نگهداری واحدهای تولید را می‌توان در هر دو بخش انجام داد. از نظر زمانی می‌توان اولی را مطالعات بلند مدت و دومی را مطالعات کوتاه مدت نیز نامید.

یکی دیگر از مباحثی که در بحث قابلیت اطمینان سیستم تولید مطرح می‌شود، بررسی سیستم‌های تولید چندناحیه‌ای^۶ است که در این حالت، باید تاثیر خطوط بین سیستم‌های مختلف نیز در نظر گرفته شود و شبیه‌سازی کل سیستم، فقط به‌صورت یک منبع تولید و یک مصرف‌کننده نخواهد بود. برای محاسبه قابلیت اطمینان این سیستم‌ها روش‌های مختلفی وجود دارد که از جزئیات بحث در مورد آنها در این گزارش صرف‌نظر می‌شود.

۱- Hierarchical Level I

۲- Static Capacity Assessment

۳- Operating reserve assessment

۴- Spinning reserve

۵- Response rate

۶- Multi area HL-I

۲-۱-۳- سطح HLII

در سطح HLII^۱ هر دو بخش تولید و انتقال در نظر گرفته می‌شود. بنابراین برخلاف سطح HLI که تمام واحدهای تولید و کل بار شبکه را در یک شین قرارداد شده و از تأثیر خطوط انتقال صرف‌نظر می‌شود، در مطالعات مربوط به سطح HLII واحدهای تولید و بار در محل‌های واقعی خود قرار می‌گیرند و لذا علاوه بر محدودیت‌های مربوط به بخش تولید، محدودیت‌های خطوط انتقال نیز در این سطح در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، هدف اساسی از مطالعات قابلیت اطمینان در این سطح، بررسی میزان توانایی سیستم تولید و انتقال در تأمین انرژی الکتریکی و انتقال آن به مصرف‌کنندگان است. منظور از مصرف‌کنندگان در این سطح، نقاط بار اصلی^۲ در شبکه است.

بررسی قابلیت اطمینان در این سطح که به ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های مرکب^۳ تولید و انتقال نیز مشهور است، از مهم‌ترین و پیچیده‌ترین مباحث در مسائل مربوط به قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت قلمداد می‌شود. هر چند مطالعات قابلیت اطمینان در سطح HLII بسیار پیچیده‌تر از سطح HLI است، در این سطح نیز سعی می‌شود تا با یک سری از ساده‌سازی‌ها در سیستم، از پیچیدگی مسئله و تعداد المان‌های سیستم کاسته شود. به عنوان مثال، پست‌ها و ایستگاه‌های کلیدزنی که در واقع محل انتقال انرژی از تولید به انتقال و بالاخره به سیستم توزیع هستند، فقط با یک شین ساده معادل شده و از تأثیر المان‌های پست صرف‌نظر می‌شود. البته می‌توان تأثیر کلیدها و دیگر اتصالات را نیز مدل کرد که طبیعتاً مستلزم داشتن یک مدل کامل و پیچیده از سیستم خواهد بود. المان‌های تشکیل‌دهنده پست و میزان قابلیت اطمینان آنها می‌تواند تأثیر به‌سزایی در شاخص‌های محاسبه شده در نقاط بار و کل سیستم داشته باشد. قابلیت اطمینان این پست‌ها از این نظر حائز اهمیت است که خرابی هر کدام از المان‌های تشکیل‌دهنده یک پست، گاهی می‌تواند منجر به خروج هم‌زمان چندین خط و یا واحد تولید از مدار شود. البته این مسئله، به شکل اتصال المان‌ها در یک پست یا اصطلاحاً به ساختار پست بستگی خواهد داشت.

۱- Hierarchical Level II

۲- Major load point

۳- Composite generation and transmission system

۳-۱-۳- سطح HLIII

محاسبه و بررسی مسائل سطح HLIII می‌تواند در بسیاری از سیستم‌ها، بسیار پیچیده و مشکل باشد، زیرا این سطح شامل هر سه بخش اصلی سیستم یعنی از نقطه شروع در تولید، سپس انتقال و در نهایت توزیع است که مصرف‌کنندگان واقعی در آن قرار دارند. با توجه به اینکه در عمل یک سیستم قدرت از تعداد زیادی المان (واحد‌های تولید، خطوط انتقال و ادوات توزیع) تشکیل شده است، در نظر گرفتن تمامی این المان‌ها با یکدیگر ممکن نبوده و لذا آنالیز سیستم توزیع را بدون در نظر گرفتن سیستم‌های تولید و انتقال به‌طور جداگانه و به‌عنوان یک بخش انجام می‌دهند. از طرفی می‌توان محاسبات سطح HLIII را به این صورت نیز انجام داد که شاخص‌های محاسبه شده از سطح HLII در نقاط بار اصلی را به عنوان ورودی سیستم توزیع در نظر گرفت. معمولاً شاخص‌های قابلیت اطمینان سیستم توزیع را به صورت مجزا محاسبه می‌کنند. این امر بدین دلیل است که درصد بالایی از قطعی‌های برق (حدود ۸۰٪) از سیستم توزیع ناشی می‌شود.

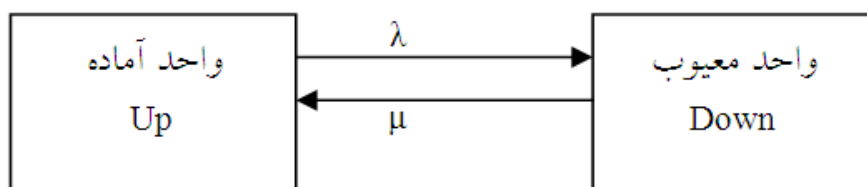
بررسی کفایت سیستم توزیع شامل محاسبه یک سری شاخص‌های قابلیت اطمینان در این سطح است که مستقیماً مربوط به مشترکین پایانی است. نحوه محاسبات سیستم‌های توزیع بیشتر بستگی به ساختار سیستم توزیع (درختی یا حلقوی) دارد. میزان کفایت هر نقطه بار در ارتباط با کل سیستم، در شاخص‌های HLIII نمایان می‌شود. در بیشتر سیستم‌ها، عدم کفایت مربوط به نقاط بار، معمولاً از سیستم توزیع ناشی می‌شود. شاخص‌های مربوط به کفایت سیستم در سطح HLII، تأثیر نسبتاً کمی روی شاخص‌های مربوط به تک تک نقاط بار دارد. از نقطه نظر دیگر، شاخص‌های سطوح HLI و HLII بسیار مهم هستند، چرا که خرابی در این دو سطح، بخش بزرگی از شبکه را تحت تأثیر قرار داده و بنابراین می‌تواند نتایج جبران‌ناپذیری را در برداشته باشد. به عبارت دیگر، سطح HLII از نظر فرکانس قطعی در توزیع و همچنین نقاط بار تأثیر کم، ولی از نظر میزان بار و یا مگاوات قطع‌شده تأثیر زیادی دارد. زیرا یک قطعی در HLII می‌تواند بخش زیادی را در سیستم توزیع از مدار خارج کند.

۳-۲- ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم‌های تولید

چنانچه قبلاً بیان شد؛ شد سطح HLI مربوط به سیستم تولید بوده و تنها واحدهای تولید و بار سیستم را شامل می‌شود. بنابراین، برای ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم‌های تولید، لازم است مدل بار و مدل ظرفیت تولید بدست آمده و با تلفیق آنها با یکدیگر، شاخص‌های قابلیت اطمینان محاسبه شود. مطالب این بخش از مراجع [۲۹-۳۰] برگرفته شده است.

۳-۲-۱- مدل ظرفیت تولید

در واقع مدل ظرفیت تولید به معنی نشان دادن کلیه واحدهای تولید به صورت یک واحد معادل است که از چندین حالت محتمل تشکیل شده است. این مدل را می‌توان با یک الگوریتم برگشتی^۱ بدست آورد. این مدل معمولاً به صورت جدول «خروج ظرفیت^۲» و یا COPT نشان داده می‌شود. هر واحد تولید را می‌توان با یک مدل مارکوف نشان داد که حداقل از دو حالت تشکیل شده است. شکل ۳-۲ یک مدل مارکوف دو حالت را نشان می‌دهد که در آن، یک واحد می‌تواند دو حالت آماده با ظرفیت حداکثر و معیوب با ظرفیت صفر داشته باشد.



شکل ۳-۲: مدل دو حالت مارکوف برای یک واحد تولید

لازم به ذکر است که واحدهای تولید بزرگ معمولاً بسیار پیچیده بوده و از تعداد زیادی المان تشکیل شده‌اند. خرابی یک یا چند المان، لزوماً به معنای خروج کامل واحد نیست، بلکه می‌تواند منجر به تقلیل ظرفیت واحد تولید شود که اصطلاحاً به آن، حالت تولید با ظرفیت محدود^۳ می‌گویند. با در نظر گرفتن یک مدل چند حالتی برای واحدهای تولید، مقادیر شاخص‌های قابلیت اطمینان محاسبه شده، به واقعیت نزدیک‌تر می‌شوند. واحدهای تولید بزرگ را معمولاً با مدل مارکوف چندحالتی نشان می‌دهند که در آن یک واحد تولید علاوه بر حالت‌های آماده و خراب می‌تواند حالت‌های دیگری نیز داشته باشد که در آنها امکان تولید

۱- Recursive algorithm

۲- Capacity Outage Probability Table

۳- Derated state

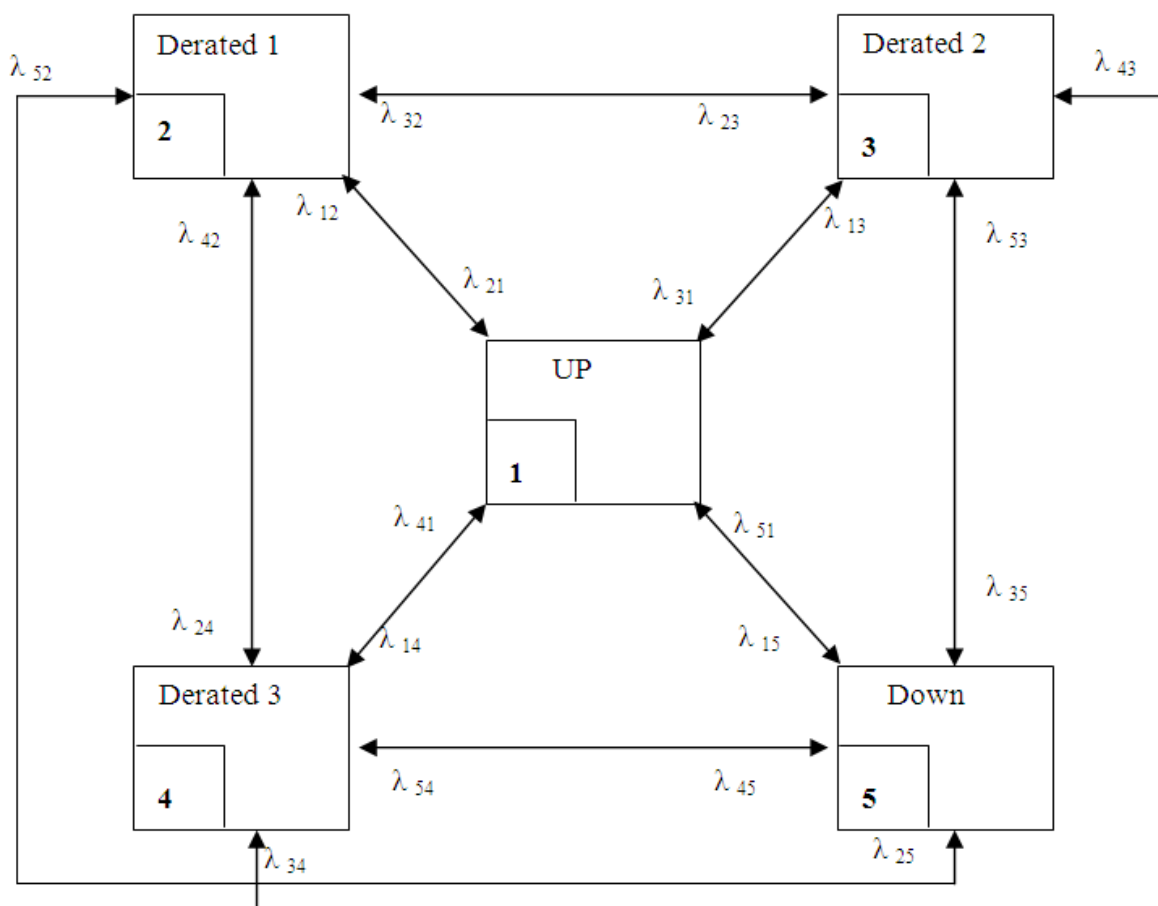
درصدی از ظرفیت عملی وجود دارد. این میزان تولید، به نوع و تعداد المان‌های خارج‌شده از واحد بستگی دارد. برای مثال در یک واحد ۳۰۰ مگاواتی، خروج بویلر و یا توربین، واحد را کاملاً از مدار خارج کرده و ظرفیت تولید را به صفر تقلیل می‌دهد. در صورتی که واحد دارای سه پمپ تغذیه آب^۱ باشد، خروج هر کدام از آنها می‌تواند ۳۳٪ تولید را کاهش دهد. این مسئله می‌تواند در مورد المان‌های دیگر که تعداد آنها بیش از یکی است، اتفاق افتد. البته در این حالت، مدلی که برای مطالعات کوتاه‌مدت^۲ و بلندمدت^۳ استفاده می‌شود، متفاوت است.

معمولاً در مطالعات کوتاه‌مدت فرض می‌شود که در طول مدت زمان مطالعه بیش از یک حادثه رخ نخواهد داد و لذا حداکثر تا خروج یک المان بیشتر در نظر گرفته نمی‌شود. در صورتی که برای مطالعات بلندمدت یا مطالعات برنامه‌ریزی، می‌توان مدل کامل واحد را به کار برد. مدل یک واحد تولید را معمولاً بر حسب ظرفیت قابل تولید نشان می‌دهند، نه بر مبنای المان‌های خراب شده. شکل ۳-۳ مدل مارکوف واحد تولیدی را نشان می‌دهد که علاوه بر دو حالت کاملاً سالم با ظرفیت ۱۰۰٪ و کاملاً معیوب با ظرفیت صفر، از سه حالت با ظرفیت کمتر از ۱۰۰٪ نیز تشکیل شده است.

۱- Feed water pump

۲- Short term

۳- Long term



شکل ۳-۳: مدل مارکوف چند حالتی یک واحد تولید

۳-۲-۲- مدل بار

پس از تعیین مدل ظرفیت تولید، باید مدل مناسبی برای بار سیستم تعیین نمود. مدل بار را می‌توان به چندین صورت مختلف بیان نمود. ساده‌ترین مدل بار را می‌توان بصورت یک بار ثابت در طول سال فرض نمود که در این صورت شبکه دارای ضریب باری^۱ برابر با ۱ خواهد بود. در این حالت شاخص‌های محاسبه شده با مقادیر واقعی اختلاف زیادی دارند، ولی می‌توانند جهت مقایسه سیستم‌های مختلف و یا گزینه‌های مختلف به کار روند. در عمل ضریب بار شبکه برابر با یک نیست. یکی از راه‌های عملی نمایش بار در یک سیستم قدرت، استفاده از منحنی تداوم بار^۲ است که آن را با LDC نیز نشان می‌دهند. این منحنی با مرتب کردن پیک بار ساعتی در طول سال به دست می‌آید. همچنین می‌توان بار را به صورت منحنی تغییرات پیک بار

۱- Load factor

۲- Load Duration Curve (LDC)

روزانه^۱ (DPLVC) نیز نشان داد. شاخص‌های قابلیت اطمینان را معمولاً با در نظر گرفتن DPLVC یا LDC محاسبه می‌کنند. معمولاً جهت سادگی محاسبات می‌توان دو مدل بار DPLVC و LDC را با یک تقریب به کار برد. در بسیاری از موارد این تقریب خطای بسیار کمی داشته و قابل قبول است.

۳-۳- ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم‌های مرکب

مطالعات سطح HLII (مشهور به سیستم‌های مرکب^۲)، شامل دو بخش تولید و انتقال است. مطالعات سطح HLII مهم‌ترین و در عین حال پیچیده‌ترین محاسبات را شامل می‌شود. یکی از ویژگی‌های سیستم‌های مرکب، ابعاد بزرگ آنها و ارتباطات گسترده بین منابع تولید است که توسط خطوط انتقال برقرار شده است.

شاخص‌های قابلیت اطمینان در این سطح، میزان توانایی سیستم تولید و انتقال را در تأمین انرژی الکتریکی و رساندن آن به مشترکان نشان می‌دهند. بنابراین بر خلاف مطالعات سطح HLI که در آن از تأثیر خطوط انتقال صرف‌نظر می‌شود، در اینجا نه تنها باید تأثیر خطوط انتقال را در نظر گرفت، بلکه واحدهای تولید و بار سیستم که در نقاط واقعی خود قرار دارند نیز در نظر گرفته می‌شود. به‌طور کلی دو نوع شاخص در این سطح محاسبه می‌شود:

- شاخص‌های نقاط بار^۳

- شاخص‌های سیستم^۴

شاخص‌های نقاط بار، میزان قابلیت اطمینان مربوط به هر نقطه بار را نشان می‌دهند و بیانگر نقاط ضعف و قوت هر نقطه بار شبکه نیز هستند. بنابراین می‌توانند به عنوان معیاری جهت هر گونه تغییر در شبکه مورد استفاده قرار گیرند. بسته به اهمیت یک نقطه بار، می‌توان راهکاری مناسب جهت افزایش قابلیت اطمینان آن نقطه بار خاص به کار برد. شاخص‌های سیستم بیان‌کننده وضعیت کلی سیستم هستند. این شاخص‌ها بیشتر مورد استفاده مدیران قرار می‌گیرد تا دیدی کلی نسبت به وضعیت سیستم داشته باشند، نه نسبت به یک نقطه بار خاص. تغییر در قابلیت اطمینان یک نقطه بار به‌خصوص نمی‌تواند تأثیر به

۱- Daily Peak Load Variation Curve (DPLVC)

۲- Composite system reliability

۳- Load point indices

۴- System indices

سزایی در شاخص‌های قابلیت اطمینان کلی سیستم داشته باشد. محاسبات هر دو نوع شاخص‌های قابلیت اطمینان برای یک سیستم مرکب ضروری است و کاربرد مربوط به خود را داراست، لذا هیچ کدام نمی‌توانند جایگزین دیگری شوند.

شکل ۳-۴ الگوریتم مطالعات قابلیت اطمینان یک سیستم مرکب را صرف نظر از روش مورد استفاده نشان می‌دهد. در ابتدا فرض می‌شود که برای یک سیستم، در حالت مبنا تمامی پارامترهای سیستم از قبیل ولتاژ و جریان در محدوده قابل قبول خود قرار دارند. حالت مبنا در یک سیستم به حالتی اطلاق می‌شود که هیچ کدام از المان‌های سیستم از قبیل واحدهای تولید و خطوط، خروج اضطراری ندارند. سپس با در نظر گرفتن پیشامدهای مختلف، مطالعات سیستم صورت می‌گیرد. یک پیشامد می‌تواند یا از طریق شبیه‌سازی مونت کارلو ایجاد شود و یا از طریق روش پیشامد شماری^۱ انتخاب گردد. در روش مونت کارلو با استفاده از تکنیک‌های شبیه‌سازی، پیشامدهای مختلف بر اساس احتمال وقوع آنها شبیه‌سازی می‌شوند. در حالیکه در روش پیشامد شماری که به روش شمارش حالات^۲ نیز مشهور است تک تک پیشامدها (هر پیشامد متناظر با خروج تعداد و ترکیب خاصی از تجهیزات می‌باشد) مستقل از احتمال رخداد آنها در نظر گرفته می‌شوند. البته می‌توان تعداد پیشامدها را با رتبه‌بندی کردن آنها بر مبنای یک سری معیارهای مشخص کاهش داد. به عنوان مثال می‌توان تنها پیشامدهایی که احتمال افتادن آنها از حد مشخصی بیشتر است را در نظر گرفت که اصطلاحاً به آن معیار CUT-OFF می‌گویند.

پس از انتخاب یک پیشامد و محاسبه احتمال و فرکانس مربوط به آن پیشامد باید این بررسی صورت گیرد که آیا پیشامد مورد نظر قیود سیستم را نقض خواهد کرد یا نه. قیود شبکه و سیستم در روش‌های مختلف آنالیز شبکه متفاوتند. معمولاً سیستم‌های مرکب را به سه روش زیر می‌توان آنالیز و تجزیه و تحلیل نمود.

الف) روش شبکه، ب) روش پخش بار جریان مستقیم و پ) روش پخش بار جریان متناوب

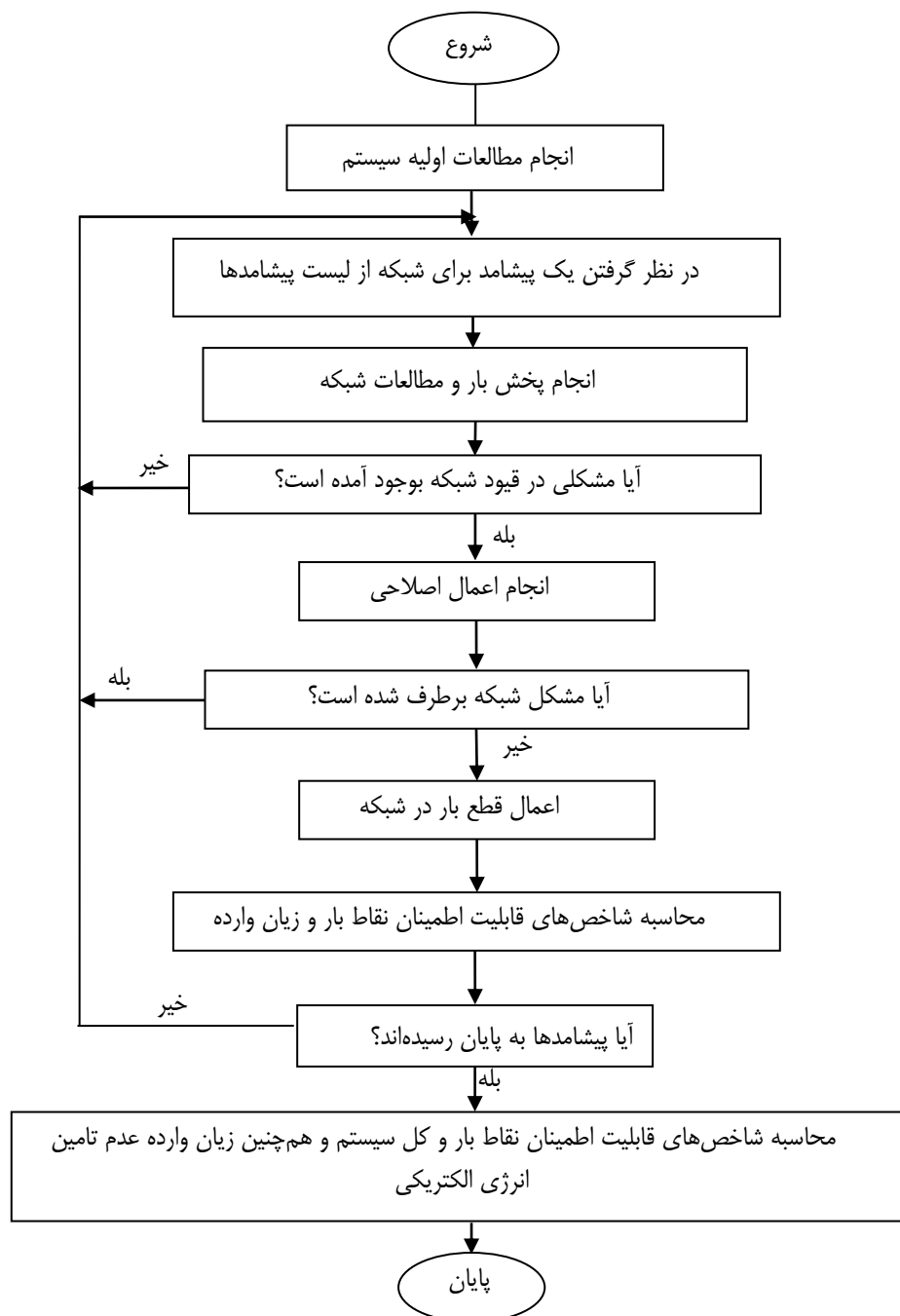
قیود شبکه و سیستم در روش‌های مختلف متفاوتند؛ روش اول، کمترین و روش آخر بیشترین قیود را داراست.

در روش اول (الف)، پیوستگی شبکه تنها قید در نظر گرفته شده است. به عبارت دیگر، اگر بین مصرف‌کننده و منبع تغذیه (واحدهای تولید) خط انتقالی وجود داشته باشد و از طرفی ظرفیت تولید پاسخگوی بار سیستم باشد، آن حالت را نمی‌توان در

۱- Contingency enumeration technique

۲- State enumeration technique

ردیف حالت‌هایی که منجر به خاموشی سیستم می‌شوند به حساب آورد. در این روش، محدودیت ظرفیت خطوط و ولتاژ شین‌ها در نظر گرفته نمی‌شود. به این روش، روش حمل و نقلی^۱ نیز گفته می‌شود.



شکل ۳-۴: الگوریتم محاسبات قابلیت اطمینان سیستم مرکب

در روش دوم (ب)، علاوه بر قیود ذکر شده در روش اول، محدودیت ظرفیت خطوط نیز در نظر گرفته می‌شود. در این حالت ممکن است یک سری از پیشامدها که در روش اول جزو حالت‌های قابل قبول به حساب می‌آمدند، در این روش در ردیف حالت‌هایی به شمار آیند که قید مذکور را نقض کرده‌اند و در این صورت، احتمال مربوط به آن پیشامد، جزئی از احتمال خرابی سیستم به شمار می‌آید.

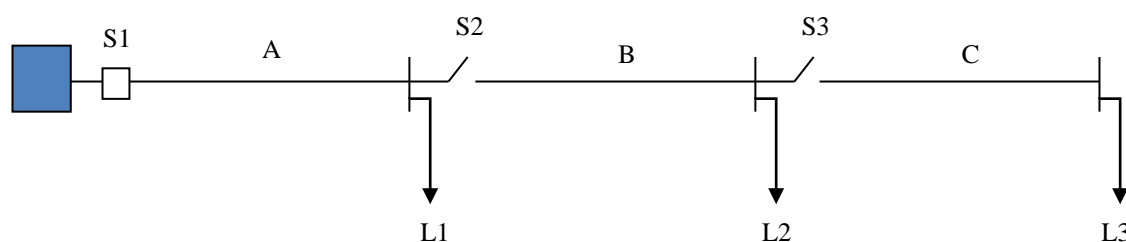
در روش سوم، علاوه بر قیود ذکر شده در روش دوم، محدودیت ولتاژ شین‌ها نیز در نظر گرفته خواهد شد. لذا در این مرحله نیز یک سری از پیشامدها که در حالت دوم جزو پیشامدهای قابل قبول به حساب می‌آمدند، در این روش قید ولتاژ را نقض کرده و احتمال آنها در احتمال خرابی سیستم به شمار می‌آید. بنابراین اگر چه روش سوم روشی پیچیده‌تر بوده و به زمان محاسباتی زیادتری نیز نیاز دارد، اما نتایج دقیق‌تری نیز از آن حاصل خواهد گشت. اگر یکی از قیود سیستم پس از اتفاق افتادن پیشامدی نقض شود، باید با یک سری از اعمال اصلاحی درصدد رفع این نقض برآمد.

در صورتی که با یک عمل اصلاحی بتوان قید نقض شده را برطرف کرد، پیشامد مذکور در ردیف پیشامدهای قابل قبول به حساب خواهد آمد. در غیر این صورت احتمال آن پیشامد در احتمال خرابی سیستم به حساب خواهد آمد.

۴-۳- ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح توزیع

شاخص‌های قابلیت اطمینان در سطح توزیع توصیف‌گر احتمال بروز خاموشی در نقاط بار شبکه در اثر بروز حادثه در تجهیزات و یا دسترس پذیری پست فوق توزیع است. اکثر قریب به اتفاق شبکه‌های توزیع به صورت شعاعی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. لذا جهت برق‌رسانی به بار، باید کلیه سکشن‌های بین نقطه بار و شین فوق توزیع به درستی کار کنند.

به عنوان نمونه شبکه‌ای مانند شبکه شکل (۳-۵) دارای ۳ خط است که هر خط هنگام بروز خطا می‌تواند توسط کلیدهای جدا کننده از سایر خطوط جدا شده و در صورتی که همچنان ارتباط آن با شبکه بالادستی برقرار باشد، برق باس انتهایی خود را تامین نماید.



شکل ۳-۵: یک شبکه توزیع شعاعی بسیار ساده

۳-۵- شاخص‌های قابلیت اطمینان

در این بخش شاخص‌های قابلیت اطمینان مورد استفاده در سه سطح تولید، انتقال و توزیع ارائه می‌گردند. مطالب این بخش از مراجع [۳۱-۳۴] اقتباس شده است.

۳-۵-۱- شاخص‌های بخش تولید

➤ نرخ خروج اضطراری یا FOR^۱

یکی از مهمترین فاکتورهای قابلیت اطمینان یک واحد نیروگاهی، میزان FOR آن است. هر چه FOR کمتر باشد، یعنی خروج اضطراری واحد کمتر است و در اکثر مواقع، این واحد در شبکه کار خواهد کرد. بنابراین می‌توان نرخ خروج اضطراری را به صورت نسبت کل زمان خروج اضطراری منهای زمان خروج با هماهنگی به مجموع این زمان و کل زمان بهره‌برداری تعریف کرد.

$$FOR = \frac{S(\text{down time}) - F_A}{S(\text{down time}) - F_A + S(\text{up time})} \quad (1-3)$$

FA زمان خروج با هماهنگی است. حال اگر بحث تعمیرات، رزرو و غیره لحاظ شود، عدم آمادگی به صورت زیر است:

$$\text{Unavailability} = \frac{S(\text{down time})}{S(\text{down time}) + S(\text{up time})} \quad (2-3)$$

و میزان آمادگی واحد عبارت است از:

$$\text{Availability} = \frac{S(\text{up time})}{S(\text{down time}) + S(\text{up time})} \quad (3-3)$$

نکته لازم به ذکر در این بخش، نحوه به‌دست آوردن این شاخص برای کل نیروگاه است. بدین منظور نمی‌توان از یک شاخص FOR استفاده کرد و باید از جدول ظرفیت نیروگاه استفاده شود.

➤ بار مورد انتظار تأمین نشده (LOLE^۲)

این شاخص یک امید ریاضی برای از دست دادن یا فقدان بار است. این ضریب به صورت زیر تعریف می‌شود:

1- Forced Outage Rate
1- Loss of Load Expectation

$$LOLE = \sum_{k=1}^n P_k \cdot t_k \quad (۴-۳)$$

t_k عبارت است از مدت زمانی که در دوره مورد مطالعه، با خروج واحد k ام میزان بار را از سطح مورد انتظار پایین تر می‌آورد و P_k عبارت است از احتمال این وضعیت در جدول ظرفیت حالت‌های خروج. این جدول با در نظر گرفتن کل ظرفیت تولید واحدها در سطر اول و احتمال مربوط به آن شروع می‌شود. سپس در هر پله با کم کردن یکی از واحدهای تولید که کمترین مقدار کاهش توان را در بر خواهد داشت، احتمال کل آن حالت نیز محاسبه و در سطر دوم آورده می‌شود. تاثیر منحنی بار در تعیین سطح بار مورد نظر در مطالعه لحاظ خواهد شد؛ بدین صورت که جهت به دست آوردن احتمال P_k در رابطه فوق، لازم است که جدول ظرفیت حالت‌های خروج با منحنی تداوم بار در نظر گرفته شده و احتمال مورد نظر بدست می‌آید.

➤ انرژی مورد انتظار تأمین نشده (LOEE)

این شاخص نیز امید ریاضی انرژی تأمین نشده را به کاربر می‌دهد. ماهیت این ضریب همانند ضریب قبل است با این تفاوت که در آنجا مدت زمان انتظاری و در این ضریب، میزان انرژی تأمین نشده مدنظر قرار می‌گیرد. تعریف این پارامتر به صورت زیر است:

$$LOEE = \sum_{k=1}^n E_k \cdot t_k \quad (۵-۳)$$

که در این رابطه t_k همانند تعریف LOLE بوده و E_k نیز میزان انرژی را بیان می‌کند.

➤ نرخ خروج اضطراری معادل^۲ (EFOR)

از آنجا که در نظر گرفتن تمام حالات کار یک واحد نیروگاه با توان‌های مختلف و بررسی آنها کار پیچیده‌ای است، می‌توان با ساده‌سازی دو حالت Up و Down را برای آنها در نظر گرفت. این تقسیم بندی مفهوم EFOR را بیان می‌کند که به نوعی، احتمال معادل از دست دادن سیستم است. این شاخص کلیه مقادیر بین صفر و یک را می‌تواند اختیار کند. این شاخص در کنار شاخص FOR می‌تواند مفهوم کامل‌تری ارائه کند.

2- Loss of Energy Expectation

۲- Equivalent Forced Outage Rate

شاخص‌های دیگری نیز مانند EIR^۱ به صورت $EIR = 1 - LOEEp.u$ در سیستم تولید و سطح HLI وجود دارند. در این رابطه LOEEp.u با توجه به میزان LOEE و میزان کل انرژی که سطح زیر منحنی LDC است، به دست می‌آید.

۲-۵-۳- شاخص‌های بخش انتقال

مهم‌ترین شاخص‌های کمی در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت مرکب، شاخص‌های مرتبط با قطع بار است که برای نقاط بار و برای کل سیستم تعریف می‌شود. محدوده وسیعی از شاخص‌های کیفیت وجود دارد که می‌توان آن‌ها را برای نقاط بار منفرد و برای کل سیستم محاسبه نمود. شاخص‌های کیفیت نقاط بار، برای شناسایی نقاط ضعیف سیستم و انتخاب طرح‌های تقویت مناسب سیستم مفید می‌باشد. شاخص‌های کل سیستم، با توجه به توانایی سیستم برای تأمین کل بار و انرژی مورد نیاز، کیفیت کلی سیستم را تعیین می‌کند. این شاخص‌ها، برای مدیریت کیفیت کل سیستم و مقایسه پیشنهادهای مختلف برای توسعه شبکه، مفید هستند.

شاخص‌های قابلیت اطمینان سیستم و نقاط بار، می‌تواند شاخص‌های سالیانه یا سالیانه شده باشند. شاخص‌های سالیانه شده، برای یک سطح بار واحد محاسبه شده (معمولاً سطح بار پیک سیستم) و سپس، بر مبنای یک سال بیان می‌شوند. شاخص‌های سالیانه نیز بر مبنای تغییرات دقیق بار که در کل سال اتفاق می‌افتد، محاسبه می‌شوند. شاخص‌های سالیانه شده، شاخص کاملی برای مقایسه کیفیت گزینه‌های مختلف برای تقویت شبکه می‌باشد، اما شاخص‌های سالیانه، در مواقع نیاز به محاسبه ارزیابی عملکرد سالیانه قابلیت اطمینان یک سیستم، استفاده می‌شوند.

شاخص‌های تعریف شده برای سطح تولید، برای سطح انتقال نیز کاربرد دارند. به علاوه، از آنجا که سطح انتقال، منتقل‌کننده انرژی تولید شده در نیروگاه‌ها به مصرف‌کننده‌ها (سطح توزیع) است، در مدل‌سازی شبکه، مجموعه‌ای از نقاط بار^۲ تعریف می‌شود که به علت زیاد بودن تعداد، هر کدام می‌توانند قابلیت اطمینان مربوط به خود را داشته باشند. بنابراین در این بخش، به تجزیه و تحلیل شاخص‌های نقاط بار پرداخته خواهد شد و شاخص‌های سیستمی مشابهی نیز مشابه شاخص‌های بخش HLI قابل تعریف می‌باشد.

شاخص‌های نقاط بار عبارتند از:

۱- Energy Index of Reliability

۲- Load Point

- احتمال قطع یا فرکانس قطع
- انتظار تعداد تخطی ولتاژ^۱ (ENVV)
- تعداد انتظار قطع بار^۲ (ENLC)
- انتظار قطع بار^۳ ELC
- انتظار انرژی تأمین نشده (توزیع نشده)^۴ (EENS)
- ماکزیمم قطع بار^۵ (MLC)
- ماکزیمم انرژی قطع شده (تأمین نشده)^۶ (MEC)
- ماکزیمم دوره قطع بار^۷ (MDLC)
- متوسط قطعی بار^۸ (ALC)
- متوسط انرژی تأمین نشده^۹ (AENS)
- متوسط دوره قطعی بار^{۱۰} (ADLC)

۳-۵-۳- شاخص‌های بخش توزیع

همان‌طور که مطرح شد؛ می‌توان قابلیت اطمینان یک سیستم را در سطوح HLI و HLII تا سطح یک فیدر بدست آورد. مشاهده شد که حتی شبکه‌های فوق توزیع حلقوی می‌توانند در سطوح HLII مورد بررسی قرار گیرند. در ادامه بحث فیدرهای ۲۰ kV و سطوح پایین‌تر مطرح خواهد شد و از این بخش به بعد، تعداد مشترکین و برخی پارامترهای دیگر آنها نیز مطرح خواهند گردید.

۱- Expected Number of Voltage Violations

۲- Expected Number of Load Curtailment

۳- Expected Load Curtailed

۴- Expected Energy Not Supplied

۵- Maximum Load Curtailed

۶- Maximum Energy Curtailed

۷- Maximum Duration of Load Curtailed

۸- Average Load Curtailed

۹- Average Energy Not Supplied

۱۰- Average Duration of Load Curtailment

➤ شاخص فرکانس متوسط قطعی سیستم^۱ (SAIFI)

این ضریب بیان‌کننده متوسط تعداد قطعی برق به ازای هر مشترک می‌باشد.

$$SAIFI = \frac{\sum_i \lambda_i N_i}{\sum_i N_i} \quad (۶-۳)$$

➤ شاخص فرکانس متوسط قطعی مشترکین^۲ (CAIFI)

این شاخص بیان‌کننده متوسط تعداد قطعی برق برای مشترکانی است که برق آنها حداقل یک بار قطع شده است.

$$CAIFI = \frac{\text{total number of customer interruptions}}{\text{total number of customers affected}} \quad (۷-۳)$$

➤ شاخص مدت زمان متوسط قطعی سیستم^۳ (SAIDI)

این شاخص نیز متوسط مدت زمانی قطعی به ازای هر مشترک در طول یک بازه زمانی بیان می‌کند.

$$SAIDI = \frac{\sum_i U_i N_i}{\sum_i N_i} \quad (۸-۳)$$

➤ شاخص زمان متوسط قطعی مشترکین^۴ (CAIDI)

این شاخص متوسط زمانی قطعی را به ازای هر قطعی برق، محاسبه می‌کند.

$$CAIDI = \frac{\sum_i U_i N_i}{\sum_i \lambda_i N_i} \quad (۹-۳)$$

➤ شاخص میانگین در دسترس بودن خدمات^۵ (ASAI)

این شاخص نشان‌دهنده نسبت زمان برق دار بودن مشترکین به کل زمان دوره مطالعه است.

۱- System Average Interruption Frequency Index

۲- Customer Average Interruption Frequency Index

۳- System Average Interruption Duration Index

۴- Customer Average Interruption Duration Index

^۱ Average Service Availability (Unavailability) Index

$$ASAI = \frac{\sum_i N_i \times 8760 - \sum_i U_i N_i}{\sum_i N_i \times 8760} \quad (۱۰-۳)$$

فصل چهارم: شناخت ساختار نهادی پایایی

مقدمه

شکل‌گیری یک صنعت نیازمند شبکه‌ای از مؤسسات خصوصی و دولتی می‌باشد که کنشگران آن صنعت را تشکیل می‌دهند و فعالیت‌ها و تعاملات بین آن‌ها موجب شکل‌گیری، ظهور، اصلاح و توسعه صنایع جدید می‌شود. تمرکز بر تعاملات درونی این شبکه، اهمیت نهادها و سازمان‌هایی غیر از بازار را پررنگ‌تر می‌نماید. از همین رو یکی از گام‌های اصلی تحلیل محیط یک صنعت شناسایی کنشگران آن صنعت می‌باشد.

در یک تقسیم‌بندی کلی کنشگران به چهار دسته سیاست‌گذار، تنظیم‌گر، تسهیل‌گر و ارائه‌کننده خدمات تقسیم می‌شوند. در ادامه به تبیین هر یک از نقش‌های چهارگانه پرداخته می‌شود:

الف) سیاست‌گذار^۱

یک سیاست‌گذار نهادی است که برنامه‌هایی که باید توسط دولت، کسب‌وکارها و غیره دنبال شود را تعیین می‌کند. سیاست‌گذاری به صورت فرآیندی تعریف شده است که به واسطه آن دولت به منظور ارائه پیامد (تغییرات مطلوب در دنیای واقعی)، چشم‌انداز سیاسی خود را به برنامه و عمل تبدیل می‌کند. لذا سیاست‌گذاری، کارکرد اصلی هر دولت می‌باشد. به طور کلی، سیاست می‌تواند شکل‌های مختلفی به خود بگیرد مانند سیاست‌های غیرمداخله‌ای، تنظیم، تشویق تغییرات داوطلبانه (مانند کمک‌های مالی) و ارائه خدمات عمومی.

ب) تنظیم‌کننده^۲

تنظیم، مجموعه گوناگونی از ابزارهاست که به واسطه آن دولت نیازمندی‌های شرکت‌ها و مردم را تنظیم می‌کند. کارکردهای تنظیم‌کننده بنا به دلایل گوناگونی به وجود آمده‌اند از جمله:

- تعیین حقوق و مسئولیت‌های هر یک از موجودیت‌های جامعه به منظور تحقق اهداف توسعه پایدار
- تنظیم استانداردهای صنعتی
- جمع‌آوری مالیات‌ها و دیگر درآمدها و ...

۱- Policy-Maker

۲- Regulator

در مجموع نقش تنظیم‌گری شامل کارکردهای رصد و بازرسی، وضع تعرفه، تعیین استاندارد، حل دعاوی، صدور مجوزها، اقتصاد تنظیم‌گری ورود به بازار، اطلاع‌رسانی و آگاه‌سازی می‌باشد.

ج) تسهیل‌کننده

سازمان‌های محلی یا بین‌المللی هستند که معمولاً توسط دولت سرمایه‌گذاری می‌شوند و هدف آن توسعه و بهبود بازار خدمات می‌باشد. یک تسهیل‌کننده، تأمین‌کنندگان خدمات را از طریق ایجاد محصولات خدماتی جدید، ارتقاء تجارب مفید و ایجاد ظرفیت حمایت می‌کند. به علاوه، تسهیل‌کننده می‌تواند بر طرف تقاضا از طریق آموزش صنایع کوچک درباره مزایای خدمات یا فراهم کردن محرک‌هایی برای امتحان آن‌ها نیز متمرکز شود. کارکردهای دیگر یک تسهیل‌کننده شامل ارزیابی خارجی تأثیر تأمین‌کنندگان خدمات، تضمین خدمات و حمایت برای محیط سیاسی بهتر می‌باشد. عمل تسهیل، کارکردی است که به طور معمول توسط سازمان‌های توسعه‌گرا انجام شده و می‌تواند شامل سازمان‌های غیر دولتی، انجمن‌های صنعتی و کارفرمایان و عامل‌های دولتی باشد.

در این راستا، ذکر نکته‌ای لازم به نظر می‌رسد که تفکیک نقش‌های تسهیل‌کنندگان و ارائه‌کنندگان برای خدمات توسعه کسب و کار^۱ ضروری است. در بسیاری از برنامه‌های توسعه‌ای، یک سازمان نقش تأمین‌کننده (ارائه مستقیم خدمات به بنگاه‌های اقتصادی) و نقش تسهیل‌کننده (تشویق دیگر شرکت‌ها برای عرضه خدمات به بنگاه‌های اقتصادی) را توأماً ایفا می‌کند. این مسئله اغلب تناقضی برای تأمین‌کنندگان رقابتی به وجود می‌آورد؛ چرا که تسهیل‌کنندگان معمولاً اهداف توسعه‌ای داشته و تأمین‌کنندگان اهداف تجاری و لذا ترکیب نقش‌ها ممکن است به برنامه‌های ناکارآمد و استفاده نامناسب از سرمایه منجر شود.

د) ارائه‌کننده خدمات

ارائه‌کننده خدمات، شرکت، مؤسسه یا سازمانی است که خدماتی را به طور مستقیم به صنایع کوچک یا متوسط ارائه می‌دهد. این تأمین‌کنندگان ممکن است شامل شرکت‌های خصوصی، غیرانتفاعی، سازمان‌های غیردولتی، انجمن‌های صنعتی، عامل‌های دولتی ملی و ... باشند. به طور کلی ارائه‌کنندگان خدمات به دو دسته ارائه‌کنندگان خدمات آموزشی و پژوهشی و ارائه‌کنندگان خدمات مشاوره‌ای تقسیم می‌شوند. دسته اول شامل دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسساتی هستند که در زمینه آموزش و پژوهش در حوزه دانشی مربوطه فعالیت می‌کنند و دسته دوم شامل شرکت‌هایی می‌شود که به ارائه خدمات

مشاوره‌ای در آن حوزه دانشی می‌پردازند. در حوزه دانشی پایایی، خدمات مشاوره شامل فعالیت‌هایی است که مرتبط با موضوعات جدید نیستند، معمولاً به طور روتین انجام می‌شوند و در فرآیند برنامه‌ریزی یا بهره‌برداری سیستم قدرت به کار گرفته می‌شوند. در مقابل، خدمات پژوهشی شامل فعالیت‌هایی است که به موضوعات جدیدی مانند تدوین الگوریتم، رویه مطالعات و ... می‌پردازند و ممکن است لزوماً به نتیجه منجر نشوند.

در این فصل ابتدا به شناسایی کنش‌گران مرتبط با پایایی سیستم قدرت پرداخته می‌شود و وظایف اصلی هرکدام از آنها بیان و بر مبنای وظایف و اهداف، نقش هریک از آنها تعیین می‌شود. هریک از این کنش‌گران می‌توانند نسبت به فن‌آوری در محیط بیرونی یا درونی باشند. در ادامه، ماتریس نهاد-کارکرد مربوط به کنش‌گران ارائه می‌شود که در آن، نقش‌های مختلف کنش‌گران در قالب یک جدول ارائه می‌شود. در نهایت، با استفاده از ماتریس یادشده، نگاشت نهادی مربوط به پایایی سیستم قدرت ترسیم می‌شود.

۱-۴- کنش‌گران فعال در حوزه پایایی

در این بخش به معرفی کنش‌گران مرتبط با پایایی سیستم قدرت و وظایف هریک از آنها پرداخته می‌شود.

۱-۴-۱- مجلس شورای اسلامی

در نظام جمهوری اسلامی ایران، مجلس شورای اسلامی به عنوان یکی از قوای سه‌گانه (قوه مقننه) از اهمیت ویژه و والایی برخوردار بوده و محور بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها، قانون‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها می‌باشد. مجلس پایگاه اساسی نظام و مردم و مایه حضور و مشارکت واقعی مردم در تصمیم‌گیری‌ها و مظهر اراده ملی است. با توجه به نقش مؤثر و مهم مجلس در نظام کشور، وظایف عمده مجلس در دو بخش خلاصه می‌گردد:

- قانون‌گذاری

- نظارت

از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور ندارد، جزء محیط بیرونی محسوب می‌شود. با توجه به کارکرد این نهاد در تدوین برخی سیاست‌ها و جهت‌گیری‌های کلان مرتبط با صنعت برق (مانند قانون برنامه پنجم توسعه)، این نهاد نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. با توجه به کارکرد این نهاد در تصویب برخی قوانین که بر قیمت برق تأثیر می‌گذارند (مانند قانون

اصلاح الگوی مصرف انرژی)، این نهاد نقش تنظیم‌گر را بر عهده دارد. با توجه به کارکرد این نهاد در تصویب برخی قوانین برای اختصاص بودجه برای تأمین مالی بخش‌هایی از صنعت برق، این نهاد نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارد. با توجه به کارکرد برخی از بخش‌های وابسته به این نهاد (مانند مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی) در تهیه گزارش‌های پژوهشی در زمینه ارزیابی صنعت برق، این نهاد دارای نقش ارائه‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی است. از جمله بخش‌های این نهاد که می‌توانند با موضوع پایایی مرتبط باشند می‌توان به "کمیسیون انرژی" اشاره کرد.

۲-۱-۴- مجمع تشخیص مصلحت نظام

وظایف مجمع تشخیص مصلحت نظام، به استناد اصول و بندهای قانون اساسی جمهوری اسلامی به شرح زیر است:

- ۱- ارائه مشاوره به مقام معظم رهبری در تعیین سیاست‌های کلی نظام (به استناد بند ۱ اصل ۱۱۰ قانون اساسی)
- ۲- پیشنهاد چگونگی حل معضلات نظام که از طریق عادی قابل حل نیست به مقام معظم رهبری (به استناد بند ۸ اصل ۱۱۰ قانون اساسی)
- ۳- تشخیص مصلحت در مواردی که مصوبه مجلس شورای اسلامی را شورای نگهبان خلاف موازین شرع و یا قانون اساسی بداند (به استناد اصل ۱۱۲ قانون اساسی)
- ۴- مشاوره در اموری که مقام رهبری به مجمع ارجاع می‌دهد (به استناد اصل ۱۱۲ قانون اساسی)
- ۵- نظارت بر حسن اجرای سیاست‌های کلی نظام (به استناد نامه مورخ ۷۷/۱/۱۷ مقام معظم رهبری)
- ۶- مشاور رهبری در موارد اصلاح یا متمیم قانون اساسی (به استناد اصل ۱۷۷ قانون اساسی)
- ۷- عضویت در شورای بازنگری قانون اساسی (اعضاء ثابت مجمع) (به استناد اصل ۱۷۷ قانون اساسی)
- ۸- انتخاب یکی از فقهای شورای نگهبان برای عضویت در شورای موقت رهبری (به استناد اصل ۱۱۱ قانون اساسی)
- ۹- تصویب برخی از وظایف رهبری برای اجراء توسط شورای موقت رهبری (به استناد اصل ۱۱۱ قانون اساسی)
- ۱۰- انتخاب جایگزین هریک از اعضا شورای موقت رهبری در صورت عدم توانایی انجام وظایف (به استناد اصل ۱۱۱ قانون اساسی)
- ۱۱- پیشنهاد چگونگی اتخاذ تصمیم شورای موقت رهبری در مورد وظایف مصرح در بندهای اصل ۱۱۰ که در اصل ۱۱۱ تصریح گردیده است.

از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور ندارد، جزء محیط بیرونی محسوب می‌شود. با توجه به کارکرد این نهاد در تدوین برخی سیاست‌ها و جهت‌گیری‌های کلان مرتبط با صنعت برق (مانند سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی)، این نهاد نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. با توجه به کارکرد این نهاد در داوری اختلافات بین مجلس و شورای نگهبان در زمینه تصویب برخی قوانین که بر قیمت برق تأثیر می‌گذارند، این نهاد نقش تنظیم‌گر را بر عهده دارد. با توجه به کارکرد این نهاد در داوری اختلافات بین مجلس و شورای نگهبان در زمینه تصویب برخی قوانین جهت اختصاص بودجه برای تأمین مالی بخش‌هایی از صنعت برق، این نهاد نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارد. با توجه به کارکرد برخی از بخش‌های وابسته به این نهاد (مانند دبیرخانه مجمع تشخیص مصلحت نظام) در تهیه گزارش‌های پژوهشی در زمینه ارزیابی صنعت برق، این نهاد دارای نقش ارائه‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی است.

۳-۱-۴- شورای عالی انقلاب فرهنگی

وظایف شورای عالی انقلاب فرهنگی عبارتند از:

- ۱- تدوین و تصویب اصول، اهداف، سیاست‌ها و برنامه‌ریزی فرهنگی و علمی کشور، تدوین نقشه مهندسی فرهنگی کشور و روزآمد نمودن آنها.
- ۲- تهیه و تدوین نقشه جامع علمی کشور.
- ۳- تهیه و تدوین طرح توسعه و تحول نظام پژوهش و تعلیم و تربیت کشور.
- ۴- هدایت و سامان‌دهی مدیریت کلان دستگاه‌های فرهنگی، آموزشی و پژوهشی و رسانه‌های کشور.
- ۵- برنامه‌ریزی برای مواجهه فعال و مبتکرانه با تهاجم فرهنگی دشمنان با استفاده هدفمند از روش‌های کارآمد.
- ۶- رصد مستمر تحولات برنامه‌های توسعه، فرهنگ، علم، پژوهش و فن‌آوری کشور و ارائه راهبردهای مناسب.
- ۷- سیاست‌گذاری، حمایت و بهره‌گیری از نظریه‌پردازی، و ایجاد و زمینه‌سازی و مناظره در حوزه فرهنگ و علم.
- ۸- مشارکت فعال در برنامه‌ریزی جامع کشور در زمینه‌های علمی و فرهنگی مورد نظر چشم‌انداز و پیگیری تحقق آن.
- ۹- برنامه‌ریزی و تهیه طرح‌های خاص برای شناسایی، جذب و ارتقاء بهره‌مندی از نخبگان، تربیت و پرورش علمی و معنوی استعدادهای درخشان و بهره‌گیری از توانایی‌ها و ابتکارات و خلاقیت‌های آنان در حوزه فرهنگ و علم.

- ۱۰- تصویب ضوابط و معیارهای اساسی تأسیس مؤسسات و مراکز علمی، فرهنگی، تحقیقاتی، فرهنگستان‌ها، دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی و تصویب اساسنامه دانشگاه‌های خاص.
- ۱۱- تهیه، تدوین و تصویب ضوابط کلی گزینش مدیران فرهنگی و علمی کشور، استادان، معلمان و دانشجویان.
- ۱۲- سیاست‌گذاری برای تعیین سهم اعتبارات فرهنگی، علمی، پژوهشی و فن‌آوری و تعیین جهت‌گیری و اولویت هزینه‌کرد اعتبارات در برنامه‌های پنج‌ساله و بودجه‌های سالیانه.
- ۱۳- طراحی سازوکارهای مناسب برای اجرایی شدن مصوبات شورا در دستگاه‌های مختلف کشور و نظارت مؤثر بر اجرای مصوبات.
- ۱۴- ارزیابی برنامه‌های توسعه فرهنگی، علمی و اجتماعی کشور.
- ۱۵- سیاست‌گذاری و سامان‌دهی مدیریت فعالیت‌های فرهنگی و علمی جمهوری اسلامی ایران در خارج از کشور.
- ۱۶- تعیین سیاست‌های رسانه‌ای جمهوری اسلامی ایران.
- ۱۷- سیاست‌گذاری لازم برای گسترش و حاکمیت فرهنگ اسلام ناب محمدی(ص).
- ۱۸- سیاست‌گذاری برای تولید محصولات فرهنگی کشور بر اساس ارزش‌ها و معیارهای ملی و اسلامی.
- ۱۹- تصویب پیوست‌های فرهنگی طرح‌های ملی و کلان اقتصادی، عمرانی و صنعتی کشور.
- ۲۰- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی کلان برای وحدت حوزه و دانشگاه.
- ۲۱- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی برای بازبینی و تحول محتوایی در رشته‌های علوم انسانی و علوم اجتماعی بر مبنای ارزش‌های اسلامی و مقتضیات فرهنگی کشور.
- ۲۲- زمینه‌سازی برای اجرای نقشه مهندسی فرهنگی کشور و نقشه جامع علمی کشور.
- ۲۳- تعیین و تصویب شاخص‌های فرهنگی.
- از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور ندارد، جزء محیط بیرونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۱، ۲، ۶، ۸ و ۱۴، این نهاد نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۹ و ۱۲، این نهاد نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارد.

۴-۱-۴- وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری

مأموریت‌های اصلی و حدود اختیارات وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری به شرح زیر می‌باشد:

الف) در زمینه انسجام امور اجرایی و سیاست‌گذاری نظام علمی و امور تحقیقات و فن‌آوری:

- ۱- شناسایی مزیت‌های نسبی، قابلیت‌ها، استعدادها و نیازهای پژوهش و فن‌آوری کشور بر مبنای آینده‌نگری و آینده‌پژوهی و معرفی آن به واحدهای تولیدی، تحقیقاتی، دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی و تحقیقاتی جهت بهره‌برداری.
- ۲- بررسی اولویت‌های راهبردی تحقیقات و فن‌آوری با همکاری یا پیشنهاد دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط و پیشنهاد به شورای عالی علوم، تحقیقات و فن‌آوری.
- ۳- حمایت از توسعه تحقیقات بنیادی و پژوهش‌های مرتبط با فن‌آوری‌های نوین بر اساس اولویت‌ها.
- ۴- برنامه‌ریزی برای تدارک منابع مالی توسعه فن‌آوری کشور و مشارکت در ایجاد، توسعه و تقویت فن‌آوری ملی و حمایت از توسعه فن‌آوری‌های بومی.
- ۵- اتخاذ تدابیر لازم به منظور افزایش کارایی و اثربخشی تحقیقات کشور و توسعه تحقیقات کاربردی با همکاری دستگاه‌های ذی‌ربط.
- ۶- اتخاذ تدابیر و تهیه پیشنهادهای لازم در خصوص انتقال فن‌آوری و دانش فنی و برنامه‌ریزی به منظور بومی کردن فن‌آوری‌های انتقال یافته به داخل کشور و ارائه آنها به شورای عالی علوم، تحقیقات و فن‌آوری.
- ۷- ایجاد زمینه‌های مناسب برای عرضه فن‌آوری در داخل و خارج کشور و حمایت از صدور فن‌آوری‌های تولید شده در کشور و کمک به ایجاد انجمن‌ها و شرکت‌های غیردولتی علمی، تحقیقاتی و فن‌آوری.
- ۸- تمهید سازوکارهای لازم برای ایجاد هم‌سویی میان فعالیت‌های آموزشی، تحقیقاتی و فن‌آوری، تقویت ارتباط دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی با بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور.
- ۹- اتخاذ راهکارهای مناسب برای کمک به توسعه پژوهش و فن‌آوری در بخش‌های غیردولتی.
- ۱۰- ارزیابی جامع عملکرد نظام ملی علوم، تحقیقات و فن‌آوری شامل پیشرفت‌ها، شناخت موانع و مشکلات و تدوین و ارائه گزارش سالانه.

۱۱- اتخاذ تدابیر و ارائه پیشنهادهای لازم جهت حفظ دانشمندان و محققان و تأمین امنیت شغلی آنان و استفاده بهینه از توانمندی‌های آنها.

(ب) در زمینه اداره امور دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی تحت پوشش وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری:

۱- پیشنهاد ضوابط و معیارهای کلی پذیرش دانشجو به مراجع ذی‌صلاح.

۲- تعیین راهکارهای لازم و برنامه‌ریزی و حمایت از ایجاد و گسترش دانشگاه‌ها، مؤسسات آموزش عالی، مراکز تحقیقاتی و فن‌آوری و دیگر مراکز فعالیت‌های علمی - پژوهشی همانند شهرک‌های تحقیقاتی، آزمایشگاه‌های ملی، موزه‌های علوم و فنون با استفاده از منابع دولتی و غیردولتی و مشارکت‌های مردمی متناسب با نیازها و ضرورت‌های کشور.

۳- برنامه‌ریزی اجرایی، آموزشی و تحقیقاتی متناسب با نیازها و تحولات علمی و فنی در جهان.

۴- تعیین ضوابط، معیارها و استانداردهای علمی مؤسسات آموزش عالی و تحقیقاتی، رشته‌ها و مقاطع تحصیلی با رعایت اصول انعطاف، پویایی، رقابت و نوآوری علمی.

۵- نظارت بر فعالیت‌های دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و تحقیقاتی کشور.

۶- ارزیابی مستمر فعالیت هرگونه واحد آموزش عالی و یا مؤسسه تحقیقاتی (اعم از دولتی و غیردولتی) و جلوگیری از ادامه فعالیت، تعلیق فعالیت و یا انحلال هر یک از آنها در صورت تخلف از ضوابط و یا از دست دادن شرایط ادامه فعالیت بر اساس اساسنامه‌های مصوب.

۷- صدور مجوز تأسیس انجمن‌های علمی و حمایت و ارزیابی مستمر از فعالیت آنها بر اساس ضوابط مصوب مراجع ذی‌صلاح.

۸- تأیید اساسنامه و صدور مجوز تأسیس انجمن‌ها و تشکل‌های دانشجویان و دانش‌آموختگان دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و تحقیقاتی و ارزیابی فعالیت آنها و اتخاذ تصمیم در مورد امکان ادامه فعالیت آنها بر اساس ضوابط و مقررات مراجع ذی‌صلاح.

۹- تأیید صلاحیت و صدور احکام اعضای هیأت‌های ممیزه، هیأت‌های امناء، هیأت‌های مؤسس، هیأت‌های گزینش اعضای هیأت علمی و هیأت‌های انتظامی اعضای هیأت علمی دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری، طبق ضوابط و مقررات موضوعه.

- ۱۰- ارزیابی و اعتبارسنجی علمی دانشگاه‌ها، مؤسسات آموزش عالی و تحقیقاتی به صورت مستقیم و یا از طریق حمایت از انجمن‌های مستقل علمی، تخصصی و فرهنگستان‌ها در ارزیابی علمی دانشگاه‌ها و مؤسسات و انتشار نتایج در محافل علمی و ارائه گزارش سالانه به کمیسیون آموزش و تحقیقات مجلس شورای اسلامی و سایر مراجع ذیصلاح.
- ۱۱- تأیید اساسنامه و صدور مجوز ایجاد یا توسعه هرگونه واحد آموزش عالی یا مؤسسه تحقیقاتی (اعم از دولتی یا غیردولتی)، رشته‌ها و مقاطع تحصیلی.
- ۱۲- ارزیابی سالانه عملکرد مالی دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و تحقیقاتی دولتی.
- ۱۳- بررسی و پیشنهاد اولویت‌های تخصیص منابع در حوزه‌های علوم، تحقیقات و فن‌آوری به سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
- ۱۴- توسعه همکاری‌های علمی بین‌المللی و اتخاذ تدابیر لازم به منظور نهادینه کردن همکاری‌ها و مبادلات علمی بین مراکز علمی - تحقیقاتی داخل کشور با مراکز علمی - تحقیقاتی منطقه‌ای و بین‌المللی در چارچوب ضوابط و مقررات مصوب مراجع ذیصلاح.
- ۱۵- صدور مجوز تأسیس دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی دولتی و غیردولتی با مشارکت دانشگاه‌ها و مراکز علمی خارج از کشور، بر اساس ضوابط مصوب مراجع ذیصلاح.
- ج) سایر موارد:
- ۱- مشارکت فعال در فرآیند سیاست‌گذاری نظام آموزش و توسعه نیروی انسانی کشور به منظور ایجاد هماهنگی لازم بین برنامه‌های سطوح مختلف آموزش کشور.
- ۲- مشارکت در تعیین اولویت‌های توسعه منابع انسانی کشور و ارائه نتایج حاصل شده به دستگاه‌های ذی‌ربط به منظور هدایت منابع در جهت اولویت‌های مذکور.
- ۳- ارزیابی و تأیید اختراعات، اکتشافات و نوآوری‌ها با همکاری سایر مراکز علمی و تحقیقاتی کشور به منظور فراهم نمودن زمینه حمایت از حقوق مالکیت معنوی و ثبت در مراجع ذی‌ربط.
- ۴- تعیین ضوابط ارزشیابی علمی مدارک فارغ‌التحصیلان و تأیید ارزش علمی مدارک دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی (دولتی و غیردولتی) داخل کشور به استثنای گروه پزشکی.

- ۵- برنامه‌ریزی برای شناسایی و حمایت از شکوفایی استعدادهای درخشان و هدایت آنها به سمت اولویت‌های راهبردی کشور در زمینه علوم، تحقیقات و فن‌آوری در چارچوب مقررات مصوب مراجع ذیصلاح.
- ۶- برنامه‌ریزی برای جذب متخصصان ایرانی داخل و خارج از کشور جهت همکاری علمی، تحقیقاتی و فن‌آوری.
- ۷- اداره امور دانشجویان ایرانی در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و تحقیقاتی خارج از کشور و ایجاد زمینه‌های علمی و فنی متقابل از طریق اعزام رایزن‌های علمی با هماهنگی وزارت امور خارجه.
- ۸- اهتمام در معرفی میراث علمی تمدن ایرانی و اسلامی و گسترش زبان و ادبیات فارسی در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی خارج از کشور.
- ۹- همکاری در اعتلای فرهنگ، اخلاق و معنویت اسلامی در مجامع علمی دانشگاهی و در جامعه.
- ۱۰- ایجاد پایگاه‌های اطلاع‌رسانی به جامعه و بخش‌های مختلف در زمینه سیاست‌ها، اولویت‌ها و برنامه‌ها و عملکردهای آموزش عالی، تحقیقات و فن‌آوری.
- ۱۱- نمایندگی دولت در مجامع و سازمان‌های بین‌المللی و برقراری ارتباطات لازم در حوزه مأموریت‌ها و اختیارات وزارتخانه.
- ۱۲- انجام امور مربوط به کمیسیون ملی یونسکو.
- از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور ندارد، جزء محیط بیرونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بندهای الف-۱، الف-۲، الف-۱۰، ب-۳، ب-۱۳ و ب-۱۴، این نهاد نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بندهای الف-۳، الف-۵، الف-۶، الف-۷، الف-۸ و الف-۹، این نهاد نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارد.

۵-۱-۴- معاونت علمی و فن‌آوری رئیس‌جمهور

وظایف اساسی معاونت علمی و فن‌آوری رئیس‌جمهور عبارتند از:

- ۱- برنامه‌ریزی، هماهنگی بین بخشی و هم‌افزایی در «نظام ملی نوآوری» در جهت تحقق اقتصاد دانش‌بنیان
- ۲- هماهنگی و هم‌افزایی بین برنامه‌های توسعه کشور و سیاست‌های کلان توسعه علم و فن‌آوری کشور
- ۳- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی تامین منابع مالی در نظام علم، فن‌آوری و نوآوری کشور
- ۴- هدفمندسازی، هدایت و توسعه پژوهش‌های کاربردی، تقاضامحور و مأموریت‌گرا و کمک به تجاری‌سازی نتایج آنها
- ۵- توسعه فن‌آوری، تقویت فرآیند تجاری‌سازی و حمایت از مؤسسات و شرکت‌های دانش‌بنیان و شرکت‌های طراحی مهندسی

- ۶- حمایت از گسترش فعالیت تحقیق و توسعه در کشور و ارتقاء توان «مدیریت فن‌آوری» در شرکت‌های دانش‌بنیان
- ۷- آینده‌نگاری و رصد فن‌آوری، توسعه مراکز اطلاع‌رسانی فن‌آوری و ایجاد و سامان‌دهی فن‌بازارهای عمومی و تخصصی
- ۸- حمایت از ایجاد و تقویت زیرساخت‌های علمی، فن‌آوری و نوآوری
- ۹- ارتقاء کارآفرینی فن‌آورانه و بهبود فضای کسب و کار دانش‌بنیان و هدایت سرمایه‌های کشور جهت تولید کالاها و خدمات دانش‌بنیان
- ۱۰- توسعه سازوکارهای سرمایه‌گذاری خطرپذیر و تأمین مالی لازم در اقتصاد دانش‌بنیان
- ۱۱- کمک به ارتقاء نظام مالکیت فکری و نظام استاندارد در حوزه علم، فن‌آوری و نوآوری
- ۱۲- کمک به ارتقاء فعالیت‌های رسانه‌ای و فرهنگ‌سازی در حوزه علم و فن‌آوری
- ۱۳- حمایت از ایجاد و توانمندسازی تشکل‌های خصوصی در زمینه تولید و توسعه صادرات کالاها و خدمات دانش‌بنیان
- ۱۴- انجام اقدامات لازم جهت توسعه اولویت‌های علم و فن‌آوری نقشه جامع علمی کشور
- ۱۵- راهبری «ستادهای فن‌آوری‌های راهبردی» و «کانون‌های هماهنگی دانش، صنعت و بازار»
- ۱۶- حمایت از نفوذ فن‌آوری‌های برتر در صنایع موجود و راهبری اجرای «طرح‌های کلان فن‌آوری و نوآوری» در محورهای راهبردی و نیازهای اصلی کشور
- ۱۷- تحریک تقاضا، بازارسازی و تضمین بازار برای تولیدات داخلی و بازاریابی و صادرات کالاها و خدمات دانش‌بنیان
- ۱۸- توسعه دیپلماسی علم و فن‌آوری و ارتباطات بین‌المللی و توسعه سرمایه‌گذاری خارجی در طرح‌های دانش‌بنیان، هدایت سرمایه‌های انسانی و مالی ایرانیان خارج از کشور و توسعه شبکه‌های بین‌المللی علم و فن‌آوری به ویژه در جهان اسلام با هماهنگی و همکاری دستگاه‌های ذی‌ربط
- ۱۹- رصد فرصت‌های بین‌المللی به‌منظور توسعه فن‌آوری به ویژه شناسایی و کسب فن‌آوری‌های نوظهور با هماهنگی و همکاری دستگاه‌های ذی‌ربط
- ۲۰- توسعه فرآیندهای شناسایی، جذب و انتقال و انتشار فن‌آوری‌ها در کشور با همکاری و هماهنگی دستگاه‌های ذی‌ربط
- از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور ندارد، جزء محیط بیرونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۱، ۲، ۳ و ۱۴، این نهاد نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۴، ۶، ۸، ۹، ۱۰، ۱۳، ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸، این نهاد نقش تسهیل‌گر را بر عهده دارد.

۶-۱-۴- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور با برخورداری از تشکیلاتی نوین و جامع و در چهارچوب قوانین و مقررات عهده‌دار وظایف متعددی بوده که عمده‌ترین آنها عبارتند از:

۱- برنامه‌ریزی:

الف) انجام مطالعات و بررسی‌های اقتصادی و اجتماعی و پیش‌بینی منابع کشور به منظور تهیه برنامه و بودجه.
 ب) تهیه و تنظیم برنامه‌های میان‌مدت و بلندمدت به منظور نیل به توسعه پایدار و همه‌جانبه در کشور.

۲- بودجه‌ریزی:

الف) پیشنهاد خط‌مشی‌ها و سیاست‌های مربوط به بودجه کل کشور به شورای اقتصاد.
 ب) تهیه و تنظیم بودجه سالانه کشور با همکاری دستگاه‌های ذی‌ربط.

۳- نظارت و ارزیابی:

الف) نظارت مستمر بر اجرای برنامه‌های توسعه و پیشرفت سالانه آنها.
 ب) نظارت و ارزیابی کارآیی و عملکرد دستگاه‌های اجرایی کشور.
 ج) نظارت و ارزیابی طرح‌های عمرانی کشور.

۴- امور فنی:

الف) استقرار نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور از طریق تدوین ضوابط فنی و اجرایی طرح‌ها.
 ب) سازمان‌دهی و ارزش‌یابی عملکرد عوامل فنی و اجرایی از طریق تهیه، تدوین، اجرا و نظارت بر اجرای ضوابط مربوط به تشخیص صلاحیت فنی و ارجاع کار به واحدهای تهیه و اجراکننده طرح‌های عمرانی.

۵- امور انفورماتیک:

الف) برگزاری و اداره جلسات شورای عالی انفورماتیک کشور بر اساس آئین‌نامه مربوط و پیگیری و اجرای مصوبات شورا.
 ب) تهیه آئین‌نامه و ضوابط برای سالم‌سازی مراکز فعالیت کامپیوتری و احراز صلاحیت و طبقه‌بندی شرکت‌های کامپیوتری.
 ج) هماهنگی و نظارت بر امور شرکت‌های کامپیوتری.
 د) صدور مجوز برای واردات تجهیزات کامپیوتری.

از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور ندارد، جزء محیط بیرونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۱-الف، ۱-ب و ۲-الف، این نهاد نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بند ۴-الف، این نهاد نقش تنظیم‌گر را بر عهده دارد.

۷-۱-۴ - سازمان پدافند غیرعامل کشور

رسالت سازمان پدافند غیرعامل کشور عبارت است از حفظ و پایدارسازی و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های کشور، حفاظت از مردم، استمرار خدمات ضروری دستگاه‌ها در برابر تهدیدات خارجی. مأموریت‌های این سازمان عبارتند از:

- ۱- آسیب‌ناپذیرسازی زیرساخت‌های حیاتی و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حساس و مهم کشور در برابر تهدیدات دشمن.
- ۲- افزایش ضریب امنیت ملی و قدرت بازدارندگی ملی و ارتقاء آستانه تحمل ملی در برابر تهدید.
- ۳- ارتقاء عزم ملی، باور و فرهنگ عمومی و سازمانی در خصوص رعایت اصول پدافند غیرعامل و مدیریت بحران.
- ۴- تولید دانش بومی و توسعه و بهبود نظام مدیریت دانش بومی پدافند غیرعامل کشور و بهره‌گیری از فن‌آوری‌های مناسب و روزآمد و آینده‌پژوهی در خصوص دفاع غیرعامل.
- ۵- کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها در ارتباط با تهدیدات نرم با تاکید بر سایبر و فضای مجازی، رایانه، تجارت الکترونیک و غیره.
- ۶- آماده‌سازی جامعه در برابر تهدیدات نامتعارف (nbc).
- ۷- ایجاد ایمنی و حفاظت برای آحاد مردم با اقدامات پدافند غیرعامل.
- ۸- تداوم خدمات ضروری کشور، استان، شهر و دستگاه‌های در شرایط جنگ.
- ۹- اداره و مدیریت بحران صحنه حادثه (جنگ) در شهرها، استان‌ها، دستگاه‌ها (جستجو، امداد، نجات، درمان، انتقال و ...).
- ۱۰- اداره و سازمان‌دهی و به‌کارگیری مردم با روش‌های دفاع غیرنظامی و مردم‌یاری در شرایط جنگ و ارائه الگوی جامعه آماده.
- ۱۱- نهادینه‌سازی ملاحظات فنی و پدافند غیرعامل در بستر طرح‌های ملی و استانی کشور در دست مطالعه.
- ۱۲- آموزش عمومی آحاد مردم و تمرین و مانور برای کسب حداکثر آمادگی.

از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور ندارد، جزء محیط بیرونی محسوب می‌شود. این نهاد به عنوان عالی‌ترین نهاد در حوزه پدافند غیرعامل، برای انجام وظایف یادشده (که به عنوان مثال بندهای ۱، ۸ و ۱۱ با صنعت برق مرتبط است)، سیاست‌های مشخصی را تدوین و مقررات معینی را تصویب می‌کند و برای اجرای این سیاست‌ها معمولاً از شرکت‌هایی که در این زمینه فعالیت می‌کنند حمایت می‌کند. در نتیجه، این نهاد نقش‌های سیاست‌گذار، تنظیم‌گر و تسهیل‌گر را بر عهده دارد.

۸-۱-۴- سازمان ملی استاندارد ایران

وظایف سازمان ملی استاندارد عبارتند از:

- ۱- تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) به عنوان تنها مرجع رسمی این وظیفه در کشور
 - ۲- انجام تحقیقات به منظور تدوین استاندارد، بالا بردن کیفیت کالاهای تولید داخلی، کمک به بهبود روش‌های تولید و کارایی صنایع
 - ۳- ترویج استانداردهای ملی
 - ۴- نظارت بر اجرای استانداردهای اجباری
 - ۵- کنترل کیفی کالاهای صادراتی مشمول استاندارد اجباری و جلوگیری از صدور کالاهای نامرغوب به منظور فراهم نمودن امکانات رقابت با کالاهای مشابه خارجی و حفظ بازارهای بین‌المللی
 - ۶- کنترل کیفیت کالاهای وارداتی مشمول استاندارد اجباری به منظور حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان داخلی و جلوگیری از ورود کالاهای نامرغوب خارجی
 - ۷- ترویج سیستم بین‌المللی یکاها (SI) به عنوان سیستم رسمی اوزان و مقیاس‌ها در کشور و کالیبره کردن وسایل سنجش
 - ۸- آزمایش و تطبیق نمونه کالا با استانداردهای مربوط، اعلام مشخصات و اظهارنظر مقایسه‌ای و صدور گواهینامه‌های لازم
- از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور ندارد، جزء محیط بیرونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۱ و ۲، این نهاد نقش تنظیم‌گر را بر عهده دارد.

۹-۱-۴- سازمان حفاظت محیط زیست

وظایف اساسی سازمان حفاظت محیط زیست عبارتند از:

- ۱- حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی کشور و ترمیم اثرات سوء گذشته در محیط زیست
- ۲- پیشگیری و ممانعت از تخریب و آلودگی محیط زیست
- ۳- ارزیابی ظرفیت قابل تحمل محیط در جهت بهره‌وری معقول و مستمر از منابع محیط زیست
- ۴- نظارت مستمر بر بهره‌برداری از منابع محیط زیست
- ۵- برخورد فعال با زمینه‌های بحرانی محیط زیست شامل آلودگی‌های بیش از ظرفیت قابل تحمل محیط
- ۶- بررسی، مطالعه و تحقیق به منظور دستیابی یا حصول شناسائی در زمینه‌های زیر:
 - عوامل آلوده‌کننده و مخرب محیط زیست در زمینه آب، هوا، خاک، مواد زائد، آفت‌کش‌ها، کودهای شیمیائی، سر و صدا و نظایر آنها
 - چگونگی استقرار پدیده‌های عمرانی و توسعه کشور مانند واحدهای صنعتی، نیروگاه‌ها، سد‌ها، مجتمع‌های کشاورزی و عمرانی و سکونت‌گاه‌های انسانی و نظایر آن
 - استفاده از تکنولوژی سازگار با محیط
 - مناطقی که دارای ویژگی‌های خاص و منحصر به فرد اکولوژیک می‌باشند و تعیین حدود آنها
 - گونه‌های با ارزش خاص و نادر در حال انقراض گیاهی و جانوری و زیست‌گاه‌های آنها و روابط اکولوژیک و تعیین پراکندگی آنها
 - مسائل زیست‌محیطی منطقه‌ای با استفاده از همکاری کشورهای همجوار و همکاری بین‌المللی
- ۷- تهیه و تدوین ضوابط و استانداردهای زیست‌محیطی در زمینه‌های زیر:
 - هوا شامل هوای آزاد، حد مجاز تخلیه‌کننده‌ها، طبقه‌بندی منابع و عوامل آلوده‌کننده آب و تغییر و تخریب مسیر رودخانه‌ها و انهدام تالاب‌ها و دگرگونی اکولوژیک دریاچه‌ها و دریاها
 - منابع خاک شامل آلوده‌کننده و فرساینده خاک
 - سروصدا شامل حد مجاز و تعیین ضوابط مکانی، زمانی و نوعی
 - مواد زائد و جامد شامل جمع‌آوری، حمل، دفع یا تبدیل و بازیافت مواد زائد و جامد از منابع روستائی، شهری، معدنی، کشاورزی و غیره در مناطق مختلف کشور

- آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیائی شامل حد مجاز باقی‌مانده در محیط، دفع یا معدوم نمودن و ممنوعیت مکانی، زمانی، نوعی، کمی و کیفی
- پوشش گیاهی و جانوران وحشی، آلودگی‌های مواد نفتی، فلزات سنگین، سموم کشاورزی، فاضلاب انسانی و ... در محیط‌های دریایی (آب، رسوب، آبزیان)
- ۸- آموزش زیست‌محیطی به منظور اشاعه و ارتقاء سطح دانش و بینش زیست‌محیطی افراد جامعه برای ایجاد علاقه، حس مسئولیت و مشارکت عمومی مردم کشور در حفاظت از محیط زیست با همکاری مراکز آموزشی و پژوهشی و رسانه‌های گروهی، تشکل‌های غیردولتی و بهره‌گیری از کلیه امکانات داخل کشور و در سطح بین‌المللی
- ۹- ارزیابی و نظارت به منظور حصول اطمینان از کاربرد و کارائی ضوابط و استانداردهای زیست‌محیطی
- ۱۰- ایجاد موزه و نمایشگاه به منظور جمع‌آوری و نگهداری و نمایش نمونه‌ها و گونه‌های گیاهی و جانوران وحشی با توجیه جنبه‌های آموزشی و تحقیقاتی آنها و تاکسیدرمی جانوران وحشی جهت استفاده در نمایشگاه و موزه‌ها
- ۱۱- ایجاد، توسعه و گسترش مراکز آموزش علمی و کاربردی زیست‌محیطی به منظور تامین و تربیت نیروی انسانی مورد نیاز محیط زیست کشور با هماهنگی و همکاری وزارت فرهنگ و آموزش عالی و سایر مراجع ذی‌ربط
- ۱۲- مطالعه و بررسی اکوبیولوژی دریا و آلودگی‌های دریایی و تالاب‌های ساحلی
- ۱۳- مطالعه و ارزیابی وضعیت کمی و کیفی اجزاء تنوع زیستی و ذخایر ژنتیکی کشور
- ۱۴- تدوین طرح‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی و پژوهشی منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی در زمینه مسایل زیست‌محیطی
- ۱۵- ارزش‌گذاری اقتصادی منابع طبیعی و هزینه‌های زیست‌محیطی ناشی از توسعه
- ۱۶- مطالعه و زمینه‌سازی جهت دستیابی به توسعه پایدار
- از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور ندارد، جزء محیط بیرونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بند ۶، این نهاد نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بند ۷، این نهاد نقش تنظیم‌گر را بر عهده دارد. شایان ذکر است سیاست‌ها و مقررات زیست‌محیطی به علت تأثیر مستقیم آنها بر صنعت برق اهمیت دارند.

۱۰-۱-۴- معاونت برق و انرژی وزارت نیرو

وظایف حاکمیتی معاونت برق و انرژی در بخش برق عبارتند از:

- ۱- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی کلان و نظارت بر اجرای طرح‌های توسعه در حد حصول اطمینان از تأمین برق مورد نیاز
- ۲- تصویب و ابلاغ استانداردها و دستورالعمل‌های لازم برای تنظیم اثرات خارجی صنعت و رعایت حقوق مشترکین و مصالح جامعه و نظارت بر اجرای آنها در زمینه‌های فنی، زیست‌محیطی، ایمنی و ارائه خدمات به مشترکین
- ۳- کاهش، شفاف‌سازی و هدفمند کردن یارانه‌ها
- ۴- تصویب تعرفه‌های فروش برق
- ۵- تهیه و تصویب مقررات و آئین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های ناظر بر روابط شرکت‌های فعال در بازار برق و نظارت بر اجرای آنها
- ۶- ایجاد و توسعه رقابت بر آن بخش از امور صنعت برق که امکان رقابت در آنها وجود دارد
- ۷- تشویق و حمایت از سرمایه‌گذاری بخش غیردولتی در صنعت برق
- ۸- تسهیل دسترسی عمومی به آمار و اطلاعات صنعت برق
- ۹- نظارت بر اجرای قوانین و برنامه‌ریزی برای تحقق سیاست‌های مصوب کشور در رابطه با صنعت برق و تأمین هزینه اجرای سیاست‌ها و طرح‌های غیراقتصادی از دید بنگاه برق
- ۱۰- حمایت از توسعه تحقیقات کاربردی، فن‌آوری و منابع انسانی در صنعت برق
- ۱۱- ظرفیت‌سازی و حمایت از صنایع داخلی
- ۱۲- تهیه، تدوین و پیشنهاد قوانین و مقررات مرتبط
- ۱۳- ارزیابی رضایت مشترکین و سیاست‌های بهبود آن

از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور دارد، جزء محیط درونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بند ۱، این نهاد نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۲، ۴، ۵ و ۱۲، این نهاد نقش تنظیم‌گر را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۶، ۷، ۱۰ و ۱۱، این نهاد نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارد. از جمله بخش‌های این نهاد که می‌توانند با موضوع پایایی مرتبط باشند می‌توان به "دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی"، "دفتر استانداردهای فنی و مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی برق و انرژی"، "دفتر خصوصی‌سازی صنعت برق" و "دبیرخانه هیأت تنظیم بازار برق" اشاره کرد.

۱۱-۱-۴- شورای پایایی شبکه برق کشور

شورای پایایی شبکه برق کشور در سال ۱۳۸۷ در حوزه معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو تشکیل گردید. هدف از تشکیل این شورا توسعه فرهنگ تأمین و حفظ پایایی شبکه برق کشور و تحقق عملکرد مطلوب و نظام‌مند مجموعه‌ی نهادهای ذی‌ربط و افزایش هماهنگی، یکپارچگی و نظم‌پذیری در حوزه‌های مرتبط می‌باشد. در راستای بهبود مستمر نظام مدیریت پایایی برق کشور، شورا مأموریت‌های زیر را بر عهده دارد:

- ۱- بهبود تعاملات اثرگذاران بر پایایی شبکه برق کشور و ارتقاء سطح هم‌افزایی بین آنها
 - ۲- توسعه، تکمیل و بهبود مستمر مجموعه استانداردها و دستورالعمل‌های پایایی و بهبود تبعیت از آنها در جهت ایجاد فرهنگ مسؤلیت‌پذیری، انضباط فنی و سازمانی
 - ۳- بهبود نظام چرخه اطلاعات پایایی و نحوه دسترسی و گسترش فرهنگ شفافیت اطلاعاتی
 - ۴- سامان‌دهی مدیریت دانش در اثرگذاران و بهبود مستمر دانش پایایی و مهارت اثرگذاران
 - ۵- بهبود نظام برنامه‌ریزی تأمین و حفظ پایایی شبکه برق کشور
 - ۶- گسترش فرهنگ ریشه‌یابی حوادث در شبکه برق کشور
- از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور دارد، جزء محیط درونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۱، ۴، ۵ و ۶، این نهاد نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۲ و ۳، این نهاد نقش تنظیم‌گر را بر عهده دارد.

۱۲-۱-۴- معاونت تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو

وظایف حاکمیتی معاونت تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو عبارتند از:

- ۱- برنامه‌ریزی جامع منابع انسانی صنعت آب و برق
- ۲- تدوین سیاست‌ها و راهبری منابع انسانی
- ۳- مطالعه و بررسی و تنظیم سیاست‌های افزایش انگیزش و کارآمدی منابع انسانی
- ۴- بررسی و تدوین راهکارهای استقرار ارزش‌های انسانی در سازمان
- ۵- مطالعات، برنامه‌ریزی و سامان‌دهی امر مدیریت و ارائه الگوی مناسب مدیریتی

- ۶- راهبری تحول اداری صنعت آب و برق و ارتقاء سلامت اداری
- ۷- مطالعات، تدوین، اصلاح و استقرار ساختار سازمانی، سیستم‌ها و روش‌های کارآمد در وزارت نیرو
- ۸- تدوین و ارائه طرح‌های ارتقاء کیفیت و بهبود بهره‌وری صنعت آب و برق
- ۹- تدوین سیاست‌های آموزش و تحقیقات صنعت آب و برق
- ۱۰- ساماندهی ارتباطات با مراکز آموزشی و پژوهشی درون و برون صنعت آب و برق
- ۱۱- تدوین سیاست‌ها و استراتژی توسعه فن‌آوری
- ۱۲- تدوین و استقرار نظام راهبری و توسعه آموزش
- ۱۳- راهبری برنامه‌های آموزش‌های تخصصی مورد نیاز صنعت آب و برق
- ۱۴- هدایت هیأت‌های امناء مراکز آموزشی و پژوهشی صنعت آب و برق
- ۱۵- مطالعه و بررسی مستمر فن‌آوری‌های نوین اطلاعاتی مورد نیاز صنعت آب و برق
- ۱۶- تدوین نظام ارتباطات به‌هنگام در صنعت آب و برق
- ۱۷- تدوین و استقرار نظام آماری و اطلاعاتی در وزارت نیرو
- ۱۸- مدیریت و راهبری اطلاعات علمی، اسناد و کتابخانه
- ۱۹- ایجاد بانک اطلاعاتی صنعت و به‌روزرسانی آن
- ۲۰- مطالعه و ارائه سیستم‌های مکانیزه جهت ارائه خدمات به مشترکین صنعت آب و برق

از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور دارد، جزء محیط درونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۹، ۱۰ و ۱۱، این نهاد نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۱۲ و ۱۳، این نهاد نقش ارائه‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی را بر عهده دارد. از جمله بخش‌های این نهاد که می‌توانند با موضوع پایایی مرتبط باشند می‌توان به "دفتر آموزش، تحقیقات و فن‌آوری" اشاره کرد.

۱۳-۱-۴- معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی وزارت نیرو

وظایف حاکمیتی معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی وزارت نیرو عبارتند از:

- ۱- مطالعات و آینده‌نگری همه‌جانبه شرایط محیطی و جهانی صنعت آب و برق

- ۲- تدوین برنامه دوربرد و راهبردی وزارت نیرو
 - ۳- تلفیق برنامه‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت بخش‌های مختلف صنعت آب و برق
 - ۴- تلفیق، تدوین و ارائه لایحه بودجه وزارت نیرو
 - ۵- نظارت دقیق، مستمر و مؤثر بر اجرای برنامه
 - ۶- تهیه و تدوین گزارش عملکرد برنامه
 - ۷- تدوین سیاست‌های تشویقی و حمایت از بخش خصوصی و سرمایه‌گذاری غیردولتی و خارجی
 - ۸- برنامه‌ریزی جهت اجرای اصل ۴۴ قانون اساسی و خصوصی‌سازی صنعت
 - ۹- مطالعات و بررسی ظرفیت‌های داخلی صنعت آب و برق
 - ۱۰- تدوین سیاست‌های توسعه کارآفرینی در وزارت نیرو
 - ۱۱- انجام امور مربوط به دبیرخانه مجامع عمومی شرکت‌های تابعه
 - ۱۲- نظارت بر قراردادهای مرتبط با صنعت آب و برق
 - ۱۳- مطالعات و بررسی اقتصاد کلان صنعت آب و برق
 - ۱۴- مطالعات و بررسی بازار بین‌المللی مرتبط با وزارت نیرو
 - ۱۵- تنظیم سیاست‌ها و روابط اقتصاد خارجی وزارت نیرو
 - ۱۶- تدوین سیاست‌های تشویقی و حمایتی از صادرکنندگان مرتبط با صنعت آب و برق
 - ۱۷- تدوین سیاست‌های راهبری بازار آب و برق
 - ۱۸- تنظیم مقررات مربوط به بازار آب و برق
 - ۱۹- تدوین و استقرار سیاست‌های توسعه رقابت در بازارهای آب و برق
- از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور دارد، جزء محیط درونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۱، ۲، ۳، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۹، این نهاد نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بند ۱۸، این نهاد نقش تنظیم‌گر را بر عهده دارد. از جمله بخش‌های این نهاد که می‌توانند با موضوع پایایی مرتبط باشند می‌توان به "دفتر تنظیم مقررات بازار آب و برق و خصوصی‌سازی" و "دفتر برنامه‌ریزی تلفیقی و راهبردی" اشاره کرد.

۱۴-۱-۴- شرکت توانیر

وظایف اصلی این شرکت عبارتند از:

- ۱- بررسی و تدوین پیشنهادهای لازم در زمینه راهبردها و سیاستها و برنامه‌های بلندمدت و میان‌مدت صنعت برق و ارائه آن به وزارت نیرو
- ۲- اجرای سیاستها، برنامه‌ها و مصوبات وزارت نیرو
- ۳- تهیه طرح‌های لازم برای توسعه تأسیسات تولید، انتقال و توزیع برق و ارائه آن به وزارت نیرو جهت اخذ مجوز
- ۴- سرمایه‌گذاری در تأسیسات تولید و انتقال و توزیع صنعت برق
- ۵- اتخاذ تدابیر و راهکارهای لازم به منظور حصول اطمینان از اجرای صحیح و به‌موقع طرح‌های توسعه و بهینه‌سازی تأسیسات
- ۶- راهبری و پایش شبکه سراسری برق از طریق شرکت‌های زیرمجموعه و همچنین ایجاد سازوکارهای لازم برای توسعه رقابت در امر تولید، خرید و فروش برق از جمله ایجاد سیستمها و انجام عملیات بازار و بورس برق
- ۷- تدوین و پیشنهاد تعرفه‌های برق به وزارت نیرو
- ۸- خرید و فروش عمده برق در داخل و خارج کشور از طریق شرکت‌های زیرمجموعه
- ۹- اخذ هرگونه وام و تسهیلات مالی از منابع داخلی و خارجی، عرضه اوراق قرضه و مشارکت داخلی و پیش فروش انشعاب و انرژی برق و سایر روش‌های تأمین منابع مالی با اخذ مجوز از مراجع قانونی ذیربط
- ۱۰- مدیریت، توسعه و تأمین منابع مالی صنعت برق و استفاده بهینه از این منابع از طریق برقراری تسهیلات و گردش منابع مالی فی‌مابین شرکت و شرکت‌های زیرمجموعه
- ۱۱- انجام عملیات لازم به منظور نظارت در نحوه استفاده از انرژی برق به نمایندگی از طرف وزارت نیرو و همچنین ترویج فرهنگ مدیریت مصرف به منظور بهینه‌سازی مصرف و کاهش مصارف غیرضروری
- ۱۲- بررسی، مطالعه و سایر اقدامات لازم برای توسعه فن‌آوری، انتقال دانش فنی و اطلاع‌رسانی تأمین کالا و ساخت تجهیزات مورد نیاز صنعت برق کشور

- ۱۳- حمایت از توسعه فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی در زمینه‌های تخصصی مرتبط با صنعت برق و پشتیبانی از برنامه‌های تربیت متخصصان مورد نیاز صنعت برق کشور
- ۱۴- حمایت از تحقیقات و فعالیت‌های علمی و توسعه منابع انسانی و سایر عوامل مؤثر در بهبود مدیریت و بهره‌وری صنعت برق کشور
- ۱۵- مدیریت و هماهنگی تجاری، فنی و برنامه‌ای بین شرکت‌های زیرمجموعه و هدایت و هماهنگی آنها در جهت سیاست‌های تعیین شده از طرف وزارت نیرو و دولت
- ۱۶- نظارت بر امور مدیریت و نظام مالی شرکت‌های زیرمجموعه و انجام بازرسی و حسابرسی‌های لازم
- ۱۷- تدوین مقررات و استانداردها و دستورالعمل‌های لازم برای حسن اجرای امور و استفاده بهینه از امکانات و تأسیسات صنعت برق و ارائه آنها به وزارت نیرو و همچنین انجام عملیات لازم به منظور نظارت بر اجرای آنها به نمایندگی وزارت نیرو
- ۱۸- پیشنهاد و پیگیری درخواست‌های عمومی صنعت برق از دولت
- ۱۹- انجام هرگونه عملیات مالی، معاملات، سرمایه‌گذاری، تشکیل شرکت، مشارکت در مؤسسات و شرکت‌های دیگر که مرتبط با موضوع شرکت باشد، با رعایت مقررات مربوط
- ۲۰- مبادرت به هرگونه فعالیت که با هدف شرکت مرتبط باشد
- از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور دارد، جزء محیط درونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۱، ۳ و ۱۲، این نهاد نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۷ و ۱۷، این نهاد نقش تنظیم‌گر را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۶، ۱۳ و ۱۴، این نهاد نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارد. از جمله بخش‌های این نهاد که می‌توانند با موضوع پایایی مرتبط باشند می‌توان به "معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شبکه"، "معاونت هماهنگی توزیع"، "معاونت منابع انسانی و تحقیقات" و "معاونت هماهنگی و تولید" اشاره کرد.

۱۵-۱-۴- سازمان توسعه برق ایران

وظایف اصلی سازمان توسعه برق ایران عبارتند از:

- ۱- احداث و توسعه نیروگاه‌ها و افزایش ظرفیت تولید برق.
- ۲- اجرای طرح‌ها و پروژه‌های ملی احداث، توسعه و بهینه‌سازی خطوط و پست‌های انتقال برق.

۳- احداث و توسعه مراکز دیسپاچینگ و شبکه‌های مخابراتی برق.

۴- ارائه خدمات مدیریت پروژه در زمینه احداث و توسعه تاسیسات صنعت برق، بر اساس روش‌های مختلف سرمایه‌گذاری، توسط اشخاص غیردولتی اعم از حقیقی و حقوقی.

۵- اجرای طرح‌ها و پروژه‌های مورد درخواست شرکت‌های برق منطقه‌ای.

۶- تدوین و تهیه طرح‌های اجرایی متناسب با نیازهای صنعت برق کشور و ارائه آن به شرکت مادر تخصصی توانیر و اعمال نظارت در اجرای این‌گونه طرح‌ها.

۷- انجام مطالعات امکان‌سنجی در احداث نیروگاه‌ها بر اساس شرایط اقلیمی و منابع سوخت در کشور و ارائه آن به شرکت توانیر.

۸- مشارکت در تهیه استانداردهای برق و ارائه خدمات مشاوره‌ای در این ارتباط.

۹- اجرای برنامه‌های شرکت مادر تخصصی توانیر در زمینه حمایت و تقویت ظرفیت‌های پیمان‌کاری، مشاوره‌ای و ساخت و تولید تجهیزات نیروگاه‌ها و شبکه‌های انتقال و همچنین انجام مطالعات لازم برای انتخاب فن‌آوری مناسب تولید و انتقال برق در کشور و استفاده در امر تولید و انتقال برق در چارچوب سیاست‌های وزارت نیرو.

۱۰- همکاری و اشتراک مساعی با دیگر شرکت‌ها و موسسات مرتبط با صنعت برق و پیمان‌کاران اعم از داخلی و خارجی برای عرضه یا دریافت خدمات تخصصی در زمینه‌های مطالعاتی، مهندسی، اجرایی و همچنین انتقال، جذب و ارتقاء فن‌آوری در صنعت برق کشور.

۱۱- انجام هرگونه عملیات و معاملات که علاوه بر رعایت صرفه و صلاح، برای مقاصد شرکت ضروری و مرتبط باشد.

از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور دارد، جزء محیط درونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۶، ۷ و ۹، این نهاد نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بند ۸، این نهاد نقش تنظیم‌گر را بر عهده دارد.

۱۶-۱-۴- شرکت مدیریت شبکه برق ایران

وظایف اصلی این شرکت عبارتند از:

۱- راهبری و پایش بهره‌برداری از شبکه تولید و انتقال برق کشور به منظور حفظ پایایی و امنیت شبکه و تأمین مطمئن برق کشور

۲- فراهم ساختن امکان دسترسی به شبکه برق کشور برای متقاضیان اعم از دولتی و غیر دولتی به منظور خرید، فروش و جابجایی (ترانزیت) برق

۳- برقراری شرایط برای خرید و فروش رقابتی برق و ایجاد، اداره و توسعه بازار و بورس برق

۴- اتخاذ تدابیر و انجام اقدامات لازم در راستای حصول اطمینان از تأمین برق، گسترش مشارکت بخش غیردولتی و توسعه رقابت در تولید و توزیع برق در چارچوب سیاست‌های وزارت نیرو

از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور دارد، جزء محیط درونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بند ۴، این نهاد نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. با توجه کارکردهایی نظیر تدوین استانداردهای امنیت و پایایی شبکه، این نهاد نقش تنظیم‌گر را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۲، ۳ و ۴، این نهاد نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارد. از جمله بخش‌های این نهاد که می‌توانند با موضوع پایایی مرتبط باشند می‌توان به "معاونت راهبری شبکه برق"، "معاونت برنامه‌ریزی و نظارت بر امنیت شبکه"، "معاونت بازار برق" و "معاونت مخابرات و پشتیبانی فنی" اشاره کرد.

۱۷-۱-۴- شرکت‌های برق منطقه‌ای

در ایران ۱۶ شرکت برق منطقه‌ای (آذربایجان، اصفهان، باختر، تهران، خراسان، خوزستان، زنجان، سمنان، سیستان و بلوچستان، غرب، فارس، کرمان، گیلان، مازندران، هرمزگان، یزد) وجود دارند. وظایف این شرکت‌ها عبارتند از:

۱- خرید و فروش و مبادله نیروی برق اعم از کلی و جزئی

۲- ایجاد و توسعه تأسیسات تولید و انتقال نیروی برق و اداره و بهره‌برداری از آنها

۳- ایجاد و توسعه شبکه و تأسیسات توزیع نیروی برق در کلیه نقاط حوزه فعالیت خود و بهره‌برداری از آنها

۴- اخذ هرگونه وام و تسهیلات مالی از منابع داخلی و خارجی، عرضه اوراق مشارکت داخلی و پیش‌فروش انشعاب و انرژی برق و سایر روش‌های تأمین منابع مالی با اخذ مجوز از مراجع قانونی

۵- بهره‌برداری و اداره تأسیساتی که در اختیار شرکت گذارده می‌شود

- ۶- خرید خدمات از بخش غیردولتی برای انجام امور مطالعاتی، اجرایی، بهره‌برداری و نگهداری تأسیسات صنعت برق و خدمات مشترکان به منظور کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری و ارتقاء سطح خدمات
- ۷- انجام تمهیدات لازم به منظور توسعه مشارکت بخش غیردولتی در صنعت برق به نحوی که دسترسی عام به شبکه‌های برق در حوزه فعالیت شرکت برای تبادلی انرژی برقرار گردد
- ۸- تأمین برق کلیه مشترکان و واگذاری اشتراک به کلیه متقاضیان در چارچوب قوانین و مقررات ذی‌ربط
- ۹- همکاری و اشتراک مساعی با مؤسسات ذی‌ربط در پژوهش و بررسی به منظور توسعه علمی، فنی و اقتصادی در امر تولید، انتقال، توزیع و مبادله نیروی برق
- ۱۰- انجام اموری که وزارت نیرو در اجرای قانون سازمان برق ایران و سایر قوانین و مقررات انجام آن را به عنوان کارگزار و یا نماینده به شرکت ارجاع می‌نماید
- ۱۱- انجام هرگونه عملیات و معاملات که برای مقاصد شرکت ضروری و مرتبط بوده و به صرفه و صلاح شرکت باشد.
- از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور دارد، جزء محیط درونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بند ۷، این نهاد نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارد. از جمله بخش‌های این نهاد که می‌توانند با موضوع پایایی مرتبط باشند می‌توان به "معاونت برنامه‌ریزی و تحقیقات"، "معاونت طرح و توسعه" و "معاونت بهره‌برداری" اشاره کرد.

۱۸-۱-۴- شوراهای پایایی منطقه‌ای

- طبق بند ۳-۲-۵ نظام‌نامه شورای پایایی، در هر یک از مناطق کشور به منظور اتخاذ تصمیم درباره پایایی شبکه تحت پوشش (به جز شبکه اصلی تولید و انتقال)، شورای پایایی منطقه‌ای تشکیل می‌شود. شوراهای پایایی منطقه‌ای با شورای پایایی شبکه برق کشور در زمینه‌هایی از جمله تهیه گزارش‌ها، تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های ابلاغی شورا و رفع اختلافات منطقه‌ای همکاری می‌کنند. تاکنون تنها در شرکت برق منطقه‌ای اصفهان شورایی با عنوان "شورای پایایی برق اصفهان" تشکیل شده است.
- از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور دارد، جزء محیط درونی محسوب می‌شود و مانند شورای پایایی شبکه برق کشور، نقش‌های سیاست‌گذار و تنظیم‌گر را بر عهده دارد.

۱۹-۱-۴- شرکت‌های توزیع نیروی برق

در ایران ۳۹ شرکت توزیع نیروی برق (استان آذربایجان شرقی، استان آذربایجان غربی، استان اردبیل، شهرستان تبریز، استان اصفهان، شهرستان اصفهان، استان چهارمحال و بختیاری، استان لرستان، استان مرکزی، استان همدان، تهران بزرگ، نواحی استان تهران، استان قم، استان البرز، استان خراسان جنوبی، استان خراسان شمالی، استان خراسان رضوی، شهرستان مشهد، استان خوزستان، شهرستان اهواز، استان کهگیلویه و بویراحمد، استان زنجان، استان قزوین، استان سمنان، استان سیستان و بلوچستان، استان کرمانشاه، استان کردستان، استان ایلام، استان فارس، شهرستان شیراز، استان بوشهر، جنوب استان کرمان، شمال استان کرمان، استان گیلان، استان مازندران، غرب مازندران، استان گلستان، استان هرمزگان، استان یزد) وجود دارند. وظایف این شرکت‌ها عبارتند از:

۱- ایجاد، توسعه، بهینه‌سازی و خرید شبکه و تأسیسات توزیع نیروی برق در حوزه فعالیت شرکت و در صورت نیاز با اخذ مجوزهای لازم در سایر مناطق

۲- اجرای طرح‌های غیرانتفاعی از محل منابع عمومی با رعایت قوانین و مقررات مربوط به این‌گونه طرح‌ها

۳- بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری شبکه‌ها و تأسیسات توزیع نیروی برق متعلق به شرکت

۴- همکاری با شرکت‌های برق منطقه‌ای در جانمایی بهینه پست‌های فوق توزیع

۵- راهبری و پایش شبکه توزیع برق

۶- ارائه خدمات مورد نیاز برای دسترسی سایر عرضه‌کنندگان به شبکه‌های توزیع به منظور خرید، فروش و جابجایی (ترانزیت) برق، با دریافت حق جابجایی (حق ترانزیت)

۷- خرید، فروش (از جمله شامل روش‌های مختلف پیش‌خرید و پیش‌فروش) و جابجایی برق

۸- انجام اقدامات لازم برای اطمینان از تأمین مستمر برق، از جمله عقد قراردادهای خرید و یا پیش‌خرید از عرضه‌کنندگان، با رعایت مقررات بازار برق و تحویل آن به مشترکین

۹- ارائه خدمات به مشترکین و فراهم نمودن امکانات لازم برای قبول تقاضای جدید و واگذاری اشتراک و یا تغییر ظرفیت اشتراک‌های موجود در حوزه فعالیت شرکت

۱۰- مدیریت بار، مصرف و تقاضای انرژی برق (مدیریت سمت تقاضا) در جهت مصرف بهینه برق

- ۱۱- بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری تأسیسات و تجهیزات برق متعلق به سایرین، در صورت اخذ مجوزهای لازم
- ۱۲- حمایت از پژوهش‌های کاربردی و انجام فعالیت‌های تحقیقاتی مرتبط با بخش توزیع از طریق مراجع تخصصی و ذی‌صلاح
- ۱۳- حمایت از توسعه ظرفیت‌های مشاوره‌ای و پیمان‌کاری و فن‌آوری‌های جدید به منظور کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری و ارتقاء سطح خدمات به مشتریان
- ۱۴- فروش برق به صورت عمده به مؤسسات برق به منظور تحویل به مصرف‌کنندگان
- ۱۵- برون‌سپاری امور مطالعاتی و عملیات اجرایی رقابت‌پذیر (اعم از بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری، توسعه و بهینه‌سازی شبکه و تأسیسات و ارائه خدمات مشترکین)
- ۱۶- ارائه خدمات به وزارت نیرو در اجرای ماده ۴ قانون سازمان برق ایران و یا سایر قوانین و مقررات
- ۱۷- انجام سایر فعالیت‌هایی که شرکت توانیر برای تحقق اهداف خود در بخش توزیع به شرکت محول می‌نماید
- ۱۸- فراهم نمودن امکان استفاده از دارائی‌های شرکت جهت ارائه خدمات زیربنایی توسط سایر اشخاص در ازاء دریافت مابه‌ازاء آن در چارچوب دستورالعمل مصوب مجمع عمومی و به گونه‌ای که خدمات اصلی شرکت را دچار مخاطره ننماید.
- از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور دارد، جزء محیط درونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۱۲ و ۱۳، این نهاد نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارد. اگرچه ساختار شرکت‌های توزیع با یکدیگر متفاوت است، ولی به طور کلی از جمله بخش‌های این نهاد که می‌توانند با موضوع پایایی مرتبط باشند می‌توان به "معاونت بهره‌برداری و دیسپاچینگ"، "معاونت برنامه‌ریزی" و "معاونت مهندسی و نظارت" اشاره کرد.

۲۰-۱-۴- پژوهشگاه نیرو

- مأموریت این سازمان عبارت است از ارتقاء فن‌آوری، توسعه پژوهش و نوآوری جهت افزایش توانمندی، رقابت‌پذیری و بهره‌وری صنعت برق و انرژی کشور. در راستای انجام این مأموریت، پژوهشگاه نیرو فعالیت‌های زیر را انجام می‌دهد:
- ۱- انجام تحقیقات توسعه‌ای و کاربردی و بنیادی در حوزه صنعت برق و انرژی
- ۲- اجرای مطالعات و تحقیقات راهبردی، کلان، بلندمدت و با ریسک بالای صنعت برق و انرژی
- ۳- مدیریت تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای صنعت برق و انرژی

۴- آینده‌نگاری، سیاست‌پژوهی و برنامه‌ریزی فن‌آوری‌های نوین در عرصه صنعت برق و انرژی

۵- اکتساب فن‌آوری‌های نوین در عرصه صنعت برق و انرژی

۶- تجاری‌سازی نتایج تحقیقات و به‌کارگیری در صنعت برق و انرژی

۷- تهیه استانداردها و ارائه خدمات آزمایشگاهی و ارزیابی کیفیت تجهیزات و سیستم‌های صنعت برق و انرژی

۸- طراحی و توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز جهت ایجاد مراکز و شرکت‌های نوآور در حوزه صنعت برق و انرژی

۹- ایجاد و توسعه شبکه فن‌آوری میان دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و قطب‌های علمی-پژوهشی داخل و خارج کشور در حوزه

صنعت برق و انرژی

از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور دارد، جزء محیط درونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بند ۷، این نهاد نقش تنظیم‌گر را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۸ و ۹، این نهاد نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵، این نهاد نقش ارائه‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بند ۶ و نیز نقش این نهاد در انجام بسیاری از پروژه‌های مشاوره‌ای مورد نیاز صنعت برق، این نهاد نقش ارائه‌کننده خدمات مشاوره را بر عهده دارد.

۲۱-۱-۴- دانشگاه‌ها

در دانشگاه‌های کشور، به طور معمول دانشکده‌های برق یا برق و کامپیوتر با موضوع پایایی سیستم‌های قدرت مرتبط هستند. البته، در برخی موارد (مانند پردیس شهید عباسپور دانشگاه شهید بهشتی) بخش‌های دیگری از دانشگاه نیز با این مقوله مرتبط هستند.

از آنجا که دانشگاه‌ها به طور مستقیم در صنعت برق حضور دارند، جزء محیط درونی محسوب می‌شوند. دانشگاه‌ها نقش‌های ارائه‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی و ارائه‌کننده خدمات مشاوره را بر عهده دارند.

۲۲-۱-۴- صندوق حمایت از پژوهشگران و فن‌آوران کشور

اهداف تأسیس صندوق حمایت از پژوهشگران و فن‌آوران کشور عبارتند از:

۱- فراهم نمودن زمینه تبادل اطلاعات پژوهشی

۲- ایجاد ساختار و زمینه‌های مناسب جهت همکاری‌های پژوهشی

۳- بسترسازی مناسب جهت تولید و انتقال فن آوری

۴- حمایت از ثبت اختراع و اکتشاف و نتایج پژوهش

۵- کمک به گسترش مرزهای دانش و تولید علم

۶- کمک به تجاری‌سازی نتایج پژوهش

۷- تسهیل در بهره‌گیری جامعه از نتایج پژوهش

از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور ندارد، جزء محیط بیرونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف یادشده، این نهاد نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارد.

۲۳-۱-۴- صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران

هدف اصلی صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران عبارت است از تأمین منابع مالی مورد نیاز طرح‌های مبتنی بر دانش و فن آوری و کارآفرینان فن‌آور، محققین و مخترعین نوآور (اعم از حقیقی و حقوقی) به منظور نیل به خودکفایی و استقلال اقتصادی کشور و رهایی از وابستگی و توسعه بازار داخلی و خارجی خدمات و محصولات مبتنی بر دانش و فن آوری کشور. در کنار این هدف، سایر اهداف کلان صندوق نیز به شرح زیر می‌باشد:

۱- متنوع‌تر کردن خدمات مالی مبتنی بر موازین اسلامی

۲- ایجاد تمایز در کیفیت و نحوه ارائه خدمات برای توسعه کسب‌وکارهای دانش‌بنیان

۳- فرصت‌یابی برای سرمایه‌گذاری در طرح‌ها و بنگاه‌های دانش‌بنیان

۴- تقویت سرمایه‌های اجتماعی صندوق

۵- توسعه سازمانی منعطف، پویا، متکی بر خرد جمعی و کارآمد در تعامل سازنده با شبکه همکار

از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور ندارد، جزء محیط بیرونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف یادشده، این نهاد نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارد.

۲۴-۱-۴- سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

وظایف سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران عبارتند از:

۱- حمایت از تکمیل چرخه تحقیق تا تولید به منظور فراهم کردن زمینه‌های به کارگیری مؤثر نتایج تحقیقات

- ۲- حمایت از مستندسازی، جذب، بومی‌سازی و اشاعه دستاوردهای حاصل از ایجاد فن‌آوری
 - ۳- حمایت و پشتیبانی از مخترعین، مبتکرین، محققین کارآفرین، مؤسسات و شرکت‌های کارآفرین و هدایت فعالیت آنها در جهت تحقق اولویت‌های ایجاد فن‌آوری
 - ۴- حمایت از توسعه و گسترش مراکز خدمات فنی - مهندسی، مشاوره‌ای و مدیریت ایجاد فن‌آوری
 - ۵- حمایت مالی و تشویق بخش خصوصی در فعالیت‌های ایجاد فن‌آوری
 - ۶- ایجاد سازوکارهای حمایتی از طریق سازمان‌دهی تشکیلات و امکانات مناسب این نوع حمایت‌ها در سازمان
 - ۷- ایجاد ارتباط مؤثر و ارائه خدمات اطلاع‌رسانی بین عرضه‌کنندگان و متقاضیان ایجاد فن‌آوری و فن‌آوری‌های ایجادشده
 - ۸- ایجاد زمینه‌های لازم برای ارائه فن‌آوری‌های حاصل از تحقیق و توسعه از طریق برپایی نمایشگاه‌ها و جشنواره‌ها، از جمله جشنواره خوارزمی و انتشار اطلاعات مربوطه به صورت کتاب، مجله، فیلم، خبرنامه، بروشور و ...
 - ۹- ایجاد زمینه‌های مناسب برای برگزاری و ترویج دوره‌های کاربردی و حرفه‌ای، همایش‌ها و کارگاه‌های تخصصی به منظور توسعه منابع انسانی در عرصه‌های مختلف ایجاد فن‌آوری
 - ۱۰- گسترش همکاری در روابط علمی - فنی با سازمان‌ها و مراکز پژوهشی - فن‌آوری در سطح ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی در زمینه موضوع فعالیت سازمان
 - ۱۱- اتخاذ تدابیر مناسب جهت حمایت از تضمین مالکیت فکری و افزایش قدرت ریسک‌پذیری (خطرپذیری) مشارکت‌کنندگان در برنامه‌های ایجاد فن‌آوری
 - ۱۲- ایجاد پژوهشکده‌های تحت پوشش سازمان با شخصیت حقوقی مستقل به منظور انجام تحقیقات توسعه فن‌آوری در جهت اولویت‌های ملی و فن‌آوری‌های نوین
- از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور ندارد، جزء محیط بیرونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰ و ۱۱، این نهاد نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارد. با توجه به وظایف مندرج در بندهای ۹ و ۱۲، این نهاد نقش ارائه‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی را بر عهده دارد.

۲۵-۱-۴- بنیاد ملی نخبگان

وظایف بنیاد ملی نخبگان عبارتند از:

۱- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی برای:

الف) پشتیبانی مادی و معنوی از نخبگان کشور

ب) شناسایی، هدایت و حمایت نخبگان به منظور ارتقاء تولید علم در کشور

ج) کشف، جذب و پرورش استعدادها و حمایت از شخصیت‌های جامع‌الشرایط علمی

د) حمایت از نخبگان برای انجام فعالیت‌های تحقیقاتی و کارآفرینی

۲- ایجاد هماهنگی میان سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با نخبگان و نظارت بر فعالیت‌های مربوط به آنان در جهت اجرای

سیاست‌ها و برنامه‌های مصوب

۳- کمک به فراهم نمودن تسهیلات و امکانات لازم برای دسترسی محققان و نخبگان به تحقیقات جهانی و انتقال

فن‌آوری‌های جدید به کشور در راستای تحقق اهداف توسعه علمی و متوازن کشور

۴- کمک به فراهم نمودن تسهیلات و امکانات لازم برای حضور نخبگان در همایش‌های علمی در داخل و خارج کشور

۵- تشکیل شبکه جهانی ویژه نخبگان ایرانی در داخل و خارج از کشور

از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور ندارد، جزء محیط بیرونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف

یادشده، این نهاد نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارد.

۲۶-۱-۴- صندوق‌های پژوهش و فن‌آوری غیردولتی

وظایف صندوق‌های پژوهش و فن‌آوری غیردولتی عبارتند از:

۱- اعطای وام و تسهیلات به:

الف) اشخاص حقیقی و حقوقی برای اجرای طرح‌های پژوهشی پژوهش‌های کاربردی، فرهنگی، هنری و فن‌آوری.

ب) اشخاص حقیقی و حقوقی برای اجرای مرحله تولید نیمه‌صنعتی طرح‌های به نتیجه رسیده پژوهشی و فن‌آوری.

ج) اشخاص حقیقی و حقوقی برای تدوین دانش فنی حاصل از تحقیقات و انتقال نتایج تحقیقات به مرحله تولید.

۲- تأمین سرمایه ریسک‌پذیر و مشارکت و سرمایه‌گذاری در طرح‌های پژوهشی و فن‌آوری.

۳- تضمین پرداخت به موقع تعهدات و اقساط طرح‌های پژوهشی و فن‌آوری در مقاطع تعیین‌شده در قرارداد، در ازای درصد مشخصی از کل رقم قرارداد و وصول مطالبات طرح از کارفرما به انضمام خسارت ناشی از دیرکرد، به‌منظور جلوگیری از وقفه در اجرای طرح‌ها.

۴- صدور ضمانتنامه‌های مورد نیاز مؤسسات پژوهشی و فن‌آوری بخش غیردولتی به متقاضیان مربوط برای اجرای طرح‌های پژوهشی و فن‌آوری در قبال اخذ ضمانت‌های لازم از محقق.

شایان ذکر است که طرح پژوهشی و فن‌آوری غیردولتی طرحی است که اجرای آن موجب افزایش اندوخته‌های علمی و فنی و یا موجب استفاده از اندوخته‌های علمی و فنی برای طراحی یا ابداع روش‌ها و کاربردهای نوین گردد. از آنجا که این صندوق‌ها به طور مستقیم در صنعت برق حضور ندارند، جزء محیط بیرونی محسوب می‌شوند. با توجه به وظایف یادشده، این صندوق‌ها نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارند.

۲۷-۱-۴- صندوق نوآوری و شکوفایی

صندوق نوآوری و شکوفایی به منظور کمک به تحقق و توسعه اقتصاد دانش‌بنیان، تکمیل زنجیره ایده تا بازار و تجاری‌سازی نوآوری‌ها، دستاوردهای پژوهشی و اختراعات و کاربردی نمودن دانش از طریق ارائه کمک‌ها و خدمات مالی و پشتیبانی به شرکت‌ها و مؤسسات دانش‌بنیان تشکیل شده است. وظایف این صندوق عبارتند از:

۱- برآورد منابع مالی موردنیاز و تأمین آن از طریق منابع دولتی، بودجه‌های سنواتی، اخذ کمک، سود سرمایه‌گذاری و کارمزد تسهیلات، درآمد حاصل از سرمایه‌گذاری و سپرده‌گذاری وجوه مازاد صندوق و سایر منابع در راستای اهداف صندوق.

۲- دریافت هرگونه تسهیلات و جلب مشارکت حسب مورد از بانک‌ها و مؤسسات مالی و اعتباری.

۳- بررسی وضعیت مالی و اقتصادی شرکت‌ها و مؤسسه‌های دانش‌بنیان به منظور اعطای تسهیلات.

۴- ارائه خدمات مالی و تسهیلاتی به شرکت‌ها و مؤسسات و فعالیت‌های دانش‌بنیان به صورت اعطای کمک بلاعوض و یارانه و تسهیلات کوتاه‌مدت و بلندمدت و ارائه خدمات ضمانت‌نامه‌ای به صورت مستقیم و غیرمستقیم.

۵- مشارکت و سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر در مراحل تجاری‌سازی طرح‌ها و فعالیت‌های دانش‌بنیان به صورت مستقیم و غیرمستقیم و نیز کمک مالی بلاعوض در این مورد.

۶- شناسایی و انتخاب شبکه کارگزاری در ارائه خدمات مالی و تسهیلاتی و پشتیبانی صندوق.

- ۷- کمک مالی و حمایت از نهادهای پشتیبان تجاری‌سازی نوآوری و فن‌آوری و فراهم کردن خدمات توانمندسازی شرکت‌ها و مؤسسات دانش‌بنیان.
- ۸- مشارکت در تدوین سیاست‌ها و تعیین اولویت‌ها و مقررات مرتبط با اهداف صندوق در کشور و کمک به سامان‌دهی و هم‌افزایی حمایت‌های موجود در کشور.
- ۹- نظارت بر مراحل تخصیص منابع صندوق به شرکت‌ها و مؤسسات و فعالیت‌های دانش‌بنیان.
- ۱۰- همکاری با مؤسسات و نهادها و مجامع تخصصی داخلی و خارجی.
- ۱۱- مدیریت بهینه منابع در اختیار به منظور حفظ ارزش سرمایه صندوق.
- ۱۲- انجام هرگونه فعالیت در راستای اهداف صندوق.
- ۱۳- سایر حمایت‌ها و کمک‌های مالی بر اساس مصوبه هیئت‌امنای.
- از آنجا که این نهاد به طور مستقیم در صنعت برق حضور ندارد، جزء محیط بیرونی محسوب می‌شود. با توجه به وظایف یادشده، این نهاد نقش تسهیل‌کننده را بر عهده دارد.

۲۸-۱-۴- مراکز رشد (پارک‌های علم و فن‌آوری) و شرکت‌های دانش‌بنیان

مرکز رشد مرکزی است تحت مدیریت متخصصین حرفه‌ای که با ارائه خدمات حمایتی، از ایجاد و توسعه حرفه‌های جدید توسط کارآفرینی که در قالب واحدهای نوپای فعال در زمینه‌های مختلف منتهی به فن‌آوری متشکل شده‌اند و اهداف اقتصادی مبتنی بر دانش و فن دارند، پشتیبانی می‌کند. به طور کلی، یک مرکز رشد در محلی به نام پارک علم و فن‌آوری مستقر است و خدمات حمایتی خود را به تعدادی شرکت دانش‌بنیان (واحدهای فن‌آوری مستقر در مرکز رشد) عرضه می‌کند. وظایف مراکز رشد عبارتند از:

- ۱- حمایت مالی از واحدهای مستقر در مرکز رشد
- ۲- تلاش برای فراهم آوردن حمایت‌های قانونی جهت تسریع رشد واحدهای مستقر در مرکز رشد
- ۳- ارائه خدمات و مشاوره‌های مورد نیاز واحدها در راستای تبدیل ایده‌های نو به محصولات قابل تجاری شدن و تجاری‌سازی آنها
- ۴- نظارت بر روند رشد واحدها و تحلیل مستمر دستاوردها با هدف افزایش کارآئی مرکز رشد

۵- نظارت بر فعالیتهای واحدهای فن‌آوری در تحقق ایده محوری آنها

۶- ایجاد بخش رشد مقدماتی در صورت نیاز

از آنجا که شرکت‌های تحت پوشش مراکز رشد می‌توانند به طور مستقیم در صنعت برق حضور داشته باشند، این نهاد جزء محیط درونی محسوب می‌شود. مراکز رشد نقش تسهیل‌کننده و شرکت‌های تحت پوشش مراکز رشد نقش ارائه‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی و ارائه‌کننده خدمات مشاوره را بر عهده دارند.

۲۹-۱-۴- شرکت‌های مهندسی مشاور

شرکت‌های مهندسی مشاور، بسیاری از خدمات مشاوره‌ای مورد نیاز بخش‌های مختلف صنعت برق را انجام می‌دهند. بنابراین، این شرکت‌ها نقش ارائه‌کننده خدمات مشاوره را بر عهده دارند.

۲-۴- ترسیم نگاشت نهادی

در بخش قبل، کنش‌گران مختلف مرتبط با پایایی سیستم قدرت معرفی شدند و ضمن بیان وظایف آنها، نقش‌های مختلف هر یک مشخص شد. فهرست کنش‌گران و نقش‌های مربوط به آنها را می‌توان در قالب ماتریس نهاد-کارکرد مطابق با جدول (۴-۱) نشان داد.

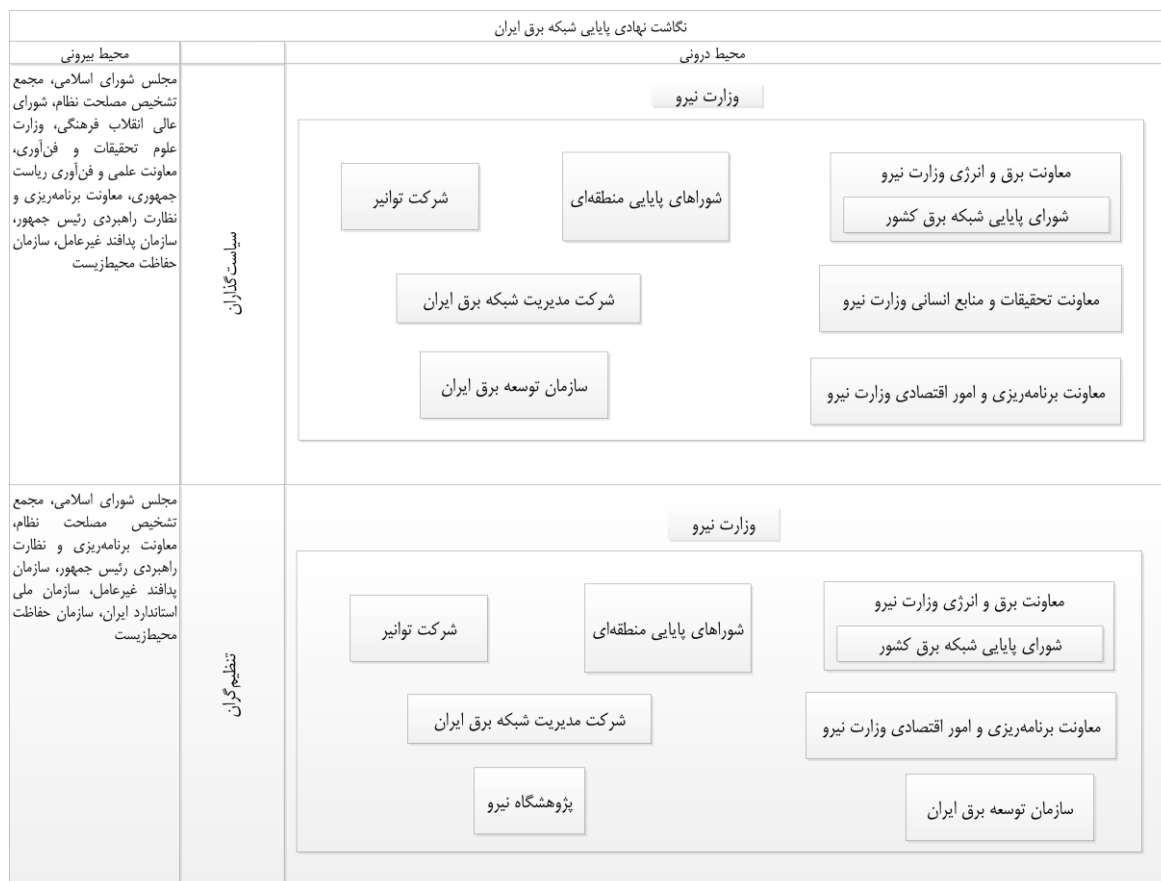
در ادامه با استفاده از ماتریس نهاد-کارکرد می‌توان نسبت به ترسیم نگاشت نهادی مطابق شکل (۴-۱) اقدام کرد.

جدول ۴-۱: ماتریس نهاد - کارکرد

ردیف	سازمان	سیاست‌گذاری		تسهیل‌گری		تنظیم‌گری		ارائه‌کننده خدمات		ارائه‌کننده خدمات مشاوره
		محیط بیرونی	محیط درونی	محیط بیرونی	محیط درونی	محیط بیرونی	محیط درونی	محیط بیرونی	محیط درونی	
۱	مجلس شورای اسلامی	*		*		*		*		
۲	مجمع تشخیص مصلحت نظام	*		*		*		*		
۳	شورای عالی انقلاب فرهنگی	*		*						
۴	وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری	*		*						
۵	معاونت علمی و فن‌آوری ریاست جمهوری	*		*						
۶	معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور	*		*						
۷	سازمان پدافند غیرعامل	*		*						
۸	سازمان ملی استاندارد ایران			*						
۹	سازمان حفاظت محیط زیست	*		*						
۱۰	معاونت برق و انرژی وزارت نیرو	*		*		*		*		
۱۱	شورای پایایی شبکه برق کشور	*		*		*		*		
۱۲	معاونت تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو	*						*		
۱۳	معاونت برنامه‌ریزی و امور			*				*		

ارائه‌کننده خدمات مشاوره	ارائه‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی		تنظیم‌گری		تسهیل‌گری		سیاست‌گذاری		سازمان	ردیف
	محیط درونی	محیط بیرونی	محیط درونی	محیط بیرونی	محیط درونی	محیط بیرونی	محیط درونی	محیط بیرونی		
									اقتصادی وزارت نیرو	
				*		*		*	شرکت توانیر	۱۴
				*				*	سازمان توسعه برق ایران	۱۵
				*		*		*	شرکت مدیریت شبکه برق ایران	۱۶
						*			شرکت‌های برق منطقه‌ای	۱۷
				*				*	شوراهای پایایی منطقه‌ای	۱۸
						*			شرکت‌های توزیع نیروی برق	۱۹
*		*		*		*			پژوهشگاه نیرو	۲۰
*		*							دانشگاه‌ها	۲۱
							*		صندوق حمایت از پژوهشگران و فن‌آوران کشور	۲۲
							*		صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران	۲۳
			*				*		سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران	۲۴
							*		بنیاد ملی نخبگان	۲۵
							*		صندوق‌های پژوهش و فن‌آوری غیردولتی	۲۶
							*		صندوق نوآوری و شکوفایی	۲۷
*		*				*			مراکز رشد (پارک‌های علم و فن‌آوری) و شرکت‌های	۲۸

ارائه‌کننده خدمات مشاوره	ارائه‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی		تنظیم‌گری		تسهیل‌گری		سیاست‌گذاری		سازمان	ردیف
	محیط درونی	محیط بیرونی	محیط درونی	محیط بیرونی	محیط درونی	محیط بیرونی	محیط درونی	محیط بیرونی		
									دانش‌بنیان	
*									شرکت‌های مهندسی مشاور	۲۹



شکل ۴-۱: نگاشت نهادی

<p>مجلس شورای اسلامی، مجمع تشخیص مصلحت نظام، شورای عالی انقلاب فرهنگی، وزارت علوم تحقیقات و فن‌آوری، معاونت علمی و فن‌آوری ریاست جمهوری، سازمان پدافند غیرعامل، صندوق حمایت از پژوهشگران و فن‌آوران کشور، صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، بنیاد ملی نخبگان، صندوق‌های پژوهش و فن‌آوری غیردولتی، صندوق نوآوری و شکوفایی</p>	<p>تسهیل‌گران</p>	<p>وزارت نیرو</p>
<p>مجلس شورای اسلامی، مجمع تشخیص مصلحت نظام، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران</p>	<p>ارائه‌کنندگان خدمات آموزشی و پژوهشی</p>	<p>وزارت نیرو</p>
	<p>ارائه‌کنندگان خدمات مشاوره</p>	<p>وزارت نیرو</p>

شکل ۴-۲: نگاشت نهادی (ادامه)

فصل پنجم: بررسی اسناد بالادستی

مقدمه

در این فصل اسناد بالادستی مرتبط با پایایی سیستم قدرت معرفی می‌شوند. این اسناد هم شامل اسنادی است که مربوط به سیاست‌های کلان و کلی کشور است و هم شامل اسنادی است که مستقیماً با صنعت برق مرتبط هستند.

۱-۵- اسناد بالادستی

در این بخش به معرفی اسناد بالادستی مرتبط با پایایی سیستم قدرت پرداخته می‌شود. مشخصات این اسناد به طور خلاصه در جدول (۱-۵) آمده است:

جدول ۱-۵: خلاصه مشخصات اسناد بالادستی

ردیف	قانون	مرجع صادرکننده	تاریخ تصویب
۱	قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران	شورای بازنگری قانون اساسی	۱۳۶۸
۲	سند چشم‌انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۸۲
۳	قانون برنامه پنج‌ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۹
۴	سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۷۹
۵	سیاست‌های کلی نظام در بخش تشویق سرمایه‌گذاری	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۸۹
۶	سیاست‌های کلی نظام در خصوص اصل ۴۴ قانون اساسی	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۸۴
۷	سیاست‌های کلی نظام در خصوص اقتصاد مقاومتی	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۹۲
۸	سیاست‌های کلی نظام در بخش تولید ملی، حمایت از کار و سرمایه ایرانی	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۹۱
۹	سیاست‌های کلی نظام در خصوص اصلاح الگوی مصرف	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۸۹
۱۰	سیاست‌های کلی نظام در بخش پدافند غیرعامل	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۸۹
۱۱	سیاست‌های کلی نظام در بخش صنعت	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۹۱
۱۲	سیاست‌های کلی نظام در خصوص اشتغال	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۹۰
۱۳	سیاست‌های کلی نظام برای رشد و توسعه علمی و تحقیقاتی کشور در بخش آموزش عالی و مراکز تحقیقاتی	مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۸۳
۱۴	سیاست‌های کلی نظام برای رشد و توسعه فن‌آوری	مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۸۳
۱۵	سند تحول راهبردی علم و فن‌آوری کشور	وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری	۱۳۸۸
۱۶	نقشه جامع علمی کشور	شورای عالی انقلاب فرهنگی	۱۳۹۰

ردیف	قانون	مرجع صادرکننده	تاریخ تصویب
۱۷	برنامه راهبردی وزارت نیرو	وزارت نیرو	۱۳۹۰
۱۸	قانون هدفمند کردن یارانه‌ها	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۸
۱۹	قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی	مجلس شورای اسلامی	۱۳۹۰
۲۰	قانون حمایت از شرکت‌ها و مؤسسات دانش‌بنیان و تجاری‌سازی نوآوری‌ها و اختراعات	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۹
۲۱	نقشه راه غلطان فعالیت‌های شورای پایایی شبکه برق کشور	شورای پایایی شبکه برق کشور	۱۳۹۲

۱-۱-۵- قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران

در قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، که در سال ۱۳۶۸ تصویب شده است، اصل چهارم به شرح ذیل تصویب شده است:

اصل چهارم و چهارم: نظام اقتصادی جمهوری اسلامی ایران بر پایه سه بخش دولتی، تعاونی و خصوصی با برنامه‌ریزی منظم و صحیح استوار است. بخش دولتی شامل کلیه صنایع بزرگ، صنایع مادر، بازرگانی خارجی، معادن بزرگ، بانکداری، بیمه، تأمین نیرو، سدها و شبکه‌های بزرگ آبرسانی، رادیو و تلویزیون، پست و تلگراف و تلفن، هواپیمایی، کشتیرانی، راه و راه‌آهن و مانند اینها است که به صورت مالکیت عمومی و در اختیار دولت است. بخش خصوصی شامل آن قسمت از کشاورزی، دامداری، صنعت، تجارت و خدمات می‌شود که مکمل فعالیت‌های اقتصادی دولتی و تعاونی است. مالکیت در این سه بخش تا جایی که با اصول دیگر این فصل مطابق باشد و از محدوده قوانین اسلام خارج نشود و موجب رشد و توسعه اقتصادی کشور گردد و مایه زیان جامعه نشود مورد حمایت قانون جمهوری اسلامی است. تفصیل ضوابط و قلمرو و شرایط هر سه بخش را قانون معین می‌کند.

۱-۲-۵- سند چشم‌انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران

طبق سند چشم‌انداز ۲۰ ساله، که در تاریخ ۱۳/۸/۱۳۸۲ ابلاغ شده است، در سال ۱۴۰۴ "ایران کشوری توسعه‌یافته با جایگاه اول اقتصادی، علمی و فن‌آوری در سطح منطقه" خواهد بود. در این سند، دو ویژگی جامعه ایرانی در افق چشم‌انداز به صورت زیر بیان شده است:

- برخوردار از دانش پیشرفته، توانا در تولید علم و فن‌آوری، متکی بر سهم برتر منابع انسانی و سرمایه اجتماعی در تولید ملی

- دست‌یافته به جایگاه اول اقتصادی، علمی و فن‌آوری در سطح منطقه آسیای جنوب غربی (شامل آسیای میانه، قفقاز، خاورمیانه و کشورهای همسایه) با تاکید بر جنبش نرم‌افزاری و تولید علم، رشد پرشتاب و مستمر اقتصادی، ارتقاء نسبی سطح درآمد سرانه و رسیدن به اشتغال کامل

همچنین، مقرر شده است این سند به عنوان مبنایی برای تنظیم سیاست‌های کلی چهار برنامه پنج ساله بعد از آن در نظر گرفته شود.

در سیاست‌های کلی برنامه چهارم توسعه جمهوری اسلامی ایران که در تاریخ ۱۳۸۲/۹/۱۱ ابلاغ شده، موارد زیر دیده می‌شود:

- سازمان‌دهی و بسیج امکانات و ظرفیت‌های کشور در جهت افزایش سهم کشور در تولیدات علمی جهان

- کسب فن‌آوری، به ویژه فن‌آوری‌های نو، شامل: ریزفن‌آوری و فن‌آوری‌های زیستی، اطلاعات و ارتباطات، زیست‌محیطی، هوافضا و هسته‌ای

- تقویت امنیت و اقتدار ملی با تاکید بر رشد علمی و فن‌آوری، مشارکت و ثبات سیاسی، ایجاد تعادل میان مناطق مختلف کشور، وحدت و هویت ملی، قدرت اقتصادی و دفاعی و ارتقاء جایگاه جهانی ایران.

- تلاش برای تبدیل مجموعه کشورهای اسلامی و کشورهای دوست منطقه به یک قطب منطقه‌ای اقتصادی، علمی، فن‌آوری و صنعتی

- تلاش برای دستیابی به اقتصاد متنوع و متکی بر منابع دانش و آگاهی، سرمایه انسانی و فن‌آوری نوین

- پشتیبانی از کارآفرینی، نوآوری و استعدادهای فنی و پژوهشی

همچنین، در سیاست‌های کلی برنامه پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران که در تاریخ ۱۳۸۷/۱۰/۲۱ ابلاغ شده، موارد زیر دیده می‌شود:

- دستیابی به جایگاه دوم علمی و فن‌آوری در منطقه و تثبیت آن در برنامه پنجم.

- توانمندسازی بخش غیردولتی برای مشارکت در تولید علم و فن‌آوری.

- گسترش حمایت‌های هدفمند مادی و معنوی از نخبگان و نوآوران علمی و فن‌آوری از طریق: ارتقاء منزلت اجتماعی، ارتقاء سطح علمی و مهارتی، رفع دغدغه خطرپذیری مالی در مراحل پژوهشی و آزمایشی نوآوری‌ها، کمک به تجاری‌سازی دستاوردهای آنان.

- تکمیل و اجرای نقشه جامع علمی کشور.
- تأکید بر راهبرد توسعه صادرات به ویژه در بخش خدمات با فن‌آوری بالا به نحوی که کسری تراز بازرگانی بدون نفت کاهش یافته و توازن در تجارت خدمات ایجاد گردد.
- ارتقاء نقش مدیریتی ایران در توزیع و ترانزیت انرژی، افزایش فرصت‌های صادراتی، جذب سرمایه و فن‌آوری‌های پیشرفته و کمک به استقرار نظام پولی، بانکی و بیمه‌ای مستقل با کمک کشورهای منطقه‌ای و اسلامی و دوست با هدف کاهش وابستگی به سیستم پولی نظام سلطه.
- گسترش پدافند غیرعامل.

۳-۱-۵- قانون برنامه پنج‌ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران

- قانون برنامه پنج‌ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران، که در تاریخ ۱۳۸۹/۱۰/۲۵ تصویب شده، برنامه‌های کلی کشور را در حوزه‌های مختلف اعم از فرهنگ، علم و فن‌آوری، اجتماعی، نظام اداری و مدیریت، اقتصادی، توسعه منطقه‌ای، دفاعی، سیاسی، امنیتی، حقوقی، قضائی، بودجه و نظارت برای سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ تعیین می‌کند.
- در فصل دوم این قانون با عنوان "علم و فن‌آوری"، از جمله موارد زیر مطرح شده است:
- در ماده ۱۶، اقداماتی که دولت مجاز است به منظور دستیابی به جایگاه دوم علمی و فن‌آوری در منطقه و تثبیت آن تا پایان برنامه پنجم انجام دهد بیان شده است.
 - در ماده ۱۷، اقداماتی که دولت مجاز است به منظور توسعه و انتشار فن‌آوری و حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان انجام دهد بیان شده است.
 - در ماده ۱۸، اقدامات دولت به منظور گسترش حمایت‌های هدفمند مادی و معنوی از نخبگان و نوآوران علمی و فن‌آوری بیان شده است.
- در فصل پنجم این قانون با عنوان "اقتصادی"، از جمله موارد زیر مطرح شده است:
- در ماده ۱۳۳، وظایف شرکت توانیر و شرکت‌های وابسته و تابعه وزارت نیرو به منظور تنوع در عرضه انرژی کشور، بهینه‌سازی تولید و افزایش راندمان نیروگاه‌ها، کاهش اتلاف و توسعه تولید همزمان برق و حرارت بیان شده است.

- در ماده ۱۳۴، اقداماتی که وزارت‌خانه‌های نیرو، نفت و صنایع و معادن مجازند به منظور اعمال صرفه‌جویی، تشویق و حمایت از مصرف‌کنندگان در راستای منطقی کردن و اصلاح الگوی مصرف انرژی و برق، حفظ ذخایر انرژی کشور و حفاظت از محیط زیست انجام دهند بیان شده است.

- در مواد ۱۳۵ تا ۱۳۷، سیاست‌های دولت در مورد نیروگاه‌های هسته‌ای مطرح شده است.

- در ماده ۱۳۸، سیاست‌های دولت به منظور کاهش انتشار گازهای آلاینده در حوزه برق ذکر شده است.

- در ماده ۱۳۹، اقداماتی که دولت مجاز است به منظور ایجاد زیرساخت‌های تولید تجهیزات نیروگاه‌های بادی و خورشیدی و توسعه کاربرد انرژی‌های پاک و افزایش سهم تولید این نوع انرژی‌ها در سبد تولید انرژی کشور انجام دهد ذکر شده است.

۴-۱-۵- سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی

سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران در بخش انرژی در تاریخ ۱۳۷۹/۳/۱۱ ابلاغ شده است. در این سیاست‌ها از

جمله موارد زیر ذکر شده است:

- ایجاد تنوع در منابع انرژی کشور و استفاده از آن با رعایت مسائل زیست‌محیطی و تلاش برای افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر با اولویت انرژی‌های آبی.

- تلاش برای کسب فن‌آوری و دانش هسته‌ای و ایجاد نیروگاه‌های هسته‌ای به منظور تأمین سهمی از انرژی کشور و تربیت نیروهای متخصص.

- گسترش فعالیت‌های پژوهشی و تحقیقاتی در امور انرژی‌های گداخت هسته‌ای و مشارکت و همکاری علمی و تخصصی در این زمینه.

- تلاش برای کسب فن‌آوری و دانش فنی انرژی‌های نو و ایجاد نیروگاه‌ها از قبیل بادی و خورشیدی و پیل‌های سوختی و زمین‌گرمایی در کشور.

۵-۱-۵- سیاست‌های کلی نظام در بخش تشویق سرمایه‌گذاری

سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران در بخش تشویق سرمایه‌گذاری در تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۲۹ ابلاغ شده است. در

این سیاست‌ها از جمله مورد زیر ذکر شده است:

- توجه به کسب دانش فنی، دسترسی به بازارهای بین‌المللی، رشد اقتصادی، توسعه اشتغال و ارتقاء مدیریتی و بهره‌وری در جذب سرمایه‌گذاری خارجی با اولویت سرمایه‌گذاری مستقیم و بلندمدت

۶-۱-۵- سیاست‌های کلی نظام در خصوص اصل ۴۴ قانون اساسی

سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران در خصوص اصل ۴۴ قانون اساسی در تاریخ ۱۳۸۴/۳/۱ ابلاغ شده است. در این سیاست‌ها از جمله موارد زیر ذکر شده است:

- سرمایه‌گذاری، مالکیت و مدیریت در زمینه "تأمین نیرو، شامل تولید و واردات برق برای مصارف داخلی و صادرات" توسط بنگاه‌ها و نهادهای عمومی غیردولتی و بخش‌های تعاونی و خصوصی مجاز است.

- واگذاری ۸۰٪ از سهام "بنگاه‌های تامین نیرو به استثنای شبکه‌های اصلی انتقال برق" به بخش‌های خصوصی، شرکت‌های تعاونی سهامی عام و بنگاه‌های عمومی غیردولتی مجاز است.

- تخصیص درصدی از منابع واگذاری بنگاه‌ها جهت حوزه‌های نوین با فن‌آوری پیشرفته در راستای وظایف حاکمیتی مجاز است.

۷-۱-۵- سیاست‌های کلی نظام در خصوص اقتصاد مقاومتی

سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران در خصوص اقتصاد مقاومتی در تاریخ ۱۳۹۲/۱۱/۳۰ ابلاغ شده است. در این سیاست‌ها از جمله موارد زیر ذکر شده است:

- پیشتازی اقتصاد دانش‌بنیان، پیاده‌سازی و اجرای نقشه جامع علمی کشور و سامان‌دهی نظام ملی نوآوری به منظور ارتقاء جایگاه جهانی کشور و افزایش سهم تولید و صادرات محصولات و خدمات دانش‌بنیان و دستیابی به رتبه اول اقتصاد دانش‌بنیان در منطقه

- مدیریت مصرف با تأکید بر اجرای سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف و ترویج مصرف کالاهای داخلی همراه با برنامه‌ریزی برای ارتقاء کیفیت و رقابت‌پذیری در تولید.

- توسعه حوزه عمل مناطق آزاد و ویژه اقتصادی کشور به منظور انتقال فن‌آوری‌های پیشرفته، گسترش و تسهیل تولید، صادرات کالا و خدمات و تأمین نیازهای ضروری و منابع مالی از خارج.

- مقابله با ضربه‌پذیری درآمد حاصل از صادرات نفت و گاز از طریق‌های مختلف (از جمله افزایش صادرات برق).

افزایش ارزش افزوده از طریق تکمیل زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز، توسعه تولید کالاهای دارای بازدهی بهینه (بر اساس شاخص شدت مصرف انرژی) و بالا بردن صادرات برق، محصولات پتروشیمی و فرآورده‌های نفتی با تأکید بر برداشت صیانتی از منابع.

۸-۱-۵- سیاست‌های کلی نظام در بخش تولید ملی، حمایت از کار و سرمایه ایرانی

سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران در بخش تولید ملی، حمایت از کار و سرمایه ایرانی در تاریخ ۱۳۹۱/۱۱/۲۴ ابلاغ شده است. در این سیاست‌ها از جمله موارد زیر ذکر شده است:

هدایت و تقویت تحقیق و توسعه و نوآوری‌ها و زیربناهای آنها و بهره‌گیری از آنها، با هدف ارتقاء کیفی و افزایش کمی تولید ملی، بالا بردن درجه ساخت داخل تا محصول نهایی، حمایت از تجاری‌سازی فن‌آوری محصول و بهره‌گیری از جذب و انتقال دانش فنی و فن‌آوری‌های روز و ایجاد نظام ملی نوآوری.

گسترش اقتصاد دانش‌بنیان با تأکید بر توسعه مؤلفه‌های اصلی آن، از جمله: زیرساخت‌های ارتباطی، زمینه‌های تسهیل تبدیل دستاوردهای پژوهش به فن‌آوری و گسترش کاربرد آن، حمایت قانونی از حقوق اشخاص حقیقی و حقوقی و مرتبط کردن بخش‌های علمی و پژوهشی با بخش‌های تولیدی کشور.

توسعه فرهنگ حمایت از سرمایه، کار، کالاها و خدمات ایرانی و استفاده از نظرات متخصصان و صاحب‌نظران در تصمیمات اقتصادی.

حمایت از محققان و سرمایه‌گذاران و تشویق ورود سرمایه‌های ایرانی به حوزه‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر متضمن تحقیق و توسعه با تأسیس صندوق‌های شراکت یا ضمانت برای سرمایه‌گذاری در این حوزه.

۹-۱-۵- سیاست‌های کلی نظام در خصوص اصلاح الگوی مصرف

سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران در خصوص اصلاح الگوی مصرف در تاریخ ۱۳۸۹/۴/۱۴ ابلاغ شده است. در این سیاست‌ها از جمله موارد زیر ذکر شده است:

صرفه‌جویی در مصرف انرژی با اعمال مجموعه‌ای متعادل از اقدامات قیمتی و غیرقیمتی به منظور کاهش مستمر «شاخص شدت انرژی» کشور به حداقل دو سوم میزان کنونی تا پایان برنامه پنجم توسعه و به حداقل یک دوم میزان کنونی تا پایان برنامه ششم توسعه با تأکید بر سیاست‌های زیر:

الف) اولویت دادن به افزایش بهره‌وری در تولید، انتقال و مصرف انرژی در ایجاد ظرفیت‌های جدید تولید انرژی.

ب) انجام مطالعات جامع و یکپارچه سامانه انرژی کشور به منظور بهینه‌سازی عرضه و مصرف انرژی.

ج) تدوین برنامه ملی بهره‌وری انرژی و اعمال سیاست‌های تشویقی نظیر حمایت مالی و فراهم کردن تسهیلات بانکی برای

اجرای طرح‌های بهینه‌سازی مصرف و عرضه انرژی و شکل‌گیری نهادهای مردمی و خصوصی برای ارتقاء کارایی انرژی.

د) پایش شاخص‌های کلان انرژی با سازوکار مناسب.

ه) بازنگری و تصویب قوانین و مقررات مربوط به عرضه و مصرف انرژی، تدوین و اعمال استانداردهای اجباری ملی برای تولید

و واردات کلیه وسایل و تجهیزات انرژی بر و تقویت نظام نظارت بر حسن اجرای آنها و الزام تولیدکنندگان به اصلاح فرآیندهای

تولیدی انرژی بر.

و) اصلاح و تقویت ساختار حمل و نقل عمومی با تأکید بر راه آهن درون شهری و برون شهری به منظور فراهم کردن امکان

استفاده سهل و ارزان از وسایل حمل و نقل عمومی.

ز) افزایش بازدهی نیروگاه‌ها، متنوع‌سازی منابع تولید برق و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و نوین.

ح) گسترش تولید برق از نیروگاه‌های تولید پراکنده، کوچک مقیاس و پر بازده برق و تولید همزمان برق و حرارت.

- ارتقاء بهره‌وری در چارچوب سیاست‌های زیر:

الف) تحول رویکرد تحقق درآمد ملی به سمت اتکای هرچه بیشتر به منافع حاصل از کسب و کار جامعه.

ب) افزایش بهره‌وری با تأکید بر استقرار نظام تسهیم منافع حاصل از بهره‌وری

ج) حداکثرسازی ارزش افزوده و منافع ناشی از سرمایه‌های انسانی، اجتماعی و مادی با تأکید بر اقتصاد دانش‌پایه.

۱۰-۱-۵- سیاست‌های کلی نظام در بخش پدافند غیرعامل

سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران در بخش پدافند غیرعامل در تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۲۹ ابلاغ شده است. در این

سیاست‌ها از جمله موارد زیر ذکر شده است:

- تأکید بر پدافند غیرعامل که عبارت است از مجموعه اقدامات غیرمسلحانه که موجب افزایش بازدارندگی، کاهش

آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری، ارتقاء پایداری ملی و تسهیل مدیریت بحران در مقابل تهدیدات و اقدامات نظامی

دشمن می‌گردد.

- تهیه و اجرای طرح‌های پدافند غیرعامل (با رعایت اصل هزینه - فایده) در مورد مراکز، اماکن و تاسیسات حائز اهمیت (نظامی و غیرنظامی) موجود و در دست اجراء بر اساس اولویت‌بندی و امکانات حداکثر تا پایان برنامه ششم و تامین اعتبار مورد نیاز.

- حمایت لازم از توسعه فن‌آوری و صنایع مرتبط مورد نیاز کشور در پدافند غیرعامل با تاکید بر طراحی و تولید داخلی.

۱۱-۱-۵- سیاست‌های کلی نظام در بخش صنعت

سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران در بخش صنعت در تاریخ ۱۳۹۱/۹/۲۹ ابلاغ شده است. در این سیاست‌ها از جمله مورد زیر ذکر شده است:

- ارتقاء سطح فن‌آوری صنایع کشور و دستیابی به فن‌آوری‌های پیشرفته و راهبردی، با گسترش تحقیق و توسعه، ایجاد قدرت طراحی، تقویت همکاری مراکز علمی، آموزشی، پژوهشی و صنعتی کشور، تعامل سازنده با مراکز پیشرفته علمی و صنعتی جهان، بهره‌گیری از مزیت‌های نسبی موجود و کشف و آفرینش مزیت‌های جدید نسبی و رقابتی.

۱۲-۱-۵- سیاست‌های کلی نظام در خصوص اشتغال

سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران در خصوص اشتغال در تاریخ ۱۳۹۰/۴/۲۸ ابلاغ شده است. در این سیاست‌ها از جمله موارد زیر ذکر شده است:

- ایجاد فرصت‌های شغلی پایدار با تأکید بر استفاده از توسعه فن‌آوری و اقتصاد دانش‌بنیان و آینده‌نگری نسبت به تحولات آنها در سطح ملی و جهانی.

- جذب فن‌آوری، سرمایه و منابع مالی، مبادله نیروی کار و دسترسی به بازارهای خارجی کالا و خدمات از طریق تعامل مؤثر و سازنده با کشورها، سازمان‌ها و ترتیبات منطقه‌ای و جهانی.

- گسترش و استفاده بهینه از ظرفیت‌های اقتصادی دارای مزیت مانند گردشگری و حق گذر (ترانزیت).

- حمایت از تأسیس و توسعه صندوق‌های شراکت در سرمایه برای تجاری‌سازی ایده‌ها و پشتیبانی از شرکت‌های نوپا، کوچک و نوآور.

۱۳-۱-۵- سیاست‌های کلی نظام برای رشد و توسعه علمی و تحقیقاتی کشور در بخش آموزش عالی و

مراکز تحقیقاتی

سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران برای رشد و توسعه علمی و تحقیقاتی کشور در بخش آموزش عالی و مراکز تحقیقاتی در تاریخ ۱۳۸۳/۱۲/۱۵ تصویب شده است (این سند هنوز ابلاغ نشده است). در این سیاست‌ها از جمله موارد زیر ذکر شده است:

- تحکیم پیوند میان نظام آموزش عالی با زنجیره تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای، فن‌آوری و تولید با اولویت نیازهای کشور.
- تعیین اولویت‌ها در آموزش و پژوهش برای تامین نیازهای کشور و نیل به جایگاه اول علمی و فنی در منطقه.

۱۴-۱-۵- سیاست‌های کلی نظام برای رشد و توسعه فن‌آوری

سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران برای رشد و توسعه فن‌آوری در تاریخ ۱۳۸۳/۱/۲۲ تصویب شده است (این سند هنوز ابلاغ نشده است). با توجه به اینکه این سند به طور ویژه به توسعه فن‌آوری می‌پردازد، متن کامل آن در اینجا ذکر می‌شود:

بر اساس بند اول اصل یکصد و دهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران و در اجرای اوامر مورخ ۱۳۷۷/۱/۱۵ مقام معظم رهبری، نظر مشورتی نهایی شورای مجمع تشخیص مصلحت نظام در خصوص سیاست‌های کلی نظام برای رشد و توسعه فن‌آوری در کشور طی ۴ ماده و ۲۵ بند به شرح ذیل به تصویب رسید:

۱- توسعه فن‌آوری با هدف ارتقاء جایگاه ایران در فن‌آوری جهانی، تولید دانش، کسب ثروت و افزایش قدرت ملی از طریق:

۱-۱- تقویت عزم ملی برای رشد و توسعه فن‌آوری.

۱-۲- سیاست‌گذاری و تدوین برنامه‌های راهبردی و اصلاح ساختار نظام مدیریتی برای دستیابی به فن‌آوری‌های پیشرفته و حمایت از آن، زیر نظر ریاست‌جمهوری.

۱-۳- تعیین اولویت در حمایت از فن‌آوری بر اساس نیازها، مزیت‌ها و ظرفیت‌های کشور.

۱-۴- تاکید بر تربیت نیروی انسانی کارآمد، خلاق و متعهد، شناسایی نخبگان، پرورش استعدادها درخشان، حفظ و جذب سرمایه‌های انسانی و ارتقاء روحیه خودباوری و خوداتکایی.

- ۵-۱- تقویت و سامان‌دهی همکاری میان دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و فرهنگستان‌ها با بخش‌های صنعتی و فنی و خدماتی دولتی و غیردولتی .
- ۶-۱- اصلاح و تکمیل قوانین و مقررات به ویژه در بخش‌های بازرگانی و گمرکی با هدف تغییر روند ورود کالا و خدمات از خارج به فرآیند انتقال فن‌آوری، کسب دانش طراحی و ساخت برای تولید محصولات در داخل کشور و برنامه‌ریزی برای ایجاد تناسب میان مولفه‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در توسعه فن‌آوری.
- ۷-۱- تقویت حمایت کلیه دستگاه‌ها از افزایش توانمندی‌های فن‌آوری در کشور.
- ۸-۱- حمایت از مالکیت معنوی و بسترسازی برای توسعه تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای و نوآوری در زمینه‌های مختلف علوم.
- ۹-۱- ارتقاء نقش فرهنگستان‌ها در ارائه سمت‌گیری صحیح در توسعه فن‌آوری و شکوفایی علمی.
- ۱۰-۱- تقویت همکاری‌های بین‌المللی با تاکید بر توسعه منابع انسانی، تقویت بخش‌های نرم‌افزاری فن‌آوری داخلی، جذب سرمایه‌ها و نخبگان ایرانی و غیر ایرانی، بازاریابی برای فن‌آوری ایرانی و ارتقاء کیفیت منطبق با شاخص‌های جهانی.
- ۲- تقویت زیرساخت‌ها و ظرفیت‌های ملی فن‌آوری در کشور بر اساس:
- ۱-۲- اهتمام جدی به ارتقاء سطح کیفی علوم پایه و آموزش مهارت‌های عملی و تقویت روحیه خلاقیت در تمام مراحل نظام آموزشی و نهادینه کردن تحقیق و جهت‌دهی علمی به تحقیقات در حوزه فن‌آوری.
- ۲-۲- توسعه صنایع و خدمات مبتنی بر فن‌آوری‌های جدید با هدف تحکیم استقلال، رفع نیازهای داخلی و کسب سهم مناسب از بازار جهانی.
- ۳-۲- نوسازی صنایع و اصلاح و تکمیل ظرفیت‌های فن‌آوری موجود بر اساس بازنگری مداوم.
- ۴-۲- ایجاد نظام اطلاعات فن‌آوری کارآمد شامل جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، پردازش و اطلاع‌رسانی.
- ۵-۲- تاکید بر افزایش سهم تحقیق در فن‌آوری از تولید ناخالص ملی از طریق اختصاص بودجه مناسب و تشویق مالی و معنوی بخش‌های غیردولتی و تنظیم شاخص‌های مناسب برای توسعه پژوهش، ارزیابی و نظارت مستمر در اجرای سیاست‌ها.
- ۶-۲- حمایت از تولید و صدور محصولات متکی بر فن‌آوری‌های بومی و سنتی.
- ۷-۲- حمایت از تاسیس و توسعه شهرک‌ها و پارک‌های علوم و فن‌آوری.
- ۳- تبیین و ترویج مبانی فرهنگی توسعه فن‌آوری از طریق:
- ۱-۳- افزایش درک اجتماعی نسبت به اهمیت توسعه علم و فن‌آوری در کشور.

۲-۳- اصلاح الگوی مصرف.

۳-۳- ترویج فرهنگ استانداردسازی و ارتقاء کیفیت در تولید جهت تشویق مردم به استفاده از کالاهای ساخت داخل در فرهنگ عمومی کشور.

۴-۳- اهمیت دادن به علاقه و استعداد در نظام گزینش، آموزش و اشتغال و مبنا قرار دادن تخصص‌های علمی، فنی و حرفه‌ای در استخدام‌های مرتبط.

۵-۳- تقویت و ارزش‌گذاری به کلیه مشاغل، به خصوص مشاغل فنی و حرفه‌ای در فرهنگ عمومی کشور.

۶-۳- تشویق فرهنگ کارآفرینی فنی در کشور.

۷-۳- ترویج روحیه کار جمعی، وجدان کاری و خودباوری.

۸-۳- فرهنگ‌سازی جهت اولویت دادن به منافع ملی بر منافع شخصی و صنفی در امور مرتبط با واردات کالا و خریدهای تجهیزاتی و فنی.

۴- اهتمام به حفظ ارزش‌های فرهنگی، اجتماعی و موازین اسلامی در استفاده از فن‌آوری.

۱۵-۱-۵- سند تحول راهبردی علم و فن‌آوری کشور

سند تحول راهبردی علم و فن‌آوری کشور، که در تاریخ ۱۳۸۸/۵/۶ ابلاغ شده است، جزء اسناد پشتیبان نقشه جامع علمی کشور محسوب می‌شود و محتوای بخش مهمی از آن با محتوای نقشه جامع علمی کشور یکسان است.

۱۶-۱-۵- نقشه جامع علمی کشور

نقشه جامع علمی کشور در تاریخ ۱۳۹۰/۲/۲۴ ابلاغ شده است. این سند مجموعه‌ای شامل مبانی، اهداف، سیاست‌ها و راهبردها، ساختارها و الزامات تحول راهبردی علم و فن‌آوری مبتنی بر ارزش‌های اسلامی برای دستیابی به اهداف چشم‌انداز بیست‌ساله کشور می‌باشد.

در فصل اول با عنوان ارزش‌های بنیادین و الگوی نظری نقشه جامع علمی کشور، موارد زیر ذکر شده است:

- علم و فن‌آوری کمال‌آفرین، توانمندساز، ثروت‌آفرین و هماهنگ با محیط زیست، سلامت معنوی و جسمی، روانی و اجتماعی آحاد جامعه.

- تعامل فعال و الهام‌بخش با محیط جهانی و فرآیندهای توسعه علم و فن‌آوری در جهان

در فصل دوم با عنوان وضع مطلوب علم و فن‌آوری، موارد زیر ذکر شده است:

- توانا در تولید، توسعه علم و فن‌آوری و نوآوری و به‌کارگیری دستاوردهای آن
- پیشتاز در مرزهای دانش و فن‌آوری با مرجعیت علمی در جهان
- دستیابی به جایگاه اول علم و فن‌آوری در جهان اسلام و احراز جایگاه برجسته علمی و الهام‌بخشی در جهان
- دستیابی به توسعه علوم و فن‌آوری‌های نوین و نافع، متناسب با اولویت‌ها و نیازها و مزیت‌های نسبی کشور؛ انتشار و به‌کارگیری آنها در نهادهای مختلف آموزشی و صنعتی و خدماتی
- افزایش سهم تولید محصولات و خدمات مبتنی بر دانش و فن‌آوری داخلی به بیش از ۵۰ درصد تولید ناخالص داخلی کشور
- کمک به ارتقاء علم و فن‌آوری در جهان اسلام و احیای موقعیت محوری و تاریخی ایران در فرهنگ و تمدن اسلامی
- گسترش همکاری در حوزه‌های علوم و فن‌آوری با مراکز علمی معتبر بین‌المللی
- تثبیت جایگاه کشور در فن‌آوری اطلاعات به منظور کسب جایگاه اول در حوزه علم و فن‌آوری در جهان اسلام
- تثبیت جایگاه کشور در کسب دانش طراحی و ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای، دستیابی به دانش انرژی گداخت و دستیابی به فن‌آوری اعزام انسان به فضا و کسب دانش طراحی و ساخت و پرتاب ماهواره به مدار زمین آهنگ (GEO) با مشارکت جهان اسلام و همکاری‌های بین‌المللی.

در فصل سوم با عنوان اولویت‌های علم و فن‌آوری کشور، اولویت‌هایی در سه سطح الف، ب و ج ذکر شده که در آن موارد زیر ذکر شده است:

- در بین اولویت‌های الف، در بخش فن‌آوری، فن‌آوری هسته‌ای ذکر شده است. در بخش علوم پایه، بازیافت و تبدیل انرژی و انرژی‌های نو و تجدیدپذیر ذکر شده‌اند.
- در بین اولویت‌های ب، در بخش فن‌آوری، پدافند غیرعامل ذکر شده است.
- در فصل چهارم با عنوان راهبردها و اقدامات ملی برای توسعه علم و فن‌آوری در کشور، موارد زیر ذکر شده است (هریک از این راهبردها شامل راهبردهای ملی و اقدامات ملی هستند):
- راهبرد کلان ۱: اصلاح ساختارها و نهادهای علم و فن‌آوری و انسجام بخشیدن به آنها و هماهنگ‌سازی نظام تعلیم و تربیت، در مراحل سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی کلان
- راهبرد کلان ۲: توجه به علم و تبدیل آن به یکی از گفتمان‌های اصلی جامعه و ایجاد فضای مساعد، برای

شکوفایی و تولید علم و فن‌آوری بر مبنای آموزه‌های اسلامی از طریق توسعه و تعمیق و به‌کارگیری مؤلفه‌های فرهنگی، اجتماعی و سیاسی

- راهبرد کلان ۳: جهت دادن چرخه علم و فن‌آوری و نوآوری به ایفای نقشی مؤثرتر در اقتصاد

- راهبرد کلان ۷: جهت‌دهی آموزش، پژوهش، فن‌آوری و نوآوری به سمت حل مشکلات و رفع نیازهای واقعی و اقتضانات

کشور با توجه به آمایش سرزمین و نوآوری در مرزهای دانش برای تحقق مرجعیت علمی

- تعامل فعال و اثرگذار در حوزه علم و فن‌آوری با کشورهای دیگر به ویژه کشورهای منطقه و جهان اسلام.

- راهبرد کلان ۱۲: جهت‌دهی به چرخه علم و فن‌آوری و نوآوری برای ایفای نقش مؤثرتر حوزه فنی و مهندسی.

۱۷-۱-۵- برنامه راهبردی وزارت نیرو

برنامه راهبردی وزارت نیرو (وزارت نیرو ۱۴۰۴)، که "سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی بلندمدت وزارت نیرو" نیز نامیده

می‌شود، در مردادماه ۱۳۹۰ منتشر شده است. این سند از یک مقدمه و شش بخش تشکیل شده است.

یکی از بخش‌های این سند "مأموریت، چشم‌انداز و راهبردهای بخش برق و انرژی" نامیده می‌شود. نظر به اهمیت این

بخش، متن کامل آن در اینجا ذکر می‌شود:

مأموریت بخش برق و انرژی:

وزارت نیرو در بخش‌های برق و انرژی عهده‌دار سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی کلان انرژی و ایجاد تعادل بین عرضه و

تقاضای برق و حفظ کیفیت آن در راستای توسعه پایدار و امنیت عرضه انرژی کشور می‌باشد.

وزارت نیرو در این بخش با سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی، هدایت، نظارت، تدوین ضوابط و مقررات و لوابیح

مرتبط، بسترهای لازم را برای ایجاد هماهنگی بین نقش‌آفرینان، فعالیت بخش‌های خصوصی، تعاونی و عمومی را در تمامی

عرصه‌ها فراهم نموده و با حمایت از بهینه‌سازی مصرف، رونق‌بخشی به فضای کسب و کار در عرصه ملی و فراملی بخش برق

و انرژی، حقوق کلیه ذی‌نفعان خود شامل آحاد جامعه، بخش‌های صنعت، کشاورزی، خدمات، دولت و نهادهای قانون‌گذار را

رعایت می‌کند.

وزارت نیرو در این بخش با ارتقاء بهره‌وری و بهره‌گیری از فن‌آوری‌های نوین، سازگار با محیط زیست و متناسب با

زیرساخت‌های حال و آینده و توسعه مشارکت و بهره‌وری منابع انسانی متخصص و خلاق به عنوان ارزشمندترین دارایی، نقشی

مؤثر در رفاه اجتماعی و تبادل برق با کشورهای منطقه ایفا نموده و در راستای کاهش شدت انرژی، افزایش خوداتکایی و توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر اقدام می‌کند.

چشم‌انداز بخش برق و انرژی:

وزارت نیرو در بخش برق با استفاده از منابع متنوع و در دسترس انرژی، مدیریت تقاضا، تکیه بر ساختاری منسجم و متخصصین توانمند و خلاق به گونه‌ای عمل می‌کند تا کشور در عرضه برق مطمئن و پایا و با کیفیت مناسب (در حد استانداردهای جهانی) سرآمد کشورهای منطقه گردد و با ایجاد بسترهای لازم، دسترسی آزاد به شبکه و رقابت منصفانه در بازار برق را میسر نموده و جمهوری اسلامی ایران به عنوان مرکز راهبری شبکه برق در منطقه تثبیت گردد.

راهبردهای بخش برق و انرژی:

۱- بهبود فضای کسب و کار، توسعه خصوصی‌سازی و گسترش مشارکت و ارتقاء توانمندی بخش‌های خصوصی و تعاونی در حوزه برق و انرژی:

۱-۱- ایجاد انگیزه و اطمینان برای سرمایه‌گذاری بخش‌های خصوصی و تعاونی

۱-۲- حداقل نمودن فعالیت‌های تصدی بخش دولتی

۱-۳- ارتقاء بهره‌وری در فرآیند خصوصی‌سازی

۱-۴- تسهیل در سرمایه‌گذاری بخش‌های خصوصی و تعاونی و ایجاد بانک نیرو

۱-۵- حمایت از توسعه صادرات کالا و خدمات فنی-مهندسی برق

۱-۶- استقرار سازوکار اقتصادی - تجاری برای استفاده از قابلیت‌ها و فرصت‌های ICT و نظایر آن در صنعت برق

۲- بهبود فرآیند سیاست‌گذاری در بخش برق و انرژی:

۲-۱- تهیه و تدوین برنامه جامع انرژی کشور

۲-۲- اعمال حاکمیت و نظارت بر فعالیت‌های بخش

۲-۳- گسترش تعاملات در امر سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی

۳- ارتقاء و توسعه نظام مدیریت تقاضا و اصلاح الگوی مصرف انرژی در بخش‌های مختلف با رویکرد کاهش شدت انرژی در

کشور:

- ۳-۱- جلب مشارکت مردم به منظور استفاده بهینه از برق
- ۳-۲- توسعه شرکت‌های خدمات انرژی غیردولتی در جهت بهینه‌سازی مصرف
- ۳-۳- تغییر در نظام پرداخت یارانه‌های برق، با توجه به قانون هدفمند کردن یارانه‌ها
- ۳-۴- حمایت از توسعه حمل و نقل برقی
- ۳-۵- توسعه و ارتقاء سطح استانداردهای مصرف برق و تولید تجهیزات برقی
- ۳-۶- حمایت از مراکز پژوهشی و صنایع مرتبط به منظور توسعه فن‌آوری‌های جدید در راستای کاهش مصرف انرژی
- ۳-۷- اصلاح ساختار موجود جهت اعمال مدیریت تقاضا و کاهش شدت انرژی
- ۳-۸- توسعه سامانه هوشمند شبکه برق
- ۳-۹- استقرار نظام قیمت‌گذاری برق بر مبنای عرضه و تقاضا و توسعه بازار برق
- ۳-۱۰- ساده‌سازی تعرفه‌های برق
- ۴- اصلاح نظام مالی، تنوع‌بخشی، توسعه و جذب منابع مالی مورد نیاز برای توسعه صنعت برق:
- ۴-۱- به روزرسانی ضوابط و مقررات به منظور تسهیل در تحصیل منابع درآمدی جدید برای صنعت برق به ویژه استفاده چندمنظوره از تأسیسات صنعت
- ۴-۲- تنوع‌بخشی، مدیریت بهینه منابع مالی و تقویت توان مالی بخش با تأکید بر منابع غیردولتی و جذب سرمایه‌های داخلی و خارجی بخش برق و انرژی متناسب با برنامه‌های توسعه
- ۵- ارتقاء سطح تحقیق و توسعه و فن‌آوری بخش برق و انرژی:
- ۵-۱- هدایت و حمایت از مراکز تحقیقاتی داخلی و شرکت‌های تحقیقاتی و یا مشاورهای غیردولتی
- ۵-۲- شناسایی و بررسی فرصت‌ها و مزیت‌های بخش
- ۵-۳- شناسایی، انتقال و بومی‌سازی فن‌آوری‌های نوین و سازگار با محیط زیست
- ۵-۴- افزایش سطح تعامل بخش برق و انرژی با مراکز علمی و تحقیقاتی داخلی و خارجی توانمند و نهادینه‌سازی آن
- ۵-۵- بازنگری در نظام تعریف و ارجاع پروژه‌های تحقیقات کاربردی بخش

۶-۵- مطالعه و بررسی کاربرد روش‌های نوین انتقال و ذخیره‌سازی برق از جمله: ابررسانا، سیستم‌های انتقال برق با ولتاژ خیلی بالا (EHV)، سیستم‌های انتقال برق فشار قوی با جریان مستقیم (HVDC)، سیستم‌های انتقال برق متناوب انعطاف‌پذیر (FACTS)، باتری‌ها، هوای فشرده، هیدروژن و ...

۶- توسعه ظرفیت‌های تولید، انتقال و توزیع برق متناسب با نیازهای مصرف مدیریت شده و نوسازی و بهینه‌سازی آنها

۷- افزایش بهره‌وری تولید برق و ارتقاء بازده نیروگاه‌ها:

۱-۷- توسعه کاربرد نیروگاه‌های با بازده بالاتر و اعمال هزینه‌های واقعی سوخت و هزینه‌های زیست‌محیطی در مناسبات مالی

تولید و عرضه برق

۲-۷- به‌کارگیری فن‌آوری مولدهای پراکنده، با تأکید بر تولید همزمان برق و حرارت و بروودت

۳-۷- استقرار سازوکار اقتصادی - تجاری در بهینه‌سازی نیروگاه‌ها

۴-۷- استفاده از فن‌آوری نوین و تجهیزات با راندمان بالا

۵-۷- مدیریت بهینه بهره‌برداری از نیروگاه‌های برق آبی و افزایش هماهنگی آنها با تولید نیروگاه‌های حرارتی

۶-۷- تنوع‌بخشی در سوخت نیروگاه‌ها و توسعه ظرفیت‌های قانونی برای اولویت‌بخشی به تأمین سوخت نیروگاه‌ها

۷-۷- استفاده از انرژی حرارتی نیروگاه‌های مجاور یا داخل شهرها جهت مصارف منازل و واحدهای صنعتی

۸- توسعه مدیریت و منابع انسانی در بخش برق و انرژی:

۱-۸- استقرار نظام پروانه صلاحیت حرفه‌ای

۲-۸- ارتقاء و توسعه نظام تأمین مدیر و جانشین‌پروری در کلیه سطوح صنعت برق

۳-۸- ارتقاء و توسعه نظام یادگیری فردی و سازمانی، با رویکرد مستندسازی و انتقال دانش و تجارب صنعت برق و استقرار و

توسعه نظام مدیریت دانش

۴-۸- ارتقاء و توسعه نظام جذب، توانمندسازی و نگهداشت منابع انسانی متناسب با اهداف صنعت برق

۹- ارتقاء توانمندی در تولید برق از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر:

۱-۹- تمرکز بر تحقیق و پژوهش و بومی‌سازی فن‌آوری در فعالیتهای مربوط به تولید برق از انرژی خورشیدی و بادی در

کشور

۹-۲- تخصیص درصد معین و فزاینده‌ای از اعتبارات تحقیقاتی به بومی‌سازی فن‌آوری‌های مرتبط با انرژی‌های نو و تجدیدپذیر

۹-۳- تعریف و اجرای پروژه‌های نمونه در زمینه انرژی‌های نو و تجدیدپذیر و تجاری‌سازی آنها

۹-۴- بسترسازی، حمایت و جلب مشارکت بخش غیردولتی برای توسعه انرژی‌های نو و تجدیدپذیر

۹-۵- جلب مشارکت مردم برای حمایت از تولید برق از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر

۹-۶- تنظیم قوانین مناسب در بازار برق به منظور توسعه استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر

۱۰- توسعه مبادلات منطقه‌ای برق:

۱۰-۱- برقراری مناسبات قابل اتکا و شفاف در هزینه‌های سوخت و محیط زیست برای تولید برق صادراتی

۱۰-۲- حمایت از بخش خصوصی برای توسعه تجارت منطقه‌ای برق با توجه به بازارهای هدف و متناسب با ارزش افزوده ملی

۱۰-۳- افزایش ظرفیت تبادل برق با کشورهای منطقه و رفع موانع توسعه ظرفیت‌های تبادل سنکرون، متناسب با

استانداردهای جهانی

۱۰-۴- اعطای مجوز صادراتی به تولیدکنندگان برق از منابع انرژی نو و تجدیدپذیر

۱۱- کاهش تلفات در شبکه‌های برق، در جهت نیل به سطح بهینه:

۱۱-۱- اصلاح مقررات و ضوابط و توسعه سامانه‌های مناسب جهت جلوگیری از استفاده غیرمجاز از برق در شبکه‌های فشار

ضعیف

۱۱-۲- استقرار سازوکار اقتصادی- تجاری در فعالیت‌های کاهش تلفات و هوشمندسازی شبکه

۱۱-۳- هماهنگی در طراحی و توسعه شبکه‌های فوق‌توزیع و توزیع برق

۱۱-۴- اصلاح معماری شبکه‌های توزیع

۱۱-۵- مدیریت بهینه سطح روشنایی معابر در طول مدت شبانه‌روز

۱۲- ارتقاء و توسعه نظام ارتباط و پاسخ‌گویی مناسب به نیازها و انتظارات ذی‌نفعان و بهبود شاخص‌های کیفیت خدمات به

منظور احقاق حقوق شهروندی، تکریم مردم و ارتقاء رضایت آنان

۱۳- ارتقاء سطح کارآمدی و امنیت اطلاعات در بخش:

۱۳-۱- استفاده بهینه از دستاوردهای نوین فن‌آوری اطلاعات جهت حفظ امنیت و پایداری منابع اطلاعاتی و سیستم‌های عملیاتی صنعت برق

۱۳-۲- استفاده بهینه از ظرفیت‌های فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات صنعت برق جهت ارائه خدمات قابل دسترس از راه دور

۱۳-۳- ایجاد ارتباط ساختاری مناسب بین مراکز تصمیم‌سازی و بخش فن‌آوری اطلاعات

۱۳-۴- استقرار و توسعه سیستم‌های یکپارچه اطلاعات مدیریت

۱۳-۵- توسعه نرم‌افزارها و بانک‌های اطلاعاتی

۱۳-۶- تقویت و توسعه زیرساخت‌های مخابراتی صنعت برق جهت پاسخ‌گویی به نیازهای روزافزون حیاتی و اختصاصی این صنعت

۱۴- سازگاری زیست‌محیطی و ارتقاء ایمنی در فعالیت‌های صنعت برق:

۱۴-۱- ارتقاء سطح ایمنی و سلامتی شهروندان در مقابل خطرات و مسائل زیست‌محیطی صنعت برق

۱۴-۲- الزامی نمودن نصب سیستم زمین در کلیه تأسیسات صنعت برق و مشترکین

۱۴-۳- ارتقاء و توسعه نظام بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE)

۱۴-۴- تهیه طرح جامع زیست‌محیطی فعالیت‌های صنعت برق

۱۴-۵- ایجاد سامانه‌های پایش و کنترل آثار زیست‌محیطی بخش

۱۵- تقویت قدرت بازدارندگی و کاهش آسیب‌پذیری بخش با رویکرد استمرار ارائه خدمات:

۱۵-۱- آگاه‌سازی و توسعه فرهنگ مقابله با بحران

۱۵-۲- طراحی و پیاده‌سازی نظام‌های پدافند غیرعامل و مدیریت بحران و خطرپذیری (ریسک)

۱۵-۳- برقراری تعادل منطق‌های بین عرضه و تقاضای برق و ایجاد شبکه‌های حلقوی

۱۵-۴- تنوع‌بخشی به منابع اولیه انرژی و فن‌آوری‌های تولید برق

۱۵-۵- حصول اطمینان از تأمین سوخت نیروگاه‌ها

۱۶- توسعه نظام مدیریت پروژه و مهندسی ارزش در طرح‌ها و پروژه‌های صنعت برق

۱۷- به‌روز کردن قوانین مربوط به صنعت برق به ویژه برای مدیریت بهینه حریم تأسیسات و شبکه‌ها

۱۸- اصلاح و ارتقاء نظام ارزیابی عملکرد کارکنان، مدیران و سازمان با رویکرد توسعه نظام مدیریت عملکرد بر مبنای برنامه استراتژیک بخش

یکی دیگر از بخش‌های این سند "مأموریت، چشم‌انداز و راهبردهای بخش آموزش، پژوهش و فن‌آوری" نامیده می‌شود. نظر به اهمیت این بخش، متن کامل آن در اینجا ذکر می‌شود:

مأموریت بخش آموزش، پژوهش و فن‌آوری:

وزارت نیرو در بخش آموزش، پژوهش و فن‌آوری عهده‌دار ارتقاء دانش و مهارت‌های منابع انسانی، توسعه پژوهش و فن‌آوری، افزایش آگاهی‌های عمومی و خلاقیت و نوآوری در راستای تأمین نیازهای صنعت آب و برق است.

این بخش با سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی، هدایت، نظارت و تکیه بر منابع انسانی توانمند و متعهد به عنوان اصلی‌ترین سرمایه و با توسعه و به‌کارگیری روش‌های نوین در فعالیتهای علمی، نظام مدیریت دانش و تعامل شبکه‌ای با نهادهای فعال در صنعت آب و برق، به ویژه در حوزه‌های فنی، مدیریتی و اقتصادی، در راستای توسعه پایدار اقدام می‌نماید.

چشم‌انداز بخش آموزش، پژوهش و فن‌آوری:

وزارت نیرو در بخش آموزش، پژوهش و فن‌آوری با برخورداری از مدیریت دانش محور و ظرفیتهای غنی مغزافزایی، نرم‌افزاری، سخت‌افزاری و سازمانی و مشارکت مؤثر بخش غیردولتی، در حوزه‌های سرمایه‌های انسانی متخصص و کارآمد و توسعه دانش و فن‌آوری در صنعت آب و برق سرآمد در منطقه خواهد بود.

راهبردهای بخش آموزش، پژوهش و فن‌آوری:

۱- استقرار و ارتقاء نهاد و نظام سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و راهبری مؤثر آموزش، پژوهش و فن‌آوری صنعت آب و برق و ایفای نقش مؤثر در مراجع مرتبط

۲- تنوع‌بخشی به منابع مالی داخلی و خارجی بخش از طریق ایجاد بستر قانونی، تخصیص درصدی از درآمدهای عملیاتی و بودجه عمرانی و خریدهای خارجی و صدور خدمات، مدیریت بهینه هزینه‌ها، ارتقاء بهره‌وری و تسهیلات حمایتی

۳- افزایش تعامل بخش با صنعت آب و برق و ارتقاء توان پاسخ‌گویی به تحولات محیطی و نیازهای صنعت و معرفی کارآمد بخش

۴- ارتقاء جایگاه مادی و معنوی متخصصان بخش

- ۵- تجاری‌سازی و مأموریت‌گرا کردن پژوهش و حمایت از مالکیت معنوی و تولیدکنندگان دانش فنی
- ۶- توسعه و حضور فعال‌تر در بازار داخلی و خارجی خدمات آموزشی، پژوهشی و فن‌آوری بخش از طریق:
- ۶-۱- برقراری نظام‌های کنترل و قانونی به منظور الزام پیمان‌کاران و مشاوران به رعایت استانداردها و استفاده از منابع انسانی آموزش‌دیده و دارای گواهی صلاحیت
- ۶-۲- حضور فعال بخش در قراردادهای بین‌المللی صنعت آب و برق
- ۶-۳- معرفی دانش فنی و ثبت و فروش حق امتیاز
- ۶-۴- تقویت توانمندی‌ها و مهارت‌های بازاریابی و بازاریابی به منظور معرفی ظرفیت‌های بخش و حضور مؤثر در بازار
- ۷- توسعه همکاری‌های مشترک با سازمان‌های مردم‌نهاد و مراکز علمی و پژوهشی داخلی و خارجی از طریق:
- ۷-۱- تعریف و اجرای پروژه‌های تحقیقاتی ملی و بین‌المللی مشترک
- ۷-۲- توسعه و انتقال فن‌آوری
- ۷-۳- ایجاد مراکز پژوهشی منطقه‌ای و بین‌المللی
- ۷-۴- ایجاد و توسعه شبکه‌های ارتباطی با پارک‌های علمی و فن‌آوری
- ۷-۵- تأسیس مراکز مشترک آموزشی در منطقه
- ۸- به‌هنگام‌سازی آموزش‌های مرتبط با فن‌آوری‌های جدید
- ۹- ایجاد نظام پایش تحولات علمی و فن‌آوری مرتبط با صنعت در سطح بین‌الملل
- ۱۰- ایفای نقش مؤثر در نقشه راه فن‌آوری‌های جدید و انتقال و بومی‌سازی آنها
- ۱۱- توسعه آموزش، پژوهش و فن‌آوری در زمینه زیست‌محیطی، اجتماعی، مدیریتی، مصرف بهینه، رعایت استانداردها و ایمنی مرتبط با صنعت آب و برق
- ۱۲- طراحی و استقرار نظام‌های کنترل و تعالی سازمانی در سطح واحدها و پروژه‌های آموزش، پژوهش و فن‌آوری
- ۱۳- بسترسازی و حمایت از توسعه بخش‌های غیردولتی فعال در حوزه آموزش، پژوهش و فن‌آوری
- ۱۴- تسهیل و تقویت فرآیند تبدیل دانش ضمنی به دانش آشکار از طریق اعمال مدیریت دانش و توسعه مدیریت دانش محور در صنعت آب و برق
- ۱۵- ایجاد تسهیلات جهت حضور مؤثر و عضویت اشخاص حقیقی و حقوقی مرتبط با بخش در مجامع و نهادهای بین‌المللی

- ۱۶- توسعه و تقویت مستمر سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مراکز آموزشی و تحقیقاتی صنعت آب و برق
- ۱۷- توسعه و تعمیق آموزش و پژوهش فن‌آوری‌های کلیدی
- ۱۸- توسعه شبکه خبرگان، نخبگان و متخصصین (حقیقی و حقوقی)
- ۱۹- ارتقاء آگاهی‌های عمومی مرتبط با حوزه‌های تخصصی صنعت آب و برق به ویژه اصلاح الگوی مصرف
- ۲۰- بسترسازی برای بروز خلاقیت و نوآوری از طریق به‌کارگیری نظام‌ها، آموزش‌ها و ابزارهای مرتبط و حمایت از نوآوران

۱۸-۱-۵- قانون هدفمند کردن یارانه‌ها

قانون هدفمند کردن یارانه‌ها، که در تاریخ ۱۳۸۸/۱۰/۲۳ تصویب شده است، از جمله شامل موارد زیر است:

- میانگین قیمت فروش داخلی برق به گونه‌ای تعیین شود که به تدریج تا پایان برنامه پنج‌ساله پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران معادل قیمت تمام‌شده آن باشد.
- قیمت تمام‌شده برق، مجموع هزینه‌های تبدیل انرژی، انتقال و توزیع و هزینه سوخت با بازده حداقل سی و هشت درصد (۳۸٪) نیروگاه‌های کشور و رعایت استانداردها محاسبه می‌شود و هر ساله حداقل یک درصد (۱٪) به بازده نیروگاه‌های کشور افزوده شود به طوری که تا پنج سال از زمان اجراء این قانون به بازده چهل و پنج درصد (۴۵٪) برسد و همچنین تلفات شبکه‌های انتقال و توزیع تا پایان برنامه پنج‌ساله پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران به چهارده درصد (۱۴٪) کاهش یابد.

۱۹-۱-۵- قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی

قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی، که در تاریخ ۱۳۹۰/۱/۲۱ ابلاغ شده است، از جمله شامل موارد زیر است:

- طبق ماده ۴ از فصل اول این قانون با عنوان "سیاست‌ها و خط‌مشی‌های اساسی"، راه‌کارهای اجرائی مناسب به‌منظور حمایت و تشویق برای ارتقاء نظام تحقیق و توسعه درباره فن‌آوری‌های جدید از طریق تأمین اعتبارات تحقیقاتی موردنیاز تا مرحله ساخت نمونه و تجاری‌سازی، توسط وزارت‌خانه‌های نفت و نیرو در قالب بودجه سنواتی تدوین و به تصویب هیأت وزیران می‌رسد.

- طبق ماده ۶ از فصل دوم این قانون با عنوان "ساختار و تشکیلات"، وزارتخانه‌های نیرو، نفت، کشاورزی و صنایع و معادن موظفند کلیه فن‌آوری‌های موردنیاز حوزه تخصصی برای عرضه و مصرف انرژی در بیست سال آینده را در حیطه تخصصی خود شناسایی و تمهید کنند و امکان طراحی و بهبود آنها برای به‌کارگیری توسط سازندگان و تولیدکنندگان داخلی را فراهم نمایند.
- طبق ماده ۱۴ از فصل چهارم این قانون با عنوان "معیار و استاندارد مصرف انرژی مشترکین، فرآیندها و تجهیزات انرژی‌بر"، به‌منظور ترغیب مصرف‌کنندگان به استفاده از تجهیزات، مجموعه‌ها و فرآیندهای با مصرف انرژی و آلودگی زیست‌محیطی کمتر، برای مصرف‌کنندگان این موارد مشوق‌های مالی در نظر گرفته می‌شود.
- طبق مواد ۲۰ و ۲۱ از فصل پنجم این قانون با عنوان "مصرف‌کنندگان انرژی در بخش ساختمان و شهرسازی"، کلیه مؤسسات دولتی و عمومی موظفند ظرف پنج سال پس از تصویب این قانون با تعبیه سامانه‌های کنترلی لازم برای مصرف انواع حامل‌های انرژی در ساختمان‌های اداری خود اقدام نمایند. همچنین، کلیه دستگاه‌های اجرائی و عمومی موظفند به انجام ممیزی انرژی به‌منظور اجراء و کنترل سامانه مدیریت انرژی در ساختمان‌های مربوطه و آموزش کارکنان خود اقدام نمایند.
- طبق مواد ۲۴ و ۲۶ از فصل ششم این قانون با عنوان "مصرف‌کنندگان انرژی در صنایع"، کلیه مصرف‌کنندگان انرژی با مصرف سالانه سوخت بیش از پنج میلیون مترمکعب گاز و یا سوخت مایع معادل آن و تقاضای (دیماند) قدرت الکتریکی بیش از یک مگاوات موظفند با ایجاد واحد مدیریت انرژی از طریق صرفه‌جویی یا استفاده از امکانات بخش خصوصی و یا بدون گسترش تشکیلات دولتی نسبت به انجام ممیزی انرژی و بهینه‌سازی مصرف انرژی و اجرای راه‌کارهای لازم جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی اقدام نمایند. همچنین، واحدهای صنعتی در صورت عدم رعایت معیارها و مشخصات فنی و استانداردهای مصرف انرژی با تشخیص وزارتخانه‌های نفت، نیرو و صنایع و معادن، از سال شروع اصلاح الگوی مصرف براساس شرایط اقلیمی و فنی به صورت درصدی از قیمت فروش حامل‌های انرژی جریمه خواهند شد. وجوه اخذ شده در اجرای راه‌کارهای بهینه‌سازی بخش صنعت موضوع این قانون هزینه خواهد شد.
- طبق ماده ۲۷ از فصل ششم این قانون با عنوان "مصرف‌کنندگان انرژی در صنایع"، کلیه صنایع، مؤسسات و واحدهایی که دسترسی به شبکه برق وزارت نیرو و امکان اجرای سامانه‌های تولید انرژی الکتریکی از قبیل تولید همزمان برق و حرارت، توربین انبساطی و یا واحد مستقل را دارند، چنان‌چه به تولید برق، مطابق با استانداردهای وزارت نیرو اقدام نمایند، وزارت نیرو از طریق شرکت‌های برق موظف به خرید برق مازاد تولیدی از آنان است.
- برخی از مواد فصل نهم این قانون با عنوان "تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان انرژی"، عبارتند از:

ماده ۴۴: وزارت نیرو از طریق شرکت‌های تابعه موظف است خرید برق از تولیدکنندگان آن را در محل تحویل و به اندازه ظرفیت‌های تولید برق تضمین کند و به این منظور از طریق عقد قراردادهای پنج‌ساله یا بیشتر، مطابق شرایط زیر اقدام نماید:

الف) اتصال مولدهای موضوع این ماده به شبکه بدون دریافت هزینه‌های عمومی برقراری انشعاب، صورت می‌گیرد.

ب) در مواقع خروج اضطراری و یا خروج برای تعمیرات، با تشخیص وزارت نیرو از انشعاب برقرار شده برای تأمین برق مشترک تا سطح ظرفیت مولد بدون پرداخت هزینه اشتراک، استفاده می‌گردد.

پ) مشترکینی که اقدام به احداث مولد در محل مصرف می‌نمایند، از اولویت قطع برق در زمان‌های کمبود در شبکه سراسری خارج می‌شوند.

ماده ۴۵: وزارت‌خانه‌های نفت و نیرو موظفند واحدهای صنعتی، ساختمانی، کشاورزی و عمومی را که به تولید همزمان برق و حرارت و برودت در محل مصرف اقدام می‌کنند، از امکانات و تسهیلاتی که به صورت عمومی اعلام می‌شود بهره‌مند سازند.

ماده ۴۶: کلیه اشخاص حقیقی و حقوقی مجری طرح‌های نیروگاهی، پالایشگاهی، پتروشیمی و صنایع پایین‌دستی نفت و گاز و واحدهای صنعتی که خود اقدام به تولید برق می‌نمایند، موظفند در مطالعه احداث واحدهای جدید، نسبت به بررسی فنی و اقتصادی به کارگیری سامانه‌های بازیافت انرژی از جمله تولید همزمان برق، حرارت و برودت و استفاده از توربین‌های انبساط گاز موازی با شیرهای فشارشکن پشتیبان به‌عنوان ایستگاه تقلیل فشار گاز ورودی به نیروگاه برای تولید برق بدون سوخت اقدام نمایند و در صورت مثبت بودن نتیجه مطالعه امکان‌سنجی و بررسی‌های فنی و اقتصادی موظفند واحدهای یاد شده را از ابتدا به صورت سامانه‌های بازیافت انرژی احداث کنند.

ماده ۴۷: به منظور مدیریت تولید و مصرف برق، گاز و آب در کشور، وزارت‌خانه‌های نیرو و نفت حسب مورد موظفند:

الف) دستورالعمل فنی همسان طراحی، ساخت، تأمین، نصب و بهره‌برداری زیرساخت و تجهیزات اندازه‌گیری و کنترل شبکه هوشمند را تعیین، ابلاغ و اجرا نمایند.

ب) برای همه متقاضیان جدید اشتراک، فقط کنتورهای هوشمند مجهز به سیستم قرائت و کنترل هوشمند بار و امکانات فن‌آوری اطلاعاتی روزآمد را نصب نمایند.

ج) حداکثر ظرف مدت پنج سال کنتورهای همه مشترکین موجود با اولویت مشترکین پرمصرف و همچنین شبکه‌های توزیع و انتقال را با کنتورها، زیرساخت و تجهیزات مجهز به سامانه قرائت و کنترل هوشمند بار و فن‌آوری اطلاعاتی روزآمد جایگزین نمایند.

ماده ۴۸: وزارت نیرو موظف است نسبت به حمایت از تشکیل شرکت‌های غیردولتی توزیع و فروش حرارت و گسترش آن در کل کشور به منظور خرید حرارت بازیافتی از نیروگاه‌های تولید برق و فروش آن به واحدهای صنعتی و ساختمانی اقدام نماید.

ماده ۵۰: به منظور همسوسازی رفتار بنگاه‌های تولید برق با منافع ملی، قیمت فروش سوخت به نیروگاه‌های با بازده متوسط سالانه برق و حرارت سی درصد (۳۰٪) و کمتر، با بیست درصد (۲۰٪) افزایش نسبت به قیمت تعیین شده در قانون هدفمند کردن یارانه‌ها و قیمت فروش سوخت به نیروگاه‌های با بازده متوسط سالانه تولید برق و حرارت هفتاد درصد (۷۰٪) و بیشتر، با بیست درصد (۲۰٪) تخفیف نسبت به قیمت تعیین شده در قانون هدفمند کردن یارانه‌ها تعیین می‌گردد. سایر نیروگاه‌ها رقم متناسبی را که با افزایش بازده نیروگاه کاهش می‌یابد و بر اساس آیین‌نامه مربوط، به عنوان بهای سوخت می‌پردازند. مبالغ اضافی دریافتی پس از کسر مبالغ تخفیف داده شده به حساب درآمد عمومی نزد خزانه‌داری کل کشور واریز می‌شود تا صرف توسعه بازیافت تلفات نیروگاه‌ها شود.

ماده ۵۱: وزارتخانه‌های نیرو و نفت حسب مورد موظفند طرح‌های مرتبط با افزایش بازده انرژی موضوع این فصل از قانون را متناسب با میزان افزایش بازده از حمایت‌های مقرر در این قانون که به صورت عمومی اعلام می‌شود بهره‌مند سازند.

ماده ۵۲: به منظور ارتقاء بهره‌وری، افزایش امنیت تأمین انرژی و مشارکت گسترده بخش غیردولتی در عرضه انرژی؛ الف) وزارت نفت مکلف است با همکاری وزارت نیرو نسبت به حمایت مؤثر از تحقیقات، سرمایه‌گذاری، ترویج و توسعه واحدهای تولید همزمان برق و حرارت و برودت از طریق بخش غیردولتی اقدام نماید.

ب) وزارت صنایع و معادن موظف است با حمایت از مراکز تحقیقاتی و صنایع مربوطه، برای توسعه دانش فنی بومی و خوداتکائی کشور در تأمین تجهیزات تولید همزمان برق، حرارت و برودت اقدام نماید.

ماده ۵۳: وزارت نیرو موظف است پس از انجام بررسی‌های کارشناسی و امکان‌سنجی و داشتن توجیه فنی و اقتصادی، حرارت مورد نیاز واحدهای آب‌شیرین‌کن تقطیری را از محل بازیافت تلفات نیروگاه‌های حرارتی تأمین نماید. سازمان مدیریت منابع آب و شرکت توانیر کلیه هماهنگی‌های لازم برای مناطق نیازمند به تأسیسات آب‌شیرین‌کن و احداث این واحدها با نیروگاه‌های حرارتی را به صورت یکپارچه به انجام خواهند رساند. وزارت نیرو موظف به گزارش سالانه اجرای این ماده به هیأت وزیران و مجلس شورای اسلامی است.

ماده ۵۴: کلیه واحدهای نیروگاهی، پالایشگاهی و پتروشیمی در چهارچوب بودجه سالانه موظفند نسبت به استقرار واحدهای مدیریت انرژی و انجام ممیزی انرژی اقدام و کلیه اقدامات بدون هزینه، کم هزینه و پرهزینه را به ترتیب اولویت زمان بازگشت

سرمایه اجرا کنند. واحدهای فوق‌الذکر موظفند هر سه سال یک‌بار به تجدید ممیزی انرژی اقدام نمایند. وزارت‌خانه‌های نیرو و نفت حسب مورد موظفند بر حسن اجرای این ماده نظارت کنند و نتایج حاصله را به هیأت وزیران و مجلس شورای اسلامی گزارش نمایند.

ماده ۵۵: وزارت‌خانه‌های نفت و نیرو مکلفند سوخت، فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی و برق را با استانداردهای تدوین‌شده مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران عرضه نمایند.

ماده ۵۷: وزارت صنایع و معادن موظف است برای صدور مجوز ایجاد واحدهای صنعتی، تأییدیه رعایت مصرف ویژه انرژی را از وزارت‌خانه‌های نیرو و نفت حسب مورد دریافت نماید.

- برخی از مواد فصل دهم این قانون با عنوان "انرژی‌های تجدیدپذیر و هسته‌ای"، عبارتند از:

ماده ۶۱: وزارت نیرو موظف است به‌منظور حمایت از گسترش استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی، شامل انرژی‌های بادی، خورشیدی، زمین‌گرمایی، آبی کوچک (تا ده مگاوات)، دریایی و زیست‌توده (مشمول بر ضایعات و زائدات کشاورزی، جنگلی، زباله‌ها و فاضلاب شهری، صنعتی، دامی، بیوگاز و بیومس) و با هدف تسهیل و تجمیع این امور، از طریق سازمان ذی‌ربط نسبت به عقد قرارداد بلندمدت خرید تضمینی از تولیدکنندگان غیردولتی برق از منابع تجدیدپذیر اقدام نماید.

ماده ۶۲: وزارت‌خانه‌های نیرو و نفت موظفند به‌منظور ترویج کاربرد اقتصادی منابع تجدیدشونده انرژی در سامانه‌های مجزای از شبکه از قبیل آب‌گرم‌کن خورشیدی، حمام خورشیدی، تلمبه بادی، توربین بادی، سامانه‌های فتوولتاییک، استحصال گاز از منابع زیست‌توده و صرفه‌جویی در هزینه‌های تأمین و توزیع سوخت‌های فسیلی، حمایت لازم را به صورت عمومی اعلام و از محل بودجه‌های مصوب سالانه خود یا منابع مذکور در ماده (۷۳) این قانون تأمین و پرداخت نمایند.

ماده ۶۳ - سازمان انرژی اتمی مکلف است به‌منظور بازیافت انرژی از تلفات حرارتی نیروگاه‌های هسته‌ای به‌صورت گرمایش، سرمایش یا تولید آب شیرین، قبل از احداث نیروگاه‌های اتمی نسبت به مطالعات امکان‌سنجی به‌کارگیری تولید همزمان برق و حرارت در نیروگاه‌های مذکور اقدام و در صورت مثبت بودن نتیجه مطالعات، این نیروگاه‌ها را صرفاً به روش فوق‌الذکر احداث و بهره‌برداری نماید. این سازمان موظف به اجرای طرح‌های تحقیقاتی و مطالعاتی به‌منظور کاهش مصرف انرژی تأسیسات چرخه سوخت، بومی نمودن ساخت نیروگاه هسته‌ای و طرح‌های تحقیقاتی مرتبط با گداحت هسته‌ای است.

۲۰-۱-۵- قانون حمایت از شرکت‌ها و مؤسسات دانش‌بنیان و تجاری‌سازی نوآوری‌ها و اختراعات

قانون حمایت از شرکت‌ها و مؤسسات دانش‌بنیان و تجاری‌سازی نوآوری‌ها و اختراعات، که در تاریخ ۱۳۸۹/۸/۱۹ تصویب شده است، از جمله شامل موارد زیر است:

- طبق ماده ۱ این قانون، شرکت‌ها و مؤسسات دانش‌بنیان، شرکت یا مؤسسه خصوصی یا تعاونی است که به منظور هم‌افزایی علم و ثروت، توسعه اقتصاد دانش‌محور، تحقق اهداف علمی و اقتصادی (شامل گسترش و کاربرد اختراع و نوآوری) و تجاری‌سازی نتایج تحقیق و توسعه (شامل طراحی و تولید کالا و خدمات) در حوزه فن‌آوری‌های برتر و با ارزش افزوده فراوان به ویژه در تولید نرم‌افزارهای مربوط تشکیل می‌شود.

- در ماده ۳، فهرستی از حمایت‌ها و تسهیلات قابل اعطاء به شرکت‌ها و مؤسسات دانش‌بنیان بیان شده است.

- در ماده ۵، اهداف و وظایف صندوق نوآوری و شکوفایی ذکر شده است.

۲۱-۱-۵- نقشه راه غلطان فعالیت‌های شورای پایایی شبکه برق کشور

نقشه راه غلطان فعالیت‌های شورای پایایی شبکه برق کشور، در سال ۱۳۹۲ با هدف افزایش هماهنگی و ارتقاء هم‌افزایی میان شورای پایایی شبکه برق کشور، کمیته‌ها، کارگروه‌ها، شوراهای پایایی منطقه‌ای و مؤسسات برق در انجام وظایف مرتبط تهیه شده است. در این سند پنج محور تعیین شده و برای هر محور تعدادی زیرمحور ارائه شده است. همچنین، در مورد هر زیرمحور، فعالیت‌هایی که باید برای تحقق آن انجام شوند ذکر شده است. این محورها، زیرمحورها و فعالیت‌ها در ادامه ارائه شده‌اند:

محور^۱ A: ارزیابی پایایی و تحلیل حوادث عمده شبکه برق کشور

زیرمحور^۲ E: تحلیل و گزارش‌دهی حوادث عمده شبکه برق و ریشه‌یابی علل وقوع

AE1: دستورالعمل گزارش‌دهی و تحلیل حوادث عمده شبکه برق کشور

AE2: گزارش‌های وقوع و تحلیل حوادث عمده شبکه برق کشور

زیرمحور^۱ R: پایش، ارزیابی و گزارش وضعیت پایایی شبکه برق کشور

^۱ Assessment and events (A)

^۲ Events analysis (E)

AR1: دستورالعمل ارزیابی پایایی شبکه تولید و انتقال برق کشور

AR2: دستورالعمل ارزیابی پایایی شبکه انتقال در سطح شرکت‌های برق منطقه‌ای

AR3: دستورالعمل ارزیابی پایایی شبکه‌های توزیع

AR4: دستورالعمل ارزیابی آمادگی نیروگاه‌ها در تابستان و زمستان پیش‌رو

محور D^۲: بهبود چرخه اطلاعات پایایی و نظارت بر اجرای مقررات پایایی در صنعت برق کشور

زیرمحور D^۳: مدیریت پایگاه اطلاعات پایایی و بهبود چرخه اطلاعات پایایی

DD1: نظام‌نامه چرخه اطلاعات پایایی شبکه برق کشور

DD2: ایجاد بستر لازم برای تشکیل پایگاه داده سراسری پایایی

زیرمحور P^۴: سنجش انطباق اجرای مقررات پایایی با اهداف از پیش تعیین شده

DP1: آیین‌نامه گزارش انطباق نتایج اجرای سند با نتایج مورد انتظار سند

DP2: بررسی گزارش‌های انطباق و ارائه راهکارهای لازم برای کاهش نقض انطباق سطح مطلوب اجرای سند با نتایج اجرای

سند

DP3: نظام‌نامه بازرسی و داوری میان مؤسسات برق در مسائل حقوقی پایایی

زیرمحور V^۵: ممیزی پایایی و رتبه‌بندی اثرگذاران در پایایی

DV1: آیین‌نامه ممیزی و امتیازدهی پایایی به شرکت (های) مادر تخصصی

DV2: آیین‌نامه ممیزی و رتبه‌بندی پایایی شرکت‌های برق منطقه‌ای

DV3: آیین‌نامه ممیزی و رتبه‌بندی پایایی شرکت‌های توزیع

DV4: آیین‌نامه ممیزی و رتبه‌بندی پایایی شرکت‌های مدیریت تولید نیروی برق

۱- Reliability assessment (R)

۲- Data and supervision (D)

۳- Data base (D)

۴- Performance compliance (P)

۵- Verify and ranking (V)

محور P^۱: برنامه‌ریزی حفظ و تامین پایایی شبکه برق کشور

زیرمحور A^۲: تعیین و بازنگری سطح قابل قبول پایایی شبکه برق کشور

PA1: دستورالعمل تعیین سطح قابل قبول پایایی در شبکه برق کشور

PA2: گزارش انطباق سطح پایایی شبکه برق کشور با سطح قابل قبول

زیرمحور G^۳: نقشه راه معماری و ساختار فنی شبکه برق کشور با به‌کارگیری روش‌ها و فن‌آوری‌های نوین

جهت حفظ پایایی در سطح قابل قبول

PG1: نقشه راه معماری شبکه اصلی برق کشور با در نظر گرفتن روش‌ها و فن‌آوری‌های نوین به منظور حفظ پایایی در سطح

قابل قبول

PG2: نقشه راه معماری شبکه‌های توزیع برق کشور با در نظر گرفتن روش‌ها و فن‌آوری‌های نوین به منظور حفظ پایایی در

سطح قابل قبول

محور R^۴: تصویب و بازنگری مقررات ناظر بر مدیریت پایایی شبکه برق کشور

زیرمحور C^۵: تعامل با اثرگذاران در تدوین، اجرا و نظارت بر مقررات پایایی

RC1: آیین‌نامه اجرایی شوراهای پایایی منطقه‌ای شبکه برق

زیرمحور F^۶: تبیین کارکردهای شورا و سایر مؤسسات برق در مدیریت پایایی شبکه برق کشور

RF1: نظام نامه شورای پایایی شبکه برق کشور

RF2: آیین نامه اجرایی شورای پایایی شبکه برق کشور

RF3: ضوابط اجرایی شورای پایایی شبکه برق کشور

RF4: ضوابط اجرایی کمیته برنامه‌ریزی

RF5: ضوابط اجرایی کمیته بهره‌برداری

۱- Planning of reliability (P)

۲- Adequate level (A)

۳- Grid structure (G)

۴- Regulation (R)

۵- Collaboration with players (C)

۶- Functional documents (F)

RF6: نظام‌نامه وظایف و تعاملات مؤسسات برق در مدیریت پایایی شبکه برق کشور

RF7: دستورالعمل تدوین استانداردهای پایایی

RF8: نقشه‌راه غلطان فعالیت‌های شورای پایایی شبکه برق کشور

زیرمجموعه ۱: تبیین مشاغل کلیدی پایایی در مؤسسات برق و شرایط احراز آن

RJ1: آیین‌نامه صدور گواهی‌نامه پایایی برای کارکنان مؤسسات برق

زیرمجموعه ۲: تدوین، اجرا و بازنگری نظام‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها و استانداردهای پایایی در حوزه

بهره‌برداری

RO1: مدل سیستمی شبکه برق کشور

RO2: عناوین استانداردهای پایایی در حوزه بهره‌برداری

RO3: بازنگری استانداردهای پایایی بهره‌برداری ابلاغ شده

RO4: تدوین استانداردهای پایایی در حوزه بهره‌برداری

RO5: نظام‌نامه تامین و کنترل کیفیت تجهیزات تولید، انتقال و توزیع برق

RO6: نظام‌نامه نگهداری و تعمیر تجهیزات تولید، انتقال و توزیع برق

RO7: نظام‌نامه مدیریت مخاطرات پایایی شبکه برق کشور

RO8: دستورالعمل تعیین پست‌های انتقال حساس

RO9: آیین‌نامه تحویل دائم و موقت پست‌ها و خطوط انتقال نیروی برق

RO10: آیین‌نامه تحویل موقت، دائم و تجاری نیروگاه‌ها

RO11: آیین‌نامه اتصال نیروگاه‌ها به شبکه برق کشور

RO12: آیین‌نامه تحویل و اتصال پست‌ها و خطوط توزیع به شبکه توزیع

RO13: استاندارد اتصال مولدهای تولید پراکنده به شبکه توزیع

RO14: نظام‌نامه حفاظت شبکه اصلی برق کشور

RO15: تعیین دوره‌ای محدوده‌ی شبکه اصلی برق کشور

زیرمحور^۱P: تدوین، اجرا و بازنگری نظام‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها و استانداردهای پایایی در حوزه

برنامه‌ریزی

RP1: نظام‌نامه برنامه‌ریزی توسعه‌ی شبکه برق کشور

RP2: اسناد پایین‌دستی نظام‌نامه برنامه‌ریزی توسعه‌ی شبکه برق کشور

RP3: عناوین استانداردهای پایایی در حوزه برنامه‌ریزی

RP4: تدوین یا بازنگری استانداردهای برنامه‌ریزی

محور^۲S: توسعه دانش پایایی و ارتقاء مهارت اثرگذاران

زیرمحور^۳C: تصویب و بازنگری تعاریف و مفاهیم پایایی

SC1: سند واژگان پایایی

SC2: سند مفاهیم پایایی

زیرمحور^۴G: ارتقاء دانش عمومی پایایی در جامعه

SG1: خبرنامه پایایی

زیرمحور^۵P: ارتقاء دانش تخصصی پایایی در دانشگاه‌ها و سایر مؤسسات پژوهشی

SP1: آیین‌نامه حمایت از تألیف و ترجمه کتب و انجام پایان‌نامه‌ها با موضوع پایایی

زیرمحور^۶S: آموزش کارکنان و اثرگذاران پایایی

SS1: نظام‌نامه آموزش پایایی برای کارکنان مؤسسات برق

۱- Planning regulation (P)

۲- Skill and knowledge (S)

۳- Concepts and glossary (G)

۴- General knowledge (G)

۵- Professional knowledge (P)

۶- Staff education (S)

نتیجه‌گیری

در این گزارش مرزبندی موضوع پایایی، جهت تهیه و تدوین نقشه‌راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران انجام گردید. بدین منظور ابتدا تاریخچه‌ای از مطالعات قابلیت اطمینان در سیستم‌های مهندسی و همچنین در شبکه قدرت ارائه گردید و در ادامه مفاهیم و مرزبندی‌های فنی لازم برای اجرای فاز آغازین این سند انجام گرفت. مرزبندی‌های تعیین‌شده با برخی از کارشناسان و خیرگان صنعت برق نهایی گردید و در ادامه تهیه این نقشه‌راه از آنها استفاده خواهد شد.

در ادامه نداشت نهادی لازم برای فعالیتهای پایایی تهیه گردید که در مراحل آتی پروژه از آنها استفاده خواهد شد و همچنین اسناد بالادستی این سند معرفی گردیدند تا در تهیه چشم‌انداز پایایی مورد استفاده قرار گیرند.

مراجع

- [1] Coleridge S.T. *Biographia Literaria*. In: Engell J., Bate W.J., Eds., *The collected works of Samuel Taylor Coleridge*, New Jersey, USA, Princeton University Press, 1983.
- [2] J. H. Saleh and K. Marais, Highlights from the Early (and Pre-) History of Reliability Engineering, *Reliability Engineering and System Safety* 91, 2006, pp. 249-256.
- [3] E. Zio, Reliability Engineering: Old Problems and New Challenges”, *Reliability Engineering and System Safety*, Volume 94, Issue 2, February 2009, pp. 125–141.
- [4] B. S. Dhillon, *Applied reliability and quality: fundamentals, methods and procedures*, Springer, 2007.
- [5] W. J. Layman, Fundamental Considerations in Preparing a Master System Plan, *Electrical World*, Vol. 101, 1933, pp. 778-792.
- [6] S. A. Smith, Service Reliability Measured by Probabilities of Outage, *Electrical World*, Vol. 103, 1934, pp. 371–374.
- [7] Calabrese, G. 1947, ‘Generating Reserve Capability Determined by the Probability Method’, *AIEE Trans Power Apparatus Systems*, no. 66, pp. 1439–50.
- [8] R. Billinton, *Power System Reliability Evaluation*, Gordon and Breach, Science Publishers, 1970.
- [9] R. Billinton, “Bibliography on the application of probability methods in power system reliability evaluation,” in *IEEE Trans. Power App. and Syst.*, vol. PAS-91, no. 2, pp. 649–660, Mar./Apr 1972.
- [10] IEEE Subcommittee On The Application Of Probability Methods Power System Engineering Committee, “Bibliography on the application of probability methods in power system reliability evaluation 1971-1977,” in *IEEE Trans. Power App. and Syst.*, vol. PAS-97, no. 6, pp. 2235–2242, Nov./Dec. 1978.
- [11] R. A. Allan, R. Billinton, and S. H. Lee, “Bibliography on the application of probability methods in power system reliability evaluation 1977-1982,” in *IEEE Trans. Power App. and Syst.*, vol. PAS-103, no. 2, pp. 275–282, Feb. 1984.
- [12] R. A. Allan, R. Billinton, S. M. Shahidehpour, and C. Cingh, “Bibliography on the application of probability methods in power system reliability evaluation 1982-1987,” in *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 3, no. 4, pp. 1555–1564, Nov. 1988.

- [13] R. A. Allan, R. Billinton, A. M. Breipohl, and C. H. Grigg, "Bibliography on the application of probability methods in power system reliability evaluation 1987-1991," in IEEE Trans. Power Syst., vol. 9, no. 1, pp. 41-49, Feb. 1994.
- [14] R. A. Allan, R. Billinton, A. M. Breipohl, and C. H. Grigg. "Bibliography on the application of probability methods in power system reliability evaluation 1992-1996," in IEEE Trans. Power Syst., vol. 14, no. 1, pp. 51-57, Feb. 1999.
- [15] R. Billinton, M. Fotuhi-Firuzabad, and L. Bertling, "Bibliography on the application of probability methods in power system reliability evaluation 1996-1999," in IEEE Trans. Power Syst., vol. 16, no. 4, pp. 595-602, Nov. 2001.
- [16] GARPUR Consortium, GARPUR – Generally Accepted Reliability Principle with Uncertainty modelling and through probabilistic Risk assessment 2013, EU Commission.
- [17] Boute, Anatole. "Towards Secure and Sustainable Energy Supply in Central Asia: Electricity Market Reform and Investment Protection." Available at SSRN 2505031 (2014).
- [18] PSERC Project Report, "Comprehensive Power System Reliability Assessment", 2003.
- [19] "Cost-Benefit Analysis of Power System Reliability: Determination of Interruption Costs", vol. 1, 1990
- [20] IEC/IEV 617-01-01. Available from:
<http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=617-01-01>.
- [21] Kundur, P., Paserba, J., Ajarapu, V., Andersson, G., Bose, A., Canizares, C., Hatziargyriou, N., Hill, D., Stankovic, A., Taylor, C., Van Cutsem, T., and Vittal, V., Definition and classification of power system stability IEEE/CIGRE joint task force on stability terms and definitions. Power Systems, IEEE Transactions on, 2004. 19(3): p. 1387-1401.
- [22] ENTSO-E. Statistical Glossary. Available from: <https://www.entsoe.eu/data/data-portal/glossary/>.
at: <https://www.entsoe.eu/publications/system-operations-reports/nordic>
- [23] GARPUR Consortium. State of the art on reliability assessment in power systems. 7th framework programme, EU Commission grant agreement 608540, 2014. Available at: <http://www.garpur-project.eu/deliverables>
- [24] R. Billinton and R. Allan, "Power-system reliability in perspective," in "Applied Reliability Assessment in Electric Power Systems," edited by R. Billinton, R. Allan, and L. Salvaderi, IEEE Press, 1991.

- [25] Hirst, Eric, and Stan Hadley. "Maintaining generation adequacy in a restructuring US electricity industry." ORNL/CON-472, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, October. [http://www.ornl.gov/ORNL/BTC/Restructuring C 472](http://www.ornl.gov/ORNL/BTC/Restructuring_C_472) (1999)
- [26] Kirby, Brendan, and Eric Hirst. "Reliability management and oversight." National Transmission Grid Study–Issue Papers (2002).
- [27] Osborn, Julie, and Cornelia Kawann. "Reliability of the US Electricity System: recent trends and current issues." Energy Analysis Department, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL-47043, Berkeley, CA (2001).
- [28] DOE, Maintaining reliability in a competitive U.S. electricity industry, Final report of the task force on electric system reliability, United States Department of Energy, 1998.
- [29] R. Billinton and R. Allan, "Reliability Evaluation of Power Systems, 2nd edition, Plenum Press, 1996.
- [30] R. Billinton, R. Allan, and L. Salvaderi, "Part I: Generating Capacity, Hierarchical Level I," in "Applied Reliability Assessment in Electric Power Systems," edited by R. Billinton, R. Allan, and L. Salvaderi, IEEE Press, 1991.
- [31] IEEE Working Group Report, "Reliability Indices for Use in Bulk Power System Supply Adequacy Evaluation". IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 97, No. 4, pp. 1097-1103, July-August 1978.
- [32] Task Force on Bulk Power System Reliability, chaired by J. Endrenyi, "Bulk Power System Reliability Concepts & Applications," IEEE Trans. Pwr. Sys., Vol. 3, No. 1, Feb, 1988.
- [33] Task Force on Predictive Indices, chaired by R. Allan, "Bulk System Reliability - Predictive Indices," IEEE Trans. Pwr. Sys., Vol. 5, No. 4, Nov. 1990.
- [34] Force on Future Needs, chaired by R. Ringlee, "Bulk Power System Reliability: Criteria & Indices, Trends & Future Needs," 1993 WM 180-0 PWRS.

[۳۵] "مدل سیستمی شبکه اصلی برق کشور"، شورای پایایی شبکه برق کشور، زمستان ۱۳۸۹.

[۳۶] سایت مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (<http://rc.majlis.ir>)

[۳۷] سایت مجمع تشخیص مصلحت نظام (<http://maslahat.ir>)

[۳۸] سایت دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی (<http://sccr.ir>)

[۳۹] سایت وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری (<http://msrt.ir>)

[۴۰] سایت معاونت علمی و فن‌آوری رئیس‌جمهور (<http://isti.ir>)

[۴۱] سایت معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور (<http://www.spac.ir>)

[۴۲] سایت سازمان پدافند غیرعامل کشور (<http://paydarymelli.ir>)

[۴۳] سایت سازمان ملی استاندارد ایران (<http://isiri.org>)

[۴۴] سایت سازمان حفاظت محیط زیست (<http://www.doe.ir>)

[۴۵] سایت وزارت نیرو (<http://moe.gov.ir>)

[۴۶] سایت شرکت توانیر (<http://tavanir.org.ir>)

[۴۷] سایت سازمان توسعه برق ایران (<http://www.ipdc.ir>)

[۴۸] سایت شرکت مدیریت شبکه برق ایران (<http://igmc.ir>)

[۴۹] سایت پژوهشگاه نیرو (<http://www.nri.ac.ir>)

[۵۰] سایت صندوق حمایت از پژوهشگران و فن‌آوران کشور (<http://www.insf.org>)

[۵۱] سایت مؤسسه خدمات فن‌آوری تا بازار (<http://corridor.nano.ir>)

[۵۲] سایت سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران (<http://www.irost.org>)

[۵۳] سایت بنیاد ملی نخبگان (<http://bmn.ir>)

[۵۴] سایت صندوق نوآوری و شکوفایی (<http://www.nsfund.ir>)

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۶.....	مقدمه
۸.....	فصل اول: معرفی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت، چالش‌ها و روندهای تحقیقاتی.....
۸.....	۱-۱- مقدمه‌ای بر قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت
۱۲.....	۲-۱- مهمترین زمینه‌های تحقیقاتی موجود در حوزه قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت
۱۶.....	۱-۲-۱- وضعیت کشور از نقطه نظر فعالیت‌های پژوهشی در هر یک از زیرمحورها.....
۱۸.....	۳-۱- چالش‌های پیش روی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت.....
۱۹.....	۱-۳-۱- چالش‌های تولید و بار
۲۱.....	۲-۳-۱- چالش‌های تولیدات متغیر.....
۲۱.....	۳-۳-۱- چالش‌های بهره‌برداری
۲۲.....	۴-۳-۱- چالش‌های امنیت سیستم.....
۲۳.....	۵-۳-۱- چالش‌های سیاست‌گذاری و مسائل رگولاتوری
۲۳.....	۶-۳-۱- چالش‌های شبکه‌های هوشمند
۲۷.....	۱-۶-۳-۱- مدیریت سمت تقاضا و پاسخگویی بار
۲۸.....	۷-۳-۱- چالش‌های عملکرد انسانی.....
۲۸.....	۸-۳-۱- چالش‌های توسعه شبکه تولید و انتقال
۲۹.....	۴-۱- نتیجه‌گیری
۳۰.....	فصل دوم: بررسی آمارهای قابلیت اطمینان دیگر کشورها.....
۳۰.....	۱-۲- آمار پایایی مربوط به دیگر کشورها.....
۳۹.....	۲-۲- جمع‌بندی
۴۱.....	فصل سوم: آمار پایایی مربوط به داخل کشور.....
۴۱.....	۱-۳- آمار قابلیت اطمینانی داخل کشور
۵۴.....	۲-۳- جمع‌بندی
۵۷.....	فصل چهارم: اهمیت مطالعات قابلیت اطمینان
۵۷.....	۱-۴- جایگاه مطالعات قابلیت اطمینان
۵۹.....	۲-۴- هزینه‌های انرژی الکتریکی نامطمئن.....
۶۰.....	۳-۴- انواع خاموشی‌ها

۶۱	۴-۴- مسائل امنیتی-سیاسی و پدافند غیر عامل
۶۴	۴-۵- مسائل اقتصادی
۷۸	۴-۶- بررسی واکنش‌های اجتماعی نسبت به خاموشی برق
۷۹	۴-۶-۱- مدل‌های احتمالی پیامدهای ناشی از قطع برق در بخش‌های مختلف صنعت برق
۸۳	۴-۷- مسائل زیست محیطی
۸۸	۴-۸- نتیجه‌گیری
۸۹	نتیجه‌گیری
۹۱	مراجع

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۳	شکل ۱-۱: محورهای مطالعاتی قابلیت اطمینان
۱۴	شکل ۲-۱: موضوعات مطرح در محور اول
۱۵	شکل ۳-۱: موضوعات مطرح در محور دوم
۱۵	شکل ۴-۱: خلاصه محور سوم
۱۶	شکل ۵-۱: وضعیت قابلیت اطمینان کشور از نقطه نظر فعالیت‌های پژوهشی در هر یک از زیرمحورهای ارزیابی قابلیت اطمینان
۱۷	شکل ۶-۱: وضعیت قابلیت اطمینان کشور از نقطه نظر فعالیت‌های پژوهشی در هر یک از زیرمحورهای بهبود قابلیت اطمینان
۱۸	شکل ۷-۱: وضعیت قابلیت اطمینان کشور از نقطه نظر فعالیت‌های پژوهشی در هر یک از زیرمحورهای مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان
۱۹	شکل ۸-۱: دسته‌بندی چالش‌های قابلیت اطمینان سیستم قدرت
۲۸	شکل ۹-۱: افزایش پایایی سیستم با اجرای برنامه پاسخ‌گویی بار
۳۰	شکل ۱-۲: میزان متوسط خروج بر حسب ساعت در سال برای برخی از کشورها
۳۱	شکل ۲-۲: میزان متوسط خروج بر حسب ساعت در سال برای برخی از کشورها
۳۱	شکل ۳-۲: میزان متوسط خروج بر حسب ساعت در سال برای کشورهای مشابه ایران
۳۳	شکل ۴-۲: مدت دقایق خاموشی در سال برای رخدادهای برنامه ریزی نشده بدون احتساب وقایع خاص
۳۵	شکل ۵-۲: تعداد خاموشی در سال برای رخدادهای برنامه ریزی نشده بدون احتساب وقایع خاص
۳۶	شکل ۶-۲: مدت زمان خاموشی‌های بلند مدت و برنامه ریزی نشده در هر سال با احتساب تمامی وقایع
۳۶	شکل ۷-۲: تعداد خاموشی‌های بلند مدت و برنامه ریزی نشده در هر سال را با احتساب تمامی وقایع
۳۸	شکل ۸-۲: تعداد خرابی‌های مرتبط با شبکه انتقال که منجر به از دست دادن بار شده‌اند
۴۰	شکل ۹-۲: مدت زمان خاموشی مشترکین بر حسب دقیقه در سال برای کشورهای مختلف
۴۱	شکل ۱-۳: ظرفیت نامی نیروگاه‌های کشور بین سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۹۲
۴۲	شکل ۲-۳: حداکثر توان مصرفی بین سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۹۲
۴۲	شکل ۳-۳: قدرت نامی نیروگاه‌های کشور و حداکثر نیاز مصرف کل کشور طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۱
۴۳	شکل ۴-۳: نحوه خصوصی‌سازی نیروگاه‌های کشور بر حسب مگاوات طی سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۹۲
۴۴	شکل ۵-۳: روند کمبود قدرت عملی تا سطح ذخیره تولید ۲۶ درصد (برحسب مگاوات)

- شکل ۳-۶: میزان سرمایه‌گذاری در بخش‌های تولید، انتقال و توزیع صنعت برق بر حسب میلیارد ریال
- شکل ۳-۷: درصد سهم شبکه تولید و یا انتقال-توزیع در ایجاد خاموشی طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۱
- شکل ۳-۸: نرخ خاموشی ناشی از بخش توزیع طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۲
- شکل ۳-۹: میزان انرژی الکتریکی تحویلی (بر حسب میلیون کیلووات ساعت)
- شکل ۳-۱۰: میزان انرژی تامین نشده (بر حسب میلیون کیلووات ساعت)
- شکل ۳-۱۱: میزان انرژی تامین نشده (بر حسب پریونیت)
- شکل ۳-۱۲: مدت زمان خاموشی هر مشترک (بر حسب دقیقه در روز)
- شکل ۳-۱۳: میزان خاموشی‌های سالیانه برق منطقه‌ای خراسان طی سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۱
- شکل ۳-۱۴: ظرفیت پست‌های انتقال به تفکیک سن بر حسب مگاوات آمپر
- شکل ۳-۱۵: طول خطوط انتقال نیز به تفکیک سن بر حسب کیلومتر
- شکل ۳-۱۶: مقایسه کشورهای مختلف جهان از منظر پایایی
- شکل ۴-۱: هزینه‌های پنهان قابلیت اطمینان پایین سیستم قدرت
- شکل ۴-۲: مدل یک: پیامدهای ناشی از قطع برق در بخش‌های کشاورزی
- شکل ۴-۳: مدل دو: پیامدهای ناشی از قطع برق در بخش‌های صنعتی
- شکل ۴-۴: مدل سه: پیامدهای ناشی از قطعی برق در مراکز تجاری
- شکل ۴-۵: مدل چهار: پیامدهای ناشی از قطع برق در بخش خانگی
- شکل ۴-۶: مدل پنج: پیامدهای ناشی از قطع برق در بخش عمومی

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۳۷	جدول ۱-۲: شاخص‌های قابلیت اطمینان ۹ کشور جهان در سال ۲۰۰۷
۳۸	جدول ۲-۲: شاخص‌های قابلیت اطمینان کشور کانادا
۳۹	جدول ۳-۲: خلاصه گزارش آمارهای قابلیت اطمینان بر اساس داده‌های ۲۰۱۲-۲۰۱۳ در ایالات متحده آمریکا
۳۹	جدول ۴-۲: میانگین شاخص‌های قابلیت اطمینان در ایالات متحده آمریکا طی سال‌های گذشته
۵۰	جدول ۱-۳: شاخص‌های قابلیت اطمینان شبکه انتقال و فوق توزیع یزد
۵۰	جدول ۲-۳: شاخص‌های قابلیت اطمینان شبکه توزیع یزد
۵۰	جدول ۳-۳: شاخص‌های قابلیت اطمینان کل شبکه برق یزد
۵۱	جدول ۴-۳: شاخص‌های محاسبه‌شده برای شبکه برق ایران به تفکیک شرکت‌های برق منطقه‌ای
۵۱	جدول ۵-۳: شاخص‌های پایایی شبکه برق ایران
۶۳	جدول ۱-۴: مروری بر وقایع تاریخی حمله به شبکه‌های برق‌رسانی
	جدول ۲-۴: متوسط هزینه‌های خاموشی مشترکین در ایالت متحده در سال ۲۰۰۸ بر اساس نوع مصرف‌کننده و نوع خاموشی برحسب دلار
۷۱	جدول ۳-۴: متوسط هزینه‌های خاموشی مشترکین در ایالت متحده در سال ۲۰۰۸ برای انواع فعالیت‌های تجاری در بعدازظهر تابستان یک روز کاری برحسب دلار
۷۱	جدول ۴-۴: متوسط هزینه‌های خاموشی مشترکین در ایالت متحده در سال ۲۰۰۸ بر اساس نوع مصرف‌کننده، مدت زمان خاموشی، فصل و روز هفته برحسب دلار
۷۲	جدول ۵-۴: متوسط هزینه‌های خاموشی مشترکین در ایالت متحده در سال ۲۰۰۸ بر اساس نوع مصرف‌کننده، مدت زمان خاموشی، فصل و ساعات روز
۷۶	جدول ۴-۶: تعریف فعالیت‌ها بر اساس کدهای دو رقمی ISIC گروه‌های صنعتی جامعه نمونه
۷۶	جدول ۴-۷: تعریف فعالیت‌ها بر اساس کدهای دو رقمی ISIC گروه‌های معدنی جامعه نمونه
۷۷	جدول ۴-۸: هزینه انرژی تامین نشده در گروه‌های مختلف صنعتی (هزار ریال بر کیلووات ساعت)
۷۷	جدول ۴-۹: هزینه انرژی تامین نشده در گروه‌های مختلف معدنی (هزار ریال بر کیلووات ساعت)

مقدمه

در عصر کنونی وابستگی مشترکان به انرژی الکتریکی بسیار بالاست. انرژی الکتریکی جز یکی از زیرساخت‌های حیاتی جوامع محسوب می‌شود و حتی سایر زیرساخت‌های حیاتی مانند بهداشت و درمان، حمل و نقل، مخابرات و شبکه آب رسانی نیز به انرژی الکتریکی وابسته هستند و قطعی برق می‌تواند بر عملکرد مناسب آنها تاثیر نامطلوب بگذارد.

در سال‌های اخیر شرکت‌های فعال در حوزه صنعت برق و تولیدکنندگان تجهیزات شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی انجام داده‌اند تا بتوانند بطور اقتصادی و با کیفیت مطلوب میزان مصرف مورد نیاز را تامین نمایند. سطح مطلوب و مناسب سرویس‌دهی شبکه‌های برق به وسیله سطح کیفیت و قابلیت اطمینان انرژی الکتریکی که در اختیار مصرف‌کنندگان قرار گرفته می‌شود، اندازه‌گیری می‌گردد [۱].

قابلیت اطمینان یکی از موارد مهم در برنامه‌ریزی، طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت می‌باشد. تعریف‌های بسیاری برای بیان قابلیت اطمینان ارائه شده است که یکی از این تعریف‌ها مقبولیت و پذیرش بیشتری یافته است [۲]:

"قابلیت اطمینان یک سیستم عبارت است از احتمال عملکرد رضایت‌بخش آن سیستم تحت شرایط کار مشخص برای مدت زمان معین"

مفهوم قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت تقریباً تمامی توانایی سیستم در جهت برآورده نمودن نیازهای مصرف‌کنندگان را شامل می‌گردد.

وجود حجم بالای سرمایه‌گذاری در صنعت برق چه از نظر سخت‌افزاری و تجهیزات فیزیکی و چه از نظر نرم‌افزاری و نیروی انسانی شاغل، ایجاب می‌نماید که به مقوله قابلیت اطمینان به‌عنوان یک صنعت پایه‌ای و زیرساختی توجه خاصی شود. صنعت برق از آنجا که بر رشد و توسعه سایر صنایع موثر است، از اهمیت به‌سزایی برخوردار بوده و از این رو هر گونه افزایش یا کاهش قابلیت اطمینان در این صنعت بطور مستقیم و غیرمستقیم بر روی کارکرد سایر صنایع می‌تواند تاثیرگذار باشد [۳].

لذا با توجه به موارد فوق، قابلیت اطمینان در صنعت برق از جنبه‌های مختلفی حائز اهمیت است. از سوی دیگر با آغاز موج تجدید ساختار و آزادسازی دسترسی به شبکه برق، اهمیت موارد یاد شده ابعاد وسیع‌تری یافته و انجام آن نیز تمهیدات پیچیده‌تری به خود گرفته است که بررسی آن و ارائه راهکارهای متناسب، عرصه جدیدی را برای پژوهش و بررسی در صنعت برق ایجاد کرده است. در این راستا مطالعات قابلیت اطمینان نقشی اساسی در طرح‌های آینده ایفا خواهد نمود [۳].

در این گزارش به بررسی اهمیت مطالعات قابلیت اطمینان و تبیین جایگاه آن در فعالیتهای آتی داخل کشور پرداخته خواهد شد. از مهمترین اهداف این گزارش بررسی ضرورت انجام مطالعات قابلیت اطمینان در داخل کشور و نحوه توجیه‌پذیری فعالیتهای مرتبط با آن می‌باشد.

بدین منظور در فصل اول ابتدا به معرفی مفاهیم قابلیت اطمینان پرداخته شده است، مهمترین چالش‌های موجود در این حوزه بررسی شده و روندهای تحقیقاتی موجود نیز مرور می‌شود. در فصل دوم آمار و اطلاعات مرتبط با قابلیت اطمینان دیگر کشورها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در فصل سوم نیز آمار قابلیت اطمینانی داخل کشور در کنار آمار دیگر کشورها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و کاستی‌های موجود در این حوزه بررسی خواهد شد. در فصل چهارم نیز اهمیت مطالعات قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت از جنبه‌های مختلفی مانند مسائل اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، امنیتی و مسائل زیست محیطی بررسی می‌شود و ضرورت انجام این فعالیتهای مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در انتها نیز نتیجه‌گیری گزارش آورده شده است.

فصل اول: معرفی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت، چالش‌ها و روندهای تحقیقاتی

مقدمه

در این فصل ابتدا به معرفی مفاهیم کلی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت پرداخته شده و در ادامه حوزه‌های مختلف تحقیقاتی و همچنین چالش‌های موجود در این زمینه نیز بررسی شده است.

۱-۱- مقدمه‌ای بر قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت

انرژی از نقطه نظر اقتصادی و اجتماعی از جایگاه ویژه‌ای در بهبود کیفیت زندگی انسان‌ها برخوردار است و به تبع آن، مسائل مربوط به آن نیز نقش بسزایی در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه توسعه کشورها دارد. بنابراین انرژی به صورت عمیقی بر روی اقتصاد، جامعه و محیط زیست تاثیر دارد.

انرژی برق یکی از بهترین و پاک‌ترین انرژی‌هاست. اهمیت نقش برق در زندگی انسان تا جایی است که با توجه به میزان مصرف آن، شدت انرژی و ترکیب مشترکین و منحنی بار می‌توان به سنجش درجه توسعه یافتگی کشورها پی برد.

سیستم‌های قدرت الکتریکی در دهه‌های اخیر پیشرفت‌های فراوانی نموده‌اند. نخستین تاکید آنها بر تامین یک منبع قابل اطمینان و اقتصادی انرژی الکتریکی برای مصرف‌کننده‌ها است. ظرفیت‌های اضافی و ذخیره در تولید و تجهیزات شبکه پیش بینی می‌شوند تا در صورت بروز خطا و خاموشی‌های اجباری نیروگاه و قطع با برنامه شبکه جهت تعمیرات، تامین انرژی پیوسته امکان‌پذیر باشد. مقدار افزونگی ظرفیت باید متناسب با نیاز بوده و منبع نیز تا حد امکان اقتصادی باشد [۱].

قابلیت اطمینان، یک ویژگی ذاتی و یک سنجش مشخص از هر قطعه، تجهیز یا سیستم است که توانایی آن در انجام وظایف محوله را نشان می‌دهد [۴]. در سیستم قدرت، در اصطلاح عمومی، قابلیت اطمینان، به توانایی سیستم در تامین توان الکتریکی برای مشتریان در هر دو شرایط استاتیکی و دینامیکی و با سطح اطمینان قابل قبولی از کیفیت و دوام دلالت دارد

ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت، دارای دو بخش اساسی است: کفایت^۱ و امنیت^۲. کفایت سیستم، به بررسی وجود و دسترس‌پذیری تجهیزات کافی در سیستم برای تأمین بار درخواستی مشتری بدون نقض قیود بهره‌برداری سیستم می‌پردازد. کفایت، شامل وجود تجهیزات مورد نیاز، برای تولید انرژی کافی و تجهیزات انتقال و توزیع مورد نیاز، برای انتقال انرژی به نقاط بار می‌گردد. بنابراین، کفایت به شرایط استاتیکی سیستم مربوط است. در واقع مساله کفایت، برنامه‌ریزی و کل قابلیت اطمینان سیستم را مد نظر قرار می‌دهد. امنیت سیستم، توانایی سیستم برای پاسخ‌گویی به شوک‌ها و اغتشاش‌های ناگهانی رخ داده در درون سیستم، مانند از دست رفتن تولید یا تجهیزات انتقال یا خطاهای اتصال کوتاه را عرضه می‌نماید. در چنین شرایطی، مطالعات امنیت، توانایی سیستم برای بقاء، بدون شکست‌های زنجیره‌ای و بدون از دست دادن پایداری را نشان می‌دهد [۵]. در مطالعات امنیت سیستم، تحلیل امنیت می‌تواند مجدداً به دو بخش تقسیم شود: گذرا (دینامیک) و حالت ماندگار (استاتیک). ارزیابی پایداری گذرا، به بررسی نوسانات سیستم به دنبال خروج یک المان یا یک خطا می‌پردازد، تا احتمال از دست رفتن سنکرونیزم ژنراتورها را بررسی نماید. هدف از ارزیابی امنیت حالت ماندگار، بررسی وجود یک نقطه کار حالت ماندگار جدید و ایمن، بعد از وقوع یک پیشامد می‌باشد که سیستم قدرت آشفته، پس از میرایی نوسانات دینامیک، در آن آرام گیرد. به عبارت دیگر، امنیت وقوع رخدادها در شرایط بهره‌برداری را مورد بررسی قرار می‌دهد و شامل مطالعات استاتیکی و دینامیکی می‌باشد [۵].

مجموعه سیستم قدرت را می‌توان به سه ناحیه اصلی تقسیم کرد: تولید، انتقال و توزیع. ارزیابی کفایت سیستم قدرت، می‌تواند در هر یک از این نواحی اصلی و در هر یک از سطوح سلسله مراتبی (HL) صورت پذیرد [۱-۵].

ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح ترتیبی I (HL-I) ^۴، به توانایی تجهیزات تولید برای تأمین بار درخواستی برمی‌گردد. در ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح ترتیبی II (HL-II)، تجهیزات تولید و انتقال، به صورت یک سیستم ترکیبی یا سیستم قدرت بزرگ در نظر گرفته می‌شوند که مسئول تحویل انرژی مورد نیاز به نقاط عمده بار هستند. از این روی، سطح ترتیبی II به نام‌های سیستم قدرت گسترده یا ترکیبی نیز شهرت دارد. ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح ترتیبی III (HL-III)، مربوط به کل سیستم، شامل سه ناحیه اصلی تولید، انتقال و توزیع است. ارزیابی HL-III در یک سیستم بزرگ، به علت پیچیدگی محاسباتی

۱- Adequacy

۲- Security

۳- Hierarchical Level

۴- Hierarchical Level-I

و ابعاد مسأله دشوار است. معمولاً آنالیز دقیق در HL-I، HL-II و ناحیه اصلی توزیع انجام می‌شود. مطالعات HL-I و HL-II مرتباً انجام می‌گیرند ولی بخاطر مقیاس مساله، معمولاً مطالعات کامل HL-III غیر عملی هستند. قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع با در نظر گرفتن توانایی شبکه تغذیه شده از نقاط منبع بزرگ یا دیگر تغذیه‌کننده‌های محلی جهت تامین تقاضاهای بار ارزیابی می‌شود. این مساله تنها شامل بخش توزیع می‌شود. اگر محاسبه تمام شاخص‌های HL-III مورد نیاز باشد، شاخص‌های نقطه بار در تشخیص HL-II می‌توانند به صورت مقادیر ورودی در بخش توزیع استفاده شوند.

به صورت سنتی، اغلب از معیار $N-k$ (به خصوص $N-1$) برای توصیف قابلیت اطمینان سیستم استفاده می‌شد که به علت نادیده گرفتن ماهیت تصادفی سیستم قدرت منسوخ گردید. معیار $N-k$ ، یک روش معین^۱ در ارزیابی قابلیت اطمینان است که به بررسی تأثیر خروج همزمان k عنصر بر عملکرد سیستم قدرت می‌پردازد. برای در نظر گرفتن ماهیت تصادفی عناصر و ارائه رفتار عملی سیستم، روش‌های احتمالاتی^۲ شامل روش‌های تحلیلی و شبیه‌سازی توسعه داده شده و رایج شده‌اند. محدوده وسیعی از شاخص‌های کفایت مانند احتمال از دست رفتن بار (LOLP^۳)، احتمال از دست رفتن بار در طول یک دوره مشخص (LOLE^۴)، فرکانس انتظاری قطع بار (LOLF^۵)، مدت زمان انتظاری قطع بار (LOLD^۶) و انرژی تأمین نشده احتمالی (EENS^۷) وجود دارد که می‌توان آن‌ها را برای نقاط بار منفرد (شاخص‌های گره‌ای) و برای کل سیستم (شاخص‌های سیستمی) محاسبه کرد. LOLP مجموع احتمال حالت‌های منجر به قطع بار در یک سطح بار، LOLE تعداد متوسط روزهای (ساعات) دارای بار پیک بیشتر از ظرفیت در دسترس، LOLF نسبت تعداد حالات منجر به قطع بار به تعداد کل حالات، LOLD نسبت LOLE به LOLF و EENS مجموع حاصل ضرب احتمال حالت‌های منجر به قطع بار در میزان انرژی قطع شده است.

شاخص‌های قابلیت اطمینان سیستم و نقاط بار، می‌تواند شاخص‌های سالانه^۸ یا سالانه‌شده^۱ باشند. شاخص‌های سالانه‌شده، برای یک سطح بار واحد محاسبه شده (معمولاً سطح بار پیک سیستم) و سپس، بر مبنای یک سال بیان می‌شوند.

۱-Deterministic method

۲-Probabilistic methods

۳-Loss of Load Probability

۴-Loss of Load Expectation

۵-Loss of Load Frequency

۶-Loss of Load Duration

۷-Expected Energy Not Supplied

۸-Annual

شاخص‌های سالانه بر مبنای تغییرات دقیق بار که در کل سال اتفاق می‌افتد، محاسبه می‌شوند. شاخص‌های سالانه‌شده، شاخص‌های کاملی برای مقایسه کفایت گزینه‌های مختلف برای تقویت شبکه هستند، اما شاخص‌های سالانه در مواقع نیاز به محاسبه ارزیابی عملکرد سالانه قابلیت اطمینان یک سیستم استفاده می‌شوند [۵-۱].

پروسه ارزیابی احتمالاتی قابلیت اطمینان به سه بخش اصلی تقسیم می‌شود: نمونه‌برداری حالات، ارزیابی حالات و محاسبه شاخص‌ها. هر حالت نمونه‌برداری شده، شامل وضعیت واحدهای نیروگاهی و خطوط انتقال است که برخی در وضعیت فعال و برخی در حالت از کار افتاده قرار دارند. ارزیابی حالات، برای ارزیابی شکست یا موفقیت در حالات نمونه‌برداری شده و تعیین شدت ناکارآمدی سیستم در حالات شکست است. پس از توقف روند نمونه‌برداری، با اطلاعات حاصل از ارزیابی حالات و براساس روابط از پیش تعیین‌شده، شاخص‌های کفایت سیستم محاسبه می‌شوند.

برای نمونه‌برداری حالات در ارزیابی شاخص‌های کفایت در سیستم قدرت ترکیبی، به‌طور معمول دو روش وجود دارد. روش اول بر اساس ارزیابی تحلیلی است و روش دوم، با استفاده از روش شبیه‌سازی مونت‌کارلو که می‌تواند بر اساس نمونه‌برداری غیرترتیبی یا ترتیبی باشد. روش‌های تحلیلی، مانند شمارش حالات یا شمارش پیشامدها^۱، سیستم را به‌صورت یک مدل ریاضی در نظر گرفته و شاخص‌های قابلیت اطمینان را با استفاده از راه‌حل‌های عددی مستقیم ارزیابی می‌کنند. نتایج عددی حاصل از روش‌های تحلیلی برای یک سیستم مشخص، مدل مشخص و مجموعه داده‌های ورودی مشخص، همواره ثابت است. مشکل اصلی در روش‌های تحلیلی، نیاز آن به ردیابی حالات بی‌شماری از سیستم است. برای غلبه بر این مشکل، با رتبه‌بندی حالات یا محدود کردن ارزیابی حالات به سطح مشخصی از خروج تجهیزات، فضای حالت را هرس می‌کنند [۶].

در مقایسه با روش‌های تحلیلی، روش‌های مبتنی بر مونت‌کارلو، به علت توانایی عملکرد و کارایی در آرایش‌های پیچیده سیستم، امیدبخش‌تر هستند. این روش‌ها، با شبیه‌سازی فرآیند واقعی و رفتار تصادفی سیستم، شاخص‌های قابلیت اطمینان را تخمین می‌زند و با مسأله به صورت یک سری آزمایش برخورد می‌کنند. مشکل اصلی روش‌های شبیه‌سازی این است که فقط برای شاخص‌های سیستمی قابل اتکا هستند و برای محاسبه شاخص‌های نقاط بار کارایی کافی ندارند. در واقع ایراد عمده این روش عدم ثبات شاخص‌های نقطه‌ای بار شبکه می‌باشد که در هر بار اجرای برنامه علیرغم همگرایی شاخص‌های سیستمی این

۱-Annualized

۲-Contingency enumeration

شاخص‌ها اعداد متفاوتی خواهند داشت. زمان‌بر بودن شبیه‌سازی، نبود اطلاعات پیرامون سناریوهای محتمل قطعی و عدم توانایی تعیین سهم تجهیزات مختلف در این قطعی‌ها از دیگر معایب روش‌های شبیه‌سازی مونت کارلو می‌باشد [۶].

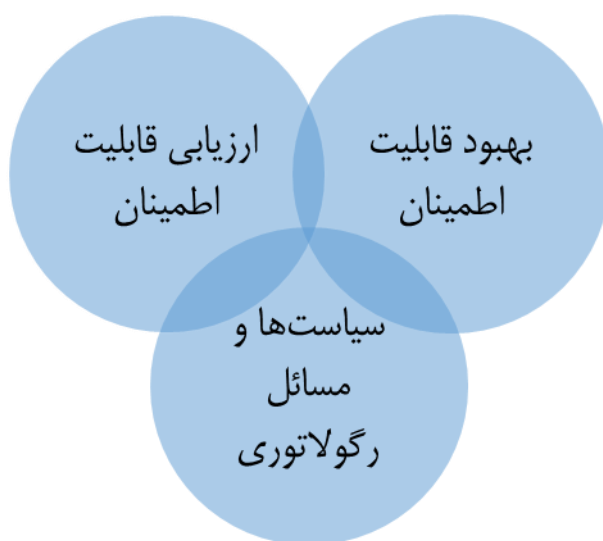
۱-۲- مهمترین زمینه‌های تحقیقاتی موجود در حوزه قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت

بر اساس مطالعات انجام شده در پروژه "تعیین محورهای مطالعاتی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت"، مهمترین تحقیقات صورت گرفته در این زمینه را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

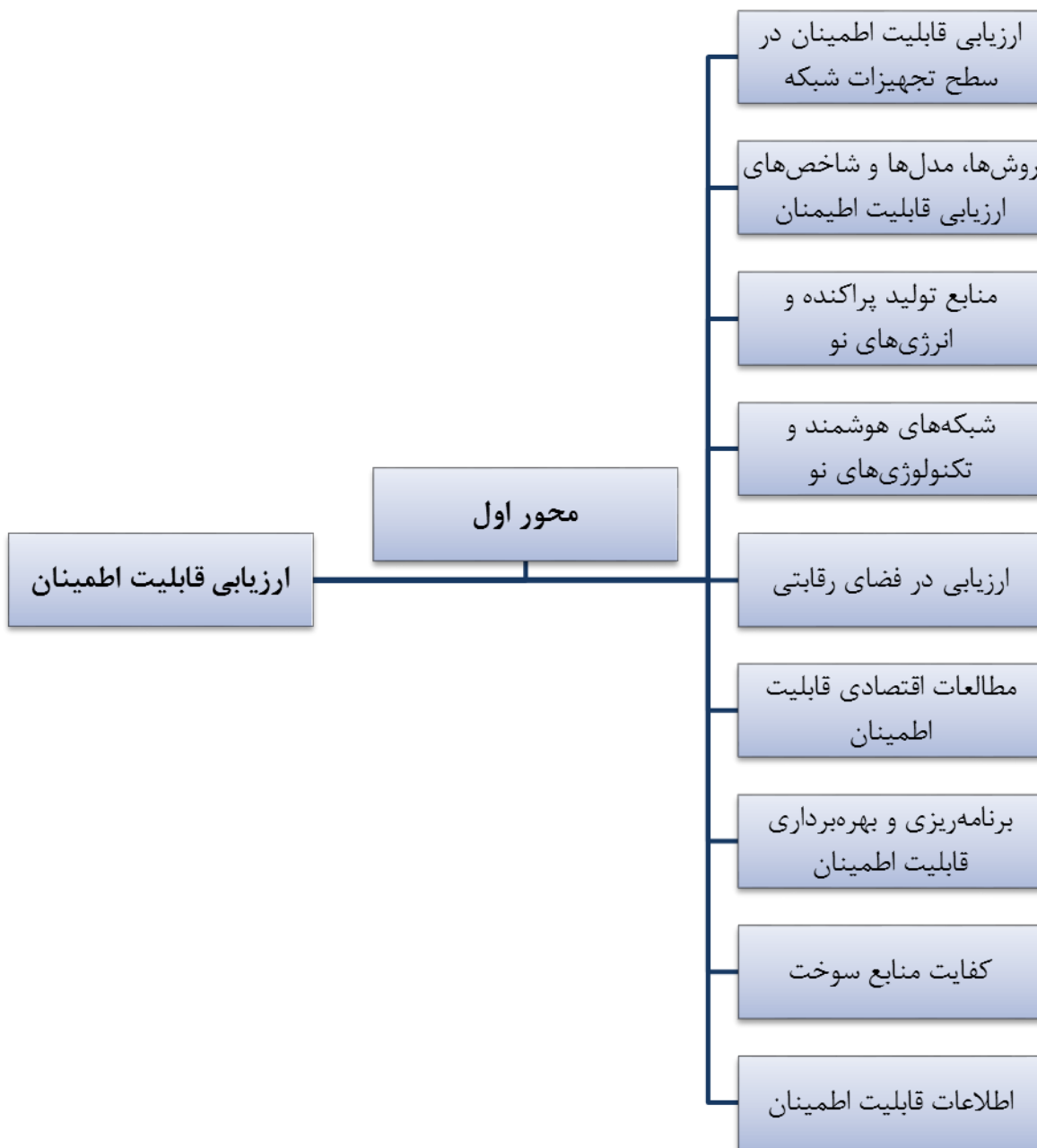
- | | |
|--|--|
| ▪ بررسی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی | ▪ معرفی مفاهیم قابلیت اطمینان |
| ▪ قابلیت اطمینان نیروگاه‌های هسته‌ای | ▪ روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی |
| ▪ برنامه‌های تعمیر و نگهداری شامل برنامه‌های پیش‌بینانه، اصلاحی و غیره | ▪ مدلسازی قابلیت اطمینان تجهیزات |
| ▪ مدیریت دارایی در شبکه‌های قدرت | ▪ مطالعات پیری و تعیین عمر تجهیزات شبکه |
| ▪ اطلاعات قابلیت اطمینان | ▪ شبکه‌های هوشمند |
| ▪ مدیریت اتفاقات | ▪ خودروهای برقی |
| ▪ دسته‌بندی خطاها | ▪ ذخیره‌سازهای انرژی |
| ▪ تعیین نرخ خرابی تجهیزات | ▪ تجهیزات اندازه‌گیری هوشمند |
| ▪ تاثیر سیستم‌های حفاظتی و مکان‌یابی آن | ▪ برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا |
| ▪ پایش قابلیت اطمینان | ▪ منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو |
| ▪ بسترهای مخابراتی | ▪ مطالعات ریسک |
| ▪ آموزش نیروی کار | ▪ تعیین هزینه ارزش بار از دست رفته |
| ▪ توسعه استانداردهای قابلیت اطمینان | ▪ تعیین تابع هزینه خاموشی مشترکین |
| ▪ برنامه‌های اضطراری و مقابله با طوفان | ▪ برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان |
| ▪ بیمه قابلیت اطمینان | ▪ مسائل مرتبط با بهره‌برداری |

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ بازار قابلیت اطمینان ▪ برنامه‌های قابلیت اطمینان محور ▪ تاثیر مسائل زیست محیطی بر قابلیت اطمینان | <ul style="list-style-type: none"> ▪ تعیین رزرو گردان بهینه ▪ کفایت منابع سوخت ▪ ارتباط متقابل شبکه سوخت رسانی با شبکه قدرت |
|--|--|

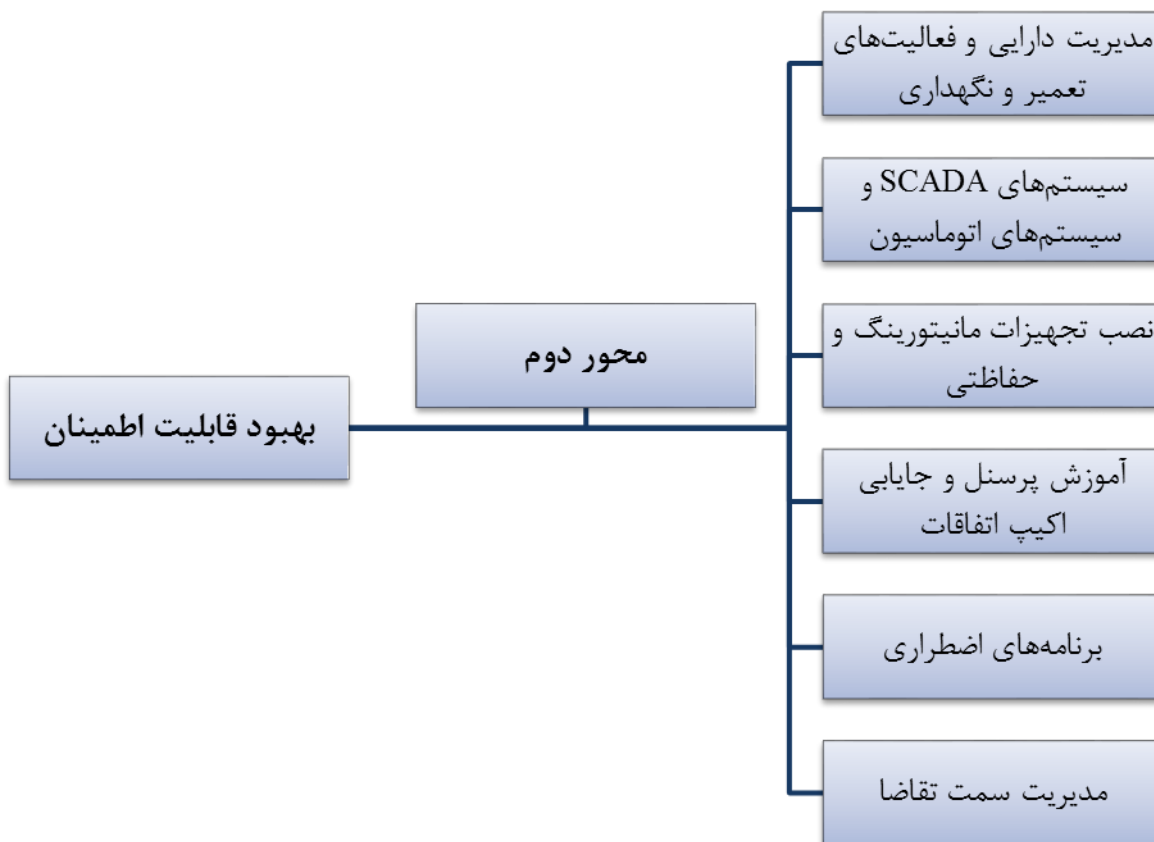
همچنین براساس پروژه مذکور می‌توان فعالیت‌های ذکر شده را در سه محور مطالعاتی ارزیابی قابلیت اطمینان، بهبود قابلیت اطمینان و مسائل سیاست‌گذاری و رگولاتوری تقسیم‌بندی نمود. البته باید توجه نمود که با توجه به بررسی موضوعات مطرح شده در این حوزه، امکان دسته‌بندی محورهای مطالعاتی به صورت کاملاً مستقل و جدا از هم وجود ندارد و دسته‌بندی ارائه شده صرف جهت هدف‌مند نمودن مطالعات بوده است. در شکل‌های ۱-۱ تا ۴-۱ تمامی حوزه‌های تحقیقاتی مهم در این زمینه به صورت دسته‌بندی شده نشان داده شده است. دسته‌بندی ارائه شده برای محورها و زیرمحورهای مطالعاتی کلی بوده و به طور ضمنی تمامی فعالیت‌های بالا را شامل می‌شود.



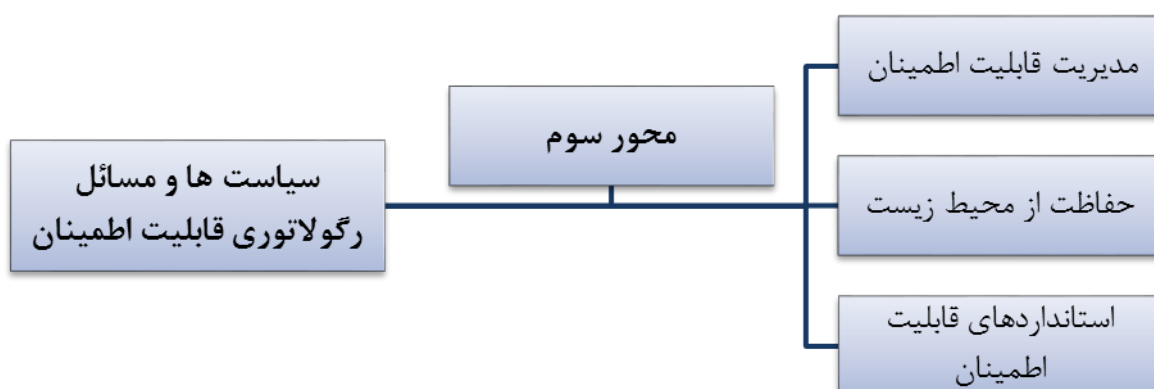
شکل ۱-۱: محورهای مطالعاتی قابلیت اطمینان



شکل ۱-۲: موضوعات مطرح در محور اول



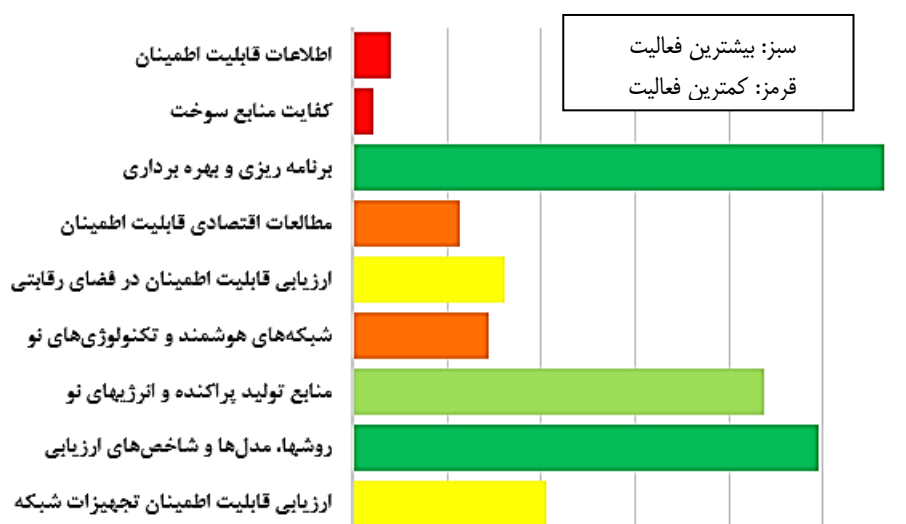
شکل ۱-۳: موضوعات مطرح در محور دوم



شکل ۱-۴: خلاصه محور سوم

۱-۲-۱- وضعیت کشور از نقطه نظر فعالیت‌های پژوهشی در هر یک از زیرمحورها

بر اساس مطالعات و تحقیقات انجام شده در پروژه "بررسی وضعیت کشور در هر یک از حوزه‌های پایایی" می‌توان جایگاه کشور در هر یک از حوزه‌های نام‌برده را به صورت زیر نشان داد. برای مثال در شکل ۱-۵ وضعیت کشور در هر یک از زیرمحورهای مربوط به حوزه ارزیابی قابلیت اطمینان به صورت گرافیکی نشان داده شده است. در شکل‌های زیر رنگ‌های سبز و قرمز به ترتیب نشان‌دهنده بیشترین و کمترین میزان فعالیت پژوهشی و تحقیقاتی در زیرمحور مربوطه می‌باشند.

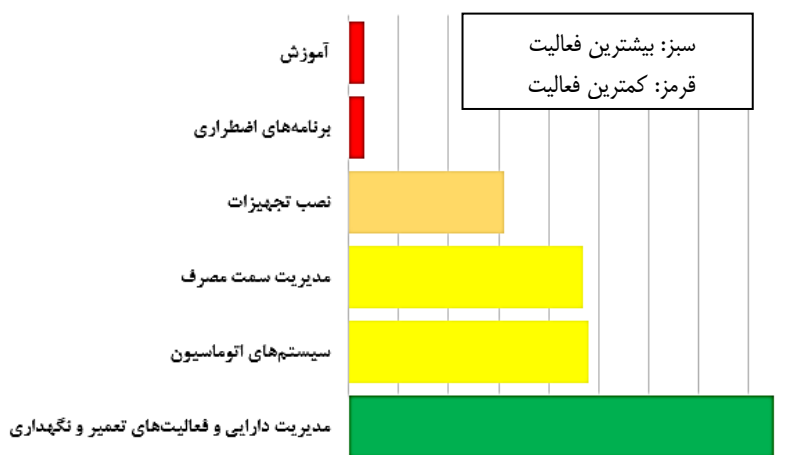


شکل ۱-۵: وضعیت قابلیت اطمینان کشور از نقطه نظر فعالیت‌های پژوهشی در هر یک از زیرمحورهای ارزیابی قابلیت اطمینان

همانطوری که مشاهده می‌شود، زیرمحورهای روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان دارای وضعیت مناسب می‌باشند. همچنین توجه زیادی نیز به زیرمحور منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو در داخل کشور شده است. زیرمحورهای ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات شبکه، ارزیابی در فضای رقابتی نیز در وضعیت متوسطی می‌باشند. زیرمحورهای مطالعات اقتصادی و شبکه‌های هوشمند نیز در وضعیت هشدار قرار دارند. همچنین زیرمحورهای کفایت منابع سوخت و اطلاعات قابلیت اطمینان نیز در وضعیت قرمز می‌باشند. البته این تقسیم‌بندی بر اساس تعداد مقالات و پایان‌نامه‌های انجام شده در هر زیرمحور در داخل کشور می‌باشد. در واقع وضعیت هر یک از زیرمحورها از نظر تحقیقاتی مشخص شده است. از دیدگاه فعالیت‌های اجرایی و عملیاتی اکثر زیرمحورهای بالا در وضعیت مناسبی به سر نمی‌برند و نیازمند توجه بیشتر به حوزه عملیاتی و اجرایی می‌باشند.

همچنین وضعیت کشور در هر یک از زیرمحورهای مربوط به حوزه بهبود قابلیت اطمینان به صورت گرافیکی در شکل ۱-۶ نشان داده شده است.

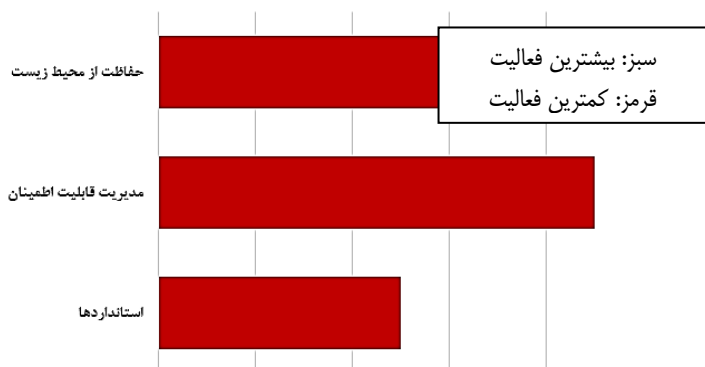
همانطوری که مشاهده می‌شود، زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری دارای وضعیت مناسب می‌باشند. زیرمحورهای مدیریت سمت مصرف و سیستم‌های اتوماسیون نیز در وضعیت هشدار می‌باشند. همچنین زیرمحور آموزش و برنامه‌های اضطراری نیز در وضعیت قرمز می‌باشند. از دیدگاه فعالیت‌های اجرایی و عملیاتی اکثر زیرمحورهای بالا در وضعیت مناسبی به سر نمی‌برند و مشابه با محور قبلی نیازمند توجه بیشتری به حوزه عملیاتی و اجرایی می‌باشد.



شکل ۱-۶: وضعیت قابلیت اطمینان کشور از نقطه نظر فعالیت‌های پژوهشی در هر یک از زیرمحورهای بهبود قابلیت اطمینان

در انتها وضعیت کشور در هر یک از زیرمحورهای مربوط به محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری به صورت گرافیکی در

شکل ۱-۷ نشان داده شده است.



شکل ۱-۷: وضعیت قابلیت اطمینان کشور از نقطه نظر فعالیت‌های پژوهشی در هر یک از زیرمجموعه‌های مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان

همانطوری که مشاهده می‌شود، هر سه زیرمجموعه مدیریت قابلیت اطمینان، استانداردها و سیاست‌های حفاظت از محیط زیست در وضعیت قرمز قرار دارند و فعالیت‌های چندانی در داخل کشور در این حوزه‌ها صورت نگرفته است.

۳-۱- چالش‌های پیش روی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت

سازمان قابلیت اطمینان آمریکای شمالی (NERC) اقدام به بررسی مطالعاتی در زمینه شناسایی مخاطرات کلی پیش روی مسائل مربوط به قابلیت اطمینان شبکه قدرت آمریکای شمالی نموده که نتایج حاصل در گزارش سال ۲۰۱۲ مورد بررسی قرار گرفته اند [۷].

- عدم قطعیت‌های مربوط به تولید در آینده
- زنجیره تامین آینده
- افزایش تولیدات متغیر
- تأثیرات اغتشاشات مغناطیسی
- ریسک‌های مرتبط با خطوط HVDC
- فرسودگی ژنراتورها
- افزایش وابستگی به گاز طبیعی
- ریسک‌های بهره‌برداری

- محدودیت توسعه شبکه انتقال
- زیرساخت‌های حفاظتی
- حاشیه رزرو
- افزایش پاسخ‌گویی بار
- پیری زیرساخت‌ها
- نیروی کار

در این قسمت چالش‌های موجود در زمینه قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت به دسته‌های مختلف تقسیم‌بندی شده و هر دسته به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته است. در شکل ۱-۸ دسته‌بندی مربوط به چالش‌های قابلیت اطمینانی نشان داده شده است.



شکل ۱-۸: دسته‌بندی چالش‌های قابلیت اطمینان سیستم قدرت

۱-۳-۱ چالش‌های تولید و بار

چالش‌های بار و تولید را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد:

- ✓ تغییر ترکیب تولید: برخلاف دهه‌های گذشته امروزه می‌توان از منابع مختلفی برای تولید برق استفاده کرد. در گذشته منابع اصلی تولید برق یک کشور نیروگاه‌هایی بودند که با سوخت فسیلی کار می‌کردند؛ اما امروزه امکان تولید برق در سطح گسترده‌تری با استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و ... فراهم گردیده است. در دهه‌ی گذشته شاهد نفوذ بیشتر انرژی‌های تجدیدپذیر، کاهش تولیدات مربوط به منابع حرارتی سنتی و استفاده‌ی بیشتر از منابع گازی بوده‌ایم و انتظار می‌رود این روند ادامه داشته باشد [۷-۸].
- ✓ وابستگی به گاز طبیعی: با توجه به وابستگی سیستم‌های قدرت به گاز طبیعی، تعامل بین صنایع الکتریکی و گاز طبیعی اهمیت ویژه‌ای در بحث قابلیت اطمینان می‌یابد.
- ✓ تغییر ترکیب بار: معمولاً تغییرات نوع و شیوه‌ی تقاضا نسبتاً کند است. منتها تغییر سیاست‌های جاری، فناوری‌های جدید و سایر محرک‌ها می‌تواند موجب تغییرات سریع‌تر ترکیب و شکل بار گردد. همچنین پیشرفت‌های فنی و اقتصادی در دهه‌های اخیر در زمینه‌ی تکنولوژی‌های نوین مانند مبدل‌های الکترونیک قدرت، زمینه را برای تغییر هرچه بیشتر ماهیت بار و دیجیتالی شدن آن بر اساس تکنولوژی الکترونیک قدرت، فراهم کرده است. تامین کیفیت توان و قابلیت اطمینان مطلوب برای این بارهای حساس یکی از مهمترین چالش‌های شبکه‌های قدرت آینده خواهد بود.
- ✓ بازنشسته شدن واحدهای تولید سنتی: قسمت عمده‌ای از سیستم قدرت وابسته به تولید واحدهای سنتی از قبیل نیروگاه‌های هسته‌ای، آبی، زغال‌سنگ و گازی است و این منابع نقشی اساسی در قابلیت اطمینان سیستم قدرت دارند.
- ✓ تغییرات شرایط اقلیمی: آب و هوا و دما به‌طور پیوسته در حال تغییر است. تغییرات اقلیمی می‌تواند در حالت‌های مختلفی روی سیستم قدرت تأثیر بگذارد، به‌طور مثال در شرایطی که در منطقه خشک‌سالی و یا طوفان باشد. برای مثال با تغییر شرایط اقلیمی و کاهش میزان بارندگی، ظرفیت منابع آبی در دهه‌ی گذشته کاهش اندکی داشته است و لذا نقش این واحدها در پرتفوی منابع تولید توان آینده باید با دقت بررسی گردد. با توجه به سیاست‌ها و آیین‌نامه‌های موجود احتمال افزایش قابل توجه این منابع در آینده‌ی نزدیک کم است. به‌علاوه سیاست‌ها و آیین‌نامه‌های جدید برای استفاده از آب در خنک‌سازی نیروگاه و قوانین زیست‌محیطی، موجود بودن منابع آبی و استفاده از آن‌ها را مورد تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین این عوامل باید در هنگامی که نقش منابع آبی در برنامه‌ریزی و بهره‌برداری ارزیابی می‌گردد، در نظر گرفته شوند.

۲-۳-۱ - چالش‌های تولیدات متغیر

تغییرات تولیدات این منابع از دو جنبه زمانی کوتاه‌مدت و میان‌مدت-فصلی قابل بررسی است. چالش‌های تولیدات متغیر را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد [۸-۷]:

✓ نفوذ تولیدات متغیر: برخی از منابع تولیدات متغیر وابسته به منابع انرژی تجدیدپذیر مانند باد و خورشید هستند. این منابع همیشه در دسترس نبوده و به خودی خود قابل نگهداری نیستند که این موجب افزایش عدم قطعیت و تغییرات در سیستم می‌شود.

✓ اقدامات متعادل‌سازی نوسانات تولید: نوسانات تولید مربوط به این منابع نیازمند متعادل‌سازی است و این خود وابسته به قابلیت‌های بهره‌برداری سیستم است. در واقع برای تضمین پایایی شبکه و به دست آوردن قابلیت اطمینان موردنظر باید تغییرات موجود متعادل گردند. دو عامل اصلی تغییرات در شبکه، بارهای مصرف‌کنندگان و منابع تولید متغیر هستند. افزایش نفوذ منابع تولید متغیر به انعطاف بالاتری در بهره‌برداری شبکه برای متعادل‌سازی تغییرات و مدیریت پایداری سیستم نیاز دارد.

✓ تولیدات پراکنده: با توجه به اینکه DG ها به صورت مستقیم به شبکه توزیع متصل می‌گردد، کنترل آن‌ها برای اپراتور سیستم قدرت سخت می‌گردد.

۳-۳-۱ - چالش‌های بهره‌برداری

چالش‌های بهره‌برداری سیستم را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد [۹]:

✓ هوشیاری نسبت به موقعیت‌های مختلف: برای داشتن قابلیت اطمینان مناسب هوشیاری نسبت به اتفاقاتی که در سیستم می‌افتد، ضروری است. درک موقعیت می‌تواند با استفاده از مدل‌سازی در کوتاه‌ترین زمان و مانیتور کردن زمان - واقعی ایجاد شود.

✓ تعمیر و نگهداری: یکی دیگر از مهمترین عوامل موثر بر افزایش ریسک بهره‌برداری عدم انجام و برنامه‌ریزی اقدامات مربوط به تعمیر و نگهداری قابلیت اطمینان محور تجهیزات اساسی در شبکه می‌باشد. در برخی از موارد فقدان برنامه‌ریزی تعمیرات اساسی تجهیزات شبکه موجب انجام همزمان آن‌ها در زمان کم باری شده و موجب کاهش حاشیه امنیت سیستم می‌شود. این امر سبب وقوع بسیاری از خاموشی‌های گسترده در چنین زمان‌هایی خواهد شد.

✓ کنترل شبکه: علاوه بر اهمیت پایش شبکه در بهره‌برداری، نوع کنترل آن، قابلیت و گستردگی این عملیات کنترلی نیز بسیار حائز اهمیت می‌باشد. وجود قابلیت‌های کنترل شبکه، کنترل‌پذیر و رویت‌پذیر بودن بخش‌های مختلف سیستم، سرعت عمل و گستردگی سیستم‌های کنترلی از مهمترین عوامل تاثیرگذار در این حوزه می‌باشد. برای نمونه زیاد بودن باند مرده و تاخیر در کنترل اولیه و یا استفاده از شبکه تلفنی در کنترل ثانویه ریسک بهره‌برداری را افزایش می‌دهد.

✓ خرابی تجهیزات: خرابی تجهیزات یکی از عوامل مهم در قطعی‌ها است. به‌طور مثال، خرابی تجهیزات پست به‌عنوان یکی از عوامل مهم قطعی در سیستم انتقال شناخته شده است.

✓ قابلیت اطمینان سیستم‌های حفاظتی: سیستم‌های حفاظتی برای کمینه کردن خروج تجهیزات و جلوگیری از قطعی‌های پشت سر هم طراحی گردیده‌اند. با افزایش تعداد سیستم‌های حفاظتی احتمال تداخل و یا عملکرد نادرست این سیستم‌ها بیشتر می‌شود.

✓ مدیریت قطعی‌ها: مدیریت قطعی در سیستم‌های قدرت فراوانی پیدا کرده و با توجه به رابطه‌ی نزدیک آن با قابلیت اطمینان می‌تواند ارائه دهنده‌ی چالش باشد.

۴-۳-۱- چالش‌های امنیت سیستم

چالش‌های امنیت سیستم را به صورت زیر دسته‌بندی شده است [۱۰]:

✓ امنیت سایبری: سیستم قدرت در حال یکپارچه شدن می‌باشد. در این راستا نسل دیجیتال موجب ارتقای هوشیاری و بازدهی این سیستم شده است. حال اینکه این یکپارچگی می‌تواند موجب فراهم شدن موقعیتی برای تهدیدات سایبری و در نتیجه اختلال در ارتباطات مخابراتی و عملکرد فیزیکی المان‌های سیستم قدرت شود.

✓ امنیت فیزیکی: رنج تهدیدات فیزیکی نسبت به المان‌های سیستم به ویژه پست‌ها، از دزدی‌های کوچک به حملات سازمان‌دهی شده برای خرابی تجهیزات افزایش یافته است. حملات فیزیکی می‌تواند موجب ناپایداری، جداسازی‌های کنترل نشده و یا خطاهای پشت سر هم گردد.

✓ حوادث کم تکرار با تأثیرگذاری بالا روی سیستم: حوادثی چون حملات فیزیکی سازمان‌دهی شده یا حملات سایبری، اختلالات ژئومغناطیسی و یا بلاهای ابعاد بزرگ با وجود نادر بودن دارای پتانسیل بالایی در تأثیرگذاری روی سیستم قدرت هستند.

۵-۳-۱ - چالش‌های سیاست‌گذاری و مسائل رگولاتوری

چالش‌های سیاست‌گذاری و مسائل رگولاتوری به صورت زیر دسته‌بندی شده‌اند [۹-۱۰]:

✓ سیاست و آیین‌نامه‌ی کشور یا ایالت: سیاست‌ها و آیین‌نامه‌ها محرک‌های صنعت برق هستند. منتها قابلیت اطمینان شبکه‌ی برق همیشه در تصمیمات سیاستی و رگولاتوری در نظر گرفته نمی‌شود.

۶-۳-۱ - چالش‌های شبکه‌های هوشمند

در چند سال گذشته مباحث مختلفی در مورد این که چطور می‌توان زیرساخت‌های کهنه‌ی شبکه قدرت را به بهترین نحو به‌روز کرد، صورت گرفته است. اجماع عمومی بر این محور شکل گرفته که شبکه‌ی به‌روز شده نه تنها باید قابلیت اطمینان مناسب در برابر افزایش تقاضای برق را تأمین نماید، بلکه باید بهره‌وری کلی شبکه را نیز بالا ببرد. نیاز به طراحی و پیاده‌سازی شبکه‌ای با ویژگی‌های منحصر به‌فرد و با مؤلفه‌های جدید می‌تواند این نیاز را برآورده سازد. ایده شبکه‌ی هوشمند در همین راستا مطرح و به‌شدت مورد استقبال قرار گرفته است [۸-۱۰].

به‌طور قطع تکنولوژی‌ها و برنامه‌های زیادی در پیشبرد شبکه‌های برق به‌سمت هوشمندتر شدن نقش خواهند داشت که شامل اندازه‌گیرهای دیجیتالی پیشرفته، اتوماسیون سیستم‌های توزیع، سیستم‌های کارآمد انتقال داده و منابع انرژی پراکنده خواهند بود. در حال حاضر، پروژه‌های زیادی در زمینه‌های مرتبط در حال انجام است که اهمیت این بحث را در ساختار مدیریتی و تصمیم‌گیری تأیید می‌کند. برای مثال، استفاده از پهنای باند مخابراتی برای انتقال داده‌های سیستم توزیع، سیستم‌های حلقه بسته برای استفاده از ادوات حفاظتی پیشرفته و استفاده گسترده از منابع انرژی پراکنده در راستای هدف مذکور تعریف شده‌اند. در ادامه ویژگی‌های شبکه هوشمند که قابلیت اطمینان را با چالش مواجه می‌سازند شرح داده می‌شود.

✓ بستر مخابراتی شبکه هوشمند

یکی از اهداف تکنولوژی شبکه هوشمند تأمین توان لازم با کیفیت مناسب برای مصرف‌کننده است. این هدف نیازمند به کارگیری سنسورها در نقاط مختلف شبکه قدرت جهت تعیین وضعیت المان‌ها و تجهیزات می‌باشد. این سنسورها برای برقراری ارتباط با المان‌های مختلف شبکه و مرکز کنترل به شبکه مخابراتی نیازمندند. شبکه هوشمند باید قابلیت افزوده شدن ادوات بیشتر و تعامل بیشتر با مصرف‌کننده نهایی مثل پایش به‌هنگام کنتورهای انرژی را داشته باشد. همچنین کاربران باید بتوانند سطح مناسبی از اطلاعات مربوط به شبکه را بر حسب نیاز یا طبق برنامه دریافت نمایند. بنابراین بستر مخابراتی مربوطه باید به اندازه کافی قوی باشد تا ورودی‌ها را از کاربران دریافت کرده و آن‌ها را قادر به پاسخ‌گویی نماید.

✓ شبکه تولید هوشمند

مدیریت منابع تولیدات پراکنده با توجه به تنوع جغرافیایی آن‌ها و همچنین قرارگیری آن‌ها در شبکه، از مهم‌ترین چالش‌های صنعت برق امروز است که شبکه هوشمند بایستی درصدد یافتن راه‌حلی ساده و کم‌هزینه برای آن باشد. بدون شک ایجاد شبکه کنترلی مابین واحدهای تولیدی شامل واحدهای متوال و نو، و ایجاد مرکز کنترل پویا برای تعیین میزان تولید تولیدکنندگان از مبانی اولیه مورد نیاز شبکه تولید است. تعیین بهینه میزان تولید ژنراتورها بر اساس اطلاعات آنلاین موجود از دیگر نتایج تولید هوشمند است.

✓ شبکه انتقال هوشمند

ساختار موجود شبکه انتقال از اجزای کهنه و سرمایه‌گذاری ناکافی رنج می‌برد و به این کمبودها فشار ناشی از افزایش تقاضا نیز افزوده می‌شود که همه این عوامل موجب گرفتگی‌های شدید در خطوط انتقال می‌گردد. آنالیز به‌هنگام و سریع، پایش گسترده، اندازه‌گیری، کنترل فراگیر و حفاظت سریع و دقیق، از مهم‌ترین نیازهای شبکه انتقال می‌باشد که با ایجاد شبکه هوشمند، مرتفع خواهند شد. همچنین توسعه تکنولوژی‌های ادوات الکترونیک قدرت، تکنولوژی‌های مخابراتی و تأمین امکانات لازم جهت به‌کارگیری این ادوات در شبکه انتقال، انتقال انرژی در بازدهی و کیفیت بالاتر با استفاده از ادوات و تکنولوژی‌های موجود، ایجاد قابلیت خود ترمیمی با استفاده از پایش و انتقال داده‌ها از طریق سیستم مخابراتی پیشرفته و تعمیر و نگهداری تأسیسات انتقال پیشرفته از مهم‌ترین اهداف ایجاد شبکه‌های انتقال هوشمند می‌باشند.

✓ شبکه توزیع هوشمند

بدون شک مهم‌ترین بخش در شبکه قدرت، شبکه توزیع است. از یک سو بزرگ‌ترین و گسترده‌ترین بخش سیستم را تشکیل می‌دهد و از سوی دیگر در ارتباط مستقیم با مشترکین نیز می‌باشد. این موضوع از آن جهت دارای اهمیت است که یکی

از اهداف شبکه‌های هوشمند دخیل نمودن مشترکین و مصرف‌کنندگان نهایی است که در این بخش صورت می‌گیرد. شبکه هوشمند و نفوذ تکنولوژی در بخش توزیع، از پست‌های توزیع گرفته تا فیدرها، مشترکان و حتی درون خانه‌ها را شامل می‌گردد. مهم‌ترین مسائل مورد بررسی در سیستم توزیع هوشمند، شامل اتوماسیون شبکه توزیع، سیستم‌های اندازه‌گیری هوشمند و برنامه‌های پاسخگویی بار می‌باشد.

✓ استانداردهای لازم برای شبکه‌های هوشمند

یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، تبیین استانداردهایی است که امکان ایجاد ارتباط مابین کلیه زیرساخت‌های گسترده شبکه هوشمند را فراهم آورد. شبکه هوشمند شبکه‌ای پیچیده و در عین حال به هم پیوسته است که بایستی با حفظ استقلال بخش‌های مختلف، بین تمام قسمت‌های آن امکان ایجاد ارتباط و مبادله اطلاعات باشد. فراهم ساختن این ارتباط مستلزم این است که استانداردهای یکسانی میان تکنولوژی‌ها، ادوات و مراکز کنترل تعریف گردد که هماهنگی در ارتباطات، حفظ شده و اطلاعات یک بخش برای بخش دیگر قابل‌پذیرش و پردازش باشد. بدون شک این هماهنگی، علاوه بر اینکه نیاز سیستم است، امنیت سیستم را نیز افزایش داده و امکان توسعه شبکه، ادوات، تجهیزات و تکنولوژی‌های قابل استفاده در شبکه را در چارچوب مشخصی، هم برای بهره‌بردار و هم برای مالکان شبکه میسر می‌سازد.

مهم‌ترین مسئله جهت دستیابی به برنامه‌های مذکور از طریق تکنولوژی‌های نوین در کشور این است که شرکت‌ها چگونه باید این تغییرات را اعمال نمایند تا شبکه از حالت فعلی به سوی شبکه‌های هوشمند حرکت نماید. در زیر سعی می‌شود پله‌های حرکت به سمت شبکه هوشمند با فرض اینکه ضرورت آن از سوی صاحبان شبکه برق پذیرفته شده است، مورد بحث قرار گیرد. موارد ذکر شده شاید کمتر دیدگاه مهندسی و فنی داشته باشند اما بدون شک نبایستی از آن‌ها به سادگی گذشت.

✓ کسب شناخت کافی از شبکه امروزی برای حداقل ساختن هزینه‌ها

این بخش خود مشتمل بر دو قسمت است:

- شناخت نیازهای شبکه تحت بررسی. این نیازها بایستی با توجه به ملاک‌های بهره‌بردار، اولویت‌بندی گردد که در صورت محدودیت‌های موجود از جمله محدودیت‌های اقتصادی اولویت‌های بالاتر زودتر اجرا گردند.
- شناخت تجهیزات، تأسیسات و تکنولوژی‌های موجود در شبکه کنونی. طول عمر تجهیزات موجود به همراه نیاز آن‌ها به بهنگام شدن و همچنین موقعیت جغرافیایی تجهیزات از جمله اطلاعات مهمی است که از شبکه امروزی بایستی در دسترس باشد.

✓ تعادل بی‌درنگ تولید و بار

تعادل مناسب انرژی و رزرو که از طریق روش‌های مختلفی همچون واحدهای مرسوم، منابع انرژی تجدید پذیر، تولیدات پراکنده، بار فعال، منابع ذخیره انرژی تأمین می‌شوند برای سیستم قدرت مورد نیاز می‌باشد. همچنین برای رسیدن به این مهم می‌بایست دستگاه‌های مناسب اندازه‌گیری و زیرساخت‌های کنترل و پایش برای تبادل سرویس‌های مختلف در سیستم تعبیه شده باشد.

✓ معرفی تجمیع کنندگان

تجمیع کنندگان؛ مصرف کنندگان و تولید کنندگان کوچک و متوسط؛ باعث هدایت شبکه توزیع به سمت یکپارچگی تولید و مصرف محلی برای تأمین عرضه مشترکین خواهد شد. آن‌ها نه تنها خرید و فروش انرژی را انجام می‌دهند، بلکه باعث ارائه خدمات به بهره‌برداران انتقال و توزیع در بهبود مدیریت و افزایش قابلیت اطمینان سیستم خواهند شد.

✓ ساختار کنترلی چندلایه

ساختار کنترلی آینده‌ی سیستم برق پیچیده‌تر و نیازمند افزایش فعل و انفعال بین بهره‌برداران شبکه خواهد شد. بهره‌برداران شبکه از طریق زیرساخت‌های ارتباطی و مخابراتی برای انجام وظایف خود و حفظ قابلیت اطمینان سیستم در محدوده قابل قبول استفاده خواهند کرد.

✓ احداث زیرساخت‌های جدید همزمان با افزایش مصرف در شبکه

با توسعه شبکه انتقال و اتصال واحدهای تولیدی جدید به آن، سیستم برق را با چالش‌های نامطلوبی همچون کمبود توان راکتیو و مسائل پایداری ولتاژ و نیز وقوع اختلال ناشی از هر دو بخش تولید و انتقال جدید در سیستم روبرو می‌سازد. از طرفی عدم رضایت عمومی از خطوط انتقال هوایی به دلیل آلودگی بصری آن‌ها در محیط زیست، بهره‌برداران انتقال و توزیع را مجبور به استفاده از فناوری‌های چالش برانگیز و گران قیمت مثل کابل‌های زیرزمینی و اتصالات HVDC می‌کند. ترکیبی از این راه‌حل‌ها باعث افزایش پیچیدگی در طراحی و بهره‌برداری از شبکه برق خواهد کرد.

نتایج مطلوبی که تکنولوژی شبکه هوشمند در زمینه پایایی به بار خواهد آورد، شامل موارد زیر خواهد بود:

- کاهش میزان قطعی‌ها و خاموشی‌ها
- افزایش رضایت مشترکین
- کاهش انرژی توزیع نشده

در هر صورت، برای توجیه هوشمندسازی شبکه، علاوه بر در نظر گرفتن مزایای حاصل، باید هزینه‌ها را نیز در نظر گرفت.

۱-۶-۳-۱- مدیریت سمت تقاضا و پاسخگویی بار

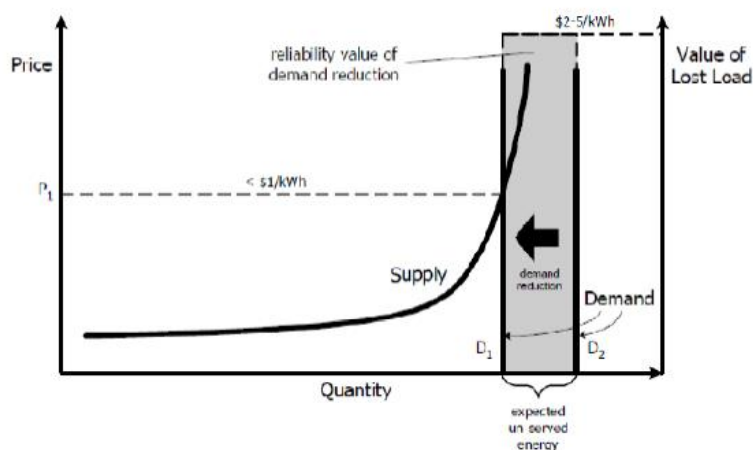
برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا شامل تمام تغییرات الگوهای مصرف برق مشتریان نهایی که برای تغییر زمان مصرف، سطح تقاضای لحظه‌ای، یا مصرف کلی برق در نظر گرفته شده است، می‌باشد. پاسخ‌گویی بار می‌تواند به‌عنوان پرداخت‌های تشویقی طراحی شده برای القای کاهش مصرف برق در زمان‌های قیمت‌های بالای بازار عمده‌فروشی و یا زمانی که پایایی سیستم در مخاطره قرار گرفته است، تعریف گردد. یکی از دلایل اهمیت این برنامه‌ها، کمک به افزایش پایایی سیستم قدرت می‌باشد.

بهره‌بردار سیستم، برای حفظ پایایی، بخشی از ظرفیت نیروگاه‌های موجود را برای تأمین ذخیره موردنیاز سیستم به‌صورت آماده به کار قرار می‌دهد. بارهای پاسخ‌گو نیز می‌توانند بخشی از ذخیره موردنیاز سیستم را تأمین کنند. به‌عبارتی دیگر، برنامه پاسخ‌گویی بار با تأمین ذخیره کمکی، به‌نوعی بهبود دهنده پایایی سیستم خواهند بود.

یک برنامه پاسخ‌گویی بار مناسب، به شرکت‌کنندگان این فرصت را می‌دهد که به کاهش ریسک خاموشی کمک کنند. از سوی دیگر، اپراتور گزینه‌ها و منابع بیشتری برای حفظ پایایی سیستم خواهد داشت و در نتیجه خروج‌های اجباری و عواقب آن کاهش یافته، امنیت سیستم بالا می‌رود. مزایای حاصل از این امر، قابل اندازه‌گیری و محاسبه خواهد بود. از سوی دیگر، برنامه‌های پاسخ‌گویی بار مزایای اجتماعی نیز دربر خواهد داشت. بدین ترتیب که مشترکین از این‌که با پاسخ‌گویی به‌موقع و کاهش مصرف، از وقوع پیشامدهای اتفاقی کلی جلوگیری کرده‌اند، احساس خشنودی می‌کنند. با اینکه این مزیت قابل محاسبه نیست، انگیزه خوبی برای برخی از مصرف‌کنندگان برای مشارکت در برنامه‌های پاسخ‌گویی بار می‌باشد.

در شکل ۱-۹، فرض کنید که بار سیستم D_1 می‌باشد [۶]. چنانچه در اثر یک پیشامد مانند خروج یک واحد، منحنی تولید به سمت چپ حرکت کند و یا در اثر افزایش بار منحنی مصرف به سمت راست حرکت کند و مقدار مصرف به D_2 برسد، منحنی تولید و مصرف تقاطعی نخواهند داشت. با اجرای برنامه‌های پاسخ‌گویی بار، منحنی بار به D_1 انتقال خواهد یافت. حال چنانچه برنامه‌های پاسخ‌گویی بار اجرا نشود، به‌ناچار بخشی از بار تأمین نخواهد شد. به‌منظور محاسبه میزان پایایی فراهم‌شده توسط این برنامه پاسخ‌گویی، می‌توان از معیار ارزش بار از دست رفته استفاده کرد. به این معنی که مصرف‌کننده هر بار با توجه به ضروری که از قطع اجباری بارش می‌بیند، ارزشی را برای حفظ بارش تعیین خواهد کرد. این معیار بسته به نوع فعالیت

مصرف‌کننده متفاوت می‌باشد. حال با توجه به مقدار قطع بارها و ارزش بار از دست‌رفته‌اشان، میزان پایایی تامین‌شده توسط بارهای پاسخ‌گو قابل ارزیابی می‌باشد. مقدار ضرر بارها در حالتی که قطع بار اجباری و بدون اطلاع قبلی باشد، به‌طور قطع از کاهش بار اختیاری با اطلاع قبلی بیشتر خواهد بود. با در نظر گرفتن یک مقدار متوسط برای ارزش بار از دست‌رفته کل سیستم، مقدار ارزش پایایی تامین‌شده توسط بارهای پاسخ‌گو به برنامه کاهش بار اضطراری به‌صورت سطح هاشورخورده در شکل ۹-۱ خواهد بود.



شکل ۹-۱: افزایش پایایی سیستم با اجرای برنامه پاسخ‌گویی بار

۱-۳-۷ چالش‌های عملکرد انسانی

از دست رفتن مهارت و معلومات موردنیاز شبکه با بازنشسته شدن قسمت عمده‌ای از نیروهای با تجربه، افزایش حجم کاری بهره‌برداران سیستم و تطابق با تعداد زیادی از استانداردهای قابلیت اطمینان موضوعاتی هستند که باید مد نظر قرار بگیرند [۷].

۱-۳-۸ چالش‌های توسعه شبکه تولید و انتقال

محدودیت‌های مالی و بودجه، بالا بودن هزینه‌های سرمایه‌گذاری، هزینه‌های بالای تجهیزات و هزینه حریم خطوط انتقال، نفوذ منابع تولید پراکنده، ایجاد تجدید ساختار و شکل‌گیری بازارهای رقابتی، پیشرفت‌های اخیر در زمینه تکنولوژی الکترونیک قدرت، افزایش نگرانی‌های زیست محیطی، تغییر شرایط اقلیمی، وقوع خشکسالی، کمبود منابع آبی، روند رو به کاهش منابع سوخت‌های فسیلی، از مهمترین مسائل و چالش‌های پیش رو در زمینه توسعه شبکه تولید و انتقال می‌باشد. احداث خطوط و نیروگاه‌های بزرگ همواره با مخالفت‌های عمومی روبرو بوده است و ممانعت از احداث این تجهیزات یکی دیگر از عوامل زیست

محیطی رشد استفاده از DG به شمار می‌آید. با پیشرفت تکنولوژی، امروزه تولید و نصب ژنراتورهای کوچک و متوسط برای کاربردهای خانگی امکان‌پذیر شده و می‌تواند تا حدی مشکلات زیست محیطی احداث نیروگاه‌های بزرگ را کاهش دهد. یکی از نتایج تجدید ساختار و ایجاد رقابت در صنعت برق، افزایش ریسک پیش‌روی این صنعت است. با توجه به هزینه‌ی سرمایه‌گذاری بسیار بالای مورد نیاز جهت احداث نیروگاه‌های جدید و وجود عدم قطعیت در فضای بازار برق، احداث واحدهای نیروگاهی کوچک‌تر که نسبتاً ریسک سرمایه‌گذاری کمتری دارند را جذاب ساخته است.

۴-۱ - نتیجه‌گیری

در این فصل ابتدا مفاهیم قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت به طور خلاصه معرفی شد و در ادامه مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی در این زمینه مورد بررسی قرار گرفت. همچنین با استفاده از نتایج پروژه‌های قبلی، وضعیت کشور در هر یک از این حوزه‌ها از نظر تعداد فعالیت‌های پژوهشی نیز بررسی گردید. در انتها مهمترین چالش‌ها و مخاطرات پایایی شبکه‌های قدرت در آینده مورد بررسی قرار گرفت.

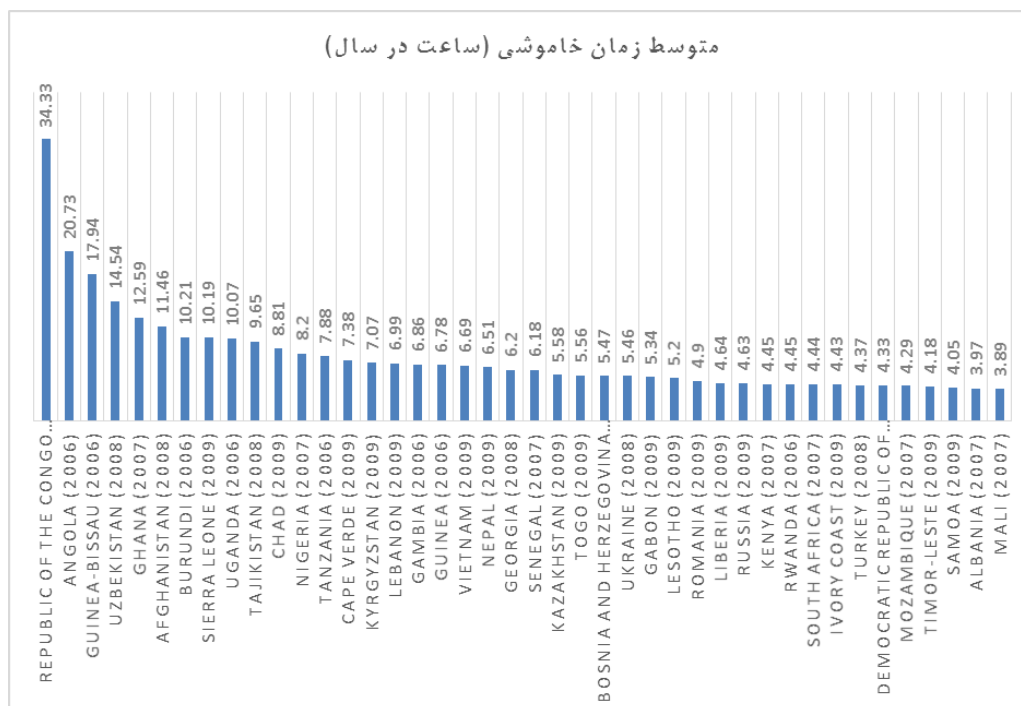
فصل دوم: بررسی آمارهای قابلیت اطمینان دیگر کشورها

مقدمه

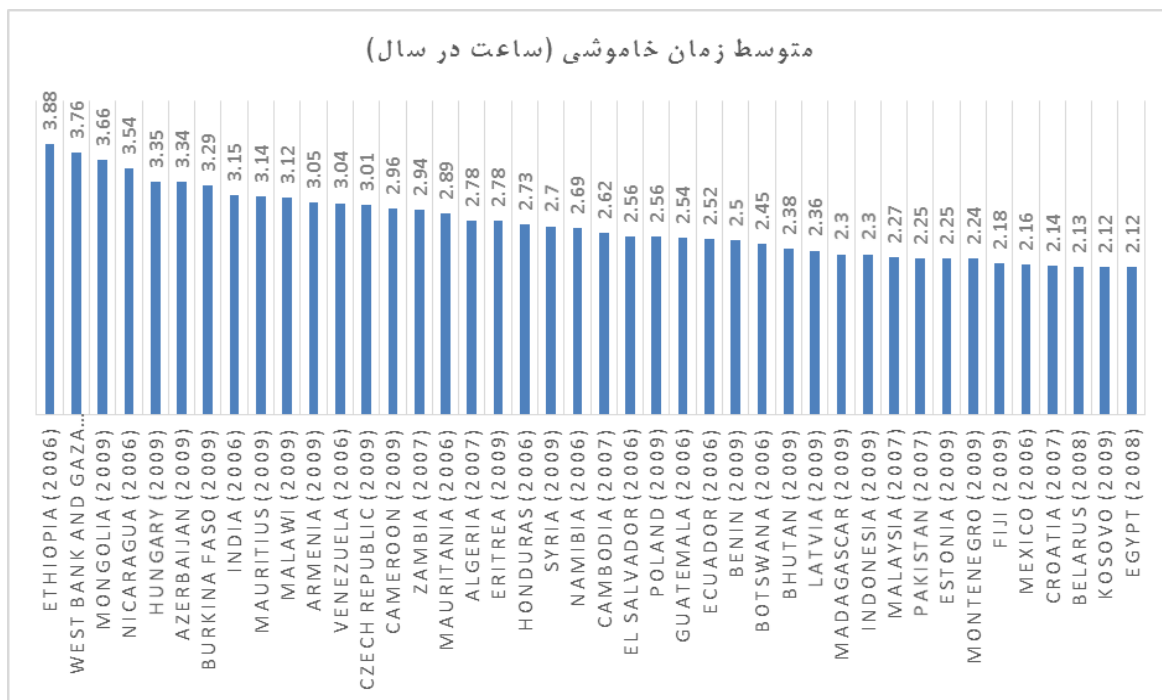
در این فصل آمار و اطلاعات مرتبط با قابلیت اطمینان کشورهای مختلف، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

۱-۲- آمار پایایی مربوط به دیگر کشورها

در مرجع [۱۱] میزان متوسط خروج بر حسب ساعت در سال برای برخی از کشورها آورده شده است که در ادامه نتایج آن در شکل‌های ۱-۲ و ۲-۲ نشان داده شده است. همان‌گونه که دیده می‌شود آمار مربوط به ایران در این نتایج نیامده است. البته در هنگام تفسیر نتایج بدست آمده از مطالعات انجام شده در کشورهای مختلف، حتما باید تفاوت‌های موجود در نحوه ارزیابی شاخص‌های مورد نظر و سطوح ولتاژی که در آن وقایع پایش شده‌اند را مد نظر قرار داد. صرف نظر از شاخص‌های مختلف و روش‌های محاسباتی هر کشور، نتایج در نمودارهای یکسانی آورده شده است.

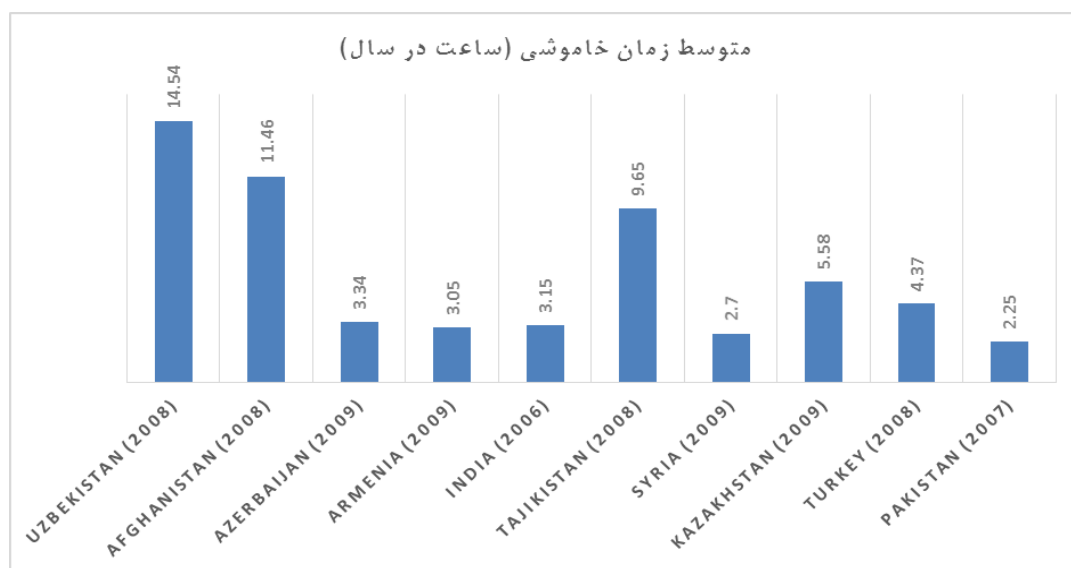


شکل ۱-۲: میزان متوسط خروج بر حسب ساعت در سال برای برخی از کشورها



شکل ۲-۲: میزان متوسط خروج بر حسب ساعت در سال برای برخی از کشورها

همان طوری که در دو شکل بالا مشاهده می‌شود، در بین کشورهای مذکور کشور مصر با حدود ۲ ساعت خاموشی در سال دارای آمار بهتری نسبت به بقیه می‌باشد. البته در این دو شکل اکثر کشورهای اروپایی و آمریکایی پیشرفته حضور ندارند. همچنین می‌توان کشورهای همسایه ایران و یا کشورهای تقریباً مشابه با ایران را نیز به صورت مجزا در شکل ۲-۳ مشاهده نمود.



شکل ۲-۳: میزان متوسط خروج بر حسب ساعت در سال برای کشورهای مشابه ایران

البته در کشورهای فوق‌روش‌ها و استانداردهای ارزیابی مربوط به شاخص‌های قابلیت اطمینانی سیستم ممکن است متفاوت باشد. به عنوان نمونه پایین بودن آمار مدت زمان خاموشی در کشور پاکستان به دلیل وضعیت مناسب این کشور در این حوزه نیست. زیرا این کشور تنها در ساعات‌های خاصی از روز برق‌دار می‌باشد و این آمار برای مدت زمان محدودی از روز می‌باشد و وقوع خاموشی در دیگر اوقات روز در محاسبات مد نظر قرار نمی‌گیرد.

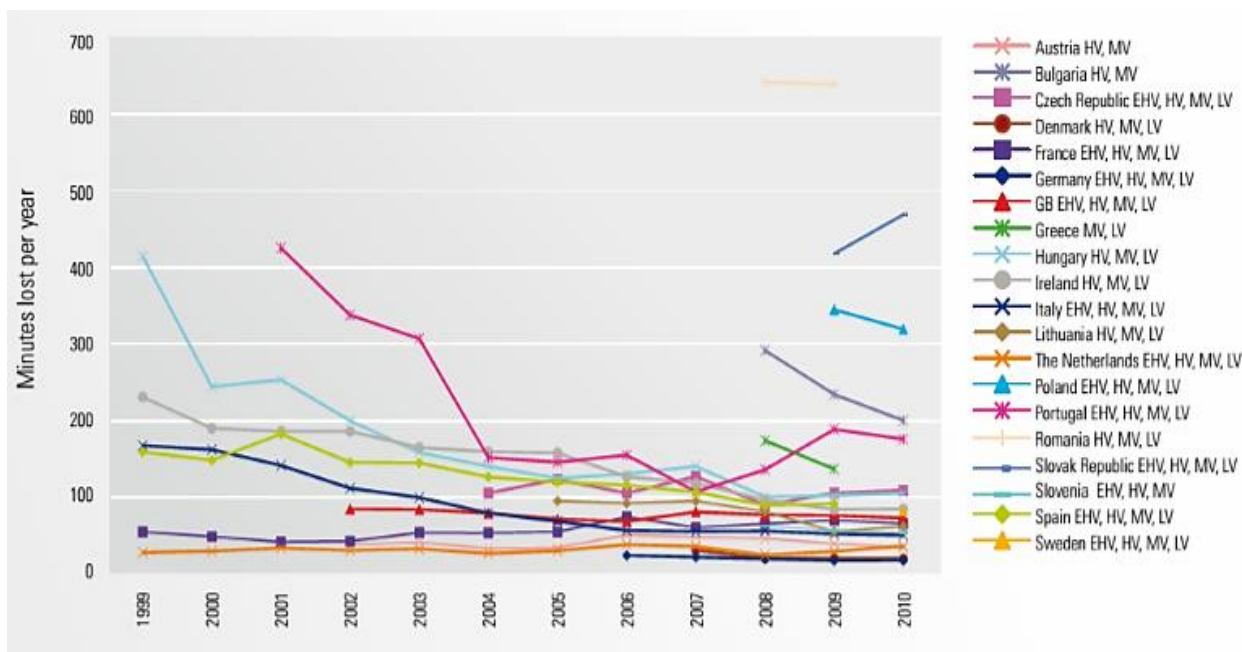
کشورهای اروپایی برای ارزیابی آمار مربوط به خاموشی‌ها از شاخص‌ها و روش‌های وزن‌دهی مختلفی استفاده می‌نمایند. در این قسمت به بررسی بخشی از آمارهای منتشر شده در این زمینه پرداخته می‌شود. علاوه بر پایش مدت زمان و تعداد خاموشی‌ها می‌توان آنها را در دو دسته برنامه‌ریزی شده و خاموشی‌های بی‌برنامه نیز جای داد. البته کشورهای مختلف، تعاریف گوناگونی برای معرفی و ارزیابی خاموشی‌های با برنامه و بی‌برنامه دارند که برای اطلاعات بیشتر در این زمینه می‌توان به مرجع [۱۳-۱۲] مراجعه نمود. همچنین اینکه چه رخدادهایی به عنوان رخداد‌های خاص در نظر گرفته شوند نیز بسته به دستورالعمل‌های هر کشور متفاوت است.

در هنگام تفسیر نتایج بدست آمده از مطالعات انجام شده در کشورهای مختلف، حتما باید تفاوت‌های موجود در نحوه ارزیابی شاخص‌های مورد نظر و سطوح ولتاژی که در آن وقایع پایش شده‌اند را مد نظر قرار داد. صرف نظر از شاخص‌های مختلف و روش‌های محاسباتی هر کشور، نتایج در نمودارهای یکسانی آورده شده است.

شاخص‌های سیستمی مانند تعداد خاموشی در سال و مدت دقایق خاموشی در سال برای کشورهای مختلف در شکل‌های زیر با یکدیگر مقایسه شده‌اند. در هنگام مقایسه این شاخص‌ها باید مراقب تفاوت‌های موجود در دستورالعمل‌های هر کشور در تعیین وقایع خاص بود [۱۳].

شکل ۲-۴ مدت دقایق خاموشی در سال برای رخداد‌های برنامه‌ریزی نشده بدون احتساب وقایع خاص را نشان می‌دهد. از منحنی‌های مربوط به هر کشور می‌توان این‌گونه استنباط نمود که تعداد این دقایق رو به کاهش و یا تثبیت می‌باشد. به ویژه از سال ۲۰۰۴ به بعد روند کاهشی موجود در مدت زمان خاموشی‌ها دیگر ملموس نیست و گویی به حد اشباع رسیده است. همچنین قابل مشاهده است که مدت زمان کل خاموشی در سال‌های اخیر در تعدادی از کشورها در حال افزایش است. تقریباً بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۰ افزایش نسبی در قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت کشورهای مختلف دیده می‌شود. البته در کشور پرتغال بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۰ میزان خاموشی از ۱۳۳/۰۸ دقیقه در سال به ۱۷۷/۹۸ دقیقه در سال افزایش یافته است. البته با این حال نیز مدت زمان خاموشی برای این کشور از سال ۲۰۰۱ که برابر ۴۲۱/۸۶ دقیقه در سال بوده است، کاهش

یافته است. در برخی از کشورها مانند بلغارستان در طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۰ افزایش قابل توجهی در قابلیت اطمینان شبکه حاصل شده است. در این نمودار اطلاعات برخی از کشورها فقط برای چند سال موجود بوده است. مثلاً اطلاعات مربوط به آلمان تنها از سال ۲۰۰۶ به بعد در دسترس است [۱۳].



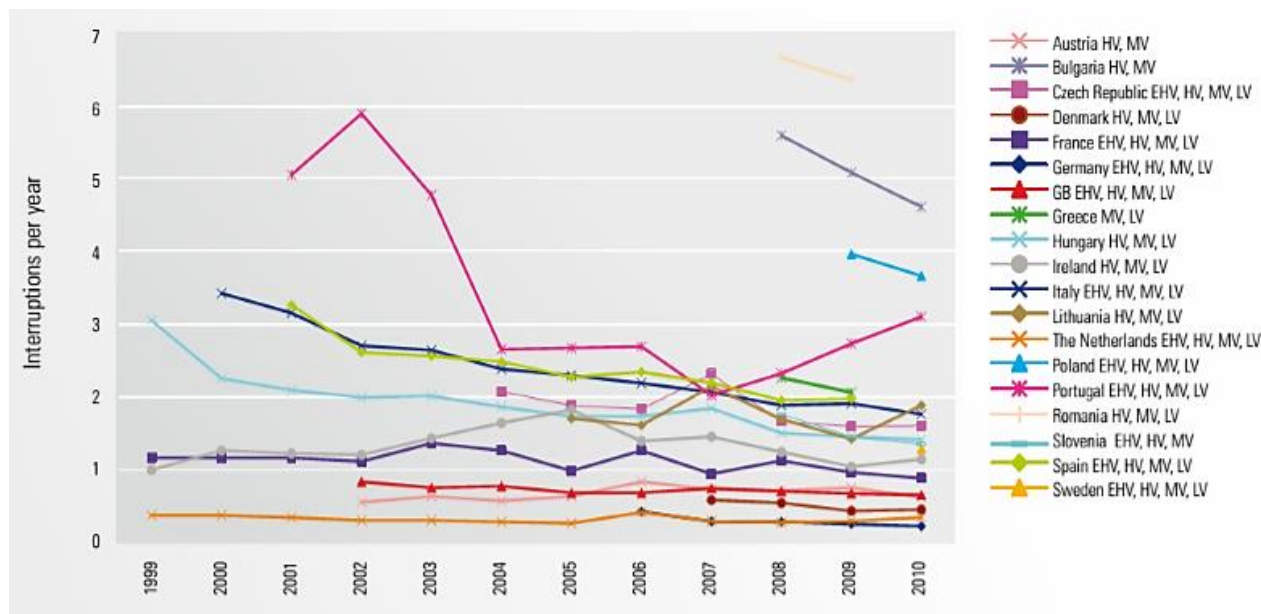
شکل ۲-۴: مدت دقایق خاموشی در سال برای رخدادهای برنامه ریزی نشده بدون احتساب وقایع خاص

در شکل ۲-۵ تعداد خاموشی‌ها در سال نشان داده شده است. این خاموشی‌ها وقایع خاص را در نظر نگرفته‌اند. تقریباً مشابه نمودار قبلی طی سال‌های اخیر تقریباً بهبودی نسبی در کیفیت و قابلیت اطمینان شبکه همه کشورها دیده می‌شود. روند شاخص‌های موجود در این نمودار نیز مانند شکل قبلی است و تنها در آمار کشورهای پرتغال و لتونی افزایش نسبی در تعداد خاموشی‌های سال‌های اخیر دیده می‌شود. در کشور لتونی بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۷ این رقم افزایش یافته است، در سال ۲۰۰۹ کاهش و مجدداً در سال ۲۰۱۰ افزایش یافته است. در کشور پرتغال نیز تعداد خاموشی‌ها بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۶ کاهش یافته است ولی از سال ۲۰۰۶ به بعد این ارقام افزایش یافته ولی با این حال تعداد خاموشی‌ها نسبت به سال ۲۰۰۱ کمتر بوده است [۱۳].

با توجه به اینکه آمار رخدادهای کشورهای مذکور به ازای تمامی سطوح ولتاژشان موجود نیست، مقایسه عملکرد و کارایی آنها بسیار پیچیده خواهد بود. بسیاری از کشورها در مرجع [۱۳] بیان کرده‌اند که اتفاقات موجود در تمامی سطوح ولتاژ پایش

شده است ولی تنها اطلاعات موجود برای بعضی سطوح ولتاژ اکنون در دسترس است. برای مثال برای کشورهای اتریش و بلغارستان تنها اطلاعات مربوط به خرابی‌های رخدادها در سطوح ولتاژ HV و MV در دسترس است. مقدار واقعی این شاخص متأثر از بلایای طبیعی و یا وقایع آب و هوایی خاص می‌باشد که در این نمودار در نظر گرفته نشده است (وقایعی مانند وقوع سیل در سال ۲۰۰۲، طوفان "کریل" در سال ۲۰۰۷، طوفان "پائولا" و "اما" در سال ۲۰۰۸ و زمستان سال ۲۰۰۹). کشور رومانی نیز تنها به پایش رویدادهای شبکه انتقال ولتاژ بالا (۷۵۰-۲۲۰ کیلوولت) می‌پردازد و تنها شاخص‌های انرژی تامین شده و متوسط زمان خرابی را در نظر می‌گیرد. کشور سوئد تمامی سطوح ولتاژ بالا و پایین را مانیتور می‌کند.

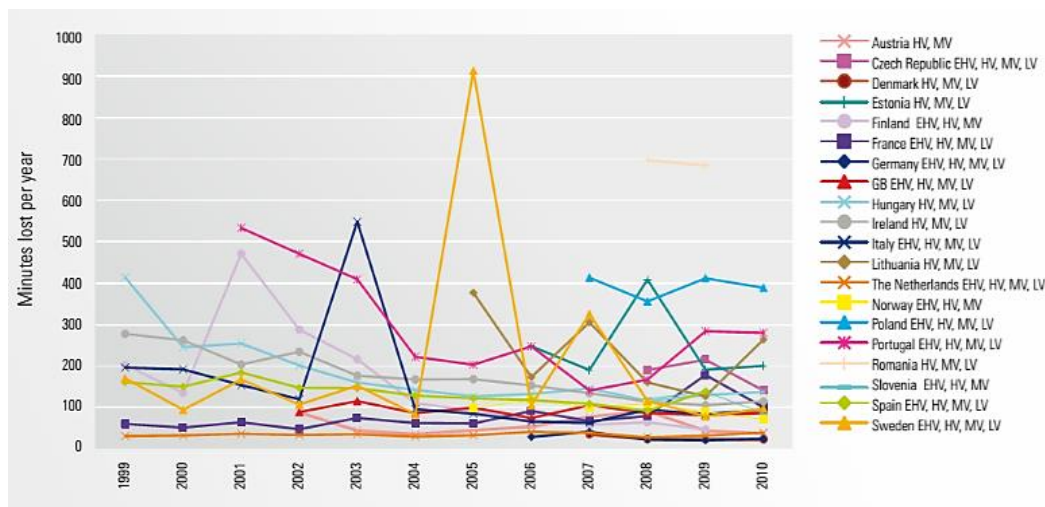
همچنین کشورهای فرانسه، هلند، پرتغال، لهستان، اسلونی و بریتانیا نیز تمامی سطوح ولتاژی را پایش می‌نمایند. در کشور آلمان تمامی رویدادهای موجود در تمامی سطوح ولتاژ پایش می‌شوند ولی تنها شاخص‌های سطوح ولتاژ فشار متوسط و فشار ضعیف محاسبه و منتشر می‌شود. شبکه انتقال با ولتاژ بسیار بالا در کشورهایی مانند دانمارک، یونان، ایرلند و لتونی پایش نمی‌شود. در فرانسه نیز تنها سطوح ولتاژ توزیع که حدود ۹۵٪ کل کشور را پوشش می‌دهند، گزارش می‌شوند. از سال ۲۰۱۰ کشور سوئد میان خاموشی‌های کمتر از ۱۲ ساعت و بیشتر از ۱۲ ساعت به منظور تنظیم تعرفه‌ها تمایز قائل می‌شود. لهستان از سال ۲۰۰۸ به اندازه‌گیری پرداخته است. پرتغال نیز این اطلاعات را تنها برای سطوح LV ارزیابی می‌کند. همچنین اسلونی نیز بیان نموده است که تمامی سطوح ولتاژ را پایش می‌نماید ولی به دلیل در دسترس نبودن اطلاعات سطح LV تنها اطلاعات سطح MV برای محاسبه شاخص‌ها استفاده می‌شود. به طور کلی در کشور هلند تمامی سطوح ولتاژ پایش می‌شوند. در اسپانیا نیز تمامی سطوح ولتاژ بالاتر از یک کیلوولت پایش می‌شوند.



شکل ۲-۵: تعداد خاموشی در سال برای رخدادهای برنامه ریزی نشده بدون احتساب وقایع خاص

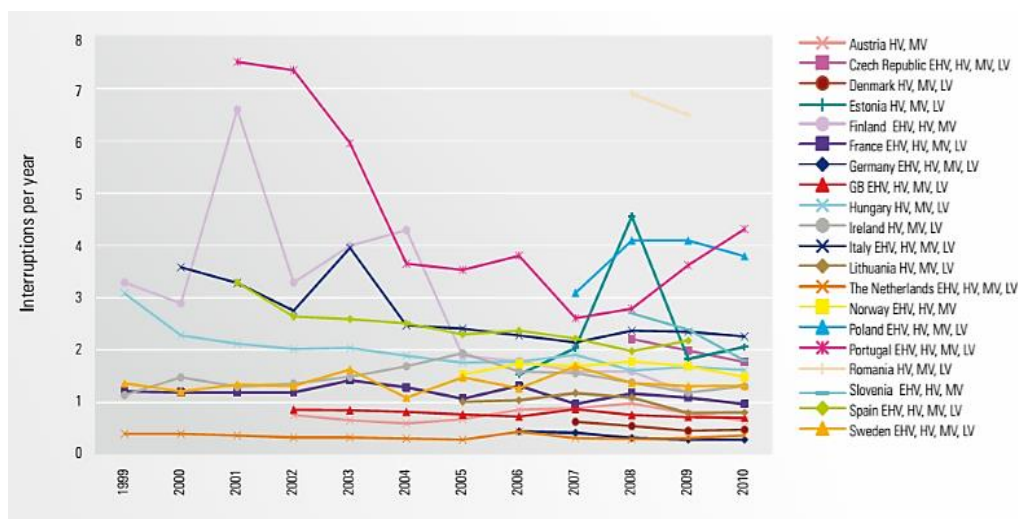
اطلاعات مربوط به خاموشی‌های رخ داده شامل تمامی وقایع نیز در این قسمت بررسی شده است. در شکل ۲-۶ آمار مدت خاموشی بر حسب دقیقه در سال که شامل تمامی وقایع می‌شود، نشان داده شده است. نسبت به نمودارهای قسمت قبل میزان تغییرات بیشتری در این شکل به چشم می‌خورد. دانمارک خاموشی‌های بالای یک دقیقه را پایش می‌نماید، درحالی که بریتانیا خاموشی‌های بالای سه دقیقه را گزارش می‌کند. خاموشی‌های سراسری ۲۸ سپتامبر سال ۲۰۰۳ و بارزدایی ۲۶ ژوئن سال ۲۰۰۳ سهم زیادی در مدت زمانی خاموشی کشور ایتالیا دارند. مشابه بخش قبلی در اسپانیا تمامی رویدادهای مربوط به سطوح ولتاژ بالای یک کیلوولت پایش می‌شود. همچنین مدت زمان خاموشی بالای کشور سوئد در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۰۷ نشان دهنده تاثیر وقوع دو طوفان شدید در این سال‌ها می‌باشد [۱۳].

شرایط آب و هوایی سخت در بیشتر کشورهای اروپایی طی سال‌های قبلی (فنلاند سال ۲۰۰۱، ایتالیا ۲۰۰۳، پرتغال سال ۲۰۰۴، سوئد سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۰۷، استننا سال ۲۰۰۸) مدت زمان خاموشی‌های پایش شده را تحت تاثیر خود قرار داده است.



شکل ۲-۶: مدت زمان خاموشی‌های بلند مدت و برنامه ریزی نشده در هر سال با احتساب تمامی وقایع

شکل ۲-۷: تعداد خاموشی‌های بلند مدت و برنامه ریزی نشده در هر سال را با احتساب تمامی وقایع نشان می‌دهد. میزان تغییرات سالانه این نرخ کمتر از تغییرات سالانه مدت زمان خاموشی‌های رخ داده با احتساب تمامی وقایع می‌باشد. زیرا رخدادهای خاص بیشتر موجب افزایش مدت زمان خاموشی می‌شوند تا افزایش تعداد خاموشی‌ها. برای نمونه، تعداد خاموشی‌های رخ داده در کشور ایتالیا در سال ۲۰۰۳ تنها یکی از بیشتر از سال‌های قبلی است ولی مدت زمان خاموشی در این سال حدود ۴۵۰ دقیقه بیشتر از سال‌های مجاور است. اگر خاموشی‌های پرتغال قبل از سال ۲۰۰۴، فنلاند در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۵، استونی در سال ۲۰۰۸ و رومانی را کنار بگذاریم، محدوده تعداد خطاها در بین این ۱۴ کشور، بین ۰/۵ تا ۵ خطا در سال می‌باشد.



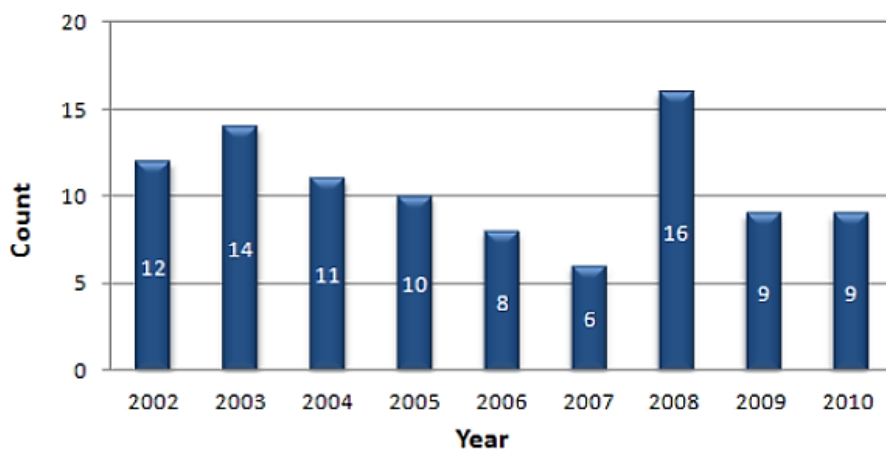
شکل ۲-۷: تعداد خاموشی‌های بلند مدت و برنامه ریزی نشده در هر سال را با احتساب تمامی وقایع

میزان خاموشی مصرف‌کنندگان در ایالت متحده حدود ۲۱۴ دقیقه در سال است. این شاخص برای بریتانیا حدود ۷۰، برای فرانسه حدود ۵۳، برای هلند حدود ۲۹، برای ژاپن حدود ۶ و برای سنگاپور حدود ۲ دقیقه در سال است. در ژاپن مصرف‌کنندگان حدود بیست سال یکبار خاموشی را تجربه می‌کنند ولی در ایالت متحده حدوداً هر ۹ ماه یک بار، غیر از طوفان‌های سهمگین، مصرف‌کنندگان متحمل خاموشی و قطع بار می‌شوند. با اینکه فعالیت‌های بسیاری در این زمینه صورت گرفته است ولی با این حال میزان قطع توان در ایالت متحده نسبت به بیست و پنج سال گذشته تغییر چندانی نیافته و قابلیت اطمینان سیستم قدرت بهبودی نیافته است [۱۴]. همچنین آمار مربوط به شاخص‌های قابلیت اطمینان ۹ کشور جهان در سال ۲۰۰۷ به صورت جدول ۱-۲ می‌باشد. همانطوری که مشاهده می‌شود، ایالات متحده زمان خاموشی بیشتری را نسبت به هشت کشور دیگر تجربه می‌نماید [۱۵].

جدول ۱-۲: شاخص‌های قابلیت اطمینان ۹ کشور جهان در سال ۲۰۰۷

کشور	متوسط تعداد خاموشی (SAIFI)	متوسط مدت زمان خاموشی (SAIDI)
ایالت متحده	۱/۵	۲۴۰
اتریش	۰/۹	۷۲
دانمارک	۰/۵	۲۴
فرانسه	۱	۶۲
آلمان	۰/۵	۲۳
ایتالیا	۲/۲	۵۸
هلند	۰/۳	۳۳
اسپانیا	۲/۲	۱۰۴
بریتانیا	۰/۸	۹۰

در زمینه فعالیت‌ها و مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های برق، شرکت‌های NERC و سازمان CEA از جمله شرکت‌های پیشرو در این زمینه بوده‌اند. فعالیت شرکت NERC در ابتدا محدود به شمال کشور ایالات متحده بوده ولی به دلیل فعالیت‌های مفید و مثمر آن، مقرر گردید که فعالیت‌های خود را گسترش داده و در سراسر کشور ایالات متحده، کانادا و کشورهای آمریکای جنوبی گسترش دهد. در ادامه برخی از آمار منتشر شده از این شرکت‌ها در مورد قابلیت اطمینان شبکه قدرت آمریکای شمالی آورده شده است. برای نمونه در شکل ۲-۸ تعداد خرابی‌های مرتبط با شبکه انتقال که منجر به از دست دادن بار شده‌اند، برای سال‌های بین ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۰ آورده شده است [۱۶].



شکل ۲-۸: تعداد خرابی‌های مرتبط با شبکه انتقال که منجر به از دست دادن بار شده‌اند

همان‌طوری که مشاهده می‌شود، از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۷ روند تقریباً کاهشی در تعداد خطاهای که منجر به از دست دادن بار شده‌اند، در شبکه انتقال ایالت متحده رخ داده است، ولی بعد از سال ۲۰۰۷ این تعداد رو به افزایش بوده است. همچنین در جدول ۲-۲ آمار مربوط به شاخص‌های قابلیت اطمینان کشور کانادا که توسط CEA محاسبه شده است، نشان داده شده است [۱۷].

جدول ۲-۲: شاخص‌های قابلیت اطمینان کشور کانادا

سال	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASAI
۱۹۹۷	۲/۳۹	۲/۸۶	۱/۲۰	۹۹/۹۶۷
۱۹۹۸	۲/۳۵	۳/۷۰	۱/۵۷	۹۹/۹۵۸
۱۹۹۹	۲/۴۰	۳/۳۲	۱/۳۸	۹۹/۹۶۲
۲۰۰۰	۲/۵۹	۴/۳۱	۱/۶۷	۹۹/۹۵۱
۲۰۰۱	۲/۲۶	۳/۲۳	۱/۴۳	۹۹/۹۶۳
۲۰۰۲	۲/۴۱	۳/۶۷	۱/۵۲	۹۹/۹۵۸
۲۰۰۳	۲/۳۳	۴/۰۶	۱/۷۴	۹۹/۹۵۴
۲۰۰۴	۲/۶۷	۱۰/۶۵	۳/۹۹	۹۹/۸۷۸
۲۰۰۵	۱/۹۸	۳/۹۵	۲	۹۹/۹۵۵
۲۰۰۶	۲/۱۳	۴/۸۰	۲/۲۶	۹۹/۹۴۵
۲۰۰۷	۲/۱۳	۴/۸۰	۲/۲۶	۹۹/۹۴۵
۲۰۰۸	۲/۵۳	۷/۸۵	۳/۱۱	۹۹/۹۱۰

خلاصه گزارش آمارهای قابلیت اطمینان بر اساس داده‌های ۲۰۱۲-۲۰۱۳ و نیز مقایسه آن با آمار سال‌های قبل در ایالات متحده امریکا در جداول ۲-۳ و ۲-۴ آمده است. در جدول ۲-۳ میانگین و چارک‌های شاخص‌های قابلیت اطمینان در سطح توزیع (SAIFI، SAIDI، CAIDI، ASAI) برای داده‌های ۲۰۱۲-۲۰۱۳ ایالات متحده امریکا نشان داده شده است. برای مقایسه و ارزیابی بهتر، شاخص‌های موردنظر برای سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۳ در جدول ۲-۴ آورده شده است [۱۸].

جدول ۲-۳: خلاصه گزارش آمارهای قابلیت اطمینان بر اساس داده‌های ۲۰۱۲-۲۰۱۳ در ایالات متحده امریکا

	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASAI
کمترین مقدار	۰/۰۱	۰/۴۳	۰/۳۶	۹۱/۶۵۰
چهار ماهه اول	۰/۲۹	۱۴/۴۷	۴۷	۹۹/۹۸۰
چهار ماهه دوم	۰/۶۳	۴۰/۴۰	۶۹/۷۰	۹۹/۹۹۰
چهار ماهه سوم	۱/۲۴	۷۱/۶۳	۹۲/۵۰	۹۹/۹۹۴
بیشترین مقدار	۲۳	۵۵۲/۸۴	۲۵۶۱/۳۹	۹۹/۹۹۹
متوسط	۱/۱۱	۵۸/۴۹	۹۶/۴۷	۹۹/۸۷۸

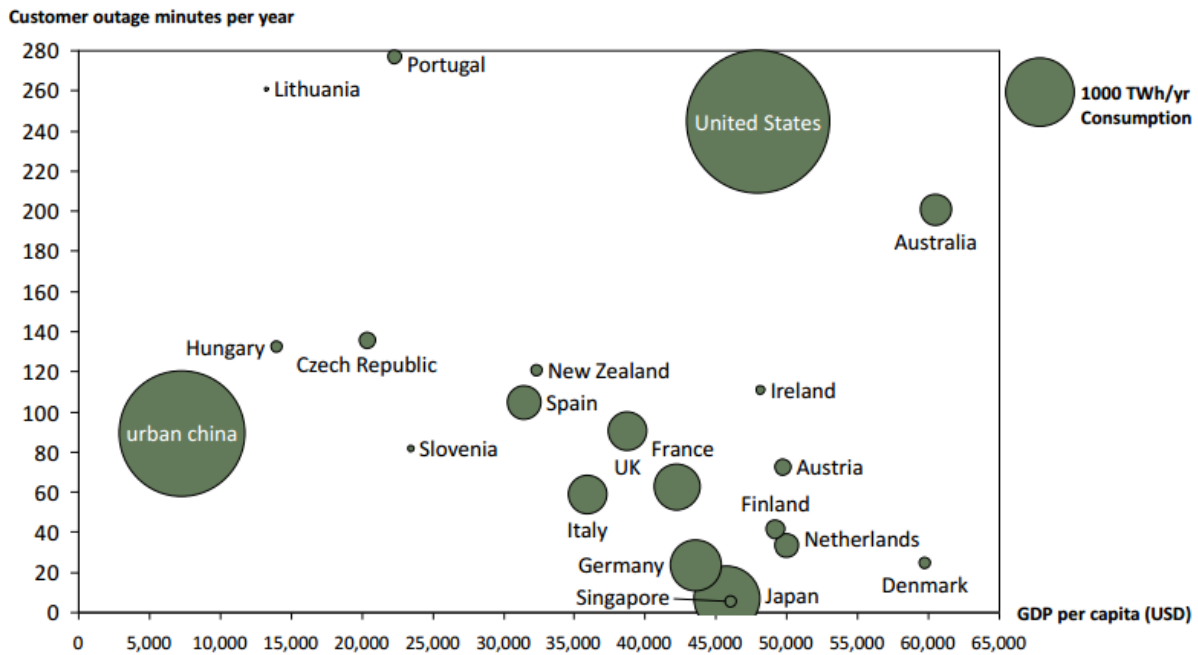
جدول ۲-۴: میانگین شاخص‌های قابلیت اطمینان در ایالات متحده امریکا طی سال‌های گذشته

سال	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASAI
۲۰۰۵	۱/۶۰	۵۴/۰۳	۶۵/۹۱	۹۹/۷۹
۲۰۰۷	۴/۱۸	۶۸/۸۰	۹۰/۰۶	۹۹/۹۷
۲۰۰۹	۰/۸۸	۶۸/۹۸	۸۶/۷۵	۹۹/۹۰
۲۰۱۱	۰/۸۱	۴۶/۳۶	۷۳/۸۶	۹۹/۸۶
۲۰۱۳	۱/۱۱	۵۸/۴۹	۹۶/۴۷	۹۹/۸۷

۲-۲- جمع‌بندی

در این فصل آمار و اطلاعات قابلیت اطمینانی کشورهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت. مهمترین نکته‌ای که باید در هنگام تفسیر نتایج بدست آمده از مطالعات انجام شده در کشورهای مختلف مورد توجه قرار بگیرد این است که حتما باید تفاوت‌های موجود در نحوه ارزیابی شاخص‌های مورد نظر و سطوح ولتاژی که در آن وقایع پایش شده‌اند را مد نظر قرار داد. به عنوان جمع‌بندی آمار بدست آمده از کشورهای دیگر در شکل ۲-۹ مدت زمان خاموشی مشترکین بر حسب دقیقه در سال برای کشورهای مختلف نشان داده شده است [۱۸]. البته در این شکل، مواردی مانند تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی الکتریکی

هر کشور نیز نشان داده شده است. مطابق شکل زیر، شبکه قدرت در ایالت متحده دارای قابلیت اطمینان پایین‌تری نسبت به شبکه‌های قدرت در دیگر کشورهای توسعه یافته و پیشرفته می‌باشد. در این کشور مدت زمان خاموشی بر حسب دقیقه در سال بیش از دو برابر میزان خاموشی در کشورهای پیشرفته است.



شکل ۲-۹: مدت زمان خاموشی مشترکین بر حسب دقیقه در سال برای کشورهای مختلف

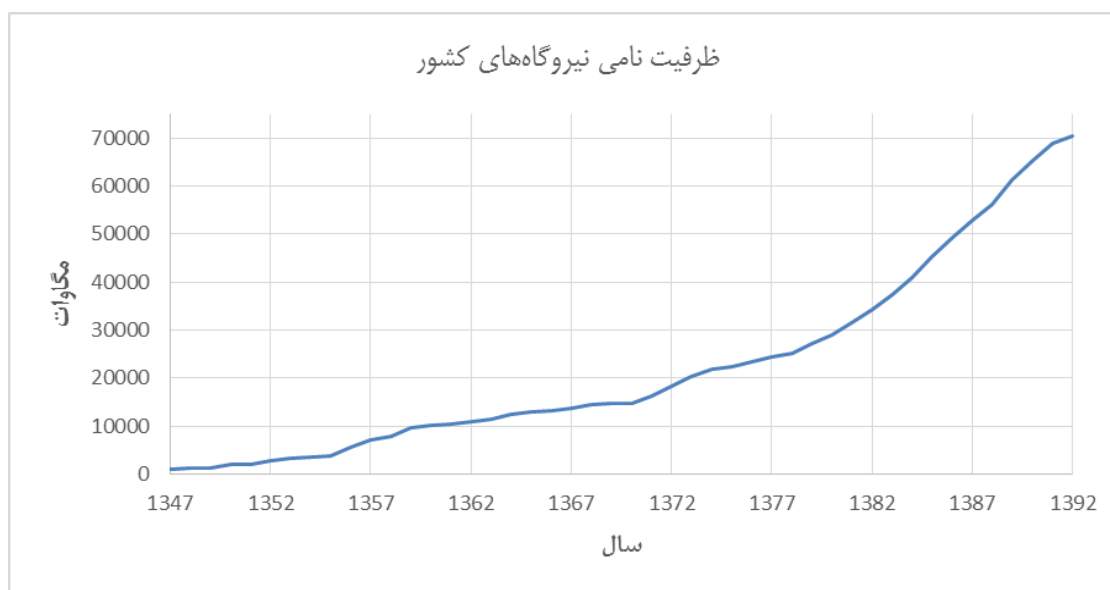
فصل سوم: آمار پایایی مربوط به داخل کشور

مقدمه

در این فصل آمار و اطلاعات مرتبط با قابلیت اطمینان کشور مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و کاستی‌های موجود در این حوزه بررسی خواهد شد. آمار مرتبط با قابلیت اطمینان شبکه قدرت ایران، از روی گزارش‌های سالانه آمار تفصیلی صنعت برق و دیگر منابع موجود استخراج شده است.

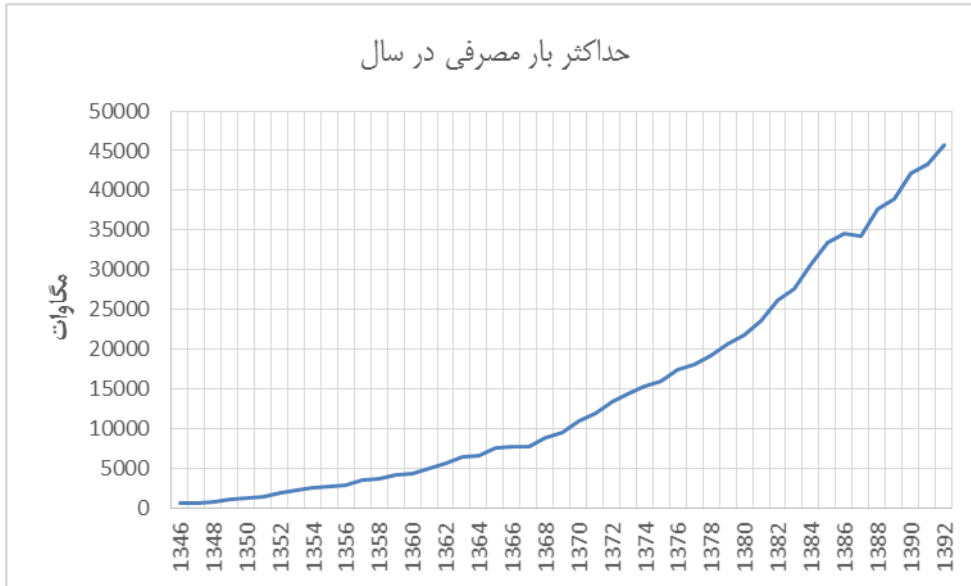
۱-۳- آمار قابلیت اطمینانی داخل کشور

ظرفیت نامی نیروگاه‌های کشور بین سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۹۲ در شکل ۱-۳ نشان داده شده است [۱۹]. همان‌طوری مشاهده می‌شود، در سال‌های اخیر سرمایه‌گذاری‌های خوبی در این زمینه انجام شده است. با گسترش مناسب ظرفیت تولید می‌توان خاموشی‌های ناشی از کمبود تولید در ساعات پیک مصرف را کاهش داد. البته این افزایش ظرفیت باید اقتصادی بوده و متناسب با نیازهای کشور در جهت افزایش رفاه عمومی و بهبود وضعیت اقتصادی انجام گیرد.



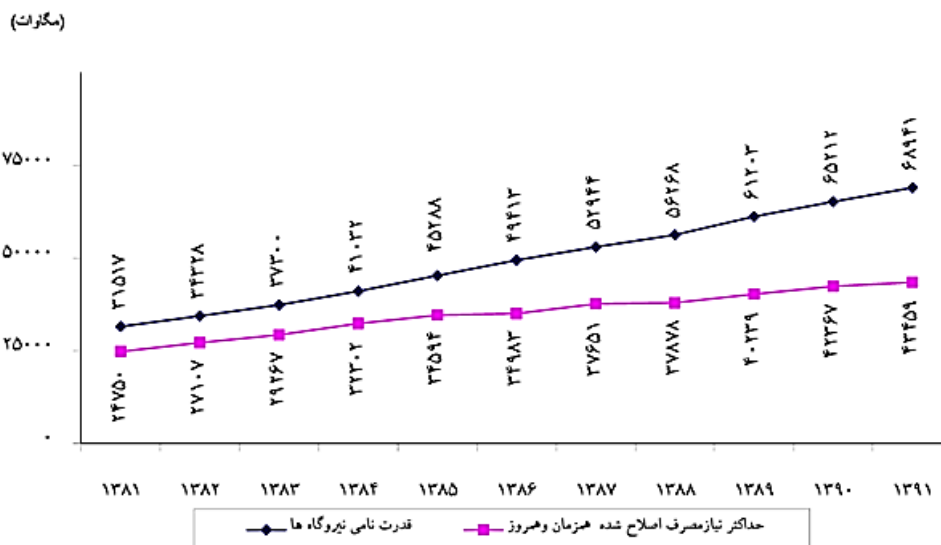
شکل ۱-۳: ظرفیت نامی نیروگاه‌های کشور بین سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۹۲

همچنین حداکثر توان مصرفی بین سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۹۲ نیز در شکل ۳-۲ نشان داده شده است [۴۷].



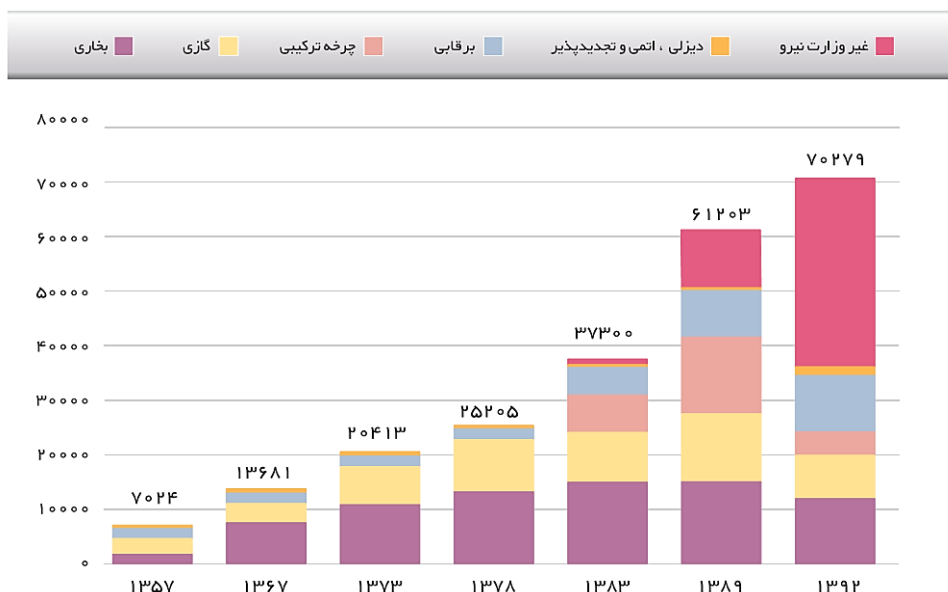
شکل ۳-۲: حداکثر توان مصرفی بین سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۹۲

همچنین در شکل ۳-۳ قدرت نامی نیروگاه‌های کشور و حداکثر نیاز مصرف کل کشور طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۱ نشان داده شده است [۲۰]. مشاهده می‌شود که در سال‌های اخیر میزان ظرفیت ذخیره در نظر گرفته شده نسبتاً روند رو به رشدی داشته است.



شکل ۳-۳: قدرت نامی نیروگاه‌های کشور و حداکثر نیاز مصرف کل کشور طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۱

همچنین نحوه خصوصی‌سازی نیروگاه‌های کشور طی سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۹۲ در شکل ۳-۴ نشان داده شده است [۱۹].

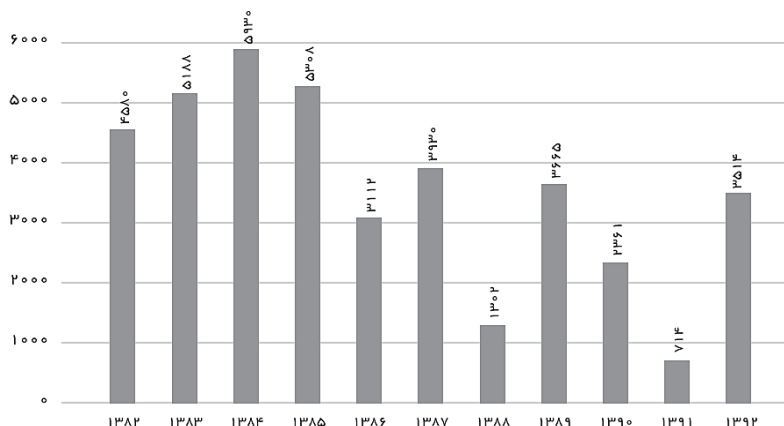


شکل ۳-۴: نحوه خصوصی‌سازی نیروگاه‌های کشور بر حسب مگاوات طی سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۹۲

رشد مصرف مشترکین و افزایش توقع آنان از سطح کیفیت خدمات عمومی، نیازمند سرمایه‌گذاری عظیم و منسجم و پویا در صنعت برق می‌باشد، به طوری‌که تامین منابع مالی این سرمایه‌گذاری‌ها توسط بخش‌های دولتی بار سنگینی بر بودجه کشور تحمیل خواهد نمود و جوابگوی تمامی نیازهای این صنعت نمی‌باشد. از طرفی جهت رسیدن به بهره‌وری و کارایی بالا، نیازمند توسعه منابع مالی و ایجاد رقابت به منظور خدمات رسانی بهتر و کاهش قیمت تمام شده برق است که تحقق این اهداف مبین لزوم مشارکت بخش خصوصی در صنعت برق می‌باشد. همچنین واگذاری فعالیت‌های تصدی‌گری و تمرکز بر وظایف حاکمیتی از جمله دلایلی است که شرکت‌های تابعه در بخش تولید و توزیع را در پیشگامان خصوصی‌سازی کشور قرار داده است. با بسترسازی و انجام اقدامات مناسب، اجازه ورود سرمایه و ظرفیت‌های مدیریتی بخش خصوصی فراهم خواهد شد.

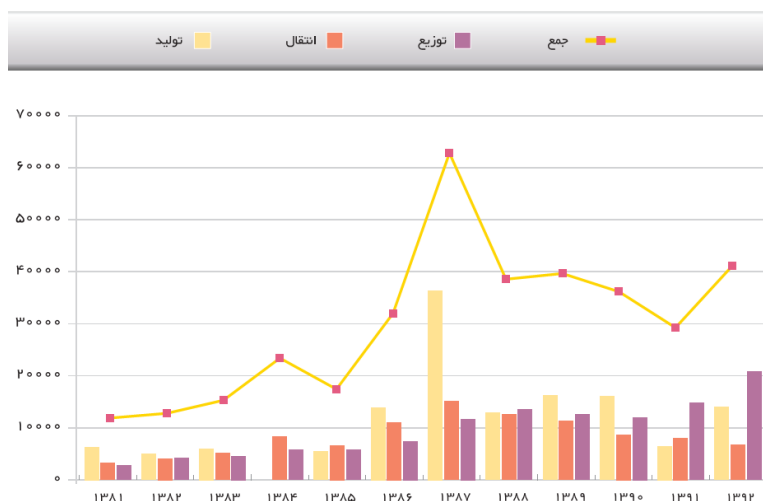
همان‌طوری که در شکل ۳-۴ نیز قابل مشاهده است، ظرفیت نیروگاه‌های خصوصی کشور بعد از شروع فرایند تجدیدساختار و ایجاد شرکت مدیریت شبکه از سال ۱۳۸۴ رو به افزایش می‌باشد. همچنین ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر نیز افزایش یافته است، ولی با این حال هنوز سهم بسیار اندکی از ظرفیت تولید را به خود اختصاص داده است. با توجه به روند رو به رشد استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در چرخه تولید انرژی الکتریکی باید چالش‌های پیش‌رو در قابلیت اطمینان سیستم قدرت، مانند افزایش عدم قطعیت‌ها، شناسایی شده و به حل آن‌ها اهتمام ورزیده شود.

روند کمبود قدرت عملی تا سطح ذخیره تولید ۲۶ درصد (برحسب مگاوات) بین سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲ در شکل ۳-۵ نشان داده شده است. همان‌طوری مشاهده می‌شود، با سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در سطح تولید، میزان کمبود ذخیره از مقدار مطلوب ۲۶ درصد تقریباً روندی نزولی داشته است که نشان‌دهنده بهبود قابلیت اطمینان سیستم تولید در کشور می‌باشد [۲۰].



شکل ۳-۵: روند کمبود قدرت عملی تا سطح ذخیره تولید ۲۶ درصد (برحسب مگاوات)

میزان سرمایه‌گذاری در بخش‌های تولید، انتقال و توزیع صنعت برق در شکل ۳-۶ نشان داده شده است [۱۹]. همان‌طوری که مشاهده می‌شود، میزان سرمایه‌گذاری در هر یک از حوزه‌های نام‌برده دارای روند رو به رشدی بوده است.



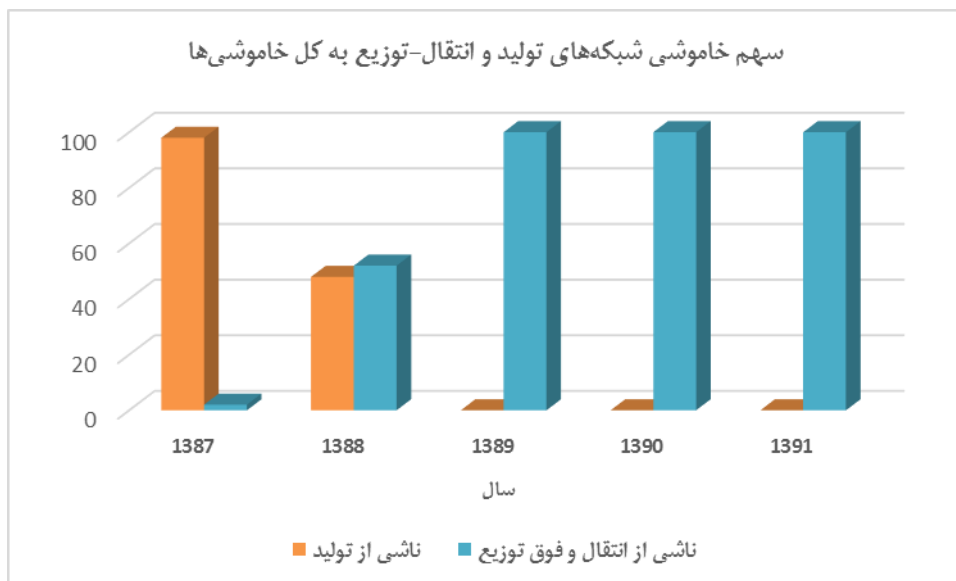
شکل ۳-۶: میزان سرمایه‌گذاری در بخش‌های تولید، انتقال و توزیع صنعت برق بر حسب میلیارد ریال

بخش توزیع به دلیل تنوع در پارامترهای عملیاتی و تصمیم‌گیری که شامل عوامل مختلف اجتماعی، اقتصادی و فناوری می‌باشد دارای ویژگی‌های خاص خود بوده و به دلیل ارتباط مستقیم با مردم و وظیفه پاسخ‌گویی به مشترکین از حساسیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

همچنین با توجه به اینکه عمده خاموشی‌های ایجاد شده در سال‌های اخیر به دلیل مشکلات موجود در شبکه توزیع می‌باشد، توجه به این حوزه از اهمیت بالاتری برخوردار است. میزان سرمایه‌گذاری در این بخش نیز مطابق شکل ۳-۶ ارای روند رو به رشدی بوده است.

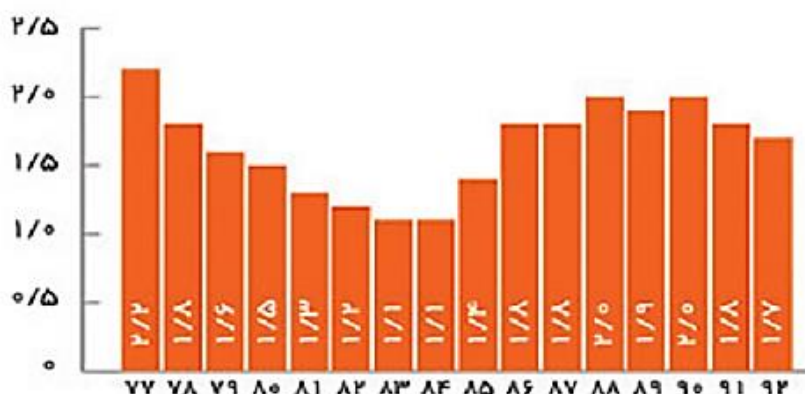
به طور کلی در چند دهه گذشته توجه کمتری به سیستم‌های توزیع نسبت به سیستم‌های تولید در مدلسازی و ارزیابی قابلیت اطمینان شده است. دلایل اصلی این موضوع این است که نیروگاه‌های تولید برق به تنهایی بسیار هزینه‌بر هستند و عدم کفایت تولید می‌تواند حوادث فاجعه‌آفرینی را برای جامعه و منطقه به همراه داشته باشد. در نتیجه به تامین کفایت و احتیاجات این بخش از سیستم قدرت بسیار تاکید شده است. اما سیستم توزیع نسبتاً ارزان است و قطعی‌های آن تاثیر محلی دارند. بنابراین تلاش کمی برای ارزیابی کمی کفایت طرح‌های مختلف و تقویت آن‌ها تخصیص داده می‌شود. از طرف دیگر، تحلیل آماري خرابی مشترک‌های اکثر شرکت‌های برق نشان می‌دهد که سیستم توزیع بیشترین سهم را در عدم دسترسی منبع تغذیه به مشترک دارد.

برای مثال بررسی آمار خاموشی‌های ایجاد شده در شبکه قدرت استان یزد نشان‌دهنده این است، که در سال‌های اخیر عمده خاموشی‌ها بدلیل ایجاد خرابی و مشکلات شبکه‌های انتقال و فوق توزیع بوده است. این آمار به صورت درصد سهم شبکه تولید و یا انتقال-توزیع در ایجاد خاموشی طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۱ در شکل ۳-۷ نشان داده شده است. با چنین آمارهایی توجه به ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های توزیع به منظور ارزیابی کمی طرح‌های مختلفی که در اختیار طراحان قرار دارد را تقویت می‌کند تا از منابع سرمایه‌ای محدود برای رسیدن به بیشترین حد ممکن قابلیت اطمینان و بهبود آن در سیستم اطمینان حاصل شود [۲۱].



شکل ۳-۷: درصد سهم شبکه تولید و یا انتقال-توزیع در ایجاد خاموشی طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۱

همچنین در شکل ۳-۸ روند نرخ خاموشی ناشی از بخش توزیع طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۲ نشان داده شده است [۲۲]. برای محاسبه آن، میزان انرژی توزیع نشده در هر سال بر کل انرژی تحویلی در آن سال تقسیم شده و در هزار ضرب شده است. متأسفانه همان‌طوری که در شکل زیر نیز دیده می‌شود، خاموشی‌های ایجاد شده در بخش توزیع با گسترش شبکه و فرسودگی تجهیزات موجود در آن تقریباً در حال افزایش می‌باشد که زنگ خطری برای صنعت برق بوده و توجه بیشتر به این حوزه لازم و ضروری است.



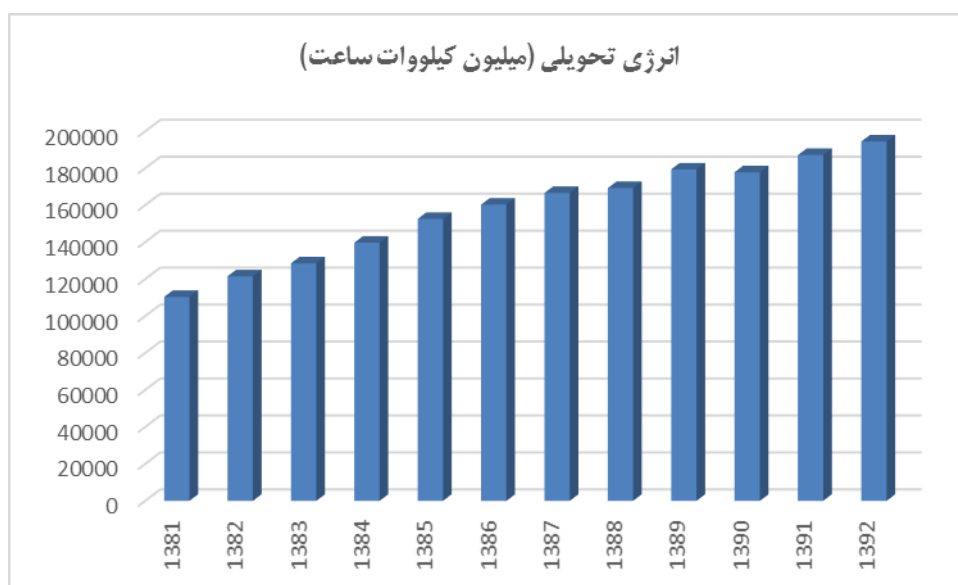
شکل ۳-۸: نرخ خاموشی ناشی از بخش توزیع طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۲

امروزه در صنعت برق یکی از فاکتورهای مهم در مقایسه عملکردهای بهره‌بردار، مقدار انرژی‌های توزیع نشده و یا نرخ انرژی‌های توزیع نشده در شرکت‌های توزیع می‌باشد. ولی بالا و پایین بودن این ارقام به تنهایی گویای چیز خاصی نمی‌تواند

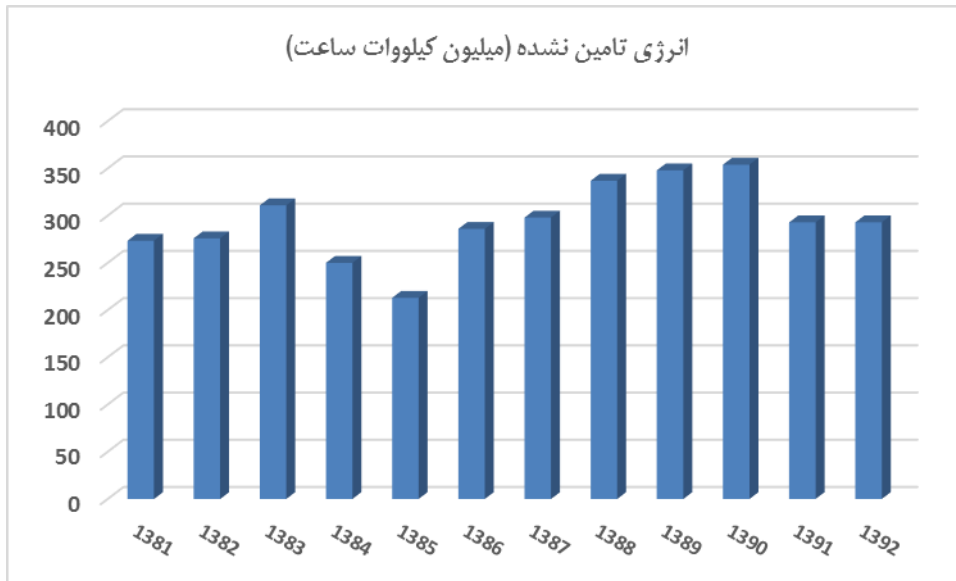
باشد. زیرا شرکت‌هایی مانند توزیع مراکز استان‌ها و یا توزیع‌های تهران در محدوده‌های جغرافیایی کوچکی مقدار زیادی انرژی توزیع می‌کنند و معمولاً هم با توجه به بافت و نوع شبکه، مقدار انرژی‌های توزیع نشده آنها رقم کوچکی می‌باشد. بدین جهت برای بررسی دقیق‌تر مساله علاوه بر مقدار انرژی توزیع نشده و یا خاموشی، بایستی نرخ خاموشی و همچنین وضعیت محدوده‌ای که انرژی در آن توزیع شده است نیز در نظر گرفته شود و سپس وضعیت شرکت‌های توزیع با هم مقایسه گردد.

آمار تفصیلی صنعت برق سال ۱۳۹۲ حاکی از آن است که انرژی توزیع نشده ناشی از بخش توزیع در این سال و سال قبل از آن برابر با ۲۹۳ میلیون کیلووات ساعت بوده است. به‌علاوه در سال ۱۳۹۲ زمان خاموشی هر مشترک ناشی از بخش توزیع برابر با ۲/۴۷ دقیقه در روز و در سال قبل آن برابر با ۲/۶ دقیقه در روز بوده است [۲۲].

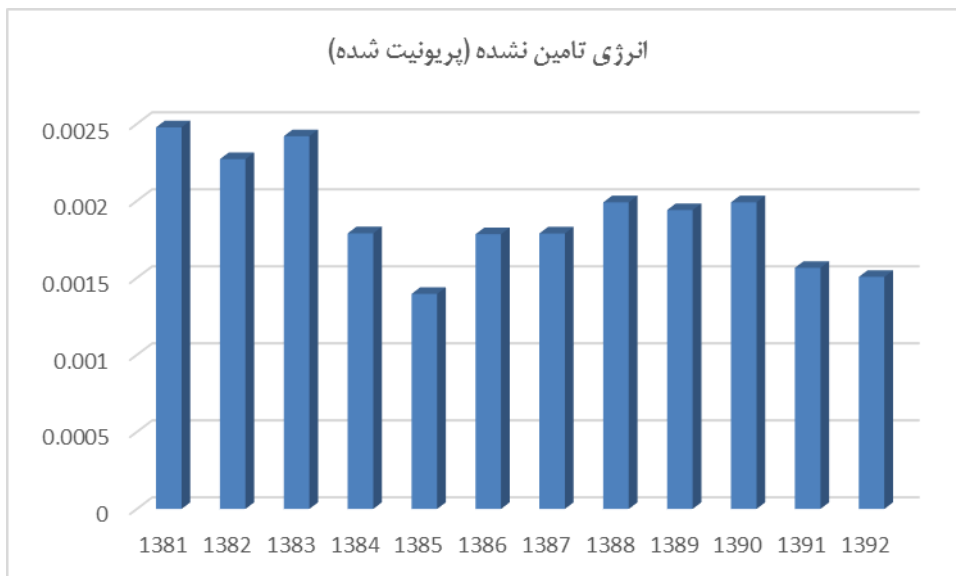
در شکل‌های ۳-۹ تا ۳-۱۲ میزان انرژی الکتریکی تحویلی و انرژی تامین نشده (بر حسب میلیون کیلووات ساعت) در بخش توزیع و همچنین میزان خاموشی هر مشترک توزیع بر حسب دقیقه در روز نشان داده شده است. این آمار از گزارش‌های تفصیلی صنعت برق استخراج شده است [۲۲-۳۳].



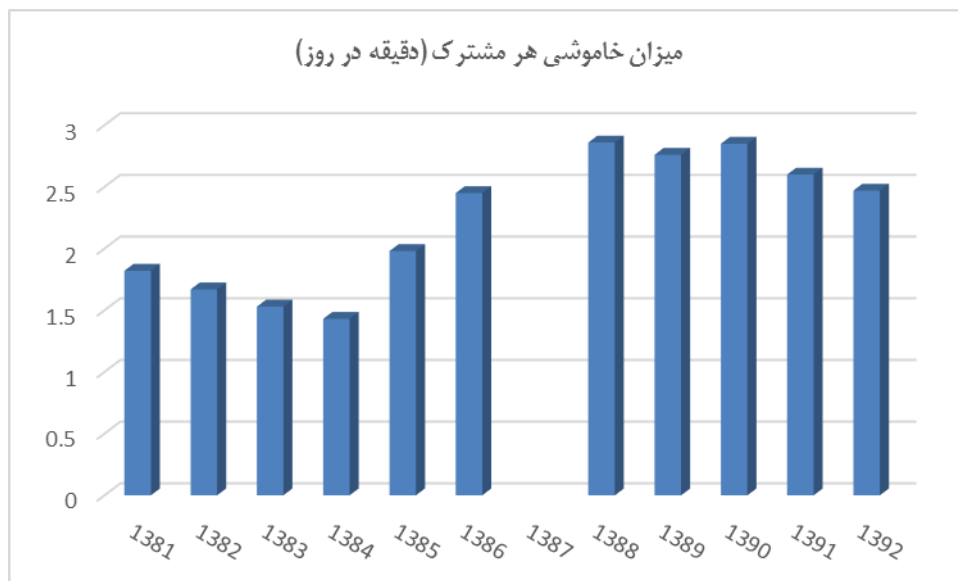
شکل ۳-۹: میزان انرژی الکتریکی تحویلی (بر حسب میلیون کیلووات ساعت)



شکل ۳-۱: میزان انرژی تامین نشده (بر حسب میلیون کیلووات ساعت)

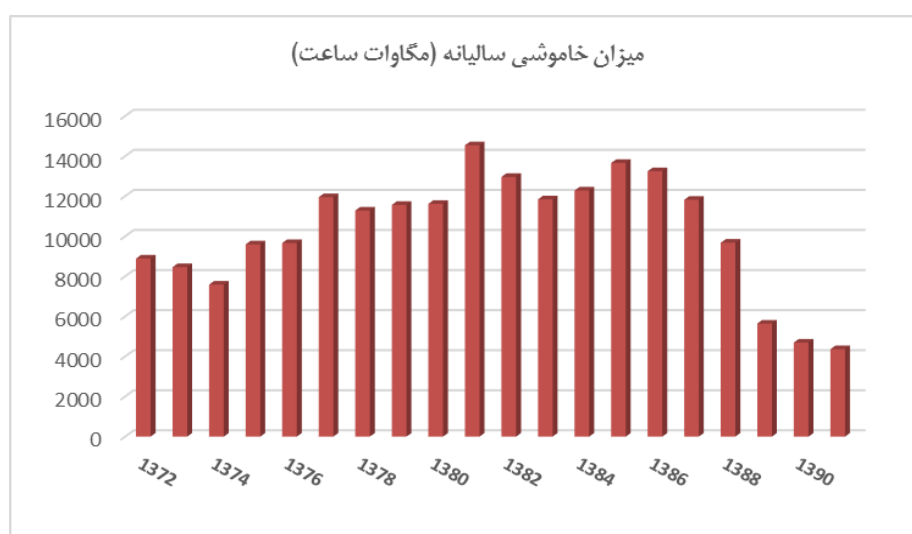


شکل ۳-۱۱: میزان انرژی تامین نشده (بر حسب پریونیت)



شکل ۳-۱۲: مدت زمان خاموشی هر مشترک (برحسب دقیقه در روز)

با توجه به اینکه میزان خاموشی در سال ۱۳۸۷، برابر ۱۴ دقیقه در روز بوده است، این عدد به دلیل بزرگی مقدار، در نمودار بالا گنجانده نشده است. همانطوری که در شکل‌های بالا نیز مشاهده می‌شود، جایگاه بخش توزیع هنوز با سطح مطلوب فاصله زیادی دارد و متأسفانه در سال‌های اخیر میزان خاموشی‌ها در بخش توزیع و انرژی تامین نشده ناشی از آن افزایش یافته است که این امر ضرورت توجه به این حوزه را بیش از پیش مشخص می‌نماید. همچنین میزان خاموشی‌های سالیانه برق منطقه‌ای خراسان طی سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۱ نیز در شکل ۳-۱۳ نشان داده شده است. همان‌طوری که مشاهده می‌شود، در سال‌های اخیر میزان انرژی تامین نشده روند رو به کاهشی را داشته است [۳۴].



شکل ۳-۱۳: میزان خاموشی‌های سالیانه برق منطقه‌ای خراسان طی سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۱

همچنین در مطالعه‌ای که تحت عنوان "مطالعات قابلیت اطمینان شبکه انتقال و فوق توزیع یزد" توسط پژوهشگاه نیرو در سال ۱۳۸۹ به انجام رسید، شاخص‌های قابلیت اطمینان شبکه انتقال و فوق توزیع، شبکه توزیع و شاخص‌های قابلیت اطمینان کل شبکه یزد بین سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ محاسبه گردید. این شاخص‌ها در جداول ۱-۳ تا ۳-۳ آورده شده است. همان‌طوری که در جداول زیر نیز قابل مشاهده است، قابلیت اطمینان شبکه برق یزد طی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ بهبود یافته است.

جدول ۱-۳: شاخص‌های قابلیت اطمینان شبکه انتقال و فوق توزیع یزد

سال	مدت زمان خاموشی (ساعت)	توان قطع شده (MW)	ASIFI (Failure/year) per MW	ASIDI (hour/year) per MW	CAIDI (hour/year) per MW	ASAI % Avail.	ASCI (Kwh/year) per customer	LOE MWh/year
۸۲	۲۱۰,۲۲	۲۳۸۱,۵	۲,۴۴۷۲	۲,۲۵۵۲	۰,۴۴۹۵	۰,۹۹۹۷۲۰	۲,۲۰۱۱	۱۵۹۹,۲
۸۵	۱۷۷,۱۰	۲۰۲۲,۳	۲,۵۸۱۸	۱,۸۲۸۰	۰,۷۱۵۸	۰,۹۹۹۷۸۹	۲,۷۹۷۲	۱۲۲۷,۴
۸۶	۲۲۸,۴۵	۸۲۷,۳۴	۰,۹۷۲۵	۲,۳۹۰۷	۲,۲۸۴۵	۰,۹۹۹۶۱۳	۷,۳۱۴۷	۲۹۵۲,۳
۸۷	۱۳۹,۸۰	۹۰۸	۰,۹۹۱۹	۰,۹۰۴۲	۰,۹۱۳۴	۰,۹۹۹۸۹۷	۱,۹۱۷۱	۸۲۹,۴
۸۸	۱۲۲,۷۲	۱۰۰۲,۳	۱,۰۷۲۱	۰,۴۸۵۴	۰,۴۳۹۵	۰,۹۹۹۹۲۲	۱,۲۱۳۲	۴۲۲,۲

جدول ۲-۳: شاخص‌های قابلیت اطمینان شبکه توزیع یزد

سال	مدت زمان خاموشی (ساعت)	توان قطع شده (MW)	ASIFI (Failure/year) per MW	ASIDI (hour/year) per MW	CAIDI (hour/year) per MW	ASAI % Avail.	ASCI (Kwh/year) per customer	LOE MWh/year
۸۲	۱۰,۹۵	۲۲۸,۷	۰,۵۰۲۷	۰,۱۲۴۷	۰,۲۵۱۰	۰,۹۹۹۹۸۴	۰,۲۲۷۱	۸۲,۵
۸۵	۲۲,۹۱	۲۵۹,۹	۰,۲۵۹۵	۰,۱۸۲۲	۰,۲۰۱۲	۰,۹۹۹۹۷۹	۰,۳۷۸۹	۱۲۲,۵
۸۶	۲۷,۸۷	۵۲,۸	۰,۰۴۲۹	۰,۲۹۳۷	۲,۴۴۹۰	۰,۹۹۹۹۴۴	۰,۴۲۳۷	۲۵۵,۹
۸۷	۸,۲۸	۲۲۲	۰,۲۲۲۵	۰,۱۰۷۹	۰,۲۲۲۹	۰,۹۹۹۹۸۸	۰,۲۲۸۲	۹۸,۸
۸۸	۱۵,۹۹	۲۱۲,۸	۰,۲۲۷۲	۰,۱۷۲۲	۰,۷۵۹۱	۰,۹۹۹۹۹۰	۰,۳۵۵۵	۱۴۱,۵

جدول ۳-۳: شاخص‌های قابلیت اطمینان کل شبکه برق یزد

سال	مدت زمان خاموشی (ساعت)	توان قطع شده (MW)	ASIFI (Failure/year) per MW	ASIDI (hour/year) per MW	CAIDI (hour/year) per MW	ASAI % Avail.	ASCI (Kwh/year) per customer	LOE MWh/year
۸۲	۲۲۱,۱۸	۲۷۱۷,۲	۲,۱۷۲۰	۲,۵۸۲۱	۰,۴۱۸۹	۰,۹۹۹۷۰۵	۲,۴۲۸۲	۱۴۸۱,۷
۸۵	۲۰۰,۰۰	۲۳۸۲,۲	۲,۰۲۱۲	۲,۰۳۲۵	۰,۴۴۸۳	۰,۹۹۹۷۴۸	۲,۱۷۴۱	۱۵۹۲,۰
۸۶	۲۵۵,۰۲	۸۷۹,۵۴	۱,۰۰۹۵	۲,۴۷۲۲	۲,۴۲۷۹	۰,۹۹۹۵۱۱	۷,۹۲۲۴	۲۱۹۹,۸
۸۷	۱۲۸,۲۸	۱۱۳۰	۱,۲۲۲۲	۱,۰۱۲۱	۰,۸۲۱۵	۰,۹۹۹۸۸۲	۲,۱۲۵۳	۹۲۸,۳
۸۸	۱۳۹,۷۲	۱۲۱۷,۱	۱,۲۹۹۲	۰,۸۵۱۰	۰,۴۴۰۲	۰,۹۹۹۹۰۲	۱,۷۴۴۴	۸۰۳,۸

در مطالعه عملکرد سیستم‌های انتقال و فوق توزیع، شاخص‌های متداول شامل قابلیت اطمینان، دسترس‌پذیری و TSAIFI هستند. در مرجع [۳۵]، این شاخص‌ها بر اساس اطلاعات مربوط به سال ۱۳۸۷، برای کلیه شرکت‌های برق منطقه‌ای در سطوح انتقال و فوق توزیع کل شبکه ایران محاسبه شده است. نتایج این بررسی در جداول ۳-۴ و ۳-۵ آمده است.

جدول ۳-۴: شاخص‌های محاسبه‌شده برای شبکه برق ایران به تفکیک شرکت‌های برق منطقه‌ای

شرکت برق منطقه‌ای	قابلیت اطمینان	دسترس‌پذیری	TSAIFI
فارس	۰/۹۳۴۹۶	۰/۹۵	۲/۱۱
مازندران	۰/۹۷۵۲۸	۰/۹۸۳	۰/۹۳
گیلان	۰/۹۹۵۲۸	۰/۹۰۰	۰/۹۷
هرمزگان	۰/۹۶۷۰۵	۰/۹۹۶	۰/۸۹
اصفهان	۰/۹۸۷۳۷	۰/۹۵۴	۱/۳۳
آذربایجان	۰/۹۴۰۳۵	۰/۹۰۶	۴/۰۸
غرب	۰/۹۹۶۶۹	۰/۹۳۴	۱/۰۷
باختر	۰/۹۸۳۷۹	۰/۹۷۷	۰/۸۳
زنجان	۰/۹۹۵۳۱	۰/۹۶۸	۱/۱۵
یزد	۰/۹۸۶۶۸	۰/۹۶۶	۲/۳۱
سیستان و بلوچستان	--	۰/۸۸۶	۱۰/۱۶
خراسان	۰/۹۷۳۹۲	۰/۹۶۶	۰/۹۹
تهران	۰/۹۶۲۰۳	۰/۹۲	۲/۲۵
خوزستان	۰/۹۶۹۳۴	۰/۸۲	۳/۳
کرمان	۰/۹۵۸۴۷	۰/۹۶۴	۱/۳۳
سمنان	۰/۹۸۹۳۸	۰/۹۷۷	۱/۲۹

جدول ۳-۵: شاخص‌های پایایی شبکه برق ایران

انتقال و فوق توزیع	انتقال	فوق توزیع	قابلیت اطمینان
۰/۹۹۹۷۰۸۰	--	--	قابلیت اطمینان
۰/۹۱	۰/۹۵	۰/۹۶	دسترس‌پذیری
۱/۸۳	۱/۷۱	۱/۸۶	TSAIFI

در جداول ۳-۴ و ۳-۵ دو شاخص در دسترس‌پذیری و قابلیت اطمینان برای مقایسه عملکرد شرکت‌های برق منطقه‌ای استفاده شده است. این دو شاخص بر اساس مرجع [۳۵] در ادامه تعریف شده‌اند. در دسترس‌پذیری سیستم با خارج شدن هر

مدار از شبکه چه برنامه‌ریزی شده و چه در اثر وقوع خطا کاهش می‌یابد. خروج‌های برنامه‌ریزی شده جهت بازسازی سیستم، اتصال مشترکین جدید به شبکه و کارگروه‌های تعمیراتی برای حفظ سیستم و بالا بردن قابلیت اطمینان آن برای حصول استانداردهای امنیتی لازم است. دسترس‌پذیری سیستم توسط رابطه (۳-۱) محاسبه می‌شود:

$$\text{دسترس پذیری} = \frac{\text{مجموع ساعت هایی که همه مدارها در حال کار بوده اند}}{(\text{تعداد مدارها}) \times (\text{تعداد ساعت در بازه زمانی مورد مطالعه})} \times 100\% \quad (3-1)$$

هر مدار به صورت یک ترانسفورماتور، خط هوایی، کابل و یا هر ترکیبی از این موارد که دو شینه را به هم وصل کند و یا شبکه را به شینه مشترکین وصل کند، گفته می‌شود.

همچنین قابلیت اطمینان سیستم در سطوح انتقال و فوق توزیع سیستم توسط رابطه (۳-۲) محاسبه می‌شود:

$$\text{قابلیت اطمینان} = \left(1 - \frac{\text{انرژی توزیع نشده}}{\text{انرژی کل که می باید توسط شبکه تامین میشده}} \right) \times 100\% \quad (3-2)$$

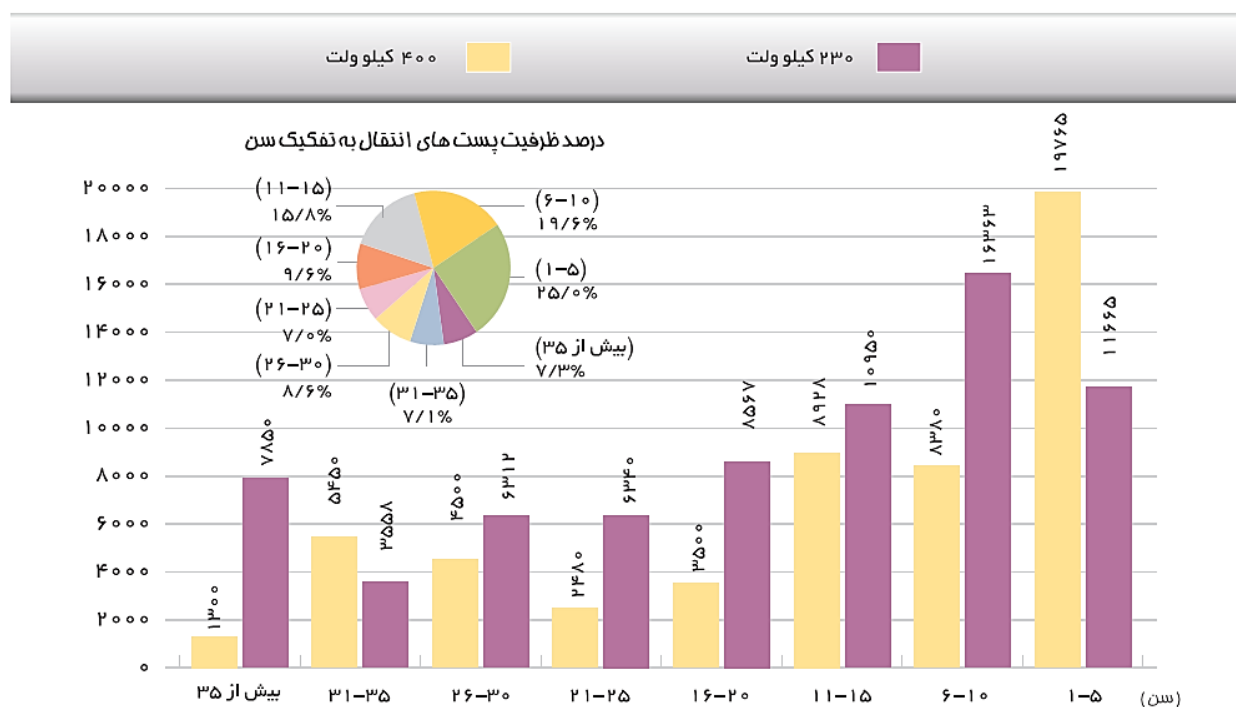
باید توجه کرد که منظور از صورت رابطه (۳-۲) انرژی توزیع نشده کل نمی‌باشد، بلکه مقصود انرژی توزیع نشده ناشی از انتقال و فوق توزیع است. یعنی در اطلاعات اخذ شده از برق‌های منطقه‌ای، انرژی توزیع نشده ناشی از کمبود تولید از انرژی توزیع نشده تا سطح فوق توزیع کسر شده و حاصل در صورت رابطه (۳-۲) قرار داده می‌شود. بدیهی است مخرج رابطه (۳-۲) از مجموع کل انرژی مصرف شده و انرژی توزیع نشده به دست خواهد آمد.

همچنین متوسط نرخ حوادث سیستم انتقال (TSAIFI) از شاخص‌های کلی بررسی شبکه انتقال از لحاظ تعداد حوادث می‌باشد. این شاخص به صورت رابطه (۳-۳) محاسبه می‌شود:

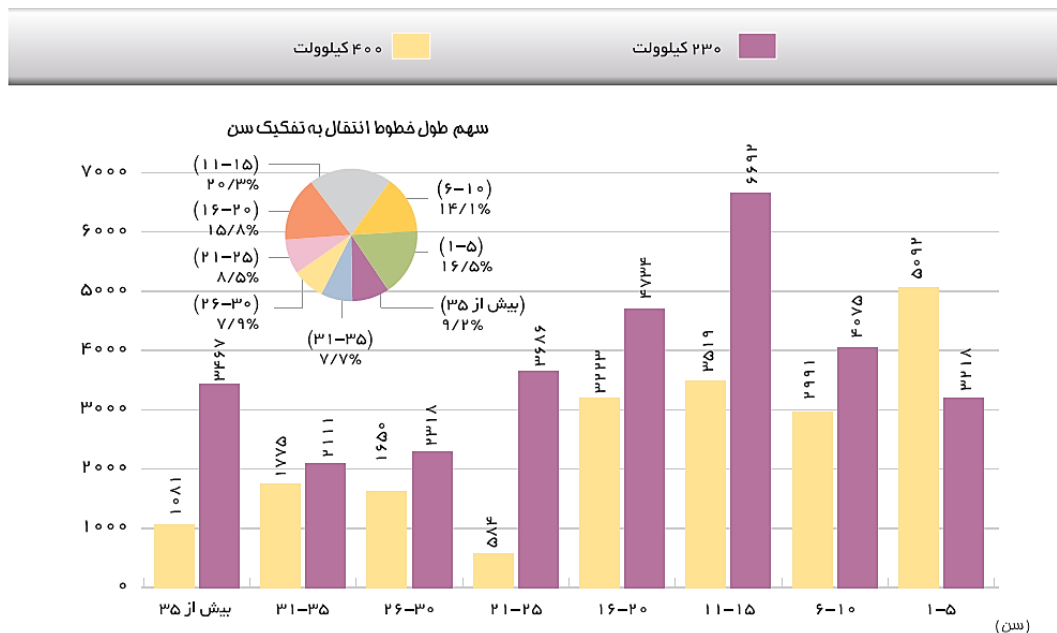
$$\text{TSAIFI} = \frac{\text{تعداد کل خطاهای دائم و موقت اتفاق افتاده}}{\text{تعداد مدار در سال}} \quad (3-3)$$

منظور از تعداد کل حوادث در رابطه (۳-۳) حوادث موقت و بلند مدت است. در اطلاعات اخذ شده از شرکت‌های برق منطقه‌ای مجموع خروج‌های اضطراری و خودکار به عنوان تعداد کل حوادث در نظر گرفته شده است. در مخرج کسر رابطه (۳-۳)، مدار-سال بیانگر تعداد مدارهای موجود در سیستم مورد مطالعه ضرب در بازه زمانی مطالعه به سال می‌باشد.

همچنین در شکل‌های ۳-۱۴ و ۳-۱۵ ظرفیت پست‌های انتقال به تفکیک سن بر حسب مگاوات آمپر و طول خطوط انتقال نیز به تفکیک سن بر حسب کیلومتر نشان داده شده است [۱۹]. ۳۱ درصد خطوط شبکه انتقال (۱۵۴۸۷ کیلومتر مدار) و ۳۰ درصد پست‌های شبکه انتقال (۳۷۷۹۰ مگاوات آمپر) بیش از بیست سال از بهره‌برداری آنها می‌گذرد و بنابراین طراحی و اجرای پروژه‌های اصلاح و بهینه‌سازی و برنامه‌ریزی تعمیرات شبکه انتقال نیرو، هر سال اساسی‌تر بوده و حائز اهمیت بیشتری می‌باشند و لازم است که در جهت تامین منابع مالی لازم اقدام اساسی معمول گردد. برای حفاظت از شبکه انتقال در سال‌های اخیر دستورالعمل‌هایی حول سه محور جایگزینی، بازسازی، احیا و نگهداشت تدوین گردیده و جهت اصلاح و بهینه‌سازی خطوط و پست‌های انتقال به شرکت‌های برق منطقه‌ای ابلاغ شده است



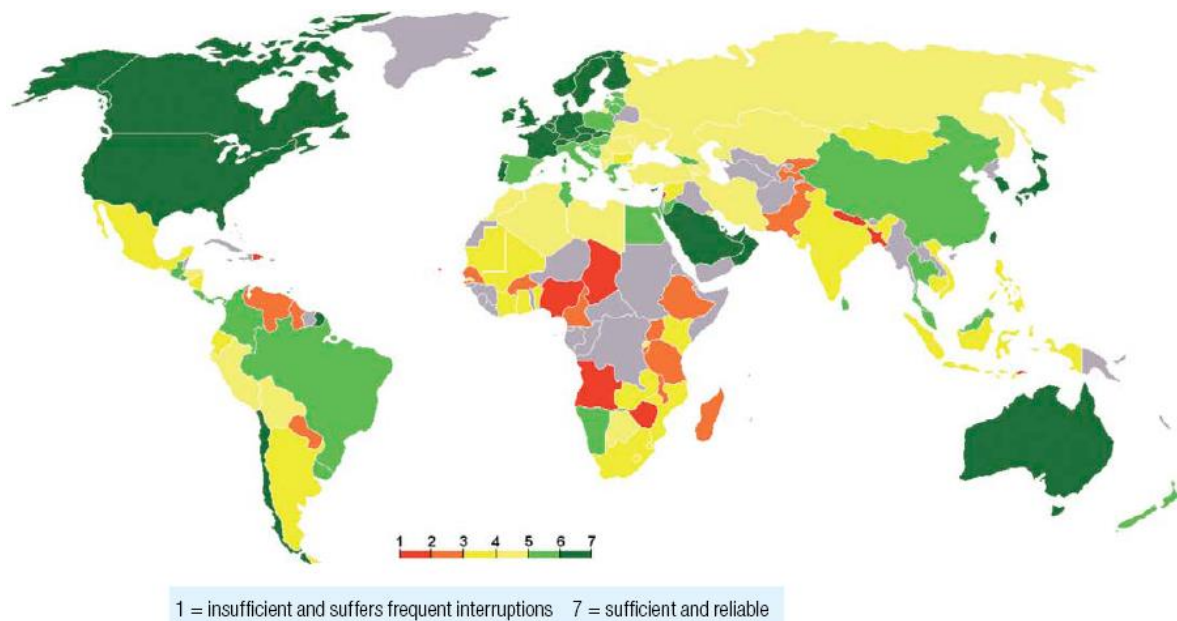
شکل ۳-۱۴: ظرفیت پست‌های انتقال به تفکیک سن بر حسب مگاوات آمپر



شکل ۳-۱۵: طول خطوط انتقال نیز به تفکیک سن بر حسب کیلومتر

۳-۲- جمع‌بندی

در شکل ۳-۱۶، نمایی کلی از وضعیت تعداد خاموشی‌ها در شبکه‌های قدرت کشورهای مختلف در سال ۲۰۱۰ جهت مقایسه نشان داده شده است [۳۶]. با توجه به شکل ۳-۱۶ مشاهده می‌شود که وضعیت قابلیت اطمینان سیستم قدرت کشور در وضعیت متوسطی بوده و از جایگاه مناسبی نسبت به دیگر کشورها برخوردار نیست. البته در هنگام تفسیر نتایج بدست آمده از مطالعات انجام شده در کشورهای مختلف، حتما باید تفاوت‌های موجود در نحوه ارزیابی شاخص‌های مورد نظر و سطوح ولتاژی که در آن وقایع پایش شده‌اند را مد نظر قرار داد.



شکل ۳-۱۶: مقایسه کشورهای مختلف جهان از منظر پایایی

البته قابل ذکر است که در شکل ۳-۱۶ مقایسه بر اساس تعداد خاموشی‌ها بوده و از این نظر نتایج این نمودار با شکل‌های قبلی از قبیل ۲-۱ تا ۲-۳ متفاوت می‌باشد که در آنها مدت زمان خاموشی معیار مقایسه بود. همچنین با توجه به مرجع [۳۵] مشاهده می‌شود، دسترس‌پذیری سیستم انتقال و فوق‌توزیع ایران در سال ۱۳۸۷ برابر با ۹۱٪ و قابلیت اطمینان آن برابر با ۹۹/۹۷۰۸٪ می‌باشد. در گزارش سیستم انتقال بریتانیا در همان سال، دسترس‌پذیری ۹۵٪ و قابلیت اطمینان ۹۹/۹۹۹٪ و در گزارش مربوط به ایالات نیویورک و نیوانگلند، دسترس‌پذیری در حدود ۹۸/۶٪ و قابلیت اطمینان سیستم ۹۹/۹۶۳٪ اعلام شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، این دو شاخص به‌خصوص دسترس‌پذیری در ایران مقادیر کمتری نسبت به کشورهای دیگر دارند.

پارامتر TSAIFI به عنوان معیار مقایسه نرخ کل حوادث در منطقه مورد مطالعه آمریکا برابر با ۱/۱۷ بوده است که نشان می‌دهد به‌طور متوسط بیش از یک خطا در هر خط طی یک سال رخ داده است [۳۵]. این پارامتر در مورد شبکه برق ایران برابر با ۱/۸۳ بوده است.

با استفاده از اطلاعات مربوط به نمودار ۳-۱۲ (به دست آمده از گزارش‌های آمار تفصیلی صنعت برق ایران) نتیجه می‌شود که متوسط زمان خاموشی مشترکین در ایران بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۲ برابر ۳/۲۰ دقیقه در روز بوده است. با تبدیل این عدد به متوسط زمان خاموشی بر حسب دقیقه در سال به عدد ۱۱۶۸ دقیقه در سال (۱۹/۴۶ ساعت در سال) خواهیم رسید.

همانطوری که مشاهده می‌شود این رقم حدود ۴/۶ برابر مدت زمان خاموشی در کشور آمریکا، حدود ۱۱ برابر مدت زمان خاموشی در کشورهای ژاپن و سنگاپور می‌باشد. با توجه به جایگاه مطالعات قابلیت اطمینان که در فصل بعدی مورد توجه قرار گرفته است، کاهش مدت زمان و تعداد خاموشی‌ها یکی از ضروریات و نیازمندی‌های توسعه اقتصادی، سیاسی و تکنولوژیکی کشور خواهد بود و باید نسبت به بهبود وضعیت موجود اهتمام ورزید.

فصل چهارم: اهمیت مطالعات قابلیت اطمینان

مقدمه

در این فصل به بررسی جایگاه مطالعات قابلیت اطمینان پرداخته شده، اهمیت مطالعات قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت از جنبه‌های مختلفی مانند مسائل اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، امنیتی و مسائل زیست محیطی بررسی می‌شود و ضرورت انجام این فعالیت‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت.

۱-۴- جایگاه مطالعات قابلیت اطمینان

همان طوری که در فصول قبلی بحث گردید، وظیفه اصلی سیستم قدرت الکتریکی تامین نیازمندی‌های بار و انرژی است، به نحوی که تا حد امکان، اقتصادی و از نظر پیوستگی و کیفیت، مطمئن باشد. این دو جنبه یعنی هزینه نسبتاً پایین انرژی الکتریکی و سطح بالای قابلیت اطمینان، اغلب با هم در تضادند و مدیران، برنامه‌ریزان و بهره‌برداران سیستم‌های قدرت در این زمینه با مجموعه وسیعی از مسائل و چالش‌ها مواجه هستند. شرکت‌های برق نیز در رابطه با محدودیت‌های اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و محیطی برای برنامه‌ریزی و بهره‌برداری سیستم‌های آینده با عدم قطعیت‌هایی روبرو هستند [۱-۳].

این موضوع ضرورت بیشتری روی بهینه‌سازی هزینه‌های سیستم و قابلیت اطمینان به همراه داشته است. موضوع اصلی در کل مساله، نحوه تخصیص سرمایه و منابع عملیاتی، تعیین هزینه و ارزش قابلیت اطمینان است. ضرورت تعیین هزینه‌های مربوط به ارائه سرویس قابل اعتماد، مسلم و تایید شده است. با این وجود قابلیت تعیین ارزش ارائه سرویس قابل اعتماد، به خوبی محرز شده و قبل از اینکه روش‌های منطقی قابل قبولی بتوانند در نظر گرفته شوند نیازمند به کار قابل ملاحظه‌ای خواهد بود. ارائه ارزش قابلیت اطمینان، کاری مشکل و ضمنی است چون هم اکنون ارزیابی مستقیم به صورت عملی، معمول نمی‌باشد. از لحاظ عملی، که به طور گسترده استفاده می‌شود، ارزیابی خسارت معادل ارزیابی هزینه‌ای است که به مشترکین به

خاطر قطع برق تحمیل می‌شود. هزینه‌های قطع برق مشترکین، ملاک ارزشمندی برای ارزش واقعی قابلیت اطمینان شبکه برق ارائه نمی‌کند [۳۸].

هزینه‌های خاموشی را می‌توان از نقطه نظر مشترک و شرکت برق مورد بررسی قرار دارد. هزینه‌های خاموشی از دید شرکت برق شامل:

(الف) از دست دادن درآمد ناشی از مشترکین قطع شده

(ب) از دست دادن رضایت مشترک

(ج) از دست دادن پتانسیل فروش بیشتر به دلیل عکس العمل‌های نامساعد

(د) افزایش هزینه ناشی از تعمیرات و اصلاحات

در هر حال معمولاً این هزینه‌ها تنها بخش بسیار کوچکی از کل هزینه‌های خاموشی را شامل می‌شوند و بخش اعظم هزینه‌ها چیزی است که از نقطه نظر مشترک دیده می‌شود و برآورد اکثر آنها اگر غیر ممکن نباشد، بسیار سخت است. آنها شامل:

(الف) هزینه‌های تحمیلی به صنعت بدلیل از دست دادن تولید، فاسد شدن محصولات، خسارت به تجهیزات و تعمیرات اضافی و غیره

(ب) هزینه‌های تحمیلی به مشترکین مسکونی به خاطر فاسد شدن مواد خوراکی منجمد، هزینه‌های مختلف گرمایشی و روشنایی و غیره

(ج) هزینه‌هایی مانند سلب آرامش، عدم بهره‌مندی از تفریحات و سرگرمی، بروز اتفاقاتی در خلال خاموشی‌های کلی نظیر غارت، آشوب، خرابی سرویس‌های بیمارستان و غیره که برآورد خسارت این موارد مشکل است. هزینه‌ها بر حسب کیلووات بر قطعی، در برخی از مطالعات بدست آمده که چندین خصوصیت جالب در این نتایج می‌توان مشاهده نمود.

(الف) هزینه‌های پیشنهادی در یک محدوده وسیعی تغییر می‌کند.

(ب) هزینه‌ها، کاملاً به کشور و منطقه مورد نظر بستگی دارد.

(ج) هزینه‌ها بستگی به نوع مشترکین دارند و برای صنایع کوچک و بزرگ، نوع صنعت و مشترکین خانگی بسیار متفاوت می‌باشند و برای مشترکین تجاری و مشترکین کشاورزی نیز فرق می‌کنند.

د) هزینه‌ها لزوماً به صورت تابع خطی از مدت قطع برق برای یک نوع مشترک به خصوص نیستند. این موضوع یک مساله خاص بوده زیرا شاخص ساده کیلووات هزینه یا برحسب شاخص دیگر، تقریبی خواهد بود و می‌تواند در ارزیابی اقتصادی بسیار گمراه کننده باشد.

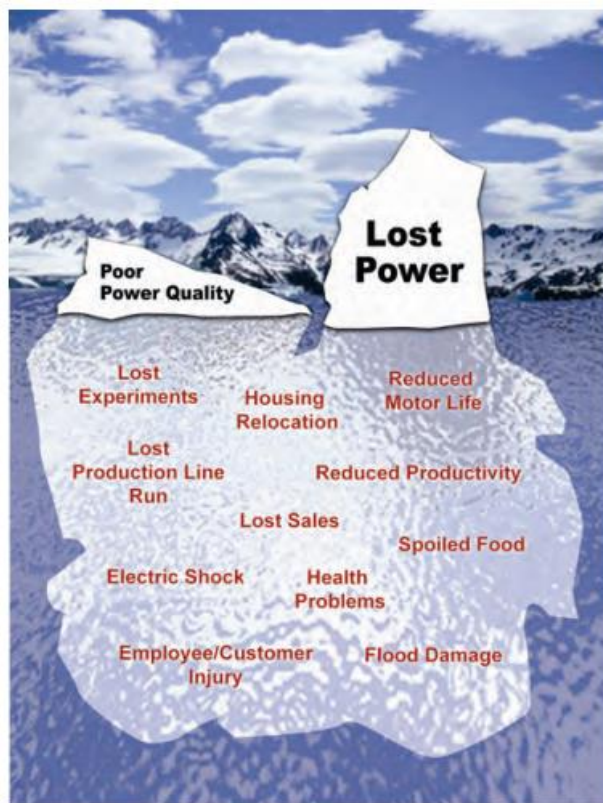
۲-۴- هزینه‌های انرژی الکتریکی نامطمئن

تاکنون تلاش‌های زیادی به منظور ارزیابی هزینه‌های قابلیت اطمینان پایین شبکه قدرت انجام شده است. طبق تحقیقات انجام شده در موسسه تحقیقاتی شبکه الکتریکی^۱ (EPRI) و دپارتمان انرژی آمریکا^۲ (DOE) هزینه‌های خاموشی‌ها در ایالت متحده بین تا ۴۰۰ میلیون دلار در سال تخمین زده شده است. طبق تحقیقات انجام شده در مرکز مطالعات ملی برکلی، ضررهای اقتصادی ناشی شده از انرژی الکتریکی نامطمئن، حدود ۸۰ میلیارد دلار در سال می‌باشد. تحقیقات انجام شده در این مرکز فرضیات تحقیقات قبلی را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و روش‌های خود را به منظور ارزیابی هزینه‌های خاموشی توسعه داده است [۳۹].

این تجزیه و تحلیل انجام شده، خاموشی‌های گذرا را که امروزه تاثیر زیادی در اقتصاد دیجیتال دارند نیز در نظر گرفته است. ۱۵۰ میلیارد دلار ضرر اقتصادی ناشی از وقوع خاموشی، معادل اضافه کردن ۴ سنت بر کیلووات ساعت بر هزینه‌های مصرف‌کنندگان می‌باشد. با توجه به اینکه بیشتر این هزینه‌ها مخفی باقی می‌مانند و به راحتی قابل حصول و محاسبه نیستند، توجیه کردن برای سرمایه‌گذاری بیشتر برای بهبود قابلیت اطمینان شبکه کاری بسیار دشوار می‌باشد. همچنین هزینه‌های مرتبط با کیفیت توان پایین خیلی روشن و آشکار نیستند، زیرا بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی هزینه‌های مرتبط با قابلیت اطمینان پایین را اندازه نمی‌گیرند. در شکل ۴-۱ هزینه‌های مخفی مرتبط با قابلیت اطمینان و کیفیت توان پایین سیستم قدرت نشان داده شده است. این هزینه‌ها شامل ضررهای اقتصادی و تاثیر این خاموشی‌ها بر توسعه اقتصادی-اجتماعی هر منطقه می‌باشد [۴۰].

۱-Electric Power Research Institute

۲-Department of Energy



شکل ۴-۱: هزینه‌های پنهان قابلیت اطمینان پایین سیستم قدرت

۳-۴- انواع خاموشی‌ها

خاموشی‌های اعمال شده به شبکه را کلاً به دو گروه عمده می‌توان تقسیم کرد [۴۱]:

- خاموشی‌های برنامه‌ریزی شده: خاموشی‌هایی هستند که از وقوع آنها از قبل برنامه‌ریزی شده و زمان، مکان و محدوده آن مشخص است و عمدتاً جهت انجام تعمیرات و یا در مواردی به دلیل کمبود تولید جهت جلوگیری از خاموشی‌های گسترده‌تر به شبکه اعمال می‌شوند.
- خاموشی‌های اتفاقی: خاموشی‌هایی هستند که به صورت اتفاقی به شبکه اعمال می‌شود و قابل پیش‌بینی نمی‌باشند، همانند تریپ نیروگاه و یا حوادث روی شبکه‌های برق. هرچند که این نوع خاموشی‌ها غیرقابل پیش‌بینی می‌باشند ولی می‌توان با تمهیداتی حجم و مقدار آن را کاهش داد.

۴-۴- مسائل امنیتی-سیاسی و پدافند غیر عامل

شریان‌های حیاتی یا همان زیرساخت‌ها، جزء بنیان‌های اصلی و چارچوب‌های پایه‌ای هر جامعه به شمار می‌آیند که در برگیرنده تمامی تاسیسات، خدمات و تسهیلات مورد نیاز آن جامعه‌اند. در زندگی مدرن، با افزایش وابستگی سریع به این امکانات، این نیاز افزون شده است. اولاً طبق نظریه‌ی حلقه واردن، شریان‌ها مراکز ثقل یک کشور هستند که در صورت انهدام هر یک پیکره و کالبد کشور مورد تهاجم، فلج می‌گردد و قادر به ادامه فعالیت و حیات نخواهد بود. دوماً بر اساس طرح جنگ بی قاعده، از بین رفتن خدمت‌رسانی شریان‌ها منجر به کاهش رفاه اجتماعی و در انتها موجب سلب مشروعیت دولت مرکزی می‌شود. علاوه بر این، شناخت هر چه بیشتر شریان‌ها مساله بسیار مهم‌تر وابستگی میان شبکه‌ها و تاثیرات متقابل آن‌ها در سوانح و حوادث را برجسته می‌نماید که مطالعه آن در حملات هدفمند بسیار حائز اهمیت می‌باشد [۴۲-۴۴].

شبکه‌های قدرت به عنوان یکی از شریان‌های حیاتی، شاه‌رگ‌های تعیین‌کننده بقای شهرنشینی در دنیای امروز هستند. این زیرساخت برای تولید و توزیع کالاها و خدمات در واحدهای شهری به کار می‌رود و امکان زندگی در شهرها نیز بستگی به کیفیت و کمیت کارکرد این زیرساخت دارد. در زندگی مدرن نیز با افزایش وابستگی سریع به انرژی الکتریکی این نیاز افزون شده است. طبق تعریف سازمان امنیت اجتماعی و آمادگی شرایط اضطرار کانادا، زیرساخت‌های حیاتی مانند شبکه‌های قدرت الکتریکی، شبکه‌ها، تاسیسات و سرویس‌های اطلاعاتی و فیزیکی مرتبط به یکدیگر هستند که اگر منقطع یا تخریب گردند، بر روی سلامتی، ایمنی، امنیت و اقتصاد جامعه تاثیر جدی خواهند گذاشت.

عملکرد مناسب شبکه‌های زیرساختی در جوامع امروز، به صورت قطعی و اساسی مورد نیاز است و هر گونه اختلالی در هر کدام از آن‌ها، به تنهایی، می‌تواند جان انسان‌های زیادی را تهدید کند. از آن جمله می‌توان به شبکه برق، آب آشامیدنی، نفت و گاز و سوخت‌رسانی، ارتباطات، مخابرات و اینترنت اشاره کرد. هر کدام از این شبکه‌ها ساختارهای مختص به خود دارند و برای خدمت‌رسانی و انتقال و توزیع خدماتشان از روش‌های مختلفی استفاده می‌کنند. همچنین در شرایط بحرانی نیز بر اساس تفاوت‌های ساختاری خود، واکنش‌های مختلفی برای جذب و بر طرف کردن اختلالات از خود نشان می‌دهند. بنابراین شناخت این شبکه‌ها و رفتارشان در شرایطی که هر روز نیز پیچیده‌تر می‌شوند، از اهمیت خاصی برخوردار است [۴۵].

از طرف دیگر، خطرهای انسانی و طبیعی که هر روزه این تاسیسات را با تهدیداتی روزافزون مواجه می‌کند، بر اهمیت شناخت هر چه بیشتر این زیرساخت‌ها افزوده است. تهدیداتی مانند حملات تروریستی یا تحرکات نظامی در آن‌ها از جمله موانع

موجود در راه توسعه و پیشرفت جوامع امروز است که حتی می‌تواند ادامه حیات آن جامعه را مورد تهدید قرار دهد. بنابراین شناخت صحیح از زیرساخت‌های حیاتی هر جامعه بویژه شبکه‌های برق رسانی و عملکرد بی وقفه و قابل اطمینان آن از پیش فرض‌های تعیین کننده بقای آن جامعه است.

در پی حملات تروریستی ۱۱ سپتامبر و همین‌طور زلزله‌هایی مثل بم و زمیر ترکیه و طوفان‌های کاترینا و ریتا، بحث حفاظت از شبکه‌های حیاتی وسعت گرفته و تاکید بیشتر محققان بر تکنولوژی اطلاعات و بهبود عملکرد شبکه‌های برق رسانی بود.

مرجع [۴۲] روشی برای ارزیابی ریسک شریان‌های حیاتی به ویژه شبکه برق رسانی در زلزله توسعه داده است و تاکید آنها بیشتر روی فهم وابستگی بین دو شبکه‌ی زیرساخت و کمی سازی بر هم کنش بین شبکه‌های برق رسانی و شبکه آب بود. همچنین مرجع [۴۳] اثرهای سرمایه‌گذاری روی شریان‌های حیاتی (مخابرات و برق) و در دسترس بودن آنها را ارزیابی کردند. کم‌کم مطالعات به این جهت رفت که آثار اقتصادی عرضه نکردن خدمات زیرساخت‌ها بر اثر در دسترس نبودن زیرساخت‌های دیگر را محاسبه کنند.

از آنجا که تامین برق با کمیت و کیفیت خاصی مورد نیاز است، برای جلوگیری از عوامل تهدید از جمله حملات هوایی، زمینی، موشکی و تروریستی به تاسیسات لازم است تا اقدامات مناسب پیشگیرانه در نظر گرفته شود. در کشور ما بیشتر طرح‌ها بدون در نظر گرفتن مبانی پدافند غیرعامل طراحی و اجرا شده است. از این رو تاسیسات زیربنایی کشور در برابر بحران آسیب‌پذیر و سهل‌الوصل هستند و اغلب اهداف مناسب و جذابی برای عملیات خرابکارانه به شمار می‌روند. در این میان، به علت برخی خصوصیات از قبیل فراگیر بوده و قابلیت دسترسی، تاسیسات برق رسانی از اهمیت بالایی برای دشمن برخوردار است [۴۵].

تاسیسات برقی موجود در شهرها شامل خطوط انتقال برق، نیروگاه‌ها، پست‌های برق و شبکه‌های توزیع است. نیروگاه‌ها و خطوط انتقال برق، معمولا در ساعات اولیه جنگ مورد اصابت قرار می‌گیرند. از آنجا که تمام وسایل الکتریکی و الکترونیکی، ساختمان‌ها و برخی سایت‌ها (تلویزیون، رادیو، رایانه، شبکه مخابرات، فرودگاه‌ها، بیمارستان‌ها، سایت‌های نظامی و ...) با نیروی برق تغذیه می‌شوند، بنابراین، با از کار افتادن آنها در اثر قطع برق، دشمن به بسیاری از موارد مورد نظر خود دست می‌یابد.

زیرساخت‌های شبکه‌های برق، علاوه بر تاثیرپذیری در رخداد‌های طبیعی، بر اثر سوانح انسان ساخت (همچون حملات هدفمند موشکی و تروریستی) نیز دچار خسارت و قطع سرویس دهی و استمرار فعالیت خود شده‌اند. دارایی‌هایی زیرساختی،

اهداف مناسب‌تری نسبت به تاسیسات دولتی هستند و جذابیت بیشتری برای تروریست‌ها دارند. علاوه بر این، پیامدهای اقتصادی و روانی ناشی از ضربه به هر یک از بخش‌ها، مخرب‌تر و وسیع‌تر از تخریب یکی از تاسیسات نظامی است. بیش از دو سوم حملات تروریستی معطوف به اهداف اقتصادی است و به غیر از مواردی است که جنبه انتقام جویانه و خاص دارد. گروه‌های تروریستی امروز توجه خود را به اهداف آسیب‌پذیر و حیاتی‌تر از جمله شبکه‌های ملی برق معطوف کرده‌اند. در ادامه در جدول ۴-۱ وقایع تاریخی حملات به شبکه‌های برق مرور شده است. در طول دهه گذشته، کشورهای مختلف متحمل خسارات زیادی از سوانح و حوادث بزرگ مقیاس شده‌اند. در حالی که ممکن است آثار یک اغتشاش کوچک در شبکه، بدون به وجود آمدن هر گونه اختلالی، جذب شود؛ اما نمونه‌هایی نیز وجود دارند که همین وقایع پشت سر هم منجر به گسترش و انتشار خرابی‌های بزرگ و پی در پی شده‌اند و تا از کار انداختن کل و یا بخش مهمی از عملکرد یک شبکه پیش رفته‌اند [۴۶].

جدول ۴-۱: مروری بر وقایع تاریخی حمله به شبکه‌های برق‌رسانی

ردیف	تاریخ	شرح حادثه	میزان خسارت
۱	۲ ژوئن ۲۰۰۴، آماریلو، آمریکا	بدون یافتن دلیلی خاص، برق در تاسیسات مهمات هسته‌ای آماریلو به مدت یک ساعت قطع گردید.	خاموشی تمام مرکز؛ گرچه برق پشتیبان خیلی زود فعال شد.
۲	۱۷ ژوئن ۲۰۰۴، ویسکانسین، آمریکا	فردی به نام کونیکا ^۱ معروف به دکتر آشفتگی، خرابکاری‌های زیادی از جمله خطوط انتقال برق و آسیب به رایانه‌ها وارد کرد.	قطع برق بیش از ۳۰۰۰ مصرف‌کننده، خسارت بالغ بر ۸۰۰ هزار دلار
۳	۴ اوت، ۲۰۰۴، آتن یونان	انفجار بمب دست‌ساز در نزدیکی مرکز برقی در آتن	وارد کردن خرابی‌های بدون آسیب جانی، ایجاد رعب و وحشت با توجه به نزدیکی به المپیک آتن
۴	۱۵ سپتامبر ۲۰۰۴، ایرون، اسپانیا	انفجار ۴ قطعه بر روی دکل برق	آسیب به پی دکل
۵	۷ دسامبر ۲۰۰۴، کانادا	کار گذاشتن مواد منفجره در یک برج برق فشار قوی	این اتفاق همزمان با بازدید رئیس‌جمهور آمریکا (بوش) از کانادا بود. قطع سراسری برق مهار شد.
۶	۲۸ دسامبر ۲۰۰۴، نوادا، آمریکا	خرابکاری بر ۴ خط انتقال فشار قوی برق به ناحیه‌ی رنو ^۲	سقوط هر یک از دکل‌ها، سبب خرابی زنجیره‌ای سایر دکل‌ها می‌شود.
۷	۲۰ مه ۲۰۰۶، ویزی، آمریکا	افراد وارد نیروگاه هیدروالکتریک بانگور ^۳ شدند و سیم‌های مسی را دزدیدند.	قطع برق برای حدود ۶ ساعت
۸	۲۰ مه ۲۰۰۶، کلمبیا	حمله‌ی شورشی‌ها با نارنجک به شهر بوناونتورا ^۴	جراحت ۲۴ نفر و قطع کامل برق شهر

۵-۴- مسائل اقتصادی

انرژی الکتریکی پیش‌نیاز حیاتی در کلیه جوامع و کشورها، اعم از توسعه یافته و یا در حال توسعه محسوب می‌گردد. به ویژه در کشورهای در حال توسعه و یا کمتر توسعه یافته در دسترس بودن برق با کیفیت استاندارد و قابلیت اطمینان بالا همراه با هزینه‌های معقول نقش به‌سزایی در رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی دارد. از طرف دیگر بیشتر بودن نرخ رشد تقاضای برق از نرخ رشد عرضه، که عموماً به دلیل افزایش روز افزون مشترکان برق و عدم توجه کافی به مدیریت مصرف برق از یکسو و نیاز به زمان زیاد و سرمایه‌گذاری‌های سنگین برای توسعه ظرفیت‌های تولید، انتقال و توزیع از سوی دیگر اتفاق می‌افتد، موجبات بروز خاموشی را فراهم می‌آورد. کلیه بخش‌های اقتصادی، بر اثر وقوع خاموشی متحمل خسارت می‌شوند که مقدار آن متأثر از وابستگی فعالیت‌های هر بخش به انرژی الکتریکی می‌باشد [۵].

محاسبه مقدار خسارت وارد شده به مشترکان مختلف بر اثر قطع برق از جهات مختلف حائز اهمیت است که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ✓ آگاهی مصرف‌کنندگان از نقش و جایگاه انرژی الکتریکی در فعالیت‌های جاری ایشان
 - ✓ فراهم آمدن معیار و مبانی پرداخت خسارت توسط عرضه‌کننده برق به مشترکان در صورت وقوع خاموشی
 - ✓ امکان قیمت‌گذاری برق بر اساس هزینه نهایی توسط عرضه‌کننده که در این صورت مشترک می‌تواند انرژی الکتریکی را با قابلیت اطمینان مورد نظر و در ازای پرداخت هزینه مربوطه در دسترس داشته باشد.
 - ✓ فراهم آمدن امکان برنامه‌ریزی میان مدت و بلند مدت و توسعه بهینه شبکه تولید برق کشور
- منبع توان نامطمئن موجب از دست رفتن رفاه و آسایش خواهد شد. البته تحقیقات محدودی تاکنون روی هزینه‌های اقتصادی قطع توان در کشورهای در حال توسعه انجام شده است. زیرا اطلاعات اقتصادی اندکی از نحوه واکنش و پاسخ مصرف‌کنندگان مختلف به نبود منبع توان قابل اطمینان در دسترس می‌باشد.
- در این بخش جنبه‌های مختلف هزینه‌های تحمیل شده ناشی از خاموشی بیان می‌گردد. دسته‌بندی‌های مختلفی برای این موضوع پیشنهاد شده است. بر اساس مراجع [۴۷-۵۰] ضررهای اقتصادی ناشی از قطعی‌های توان را می‌توان در سه دسته تقسیم‌بندی نمود:

- ❖ هزینه‌های مستقیم نشان دهنده بخشی از ضررهای اقتصادی می‌باشند که نتیجه مستقیم وقوع خرابی هستند، برای مثال هزینه‌های تعمیرات زیرساخت‌های آسیب دیده الکتریکی. این نوع هزینه‌ها معمولاً محدود بوده و می‌توانند به صورت دقیق محاسبه شوند.
 - ❖ هزینه‌های غیرمستقیم از نگاه اقتصادی دارای اهمیت فراوانی می‌باشند. این نوع هزینه‌ها نیز ارتباط مستقیمی با وقوع خرابی دارند و شامل بخشی از کل ضررهای اقتصادی می‌شوند که با نبود انرژی الکتریکی بعد از وقوع خرابی تحمیل می‌شود. برای مثال هزینه‌های مربوط به توقف تولید، اتلاف نیروی انسانی و هزینه‌های فرصت‌های از دست رفته از نوع هزینه‌های غیرمستقیم می‌باشند. این نوع هزینه‌ها بخش عظیمی از کل ضررهای اقتصادی را شامل می‌شوند.
 - ❖ دسته سوم ضررهای اقتصادی منجر به اثرات کلان اقتصادی بلند مدت مانند ایجاد تغییر در رفتار بازیگران بازار در نتیجه تغییر امنیت شبکه خواهد شد. افزایش هزینه‌های تولید به دلیل نیاز به سیستم‌های پشتیبان در صورت قابلیت اطمینان پایین سیستم قدرت، تاثیر سطوح مختلف امنیت شبکه در انتخاب محل برای فعالیت تجاری نمونه‌ای از این اثرات می‌باشد. برای ارزیابی این هزینه‌ها سه روش عمده پروکسی، روش‌های مبتنی بر بازار و روش ارزیابی تصادفی در مقالات ارائه شده است.
- همچنین مقدار کل هزینه خاموشی برق در یک بخش اقتصادی با توجه به جنبه‌های تعادل عمومی (تحلیل‌های که چندین بازار را در بر می‌گیرد)، می‌تواند بسیار بیشتر از مقدار هزینه تعادل جزئی (تحلیل‌های که فقط یک بازار را در بر می‌گیرد) برآورد شده در آن بخش اقتصادی باشد. از این رو عدم توجه به جنبه‌های تعادل عمومی خاموشی برق در تحلیل‌های سیاستی، می‌تواند اثرات این خاموشی‌ها را بسیار کم اهمیت جلوه داده و بنابراین تصمیم‌گیری درستی در حوزه عرضه برق و تامین آن صورت نپذیرد. مفهوم اثرات تعادل عمومی یا کل اثرات خاموشی برق بسیار پیچیده‌تر از اثرات تعادل جزئی می‌باشد، زیرا این اثرات عکس‌العمل‌های زنجیروار پیچیده‌ای از فعل و انفعالات قیمت و مقدار را در جریان‌های دایره‌وار مصرف‌کنندگان و عرضه‌کنندگان فعالیت‌های متاثر از خاموشی برق را محاسبه می‌کنند [۵۳-۵۱].
- یکپارچگی اقتصاد موجب می‌شود که کاهش تولید ناشی از خاموشی، موجی در اقتصاد ایجاد کند و از این رو نتایج تحلیل‌های که چندین بازار را در بر می‌گیرد، نسبت به تحلیل‌های تعادل جزئی از اطمینان بیشتری در امر برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری برخوردار است.

اگر چه نقش و اهمیت داده‌ها و اطلاعات در مورد هزینه خاموشی برق، ناشی از کاهش عرضه، کاملاً آشکار است، اما شرایط پیچیده و اثرات گسترده خاموشی برق، برآورد هزینه‌های آن را مشکل می‌سازد و نتایج همیشه تحت تاثیر تفسیر آنها قرار می‌گیرند [۵۱]. رویکردهای متفاوتی برای ارزیابی و برآورد هزینه‌های ناشی از خاموشی بر مورد استفاده قرار گرفته است. مهمترین این رویکردها عبارتند از: ارزیابی پرسشنامه‌ای مصرف‌کننده، مطالعات موردی، رویکردهای مبتنی بر بازار یا ترجیحات آشکار شده و رویکرد تابع تولید. روش رویکرد تابع تولید به این علت که برآوردی از کل هزینه‌ها بدون نیاز به بررسی مصرف‌کنندگان به طور جداگانه محاسبه می‌کند، از مقبولیت بیشتری برخوردار است. معمولاً هزینه‌های مستقیم خاموشی برق به چهار روش عمده نمایان می‌شوند [۵۲-۵۳]:

الف) کاهش تولید

ب) خرابی تجهیزات یا هزینه‌های راه اندازی مجدد

ج) ضایعات مواد اولیه

د) هزینه فرصت بیکار شدن عوامل تولید

علاوه بر موارد فوق، برای جلوگیری از زیان‌های بالقوه خاموشی، اقدامات احتیاطی مانند خریداری ژنراتورهای اضطراری، تغییرات دائمی در طراحی تولید و گسترش ظرفیت تاسیسات برای افزایش انعطاف‌پذیری، هزینه‌هایی بر مصرف‌کننده برق تحمیل می‌کند [۵۴]. اما در نهایت باید هزینه این اقدامات احتیاطی با هزینه‌های بالقوه خاموشی برق برابر باشد. یکی از روش‌های اندازه‌گیری هزینه‌های خاموشی برق بجای اندازه‌گیری هزینه‌های مستقیم، برآورد هزینه‌ها از طریق ارزیابی اقدامات احتیاطی انجام شده (ترجیحات آشکار شده) برای پیشگیری از هزینه‌های بالقوه است، اما این معیار به تنهایی برای محاسبه هزینه‌های خاموشی کافی نیست و احتمال اشتباه در محاسبه هزینه خاموشی وجود دارد.

یکی از اولین مطالعات قابل توجهی که برای اندازه‌گیری هزینه‌های خاموشی برق بر اساس کاهش تولید در بخش‌های مختلف اقتصادی انجام شده، مطالعات [۵۴-۵۱] بوده است. مرجع [۵۲]، در مطالعه‌ای که اثر عرضه برق نامطمئن (با احتمال خاموشی) را روی تولید بهینه بررسی کرده است، چهار منبع دخیل در هزینه‌های خاموشی برق را کاهش تولید، احتمال کاهش در بهره‌وری به علت خاموشی، خسارت به مواد اولیه و پرداخت دستمزد به نیروی کار در زمان توقف تولید و خاموشی را عنوان می‌کند.

نتایج مطالعه‌ای که توسط ایالت متحده در سال ۲۰۰۱ انجام شده، نشان می‌دهد که خاموشی در بیش از نصف فعالیت‌های تولیدی کوچک کالیفرنیا در ژانویه ۲۰۰۱، منجر به اختلال در فعالیت شده است. از این میزان فعالیت مختل شده، ۳۴/۲٪ کاهش تولید بوده، که به طور میانگین حدود ۶/۳٪ کل فروش ماه ژانویه آنها می‌باشد. همچنین نتایج این بررسی حاکی از این است که خاموشی‌های برق، هزینه‌های غیرمستقیم قابل توجهی به دنبال داشته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در حدود ۱۵/۲٪ از فعالیت‌های تولیدی در کالیفرنیا و ۱۰/۵٪ در لس‌آنجلس، به دلیل اثرات وقوع خاموشی، ارائه خدمات ارائه شده با تاخیر صورت گرفته است. همچنین فروش تولیدات به میزان ۱۳/۷٪ در کالیفرنیا و ۷/۷٪ در لس‌آنجلس، کاهش داشته است، که دلیل آن تاثیر مستقیم خاموشی بر مصرف‌کنندگان بوده است. در این مطالعه برآورد شده که هزینه غیر مستقیم خاموشی‌ها، ۱۶/۹٪ مقدار تولید فعالیت‌ها، هزینه بر جای گذاشته است. این مقدار بیشتر از دو برابر هزینه‌های مستقیم (۶/۳٪) تحمیل شده بر آنها می‌باشد. تعداد قابل توجهی از فعالیت‌ها نیز محتمل هزینه‌های بلند مدت خاموشی برق هم شده‌اند. به عنوان مثال به میزان ۱۳/۶٪ از استخدام‌های جدید نیروی کار کاهش پیدا کرده است و یا برخی از سرمایه‌گذاری‌ها به تاخیر افتاده‌اند. همچنین ۱۲/۸٪ از مدیران فعالیت‌ها در کالیفرنیا و ۱۳/۳٪ در لس‌آنجلس اظهار کرده‌اند که مشکلات عرضه برق باعث شده است که آنها تصمیمات جدی برای انتقال کسب و کارشان به خارج از کالیفرنیا بگیرند.

در ادامه به بررسی تعدادی از تحقیقات انجام شده در زمینه مطالعات هزینه خاموشی پرداخته شده است.

در مطالعه [۵۵] که بررسی هزینه‌های خاموشی برق، ناشی از زلزله نورتیج پرداخته‌اند، از یک مدل شبیه‌سازی ساده برای تخمین هزینه‌های مستقیم استفاده شده است. مقدار اختلال عرضه برق شبیه‌سازی شده در این مطالعه ۸/۳٪ بوده است. مقدار برآورد آنها از هزینه‌های مستقیم ۰/۴۲٪ تولید می‌باشد. همچنین آنها از یک مدل داده-ستانده برای تخمین کل هزینه‌های خاموشی برق ناحیه مورد بررسی استفاده کرده‌اند که نتایج، حاکی از آن است که کل هزینه‌ها ۰/۵۵٪ تولید است.

در یک تحلیل که توسط [۵۶] صورت گرفته، اثرات زلزله فرضی بر اقتصاد ممفیس و تنسی شبیه‌سازی شده است و نتایج نشان می‌دهد که حدود ۴۴/۸٪ اختلال در عرضه خدمات تاسیسات برق، فقط منجر به ۲/۳٪ کاهش در کل هزینه‌های تولید منطقه خواهد شد. نتایج مدل تنها یک شرایط بحرانی بسیار کوتاه مدت را انعکاس می‌دهد.

در مطالعه [۵۷] که برای یک زلزله فرضی در پورتلند و اورگان انجام گرفته، با استفاده از یک مدل، برآوردی از هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم صورت گرفته است. در این مدل کاهش تولید ناشی از اختلال در خدمات برق مد نظر قرار گرفته است.

نتایج نشان می‌دهد که ۵۰/۵٪ اختلال در خدمات برق باعث ایجاد هزینه مستقیم به میزان ۳۳/۷٪ می‌شود. همچنین کل هزینه‌های ایجاد شده ۴۱٪ تولید می‌باشد.

مرجع [۵۸] در مطالعه خود به بررسی اثرپذیری کل اقتصاد از کمبود برق در اقتصاد آفریقای جنوبی پرداخته است. نتایج نشان می‌دهند که کمبود برق یک اثر منفی بسیار معنی‌داری روی تولید ناخالص داخلی دارد.

نتایج مطالعه [۵۹]، نشان می‌دهد که کسری عرضه برق در کشور اتیوپی با کاهش ۳/۱ درصدی در تولید ناخالص داخلی مواجه بوده و اقدام دولت در جهت‌دهی به فعالیت‌ها به سمت صادرات اثر مثبت بر روی تولید ناخالص داخلی داشته است. همچنین نتایج آنها حاکی از این است که طرح دولت برای سرمایه‌گذاری در صنعت برق و صادرات اثر معنی‌داری روی رشد اقتصادی خواهد داشت و همچنین سرمایه‌گذاری در بخش‌های مذکور حدود ۶/۱ درصد تولید ناخالص داخلی را افزایش می‌دهد و همچنین پیش‌بینی کرده‌اند که افزایش تولید برق و تاثیر آن در اقتصاد به عنوان یک نهاده ضروری برای تولید منجر به رشد محصول می‌شود.

در ایران بیشتر مطالعات انجام شده، در قالب طرح‌های فنی و تحقیقاتی انجام گرفته است. همچنین این مطالعات بیشتر در غالب مدل‌های اقتصاد سنجی و مدل‌های فنی و مهندسی به عمل آمده و در این زمینه مطالعه‌ای در حوزه مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه صورت نگرفته است.

همان طور که نتایج نشان می‌دهند خاموشی برق تاثیر زیادی بر مصرف خصوصی، مصرف دولتی و سرمایه‌گذاری می‌گذارد. نتایج حاکی از آن است که برآیند اثرات مستقیم و غیرمستقیم کاهش عرضه برق به عنوان یک کالای نهایی و واسطه‌ای باعث کاهش قابل توجهی در تولید ناخالص داخلی و اجزای آن شده است و در نتیجه باعث کاهش رفاه اقتصادی می‌شود.

وابستگی فعالیت‌های اقتصادی به میزان و کیفیت عرضه برق را نمی‌توان انکار کرد. کاهش عرضه انرژی الکتریکی باعث کاهش تولید ناخالص داخلی می‌شود که این کاهش ناشی از کاهش در تمامی اجزای تولید ناخالص داخلی است. کارهای قبلی انجام شده در این زمینه در داخل کشور، از روش‌های پیمایشی، اقتصاد سنجی و مدل‌های تعادل جزئی دیگر، استفاده کرده‌اند، که ثابت شده است این روش‌ها ضعف‌های فراوانی در برآورد هزینه‌های غیرمستقیم ناشی از خاموشی دارند و همچنین این روش‌ها رفتار سازگار و تطابقی با جهان واقعی از خود نشان نمی‌دهند. همان طور که نتایج نشان می‌دهند، خاموشی برق هزینه‌های اقتصادی فراوانی بجا می‌گذارد. اگر چه از نظر فنی و مهندسی غیرممکن است که از همه هزینه‌های ناشی از خاموشی (مستقیم و غیر مستقیم) جلوگیری کرد، اما مدیران نهادهای دولتی و غیر دولتی می‌توانند به دنبال یک طرح بهینه و

قابل قبولی از قابلیت اطمینان شبکه برق‌رسانی، از طریق تحلیل هزینه‌های ایجاد شده توسط خاموشی و منافع ناشی از سطح کیفی بالاتر عرضه برق باشند.

در زیر نمونه‌ای از مطالعات انجام شده در مورد هزینه‌های خسارت قطع برق، رضایت مشترکین و غیره که توسط انستیتو تحقیقاتی برق از مشترکین شرکت برق Duke در آمریکا انجام شده است، آورده شده است. این شرکت در آمریکا بیش از دو میلیون مشترک را سرویس‌دهی می‌کند. در این تحقیق در مورد هزینه‌های خاموشی برق و رضایت مشترکین از دسترس بودن برق، از ۲۱۷۸ مشترک خانگی، ۲۲۲۹ مشترک صنعتی بزرگ و ۲۷۹۸ مشترک صنعتی متوسط و تجاری نظر خواهی شده است. مقدار خسارت تحمیلی ناشی از خاموشی به هر مشترک با توجه به نوع مصرف متفاوت می‌باشد. در این بررسی میزان هزینه خسارت بهای هر کیلووات ساعت انرژی در بعد از ظهر روز تابستان برای سال ۱۹۹۲ معادل ۷/۷۹ دلار برآورده شده است. در این تحقیق مشخص شده است که حدود ۵ درصد از هزینه‌های خسارت خاموشی کمتر از ۵/۳۸ دلار و یا بالاتر از ۱۰/۱۰ دلار در هر کیلووات ساعت می‌باشد. با توجه به برآورد فوق ملاحظه می‌گردد که خسارت خاموشی‌ها چه تاثیر مخربی در اقتصاد مملکت دارد [۶۰].

همچنین موسسه تحقیقاتی شبکه قدرت الکتریکی (EPRI) میزان ضرر شرکت‌های برق در این کشور ناشی از این خاموشی‌ها را ۲۶ میلیارد دلار در سال تخمین زده است. این ضررهای اقتصادی ناشی از خاموشی‌ها گاهی تا حدود ۱۰۰ میلیارد دلار نیز می‌رسد. صنایع سنگین تمایل زیادی به رفع این خاموشی‌ها دارند. برای نمونه صنایع روباتیک شرکت توشیبا، بعد از تجربه خاموشی ۰/۴ ثانیه متحمل ضرر اقتصادی معادل ۵۰۰ میلیون دلار شد. زیرا وقوع خاموشی موجب از دست رفتن سنکرونیزم هر ربات و خراب شدن چیپ‌های الکترونیکی آنها شد [۶۱].

تحقیقات متعددی در بخش خانگی بر روی اثرات خاموشی انجام شده است مانند مراجع [۶۲-۶۴]. در تحقیقات انجام شده در مرجع [۶۲] در نیویورک مشخص گردید که به ازای ۴ ساعت خاموشی تقریباً ۴-۶ دلار خسارت برای هر کیلووات ساعت وارد می‌شود. همچنین در تحقیقات انجام شده توسط [۶۳] در کانادا، هر خانوار کانادایی برای جبران خسارت خاموشی در ساعات عصر در فصول زمستان برای هر ۴ ساعت در ماه تقریباً ۶/۶ دلار هزینه می‌نماید. در مطالعات [۶۴] در کالیفرنیا نیز این رقم معادل ۵/۴ دلار اعلام گردیده است.

همچنین در مرجع [۶۵] مشخص شد که خسارت و هزینه خاموشی در فصول زمستان در بخش‌های صنعتی و تجاری به ویژه صبح‌ها بیشتر می‌باشد. لیکن در بخش خانگی ساعات عصر، نسبت به خاموشی صبح و بعدازظهرها هزینه خاموشی بیشتر

است. نتایج نشان داد که مصرف‌کنندگان بهای زیادی برای خدمات جاری الکتریسیته قائل هستند و حاضر نیستند آن را از دست بدهند، مگر آنکه تخفیف‌های قیمتی به اندازه کافی بزرگتر از بار روانی ناشی از دست دادن برق باشد. بر اساس اطلاعات به دست آمده از [۶۵] مشخص شد که آگاهی قبلی هزینه‌های خاموشی را تا ۴۰ درصد کاهش می‌دهد. در این تحقیقات بین یک ساعت خاموشی با آگاهی قبلی و بدون آگاهی قبلی ۱/۲۲ دلار تفاوت وجود دارد. همچنین مشخص گردید که اثرات خاموشی بسته به ساختار جمعیت مصرف‌کننده متفاوت است. بدین معنی که تغییر در ساختار جمعیت مصرف‌کننده تغییرات عمده‌ای بر هزینه خاموشی وارد می‌سازد. مثلاً استفاده‌کنندگان بزرگ که وسایل برقی گرمایشی، سرمایشی، پخت و پز قابل توجهی دارند، نسبت به استفاده‌کنندگان کوچک که مالک این گونه وسایل برقی نیستند، احتمالاً خسارات بیشتری متحمل می‌گردند. همچنین ساکنان شهری که از وسایل الکترونیکی در سطح گسترده‌ای استفاده می‌کنند نسبت به سایر مصرف‌کنندگان که از این نوع وسایل کمتر استفاده می‌کنند، ارزش بالاتری برای قابلیت اطمینان سرویس برق قائل هستند. به علاوه خانوارهایی که برخی از فعالیت‌های کاری خود را درون منزل انجام می‌دهند، و یا در خانه از وسایل پزشکی برای مداوا استفاده می‌کنند و نیز چنانچه خانواده، گسترده‌تر باشد، با هزینه و خسارات خاموشی بالاتری مواجه هستند [۶۵].

در این قسمت خلاصه‌ای از نتایج بدست آمده از تحقیقات انجام شده در مورد ارزیابی ارزش خدمات قابلیت اطمینانی برای مصرف‌کنندگان انرژی الکتریکی در ایالت متحده آورده شده است [۶۶]. این نتایج بر اساس ۲۸ مطالعه انجام شده توسط ۱۰ شرکت برق در ایالت متحده طی ۱۶ سال از ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۵ می‌باشد. با جمع‌آوری نتایج مطالعات انجام شده، می‌توان هزینه‌های خاموشی مشترک را بر حسب فصل، روز هفته، ساعات روز و مناطق جغرافیایی مختلف برای گروه‌های مختلف صنعتی، تجاری و خانگی برآورد نمود.

در جدول ۴-۲ میزان متوسط هزینه‌های خاموشی برای سال ۲۰۰۸ بر حسب هزینه هر خاموشی، هزینه بر حسب متوسط کیلووات بار، هزینه‌ها بر حسب کیلووات ساعت سالانه نشان داده شده است. این هزینه‌ها خاموشی‌های با مدت زمان کمتر از ۵ دقیقه تا ۸ ساعت را شامل می‌شوند. همچنین این هزینه‌ها سه گروه از مصرف‌کنندگان شامل مصرف‌کنندگان صنعتی و تجاری بزرگ (مصرف بیشتر از ۵۰۰۰۰ کیلووات ساعت در سال)، مصرف‌کنندگان صنعتی و تجاری کوچک و مصرف‌کنندگان خانگی را شامل می‌شوند. در این جدول، زمان خاموشی، عصر یک روز کاری در فصل تابستان، در نظر گرفته شده است. در جداول ۴-۳

تا ۴-۵ هزینه‌های خاموشی انواع مصرف‌کنندگان، در فواصل مختلف زمستان و تابستان، به ازای روزهای کاری و غیر کاری هفته و در طول ساعات مختلف روز آورده شده است.

جدول ۴-۲: متوسط هزینه‌های خاموشی مشترکین در ایالت متحده در سال ۲۰۰۸ بر اساس نوع مصرف‌کننده و نوع خاموشی برحسب دلار

هزینه خاموشی	مدت زمان خاموشی				
	گذرا	۳۰ دقیقه	۱ ساعت	۴ ساعت	۸ ساعت
صنایع و مراکز تجاری بزرگ و متوسط					
متوسط هزینه در هر خاموشی	۱۱۷۵۶	۱۵۷۰۹	۲۰۳۶۰	۵۹۱۸۸	۹۳۸۹۰
متوسط هزینه به ازای هر کیلووات	۱۴/۴	۱۹/۳	۲۵/۰	۷۲/۶	۱۱۵/۲
متوسط هزینه هر کیلووات ساعت انرژی تامین نشده	۱۷۳/۱	۳۸/۵	۲۵/۰	۱۸/۲	۱۴/۴
صنایع و مراکز تجاری کوچک					
متوسط هزینه در هر خاموشی	۴۳۹	۶۱۰	۸۱۸	۲۶۹۶	۴۷۶۸
متوسط هزینه به ازای هر کیلووات	۲۰۰/۱	۲۷۸/۱	۳۷۳/۱	۱۲۲۹/۲	۲۱۷۳/۸
متوسط هزینه هر کیلووات ساعت انرژی تامین نشده	۲۴۰/۱	۵۵۶/۳	۳۷۳/۱	۳۰۷/۳	۲۷۱/۷
بخش خانگی					
متوسط هزینه در هر خاموشی	۲/۷	۳/۳	۳/۹	۷/۸	۱۰/۷
متوسط هزینه به ازای هر کیلووات	۱/۸	۲/۲	۲/۶	۵/۱	۷/۱
متوسط هزینه هر کیلووات ساعت انرژی تامین نشده	۲۱/۶	۴/۴	۲/۶	۱/۳	۰/۹

جدول ۴-۳: متوسط هزینه‌های خاموشی مشترکین در ایالت متحده در سال ۲۰۰۸ برای انواع فعالیت‌های تجاری در بعدازظهر تابستان یک روز کاری برحسب دلار

هزینه خاموشی	مدت زمان خاموشی				
	گذرا	۳۰ دقیقه	۱ ساعت	۴ ساعت	۸ ساعت
صنایع و مراکز تجاری بزرگ و متوسط					
کشاورزی	۴۳۸۲	۶۰۴۴	۸۰۴۹	۲۵۶۲۸	۴۱۲۵۰
معدن	۹۸۱۴	۱۲۸۸۳	۱۶۳۶۶	۴۴۷۰۸	۷۰۲۸۱
ساخت و ساز	۲۷۰۴۸	۳۶۰۹۷	۴۶۷۳۳	۱۳۵۳۸۳	۲۱۴۶۴۴
تولید	۲۲۱۰۶	۲۹۰۹۸	۳۷۲۳۸	۱۰۴۰۱۹	۱۶۴۰۳۳
مخابرات	۱۱۲۴۳	۱۵۲۴۹	۲۰۰۱۵	۶۰۶۶۳	۹۶۸۵۷
تجارت و داد و ستد	۷۶۲۵	۱۰۱۱۳	۱۳۰۲۵	۳۷۱۱۲	۵۸۶۹۴
مراکز خدماتی	۸۲۸۳	۱۱۲۵۴	۱۴۷۹۳	۴۵۰۵۷	۷۱۹۹۷
صنایع و مراکز تجاری کوچک					
کشاورزی	۲۹۳	۴۳۴	۶۱۵	۲۵۲۱	۴۸۶۸
معدن	۹۳۵	۱۲۸۵	۱۷۰۷	۵۴۲۴	۹۴۶۵
ساخت و ساز	۱۰۵۲	۱۴۳۶	۱۸۹۵	۵۸۸۱	۱۰۱۷۷
تولید	۶۰۹	۸۶۳	۱۱۱۰	۳۵۱۵	۶۱۲۷

هزینه خاموشی	مدت زمان خاموشی				
	گذرا	۳۰ دقیقه	۱ ساعت	۴ ساعت	۸ ساعت
مخابرات	۵۸۳	۸۱۰	۱۰۸۵	۳۵۶۰	۶۲۸۶
تجارت و داد و ستد	۴۲۰	۵۷۵	۷۶۰	۲۳۸۳	۴۱۳۸
مراکز خدماتی	۳۳۳	۴۶۵	۶۲۵	۲۰۸۰	۳۶۹۱

جدول ۴-۴: متوسط هزینه‌های خاموشی مشترکین در ایالت متحده در سال ۲۰۰۸ بر اساس نوع مصرف‌کننده، مدت زمان خاموشی، فصل و روز هفته برحسب دلار

هزینه خاموشی	مدت زمان خاموشی				
	گذرا	۳۰ دقیقه	۱ ساعت	۴ ساعت	۸ ساعت
صنایع و مراکز تجاری بزرگ و متوسط					
روز کاری تابستان	۱۱۷۵۶	۱۵۷۰۹	۲۰۳۶۰	۵۹۱۸۸	۹۳۸۹۰
آخر هفته تابستان	۸۳۶۳	۱۱۳۱۸	۱۴۸۲۸	۴۴۶۵۶	۷۱۲۲۸
روز کاری زمستان	۹۳۰۶	۱۲۹۶۳	۱۷۴۱۱	۵۷۰۹۷	۹۲۳۶۱
آخر هفته زمستان	۶۳۴۷	۸۹۷۷	۱۲۲۲۰	۴۲۰۲۵	۶۸۵۴۳
صنایع و مراکز تجاری کوچک					
روز کاری تابستان	۴۳۹	۶۱۰	۸۱۸	۲۶۹۶	۴۷۶۸
آخر هفته تابستان	۲۶۵	۳۷۸	۵۱۹	۱۸۶۶	۳۴۱۴
روز کاری زمستان	۵۹۲	۸۴۶	۱۱۶۴	۴۲۲۳	۷۷۵۳
آخر هفته زمستان	۳۴۳	۵۰۴	۷۱۱	۲۸۴۶	۵۴۴۳
خانگی					
روز کاری تابستان	۲/۷	۳/۳	۳/۹	۷/۸	۱۰/۷
آخر هفته تابستان	۳/۲	۳/۹	۴/۶	۹/۱	۱۲/۶
روز کاری زمستان	۱/۷	۲/۱	۲/۶	۶	۸/۵
آخر هفته زمستان	۲	۲/۵	۳/۱	۷/۱	۱۰

جدول ۴-۵: متوسط هزینه‌های خاموشی مشترکین در ایالت متحده در سال ۲۰۰۸ بر اساس نوع مصرف‌کننده، مدت زمان خاموشی، فصل و ساعات روز

هزینه خاموشی	مدت زمان خاموشی				
	گذرا	۳۰ دقیقه	۱ ساعت	۴ ساعت	۸ ساعت
صنایع و مراکز تجاری بزرگ و متوسط					
صبح	۸۱۳۳	۱۱۰۳۵	۱۴۴۸۸	۴۳۹۵۴	۷۰۱۹۰
بعد از ظهر	۱۱۷۵۶	۱۵۷۰۹	۲۰۳۶۰	۵۹۱۸۸	۹۳۸۹۰
عصر و شب	۹۲۷۶	۱۲۸۴۴	۱۷۱۶۲	۵۵۲۷۸	۸۹۱۴۵
صنایع و مراکز تجاری کوچک					
صبح	۳۴۶	۴۹۲	۶۷۳	۲۳۸۹	۴۳۴۸
بعد از ظهر	۴۳۹	۶۱۰	۸۱۸	۲۶۹۶	۴۷۶۸

هزینه خاموشی	مدت زمان خاموشی				
	گذرا	۳۰ دقیقه	۱ ساعت	۴ ساعت	۸ ساعت
عصر و شب	۱۹۹	۲۹۹	۴۳۱	۱۸۸۱	۳۷۳۴
خانگی					
صبح	۳/۷	۴/۴	۵/۲	۹/۹	۱۳/۶
بعد از ظهر	۲/۷	۳/۳	۳/۹	۷/۸	۱۰/۷
عصر و شب	۲/۴	۳	۳/۷	۸/۴	۱۱/۹

فعالیت‌هایی از این دست نیز در داخل کشور به انجام رسیده است. برای نمونه می‌توان به پروژه‌های بررسی اقتصادی پدیده خاموشی و اهمیت محاسبه هزینه خاموشی که در دانشگاه تربیت مدرس و محاسبه هزینه خاموشی در ایران که در دانشگاه صنعتی شریف انجام شده است اشاره نمود. به دلیل نبود اطلاعات بیشتر در مورد این مطالعات به ذکر جزییات پرداخته نشده است.

این قسمت حاوی بخش‌های از نتایج پروژه تحقیقاتی "محاسبه هزینه خاموشی در گروه‌های مختلف صنعتی و معدنی در کل کشور" است که به سفارش معاونت برنامه‌ریزی سازمان توانیر توسط گروه انرژی و مدیریت مصرف پژوهشگاه نیرو در سال ۱۳۸۰ به انجام رسیده است. در این قسمت نتایج محاسبه هزینه خاموشی در واحدهای منتخب صنعتی و معدنی در کل کشور بر اساس اطلاعات سال ۱۳۸۰ ارائه شده است [۶۷].

تکنیک بررسی جامع مصرف کننده، که در زمره روش‌های برآورد هزینه قرار دارد، مناسب‌ترین و در عین حال پرهزینه‌ترین تکنیک برای محاسبه هزینه خاموشی در واحدهای تولیدی است و لذا این تکنیک برای محاسبه هزینه خاموشی در واحدهای منتخب صنعتی و معدنی به کار گرفته شده است. در این تکنیک از مصرف‌کنندگان برق خواسته می‌شود کلیه اقداماتی را که برای کاهش آثار نامطلوب قطع برق روی فعالیت‌های خود به کار می‌گیرند، مشخص نمایند. در نظر گرفتن هزینه مترتب بر این اقدامات از یکسو و لحاظ نمودن کلیه هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم ناشی از قطع برق به همراه صرفه‌جویی‌های احتمالی مرتبط با خاموشی از سوی دیگر، هزینه خاموشی مصرف کننده را مشخص می‌کند. ارزش تولید از دست رفته (یا هزینه‌های مستقیم ناشی از قطع برق) برابر تفاضل درآمد انتظاری مصرف کننده در شرایط عادی و درآمد انتظاری او طی دوره زمانی خاموشی می‌باشد. درآمد انتظاری طی دوره زمان خاموشی می‌تواند ناشی از جبران تولید یا اضافه کاری یا افزودن شیفت کاری

پس از وصل برق و یا استفاده از ژنراتورهای اضطراری در زمان قطع برق باشد. به این ترتیب ارزش تولید از دست رفته معادل ارزش محصولی است که به دلیل قطع برق نمی‌توان آن را تولید کرد.

از جمله هزینه‌های مرتبط با خاموشی می‌توان به هزینه پرسنلی برای راه‌اندازی مجدد خطوط تولید پس از وصل برق، هزینه نیروی کار برای جبران تولید پس از وصل برق، خسارت وارد شده به تجهیزات بر اثر قطع و وصل برق، هزینه‌های ناشی از ضایع شدن مواد اولیه بر اثر قطع برق، هزینه‌های فرآوری مجدد مواد پس از وصل برق و هزینه‌های راه‌اندازی و بهره‌برداری مولدهای اضطراری طی دوره زمانی خاموشی اشاره کرد. صرفه‌جویی‌های مترتب بر قطع برق شامل دستمزد پرداخت نشده طی دوره زمانی وقوع خاموشی، هزینه انرژی مصرف نشده و ارزش اسقاطی مواد اولیه یا نیم ساخته و مواردی از این قبیل هستند.

از سوی دیگر محاسبه کلیه هزینه‌ها و صرفه‌جویی‌های مرتبط با خاموشی مستلزم جمع‌آوری حجم بسیار زیادی از اطلاعات فنی و اقتصادی از مشترک تحت بررسی می‌باشد که تهیه این اطلاعات عموماً با صرف هزینه قابل توجه امکان‌پذیر است. بالا بودن هزینه تهیه و جمع‌آوری اطلاعات ناشی از لزوم اجرای طرح‌ها و عملیات میدانی (شامل طراحی پرسشنامه جمع‌آوری اطلاعات و مراجعه مستقیم به مشترک برای تکمیل پرسشنامه) می‌باشد.

به دنبال توافق به عمل آمده با سازمان توانیر، مقرر شد ۳۷۸ واحد صنعتی و ۶۰ واحد معدنی در کل کشور جامعه نمونه مورد نظر را تشکیل دهند. از سوی دیگر با توجه به حجم جامعه نمونه، امکان تشکیل این جامعه به گونه‌ای که انواع فعالیت‌های صنعتی و معدنی را پوشش دهد وجود نداشت. بنابراین تعداد محدودی از رشته فعالیت‌های صنعتی و معدنی که وابستگی بیشتری به انرژی الکتریکی نسبت به سایر رشته فعالیت‌ها دارند برای بررسی انتخاب شد. این انتخاب بر اساس طبقه‌بندی بین‌المللی کلیه رشته فعالیت‌های اقتصادی^۱ (ISIC) صورت گرفته است [۶۷].

در قدم‌های بعدی پردازش‌هایی روی اطلاعات این بانک‌ها با هدف دستیابی به شاخص‌های زیر انجام شد:

✓ هزینه ناشی از قطع برق در واحدهای تحت مطالعه به ازای دوره‌های زمانی مختلف تداوم خاموشی شامل خاموشی لحظه‌ای، یک ساعته، دو ساعته و چهار ساعته (هزار ریال)

✓ هزینه خاموشی نرمالیزه شده بر حسب حداکثر دیمانند واحدهای تحت مطالعه در سال ۱۳۸۰ به ازای دوره‌های زمانی مختلف تداوم خاموشی (هزار ریال بر کیلووات)

^۱-International Standard Industrial Classification of all economic activities

✓ هزینه ناشی از هر کیلووات ساعت عرضه نشده به واحدهای تحت مطالعه در سال ۱۳۸۰ به ازای دوره‌های زمانی مختلف تداوم خاموشی (هزار ریال بر کیلووات ساعت)

شاخص اول مبین مقدار خالص خسارت وارد شده بر اثر قطع برق، با دوره تداوم مشخص، به واحدها می‌باشد. تقسیم این مقدار به کل انرژی الکتریکی مصرفی واحد و یا حداکثر دیماندر واحد در سال ۱۳۸۰ منجر به تحصیل شاخص‌های دوم و سوم خواهد شد. مفهوم این شاخص‌ها اینست که در صورت وقوع یک خاموشی با دوره تداوم مشخص، به ازای هر کیلووات ساعت انرژی مصرفی (هر کیلووات حداکثر دیماندر مصرفی) در سال ۱۳۸۰ چه مقدار خسارت خاموشی به واحد تحمیل شده است. شاخص چهارم، که همان هزینه انرژی عرضه نشده می‌باشد، از تقسیم شاخص اول به مقدار انرژی الکتریکی مصرفی واحد طی دوره زمانی خاموشی به دست می‌آید.

بخشی از نتایج محاسبه شاخص‌ها برای واحدهای صنعتی و معدنی تحت بررسی در جداول ۴-۶ تا ۴-۹ نشان داده شده است. بررسی نتایج حاکی از صعودی بودن هزینه خاموشی نرمالیزه شده بر حسب انرژی مصرفی و حداکثر دیماندر با افزایش دوره زمانی تداوم خاموشی است. این امر مطابق انتظار است زیرا با افزایش دوره زمانی تداوم خاموشی، هزینه تحمیل شده به واحدها افزایش می‌یابد. نکته قابل ذکر در این جداول اینست که افزایش هزینه خاموشی روندی خطی متناسب با افزایش دوره زمانی تداوم خاموشی ندارد. به بیان دیگر با دو برابر شدن دوره زمانی خاموشی، خسارت وارد شده به واحدها لزوماً دو برابر نمی‌شود که عمدتاً ناشی از استفاده واحدها از دیزل ژنراتور برای کاهش خسارت ناشی از قطع برق است.

نتایج نشان می‌دهند که مشترکان صنعتی که فعالیت‌های ساخت موتورهای برقی و ژنراتور و ترانسفورماتور در آن قرار دارند، بیشترین هزینه خاموشی به ازای هر کیلووات ساعت مصرفی را متحمل می‌شوند. از سوی دیگر مشترکان معدنی که فعالیت‌های استخراج زغال سنگ در آن طبقه‌بندی شده‌اند، متحمل بیشترین هزینه خاموشی به ازای هر کیلووات ساعت مصرفی می‌شوند [۶۷].

از سوی دیگر به منظور ایجاد مبنایی برای پرداخت خسارت به مشترکان در صورت قطع برق ایشان، باید از شاخص هزینه انرژی عرضه نشده استفاده شود. این شاخص مبین اینست که مشترک به ازای هر کیلووات ساعت انرژی عرضه نشده به او طی دوره زمانی قطع برق متحمل چه مقدار خسارت اقتصادی می‌شوند. جداول ۴-۶ تا ۴-۹ نشان می‌دهد حداکثر هزینه انرژی تامین نشده در صورت وقوع خاموشی‌های لحظه‌ای، یک ساعته و دو ساعته مربوط به مشترکان معدنی گروه ۱۰ است حال آنکه گروه ۱۴ بیشترین هزینه را در خاموشی چهار ساعته متحمل می‌شود. نکته قابل ذکر در جداول زیر اینست که هزینه انرژی

تامین نشده در صورت وقوع خاموشی لحظه‌ای عموماً بزرگتر از مقدار متناظر با دوره‌های خاموشی طولانی‌تر می‌باشد. این امر از وجود بارهای بسیار حساس به ولتاژ ناشی می‌شود. قطع این بارها در صورت وقوع خاموشی لحظه‌ای و عدم قطع بارهای غیرحساس به تغییرات بسیار شدید ولتاژ موجب بروز خسارت‌های عمده به تجهیزات می‌گردد که افزایش قابل توجه خسارت ناشی از وقوع ای نوع خاموشی را به دنبال دارد. تنظیم مناسب سیستم‌های حفاظتی واحدها و جبران‌کننده‌های توان راکتیو از اهمیت زیادی در کاهش خسارت ناشی از خاموشی لحظه‌ای برخوردار است.

جدول ۴-۶: تعریف فعالیت‌ها بر اساس کدهای دو رقمی ISIC گروه‌های صنعتی جامعه نمونه

شرح فعالیت	کد ISIC
ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی	۱۵
ریسندگی، بافندگی و تکمیل منسوجات	۱۷
ساخت کاغذ و محصولات کاغذی	۲۱
ساخت مواد و محصولات شیمیایی	۲۴
ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک	۲۵
ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی	۲۶
ساخت فلزات اساسی	۲۷
ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات	۲۸
ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۲۹
ساخت موتورهای برقی، ژنراتور و ترانسفورماتور	۳۱
ساخت ابزار پزشکی، اپتیکی و ابزار دقیق، ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۳۳
ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر	۳۴
ساخت سایر تجهیزات حمل و نقل	۳۵

جدول ۴-۷: تعریف فعالیت‌ها بر اساس کدهای دو رقمی ISIC گروه‌های معدنی جامعه نمونه

شرح فعالیت	کد ISIC
استخراج زغال سنگ و لینییت، زغال سنگ نارس	۱۰
استخراج کانه‌های فلزی	۱۳
استخراج سایر معادن	۱۴

جدول ۴-۸: هزینه انرژی تامین نشده در گروه‌های مختلف صنعتی (هزار ریال بر کیلووات ساعت)

کد ISIC	قطعی لحظه‌ای	قطعی یک ساعته	قطعی دو ساعته	قطعی چهار ساعته
۱۵	۲۴/۷۵۱	۱۹/۰۵۰	۱۶/۴۷۳	۱۵/۰۰۲
۱۷	۱۷/۰۲۳	۶/۳۸۲	۴/۸۷۷	۳/۹۳۳
۲۱	۰/۵۶۶	۰/۴۵۷	۰/۴۴۱	۰/۴۳۱
۲۴	۲۳/۸۵۷	۱۷/۶۸۷	۱۵/۸۶۹	۱۴/۸۹۵
۲۵	۳۹/۴۰۲	۱۲/۱۵۴	۷/۳۲۸	۵/۹۴۷
۲۶	۲/۸۹۴	۲/۱۰۵	۱/۸۲۴	۱/۵۰۴
۲۷	۹/۲۷۷	۴/۹۴۵	۴/۱۲۴	۳/۶۷۵
۲۸	۲۷/۴۴۰	۱۳/۶۶۷	۱۱/۴۲۹	۱۰/۶۲۶
۲۹	۱۷/۸۴۷	۹/۷۹۷	۸/۱۹۰	۷/۵۱۸
۳۱	۴۳/۷۸۵	۳۷/۸۴۷	۳۶/۷۱۲	۳۶/۰۴۴
۳۴	۸۲/۳۰۸	۲۳/۲۸۲	۱۶/۲۴۵	۱۲/۶۱۳
۳۵	۰/۲۹۶	۰/۰۴۳	۱/۱۴۳	۰/۵۷۸
میانگین	۲۶/۵۵۴	۱۲/۹۴۵	۱۰/۴۹۸	۹/۲۶۸

جدول ۴-۹: هزینه انرژی تامین نشده در گروه‌های مختلف معدنی (هزار ریال بر کیلووات ساعت)

کد ISIC	قطعی لحظه‌ای	قطعی یک ساعته	قطعی دو ساعته	قطعی چهار ساعته
۱۰	۵۹/۹۵۰	۱۷/۳۹۰	۱۱/۶۵۰	۸/۳۸۰
۱۳	۹/۱۵۰	۸/۹۲۰	۷/۳۲۰	۷/۱۱۰
۱۴	۱۶/۰۵۰	۱۴/۸۰۰	۱۱/۴۷۰	۱۱/۵۶۰
میانگین	۲۲/۶۲۸	۱۳/۴۴۳	۱۰/۱۸۴	۹/۵۰۹

۴-۶- بررسی واکنش‌های اجتماعی نسبت به خاموشی برق

هدف از این قسمت بررسی نگرش و واکنش‌های اجتماعی نسبت به قطعی برق در قالب پنج گروه صنعتی، خانگی،

کشاورزی، تجاری و عمومی می‌باشد. هدف بررسی موارد زیر می‌باشد [۶۸-۷۱]:

✓ دیدگاه مردم درباره اثرات منفی قطع برق

✓ واکنش جبرانی یا مقابله‌ای نسبت به قطع برق

✓ واکنش رفتاری نسبت به قطع برق

بدون تردید توسعه پایدار سیاسی، اقتصادی و اجتماعی در گرو توجه به بنیان‌های انسانی است. بنیان‌هایی که نپرداختن به آن هزینه‌های گزافی را بر توسعه و ثبات اقتصادی و سیاسی و اجتماعی وارد می‌آورد که به دشواری قابل جبران است. هر نوع پدیده‌ای که در جوامع بشری به وجود آمده و رشد می‌کند، بازخورد و واکنشی در افراد جوامع تولید می‌کند که بی‌تردید فرایند تحول و ثبات آینده را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در این میان صنعت برق که به جرات می‌توان گفت ضروری‌ترین نیاز جوامع پیشرفته امروزی را تشکیل می‌دهد، از این تاثیر در امان نیست. وجود کاستی‌ها و کارآمدی‌ها که لازمه رشد یک صنعت رو به پیشرفت محسوب می‌گردد، واکنش‌ها و نگرش‌هایی را در افراد بر می‌انگیزد که می‌تواند رفتار آنان را نسبت به آن صنعت تعیین کند و به گونه‌ای طبیعی مسیر آتی را تا اندازه زیادی تبیین نماید.

در شرایط فعلی صنعت برق فراگیرترین خدمتی است که دولت عهده‌دار ارائه آن است و پیش‌بینی می‌شود با ادامه روند موجود طی سال‌های آینده مصرف برق در کشور تا ۱۰۰ هزار مگاوات نیز برسد. این امر نیاز به بررسی همه‌جانبه در این زمینه، به ویژه مطالعات فرهنگی و آگاهی از شرایط، نگرش‌ها و نحوه مصرف مشترکان را بیش از پیش ضروری می‌سازد.

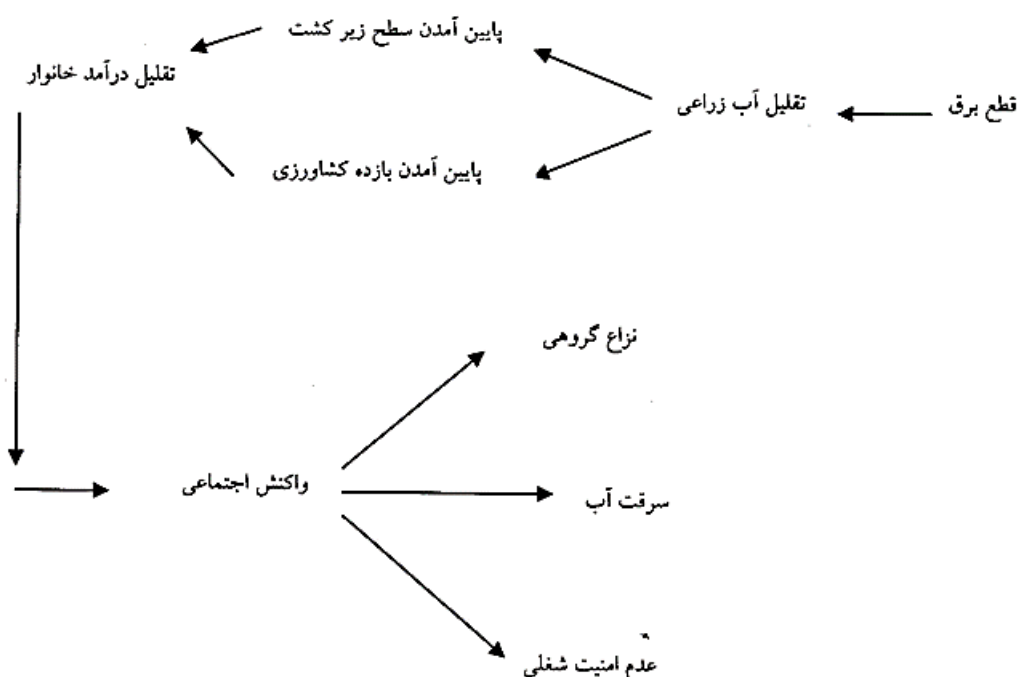
به نظر اغلب پژوهشگران و صاحب‌نظران اجتماعی و مدیریتی، نظرسنجی عمومی اگر نه تنها، دست کم بهترین روشی است که از طریق آن می‌توان از نگرش‌ها و واکنش‌های آنان نسبت به خدمات ارائه شده آگاهی یافته و نقاط و گره‌های بحرانی را تشخیص داد و سرانجام تقاضا برای خدمات مختلف و نیز نظرات شهروندان را درباره انواع مسایل از جمله احساس آنان نسبت به سازمان و مدیران آنها ارزیابی نمود [۶۸-۷۱].

این گونه نظرسنجی‌ها به مدیران و متخصصان این امکان را می‌دهد که نظرات خود را در مواردی اصلاح کنند. علاوه بر موارد یاد شده، نظرسنجی عمومی می‌تواند تاثیر قاطعی بر تعیین اولویت‌ها در برنامه‌ریزی و بودجه‌بندی سازمان‌ها داشته باشد.

بنابراین با توجه به اهمیت صنعت برق و اهتمام مسئولیت در جلب رضایت مشترکین، ضرورت دارد تا پژوهشی در زمینه واکنش‌های مردم نسبت به قطع برق انجام گیرد.

۱-۶-۴ - مدل‌های احتمالی پیامدهای ناشی از قطع برق در بخش‌های مختلف صنعت برق

با توجه به مدل شکل ۴-۲، تاثیر قطع برق نخست موجب تقلیل میزان آبی می‌شود که در آبیاری اراضی زیر کشت ضروری است. از پیامدهای اصلی و آشکار تقلیل آب، پایین آمدن سطح زیر کشت و بازده کشاورزی است. یکی از پیامدهای مستقیم پایین آمدن سطح زیر کشت و بازده کشاورزی، کم شدن میزان درآمد خانوار است که به نوبه خود به عواقب اجتماعی و روانی مختلفی در جامعه می‌انجامد. درگیری بر سر آب زراعی و سرقت آن در مواقع خاصی از شبانه روز از جمله واکنش‌هایی هستند که می‌تواند در این رابطه به وقوع بپیوندد.

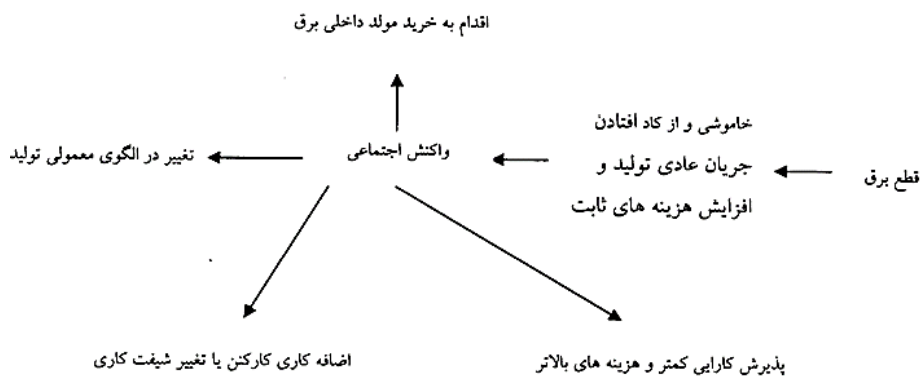


شکل ۴-۲: مدل یک: پیامدهای ناشی از قطع برق در بخش‌های کشاورزی

همان طور که در مدل شکل ۴-۳ ملاحظه می‌شود یکی از آثار مهم قطع برق تاثیر آن بر جریان تولیدی صنعتی است. کارخانه‌هایی که از وسایل برقی استفاده می‌کنند ممکن است به دلیل نوسانات موجود در ولتاژ و یا قطع و تداوم خاموشی دچار صدمه شوند. در این وضعیت، صاحبان کارخانه‌ها موظف به پرداخت هزینه‌های سنگینی خواهند شد که ناشی از خاموشی است.

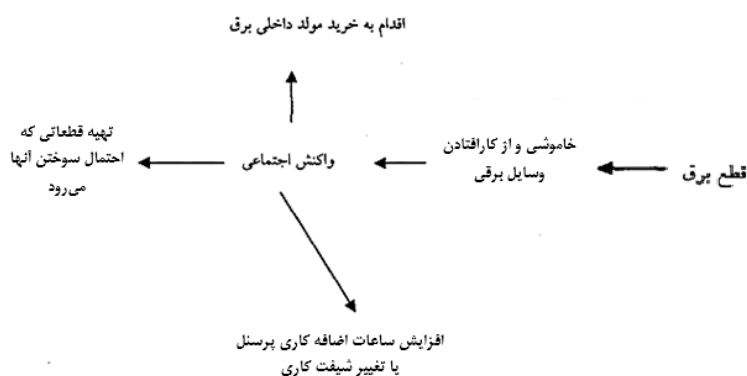
تداوم خاموشی می‌تواند زمان اتلاف وقت کاری مفید را در کارخانه‌ها افزایش دهد، به عنوان مثال با از کار افتادن وسایل تولید، بسیاری از کارگرانی که در فرایند خط تولید کارخانه‌ها فعالیت دارند ممکن است عملاً قادر به انجام کار مفیدی نباشند. این مسائل دست کم دو واکنش اساسی در پی دارد. نخست عکس‌العمل آنی مدیران کارگاه یا واحد صنعتی است که مجبور به پرداخت هزینه‌های ناشی از خاموشی هستند. این قبیل هزینه‌ها، هزینه‌های مستقیم نامیده می‌شوند. زیرا تنظیم فعالیت‌های مولد عادی و رفع خلل‌های موجود در آن نیاز به پرداخت فوری هزینه و جبران خسارت وارده دارد. با این حال نوع دیگری از هزینه‌ها وجود دارد که می‌توان آنها را جزء هزینه‌های اجتماعی تلقی کرد. این قبیل هزینه‌ها قابل انتظار است زیرا حتی در زمانی که خاموشی وجود ندارد نیز پرداخت می‌شوند. مهمترین دلیل وجود هزینه‌های اجتماعی، تحلیلی است که فرد نسبت به سابقه خاموشی دارد. او به عنوان مصرف‌کننده برق ناگزیر است تا الگوی رفتاری خود را به نوعی با شرایط مورد انتظار سازگار نماید. به عنوان مثال شیفت‌های اضافه کاری را برای جبران هزینه خاموشی تنظیم نماید، به تهیه وسایل یدکی اضافی و یا تمهید مولد برق در کارخانه اقدام کند و مسایلی از این قبیل که همگی پرداخت هزینه‌های اضافی در قبلاً انتظاری است که فرد از خاموشی دارد.

از لحاظ اجتماعی مساله کاهش امنیت در سرمایه‌گذاری یکی از برآیندهای خاموشی است. اگر خاموشی تداوم یابد این احتمال وجود دارد که اطمینان در سرمایه‌گذاری بیشتر در واحدهای صنعتی نیز مخدوش و تهدید گردد. مدیران به ندرت درصدد گسترش کمی و کیفی واحدها و تولیدات صنعتی خود خواهند بود و ترجیح می‌دهند وضعیت را دست کم در همان سطح ثابت نگاه دارند. از این رو مسایل اجتماعی مترتب بر خاموشی را باید به عنوان مسایلی دراز مدت تلقی کرد که اهمیت فراوان دارند [۶۸-۷۱].



شکل ۳-۴: مدل دو: پیامدهای ناشی از قطع برق در بخش‌های صنعتی

همان طور که در شکل ۴-۴ ملاحظه می‌شود، خاموشی در بخش تجاری می‌تواند به فرسوده شدن و یا از کار افتادن وسایل برقی، مواد غذایی و نظایر آن منجر گردد. در این حالت علاوه بر پرداخت هزینه‌های مستقیم (اقتصادی)، وجود هزینه‌های غیرمستقیم و اجتماعی نیز ملموس و قابل بررسی است. اداره‌کنندگان واحدهای تجاری بسته به نوع فعالیت حرفه‌ای خود به شیوه‌های مختلفی عمل می‌کنند. به عنوان نمونه در آموزشگاه‌ها ممکن است تهیه مولد اضطراری برق، فراهم کردن قطعاتی که احتمال سوختن آنها در جریان قطع برق می‌رود و افزودن بر ساعات اضافه کاری پرسنل مد نظر قرا گیرد. در رستوران‌ها و هتل‌ها مساله اندکی تفاوت دارد. در آنجا کاربرد لوازم برقی صرف نظر از وسایلی که برای تهیه و نگهداری مواد غذایی به کار می‌روند بیشتر جنبه‌ای رفاهی و تفریحی دارد. بنابراین تامین آرامش و تفریح افرادی که در این قبیل اماکن به عنوان مشتری ظاهر می‌شوند بسیار اساسی است زیرا کارکرد هتل‌ها و رستوران‌ها چنین اقتضاء می‌کند، در نتیجه اقدام به تهیه مولد برق اضطراری مهمترین واکنشی است که در این قبیل بخش‌ها ظاهر می‌شود.

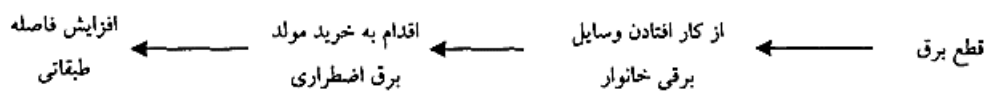


شکل ۴-۴: مدل سه: پیامدهای ناشی از قطعی برق در مراکز تجاری

در بخش خانوار، انرژی برق کارکردی دو جانبه دارد؛ از یک سو کاربری رفاهی آن مطرح است زیرا افراد با مراجعه به منزل و فراغت از فعالیت‌های روزمره زندگی، بخشی از ساعات خود را صرف پرداختن به فعالیت‌های تفریحی در دسترس می‌کنند. به ویژه در بخش خانوار که مهمترین فعالیت رفاهی و تفریحی آنها به تماشای تلویزیون، گوش دادن به رادیو و نظایر آن خلاصه می‌شود. از این رو با توجه به محدودیت زمان پخش برنامه‌ها، خاموشی در زمان‌های خاصی که فرصت عملی این گونه تفریحات را می‌گیرد جزء مهمترین خسارات خاموشی تلقی می‌شود [۶۸-۷۱].

از طرفی دیگر، تهیه مولد برق با توجه به هزینه اقتصادی زیادی که در بر دارد برای بسیاری از خانوارها امکان‌پذیر نیست. این امر می‌تواند به افزایش تفاوت و شکاف اجتماعی کمک کند. در این قبیل موارد توزیع تاثیرات خاموشی بر خانوارها توزیعی

نامتعادل و ناعادلانه است زیرا تنها مشترکین مرفه هستند که عملاً از امکان خرید و تهیه منابع جایگزین بهره‌مندند و یا قادرند نقل مکان کنند تا با مشکلاتی نظیر قطع برق کمتر مواجه شوند (شکل ۴-۵).



شکل ۴-۵: مدل چهار: پیامدهای ناشی از قطع برق در بخش خانگی

همچنین باید در قبال رفتار مصرف‌کنندگان بعد از وقوع خاموشی اقدامات لازم فراهم شود. برای مثال در صورت قطع برق تعداد زیادی از مصرف‌کنندگان اقدام به تماس با شرکت برق خواهند نمود و به همین دلیل مسئولان می‌بایست اقدامات و تمهیدات لازم را برای پاسخ‌گویی سریعتر و بهتر به آنها فراهم آورند. از سوی دیگر اعلام زمان قطع برق بیش از اجرای آن به احتمال زیاد سبب کاهش تماس‌ها و در نتیجه کاهش حجم کار پاسخ‌گویی و اتلاف وقت کارکنان خواهد شد. همچنین نتایج تحقیقات اخیر در این زمینه نشان داده است که نزدیک به ۶۰ درصد از پاسخ‌دهندگان یکی از واکنش‌های خود را مراجعه به شرکت برق اظهار کرده‌اند. این مطلب نشان می‌دهد که در صورت عدم اطلاع به موقع مردم از قطع برق، وقوع خاموشی سبب افزایش حجم کاری، هزینه‌های رفت و آمد شهری، اتلاف وقت کارکنان و ... خواهد شد.

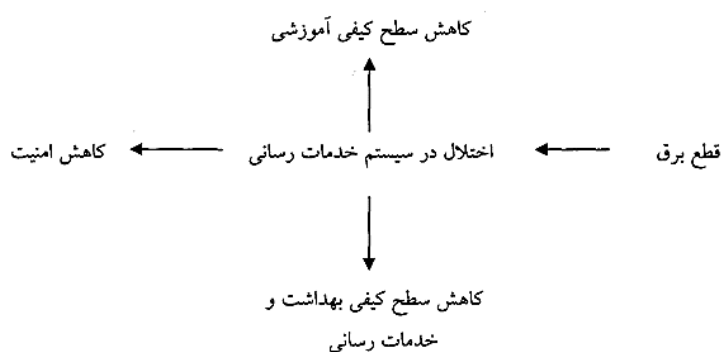
همچنین نتایج مربوط به این تحقیقات نشان می‌دهد که نزدیک به ۸۰ درصد از پاسخ‌دهندگان یکی از عوامل مشکلات قطع برق را ناشی از نارسایی و ضعف مدیریت می‌دانند. حتی در صورت توانایی مدیران برای ارائه خدمات مناسب، متأسفانه نظر این درصد از افراد بر مبنای ضعف مدیریت قرار دارد، بنابراین بهتر است مدیران نسبت به توجیه عوامل فنی و تکنیکی قطع برق، اطلاع‌رسانی لازم را به عمل آورند تا این نگرش تصحیح گردد و بهبود نسبی در واکنش مردم حاصل آید.

همچنین نتایج نشان می‌دهد که نزدیک به ۷۹ درصد از پاسخ‌دهندگان یکی از پیامدهای قطع برق را بی‌اعتمادی مردم به شرکت برق دانسته‌اند و چون برق‌رسانی در انحصار دولت است این احتمال می‌رود که بی‌اعتمادی مردم نسبت به سایر سازمان‌های دولتی نیز تعمیم یابد.

بخش دیگری که توجه به آن اهمیت فراوانی دارد، بخش عمومی است. این بخش شامل نهادها و سازمان‌هایی است که وظیفه عمده آنها ارائه خدمات به مردم است. موضوعی که در تحلیل این بخش قابل اهمیت است، انتظاراتی است که عموم جامعه از خدمات بخش عمومی دارند. به اعتقاد آنها قسمت اعظم خدمات عمومی نیازهای ضروری نظیر خدمات بهداشتی،

درمانی، امنیتی، آموزشی و نظیر آن به شمار می‌رود، که بخش‌های عمده آن به عنوان یک وظیفه به دولت واگذار شده است. این ارتباط از نظر جامعه‌شناسی اهمیتی فوق‌العاده دارد زیرا در ساختار اجتماعی جامعه‌ای نظیر ایران که نقش دولت در الگوسازی فرهنگی همواره از اولویت برخوردار بوده و دولت تعیین‌کننده خط مشی سازمان‌ها و نهادهای اجتماعی است، اختلال در عملکرد بخش‌های دولتی اعتبار آن را به عنوان الگوی مثبت رفتار اجتماعی مخدوش می‌سازد.

از نظر بهداشتی از کار افتادن جریان برق، دستگاه‌های مربوط به تصفیه خانه‌ها، وسایل پزشکی موجود در مراکز بهداشتی، درمانی و سیستم‌های گرم‌کننده و سردکننده آن را از کار می‌اندازد. در مراکز آموزشی، علاوه بر تاثیرات فوق بخش اعظم دستگاه‌های الکترونیکی نظیر کامپیوتر را از کار می‌اندازد و بالاخره در بخش‌های نظامی امکان نظارت بر جامعه و تامین امنیت مردم را مختل می‌نماید. از این رو در بخش عمومی قطع برق در واقع تهدیدکننده آن بخش از نیازهایی است که در زمره نیازهای اولیه مردم به شمار می‌رود. حال با توجه به انتظاری که مردم از دولت در تامین این قبیل نیازها دارند بدیهی است که ناتوانی سازمان‌های دولتی موجب فراگیر شدن الگوهای فرهنگی منفی در سطح جامعه نظیر بی‌نظمی و بی‌اعتمادی است (شکل ۴-۶).



شکل ۴-۶: مدل پنج: پیامدهای ناشی از قطع برق در بخش عمومی

۴-۷- مسائل زیست محیطی

یکی از مهمترین اصول در توسعه پایدار طرح‌های صنعتی و عمرانی کشور، ظرفیت و پتانسیل پذیرش محیط از نظر دریافت آلاینده‌ها است. به طوری که مشخص کردن میزان آلودگی منتشره از صنایع هر منطقه تعیین‌کننده امکان توسعه طرح‌های صنعتی در آن منطقه می‌باشد. عوامل دیگری چون اولویت‌بندی فعالیت‌های صنعتی کشور و در نظر گرفتن میزان آلودگی

منتشره به ازای محصول تولیدی در هر واحد صنعتی با لحاظ نمودن هزینه آلودگی منتشره از صنایع در این امکان سنجی موثرند [۷۲-۷۴].

در صنعت برق همانند سایر صنایع، با توجه به روند رو به رشد تولید و مصرف انرژی در دو دهه گذشته و سهم عمده نیروگاه‌های حرارتی در تولید، باید آلودگی‌های گازی، آبی و جامد منتشره از نیروگاه‌های حرارتی در هر منطقه برآورد گردد. زیرا با توجه به سهم بالای نیروگاه‌های کشور در آلوده‌سازی هوای محیط و به خطر انداختن سلامت عمومی جامعه ناشی از اثرات گازهای CO₂ (گرمایش جهانی و تغییر اقلیم)، NO_x (تشکیل مه دود فتو شیمیایی و سنتز ازن سطحی که موجب اختلال در سیستم تنفسی انسان می‌گردد)، SO₂ (ترکیب اسیدی در منطقه و ایجاد سکنه قلبی و مغزی)، ذرات معلق PM₁₀ (عامل نارسایی تنفسی و بیماری‌های قلبی)، بحث شناخت و کاهش آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های صنعت تولید برق در دراز مدت نقشی حیاتی و استراتژیک خواهد داشت [۷۲-۷۴].

طرح انرژی پاک^۱ (CPP) هم از نظر چشم‌اندازهای موجود و هم از نظر تاثیرات ضمنی آن بر بخش برق دارای پیچیدگی‌های فراوانی می‌باشد. متأسفانه بررسی‌های اولیه بر روی این طرح نشان می‌دهد که طرح انرژی پاک قابلیت اطمینان سیستم قدرت را با ریسک‌های جدی مواجه خواهد نمود.

هدف و آرمان طرح CPP کاهش در انتشار گاز CO₂ به میزان ۳۰ درصد نسبت به مقدار پایه‌ی سال ۲۰۰۵ است. وادار کردن تولیدکنندگان توان الکتریکی به اتخاذ اقدامات غیرعملی در یک زمان فشرده و کوتاه به منظور کاهش انتشار آلاینده‌ی، کفایت سیستم قدرت الکتریکی را در آینده دچار مشکلاتی خواهد نمود. زیرا اجرای این طرح می‌تواند برای مثال موجب تغییر نحوه توزیع توان میان واحدهای تولیدی موجود شده و بر ظرفیت تولیدی نیز اثرگذار باشد.

برای نمونه در مراجع [۷۲-۷۴] اشاره شده است که خدمات قابلیت اطمینان ضروری^۲ (ERS) با اجرای طرح CPP می‌تواند تحت تنش قرار گیرد. تغییرات مورد انتظار ایجاد شده در ترکیب تولید و رویه‌های انتقال توان نیاز به روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان جامع‌تری به منظور بررسی تغییرات ایجاد شده در توان‌های عبوری و خدمات ERS خواهد داشت. خدمات ERS شامل یک سری خدمات کلیدی می‌باشند که برای حفظ قابلیت اطمینان سیستم قدرت مورد نیاز می‌باشند. این خدمات شامل تعادل بار و تولید، پشتیبانی ولتاژ، پشتیبانی فرکانس می‌باشند. با اجرای طرح CPP و اتصال واحدهای تولید سازگار با این طرح

۱-Clean Power Plan

۲-Emergency Reliability Services

نسبت به واحدهای سنتی، چالش‌های جدیدی در حوزه قابلیت اطمینان سیستم می‌تواند ایجاد شود.

پیاپی سازی قوانین و مقررات جدید در حوزه حمایت از محیط زیست نگرانی و چالش‌های را متوجه بحث قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت نموده است. البته وارد کردن شوک بزرگ به سیستم قدرت ناشی از اجرای این مقررات بسیار بعید به نظر می‌رسد. این قوانین تنها منجر به تغییر اندکی در ظرفیت شبکه تولید خواهند شد.

دو نمونه از مهمترین طرح‌های موجود در این زمینه قانون بین ایالتی آلودگی هوا، که میزان انتشار گازهای NO_x و SO_2 را در نیمه شرقی کشور ایالت متحده محدود می‌کند؛ و استانداردهای جیوه و آلاینده‌های هوا، که نرخ انتشار ملی جیوه و دیگر آلاینده‌های سمی را در هوا محدود می‌کند، می‌باشند. بسته به اینکه چگونه این قوانین و مقررات پیاپی سازی شوند و اینکه چگونه صنعت برق و قانون‌گذاران ایالتی نسبت به آن واکنش نشان دهند، بسیار محتمل است که این مقررات قابلیت اطمینان سیستم قدرت را تحت تاثیر خود قرار دهند. این قوانین و طرح‌های یاد شده می‌توانند بر واحدهای شبکه تولید، ظرفیت شبکه و حاشیه رزرو مورد نیاز برای سیستم موثر باشد. به هر حال این مقررات منجر به افزایش سرمایه‌گذاری در توسعه تکنولوژی‌های کنترل آلاینده‌ها خواهد شد [۷۲-۷۴].

مطالعات متعددی در طی سال‌های اخیر به بررسی تاثیر مقررات جدید در حوزه حفاظت از محیط زیست بر صنعت برق پرداخته‌اند. در این مطالعات مهمترین عواملی که مورد توجه قرار گرفته است شامل مواردی مانند کنار گذاشتن ژنراتورهای زغال سنگی، تاثیر بر قابلیت اطمینان سیستم و میزان سرمایه‌گذاری‌های جهت کنترل میزان آلودگی‌های ژنراتورهای موجود می‌باشد.

بطور کلی توسعه صنعت برق با توجه به مسایل حفاظتی محیط زیست همسو با کشورهای در حال توسعه از اهداف کوتاه مدت صنعت برق کشور است. طبق بررسی‌های کارشناسی تا ۲۵ سال آینده نیاز جهانی انرژی حدود ۶۰ درصد افزایش می‌یابد و منابع انرژی‌های فسیلی تا پایان قرن ۲۱ میلادی به اتمام می‌رسد. از این رو با رویکرد جدیدترین فناوری‌ها باید ایده، طرح، برنامه و اجرای کار به گونه‌ای انجام شود که همواره انرژی برق بصورت مطمئن، پایدار و هماهنگ با محیط زیست تولید شود. در این راستا برنامه‌ریزی‌های کوتاه مدت و بلند مدت در بخش‌های تولید، نظارت و هماهنگی با کلیه واحدهای مرتبط صنعت برق و وزارت نفت (در زمینه سوخت نیروگاه‌ها) جهت تامین برق مطمئن و اقتصادی بر عهده معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شرکت توانیر نهاده شده است. همچنین اجرای طرح‌های بهینه‌سازی نیروگاه‌های موجود به ویژه افزایش توان تولیدی نیروگاه‌های قدیمی و ممیزی انرژی و فعالیت‌های کاهش هزینه‌های تولید، افزایش ایمنی پرسنل و تجهیزات و حفظ و

نگهداری محیط زیست، با توجه به حجم عظیم سوخت مصرفی این قبیل نیروگاه‌ها، از اهداف معاونت هماهنگی تولید شرکت توانیر می‌باشد. برای تعامل مثبت و دوسویه با سازمان حفاظت از محیط زیست، تفاهم‌نامه‌ای بین سازمان مزبور و وزارت نیرو مبادله شده است.

با رشد توسعه مالی در ایران؛ مصرف انرژی افزایش می‌یابد بنابراین ضمن سرمایه‌گذاری برای افزایش توسعه مالی در ایران توصیه می‌شود تا این سرمایه‌گذاری در جهت بکارگیری از تکنولوژی جدید استفاده از انرژی صورت پذیرد تا هم کشور بتواند پاسخگوی نیاز روزافزون به انرژی باشد و هم آلودگی محیط زیست کنترل گردد.

همچنین یکی از مهم‌ترین مسائل زیست محیطی تاثیرگذار بر قابلیت اطمینان شبکه تغییر شرایط اقلیمی می‌باشد. افزایش درجه‌ی حرارت، ذوب شدن یخ‌های قطبی، بالا آمدن سطح آب‌های آزاد و بی‌نظمی در پدیده‌های آب و هوایی از مهم‌ترین پیامدهای تغییر اقلیم محسوب می‌شوند. کارشناسان حوزه‌ی اقلیم‌شناسی معتقدند، ایران نیز به همراه دیگر کشورهای جهان دچار تغییر اقلیم شده است و در زمان حاضر نیز نشانه‌هایی از دگرگونی اقلیمی در ایران قابل مشاهده است.

تغییرات اقلیمی فرایندی است که در طول زمان و در خلال تغییرات آب و هوایی صورت می‌پذیرد و این تغییرات برای زمان‌های مختلف قابل اندازه‌گیری است. اثرات ناشی از تغییرات اقلیمی محسوس هستند. این اثرات در بعضی از موارد قابل اندازه‌گیری و همچنین برنامه‌ریزی می‌باشد.

در کشورهای مختلف تغییرات شرایط جوی و اقلیمی می‌تواند روی شبکه تأثیرات متفاوتی بگذارد. چالش پیش‌روی، شناسایی اثرات این تغییرات جوی بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت می‌باشد. لازم است که طرح‌هایی برای کاهش اثرات و یا سازگاری با آن‌ها توسعه داده شود. این فرایند می‌تواند برای شرکت‌هایی که نواحی بزرگی را زیر پوشش خود دارند، پیچیده‌تر باشد. در ایران ناهنجاری‌های اقلیمی مانند طوفان‌ها، خشک‌سالی‌های بلندمدت و روند دار بودن تغییرات دما و بارش نشان‌دهنده‌ی عمق اثرات تغییر اقلیم است و به مفهوم واقعی می‌توان نشانه‌هایی از این پدیده را در کشور مشاهده کرد. منابع مختلف از رشد روزافزون بیابان‌ها، تغییر الگوی بارش کشور، از بین رفتن یا کاسته شدن قابل ملاحظه ذخایر برفی مناطق کوهستانی و یخچالی، افزایش دما و روند کاهشی مقدار بارش خبر می‌دهند این عوامل روشن و معنادار ضمن وقوع همزمان، همگی با حرکت در جهت منفی نشان از وقوع پدیده‌ی تغییر اقلیم دارند.

چالش‌های مربوط به تغییرات اقلیمی از نظر زمانی به دو دسته تقسیم می‌شوند. اثرات کوتاه‌مدت که مطرح کننده‌ی چالش‌هایی در حوزه‌ی بهره‌برداری و اثرات ناشی از تغییرات اقلیمی بلندمدت که چالش‌هایی را در حوزه‌ی برنامه‌ریزی ارائه

می‌دهند. پاسخ به این چالش‌ها در قالب سیاست‌ها و قوانین جدید خود می‌تواند مطرح‌کننده‌ی چالش‌های جدید باشد. در ادامه این دو چالش بررسی شده است.

✓ تأثیر تغییرات اقلیمی در حوزه‌ی بهره‌برداری

در ادامه نتایج تغییرات اقلیمی که می‌تواند در بهره‌برداری سیستم تأثیرگذار باشد، لیست گردیده است.

- دما- تغییرات دما شامل تغییر در میانگین دما و کمینه و بیشینه‌ی دما می‌شود. افزایش و یا کاهش دماهای بیشینه و کمینه می‌تواند الگو و اندازه‌ی پیک‌بار را تغییر دهد.
- حوادث مربوط به شرایط جوی بد- آثار این حوادث می‌تواند متمرکز و یا پخش شده در طول زمان باشد. به‌طور مثال، طوفان‌ها می‌توانند زیرساخت‌های فیزیکی را تخریب و یا شرایطی را به وجود بیاورند، که نتوان توان را به مشترکین بازگرداند. همچنین افزایش تعداد رعد و برق ممکن است موجب قطع لحظه‌ای سیستم انتقال شود. در سال ۲۰۱۳ در ایالات متحده بیشترین دلیل قطعی‌های سیستم‌های انتقال، رعد و برق بود. آثار ثانویه‌ی شرایط بد آب و هوایی مانند قطع درختان و آتش‌سوزی‌های گسترده نیز خود چالشی برای پایایی شبکه محسوب می‌شود.
- آتش‌سوزی‌های وسیع- هرچند که آتش‌سوزی خود از جمله حوادث آب و هوایی بد محسوب نمی‌شود، لیکن آب و هوایی بد می‌تواند موجب ایجاد یا گسترده شدن آتش‌سوزی بشود. آتش‌سوزی به عنوان خطری فیزیکی برای زیرساخت‌ها محسوب می‌شود. دود، گرما و شعله‌های ناشی از آتش‌سوزی می‌تواند عملکرد سیستم انتقال را مختل نماید. هرساله آتش‌سوزی‌ها موجب تخریب نیروگاه‌های تولید برق می‌شوند.

✓ برنامه‌ریزی برای آثار شرایط جوی بد با هدف حفظ کفایت منابع

تغییرات شرایط اقلیمی ممکن است روی کفایت منابع در آینده اثرگذار باشد و چالش‌هایی ایجاد نماید که باید در نظر گرفته شوند. در زیر دو نمونه اصلی آورده شده است:

- بارش- تغییرات در بارش شامل کاهش و یا افزایش مقدار بارندگی به همراه جابه‌جایی زمانی در چرخه‌ی بارش است. این تغییرات می‌تواند روی مقدار برف، دبی رودخانه‌ها و دسترسی به آب برای نیروگاه‌های آبی تأثیر بگذارد. ظرفیت منابع آبی در دهه‌ی گذشته کاهش اندکی داشته است و لذا نقش این واحدها در پرتفوی منابع تولید توان آینده باید با دقت بررسی گردد. با توجه به سیاست‌ها و آیین‌نامه‌های موجود احتمال افزایش قابل توجه این منابع در آینده‌ی نزدیک کم است. به‌علاوه سیاست‌ها و آیین‌نامه‌های جدید برای استفاده از آب در خنک‌سازی نیروگاه

و قوانین زیست‌محیطی، موجود بودن منابع آبی و استفاده از آن‌ها را مورد تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین این عوامل باید در هنگامی که نقش منابع آبی در برنامه‌ریزی و بهره‌برداری ارزیابی می‌گردد، در نظر گرفته شوند.

• دما- تغییرات مربوط به میانگین دما چالش‌هایی را در حوزه‌ی برنامه‌ریزی مطرح می‌کنند. این نوع از تغییرات دارای پتانسیل تغییر دائمی الگوی بار است.

خشک‌سالی در اثر تغییر در بارش‌های سالیانه و هم‌چنین افزایش دما در مدت‌زمانی طولانی به وجود می‌آید. خشک‌سالی موجب به وجود آمدن چالش برای سیستم قدرتی است که به منابع آبی هم به عنوان سوخت و هم به عنوان خنک‌کننده وابستگی بالایی دارد. به‌علاوه آب یک کالایی رقابتی بین صنعت‌های مختلف به حساب می‌آید. کمبود منابع آبی در اثر خشک‌سالی باعث شدت گرفتن این رقابت می‌شود. به عبارتی کمبود آب موجب اولویت‌بندی صنایع مختلف از قبیل کشاورزی و ... برای استفاده از آب می‌شود.

سیاست‌های جدید وضع‌شده مربوط به آثار ناشی از تغییرات اقلیمی تمامی ابعاد شبکه را از مقدار تقاضا (به عنوان مثال افزایش نفوذ خودروهای الکتریکی) تا کفایت منابع تحت تأثیر قرار می‌دهد. مقدار زیادی از تولیدات گازهای گلخانه‌ای مربوط به صنعت برق است. لذا در راستای جلوگیری از آثار تغییر شرایط اقلیمی می‌توان سیاست‌ها و قوانین مختلفی برای این صنعت وضع کرد. به‌علاوه قوانین وضع‌شده برای کاهش آلودگی سایر صنایع مانند بخش حمل و نقل می‌تواند روی صنعت برق نیز تأثیر بگذارد. لذا در این شرایط انجام تحلیل‌های قابلیت اطمینان محور بر روی شبکه قدرت که کمبود منابع اولیه انرژی مانند منابع آبی را در نظر بگیرند از اولویت و اهمیت بالایی برخوردار است.

۸-۴- نتیجه‌گیری

بالا رفتن مصرف انرژی الکتریکی و وابستگی شدید بخش‌های صنایع، کشاورزی، خدمات، خانگی و غیره به مصرف انرژی الکتریکی سبب افزایش توقع مصرف‌کنندگان و انتظار تداوم در تامین برق مطمئن برای انجام امور شده است. در این فصل به بررسی جایگاه مطالعات قابلیت اطمینان پرداخته شده، اهمیت مطالعات قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت از جنبه‌های مختلفی مانند مسائل اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، امنیتی و مسائل زیست محیطی پرداخته شده و ضرورت انجام این فعالیت‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

نتیجه‌گیری

صنعت برق به عنوان یک صنعت مادر و زیربنایی، نقش مهمی در توسعه اقتصادی و رفاه جوامع دارد. اهمیت برق از آن جهت است که به دلیل امکان به کارگیری تکنولوژی‌های مدرن و نیز ملاحظات زیست محیطی، در تمامی زمینه‌های فعالیت‌های اقتصادی می‌تواند به عنوان انرژی مناسب انتخاب شود. امروزه پیشرفت و توسعه تکنولوژی، کوچک‌سازی و افزایش بهره‌وری سیستم‌ها، با برقی شدن تجهیزات همراه است به این معنی که بسیاری از فناوری‌هایی که از انرژی‌های دیگری در آنها استفاده می‌شده، برقی شده و این خود دلیل محکمی است که باید به این انرژی مهم توجه جدی شود.

با شروع انقلاب صنعتی و رشد روز افزون تحولات بشری، تغییرات فراوانی در زندگی انسان‌ها رخ داده است. حامل‌های انرژی و به‌ویژه انرژی الکتریکی، نقش اساسی در این تحولات داشته‌اند. انرژی الکتریکی را می‌توان یکی از ارزشمندترین نوع انرژی دانست، زیرا به آسانی قابل انتقال است، به راحتی قابل تبدیل به انواع دیگر انرژی‌هاست و همچنین پاکیزه‌ترین نوع انرژی است و کمترین نوع آلودگی زیست محیطی را دارد. روند رشد اقتصادی کشورهای توسعه یافته در چند دهه اخیر نشان می‌دهد که افزایش درآمد ملی و تولید ناخالص داخلی، با افزایش سهم انرژی الکتریکی همراه بوده است. همچنین مطالعات علمی و مستدل حاکی از آن است که فناوری‌های مبتنی بر انرژی الکتریکی در تحقق اهداف توسعه ملی، افزایش کیفیت زندگی، افزایش درآمد ملی و کاهش مصرف انرژی در واحد تولید ناخالص داخلی نقشی انکارناپذیر دارند. رشد سریع اقتصاد در کشورهای در حال توسعه، باعث جهش زیادی در تقاضای برق شده است و در سال‌های اخیر این تقاضای افزایش یافته به علت تاخیر در افزایش ظرفیت بخش عرضه پاسخ داده نشده است. همچنین با توجه به وابستگی شدید بخش‌های مختلف اقتصاد به مصرف انرژی الکتریکی، انتظار مصرف‌کنندگان به تامین انرژی الکتریکی با کیفیت و مطمئن افزایش یافته است. لذا عرضه انرژی الکتریکی با کیفیت پایین و شرایط نامطلوب و خاموشی‌های مکرر رفاه مصرف‌کنندگان را کاهش داده و عملکرد سیستم‌های تولیدی را مختل می‌کند و در نتیجه هزینه‌های فراوانی به اقتصاد تحمیل می‌شود.

با توجه به اهمیت بیشتر برق در سطح جهان و در کشورهای پیشرفته نسبت به کشورهای در حال توسعه، پشتیبانی مناسبی از صنعت برق و رفع چالش‌های آن به عمل می‌آید. به همین دلیل مطالعات گسترده‌ای به منظور تعیین چالش‌ها و چگونگی

رفع آنها انجام شده و یا در حال انجام است. از جمله این مطالعات قابلیت اطمینان صنعت برق می‌باشد. مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت در دنیا از اهمیت روز افزون برخوردار است و در کشور ما نیز این مطالعات با همکاری دانشگاه‌ها انجام می‌شود و از نتایج آن در طرح‌های توسعه شبکه استفاده می‌شود.

در این گزارش اهمیت مطالعات قابلیت اطمینان و تبیین جایگاه آن در فعالیت‌های آتی داخل کشور مورد بررسی قرار گرفته است. از مهمترین اهداف این گزارش بررسی ضرورت انجام مطالعات قابلیت اطمینان در داخل کشور و نحوه توجیه‌پذیری فعالیت‌های مرتبط با آن می‌باشد.

بدین منظور در فصل اول ابتدا به معرفی مفاهیم قابلیت اطمینان پرداخته شد، مهمترین چالش‌های موجود در این حوزه بررسی شده و روندهای تحقیقاتی موجود نیز مرور گشت. در فصل دوم آمار و اطلاعات مرتبط با قابلیت اطمینان کشور در کنار آمار قابلیت اطمینانی دیگر کشورها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و کاستی‌های موجود در این حوزه بررسی شده است. در فصل سوم نیز اهمیت مطالعات قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت از جنبه‌های مختلفی مانند مسائل اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، امنیتی و مسائل زیست محیطی بررسی شده است و ضرورت انجام این فعالیت‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به مطالب بیان شده در این گزارش، با در نظر گرفتن مسائل مختلف اقتصادی، سیاسی، امنیتی، اجتماعی و نیز با توجه به آمار و ارقام ارائه شده، توجه بیش از پیش به مقوله قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت در داخل کشور به منظور بهبود عملکرد شبکه و افزایش پایایی آن ضروری و مورد نیاز می‌باشد.

مراجع

- [1] R. Billinton, R. N. Allan, and R. N. Allan, Reliability evaluation of power systems vol. 2: Plenum press New York, 1984.
- [2] G. Tollefson, R. Billinton, G. Wacker, E. Chan and J. Aweya, "A Canadian Customer Survey to Assess Power System Reliability Worth," IEEE Tran. Power Syst., Vol. 9 No. 1, Feb. 1994, pp. 443-450.
- [3] Richard E. Brown, Electric Power Distribution Reliability, Second Edition., CRC Press, 2002.
- [4] Reliability Assessment Guidebook, NERC, 2012
- [۵] قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت، رونالد آلن، روی بیلینتون، محمود رضا حق‌ی فام (مترجم)، محمد اسماعیل هنرمند (مترجم)، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۳.
- [6] Guideline for Reliability Assessment and Reliability Planning – Evaluation of Tools for Reliability Planning, EPRI, 2006
- [7] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2012
- [8] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2013
- [9] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2014
- [10] ERO Priorities RISC Recommendations, NERC, 2013
- [11] <http://www.nationsencyclopedia.com/WorldStats/ESI-average-duration-power-outages.html>
- [12] Jay Apt, Can the U .S . H ave Reliable Electricit y?, Carnegie Mellon University, apt@cmu.edu, 2006.
- [13] <http://www.renewablesinternational.net/german-grid-reaches-record-reliability-in-2011/150/537/56183/>
- [14] Reliability Of The Bulk Power System, MRO, 2011
- [15] Electricity Reliability: Problems, Progress and Policy solutions. Galvin Electricity Institute, 2011.
- [16] Considerations for Transmission Reclosing Practices In the MRO Area, 2009
- [17] Smart Investment to Power Future, CEA, 2013
- [18] Guideline for Reliability Assessment and Reliability Planning – Evaluation of Tools for Reliability Planning, EPRI, 2013

[۲۰] روند ده ساله صنعت برق ایران، برق منطقه ای، توزیع و استانی، ۱۳۹۲

[۲۱] برق یزد از نگاه آمار سال ۱۳۹۲

[۲۲] شرکت مادر تخصصی توانیر، آمار تفصیلی صنعت برق ایران، توزیع نیروی برق در سال ۱۳۹۲.

[۲۳] شرکت مادر تخصصی توانیر، آمار تفصیلی صنعت برق ایران، توزیع نیروی برق در سال ۱۳۹۱.

[۲۴] شرکت مادر تخصصی توانیر، آمار تفصیلی صنعت برق ایران، توزیع نیروی برق در سال ۱۳۹۰.

[۲۵] شرکت مادر تخصصی توانیر، آمار تفصیلی صنعت برق ایران، توزیع نیروی برق در سال ۱۳۸۹.

[۲۶] شرکت مادر تخصصی توانیر، آمار تفصیلی صنعت برق ایران، توزیع نیروی برق در سال ۱۳۸۸.

[۲۷] شرکت مادر تخصصی توانیر، آمار تفصیلی صنعت برق ایران، توزیع نیروی برق در سال ۱۳۸۷.

[۲۸] شرکت مادر تخصصی توانیر، آمار تفصیلی صنعت برق ایران، توزیع نیروی برق در سال ۱۳۸۶.

[۲۹] شرکت مادر تخصصی توانیر، آمار تفصیلی صنعت برق ایران، توزیع نیروی برق در سال ۱۳۸۵.

[۳۰] شرکت مادر تخصصی توانیر، آمار تفصیلی صنعت برق ایران، توزیع نیروی برق در سال ۱۳۸۴.

[۳۱] شرکت مادر تخصصی توانیر، آمار تفصیلی صنعت برق ایران، توزیع نیروی برق در سال ۱۳۸۳.

[۳۲] شرکت مادر تخصصی توانیر، آمار تفصیلی صنعت برق ایران، توزیع نیروی برق در سال ۱۳۸۲.

[۳۳] شرکت مادر تخصصی توانیر، آمار تفصیلی صنعت برق ایران، توزیع نیروی برق در سال ۱۳۸۱.

[۳۴] برق خراسان از نگاه آمار سال ۱۳۹۰

[۳۵] رویا احمدی آهنگر، همایون حائری خیاوی، محمد صلاهی نادری، ایلدار معتمدی، محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان در

سیستم انتقال و فوق توزیع شبکه برق ایران و مقایسه آن با سایر کشورها، بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق، ۱۳۸۸.

[36] Power Blackout Risks, Risk Management Options, Emerging Risk Initiative – Position Paper, November 2011

[37] Microgrids and Distributed Energy resource management software, Saviva research review, 2013.

[38] Security, Quality, Reliability and Availability: Metrics and Definition, EPRI, 2005

[39] Power Delivery Reliability Initiative, EPRI, 2001

[40] Grid Equipment Reliability Study, EPRI, 2001

[41] Outage Cost Estimation Guidebook, EPRI, 1995

- [42] PCCIP. (1997). Critical Foundation: Protecting America's Infrastructures.
- [43] PSEPC. (2005). Modernization of the Emergency Preparedness Act.
- [44] Shinozuka, M; Cheng, Tsen-Chung; Feng, Maria Q. and Mau, Sheng-Taur (1999). Seismic Performance Analysis of Electric Power Systems. MCEER Research Progress and Accomplishments 1997-1999, 61-69.
- [45] Little, Richard G. (2002). Controlling cascading failures: understanding the vulnerabilities of interconnected infrastructures. *Journal of Urban Technology*, 9(1), 109-123.
- [46] Kondrasuk, Jack N. (2004). The effects of 9-11 and terrorism on human resource management: recovery, reconsideration and renewal. *Employee Responsibilities and Rights Journal*.
- [47] Elena Fumagalli, Jason W. Black, Ingo Vogelsang, and Marija Ilic, "Quality of Service Provision in Electric Power Distribution Systems Through Reliability Insurance", *IEEE Transaction on Power Systems*, vol. 19, no. 3, August 2004
- [48] M. Simab and M. R. Haghifam, "Quality performance based regulation through designing reward and penalty scheme for electric distribution companies," *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 43, pp. 539-545, 2012.
- [49] E. Fumagalli, et al., *Service quality regulation in electricity distribution and retail: Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 2007.
- [50] M. Simab, et al., "Designing reward and penalty scheme in performance-based regulation for electric distribution companies," *IET Generation, Transmission & Distribution*, vol. 6, pp. 893-901, 2012
- [51] Armington, P. A. (1969), "A theory of demand for products distinguished by place of production", *IMF Staff Papers* 16, 159-178.
- [52] Boisvert, R. (4111), "Indirect Losses from a Catastrophic Earthquake and the Local, Regional, and National Interest", In *Indirect Economic Consequences of a Catastrophic Earthquake*, Washington, DC: National Earthquake Hazards Reduction Program, FEMA.
- [53] Brookshire, D., McKee, M. (4111), "Other Indirect Costs and Losses from Earthquakes: Issues and Estimation", In *Indirect Economic Consequences of a Catastrophic Earthquake*, Washington, DC: National Earthquake Hazards Reduction Program, FEMA.
- [54] Chen, C.Y., Vella, A. (4113), "Estimating the Economic Costs of Electricity Shortages Using Input-Output Analysis: the Case of Taiwan", *Applied Economics*, 18, 4084-4081.

- [55] Davies, R. (1006), "Electricity Shortages and the South African economy: reflections based on an economy-wide analysis", Development Policy Research Unit, School of Economics, University of Cape Town.
- [56] Lofgren, H. (1007), "Exercises in General Equilibrium Modeling Using GAMS", International Food and Policy Research Institute.
- [57] Gillig, D., McCarl, B.A. (1004), "Introduction to Computable General 19 Equilibrium Model (CGE)", Department of Agricultural Economics, Texas University
- [58] Lofgren, H., Lee Harris, R. (1001), "A Standard Computable General Equilibrium (CGE) Model in GAMS", International Food and Policy Research Institute (IFPRI), TMD Discussion Papers, No 8.
- [59] Engida, E., Tsehaye, E., Tamru, S. (1044), "Does Electricity Supply Strategy Matter? Shortage and Investment: Reflections based on CGE Analysis", Ethiopian Development Research Institute (EDRI), Working Paper, Ethiopia.
- [60] M. J. Sullivan, et al., Outage cost estimation guidebook: Electric Power Research Institute, 2003.
- [61] V. Ajodhia, "Regulating beyond price, integrated price-quality regulation for electricity distribution networks", 2006, PhD, "Delft University of Technology
- [62] M. J. Sullivan, "Estimated Value of Service Reliability for Electric Utility Customers in the United States," 2009.
- [63] The Integrated North American Electricity Market: Energy Security, CEA, 2007
- [64] California's Energy Restructuring, EPRI, 2002
- [65] A Framework and Review of Customer Outage Costs: Integration and Analysis of Electric Utility Outage Cost Surveys, Prepared for Imre Gyuk Energy Storage Program Office of Electric Transmission and Distribution U.S. Department of Energy, 2009.
- [66] Reliability and Markets Program Information, DOE, 2012

[۶۷] تخمین هزینه‌های خاموشی برق در گروه‌های مختلف صنعتی، پژوهشگاه نیرو، معاونت برنامه ریزی توانیر، ۱۳۷۸

[۶۸] داگلاس. واتسون، روبرت، جاستر. جرالده، جانسون (۱۳۷۱) "نظرسنجی، ابزار شهرسازی مشارکتی، (تجربه شهرداری اوبورن)"، ترجمه حسامیان، فروغ، مجله شهرداریها، سال دوم، شماره ۱، ص ۳۶-۴۳.

[۶۹] اوپنهایم، ازان (۱۳۶۹)، "طرح پرسشنامه و سنجش نگرشها"، ترجمه مرضیه کریم نیا، مشهد، انتشارات آستان قدس.

[۷۰] شرکت متن (۱۳۸۲)، "بررسی واکنشهای اجتماعی نسبت خاموشی برق در شرکت برق منطقه‌ای زنجان".

[۷۱] هومن، حیدرعلی (۱۳۸۰)، "تحلیل داده‌های چند متغیری در پژوهش رفتاری"، نشر پارسا، تهران.

[72] Clean Energy Standard: Summary and Analysis, CRS, 2012

[73] EPA Standards for Greenhouse Gas Emmissions from the Power Plants, CRS, 2013

[74] Reliability Assessments EPA Section, Potential Impacts of Future Environmental Regulations, NERC, 2011

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۸.....	مقدمه
۱۱.....	فصل اول: بررسی فعالیت‌های انجام‌شده در زمینه مطالعات پایایی شبکه‌های قدرت در سازمان‌های معتبر.....
۱۱.....	۱-۱- سازمان NERC.....
۱۳.....	۱-۱-۱- مطالعات انجام‌شده در این سازمان بر روی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت.....
۱۳.....	۱-۱-۱-۱- استانداردهای قابلیت اطمینان.....
۱۴.....	۱-۱-۱-۲- ارزیابی قابلیت اطمینان و آنالیز عملکرد.....
۲۵.....	۱-۱-۱-۳- مدیریت ریسک قابلیت اطمینان.....
۲۶.....	۲-۱- شورای هماهنگی قابلیت اطمینان فلوریدا.....
۲۷.....	۱-۲-۱- فعالیت‌ها.....
۲۷.....	۱-۱-۲-۱- نظارت.....
۲۷.....	۲-۱-۲-۱- استانداردها.....
۲۸.....	۳-۱-۲-۱- ارزیابی قابلیت اطمینان.....
۲۸.....	۴-۱-۲-۱- آموزش.....
۲۹.....	۵-۱-۲-۱- هماهنگ کننده‌ی قابلیت اطمینان.....
۲۹.....	۳-۱- سازمان قابلیت اطمینان منطقه‌ی مرکزی - غربی.....
۲۹.....	۱-۳-۱- فعالیت‌ها.....
۳۰.....	۱-۱-۳-۱- ارزیابی‌ها، گزارش‌ها و رویکردهای قابلیت اطمینان.....
۳۰.....	۲-۱-۳-۱- آنالیز وقایع.....
۳۰.....	۳-۱-۳-۱- ارزیابی انتقال.....
۳۰.....	۴-۱-۳-۱- رله‌های حفاظتی.....
۳۱.....	۵-۱-۳-۱- آزمایش ژنراتورها.....
۳۱.....	۴-۱- شورای هماهنگی برق شمال شرق.....
۳۲.....	۱-۴-۱- فعالیت‌ها.....
۳۲.....	۱-۱-۴-۱- استاندارد.....
۳۳.....	۲-۱-۴-۱- نظارت بر رعایت قوانین قابلیت اطمینان.....
۳۳.....	۳-۱-۴-۱- آنالیز عملکرد و ارزیابی قابلیت اطمینان.....

- ۳۳..... بهره‌برداری ۴-۱-۴-۱
- ۳۳..... شرکت قابلیت اطمینان نخست ۵-۱
- ۳۴..... فعالیت‌ها ۱-۵-۱
- ۳۴..... حفاظت از زیرساخت‌های بحرانی ۱-۱-۵-۱
- ۳۴..... گروه اجرایی ۲-۱-۵-۱
- ۳۵..... گروه قابلیت اطمینان ۳-۱-۵-۱
- ۳۶..... استانداردها ۴-۱-۵-۱
- ۳۷..... آموزش و تحصیلات ۵-۱-۵-۱
- ۳۸..... سازمان قابلیت اطمینان برق جنوب شرق امریکای شمالی ۶-۱
- ۳۸..... نظارت بر رعایت قوانین ۱-۶-۱
- ۳۸..... استانداردهای قابلیت اطمینان ۲-۶-۱
- ۳۹..... حوضچه توان جنوب غربی ۷-۱
- ۴۰..... فعالیت‌ها ۱-۷-۱
- ۴۰..... هماهنگی قابلیت اطمینان ۱-۱-۷-۱
- ۴۰..... اداره تعرفه ۲-۱-۷-۱
- ۴۰..... برنامه‌ریزی منطقه‌ای ۳-۱-۷-۱
- ۴۱..... برنامه‌ریزی توسعه انتقال ۴-۱-۷-۱
- ۴۱..... بهره‌برداری بازار ۵-۱-۷-۱
- ۴۱..... نظارت ۶-۱-۷-۱
- ۴۱..... آموزش ۷-۱-۷-۱
- ۴۲..... نهاد قابلیت اطمینان تگزاس ۸-۱
- ۴۲..... طرح نظارت بر رعایت قوانین و امور اجرایی ۱-۸-۱
- ۴۲..... ارزیابی قابلیت اطمینان و آنالیز عملکرد ۲-۸-۱
- ۴۳..... استانداردهای قابلیت اطمینان ۳-۸-۱
- ۴۳..... شورای هماهنگی برق غرب ۹-۱
- ۴۳..... استانداردها و برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان ۱-۹-۱
- ۴۴..... نظارت بر رعایت قوانین قابلیت اطمینان ۲-۹-۱
- ۴۴..... شورای قابلیت اطمینان ایالت نیویورک ۱۰-۱
- ۴۵..... مطالعات و گزارش‌های ارائه‌شده ۱-۱۰-۱

- ۱-۱-۱۰-۱- قوانین قابلیت اطمینان ۴۵
- ۱-۱-۱۰-۲- نظارت بر رعایت قوانین مربوط به قابلیت اطمینان ۴۵
- ۱-۱-۱۰-۳- حاشیه‌ی رزرو نصب‌شده ۴۵
- ۱۱-۱- موسسه تحقیقاتی EPRI ۴۶
- ۱-۱۱-۱- مطالعات انجام‌شده توسط این سازمان بر روی قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید ۴۷
- ۱-۱-۱۱-۱- برنامه‌ی واحدهای سیکل ترکیبی ۴۸
- ۲-۱-۱۱-۱- بهبود قابلیت اطمینان المان‌های اصلی واحدهای فسیلی ۴۸
- ۳-۱-۱۱-۱- بهبود بهره‌برداری و نگهداری ۴۸
- ۴-۱-۱۱-۱- تحقیقات هسته‌ای ۴۹
- ۵-۱-۱۱-۱- لیست مطالعات انجام‌شده ۵۰
- ۲-۱۱-۱- مطالعات انجام‌شده توسط EPRI بر روی قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع و انتقال ۵۱
- ۱۲-۱- سازمان NYISO ۶۵
- ۱۳-۱- سازمان CEA ۷۰
- ۱۴-۱- مرکز تحقیقات کنگره ۷۴
- ۱۵-۱- کمیته انرژی کالیفرنیا ۷۸
- ۱۶-۱- دپارتمان انرژی آمریکا ۸۱
- ۱۷-۱- سازمان EIA ۸۵
- ۱۸-۱- سازمان AEMC ۸۸
- ۱۹-۱- سازمان KEMA ۹۰
- ۲۰-۱- کمیته خدمات همگانی فلوریدا ۹۲
- ۲۱-۱- شرکت Hydro One ۹۴
- ۲۲-۱- سازمان FERC ۹۵
- ۲۳-۱- سازمان KEPCO ۹۷
- ۲۴-۱- موسسه IEEE ۹۸
- ۲۵-۱- آژانس بین‌المللی انرژی اتمی ۹۹
- ۱-۲۵-۱- مشخصات سازمانی ۹۹
- ۲-۲۵-۱- ماموریت و برنامه‌های IAEA ۱۰۰
- ۳-۲۵-۱- ارتباط با سازمان ملل متحد ۱۰۰
- ۴-۲۵-۱- مطالعات انجام‌شده در زمینه‌ی قابلیت اطمینان ۱۰۱

- ۱-۴-۲۵-۱- سیستم‌های کنترل پیشرفته برای بهبود قابلیت اطمینان و کارایی نیروگاه هسته‌ای ۱۰۱
- ۱-۴-۲۵-۲- آنالیز قابلیت اطمینان و ارزیابی احتمالاتی ایمنی برای راکتورهای انرژی هسته‌ای ۱۰۱
- ۱-۴-۲۵-۳- کاربرد تعمیر و نگهداری قابلیت اطمینان محور برای بهینه‌سازی بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری واحدهای هسته‌ای ۱۰۱
- ۱-۴-۲۵-۴- قابلیت اطمینان شبکه برق و تقابل آن با واحدهای توان هسته‌ای ۱۰۱
- ۱-۴-۲۵-۵- به حداکثر رساندن قابلیت اطمینان و ایمنی نیروگاه‌های هسته‌ای ۱۰۲
- ۱-۴-۲۵-۶- آموزش انرژی هسته‌ای برای ایمنی و قابلیت اطمینان ۱۰۲
- ۱-۴-۲۵-۷- بهینه‌سازی دسترس‌پذیری و قابلیت اطمینان راکتور تحقیقاتی ۱۰۲
- ۱-۴-۲۵-۸- راهنمای برنامه‌ی بیمه قابلیت اطمینان برای راکتورهای آب سبک پیشرفته ۱۰۳
- ۱-۴-۲۵-۹- قابلیت اطمینان نیروگاه‌های هسته‌ای ۱۰۳
- ۱-۴-۲۵-۱۰- ایمنی نیروگاه‌های هسته‌ای ۱۰۳
- ۱-۴-۲۵-۱۱- فن‌آوری‌هایی برای بهبود در دسترس‌پذیری و قابلیت اطمینان نیروگاه‌های هسته‌ای آب خنک کنونی ۱۰۳
- ۱-۴-۲۵-۱۲- ایمنی مرتبط با نگهداری در چارچوب مفهوم تعمیر و نگهداری قابلیت اطمینان محور ۱۰۴
- ۱-۴-۲۵-۱۳- گزارش ویژه در مورد قابلیت اطمینان مهندسی ۱۰۴
- ۱-۴-۲۵-۱۴- امکان‌سنجی فنی و قابلیت اطمینان سیستم‌های ایمنی منفعل برای نیروگاه‌های هسته‌ای کنونی و آینده ۱۰۴
- ۱-۴-۲۵-۱۵- چرخه‌ی هسته‌ای در واحدهای هسته‌ای آب خنک ۱۰۴
- ۱-۲۶-۱- انستیتوی انرژی هسته‌ای ۱۰۴
- ۱-۲۶-۱- خدمات ۶۰ ساله به صنعت هسته‌ای ۱۰۵
- ۱-۲۶-۲- ماموریت‌ها و فعالیت‌ها ۱۰۵
- ۱-۲۶-۳- موضوعات دیگر گزارش‌ها ۱۰۷
- ۱-۲۷-۱- انستیتوی بهره‌برداری از توان هسته‌ای ۱۰۷
- ۱-۲۸-۱- شرکت ABB ۱۰۸
- ۱-۲۹-۱- شرکت SEIMENS ۱۰۹
- ۱-۲۹-۱- فعالیت‌های انجام‌یافته در زمینه‌ی قابلیت اطمینان ۱۰۹
- ۱-۳۰-۱- شرکت SKF ۱۱۰
- ۱-۳۱-۱- شرکت EDISON ۱۱۱
- ۱-۳۲-۱- شرکت COOPER ۱۱۲

فصل دوم: محورهای مطالعاتی قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی.....	۱۱۴
۱-۲- بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه مطالعات پایایی.....	۱۱۴
۲-۲- محور اول: ارزیابی قابلیت اطمینان.....	۱۱۶
۱-۲-۲- ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه تولید، انتقال و توزیع الکتریکی.....	۱۱۷
۱-۱-۲-۲- محاسبه نرخ خرابی و متوسط زمان تعمیر.....	۱۱۹
۲-۱-۲-۲- مدهای خطا.....	۱۱۹
۳-۱-۲-۲- نرخ تعمیر.....	۱۲۱
۴-۱-۲-۲- مدل المان‌های شبکه برای مطالعات قابلیت اطمینان.....	۱۲۲
۵-۱-۲-۲- مطالعات پیری و تعیین عمر تجهیزات.....	۱۲۳
۲-۲-۲- روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های ارزیابی قابلیت اطمینان.....	۱۲۴
۱-۲-۲-۲- مدلسازی سیستم جهت ارزیابی قابلیت اطمینان.....	۱۲۴
۲-۲-۲-۲- روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان.....	۱۲۵
۳-۲-۲-۲- ساختار سلسله مراتبی سیستم قدرت در ارزیابی قابلیت اطمینان.....	۱۲۶
۴-۲-۲-۲- شاخص‌های قابلیت اطمینان سیستم.....	۱۲۸
۳-۲-۲- منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو.....	۱۲۹
۱-۳-۲-۲- عدم قطعیت در تولید.....	۱۳۱
۴-۲-۲- شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو.....	۱۳۲
۵-۲-۲- مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان.....	۱۳۴
۱-۵-۲-۲- جایگاه مطالعات هزینه خاموشی.....	۱۳۵
۲-۵-۲-۲- فاکتورهای تعیین کننده هزینه خاموشی.....	۱۳۶
۳-۵-۲-۲- تعریف CDF و VOLL.....	۱۳۷
۶-۲-۲- مطالعات قابلیت اطمینان در افق برنامه‌ریزی و بهره‌برداری.....	۱۳۷
۷-۲-۲- کفایت منابع سوخت.....	۱۴۱
۱-۷-۲-۲- ادغام دسترس پذیری منبع سوخت با مدل‌های کفایت منابع برق.....	۱۴۱
۸-۲-۲- اطلاعات قابلیت اطمینان.....	۱۴۲
۱-۸-۲-۲- بانک اطلاعاتی قابلیت اطمینان.....	۱۴۴
۲-۸-۲-۲- سیستم ثبت حوادث.....	۱۴۵
۳-۸-۲-۲- تفکیک علل خاموشی.....	۱۴۵
۹-۲-۲- ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای تجدید ساختار یافته.....	۱۴۶

۱۴۸.....	۱۰-۲-۲- خلاصه محور اول.....
۱۴۹.....	۳-۲- محور دوم: بهبود قابلیت اطمینان.....
۱۵۱.....	۱-۳-۲- مدیریت دارایی و فعالیتهای تعمیر و نگهداری.....
۱۵۲.....	۱-۱-۳-۲- تقسیم بندی زمانی مدیریت دارایی.....
۱۵۴.....	۲-۱-۳-۲- برنامه‌های تعمیر و نگهداری.....
۱۵۷.....	۲-۳-۲- مدیریت سمت تقاضا.....
۱۶۱.....	۳-۳-۲- سیستم‌های کنترل نظارتی SCADA و سیستم‌های اتوماسیون.....
۱۶۳.....	۱-۳-۳-۲- جایگاه مدیریت اتفاقات در شبکه‌های برق.....
۱۶۴.....	۴-۳-۲- نصب تجهیزات پایش و حفاظتی در سیستم‌های قدرت.....
۱۶۴.....	۱-۴-۳-۲- مکان‌یابی بهینه سکسیونر و نقاط مانور.....
۱۶۵.....	۲-۴-۳-۲- نصب ریکلوزر.....
۱۶۵.....	۳-۴-۳-۲- نصب نشانگرهای خطا.....
۱۶۶.....	۵-۳-۲- آموزش.....
۱۶۷.....	۶-۳-۲- برنامه‌های اضطراری.....
۱۶۷.....	۷-۳-۲- خلاصه محور دوم.....
۱۶۸.....	۴-۲- محور سوم: سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان.....
۱۶۸.....	۱-۴-۲- مدیریت قابلیت اطمینان.....
۱۶۹.....	۱-۱-۴-۲- تنظیم قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع.....
۱۷۵.....	۲-۴-۲- سیاست‌های حفاظت از محیط زیست.....
۱۷۵.....	۳-۴-۲- استانداردهای قابلیت اطمینان.....
۱۷۶.....	۴-۴-۲- خلاصه محور سوم.....
۱۷۷.....	نتیجه‌گیری.....
۱۷۹.....	مراجع.....

فهرست اشکال

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۲	شکل ۱-۱: حوزه‌های تحت نظارت سازمان NERC
۲۶	شکل ۲-۱: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان NERC
۶۵	شکل ۳-۱: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان EPRI
۷۰	شکل ۴-۱: مطالعه قابلیت اطمینان سازمان NYISO
۷۴	شکل ۵-۱: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان CEA
۷۸	شکل ۶-۱: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان CRS
۸۱	شکل ۷-۱: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان CEC
۸۵	شکل ۸-۱: مطالعات قابلیت اطمینان دپارتمان DOE
۸۸	شکل ۹-۱: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان EIA
۹۰	شکل ۱۰-۱: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان AEMC
۹۴	شکل ۱۱-۱: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان FPSC
۱۱۹	شکل ۱-۲: نمایش پارامترهای اصلی در قابلیت اطمینان هر تجهیز
۱۲۰	شکل ۲-۲: منحنی عمر تجهیزات
۱۲۲	شکل ۳-۲: مدل سه حالت عناصر
۱۲۷	شکل ۴-۲: ساختار سلسله مراتبی در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت
۱۴۲	شکل ۵-۲: ادغام دسترس‌پذیری سیستم سوخت‌رسانی با کفایت منابع
۱۴۷	شکل ۶-۲: ساختار سیستم قدرت قبل و بعد از تجدید ساختار
۱۴۹	شکل ۷-۲: جمع بندی محور اول
۱۵۹	شکل ۸-۲: برنامه‌های مختلف پاسخ‌گویی بار
۱۶۸	شکل ۹-۲: جمع بندی محور دوم
۱۷۷	شکل ۱۰-۲: خلاصه محور سوم

مقدمه

انرژی الکتریکی نقشی مهم در توسعه و پیشرفت یک جامعه مدرن دارد. به‌نوعی همه موارد و موضوعات زندگی روزانه به استفاده از انرژی الکتریکی و عملکرد سیستم قدرت در زمینه تامین انرژی و سرویس‌دهی به مصرف‌کنندگان این کالا وابسته است. شرکت‌های برق و تولیدکنندگان تجهیزات در زمینه تولید انرژی الکتریکی، خطوط انتقال و شبکه توزیع، سرمایه‌گذاری قابل توجهی انجام داده‌اند تا بتوانند به‌طور اقتصادی و با کیفیت مطلوب میزان مصرف موردنیاز را تامین نمایند. سطح مطلوب و مناسب سرویس‌دهی شبکه‌های برق به‌وسیله سطح کیفیت و قابلیت اطمینان انرژی الکتریکی که در اختیار مصرف‌کنندگان قرار گرفته می‌شود، اندازه‌گیری می‌گردد [۱].

قابلیت اطمینان یکی از موارد مهم در برنامه‌ریزی، طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت می‌باشد. تعریف‌های بسیاری برای بیان قابلیت اطمینان ارائه شده است که یکی از این تعریف‌ها مقبولیت و پذیرش بیشتری یافته است:

"قابلیت اطمینان یک سیستم عبارت است از احتمال عملکرد رضایت‌بخش آن سیستم تحت شرایط کار مشخص برای

مدت زمان معین"

این تعریف شامل چهار بخش اصلی است: احتمال، عملکرد رضایت بخش، زمان و شرایط کار معین. مفهوم قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت تقریباً تمامی توانایی سیستم در جهت برآورده‌نمودن نیازهای مصرف‌کنندگان را شامل می‌گردد. به‌علت وسعت مفهوم کلمه قابلیت اطمینان، لازم است جهت فهم بیشتر به زیربخش‌های مشخص تقسیم گردد، یک تقسیم ساده اما قابل قبول از کلمه قابلیت اطمینان سیستم، می‌تواند به‌صورت زیر انجام پذیرد:

- کفایت سیستم^۱
- امنیت سیستم^۲

کفایت و امنیت دو مفهوم مهم و اساسی برای برنامه‌ریزان و بهره‌برداران سیستم‌های قدرت می‌باشند [۲]. کفایت سیستم به وجود تجهیزات کافی در سیستم، برای برآورده‌نمودن سطح نیاز مصرف مشترکین، مرتبط می‌باشد. در واقع کفایت سیستم شامل وجود واحدهای تولیدی کافی و همچنین سیستم‌های انتقال و توزیع لازم جهت انتقال انرژی الکتریکی از تولیدکننده به مصرف‌کننده است.

۱- Adequacy

۲- Security

به عبارت دیگر کفایت سیستم مرتبط با شرایط ایستایی سیستم است. اما امنیت سیستم، توانایی سیستم جهت مقابله با اغتشاشات و اختلال در سیستم‌های قدرت می‌باشد. این موارد شامل شرایط مرتبط با اغتشاشات محلی و یا اغتشاشات سراسری و همه‌جانبه و قطعی در تولید و تجهیزات خطوط انتقال می‌شود. بررسی کفایت و امنیت سیستم دو بحث مجزا و متفاوت از یکدیگر می‌باشند [۳].

در سال‌های اخیر با توجه به سخت‌تر شدن قوانین و دستورالعمل‌های زیست محیطی و همچنین مشکلاتی از جمله یافتن محل مناسب تجهیزات و شرایط بد اقتصادی، امکان سرمایه‌گذاری برای نیروگاه‌های جدید به‌آسانی مقدور نبوده و در برخی از موارد عملاً غیرممکن شده است. در عین حال شرکت‌های برق از یک طرف با تقاضای روزافزون مصرف مواجه‌اند و از طرف دیگر باید با فرسودگی دستگاه‌های تولید مقابله نمایند.

وجود حجم بالای سرمایه‌گذاری در صنعت برق چه از نظر سخت‌افزاری و تجهیزات فیزیکی و چه از نظر نرم‌افزاری و نیروی انسانی شاغل، ایجاب می‌نماید که به مقوله قابلیت اطمینان به‌عنوان یک صنعت پایه‌ای و زیرساختی توجه خاصی شود. صنعت برق از آنجا که بر رشد و توسعه سایر صنایع موثر است، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است و از این رو هر گونه افزایش یا کاهش قابلیت اطمینان در این صنعت به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر روی کارکرد سایر صنایع می‌تواند تاثیرگذار باشد.

به‌عنوان مثال چنانچه صنعت برق نتواند فعالیت‌های خود را به‌صورت اقتصادی انجام دهد و قیمت تمام‌شده برق تولیدی بالا باشد، این عامل بر روی قیمت تمام‌شده محصولات و یا خدمات ارائه‌شده توسط سایر صنایع موثر خواهد بود. لذا با توجه به بحث‌های بالا، قابلیت اطمینان در صنعت برق از جنبه‌های مختلفی حائز اهمیت است. از سوی دیگر با آغاز موج تجدید ساختار و آزادسازی دسترسی به شبکه برق، اهمیت موارد یادشده ابعاد وسیع‌تری یافته و انجام آن نیز تمهیدات پیچیده‌تری به خود گرفته است که بررسی آن و ارائه راهکارهای مناسب، عرصه جدیدی را برای پژوهش و بررسی در صنعت برق ایجاد کرده است. در این راستا مطالعات قابلیت اطمینان نقشی اساسی در طرح‌های آینده ایفا خواهد نمود [۴].

با توجه به اهمیت و جایگاه مطالعات پایایی شبکه‌های قدرت، شناسایی و بررسی نظام‌مند حوزه‌های فعالیت در این زمینه و بررسی کاستی‌ها و نواقص موجود در هر یک از حوزه‌های یادشده، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. در این گزارش به معرفی محورهای مطالعاتی پایایی و بررسی فعالیت‌ها و پروژه‌های انجام‌شده در ایران در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی پرداخته شده است.

جهت تعیین محورهای مطالعاتی قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی، در فصل اول ابتدا سازمان‌های معتبر فعال در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت مورد مطالعه قرار گرفته و فعالیت‌های انجام‌شده توسط این سازمان‌ها، بررسی شده است. در فصل بعدی ابتدا فعالیت‌های بررسی‌شده در فصل اول مجدداً مورد توجه قرار گرفته و در ادامه بر اساس این فعالیت‌ها، محورهای مطالعاتی پایایی در شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی پیشنهاد گردیده است. در این فصل هر کدام از محورها و زیرمحورها معرفی شده و به تفصیل به هر یک از آنها پرداخته شده است.

فصل اول: بررسی فعالیت‌های انجام‌شده در زمینه مطالعات پایایی شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع در سازمان‌های معتبر

مقدمه

در این فصل به معرفی سازمان‌های معتبر فعال در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت و مرور فعالیت‌های انجام‌شده در این زمینه پرداخته می‌شود. این سازمان‌ها را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- سازمان‌هایی که تنها در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت مشغول فعالیت می‌باشند.
- سازمان‌ها و مراکز تحقیقاتی فعال در زمینه شبکه‌های الکتریکی
- شرکت‌های تولیدکننده و خصوصی فعال در این حوزه
- دانشگاه‌ها و پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر

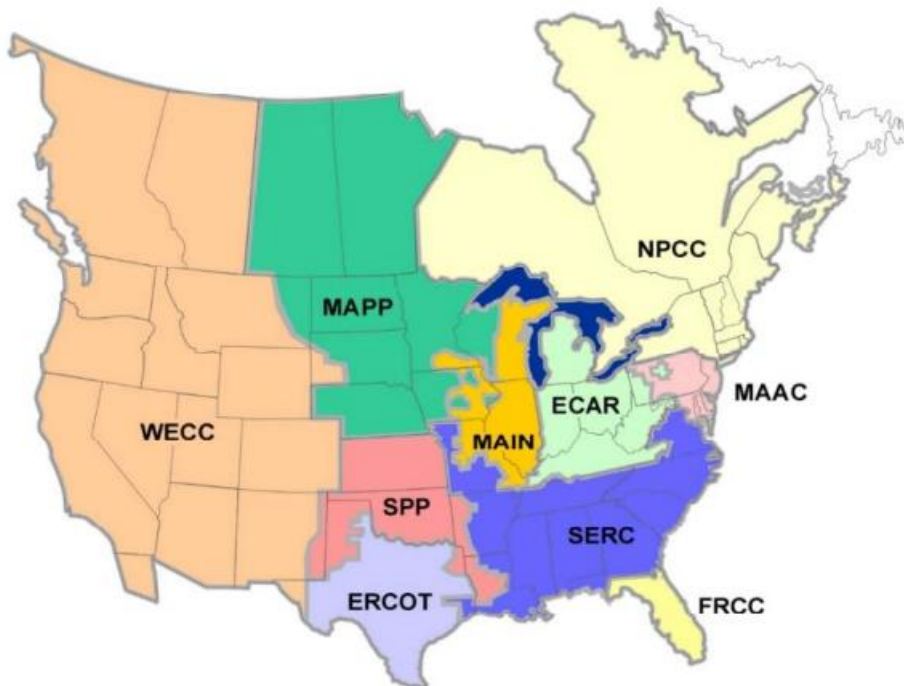
۱-۱- سازمان NERC

سازمان قابلیت اطمینان برق آمریکای شمالی^۱ (NERC) یک سازمان غیرانتفاعی و خودنظارتی بوده و از مجموعه‌ها و زیرمجموعه‌های مختلفی با همکاری متخصصان صنعتی و دانشگاهی تشکیل یافته است. این سازمان توسط مقامات دولتی در کانادا و آمریکا نظارت می‌شود. این سازمان، قابلیت اطمینان و کفایت سیستم قدرت آمریکای شمالی را که به هشت حوزه تقسیم می‌شود، ارزیابی و گزارش‌دهی می‌نماید. تضمین بهره‌برداری قابل اطمینان از سیستم قدرت آمریکای شمالی از مهمترین اهداف این سازمان می‌باشد. حوزه‌های تحت نظارت این سازمان در شکل ۱-۱ نشان داده شده است [۵].

این سازمان برای دستیابی به این هدف برنامه‌های زیر را دنبال می‌نماید:

- توسعه و اجرای استانداردهای قابلیت اطمینان
- ارزیابی سالانه قابلیت اطمینان فصلی و بلندمدت سیستم قدرت آمریکای شمالی
- مانیتورینگ سیستم قدرت

- ارزیابی و گزارش‌دهی کفایت منابع تولید در سال‌های آتی
- فراهم‌نمودن برنامه‌های آموزشی برای مالکان، بهره‌برداران، مصرف‌کنندگان و نیروی کار صنایع



شکل ۱-۱: حوزه‌های تحت نظارت سازمان NERC

این سازمان با ارزیابی قابلیت اطمینان سالانه، شناسایی موضوعات، چالش‌ها و محورهای مطالعاتی مهم در این زمینه و ارائه راهکارهایی جهت بهبود قابلیت اطمینان آمریکای شمالی نقش مهمی در این حوزه ایفا می‌نماید. با توجه به بیان صریح در بخش ۲۱۵ قانون سیاست‌های انرژی ایالات متحده در سال ۲۰۰۵، NERC نمی‌تواند دستور احداث خطوط انتقال یا افزایش ظرفیت تولید را صادر کند یا استانداردهای اجرایی اتخاذ کند. علاوه بر این، NERC نباید هیچ‌گونه پیش‌بینی و یا نتیجه‌گیری در مورد قیمت برق موردانتظار و یا کارایی بازارهای برق ارائه نماید [۵].

برنامه‌های کلیدی این سازمان بر روی بیش از ۱۹۰۰ بهره‌بردار و مالک سیستم‌های قدرت تاثیرگذار است. برنامه‌های کلیدی این سازمان بر چهار ستون زیر استوار است:

- قابلیت اطمینان: رسیدگی به حوادث و خطرات قابل شناسایی و در نتیجه بهبود قابلیت اطمینان
- ضمانت: تضمین دادن به عموم مردم، صنعت و دولت برای عملکرد مناسب سیستم قدرت
- آموزش: بالابردن سطح یادگیری و بهبود مستمر بهره‌برداری از شبکه قدرت

- رویکرد ریسک‌مبنا: تمرکز بر ریسک تولید منابع و اقدامات موردنیاز در این زمینه

۱-۱-۱-۱- مطالعات انجام‌شده توسط NERC بر روی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت

NERC دارای شش دپارتمان می‌باشد که مطالعاتی در زمینه‌های گوناگون و برنامه‌ریزی‌های مختلفی در آن صورت می‌گیرد. این دپارتمان‌ها و برنامه‌ها عبارتند از استانداردها، زیرساخت‌ها، ارزیابی قابلیت اطمینان و آنالیز عملکرد، مدیریت ریسک قابلیت اطمینان، نظارت و تقویت، و آموزش بهره‌برداران سیستم.

۱-۱-۱-۱- استانداردهای قابلیت اطمینان

استانداردهای قابلیت اطمینان، الزامات قابلیت اطمینان را برای برنامه‌ریزی و بهره‌برداری مناسب سیستم‌های قدرت آمریکای شمالی تعریف می‌نماید. این استانداردها با استفاده از یک رویکرد مبتنی بر نتایج^۱ که تمرکز آن عملکرد و مدیریت ریسک می‌باشد، توسعه می‌یابند. مدل کاربردی قابلیت اطمینان^۲، اقداماتی که باید انجام گردد تا سیستم قدرت به‌طور قابل اعتماد مورد بهره‌برداری قرار گیرد را تعریف می‌نماید [۶].

گروه استاندارد^۳ (SC) فعالیت‌های توسعه‌ی استانداردها را نظارت و اولویت‌بندی می‌کند. همچنین این گروه توسعه‌ی استانداردهای قابلیت اطمینان را با شیوه‌های تجارت برق عمده‌فروشی هیئت استانداردهای انرژی آمریکای شمالی^۴ (NAESB) هماهنگ می‌کند. تیم تهیه‌ی پیش‌نویس استانداردها از داوطلبان صنعت تشکیل شده و توسط کارکنان NERC پشتیبانی می‌شوند. این تیم به‌طور مشترک به‌منظور توسعه الزامات با استفاده از اصول مبتنی بر نتایج با یکدیگر همکاری می‌کنند. این همکاری بر سه حوزه‌ی زیر تمرکز دارد [۵]:

- عملکرد قابل اندازه‌گیری^۵
- استراتژی‌های کاهش ریسک^۶

۱- Results-Based Approach

۲- Reliability Functional Model

۳- Standards Committee (SC)

۴- North American Energy Standards Board

۵- Measurable Performance

۶- Risk Mitigation Strategies

- قابلیت‌های اجزای^۱

از طرفی تامین قابلیت اطمینان مورد انتظار مصرف‌کنندگان نیازمند برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری، بهبود و نگهداری شبکه قدرت مطابق با استانداردها و معیارهای از پیش تعیین شده می‌باشد. بدین منظور این سازمان در مرجع [۶] حوزه‌هایی که معیار قابلیت اطمینان در آنها مورد مطالعه قرار می‌گیرد، به عبارت دیگر استانداردهای قابلیت اطمینان را به صورت زیر ارائه نموده است:

- تعادل تقاضا و تولید
- مدل‌سازی، اطلاعات و ارزیابی
- حفاظت تجهیزات و زیرساخت‌ها
- ارتباطات و بسترهای مخابراتی
- آموزش، تعلیم و تایید صلاحیت عملکرد پرسنل
- آمادگی و بهره‌برداری مطلوب در شرایط اضطراری
- حفاظت و کنترل سیستم
- طراحی آرایش شبکه، اتصالات و تعمیر و نگهداری تجهیزات
- بهره‌برداری شبکه انتقال
- هماهنگی و برنامه‌ریزی مبادلات
- برنامه‌ریزی و طراحی شبکه انتقال
- هماهنگی بهره‌برداری قابلیت اطمینان و تعاملات مربوطه
- مطالعات ولتاژ و توان راکتیو

۲-۱-۱-۱- ارزیابی قابلیت اطمینان و آنالیز عملکرد

گروه ارزیابی قابلیت اطمینان و آنالیز عملکرد NERC زمینه‌های چالش برانگیز و نگران‌کننده‌ی ناشی از موضوعات و تکنولوژی‌های جدید را شناسایی و پیشنهادهایی برای رفع آن‌ها ارائه می‌کند. NERC نمی‌تواند دستور ساخت تولید یا خطوط

انتقال اضافی را صادر کند یا استانداردهای اجرایی را اتخاذ کند. علاوه بر این NERC نباید هیچ‌گونه پیش‌بینی یا نتیجه‌گیری در مورد قیمت برق مورد انتظار یا کارایی بازارهای برق ارائه دهد. ارزیابی‌های NERC یک ارزیابی سطح بالا از کفایت منابع و همچنین یک مرور بر پیش‌بینی رشد تقاضای برق، افزایش ظرفیت تولید و خطوط انتقال فراهم می‌کند. این گروه همچنین مسائل و موضوع‌های مهم در حال ظهور در درازمدت را که لزوماً یک تهدید فوری برای قابلیت اطمینان مطرح نیست، اما آینده برنامه‌ریزی، توسعه و آنالیز سیستم برق را تحت تاثیر قرار می‌دهد را شناسایی می‌کند [۵].

هر ساله، NERC به‌طور مستقل مسئول گزارش و ارزیابی قابلیت اطمینان، کفایت منابع و خطرات مرتبط با قابلیت اطمینان می‌باشد که ممکن است در فصل تابستان و زمستان پیش‌رو و نیز در درازمدت (دوره‌های ده ساله) تحت تاثیر قرار گیرند. همان‌طور که موضوع‌های در حال ظهور و تاثیرات بالقوه و خطرهای ناشی از آن بر قابلیت اطمینان شناسایی می‌گردند، ارزیابی‌های ویژه به‌منظور ارائه‌ی چشم‌انداز و چارچوب فنی در مورد محدوده و جنبه‌های خاص این موضوع، جهت برداشتن گام‌هایی که ممکن است ضروری باشد، صورت می‌گیرد. قضاوت بی‌طرفانه‌ی برنامه‌های صنعت برای حفظ قابلیت اطمینان برق در آینده از طریق ارزیابی‌های مشارکتی و با اتفاق نظر بین بخش‌های مختلف انجام می‌گیرد.

با شناسایی و کمی‌کردن موضوع‌های در حال ظهور مرتبط با قابلیت اطمینان، NERC قادر به ارائه‌ی توصیه‌های آگاهی‌بخش برای خطرات احتمالی خواهد بود و از محیط آموزشی برای بهبود قابلیت اطمینان صنعت برق کمک می‌گیرد. این توصیه‌ها، همراه با تجزیه و تحلیل فنی مرتبط، پایه و مبنایی برای پیشرفت عملی روش‌های برنامه‌ریزی انتقال و منابع، دستورالعمل‌های برنامه‌ریزی و بهره‌برداری و استانداردهای قابلیت اطمینان NERC ارائه می‌کند. گروه ارزیابی قابلیت اطمینان گزارش‌های کلیدی ERO را که الزامات قانونی بند ۲۱۵ قانون سیاست انرژی سال ۲۰۰۵ را تحقق می‌بخشد، توسعه می‌دهد.

❖ ارزیابی‌های قابلیت اطمینان بلندمدت^۱

گروه ارزیابی قابلیت اطمینان و آنالیز عملکرد، به‌طور سالانه کفایت سیستم‌های قدرت^۲ را در ایالات متحده و کانادا در طول یک دوره‌ی ۱۰ ساله ارزیابی می‌کند. پروژه‌های گزارش‌شده در رابطه با تعادل تولید و تقاضای برق، کفایت سیستم انتقال را ارزیابی و درباره‌ی رویکردها و موضوع‌های کلیدی که می‌توانند قابلیت اطمینان را تحت تاثیر قرار دهند، بحث می‌نماید [۷].

۱- Long-Term Reliability Assessments

۲- Adequacy of The Bulk Electric System

در گزارش سال ۱۹۹۱، مقررات هوای پاک^۱، کفایت منابع سوخت^۲، پیچیدگی‌های بهره‌برداری^۳، خدمات و جانمایی خطوط انتقال^۴، تغییر محیط تجارت صنعت برق^۵، به‌عنوان مهم‌ترین مسائلی معرفی شده‌اند که قابلیت اطمینان سیستم قدرت را تحت تاثیر قرار می‌دهد [۸]. در گزارش سال ۱۹۹۲، مقررات هوای پاک و پیچیدگی‌های بهره‌برداری به همراه تقاضا برای گاز طبیعی^۶ از جمله موضوعات نگران‌کننده برای صنعت برق معرفی شده‌اند [۹]. در گزارش سال ۱۹۹۳، تغییر ساختار صنعت برق به‌عنوان موضوع چالشی برای قابلیت اطمینان سیستم قدرت مورد بحث قرار گرفته است [۱۰].

در گزارش سال‌های ۱۹۹۴ تا ۱۹۹۶، تضمین قابلیت اطمینان در محیط رقابتی و ارتباط قابلیت اطمینان و تجدید ساختار و همچنین ارزیابی آن مورد توجه بسیار قرار گرفته است [۱۱-۱۳]. گزارش سال ۱۹۹۷ به شش بخش تقسیم شده است که بخش اول آن قابلیت اطمینان تولید و انتقال را ارزیابی کرده است. بخش دوم آموزه‌های کسب‌شده از تجربیات گذشته را ارائه می‌کند. این آموزه‌ها در مورد برنامه‌ریزی، مخابرات، پیش‌بینی، آموزش و تعمیر و نگهداری می‌باشد. بخش سوم برنامه‌های عملیاتی NERC را برای قابلیت اطمینان بیان می‌کند. بخش چهارم به ارزیابی قابلیت اطمینان در محیط تجدیدساختار یافته می‌پردازد. موضوعاتی که در این بخش مطرح شده عبارت از پیش‌بینی بار، تعادل هزینه و قابلیت اطمینان و ... می‌باشد. همچنین در این بخش به این سوال اساسی که چه کسی مسئول هماهنگی بخش تولید و انتقال می‌باشد، پاسخ داده شده است. در بخش پنجم پیچیدگی‌های بهره‌برداری در محیط تجدیدساختار یافته مورد ارزیابی قرار گرفته است. بخش ششم نیز گزارش‌ها و ارزیابی‌های نهادهای منطقه‌ای که تحت نظر NERC می‌باشند را ارائه می‌کند [۱۴].

در گزارش سال ۱۹۹۸ موضوعات تاثیرگذار بر قابلیت اطمینان از قبیل تغییرات سازمانی، تغییرات قوانین، مسائل بهره‌برداری و انتقال و همچنین کفایت منابع بیان گردیده است [۱۵]. همچنین در گزارش سال ۱۹۹۹ بر لزوم هماهنگی برنامه‌ریزی بخش تولید و انتقال اشاره شده است [۱۶]. در گزارش سال ۲۰۰۰ مسائل زیست محیطی و برنامه‌ریزی مورد توجه قرار گرفته است [۱۷].

۱- Clean Air Regulations

۲- Fuel Supply Adequacy

۳- Operating Complexities

۴- Transmission Siting and Services

۵- Changing Business Environment

۶- Demand for Natural Gas

گزارش سال ۲۰۰۳ دارای پنج بخش می‌باشد. بخش اول کفایت سیستم قدرت را ارزیابی می‌کند. بخش دوم موضوعات جدید از قبیل اقتصاد، افزایش وابستگی به گاز طبیعی، چشم انداز تولید هسته‌ای، انرژی‌های تجدیدپذیر به خصوص انرژی باد که بخش تولید با آن مواجه است را ارائه می‌کند. بخش سوم موضوعات مرتبط با بخش انتقال از قبیل توسعه، کاهش تلفات خطوط انتقال، موانع موجود برای احداث خطوط انتقال جدید را بیان می‌کند. بخش چهارم به نگرانی‌ها و چالش‌های به‌وجود آمده در حضور بازار برق از قبیل هماهنگی برنامه‌ریزی بخش تولید و انتقال، موضوعات جریان اتصال کوتاه، نوسانات فرکانسی، مسائل زیست محیطی می‌پردازد. بخش پنجم نیز گزارش‌ها و ارزیابی‌های نهادهای منطقه‌ای که تحت نظر NERC می‌باشند را ارائه می‌کند [۱۸].

در گزارش سال ۲۰۰۴ در یک بخش به خاموشی سال ۲۰۰۳ پرداخته شده است و پیشنهادها و توصیه‌های مرتبط با این خاموشی ارائه گردیده است [۱۹]. گزارش سال ۲۰۰۵ متشکل از ۳ بخش می‌باشد که بخش اول آن به ارزیابی کفایت سیستم هم چون گزارش سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ می‌پردازد. بخش دوم آن به موضوعات کلیدی بخش تولید و انتقال از قبیل از مدار خارج کردن واحدهای گران‌قیمت، سرمایه‌گذاری در بخش انتقال، انتشار گازهای گلخانه‌ای، وابستگی متقابل برق و گاز و ... می‌پردازد. بخش سوم نیز گزارش‌ها و ارزیابی‌های نهادهای منطقه‌ای که تحت نظر NERC می‌باشند را ارائه می‌کند [۲۰]. موضوعات جدیدی که در گزارش سال ۲۰۰۶ نسبت به گزارش‌های قبلی به آن پرداخته شده است، عبارتند از پیری زیرساخت‌ها و نیروی کار، تحویل منابع سوخت به نیروگاه‌ها، کاهش حاشیه رزرو و سیاست‌های انرژی که قابلیت اطمینان سیستم را تحت تاثیر قرار می‌دهد [۲۱].

در گزارش سال ۲۰۰۷ پنج موضوع مهم که عبارتند از عدم کفایت رزرو، ادغام منابع تولید متغیر از قبیل انرژی باد، خورشیدی، و غیره، افزایش وابستگی به گاز طبیعی، جایابی بهینه‌ی خطوط انتقال و پیری نیروی کار به‌عنوان مباحث کلیدی معرفی شده‌اند [۲۲]. در گزارش سال ۲۰۰۸ به افزایش استفاده از برنامه‌های پاسخ‌گویی بار به‌منظور افزایش قابلیت اطمینان سیستم اشاره گردیده است. همچنین بر لزوم تعمیر و نگهداری بهینه و آموزش برای افزایش قابلیت اطمینان تاکید شده است [۲۳]. هدف گزارش سال ۲۰۰۹ عمدتاً معرفی چالش‌های به‌وجود آمده توسط منابع تولید متغیر از قبیل انرژی باد، خورشیدی، ... و همچنین راه‌حل‌های موجود برای برطرف کردن این چالش‌ها از طریق شبکه‌های هوشمند، برنامه‌های پاسخ‌گویی بار، ذخیره‌سازهای انرژی، و غیره می‌باشد [۲۴].

در گزارش سال ۲۰۱۰ مدیریت ریسک به عنوان راهکاری برای حل چالش‌های موضوعات جدید معرفی گردیده است. همچنین در این گزارش شاخص‌های ریسک سیستم و مدل‌های مفهومی ارائه شده است [۲۵]. موضوعاتی که در گزارش سال ۲۰۱۱ مورد توجه بوده‌اند، عبارتند از ارزیابی ریسک، عدم قطعیت پیش بینی بار، مقررات زیست محیطی و تاثیر آن بر قابلیت اطمینان سیستم قدرت و مسائل بهره‌برداری و برنامه‌ریزی در حضور منابع تولید متغیر (انرژی باد و دیگر انرژی‌های تجدیدپذیر) [۲۶].

موضوعات کلیدی که در گزارش سال ۲۰۱۲ بدان اشاره شده است، عبارتند از بازنشستگی گسترده ژنراتورها در پنج سال آینده و تاثیر بسزای آن بر قابلیت اطمینان، کاهش زیاد حاشیه رزرو، کفایت منابع برای برآورده کردن اهداف قابلیت اطمینان، افزایش وابستگی به گاز طبیعی، خروج ژنراتورها به منظور تعمیر و نگهداری، منابع تجدیدپذیر، افزایش رشد خطوط انتقال و افزایش به کارگیری منابع پاسخگو [۲۷]. موضوعات کلیدی در گزارش سال ۲۰۱۳ همان موضوعات گزارش سال ۲۰۱۲ می‌باشد که به دلیل اهمیت زیاد همچنان تحت ارزیابی و مورد بحث می‌باشند. همچنین موضوع جدید که در این سال مورد توجه قرار گرفته است، ارزیابی منابع سوخت و ارتباط شبکه‌های سوخت‌رسانی با شبکه‌های تولید می‌باشد [۲۸].

همچنین این سازمان در [۷] نقشه‌راهی را در زمینه فعالیت‌ها و اقدامات در حوزه قابلیت اطمینان، جهت معرفی چشم‌اندازها و اهداف موجود در این زمینه، به منظور فراهم نمودن اطلاعات مورد نیاز برای نهادهای منطقه‌ای فعال در حوزه قابلیت اطمینان ایجاد نموده است. در این گزارش تمامی المان‌های تاثیرگذار بر قابلیت اطمینان سیستم قدرت آمریکای شمالی مورد بررسی قرار گرفته است. مهمترین موضوعاتی که در این گزارش بدان پرداخته شده است، به شرح زیر است:

- برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت

در این قسمت ابتدا به معرفی کفایت تولید و امنیت سیستم به عنوان مهمترین جنبه‌های قابلیت اطمینان در شبکه‌های قدرت پرداخته شده و سپس معیارهای موردنظر در زمینه طراحی و برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت معرفی شده است.

- پیش‌بینی بار و تقاضا

مهمترین موضوعاتی که در این قسمت مورد بررسی قرار گرفته است، شامل معرفی برنامه‌های مدیریت سمت مصرف^۱ و تاثیر آن بر قابلیت اطمینان سیستم، مدل‌سازی برنامه‌های پاسخ‌گویی بار در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم، مدل‌سازی بار و مسائل مربوط به بازدهی انرژی می‌باشد.

- ارزیابی کفایت تولید

در این قسمت ابتدا به معرفی روش‌ها و شاخص‌های مختلف در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولید پرداخته شده است و سپس تعیین ظرفیت واحدهای تولیدی، چالش‌ها و موضوعات موجود در این حوزه مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. بررسی واحدهای تولیدی با سوخت محدود (مانند آبی و بادی) و تعیین ظرفیت رزرو شبکه از دیگر موضوعاتی است که در این گزارش به آن پرداخته شده است.

- قابلیت اطمینان شبکه انتقال

مهمترین موضوعاتی که در این قسمت مورد توجه قرار گرفته است، شامل موارد زیر می‌باشد:

- ✓ انواع روش‌های مختلف ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه انتقال
- ✓ پروژه‌های مربوط به تقویت ساختار و توسعه شبکه انتقال
- ✓ بررسی ظرفیت انتقال توان در خطوط شبکه
- ✓ مسائل حرارتی خطوط شبکه
- ✓ موضوعات مرتبط با ولتاژ شبکه مانند نوسانات گذرای ولتاژ، ملزومات توان راکتیو، حذف بار در شرایط کاهش ولتاژ و مسائل مرتبط با پایداری ولتاژ شبکه
- ✓ موضوعات مرتبط با پایداری دینامیکی شبکه
- ✓ بررسی سطح اتصال کوتاه باس‌های شبکه

- موضوعات بهره‌برداری

قابلیت اطمینان بهره‌برداری شامل فعالیت‌های گسترده‌ای است که هدف نهایی آنها تقویت توانایی نهادهای قابلیت اطمینان در مقابله با پیشامدهای ممکن می‌باشد. از مهمترین فعالیت‌هایی که در این حوزه مورد توجه قرار گرفته است می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

✓ توسعه و تعدیل زیرساخت‌ها و تسهیلات موجود

✓ توسعه و یا ایجاد رویه‌های جدید بهره‌برداری

✓ توسعه برنامه‌های اضطراری به‌منظور مقابله با پیشامدهای ناگوار

✓ تعیین استراتژی‌ها و طرح‌هایی برای چالش‌های شناسایی شده در این حوزه

مطالعه بر روی عمر تجهیزات و زیرساخت‌های موجود در شبکه‌های انتقال، خشکسالی و شرایط بد آب و هوایی، تاخیر در نصب و ساخت تجهیزات موردنیاز، مطالعات جامع اقتصادی، عدم قطعیت‌های موجود در زمینه بار و توان تولیدی منابع تجدیدپذیر، مطالعه بر روی سوخت مورد نیاز واحدهای تولیدی، مسائل زیست محیطی، امنیت اطلاعات و تکنولوژی‌های نو مانند خودروهای برقی، تجهیزات شبکه هوشمند و ذخیره‌سازهای انرژی از دیگر موضوعات و مطالعاتی است که در حوزه قابلیت اطمینان در این گزارش مورد توجه قرار گرفته است.

مهمترین فعالیت‌های انجام شده و زمینه‌های تحقیقاتی در حوزه قابلیت اطمینان شبکه قدرت آمریکای شمالی را می‌توان به‌صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- تاثیر سیاست‌های حفاظت از محیط زیست بر تعیین ظرفیت واحدهای تولیدی
- افزایش وابستگی به گاز طبیعی
- اغتشاشات الکترومغناطیسی
- مطالعات ریسک و شاخص‌های مربوط به آن
- پیوستگی منابع تولید پراکنده
- امنیت اطلاعات و حفاظت از زیرساخت‌های موجود
- تجزیه و تحلیل اتفاقات در شبکه
- ملاحظات قابلیت اطمینانی شبکه‌های هوشمند
- توسعه و ساخت شبکه‌های انتقال
- آموزش و تعلیم نیروی کار متخصص
- مطالعات بر روی عمر تجهیزات

همچنین این سازمان در مرجع [۲۱-۲۲] عوامل موثر بر قابلیت اطمینان سیستم قدرت در افق بلندمدت را در چهار حوزه رگولاتوری، موضوعات مرتبط با بار، موضوعات مرتبط با تولید و موضوعات مرتبط با توسعه شبکه انتقال به شرح زیر دسته‌بندی می‌نماید:

- موضوعات اقتصادی و رگولاتوری

- ✓ قانون‌گذاری در حوزه کاهش گازهای گلخانه‌ای و توسعه منابع انرژی تجدیدپذیر
- ✓ سیاست‌های انرژی
- ✓ پیری نیروی کار
- ✓ افزایش بار

- موضوعات مرتبط با بار و تقاضا

- ✓ پاسخ‌گویی بار
- ✓ تاثیر شرایط بد آب و هوایی بر پیک بار

- موضوعات مرتبط با تولید

- ✓ توسعه منابع تولید پراکنده
- ✓ استفاده از انرژی هسته‌ای
- ✓ موضوعات مرتبط با نیروگاه‌های با سوخت فسیلی

- موضوعات مرتبط با توسعه شبکه انتقال

- ✓ مدرن‌سازی شبکه
- ✓ منابع توان راکتیو استاتیکی و دینامیکی
- ✓ ابزارهای موردنیاز برای طرای شبکه

همچنین این سازمان در [۲۹] مهمترین اولویت‌های تحقیقاتی در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را در سه گروه با اولویت بالا، متوسط و پایین دسته‌بندی نموده است. این اولویت‌ها به شرح زیر می‌باشد:

- موضوعاتی با اولویت بالا

- ✓ مقابله با حملات سایبری

✓ تعلیم و تقویت نیروی کار متخصص و کاهش خطاهای انسانی

✓ سیستم‌های حفاظتی

✓ نظارت و کنترل سیستم قدرت

• موضوعاتی با اولویت متوسط

✓ مدل‌سازی قابلیت اطمینان بهره‌برداری

✓ مدیریت و تعمیر و نگهداری تجهیزات

✓ در دسترس‌پذیری ژنراتورها

✓ افزایش وابستگی به گاز طبیعی

• موضوعاتی با اولویت کم

✓ مدل‌سازی و برنامه‌ریزی بلندمدت

✓ اغتشاشات الکترومغناطیسی

✓ حق استفاده از ظرفیت شبکه انتقال

✓ کفایت سیستم تولید

✓ تغییرات شرایط اقلیمی، قانون‌گذاری در حوزه حفاظت از محیط زیست، تغییر ترکیب تولید به دلیل شرایط

محیطی و یا شرایط بازار، اتصال منابع تولید پراکنده

✓ شرایط آب و هوایی خاص و وقوع طوفان

✓ استفاده از تکنولوژی‌های نو

✓ برنامه‌های پاسخ‌گویی بار و تجهیزات شبکه هوشمند

❖ ارزیابی‌های قابلیت اطمینان تابستان و زمستان^۱

کفایت منابع تامین‌کننده‌ی برق را در ایالات متحده و کانادا برای دوره‌های پیک مصرف در تابستان و زمستان پیش‌رو

ارزیابی می‌کند.

❖ ارزیابی‌های خاص

در سطح منطقه‌ای و برای اتصالات گسترده شبکه‌ها در صورت نیاز انجام می‌پذیرد. همچنین موضوعات جدید و در حال وقوع تاثیرگذار بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت در این تقسیم‌بندی به آن پرداخته می‌شود. موضوعاتی که تاکنون در این بخش به‌طور خاص به آن پرداخته شده است، عبارتند از:

- ملاحظات قابلیت اطمینان ادغام شبکه‌های هوشمند

دولت‌ها، قانون‌گذاران و سازمان‌های صنعتی، شبکه هوشمند را برای افزایش سطح آسایش مصرف‌کنندگان، کاهش تغییرات آب و هوایی و بهبود قابلیت اطمینان سیستم قدرت امریکای شمالی پیشنهاد کرده‌اند. ادغام در حالت کامل شبکه هوشمند به تغییرات قابل توجهی در برنامه‌ریزی، طراحی، و بهره‌برداری سیستم‌های قدرت نیاز خواهد داشت [۳۰].

- اثرات بالقوه‌ی قوانین زیست محیطی بر قابلیت اطمینان

قوانین زیست محیطی به‌منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و حفظ آب پاک منجر به تغییراتی در بهره‌برداری سیستم قدرت گردیده است و قابلیت اطمینان آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در گزارش‌های ویژه‌ی NERC، ارزیابی قابلیت اطمینان این قوانین انجام شده است [۳۱-۳۵].

- تاثیرات برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا بر قابلیت اطمینان

برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا شامل تمام تغییرات عمدی الگوهای مصرف برق مشتریان نهایی که برای تغییر زمان مصرف، سطح تقاضای لحظه‌ای یا مصرف کلی برق در نظر گرفته شده است، می‌باشد. علاوه بر این، پاسخ‌گویی بار می‌تواند همچنین به‌عنوان پرداخت‌های تشویقی طراحی شده برای القای کاهش مصرف برق در زمان‌های قیمت‌های بالای بازار عمده‌فروشی و یا زمانی که قابلیت اطمینان سیستم در مخاطره قرار گرفته است، تعریف گردد. این برنامه‌ها به‌منظور افزایش قابلیت اطمینان سیستم قدرت مورد توجه فراوان قرار گرفته است [۳۶].

- ادغام سطح بالای منابع تولید متغیر

یکپارچه‌سازی قابل اعتماد سطح بالایی از منابع متغیر (از قبیل منابع بادی، خورشیدی، اقیانوس و برخی از انواع منابع آبی) به سیستم قدرت آمریکای شمالی، نیازمند تغییرات قابل توجهی در روش‌های سنتی مورد استفاده برای برنامه‌ریزی و بهره‌برداری سیستم خواهد بود [۳۷].

در عین حال که صنعت برق به دنبال ادغام قابل اعتماد مقادیر زیادی از تولید متغیر به سیستم قدرت می‌باشد، تلاش قابل توجهی برای تطبیق و مدیریت موثر مشخصه‌های منحصر به فرد برنامه‌ریزی و بهره‌برداری منابع تولید متغیر ضروری می‌باشد. توصیه‌های موجود در این گزارش نقش زمینه‌های زیر را برای مطالعه بیشتر، هماهنگی و ملاحظات برجسته می‌کند [۳۸]:

✓ پیاده‌سازی و گسترش انواع مختلف منابع متغیر به طور مکمل (از قبیل تولید توان بادی و خورشیدی)

✓ اندازه‌گیری و پیش‌بینی خروجی منابع تولید متغیر

✓ روش‌های برنامه‌ریزی جامع‌تر، از سیستم توزیع تا کل سیستم قدرت

• کفایت منابع سوخت و وابستگی متقابل شبکه‌های سوخت‌رسانی با شبکه‌های تولید

مدل‌های کفایت منابع استاندارد که توسط صنعت برق مورد استفاده قرار می‌گیرد، به‌طور کلی تنها، قطعی‌ها و خاموشی‌های ناشی از بخش تولید و انتقال را به‌عنوان رویدادهای مستقل در نظر می‌گیرد. از دیدگاه صرف آماری و مدل‌سازی، به‌طور معمول انتظار می‌رود با افزایش وابستگی بین پارامترهای دارای عدم قطعیت، عدم قطعیت (ریسک) کلی سیستم نیز افزایش یابد. بنابراین، مدل‌های کفایت منابع که وابستگی متقابل توان الکتریکی و سوخت گاز را در نظر نمی‌گیرند، ممکن است تخمین درستی از احتمال از دست‌دادن بار ارائه نکنند. مدل‌سازی وابستگی‌های موجود بین متغیرهای تصادفی و به‌طور همزمان در نظر گرفتن احتمال وقوع حوادث شدید به ایجاد یک مدل احتمالاتی کفایت منابع مناسب کمک می‌کند [۳۹-۴۰].

۳-۱-۱-۱- مدیریت ریسک قابلیت اطمینان

گروه مدیریت ریسک قابلیت اطمینان (RRM)^۱، مسئولیت‌های قانونی ERO را از طریق ارزیابی‌های قابلیت اطمینان (از جمله ارزیابی‌های زمان واقعی و یا نزدیک به زمان واقعی) و کفایت سیستم‌های قدرت و یا از طریق شناسایی نگرانی‌های بالقوه‌ی مربوط به سیستم، تجهیزات، نهاد و عملکردهای انسانی که ممکن است توسعه یا تغییر استانداردهای قابلیت اطمینان را ملزم نماید، به انجام می‌رساند [۵]. RRM چهار وظیفه مهم را بر عهده دارد:

✓ آگاهی از سیستم قدرت

✓ تجزیه و تحلیل رویدادها

✓ آموزش

✓ صدور گواهینامه بهره‌بردار (اپراتور)

این گروه به‌طور مستقیم بر آگاهی پیش‌گیرانه از شرایط سیستم قدرت و تمام وقایعی که در آستانه تاثیرگذاری می‌باشند، تمرکز می‌کند. همچنین رویدادها را آنالیز می‌کند و مهم‌ترین خطرات برای قابلیت اطمینان سیستم قدرت را مورد بررسی قرار می‌دهد. این گروه اطمینان حاصل می‌نماید که صنعت از رویدادهای سیستم^۲، رویکردهای در حال پیدایش^۳، تجزیه و تحلیل ریسک^۴، درس‌های گرفته‌شده از تجربیات گذشته^۵ و اقدامات مورد انتظار^۶ به‌خوبی آگاه باشد [۵].

بر اساس مطالعات انجام شده، فعالیت‌های این سازمان در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به صورت زیر

خلاصه نمود:

۱- Reliability Risk Management (RRM) Group

۲- System Events

۳- Emerging Trends

۴- Risk Analysis

۵- Lessons Learned

۶- Expected Actions

مطالعات قابلیت اطمینان سازمان NERC

توسعه استانداردهای قابلیت اطمینان	ارزیابی کفایت تولید	ارزیابی، مدل‌سازی و اطلاعات	آموزش، تعلیم و تایید صلاحیت
حفاظت و کنترل سیستم	هماهنگی قابلیت اطمینان	برنامه ریزی قابلیت اطمینان	قابلیت اطمینان شبکه انتقال
مطالعه بر روی عمر و پیری تجهیزات	خشکسالی و شرایط بد آب و هوایی	مطالعات ریسک	مسائل زیست محیطی
مسائل بهره برداری	انرژی‌های نو	بازار برق	سوخت واحدهای تولیدی
شبکه هوشمند	وابستگی به گاز طبیعی	امنیت در فضای سایبری	تکنولوژی‌های نو
تجزیه و تحلیل اتفاقات	توسعه و ساخت شبکه انتقال	مانیتورینگ و نظارت بر شبکه	تعمیر و نگهداری
	در دسترس پذیری نیروگاه‌های هسته‌ای	مدیریت سمت تقاضا	

شکل ۱-۲: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان NERC

۱-۲- شورای هماهنگی قابلیت اطمینان فلوریدا

شورای هماهنگی قابلیت اطمینان فلوریدا (FRCC)^۱ یک شرکت غیرانتفاعی ثبت شده در ایالت فلوریدا است. هدف شورای هماهنگی قابلیت اطمینان فلوریدا تضمین افزایش قابلیت اطمینان و کفایت منابع برق در فلوریدا در حال حاضر و برای آینده

می‌باشد. این سازمان به‌عنوان یک نهاد منطقه‌ای به نمایندگی از سازمان قابلیت اطمینان برق آمریکای شمالی به‌منظور ارائه و اجرای استانداردهای قابلیت اطمینان در منطقه فعالیت می‌کند. ناحیه‌ای از ایالت فلوریدا که در منطقه FRCC قرار دارد شبه‌جزیره فلوریدا در بخش شرقی رودخانه آپالاشیکولا^۱ می‌باشد. کل منطقه FRCC در درون اتصال شرق^۲ قرار دارد و تحت نظارت شورای هماهنگی قابلیت اطمینان FRCC می‌باشد [۴۱].

۲-۱-۱- فعالیت‌ها

FRCC برای حفظ و ارتقای قابلیت اطمینان سیستم قدرت فعالیت‌ها و گزارش‌هایی را به‌طور منظم صورت می‌دهد. این سازمان دارای دپارتمان‌های مختلفی می‌باشد که هر یک فعالیت مشخصی را بر عهده دارند. در ادامه به این فعالیت‌ها اشاره شده است.

۱-۲-۱-۱- نظارت

این سازمان با استفاده از برنامه‌های تقویت و پایش و پیاده‌سازی آن‌ها به پایش، ارزیابی و تقویت سیستم قدرت در تطابق با استانداردهای قابلیت اطمینان ناحیه‌ای می‌پردازد. تمامی گزارش‌های مرتبط با نظارت باید در تطابق با دستورالعمل‌های کاربردی سایت نظارت FRCC باشد.

۲-۱-۲-۱- استانداردها

استانداردهای قابلیت اطمینان منطقه‌ای FRCC به‌منظور بهره‌برداری و برنامه‌ریزی قابل اعتماد سیستم قدرت در این منطقه به کار گرفته می‌شوند. استانداردهای منطقه‌ای FRCC، استانداردهای قابلیت اطمینان NERC را پیاده‌سازی می‌کند و یا اینکه فراتر از آن به مباحثی می‌پردازد که در استانداردهای قابلیت اطمینان NERC به آن پرداخته نشده است و به طور جزئی آن‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد [۴۱]. فرایند توسعه‌ی استاندارد قابلیت اطمینان منطقه‌ای FRCC دارای مشخصه‌های زیر می‌باشد:

۱- Apalachicola

۲- Eastern Interconnection

مراحل قانونی و تامین حقوق^۱: هر نهادی که به طور مستقیم و مادی توسط قابلیت اطمینان سیستم قدرت تحت تاثیر

قرار می‌گیرد، دارای این حق می‌باشد که در این فرایند مشارکت کند.

باز بودن^۲: مشارکت برای هر نهادی که به‌طور مستقیم و مادی توسط قابلیت اطمینان سیستم قدرت تحت تاثیر قرار

می‌گیرد، آزاد می‌باشد. مشارکت مشروط به عضویت در FRCC نخواهد بود.

تعادل: فرایند تدوین و توسعه‌ی استاندارد قابلیت اطمینان منطقه‌ای FRCC باید دارای تعادلی بین علاقه‌های بخش‌های

مختلف داشته باشد و نباید تحت تاثیر علاقه‌ی گروهی خاص باشد.

۳-۱-۲-۱- ارزیابی قابلیت اطمینان

بخش ارزیابی قابلیت اطمینان FRCC گزارش‌هایی به‌منظور نقش حمایتی FRCC در برنامه‌ی ارزیابی‌های سالانه قابلیت

اطمینان NERC با ارزیابی‌های بلند مدت و فصلی منتشر می‌کند. موضوعاتی که در این ارزیابی‌ها مورد توجه می‌باشد، عبارتند

از [۴۲-۴۹]:

- رزرو گردان
- کفایت منابع تولید و معیارهای آن
- پیش‌بینی بار
- انتقال
- قابلیت اطمینان سوخت
- منابع انرژی تجدیدپذیر

۴-۱-۲-۱- آموزش

FRCC توسط NERC به‌عنوان ارائه دهنده‌ی آموزش به‌طور مداوم که ضوابط برنامه‌ی آموزشی NERC را به رسمیت

می‌شناسد، تایید شده است. در این راستا FRCC سمینارها و کنفرانس‌هایی برای بررسی و نقش عملکرد انسانی برگزار می‌کند.

برنامه‌های اضطراری کفایت ظرفیت یکی از دوره‌های آموزشی برای کارکنان سیستم‌های قدرت می‌باشد [۴۱].

۱- Due Process

۲- Openness

۵-۱-۲-۱- هم‌هنگ کننده‌ی قابلیت اطمینان

سازمان FRCC هم‌هنگ کننده‌ی قابلیت اطمینان برای منطقه‌ی FRCC می‌باشد. FRCC دارای مسئولیت و اقتدار عمل برای انجام اقدامات مستقیم در ارتباط با اجرای استانداردهای قابلیت اطمینان و دیگر دستورات NERC و FRCC می‌باشد. FRCC یک شرکت واسطه را برای انجام دستورات هم‌هنگی قابلیت اطمینان به کار می‌گیرد. این شرکت دارای مسئولیت و حق اقدام برای هر گونه فعالیت ضروری در تطابق با فرایند قابلیت اطمینان به منظور حفظ قابلیت اطمینان سیستم قدرت FRCC می‌باشد [۴۱].

۳-۱- سازمان قابلیت اطمینان منطقه‌ی مرکزی - غربی

سازمان قابلیت اطمینان منطقه مرکزی-غربی (MRO)^۱ یک سازمان غیرانتفاعی می‌باشد که به منظور تضمین قابلیت اطمینان و امنیت سیستم برق در منطقه‌ی شمال مرکزی امریکای شمالی، شامل بخش‌هایی از ایالات متحده و کانادا، تشکیل شده است.

MRO یکی از هشت سازمان منطقه‌ای در امریکای شمالی است که تحت نظر قانون‌گذاران ایالات متحده به وسیله یک توافق با سازمان قابلیت اطمینان برق امریکای شمالی همکاری می‌کند و در کانادا نیز توسط تنظیم‌کننده‌های استانی نظارت می‌گردد. هدف اصلی MRO اطمینان از انطباق استانداردهای قابلیت اطمینان و انجام ارزیابی‌های منطقه‌ای از توانایی شبکه برای برآورده کردن تقاضای برق می‌باشد [۵۰].

۳-۱-۱- فعالیت‌ها

MRO برای حفظ و ارتقای قابلیت اطمینان سیستم قدرت در منطقه‌ی MRO فعالیت‌ها و گزارش‌هایی را به طور منظم صورت می‌دهد. این سازمان دارای دپارتمان‌های مختلفی می‌باشد که هر یک فعالیت مشخصی را بر عهده دارد. در ادامه به این فعالیت‌ها اشاره شده است.

۱-۱-۳-۱-۱- ارزیابی‌ها، گزارش‌ها و رویکردهای قابلیت اطمینان

MRO بررسی‌های فشرده‌ای از قابلیت اطمینان منطقه و سیستم‌های بین منطقه‌ای انجام می‌دهد. NERC این مطالعات منطقه‌ای را به منظور ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌ی به هم پیوسته به طور کلی جمع‌آوری می‌کند. MRO همچنین بر روند تولید در منطقه نظارت می‌کند. ترکیب منابع سوخت تولید از منابع فسیلی/زغال سنگ، برق‌آبی، گازی/نفت، هسته‌ای و بادی/زیست توده، سیستم قدرت را قابل اعتماد و مقرون به صرفه نگه می‌دارد [۵۰].

در [۵۱] معیارها و اقدامات MRO به منظور روند مطالعات قابلیت اطمینان ارائه شده است. مرجع [۵۲] به ارزیابی سناریوی تولیدات بادی در سال ۲۰۰۹ و تاثیرات آن بر قابلیت اطمینان می‌پردازد. در [۵۳] تاثیر مدارشکن‌های انتقال مورد بررسی قرار گرفته است.

۱-۱-۳-۱-۲- آنالیز وقایع

MRO فرایند آنالیز وقایع NERC را پیگیری می‌کند و دسته‌بندی‌های مرتبط را برای آنالیز وقایع منطقه‌ای مورد استفاده قرار می‌دهد.

۱-۱-۳-۱-۳- ارزیابی انتقال

هدف گروه ارزیابی انتقال فراهم کردن یک هم‌اندیشی برای بازنگری و بحث در مورد مسائل برنامه‌ریزی و بررسی فعالیت‌های مورد نیاز مرتبط با قابلیت اطمینان توسط استانداردهای MRO و NERC می‌باشد.

۱-۱-۳-۱-۴- رله‌های حفاظتی

هدف گروه رله‌های حفاظتی بررسی موضوعات کنترلی و رله‌های حفاظتی شامل حفاظت ژنراتورها و خطوط انتقال تحت نظر MRO می‌باشد [۵۰].

۵-۱-۳-۱- آزمایش ژنراتورها

نیروی کار تست‌های ژنراتور (GTRTF)^۱ یک گروه موقت می‌باشد که توسط گروه ارزیابی قابلیت اطمینان MRO تشکیل یافته است که هدف آن آماده‌سازی فایل راهنمای تست ژنراتورها برای رسیدگی به استانداردهای تست ژنراتور NERC می‌باشد. این فایل راهنما شامل تایید قابلیت توان حقیقی و راکتیو، تایید و مدل‌سازی سیستم‌های تحریک و کنترل‌های ولتاژ ژنراتور، تایید پاسخ فرکانسی واحد ژنراتور، هماهنگی کنترل‌های تنظیم‌کننده ولتاژ ژنراتور با قابلیت‌های واحد و حفاظت و عملکرد ژنراتور در طول نوسانات فرکانس و ولتاژ می‌باشد [۵۴].

۴-۱- شورای هماهنگی برق شمال شرق

شورای هماهنگی برق شمال شرق (NPCC)^۲، یک شرکت غیرانتفاعی در ایالت نیویورک است که مسئولیت ارتقا و بهبود قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت بین‌المللی و به‌هم‌پیوسته در شمال شرق امریکای شمالی را عهده‌دار می‌باشد. NPCC مأموریت خود را از طریق توسعه استانداردهای قابلیت اطمینان منطقه‌ای و ارزیابی انطباق^۳ و اجرای استانداردهای قابلیت اطمینان در سطح قاره و منطقه، هماهنگی برنامه‌ریزی سیستم، طراحی و بهره‌برداری، و ارزیابی قابلیت اطمینان، (در مجموع، "فعالیت‌های نهاد منطقه‌ای"^۴) و تعیین معیارهای منطقه‌ای خاص، و نظارت و اجرای تطابق با معیارها (در مجموع، "فعالیت‌های خدمات معیارها"^۵) انجام می‌دهد [۵۵].

NPCC عملکردها و خدمات را برای شمال شرق امریکای شمالی از یک نهاد منطقه‌ای بین‌مرزی^۶ از طریق بخش نهاد منطقه‌ای آن و همچنین خدمات معیار منطقه‌ای خاص^۷ را برای شمال شرق امریکای شمالی از طریق بخش خدمات معیار^۸ فراهم می‌کند.

۱- The MRO Generator Testing Review Task Force

۲- Northeast Power Coordinating Council

۳- Compliance Assessment

۴- Regional Entity Activities

۵- Criteria Services Activities

۶- Cross-Border Regional Entity

۷- Regionally-Specific Criteria Services

۸- Criteria Services Division

منطقه‌ی جغرافیایی NPCC شامل ایالت نیویورک، نیوانگلند و همچنین ایالت‌های کانادایی اونتاریو، کبک و ایالت‌های دریایی نیوبرانزویک^۱ و نوا اسکوشیا^۲ می‌باشد. به‌طور کلی، NPCC مساحت نزدیک به ۱/۲ میلیون مایل مربع با جمعیت بیش از ۵۵ میلیون نفر را پوشش می‌دهد. در مجموع، از چشم‌انداز انرژی خالص برای بار^۳، NPCC حدود ۴۵٪ آمریکا و ۵۵٪ کانادا را دربر می‌گیرد. در ارتباط با کانادا، تقریباً ۷۰٪ از انرژی خالص کانادا برای بار در داخل منطقه NPCC قرار دارد.

بخش نهاد منطقه‌ای NPCC تحت یک توافق با سازمان قابلیت اطمینان برق آمریکای شمالی همکاری می‌کند. این توافق این موضوع را به رسمیت می‌شناسد که NPCC شرایط را برای نمایندگی نقش‌های خاص، مسئولیت‌ها و اختیارات یک نهاد منطقه‌ای بین‌مرزی برآورده کند، همان‌طور که در بخش ۲۱۵ قانون فدرال برق در ایالات متحده و کانادا از طریق تنظیم‌کننده‌های استانی یا یادداشت تفاهم دولتی (تفاهمنامه‌ها) یا موافقت‌نامه‌ها تعریف شده است.

۴-۱-۱- فعالیت‌ها

NPCC برای حفظ و ارتقای قابلیت اطمینان سیستم قدرت در منطقه‌ی NPCC فعالیت‌ها و گزارش‌هایی را به‌طور منظم انجام می‌دهد. این سازمان دارای گروه‌های مختلفی می‌باشد که هر یک فعالیت مشخصی را بر عهده دارند. در ادامه به این فعالیت‌ها اشاره شده است [۵۵].

۱-۴-۱-۱- استاندارد

به موجب اجرا و پیاده‌سازی یک توافق‌نامه نمایندگی منطقه‌ای با سازمان برق قابلیت اطمینان (ERO) و یادداشت تفاهم کانادایی قابل اجرا که توسط کمیسیون فدرال انرژی تنظیم مقررات (FERC) و مقامات ایالتی کانادا تایید شده است، حق ایجاد استانداردهای منطقه‌ای به‌منظور افزایش قابلیت اطمینان سیستم قدرت به‌هم‌پیوسته و بین‌المللی در شمال شرق آمریکای شمالی توسط ERO به شورای هماهنگی برق شمال شرق (NPCC) واگذار شده است. این استانداردهای منطقه‌ای مشخص‌تر و دقیق‌تر از استانداردهای قابلیت اطمینان ERO خواهند بود. استانداردهای منطقه‌ای توسط NERC و FERC توسعه و بازبینی می‌شوند تا روش توسعه‌ی استانداردهای قابلیت اطمینان منطقه‌ای NPCC تصویب گردد.

۱- New Brunswick

۲- Nova Scotia

۳- Net Energy for Load Perspective

۲-۱-۴-۱- نظارت بر رعایت قوانین قابلیت اطمینان

ماموریت سازمان نظارت NPCC، نظارت به‌طور جامع و مطابقت‌دادن با استانداردهای قابلیت اطمینان در میان همه کاربران، صاحبان و بهره‌برداران سیستم قدرت در منطقه NPCC می‌باشد. برنامه‌ی نظارت بر رعایت قوانین و تقویت NPCC با صداقت، انسجام، به‌طور محرمانه، مستقل و با بی‌طرفی انجام می‌گردد.

۳-۱-۴-۱- آنالیز عملکرد و ارزیابی قابلیت اطمینان

فعالیت‌های NPCC در این بخش شامل ارزیابی‌های کوتاه‌مدت و بلند مدت منابع، کفایت انتقال و ارزیابی‌های بهره‌برداری ویژه‌ی مسائل خاص قابلیت اطمینان یا موقعیت‌هایی که ممکن است قابلیت اطمینان را تحت تاثیر قرار دهد، از جمله ساز و کار بازار، توسعه‌های تکنولوژی، روند صنعت، و یا سیاست‌های عمومی ارائه شده می‌باشد [۵۷-۵۶].

۴-۱-۴-۱- بهره‌برداری

گروه بهره‌برداری سیستم در NPCC یک انجمن برای هماهنگی فعال قابلیت اطمینان و بهره‌برداری را در بین نواحی هماهنگ کننده‌ی قابلیت اطمینان NPCC و مناطق NERC به‌منظور افزایش قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت به هم پیوسته فراهم می‌کند و آن را ارتقا می‌دهد.

۵-۱- شرکت قابلیت اطمینان نخست

شرکت قابلیت اطمینان نخست^۱ (RFC) یک شرکت غیرانتفاعی ثبت‌شده در ایالت دلاور^۲ می‌باشد که در تاریخ یکم ژانویه سال ۲۰۰۶ شروع به کار کرده است. ماموریت RFC حفظ و افزایش امنیت و قابلیت اطمینان خدمات برقی برای سیستم‌های قدرت به‌هم‌پیوسته در منطقه جغرافیایی RFC می‌باشد. در تاریخ ۲۰ ژوئیه سال ۲۰۰۶، سازمان قابلیت اطمینان برق آمریکای شمالی به‌عنوان سازمان قابلیت اطمینان برق در ایالات متحده به موجب بخش ۲۱۵ قانون فدرال برق سال ۲۰۰۵ تایید شد. همچنین در این تاییدیه، حق اعطای نمایندگی به‌منظور ارائه و اجرای استانداردهای قابلیت اطمینان در سازمان‌های منطقه‌ای

۱- ReliabilityFirst Corporation

۲- State of Delaware

در نظر گرفته شده است. RFC یکی از هشت نهاد منطقه‌ای مصوب در شمال امریکا تحت نظارت سازمان قابلیت اطمینان برق آمریکای شمالی می‌باشد.

مسئولیت اولیه‌ی RFC که مقر اصلی آن در فیرلاون اوهایو^۱ می‌باشد شامل توسعه استانداردهای قابلیت اطمینان و نظارت بر رعایت استانداردهای قابلیت اطمینان برای تمام صاحبان، بهره‌برداران و مصرف‌کنندگان سیستم برق و ارائه‌ی ارزیابی‌های فصلی و بلندمدت قابلیت اطمینان سیستم قدرت در منطقه می‌باشد [۵۸].

۵-۱-۱- فعالیت‌ها

RFC برای حفظ و ارتقای قابلیت اطمینان سیستم قدرت در منطقه‌ی RFC فعالیت‌هایی را به‌طور منظم صورت می‌دهد. به فعالیت‌های این سازمان در زیر اشاره شده است [۵۹].

۱-۱-۱-۱- حفاظت از زیرساخت‌های بحرانی

ارتقای امنیت فیزیکی و سایبری از زیرساخت‌های ضروری الکتریکی از فعالیت‌های RFC می‌باشد. این گروه با پرسنل مناسب از نهادهای عضو RFC با توجه به امان‌های حفاظت زیرساخت‌های کلیدی به این فعالیت‌ها می‌پردازد:

- حفاظت: شامل امنیت فیزیکی، امنیت سایبری، آمادگی و پاسخ اضطراری، با تاکید بر پیش‌گیری، جلوگیری، محدودکردن و دوره نقاهت بعد از حملات تروریستی
- جلوگیری از ایجاد وقفه در سرویس‌دهی
- محدودکردن: برای محدودکردن عواقب در زمان و دامنه به چیزی کمتر از آنچه بوده است
- بازیابی: بازگشت به حالت عادی سریع و مدیریت عواقب به‌طور موقت

۲-۱-۱-۵- گروه اجرایی

گروه اجرایی RFC مسئول حل و فصل مناسب و موفق تمام مسائل مربوط به کارهای اجرایی از جمله تخلفات ممکن، ادعاشده و تاییدشده می‌باشد [۵۸].

۳-۱-۵-۱- گروه قابلیت اطمینان

گروه قابلیت اطمینان به‌عنوان نهاد مشورتی فنی برای RFC جهت رسیدگی به فعالیت‌های مرتبط با قابلیت اطمینان مورد نیاز توسط قوانین دادرسی NERC و توافق‌نامه‌ی هیئت منطقه‌ای از طریق بررسی و بحث در مورد فعالیت‌های منطقه‌ای عمل می‌کند، و ممکن است توصیه‌هایی برای بهبود یا پیشرفت پیشنهاد کند. این گروه دارای زیرگروه‌هایی می‌باشد که در ادامه به فعالیت آن‌ها پرداخته شده است:

❖ زیرگروه ارزیابی منابع

فعالیت‌های مربوط به قابلیت اطمینان منابع تولید RFC در زیرگروه ارزیابی منابع (RAS)^۱ انجام می‌گیرد. RAS یک انجمن فراهم می‌کند که در آن به بحث درباره‌ی مسائل تولید و منابع مرتبط با قابلیت اطمینان سیستم قدرت می‌پردازد. RAS همچنین مسئول توسعه‌ی پارامترها و اهداف برای هدایت ارزیابی کفایت منابع منطقه و مسئول تولید و ارائه‌ی ارزیابی‌های قابلیت اطمینان منابع منطقه‌ای می‌باشد. اعضای RAS به‌طور معمول دارای رزومه‌ی کاری در زمینه‌ی برنامه‌ریزی منابع و یا دارای مسئولیت‌های برنامه‌ریزی منابع می‌باشند [۶۰].

❖ زیرگروه عملکرد انتقال

فعالیت‌های مربوط به قابلیت اطمینان انتقال RFC در زیرگروه عملکرد انتقال (TPS)^۲ انجام می‌گیرد. TPS یک انجمن فراهم می‌کند که در آن به بحث درباره‌ی مسائل انتقال مرتبط با قابلیت اطمینان سیستم قدرت می‌پردازد. TPS همچنین مسئول توسعه‌ی پارامترها و اهداف برای هدایت ارزیابی انتقال آینده‌ی منطقه و مسئول تولید و ارائه‌ی ارزیابی‌های قابلیت اطمینان انتقال منطقه‌ای می‌باشد. اعضای TPS به‌طور معمول دارای رزومه‌ی کاری در زمینه‌ی برنامه‌ریزی منابع و یا دارای مسئولیت‌های برنامه‌ریزی انتقال می‌باشند [۶۱].

۱- Resource Assessment Subcommittee

۲- Transmission Performance Subcommittee

❖ زیرگروه حفاظت

فعالیت‌های مربوط به ارزیابی قابلیت اطمینان حفاظت انتقال و تولید RFC در زیرگروه عملکرد انتقال (PS)^۱ انجام می‌گیرد. TPS یک انجمن فراهم می‌کند که در آن که به بحث درباره‌ی مسائل مربوط به حفاظت انتقال و تولید مرتبط با قابلیت اطمینان سیستم قدرت می‌پردازد. اعضای PS به‌طور معمول دارای رزومه‌ی کاری در زمینه‌ی حفاظت انتقال و تولید و یا دارای مسئولیت‌های حفاظت انتقال و تولید می‌باشند.

❖ زیرگروه بهره‌برداری

فعالیت‌های مربوط به ارزیابی قابلیت اطمینان بهره‌برداری زمان واقعی^۲ سیستم RFC در زیرگروه بهره‌برداری (OS)^۳ انجام می‌گیرد. OS یک انجمن فراهم می‌کند که در آن به بحث درباره‌ی مسائل مربوط به بهره‌برداری سیستم مرتبط با قابلیت اطمینان سیستم قدرت می‌پردازد. اعضای آن به‌طور معمول دارای تجربیات کاری یا دارای مسئولیت در زمینه‌ی بهره‌برداری سیستم می‌باشند. همچنین این گروه نقش کلیدی در جمع‌آوری داده‌های بهره‌برداری سیستم و اشاعه‌ی اطلاعات دارد.

۴-۱-۵-۱- استانداردها

هدف استانداردهای RFC بهره‌برداری و برنامه‌ریزی منطقه‌ای و زیر منطقه‌ای قابل اعتماد سیستم قدرت می‌باشد. استانداردهای قابلیت اطمینان منطقه‌ای RFC، استانداردهای قابلیت اطمینان NERC را پیاده‌سازی می‌کند و یا اینکه فراتر از آن به مباحثی می‌پردازد که در استانداردهای قابلیت اطمینان NERC به آن پرداخته نشده است و به طور جزئی آن‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد [۵۸]. فرایند توسعه‌ی استاندارد قابلیت اطمینان منطقه‌ای RFC دارای مشخصه‌های زیر می‌باشد:

• **فرایند اطلاع عمومی و منصفانه^۴:** فرایند توسعه‌ی استاندارد قابلیت اطمینان منطقه‌ای، موقعیت و اطلاع‌رسانی

معقولانه برای اظهارنظر عمومی فراهم کند. حداقل این فرایند به‌منظور توسعه‌ی یک استاندارد باید شامل یک دوره‌ی

اظهارنظر عمومی، توجه و در نظر گرفتن این نظرها، و رای‌گیری از سهام‌داران علاقمند باشد.

۱-Protection Subcommittee

۲-Real-Time

۳-Operations Subcommittee

۴- Fair Process

- **باز بودن:** مشارکت برای هر نهادی که به‌طور مستقیم و مادی توسط قابلیت اطمینان سیستم قدرت RFC تحت تاثیر قرار می‌گیرد، آزاد می‌باشد. هیچ مانع مالی نباید در پی مشارکت وجود داشته باشد. مشارکت نباید مشروط به عضویت در RFC باشد و همچنین نباید به‌طور نامعقولانه بر مبنای شرایط فنی یا دیگر الزامات محدود گردد. حضور در جلسات استانداردها برای اعضای RFC و دیگر مشارکت‌کننده‌ها آزاد است.
- **تعادل:** فرایند تدوین و توسعه‌ی استاندارد قابلیت اطمینان منطقه‌ای RFC باید دارای تعادل مناسبی بین علاقه‌های بخش‌های مختلف داشته باشد و نباید تحت تاثیر علاقه‌ی گروهی خاص باشد. همچنین نباید این فرایند توسط دو بخش علاقمند تحت سلطه قرار گیرد و هیچ بخشی نباید بتواند یک موضوع را به نفع خود تمام کند.
- **فراگیر بودن:** هر نهادی (شخص، سازمان، شرکت، آژانس دولتی، فردی، و ...) با منافع مستقیم و مادی در سیستم قدرت در حوزه‌ی RFC باید دارای حق مشارکت در (۱) بیان یک موقعیت و مبنای آن (۲) داشتن آن موقعیت در نظر گرفته شده (۳) داشتن حق درخواست تجدید نظر باشد.
- **شفاف‌سازی:** تمامی اقدامات مادی مربوط به توسعه‌ی استانداردها باید شفاف باشد. تمامی جلسات توسعه‌ی استانداردها باید آزاد باشد و از طریق وب سایت RFC اطلاع‌رسانی همگانی گردد.

۵-۱-۵-۱- آموزش و تحصیلات

کارکنان آموزش RFC به‌طور نزدیک و تنگاتنگ با متخصصان موضوعات مرتبط RFC، و کارکنان آموزش NERC و دیگر سازمان‌های منطقه‌ای به‌منظور تسهیل توسعه‌ی برنامه‌های آموزشی موثر برای پرسنل فنی برای اعضای RFC و کارکنان همکاری می‌کند. آموزش در قالب سمینارها، و کارگاه‌های آموزشی، و درس‌های گرفته شده از تجربیات گذشته ارائه می‌گردد

[۵۸].

۶-۱- سازمان قابلیت اطمینان برق جنوب شرق امریکای شمالی

سازمان قابلیت اطمینان برق جنوب شرق امریکای شمالی (SERC)^۱ یک سازمان غیرانتفاعی است که مسئولیت ارتقا و بهبود قابلیت اطمینان، کفایت و زیرساخت‌های حیاتی سیستم‌های برق در تمام یا بخشی از ۱۶ ایالت مرکزی و جنوب شرقی را دارا می‌باشد. صاحبان، بهره‌برداران و مصرف‌کنندگان سیستم برق در این ایالت‌ها در حدود ۵۶۰۰۰۰ مایل مربع مساحت را به خود اختصاص داده‌اند و به عنوان منطقه SERC شناخته شده‌اند [۶۲].

SERC یکی از هشت سازمان منطقه‌ای تحت نظر NERC می‌باشد. سازمان‌های منطقه‌ای و تمام اعضای NERC با یکدیگر به منظور حفاظت از قابلیت اطمینان سیستم‌های برق در سراسر شمال امریکا همکاری می‌کنند. SERC به عنوان یک نهاد منطقه‌ای با تفویض از NERC به منظور ارائه و اجرای استانداردهای قابلیت اطمینان در منطقه عمل می‌کند. از لحاظ جغرافیایی به پنج زیر منطقه‌ی فرعی شامل منطقه مرکزی، دلتا، گیت وی، جنوب شرقی و واکار^۲ تقسیم می‌گردد [۶۳].

۶-۱-۱- نظارت بر رعایت قوانین

ماموریت بخش نظارت بر رعایت قوانین SERC، نظارت جامع و کامل و اجرای مطابقت با استانداردهای قابلیت اطمینان در میان همه کاربران، صاحبان و بهره‌برداران سیستم قدرت در منطقه SERC می‌باشد. نظارت بر رعایت قوانین و اجرای برنامه‌ی SERC با صداقت، انسجام، محرمانه، انصاف، استقلال و بی‌طرفی انجام می‌گیرد. چشم‌انداز بخش نظارت بر رعایت قوانین SERC بهینه‌سازی قابلیت اطمینان در سراسر منطقه SERC از طریق ایجاد فرهنگ پیروی در بین همه کاربران، صاحبان و بهره‌برداران سیستم قدرت می‌باشد [۶۲].

۶-۱-۷- استانداردهای قابلیت اطمینان

هدف تلاش‌های انجام شده در بخش استانداردهای قابلیت اطمینان SERC توسعه استانداردهای قابلیت اطمینان منطقه‌ای لازم مطابق با برنامه‌ی کاری سه ساله‌ی NERC و دستورات FERC و پاسخ‌دادن به نیازهای قابلیت اطمینان نوظهور می‌باشد [۶۲]. این فعالیت‌ها شامل:

1- SouthEast Reliability Corporation

۲- Central, Delta, Gateway, Southeastern and VACAR

- تسهیل بخشیدن تلاش‌های گروه استانداردهای SERC که بر فرایندهای توسعه و نگهداری استانداردهای SERC منطقه‌ای، معیارهای منطقه‌ای، و اسناد مرجع گروه نظارت می‌کنند.
- تسهیل بخشیدن تلاش‌های تیم (یا تیم‌های) تهیه‌ی پیش نویس استانداردهای منطقه‌ای SERC
- فراهم آوردن راهنمایی / آموزش معنی‌دار و مفید (قابل اعتماد) برای اشخاص ثبت‌نام‌شده در وضعیت توسعه استانداردهای قابلیت اطمینان.
- ارتقای تعامل فعال سهام‌داران SERC در توسعه‌ی استانداردها و مشارکت و رهبری SERC در فرایند استاندارد NERC.
- بر اساس درس‌های گرفته‌شده از وقایع و رویدادهای سیستم و عدم رعایت قوانین به‌طور جدی یا مکرر، حوزه‌های کلیدی برای تمرکز فنی بر آموزش یا فعالیت‌های دیگر برای بهبود عملکرد قابلیت اطمینان در میان نهادهای ثبت‌شده شناسایی می‌گردند [۶۴].

۷-۱ - حوضچه توان جنوب غربی

تاریخچه‌ی حوضچه‌ی توان جنوب غرب^۱ (SPP) به سال ۱۹۴۱ باز می‌گردد، هنگامی که ۱۱ شرکت برق منطقه‌ای به هم پیوستند تا مصرف کارخانه آلومینیوم آرکانزاس را در تمام ساعات برآورده کنند تا نیازهای دفاع در جنگ تامین گردد. پس از جنگ، کمیته اجرایی SPP تصمیم گرفت که این سازمان باید برای حفظ قابلیت اطمینان الکتریکی و هماهنگی آن با برجا بماند. پس از قطعی برق شمال شرق در سال ۱۹۶۵، دیگر شوراهای قابلیت اطمینان تاسیس شدند.

در سال ۱۹۶۸، SPP به ۱۲ سازمان دیگر ملحق شد تا سازمان قابلیت اطمینان برق امریکای شمالی شکل گیرد. SPP به عنوان یک سازمان غیر انتفاعی آرکانزاس در سال ۱۹۹۴ در NERC گنجانیده شد. کمیسیون نظارت بر انرژی فدرال، SPP را به‌عنوان یک سازمان انتقال منطقه‌ای در سال ۲۰۰۴ و یک نهاد منطقه‌ای در سال ۲۰۰۷ تایید کرد.

در امریکای شمالی، SPP یکی از ۹ اپراتور مستقل سیستم (ISO)^۲ / سازمان انتقال منطقه‌ای (RTO)^۱ و یکی از هشت نهاد منطقه‌ای NERC می‌باشد. SPP توسط FERC موظف به تضمین قابل اعتماد منابع توان، زیرساخت‌های انتقال مناسب،

۱- Southwest Power Pool

۲- Independent System Operators

و قیمت‌های عمده فروشی رقابتی برق می‌باشد. RTO/ISOها "کنترل‌کننده‌ی ترافیک هوایی" شبکه برق می‌باشند. RTO/ISOها صاحب شبکه‌ی برق نمی‌باشند؛ آنها به طور مستقل بهره‌برداری شبکه برق را دقیقه به دقیقه انجام می‌دهند تا اطمینان حاصل کنند که توان به مشتریان تحویل داده می‌شود و قطعی‌های برق از بین می‌رود [۶۵].

۸-۱-۱- فعالیت‌ها

SPP در لیتل راک، آرکانزاس قرار دارد و بیش از ۵۷۰ کارمند دارد. SPP خدمات زیر را برای اعضا در ۹ ایالت آرکانزاس، کانزاس، لوئیزیانا، می‌سی‌سی‌پی، میسوری، نبراسکا، نیومکزیکو، اوکلاهما و تگزاس فراهم می‌کند.

۱-۷-۱-۱- هماهنگی قابلیت اطمینان

SPP جریان برق در سراسر منطقه را پایش می‌کند و پاسخ‌های منطقه‌ای را در شرایط اضطراری یا قطعی برق هماهنگ می‌کند. مسئولیت‌های بخش هماهنگ‌کننده‌ی قابلیت اطمینان SPP در طرح قابلیت اطمینان هماهنگی قابلیت اطمینان SPP توصیف شده است.

۲-۱-۷-۱- اداره تعرفه

SPP "خرید یک مرحله‌ای"^۲ را برای استفاده از خطوط انتقال منطقه فراهم می‌کند و به‌طور مستقل تعرفه انتقال با دسترسی آزاد را با نرخ‌ها و شرایط ثابت اداره می‌کند. SPP بیش از ۸۹۰۰ درخواست خدمات انتقال در هر ماه را پردازش می‌کند، و معاملات انتقال SPP در سال ۲۰۱۳ بالغ بر ۱/۲۹ میلیارد دلار بوده است.

۳-۱-۷-۱- برنامه‌ریزی منطقه‌ای

SPP تضمین می‌کند که مقدار توان ارسالی هماهنگ گردد و با توان دریافتی مطابقت کند.

۴-۱-۷-۱- برنامه‌ریزی توسعه انتقال

فرآیندهای برنامه‌ریزی SPP به دنبال شناسایی محدودیت‌های سیستم، توسعه‌ی طرح‌های ارتقای انتقال و پیگیری پیشرفت پروژه برای اطمینان از اتمام به‌موقع تقویت سیستم می‌باشد [۶۶].

۵-۱-۷-۱- بهره‌برداری بازار

مجتمع بازار^۱ در ۱ مارس سال ۲۰۱۴ جایگزین بازار خدمات عدم تعادل انرژی^۲ شد. بیش از ۱۰۰ شرکت‌کننده در بازار برای مجتمع بازار که شامل تعادل بازار روز بعد^۳، تعادل در زمان واقعی^۴، و بازارهای حق تراکم انتقال برای بازار عمده‌فروشی زمان واقعی هستند، ثبت شده‌اند. مجتمع بازار انتظار می‌رود تا ۱۰۰ میلیون دلار سود خالص سالانه به شرکت‌کنندگان در آن برساند.

۶-۱-۷-۱- نظارت

نهاد منطقه‌ای SPP انطباق با استانداردهای قابلیت اطمینان فدرال و منطقه‌ای برای کاربران، صاحبان و اپراتورهای شبکه برق منطقه را به اجرا در می‌آورد [۶۷].

۷-۱-۷-۱- آموزش

SPP آموزش مداوم برای پرسنل بهره‌بردار در منطقه‌ی SPP و همچنین دیگر منطقه‌ها ارائه می‌دهد. در سال ۲۰۱۳، در برنامه آموزش SPP بیش از ۳۶۰۰۰ ساعت کلاس درس به ۳۶ سازمان ارائه شده است. NERC بیش از ۲۵۰۰۰ ساعت آموزش مداوم از ۲۷ سازمان به بیش از ۹۰۰ اپراتور به دست آورد [۶۵].

۱- Integrated Marketplace
 ۲- Energy Imbalance Service Market
 ۳- Day-Ahead Balancing
 ۴- Real-Time Balancing

۸-۱- نهاد قابلیت اطمینان تگزاس

نهاد قابلیت اطمینان تگزاس (TRE)^۱ نهاد منطقه‌ای مورد تایید کمیسیون تنظیم مقررات انرژی فدرال (FERC)^۲ می‌باشد که به‌عنوان شورای قابلیت اطمینان منطقه‌ای تگزاس (ERCOT)^۳ مطابق با قانون سیاست انرژی در سال ۲۰۰۵ شروع به فعالیت نموده است. TRE یک شرکت غیرانتفاعی تگزاسی می‌باشد [۶۸].

TRE توسط توافق‌نامه نمایندگی خود با NERC فعالیت‌های زیر را در منطقه ERCOT انجام می‌دهد:

- توسعه، نظارت و مانیتورینگ، ارزیابی و اجرا مطابق با استانداردهای قابلیت اطمینان NERC
 - ارزیابی و گزارش دوره‌ای درباره‌ی قابلیت اطمینان و کفایت سیستم قدرت
- علاوه بر این، TRE توسط کمیسیون خدمات عمومی تگزاس (PUCT) و توسط NERC مورد تایید می‌باشد و مجاز به بررسی انطباق رعایت قوانین با پروتکل و راهنماهای بهره‌برداری ERCOT و همکاری با کارکنان PUCT در مورد هر گونه نقض پروتکل می‌باشد. TRE مستقل از تمام کاربران، صاحبان و بهره‌برداران سیستم قدرت است.

۹-۱-۱- طرح نظارت بر رعایت قوانین و امور اجرایی

نظارت بر رعایت، فرایندی می‌باشد که از ارزیابی، بررسی و ممیزی به‌منظور اندازه‌گیری مطابقت با استانداردهای قابلیت اطمینان NERC استفاده می‌کند. نظارت بر امور اجرایی فرایندی می‌باشد که تضمین می‌کند نقض موارد تاییدشده‌ی اجباری استانداردهای قابلیت اطمینان NERC کاهش یابد.

۱۰-۱-۱- ارزیابی قابلیت اطمینان و آنالیز عملکرد

برنامه‌ی ارزیابی قابلیت اطمینان و آنالیز عملکرد (RAPA)^۴ نهاد قابلیت اطمینان تگزاس، مسائل ارزیابی‌های قابلیت اطمینان فصلی و بلندمدت کفایت منابع و قابلیت اطمینان بهره‌برداری سیستم قدرت در شورای قابلیت اطمینان برق منطقه‌ای

۱- Texas Reliability Entity

۲- Federal Energy Regulatory Commission

۳- Electric Reliability Council of Texas

۴- Reliability Assessment and Performance Analysis

تگزاس (ERCOT)، و همچنین بررسی وقایع و اختلالات سیستم می‌باشد که شبکه قدرت منطقه ERCOT را تحت تاثیر قرار می‌دهد [۶۹].

۱-۱-۱۱- استانداردهای قابلیت اطمینان

TRE از طریق فرآیندهای خودش که مورد تایید FERC می‌باشد، استانداردهای قابلیت اطمینان منطقه‌ای یا حتی فراتر از این استانداردها را به‌طور جداگانه توسعه می‌دهد و همچنین جزئیات بیشتری به آن‌ها اضافه می‌کند، یا استانداردهای قابلیت اطمینان NERC را پیاده‌سازی می‌کند و یا مسائلی که در استانداردهای قابلیت اطمینان NERC به آن پرداخته نشده است را توسعه می‌دهد [۷۰].

۱-۹- شورای هماهنگی برق غرب

شورای هماهنگی برق غرب^۱ (WECC) یک نهاد منطقه‌ای می‌باشد که مسئول هماهنگی و ارتقای قابلیت اطمینان سیستم قدرت در اتصال غربی است. علاوه بر این، WECC یک محیط برای هماهنگی بهره‌برداری و برنامه‌ریزی فعالیت‌های اعضای خود همان‌طور که در آیین نامه WECC تعیین شده است، فراهم می‌کند.

WECC از نظر جغرافیایی بزرگترین نهاد در بین ۸ سازمان منطقه‌ای که دارای موافقت‌نامه‌ی نمایندگی با سازمان قابلیت اطمینان برق امریکای شمالی (NERC) هستند، می‌باشد. قلمرو خدمات WECC از کانادا تا مکزیک گسترده است. این گستره شامل آلبرتا و بریتیش کلمبیا، مناطق شمالی از کالیفرنیا، مکزیک و تمام یا بخشی از ۱۴ ایالت غربی میانی می‌باشد [۷۱].

۱-۱-۱۲- استانداردها و برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان

WECC مطالعات و ارزیابی‌های گسترده و مورد نیاز برای برنامه‌ریزی و بهره‌برداری قابل اعتماد سیستم‌های قدرت در اتصال غربی را انجام می‌دهد. این فعالیت‌ها شامل مطالعات بلندمدت برنامه‌ریزی با افق پنج و ده ساله، مطالعات تراکم و ارزیابی‌های تقاضا و منابع می‌باشد [۷۲].

۱۳-۱-۱- نظارت بر رعایت قوانین قابلیت اطمینان

با توجه به گستردگی قلمرو خدمات و ویژگی‌های متنوع منطقه، WECC و اعضای آن با چالش‌های منحصر به فردی در هماهنگ کردن بهره‌برداری سیستم به‌هم‌پیوسته و برنامه‌ریزی بلندمدت مورد نیاز برای ارائه‌ی خدمات برق قابل‌اعتماد در سراسر نزدیک به ۱/۸ میلیون مایل مربع روبرو هستند. از این رو نظارت بر رعایت قوانین و هماهنگی بین آن‌ها از وظایف مهم این شورا می‌باشد [۷۱].

۱۰-۱- شورای قابلیت اطمینان ایالت نیویورک

شورای قابلیت اطمینان ایالت نیویورک (NYSRC)^۱ یک نهاد غیرانتفاعی می‌باشد، که به‌عنوان یک شرکت با مسئولیت محدود در ایالت دلاور^۲ سازمان یافته است و مأموریت آن ارتقا و حفظ قابلیت اطمینان خدمات برقی با توسعه، نگهداری، به‌روزرسانی و مقررات قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت نیویورک می‌باشد که می‌بایست با اپراتور مستقل سیستم نیویورک و همه‌ی نهادهای درگیر در انتقال برق، خدمات جانبی، معاملات توان و انرژی در سیستم‌های قدرت نیویورک هماهنگ باشد. NYSRC باید مأموریت خود را بدون نیت و توجه به منافع (سود و زیان) تجاری هر یک از شرکت‌کنندگان در بازار انجام دهد. مأموریت NYSRC شامل نظارت بر رعایت قوانین قابلیت اطمینان با همکاری و مشاوره با NYISO برای اطمینان و دستیابی به انطباق قوانین قابلیت اطمینان به دنبال پیروی از دستورالعمل مندرج در توافق‌نامه NYSRC/ISO و همچنین در نظر گرفتن هر گونه اقدامات دیگری که ممکن است برای انجام هدف توافق‌نامه‌ی NYSRC لازم باشد، می‌باشد.

NYSRC توسط کمیته اجرایی که متشکل از سیزده عضو شامل نمایندگان از شش صاحب فعلی خطوط انتقال (شرکت برق و گاز هادسون مرکزی^۳، شرکت تلفیقی ادیسون نیویورک^۴، مقامات برق لانگ آیلند، شبکه ملی ایالات متحده آمریکا^۵، شرکت برق و گاز ایالت نیویورک^۶، شرکت برق و گاز روچستر^۷ و مقامات برق ایالت نیویورک^۸)، یک نماینده‌ی بخش

۱- New York State Reliability Council

۲- Delaware

۳- Central Hudson Gas & Electric Corporation

۴- Consolidated Edison Company of New York, Inc.

۵- Long Island Power Authority, National Grid, USA,

۶- New York State Electric & Gas Corporation

۷- Rochester Gas & Electric Corporation,

۸- The Power Authority of the State of New York

فروشنندگان عمده‌فروشی (شرکت‌های تولیدکننده‌ی برق مستقل نیویورک) و یک نماینده‌ی بخش مصرف‌کنندگان بزرگ، یک نماینده‌ی بخش شهرداری‌ها و تعاون برق (آژانس برق شهری نیویورک) و چهار عضو که به هیچ یک از شرکت‌کنندگان در بازار وابسته نیستند، اداره می‌شود. [۷۳].

۱۴-۱-۱- مطالعات و گزارش‌های ارائه‌شده

مطالعات و گزارش‌های NYSRC در زمینه‌ی قابلیت اطمینان در سه زمینه‌ی زیر می‌باشد:

۱-۱۰-۱-۱- قوانین قابلیت اطمینان

گروه قوانین قابلیت اطمینان (RRS)^۱ بازبینی، توسعه و اصلاح قوانین قابلیت اطمینان NYSRC را برای حفظ یا بهبود قابلیت اطمینان سیستم قدرت مدیریت می‌کنند.

۱-۱۰-۱-۲- نظارت بر رعایت قوانین مربوط به قابلیت اطمینان

برنامه رعایت قوانین قابلیت اطمینان NYSRC برای اندازه‌گیری و اطمینان از تطابق با قواعد قابلیت اطمینان طراحی شده است تا یک سیستم برق قابل اعتماد در ایالت نیویورک فراهم کند. گزارش‌های مرتبط با این موضوع هر سال ارائه می‌گردد. [۷۴].

۱-۱۰-۱-۳- حاشیه‌ی رزرو نصب‌شده

به‌طور سالانه یک مطالعه‌ی فنی توسط گروه ظرفیت نصب‌شده^۲ برای تعیین میزان حاشیه‌ی رزرو موردنیاز صورت می‌گیرد. این مطالعه مطابق با بخش ۳-۰۳ توافقنامه‌ی NYSRC می‌باشد که بیان می‌کند NYSRC می‌بایست نیازهای ظرفیت نصب‌شده سالانه در سطح ایالت را برای NYSRC انجام دهد [۷۵].

۱- The Reliability Rules Subcommittee

۲- Installed Capacity Subcommittee

۱-۱-۱ - موسسه تحقیقاتی EPRI

موسسه تحقیقاتی سیستم قدرت الکتريکی (EPRI)^۱ در سال ۱۹۷۳ به‌عنوان یک نهاد تحقیقاتی و مستقل در حمایت از فعاليت‌های صنعت برق ایالات متحده تاسیس شد. تاسیس این سازمان دلیلی بر به‌رسمیت‌شناختن تاثیر انرژی الکتريسیته بر زندگی مدرن بود. این سازمان یک نهاد غیرانتفاعی بوده که بودجه‌ی آن توسط صنعت برق تامین می‌گردد. EPRI در درجه اول یک سازمان مستقر در ایالات متحده می‌باشد، اما همکاری‌های بین‌المللی را نیز به‌طور گسترده انجام می‌دهد. این سازمان انجام تحقیقات بر روی مسائل مرتبط با صنعت برق ایالات متحده را عهده‌دار می‌باشد.

سازمان EPRI موضوعات مختلفی مانند تولید برق، تحویل و استفاده از انرژی الکتريسیته را مورد بررسی و تحقیق قرار داده و به نمایندگی از صنعت برق و مصرف‌کنندگان آن، به مدیریت یک برنامه تحقیقاتی گسترده می‌پردازد و راه‌حل‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت برای چالش‌های موجود در زمینه‌های تحقیقاتی برای صنعت برق، مشتریان خود و جامعه ارائه می‌دهد. دانشمندان و مهندسان و همچنین کارشناسان دانشگاه‌ها و محیط‌های آکادمیک و صنعت در این سازمان برای کمک به چالش‌های موجود در صنعت برق گرد هم آمده‌اند. این سازمان ارائه خدماتی به بیش از ۱۰۰۰ سازمان مرتبط با انرژی در ۴۰ کشور دنیا را بر عهده دارد [۷۶].

سیستم قدرت آینده انعطاف‌پذیرتر و به هم پیوسته‌تر خواهد شد. EPRI این تغییرات را از طریق برنامه‌های تحقیقاتی و کاربردی، توسعه تکنولوژی، یکپارچه‌سازی، همراه با تحقیقات علمی و زیست محیطی پوشش می‌دهد. گستره تحقیقاتی این موسسه شامل موضوعات زیر می‌باشد [۷۶]:

- تولید انرژی الکتريکی

مهمترین اولویت‌های تحقیقاتی در این حوزه شامل موارد زیر می‌باشد:

- ✓ سوخت‌های فسیلی

- ✓ انرژی هسته‌ای

- ✓ انرژی‌های تجدیدپذیر

- تحویل انرژی الکتريکی

مهمترین اولویت‌های تحقیقاتی در این حوزه شامل موارد زیر است:

✓ سیستم‌های انتقال و توزیع انرژی الکتریکی

✓ مدرن‌سازی شبکه برق‌رسانی

✓ امنیت اطلاعات

✓ منابع انرژی تولید پراکنده

• مصرف انرژی الکتریسته

مهمترین اولویت‌های تحقیقاتی در این حوزه شامل موارد زیر می‌باشد:

✓ بازدهی انرژی

✓ سیستم حمل و نقل الکتریکی

• حفاظت از محیط زیست

مهمترین اولویت‌های تحقیقاتی در این حوزه شامل موارد زیر است:

✓ تاثیر انرژی الکتریکی بر محیط زیست

✓ سلامتی و ایمنی

۱۵-۱-۱- مطالعات انجام‌شده توسط EPRI بر روی قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید

بخش تولید این سازمان، اطلاعات، فرآیندها و تکنولوژی‌ها را در جهت بهبود قابلیت اطمینان، عملکرد و بهره‌وری واحدهای با سوخت فسیلی موجود فراهم می‌کند. این پیشرفت‌ها نقش مهمی در کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، کمبود آب در آینده، به‌حرکت درآوردن شرکت‌ها به‌منظور بهبود دارایی‌های کنونی و ساخت زیربنای جدید واحدهای تولید کارآمدتر با تکنولوژی‌های پیشرفته‌ی کنترل تولید گازهای گلخانه‌ای خواهد داشت [۷۶]. برنامه‌های تحقیقاتی در زمینه‌ی قابلیت اطمینان در سطح تولید عبارتند از:

۱-۱۱-۱-۱- برنامه‌ی واحدهای سیکل ترکیبی

هزینه‌های چرخه ترموینامیکی، پیری زودرس، خطرات شکست، و عملکرد زیست محیطی از جمله مسائل مهم مؤثر بر عملکرد، قابلیت اطمینان و هزینه واحد تولیدی می‌باشد. برنامه‌های سیکل ترکیبی کمک می‌کند که ریسک کمی‌سازی گردد و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری را کاهش دهد درحالی‌که قابلیت اطمینان و عملکرد را حفظ می‌کند. هدف، مدیریت مؤثر این مجموعه دارایی‌های مهم و به‌طور گسترده مورد استفاده می‌باشد.

۱-۱۱-۱-۲- بهبود قابلیت اطمینان المان‌های اصلی واحدهای فسیلی

کاهش ایمنی و دسترس‌پذیری به دلیل از کار افتادگی‌ها و خرابی‌های اجزای نیروگاه‌های فسیلی بزرگ، به‌ویژه در واحدهای فرسوده‌تر و قدیمی، دو موضوع کلیدی در تحقیقات آینده می‌باشد. برنامه‌های قابلیت اطمینان اجزای اصلی EPRI، اطلاعاتی در مورد مکانیسم‌های فرسایش تجهیزات و مواد بحرانی برای تکنولوژی‌های تولید پیشرفته فراهم می‌کند و اطلاعات مربوط به استراتژی‌های مدیریت عمر توربین‌های بخار و ژنراتور را توسعه می‌دهد. این برنامه‌ها به شرکت‌ها برای متعادل کردن خطرات و هزینه‌های بزرگ‌ترین و پرهزینه‌ترین تجهیزات کمک می‌کند. این برنامه‌ها به قرار زیر می‌باشند:

- برنامه بهبود دردسترس‌پذیری و عمر بویلر - برنامه ۱۶۳
- توربین‌های بخار، ژنراتورها و سیستم‌های کمکی - برنامه ۲۶۵
- تعمیر و نگهداری واحدهای تولید با استفاده از برنامه‌های کاربردی (GenMAC) - برنامه ۲۱۰۴

۱-۱۱-۱-۳- بهبود بهره‌برداری و نگهداری

اپراتورهای نیروگاه باید به طور مداوم عملکرد بهره‌برداری را بهبود دهند و از یک رویکرد واکنشی به یک رویکرد پیش‌گیرانه برای تعمیر و نگهداری به‌منظور برآورده کردن اهداف قابلیت اطمینان تغییر شیوه دهند. برنامه‌های تعمیر و نگهداری و بهره‌برداری، راه‌های یک‌پارچه که باعث بهبود اثر بخشی و ایمنی بهره‌برداری، کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری، و ارائه پشتیبانی فنی برای کارکنان واحدهای تولیدی را مورد خطاب قرار می‌دهد. این برنامه‌ها به قرار زیر می‌باشند:

۱- Boiler Life and Availability Improvement Program - Program 63

۲- Steam Turbines-Generators and Auxiliary Systems - Program 65

۳- Generation Maintenance Applications Center (GenMAC) - Program 104

- ابزار دقیق، کنترل و اتوماسیون - برنامه ۱۶۸
- تکنولوژی و مدیریت تعمیر و نگهداری - برنامه ۲۶۹
- تکنولوژی و مدیریت بهره‌برداری - برنامه ۳۱۰۸

۴-۱-۱۱-۱- تحقیقات هسته‌ای

فعالیت‌های تحقیقاتی هسته‌ای در EPRI، تصمیم‌گیری در مورد نقش انرژی هسته‌ای در برآورده ساختن تقاضای انرژی جهانی و مقابله با نگرانی‌های تغییرات آب و هوا را تسهیل می‌بخشد. EPRI تحقیقاتی را انجام می‌دهد تا تضمین کند انرژی هسته‌ای به‌عنوان یک گزینه‌ی قابل اعتماد منبع تولید برق سالم، اقتصادی و پاک با عدم انتشار گازهای گلخانه‌ای باقی بماند. از طریق همکاری جهانی با اپراتورهای نیروگاه هسته‌ای، سازمان‌های نظارتی، و دیگر سازمان‌های پژوهشی، EPRI تکنولوژی‌های مقرون‌به‌صرفه را که استفاده از دارایی‌های هسته‌ای موجود را بیشینه می‌کند و از استقرار تکنولوژی‌های جدید هسته‌ای پشتیبانی می‌کند، توسعه می‌دهد. برنامه‌های تحقیقاتی در زمینه‌ی قابلیت اطمینان در سطح تولید هسته‌ای عبارتند از:

❖ قابلیت اطمینان تجهیزات

قابلیت اطمینان تجهیزات نیروگاه هسته‌ای به پیاده‌سازی و نصب موفقیت آمیز مهندسی و دقیق، بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری، و شیوه‌های جایگزین قطعات توسط پرسنل آموزش داده‌شده بستگی زیادی دارد. تحقیقات قابلیت اطمینان تجهیزات EPRI عوامل عملکرد انسانی، برنامه‌ریزی و فنی را در مطالعات تحقیقی در مورد ابزارها، تکنیک‌ها و روش‌های پیاده‌سازی در نظر می‌گیرد که می‌تواند ایمنی و قابلیت اطمینان کلی واحد تولید هسته‌ای را افزایش دهد. این برنامه‌ها به قرار زیر می‌باشند:

ابزار دقیق و کنترل^۴، تعمیر و نگهداری واحدهای هسته‌ای با برنامه‌های کاربردی^۵ و مهندسی واحد تولیدی (QA)^۶

❖ قابلیت اطمینان سوخت: کمبود و دردسترس نبودن به‌موقع سوخت و مسائل بهره‌برداری می‌تواند متحمل ده‌ها میلیون

دلار هزینه برای هر بار وقوع رویداد گردد. تحقیقات قابلیت اطمینان سوخت EPRI پایه‌های فنی برای اجتناب از این

۱- Instrumentation, Controls, and Automation - Program 68

۲- Maintenance Management & Technology - Program 69

۳- Operations Management & Technology - Program 108

۴- Instrumentation and Control

۵- Nuclear Maintenance Application Center

۶- Plant Engineering (QA)

مشکلات با بررسی ریشه‌های آن، تجزیه و تحلیل میله‌های سوخت از کار افتاده^۱، و توسعه دستورالعمل‌های قابلیت اطمینان سوخت را پایه‌ریزی و توسعه می‌دهد. تحقیقات بلندمدت قابلیت در دسترس بودن مفاهیم سوخت پیشرفته را ارزیابی می‌کند که می‌تواند زمان بیشتری را برای کاهش اقدامات در شرایط حادثه ارائه کند.

❖ پیری / تخریب مواد: عملکرد طولانی‌مدت و یکپارچگی ساختاری اجزای نیروگاه هسته‌ای را می‌توان از طریق درک بالا از خواص مواد، مکانیزم‌های خوردگی، فعل و انفعالات شیمیایی آب و شیوه‌های بهره‌برداری و مدیریت واحد تولید هسته‌ای افزایش داد. تحقیقات پیری و تخریب مواد EPRI کمک می‌کند تا صاحبان نیروگاه‌های هسته‌ای عمر واحد تولیدی خود را پیشینه کنند، تکنولوژی‌ها را برای رسیدگی به پیری و تخریب مواد توسعه دهند، حوادث را پیش‌بینی و از آن جلوگیری کنند و ظرفیت، قابلیت اطمینان و در دسترس‌پذیری واحد را بهبود دهند.

❖ برنامه قابلیت اطمینان مواد راکتور تحت فشار آب

❖ مدیریت ریسک و ایمنی: تکنیک‌های ارزیابی ریسک و ایمنی، صاحبان نیروگاه هسته‌ای را قادر می‌سازد تا طراحی، تعمیر و نگهداری و تصمیم‌گیری‌های بهره‌برداری مناسب‌تری اتخاذ کنند و به بهره‌برداری امن‌تر و مقرون‌به‌صرفه‌تر واحدهای هسته‌ای کمک می‌کند. EPRI مدل‌های ریسک و ایمنی را توسعه و تصحیح می‌کند تا اطمینان حاصل شود که تصمیم‌گیری‌ها بر مبنای این مدل‌ها بوده و تجربه‌های بهره‌برداری و پیشرفت‌های محاسباتی کنونی را منعکس کند. فعالیت‌های پژوهشی همچنین کمک می‌کند تا ریسک‌های ناشی از سیستم داخلی واحد هسته‌ای و خطرات خارجی از جمله زلزله، سیل، آتش سوزی، گردباد، و تهدیدات امنیتی کمی‌سازی گردد.

۵-۱-۱-۱- لیست مطالعات انجام‌شده

- مطالعه‌ی قابلیت اطمینان نیروگاه‌های برق‌آبی [۷۷]
- طراحی با قابلیت اطمینان زیاد مدارهای کنترلی و لوازم جانبی توربین‌های گازی [۷۸]
- کدگذاری تجهیزات استاندارد برای گزارش‌های قابلیت اطمینان توربین گازی [۷۹]
- تاثیر شرایط بازار گاز طبیعی بر نیازهای انعطاف‌پذیر سوخت برای واحدهای تولید توان موجود و جدید [۸۰]

- ارزیابی قابلیت اطمینان ایستگاه تولید توان کرونادو^۱ [۸۱]
- مدیریت ریسک مبنای تجهیزات نیروگاهی [۸۲]
- طراحی‌های ژنراتور و توربین بخار برای کاربردهای سیکل ترکیبی [۸۳]
- ارزیابی مهندسی بازبینی از کندانسور برای واحدهای فسیلی سایکلی (چرخه‌ای) [۸۴]
- روش‌های ارزیابی و ابزارهای بهره‌برداری برای قابلیت اطمینان شبکه [۸۵]
- راهنمای تعمیر و نگهداری پیش‌بینانه برای چرخه‌های توربین احتراق و واحدهای سیکل ترکیبی [۸۶]
- تاثیر ملاحظات بهره‌برداری بر شاخص‌های قابلیت اطمینان مورد استفاده برای برنامه‌ریزی تولید [۸۷]
- دستورالعمل‌ها و مشخصات فنی برای نیروگاه‌های فسیلی با قابلیت اطمینان زیاد [۸۸]
- ارزیابی قابلیت اطمینان و دسترس‌پذیری واحدهای تولید توان سیکل ترکیبی داخلی انتخاب شده^۲ [۸۹]
- تاثیر تولیدات انرژی بازگشت‌پذیر توزیع‌شده بر بهره‌برداری و قابلیت اطمینان ریزشبکه‌ها [۹۰]
- دستورالعمل راهنما برای ارزیابی قابلیت اطمینان و برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان مبنا - بررسی ابزارها برای برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان [۹۱]
- تعمیر و نگهداری کاربرد محور واحدهای هسته‌ای^۳ [۹۲]
- مقدمه‌ای بر مدل‌سازی ارزیابی ریسک واحدهای تولید توان [۹۳]
- تاثیر فاکتورهای بهره‌برداری بر دسترس‌پذیری بویلر [۹۴]
- برنامه‌ای برای ادغام پیش‌بینی‌های تخریبی نوآوری‌های تکنولوژی در ارزیابی‌های ریسک تولید توان [۹۵]
- مقایسه کمی و کیفی (ارزیابی ریسک تولید) تکنیک‌های ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات [۹۶]

۱-۱-۱۶ - مطالعات انجام‌شده توسط EPRI بر روی قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع و انتقال

تجدیدساختار در سیستم‌های قدرت، افزایش تقاضا برای بهبود قابلیت اطمینان، کاهش هزینه‌ها و تاکید بر عملکرد رقابتی بازارهای انرژی الکتریکی بر اهمیت به‌کارگیری ملاحظات قابلیت اطمینان در مساله برنامه‌ریزی و بهره‌برداری از شبکه‌های

۱- Coronado

۲- Selected Domestic Combined-Cycle Power-Generating Plants

۳- Nuclear Maintenance Applications Center

قدرت افزوده است. سازمان EPRI از سال ۱۹۹۳ شروع به توسعه روش‌ها و الگوریتم‌های برنامه‌ریزی شبکه‌های توزیع نموده که هدف آن تعیین طراحی مقرون به صرفه شبکه‌های توزیع و انتقال با در نظر گرفتن استانداردهای مختلف می‌باشد. این سازمان از سال ۱۹۹۹ بر لزوم به کارگیری ملاحظات قابلیت اطمینان در مساله برنامه‌ریزی و بهره‌برداری شبکه‌های توزیع تاکید نموده است. در مساله برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت باید بین هزینه‌های انجام شده و قابلیت اطمینان سیستم مصالحه‌ای صورت پذیرد. نحوه در نظر گرفتن ملاحظات قابلیت اطمینان در مساله برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت یک سوال اساسی است. برای پاسخ به این سوال باید جنبه‌های زیر را در نظر گرفت:

- قابلیت اطمینان چگونه برای سیستم‌های توزیع و انتقال تعریف می‌شود؟
- قابلیت اطمینان در سیستم‌های توزیع چگونه ارزش گذاری می‌شود؟
- چگونه می‌توان قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع را کنترل نموده و یا آن را بهبود بخشید؟
- از چه روش‌هایی می‌توان به ارزیابی، اندازه‌گیری و یا پیش‌بینی قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع پرداخت؟

برای پاسخ‌گویی به این سوالات تحقیقات گسترده‌ای در سازمان EPRI انجام شده است. در [۹۷] قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع مورد بررسی قرار گرفته و به منظور توسعه روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع، تحقیقاتی که تاکنون در این زمینه انجام شده به صورت یک بانک اطلاعاتی گردآوری شده است. در ادامه به معرفی قابلیت اطمینان پرداخته شده و تعاریف آن از نگاه مصرف‌کننده و شرکت توزیع مورد بررسی و نقد قرار گرفته است. تفاوت‌های بین مفهوم قابلیت اطمینان تجهیزات مورد استفاده و قابلیت اطمینان شبکه نیز از جنبه‌های مختلف بیان شده است.

روش‌های ارزیابی و پیش‌بینی قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع و همچنین شاخص‌های مورد استفاده برای ارزیابی عملکرد تجهیزات و شبکه مانند تعداد خرابی، مدت زمان خرابی و تداوم سرویس‌دهی نیز مرور شده است. همچنین در این گزارش اقدامات صورت گرفته توسط شرکت‌های توزیع در رابطه با قابلیت اطمینان سیستم بررسی شده است. در این مرجع رابطه میان اقدامات رگولاتوری و نقش آن در برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان شبکه، تکنیک‌های ارزیابی و اندازه‌گیری، جمع‌آوری اطلاعات و تصمیم‌های بهره‌برداری و سرمایه‌گذاری مورد بررسی قرار گرفته است. در انتها به بررسی مسائل مربوط به کیفیت توان و رابطه آن با قابلیت اطمینان سیستم پرداخته شده و اقدامات انجام گرفته توسط شرکت‌های توزیع در این زمینه مانند جمع‌آوری اطلاعات مرتبط و نحوه انتخاب تجهیزات به منظور بهبود کیفیت توان شبکه مورد بررسی قرار گرفته است.

در این گزارش مطالعات صورت گرفته بر روی قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع در قالب موضوعات زیر تقسیم‌بندی شده است:

- اندازه‌گیری و تعاریف قابلیت اطمینان

مفهوم قابلیت اطمینان را می‌توان از جنبه‌های گوناگون مورد بررسی قرار داد. بدین منظور در این قسمت به مرور تعاریف مختلف ارائه شده در مقالات و مطالعات مختلف برای مفهوم قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع از نگاه مصرف‌کننده، شرکت توزیع و رگولاتور پرداخته شده و در ادامه سه جنبه مهم از قابلیت اطمینان، مفاهیم کفایت سیستم (تامین ظرفیت موردنیاز)، امنیت (توانایی تحمل و مقابله با پیشامدهای احتمالی) و کیفیت (مشخصات فرکانس، ولتاژ و هارمونیک قابل قبول) معرفی شده است. در کنار تعاریف مختلف ارائه‌شده برای قابلیت اطمینان، روش‌های مختلفی نیز برای ارزیابی و اندازه‌گیری آن در شبکه‌های توزیع ارائه شده است. ارزیابی قابلیت اطمینان فاکتورهای مهمی از جمله تعداد خرابی‌ها، مدت زمان خرابی، میزان شدت وقوع خرابی و گستره آن را مورد مطالعه قرار می‌دهد. شرکت‌های مختلف از شاخص‌های مختلفی برای ارزیابی عملکرد شبکه تحت پوشش خود استفاده می‌نمایند. در ادامه این بخش انواع شاخص‌های احتمالاتی پرکاربرد و نحوه محاسبه آنها معرفی شده و سپس اقدامات و مطالعات صورت‌گرفته جهت یکسان‌سازی شاخص‌های مورد استفاده و محک‌زنی استانداردهای قابلیت اطمینان نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

- خطاها و خرابی‌ها

در این گزارش مطالعات قابلیت اطمینان در این حوزه به دسته‌های زیر تقسیم می‌شود:

- ✓ مطالعه نرخ خرابی بر اساس نوع تجهیز (مانند ترانسفورماتور، بانک خازنی، کابل و غیره)
- ✓ مدت زمان وقوع خرابی
- ✓ دلایل ایجاد خرابی (مانند آب و هوا، تصادف، بارگذاری زیاد و غیره)
- ✓ تقسیم‌بندی نوع خطاها (برای مثال بر اساس اینکه در شبکه توزیع رخ داده و یا در شبکه انتقال، خود به خود رفع می‌شود و یا موجب عملکرد تجهیزات کلیدزنی خواهد شد، موجب خاموشی خواهد شد و غیره)

- بهبود قابلیت اطمینان

در این گزارش همچنین اقدامات صورت‌گرفته توسط شرکت‌های مختلف جهت بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس این مطالعات این حوزه به دسته‌های زیر تقسیم شده است:

✓ اقدامات صورت گرفته جهت بهبود قابلیت اطمینان تجهیزات مورد استفاده

✓ بررسی سیاست‌های مختلف پیاده‌سازی شده در حوزه تعمیر و نگهداری و تاثیر آن بر قابلیت اطمینان

شبکه توزیع

✓ بهبود قابلیت اطمینان سیستم از طریق بهبود اتصالات شبکه، افزایش تجهیزات حفاظتی و کلیدزنی

• موضوعات رگولاتوری

هرجا که انحصار وجود داشته باشد، اولین قشری که آسیب پذیر است، مشتریان و مصرف کنندگان خواهند بود. شرکت‌های توزیع، برق را با هر کیفیت و قیمتی که بخواهند ارائه می‌دهند و از آنجایی که انتخاب دومی برای مصرف کنندگان وجود ندارد، به ناچار مجبور به پذیرش آن هستند. برای حل این معضل مقرراتی وضع شده است که قانونگذار^۱ به وسیله این مقررات قادر خواهد بود بر عملکرد شرکت‌های انحصاری کنترل داشته یا اصطلاحاً عملکرد شرکت‌های توزیع را تنظیم کند.

منظور از تنظیم^۲ فرآیندی است که طی آن یک سازمان به نظارت و تدوین قوانین برای شرکت‌های تحت نظارت خود می‌پردازد. تنظیم می‌تواند در رفتار محدودیت ایجاد کند، تشویق‌های خوب یا بد در نظر گیرد و راه مداخلات سیاسی را تشخیص و کاهش دهد. تنظیم در سیستم توزیع برق، قانون‌گذاری برای بازیگران این قسمت (به ویژه شرکت‌های توزیع کننده برق) از سیستم قدرت است؛ که قیمت‌گذاری یکی از مهمترین بخش‌های آن است. با توجه به وجود بخش‌های انحصاری در سیستم توزیع مثل شبکه و تجهیزات، تنظیم مقررات به عنوان کلیدی، قفل نحوه قیمت‌گذاری این خدمات و نظارت بر آنها را باز می‌کند.

در این مطالعات به بررسی و تعیین معیارها و استانداردهای اجباری و اختیاری قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع و انتقال پرداخته و تاثیر این اقدامات مورد نقد قرار گرفته است. قانون‌گذاری در حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع چندان معمول نیست و اقدامات اندکی در این حوزه انجام شده است. به عنوان نمونه‌ای از این اقدامات می‌توان به لزوم ملاحظه معیار پیشامدهای مرتبه دوم در طراحی شبکه توزیع اشاره نمود که از سوی کمیته خدمات عمومی نیویورک (NPCC) به شرکت یکپارچه ادیسون^۳ در پی خاموشی‌های گسترده ابلاغ شده است. تعیین جریمه و پاداش از سوی قانون‌گذاران بر عملکرد شرکت‌های توزیع از دیگر اقدامات صورت گرفته در این حوزه می‌باشد. همچنین گزارش‌دهی از عملکرد سالانه شرکت‌ها در

۱- Regulator

۲- Regulation

۳- Consolidated Edison

حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و توزیع نیز از موضوعات مهمی است که در این قسمت بر آن تاکید شده است. بر اساس قوانین وضع شده شرکت‌های توزیع موظفند در حوزه‌های زیر گزارش‌دهی نمایند:

✓ برنامه‌ریزی برای سرمایه‌گذاری جهت بهبود قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه‌های توزیع و انتقال

✓ پیاده‌سازی طرح‌های پیشین

✓ تعداد و مدت‌زمان وقوع خرابی‌ها و تاثیرات آنها بر شبکه تحت پوشش هر شرکت

✓ مقایسه تعداد و مدت زمان خرابی‌ها با دیگر شرکت‌ها

✓ بررسی شرایط، عمر، عملکرد و قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه‌های انتقال و توزیع

✓ هزینه ساخت و تعمیر و نگهداری شبکه انتقال و توزیع

✓ ثبت و جمع‌آوری و نگهداری اطلاعات مربوط به قابلیت اطمینان شبکه و خرابی و قطعی‌های ایجادشده

در تداوم سرویس‌دهی به مشترکین

• موضوعات مرتبط با کیفیت توان

کیفیت توان در سه دسته کلی تقسیم می‌شود: کیفیت ولتاژ، کیفیت تجاری و قابلیت اطمینان. کیفیت ولتاژ بیشتر بر روی شکل موج ولتاژ تاکید دارد. این دسته شامل تغییرات فرکانس یا نوسانات در اندازه ولتاژ، تغییرات کوتاه‌مدت ولتاژ (فرورفتگی ولتاژ)، برآمدگی ولتاژ^۱ و قطعی‌های کوتاه‌مدت) و حالت‌های گذرا می‌باشد. کیفیت تجاری عمدتاً مرتبط با توافقات بین شرکت‌ها و مشترکین است مانند شرایط اتصال مشترکین جدید، نصب وسایل اندازه‌گیری، چگونگی تنظیم صورت‌حساب و خواندن کنتورها و چگونگی پاسخ‌گویی به مشکلات و شکایات مشترکین. قابلیت اطمینان مهمترین جنبه کیفیت توان است. قابلیت اطمینان شبکه به‌وسیله توانایی شبکه برای تغذیه مداوم تقاضای مشترکین تعریف می‌گردد و به دو جزء کلی تقسیم می‌شود: کافی‌بودن ظرفیت تولید در بلندمدت و تغذیه مشترکین بدون هیچ قطعی.

انرژی الکتریکی باید به شکلی به مصرف‌کنندگان تحویل داده شود که نیازهای آنها را تامین نماید. هرگونه تغییر در این نیازها و یا نحوه تحویل انرژی به مشترکین تاثیر زیادی بر کیفیت توان شبکه خواهد داشت. کیفیت توان ویژگی‌های توان تحویلی به مصرف‌کنندگان مانند سطح ولتاژ، شکل موج و میزان هارمونیک‌های موجود را مورد بررسی قرار می‌دهد. با توجه به

۱- Dips

۲- Swells

افزایش استفاده از ادوات الکترونیک قدرت در شبکه‌های توزیع، حساسیت بیشتر بارهای موجود و افزایش بکارگیری سیستم اتوماسیون در شبکه‌های توزیع توجه به این حوزه نیز افزایش یافته است.

در این گزارش همچنین استانداردهای موجود در این زمینه معرفی شده و در ادامه مسائل کیفیت توان در شبکه‌های توزیع مورد بررسی قرار گرفته است و بر اساس آن مطالعات صورت گرفته در این حوزه را می‌توان به سه دسته زیر تقسیم‌بندی نمود:

- ✓ موضوعات مرتب با پایانه‌های مصرف
- ✓ موضوعات مرتبط با شرکت‌های توزیع
- ✓ موضوعات مرتبط با تولیدکنندگان تجهیزات

• مدل‌سازی قابلیت اطمینان

ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع اطلاعات ارزشمندی را در اختیار شرکت‌های توزیع قرار می‌دهد و آنها را قادر به تصمیم‌گیری بهتر در این زمینه می‌نماید. به‌علاوه این امر شرکت‌های توزیع را قادر می‌سازد تا نتیجه سرمایه‌گذاری‌ها و صرفه‌جویی‌های انجام شده در زمینه برنامه تعمیر و نگهداری را پیش‌بینی نموده و از تاثیر آنها بر روی نرخ خرابی تجهیزات و قابلیت اطمینان سیستم مطلع شوند. برای نیل به این هدف در این گزارش به بررسی مطالعات انجام گرفته در حوزه ارزیابی و مدل‌سازی قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع پرداخته شده است.

این مطالعات شامل ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه از طریق اطلاعات ثبت شده و پیش‌بینی آن می‌باشد. در ادامه به معرفی تئوری‌های موجود در این زمینه، سطوح مختلف ارزیابی قابلیت اطمینان، دسته‌بندی‌های مختلف و نرم‌افزارهای مورد استفاده جهت ارزیابی و پیش‌بینی قابلیت اطمینان پرداخته شده است. مدل‌سازی سری-موازی تجهیزات شبکه و روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان به‌صورت مدل‌سازی ریاضی و همچنین از طریق شبیه‌سازی (مونت کارلو) از دیگر موضوعاتی است که در این قسمت مورد مطالعه و تحقیق قرار گرفته است.

• تعیین هزینه قابلیت اطمینان

کلیه بخش‌های اقتصادی، بر اثر وقوع خاموشی متحمل خسارت می‌شوند که مقدار آن متأثر از وابستگی فعالیت‌های هر بخش به انرژی الکتریکی می‌باشد. محاسبه مقدار خسارت وارد شده به مشترکان مختلف بر اثر قطع برق از جهات مختلف حائز اهمیت است که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ✓ آگاهی مصرف‌کنندگان از نقش و جایگاه انرژی الکتریکی در فعالیت‌های جاری ایشان،

✓ فراهم آمدن معیار و مبانی پرداخت خسارت توسط عرضه کننده برق به مشترکان در صورت وقوع خاموشی.

✓ امکان قیمت گذاری برق بر اساس هزینه نهایی توسط عرضه کننده که در این صورت مشترک می تواند انرژی الکتریکی را با قابلیت اطمینان موردنظر و در ازای پرداخت هزینه مربوطه در دسترس داشته باشد.

✓ فراهم آمدن امکان برنامه ریزی کوتاه مدت (برنامه ریزی در حوزه بهره برداری^۱ و امنیت^۲ شبکه)، میان مدت (برنامه ریزی تعمیرات پیشگیرانه^۳ و برنامه ریزی تعمیرات اصلاحی^۴) و بلندمدت (برنامه ریزی برای گسترش و ارتقاء سطح تجهیزات به منظور تامین بار).

بدین منظور در این قسمت به بررسی مطالعات انجام گرفته در زمینه تعیین هزینه و ارزش قابلیت اطمینان پرداخته شده و نحوه ملاحظه این هزینه ها در فرایند بهره برداری و برنامه ریزی شبکه های توزیع نیز مورد مطالعه قرار گرفته است. مباحثی مانند تعیین تابع هزینه خاموشی مشترکین و ارزش بار از دست رفته از دیگر موضوعاتی است که در این بخش مورد توجه قرار گرفته است. هزینه خاموشی از یک سو تحت تاثیر عوامل اصلی تعیین کننده آن از قبیل زمان وقوع، مدت زمان خاموشی، و فرکانس وقوع خاموشی است و از سوی دیگر شرایط و محیطی که خاموشی در آن واقع می شود، تاثیر عمده و اصلی در هزینه خاموشی دارد. بر اساس این مطالعات می توان فاکتورهای موثر در هزینه خاموشی را به صورت زیر تقسیم بندی نمود:

✓ دیدگاه هر مشترک نسبت به اثرات ناشی از خاموشی با توجه به هدف وی در استفاده از برق

✓ درک مشترکین از خدمات قابلیت اطمینان

✓ زمان وقوع خاموشی

✓ مدت زمان خاموشی

✓ هشدار قبلی^۵

این سازمان در [۹۸] به بررسی موضوعات فنی-تخصصی در رابطه با تعیین ظرفیت های موردنیاز منابع انرژی برای مراکز داده و تسهیلات اینترنتی، بررسی قابلیت اطمینان این سیستم ها و کیفیت توان ارائه شده به این مراکز و نحوه افزایش و بهبود

۱- Operation

۲- Security

۳- Preventive Maintenance

۴- Corrective Maintenance

۵- Notification

آن می‌پردازد. در این گزارش همچنین بر نقش قابلیت اطمینان و کیفیت توان ارائه شده در افزایش کارایی و دسترس‌پذیری مراکز داده و تجهیزات مخابراتی تاکید می‌شود. بررسی نقش سیم‌کشی و آرایش زمین مناسب، تعیین استانداردهای لازم در زمینه قابلیت اطمینان این مراکز و تعیین برنامه‌های استراتژیک جهت دستیابی به اهداف مورد نظر از دیگر فعالیت‌های انجام‌شده در این گزارش می‌باشد.

در [۹۹] به بررسی اقدامات و فعالیت‌های انجام‌گرفته در زمینه موضوعات مرتبط با قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال پرداخته شده است. بررسی ابزارها و روش‌های موجود جهت ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال از دیگر اهداف این گزارش می‌باشد. این گزارش شامل دو مرحله است که در هر مرحله اهداف خاصی دنبال می‌شود. مرحله اول دارای دو هدف اصلی است. هدف اول بهبود روش‌های ارزیابی احتمالاتی قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های موجود و به‌کارگیری این روش‌ها برای ارزیابی حوزه‌های مختلف جغرافیایی می‌باشد. هدف دوم در این مرحله توسعه ابزارهای بهره‌برداری مورد نیاز جهت بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال در کوتاه‌مدت می‌باشد. در مرحله دوم این گزارش هدف اصلی توسعه ابزارهای مناسب در حوزه برنامه‌ریزی جهت بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال می‌باشد. اقدامات پیشنهادی جهت بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال طبق این گزارش به‌صورت زیر است:

- ✓ افزایش روش‌های بازار محور برای تضمین قابلیت اطمینان خدمات الکتریکی ارائه‌شده
- ✓ حذف موانع موجود جهت افزایش استفاده از منابع تولید پراکنده
- ✓ پشتیبانی و حمایت از استانداردهای قابلیت اطمینان الزامی در شبکه‌های قدرت
- ✓ تعیین اقدامات و فعالیت‌های مورد نیاز در مواقع اضطراری برای پیشامدهای با احتمال اندک
- ✓ افزایش سرمایه‌گذاری‌های دولت در زمینه تحقیق و توسعه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت
- ✓ بررسی جامع نواقص و آسیب‌های موجود در شبکه‌های قدرت

در [۱۰۰] به بررسی فعالیت‌های قابلیت اطمینان محور در شبکه‌های توزیع مانند برنامه‌ریزی و طراحی شبکه‌های توزیع، بهره‌برداری از شبکه‌های توزیع، بهبود قابلیت اطمینان در این شبکه‌ها و دیگر فعالیت‌های مرتبط پرداخته شده است. همچنین در این گزارش اطلاعات و فعالیت‌های مورد نیاز برای کمک به شرکت‌های توزیع جهت ارتقاء قابلیت اطمینان شبکه گردآوری شده است.

بر اساس این گزارش اقدامات انجام‌شده در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع در حوزه‌های زیر دسته‌بندی شده است:

- برنامه‌ریزی

در این قسمت ابتدا فلسفه طراحی شبکه‌های توزیع با در نظر گرفتن معیارهای قابلیت اطمینان، فعالیت‌های مرتبط با پیش‌بینی بار، تجزیه و تحلیل پیشامدهای ممکن، تعیین ظرفیت تجهیزات و تعیین میزان بودجه لازم برای انجام این فعالیت‌ها مورد مطالعه قرار گرفته و نقش آنها در قابلیت اطمینان سیستم توزیع مورد بررسی قرار می‌گیرد.

- طراحی شبکه

فعالیت‌های صورت‌گرفته در این قسمت شامل طراحی پست‌ها و فیدرهای شبکه توزیع، پیاده‌سازی طرح حفاظتی اضافه جریان، تنظیم رله‌ها و تپ ترانسفورماتورهای موجود و مباحث مرتبط با تغییر آرایش شبکه می‌باشد.

- ساخت و ساز

اقدامات و روش‌های موردنیاز جهت نصب پست‌های توزیع، فیدرهای هوایی و زمینی و بررسی ایمنی سیستم در این قسمت مورد بررسی قرار گرفته و معرفی شده است.

- بهره‌برداری

موضوعات مورد بحث در این بخش شامل آنالیز پیشامدها، بررسی خطاهای انسانی، مدیریت و آموزش منابع انسانی، اقدامات موردنیاز در مواجهه با پیک بار، مدیریت اتفاقات و برنامه‌های بازیابی سیستم می‌باشد.

- تعمیر و نگهداری

در این قسمت به بررسی اقدامات صورت‌گرفته در رابطه با برنامه‌های تعمیر و نگهداری و پایش تجهیزات موجود در شبکه هوایی و زمینی، شاخه‌زنی درختان و مدیریت پوشش گیاهی، ارزیابی شرایط تجهیزات و تشخیص عیب در آنها پرداخته شده است.

در [۱۰۱] استراتژی‌های مختلف شرکت‌های توزیع جهت بهبود کیفیت توان ارائه شده به مشترکین بررسی شده، معایب و مزایای هر راهکار و هزینه لازم جهت پیاده‌سازی آن مورد مطالعه قرار گرفته است. از آنجایی که بکارگیری تجهیزات موجود در شبکه‌های توزیع و انتقال جهت بهبود کیفیت توان هزینه بالایی داشته و مزایای آن تنها برای تعداد محدودی مصرف‌کننده قابل حصول است؛ شرکت‌های توزیع در جستجوی تجهیزات و روش‌هایی هستند که هزینه پایینی داشته و بتواند بخش عمده‌ای از مصرف‌کنندگان را تحت تاثیر قرار دهد.

این گزارش بیشتر بر روی سه موضوع افت ولتاژ، عدم سرویس‌دهی کوتاه‌مدت و بلندمدت متمرکز شده است و راهکارهایی مانند افزایش تجهیزات کلیدزنی، بهبود سیستم حفاظتی، هماهنگی بهتر رله‌ها و استفاده از محدودکننده‌های جریان خطا در ادامه پیشنهاد می‌شود. در [۱۰۲] به توسعه روش‌هایی جهت ارزیابی قابلیت اطمینان پرداخته می‌شود که در آنها قابلیت اطمینان سیستم در فرایند تصمیم‌گیری در حوزه اقتصاد شبکه‌های توزیع مورد توجه قرار می‌گیرد. در این گزارش مدل‌های استراتژی سرمایه‌گذاری ناحیه‌ای و روش‌های الویت‌بندی جهت بکارگیری ملاحظات قابلیت اطمینانی در مساله برنامه‌ریزی شبکه‌های توزیع تغییر داده می‌شوند. از دیگر اهداف این مرجع بررسی روش‌های کاهش ریسک سرمایه‌گذاری در مساله طراحی شبکه‌های توزیع و ارائه روشی جهت ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم توزیع با در نظر گرفتن پیشامدهایی با احتمال بسیار کم ولی با تبعات بالا می‌باشد.

شکل‌گیری بازارهای انرژی و تجدید ساختار در سیستم‌های قدرت چالش‌های جدیدی در ساختار یکپارچه شبکه انتقال ایجاد نموده و بررسی قابلیت اطمینان شبکه انتقال در سطح تجهیزات موجود نیز اهمیت فراوانی یافته است. بدین منظور در [۱۰۳] بر لزوم وجود استانداردها و معیارهای قابلیت اطمینان جهت مقایسه عملکرد تجهیزات شبکه انتقال تاکید شده است. بررسی استانداردها و معیارهای موجود در زمینه قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه انتقال و روش‌های محک‌زنی عملکرد آنها، شناخت کاستی‌های موجود در این زمینه، بررسی میزان توجه شرکت‌های توزیع به قابلیت اطمینان تجهیزات از مهمترین اهداف این گزارش می‌باشد.

در [۱۰۴] نیز مشابه قبل، قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه انتقال و معیار مورد نیاز جهت بررسی عملکرد آنها در این حوزه مورد مطالعه قرار گرفته است. برنامه‌ریزی صحیح و مدیریت مناسب برای دستیابی به تعادل بهینه میان هزینه‌های تعمیر و نگهداری تجهیزات و قابلیت اطمینان سیستم ضروری است. بدین منظور در [۱۰۵] به معرفی انواع برنامه‌های تعمیر و نگهداری، معرفی مباحث مدیریت دارایی و بررسی برنامه‌های تعمیر و نگهداری قابلیت اطمینان محور پرداخته شده است. از اهداف این گزارش ارائه راهکارهایی جامع جهت توسعه و مدیریت برنامه‌های تعمیر و نگهداری شرکت‌های توزیع می‌باشد. همچنین در این گزارش انواع مدهای خرابی تجهیزات، دلایل ایجاد خرابی و تاثیرات آنها نیز مورد مطالعه قرار گرفته است.

تقاضا برای بهبود کیفیت توان و قابلیت اطمینان سیستم، افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی و نگرانی‌های زیست محیطی سبب افزایش استفاده از منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو در سمت مصرف‌گردیده و در نتیجه نقش این ادوات در بهبود عملکرد شبکه‌های توزیع اهمیت فراوانی یافته است. در [۱۰۶] تاثیر منابع تولید پراکنده بر کیفیت توان و قابلیت اطمینان

سیستم توزیع مورد توجه و بررسی قرار گرفته است. معمولاً تاثیر این ادوات بر روی شبکه توزیع به محل اتصال این منابع به سیستم وابسته است. بنابراین نیاز به ابزارها و روش‌هایی جهت ارزیابی تاثیر این منابع بر عملکرد شبکه به ازاء سناریوهای مختلف و انواع تکنولوژی‌های موجود می‌باشد که در این گزارش به این موضوع پرداخته شده است.

در این گزارش موضوعات زیر در بررسی نقش تکنولوژی منابع تولید پراکنده در قابلیت اطمینان سیستم مورد بررسی قرار گرفته است:

- تاثیر اتصال منابع تولید پراکنده بر عملکرد ماشین‌های گردان در حین خطا
- تاثیر مشارکت جریان خطای منابع تولید پراکنده در عملکرد اشتباه کلیدهای قدرت
- تاثیر جریان خطای منابع تولید پراکنده بر هماهنگی ادوات حفاظتی موجود

هزینه حفظ قابلیت اطمینان سیستم در نقطه‌ای مطلوب یکی از مهمترین عوامل در تعیین عملکرد قابل قبول شرکت‌های توزیع می‌باشد. برای دستیابی به این هدف برنامه‌های تعمیر و نگهداری توسط این شرکت‌ها طراحی و برنامه‌ریزی شده است. بیشترین فایده در صورتی از اجرای این برنامه‌ها قابل حصول خواهد بود که تجهیزاتی که در معرض خطر وقوع خرابی قرار دارند، مورد توجه قرار گیرند.

بدین منظور در [۱۰۷] به بررسی استفاده از تکنولوژی مادون قرمز در بازرسی وضعیت تجهیزات شبکه به منظور تعیین زمان تعمیر و یا جایگزینی آن پرداخته شده است. در [۱۰۸] به بررسی تجدید ساختار و شکل‌گیری بازارهای انرژی در کالیفرنیا پرداخته شده است و چالش‌های پیش رو در زمینه تامین قابلیت اطمینان مطلوب در این شبکه مورد توجه قرار گرفته است. از مهمترین مسائلی که در این تحقیق بدان پرداخته شده است، می‌توان بررسی تضمین قابلیت اطمینان مطلوب در شرایط بحرانی شبکه از طریق ساز و کار بازاری و همچنین تضمین قابلیت اطمینان لحظه‌ای سیستم با توجه به شکل‌گیری بازارهای نقطه‌ای انرژی را نام برد. استفاده از شاخص‌های قابلیت اطمینان جهت بررسی و مقایسه عملکرد شرکت‌های توزیع از اصلی‌ترین روش‌های محک‌زنی در این حوزه می‌باشد.

مرجع [۱۰۹-۱۱۰] ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم توزیع را مورد توجه قرار داده و به بررسی متغیرهای تاثیرگذار بر شاخص‌های قابلیت اطمینان و روش‌های بهبود این شاخص‌ها در شبکه توزیع می‌پردازد. در این تحقیق اطلاعات مربوط به اتفاقات و خرابی‌ها در شبکه توزیع ۲۴ ایالت کشور آمریکا در ۶۴ شرکت توزیع در طول ۱۰ سال (سال‌های ۱۹۹۲-۲۰۰۱)

جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بر اساس این گزارش، عواملی که می‌توانند بر شاخص‌های محاسبه‌شده و صحت و دقت آنها تاثیرگذار باشند، به صورت زیر است:

- طبقه‌بندی اطلاعات

- ✓ رخدادهای بزرگ

- ✓ خرابی و قطعی‌ها

- ✓ خروج‌های برنامه‌ریزی‌شده و یا برنامه‌ریزی‌نشده

- ✓ شبکه توزیع و یا شبکه انتقال

- ناحیه سرویس‌دهی

- ✓ شرایط جغرافیایی

- ✓ شرایط آب و هوایی

- ✓ پوشش گیاهی

- ✓ عبور و مرور حیوانات

- فرایند جمع‌آوری اطلاعات

- ✓ گزارش خرابی

- ✓ فرایند بازیابی شبکه

- ✓ اتصال مصرف‌کننده به شبکه

- آرایش شبکه

- ✓ روستایی، شهری و یا حومه شهر

- ✓ مشخصات بار

- ✓ شبکه توزیع هوایی و یا زمینی

- ✓ سطح ولتاژ

- ✓ سیستم حفاظتی

مرجع [۱۱۱] به معرفی و تشریح مفاهیمی مانند امنیت، کیفیت توان، قابلیت اطمینان و در دسترس‌پذیری در شبکه‌های قدرت پرداخته است. در ادامه به معرفی ویژگی‌های هر یک، واژگان مرتبط با آنها و شاخص‌هایی که برای اندازه‌گیری عملکرد سیستم قدرت در این حوزه‌ها استفاده می‌شود، می‌پردازد. در [۱۱۲] طراحی شبکه‌های توزیع و انتقال به‌منظور بهبود قابلیت اطمینان و کیفیت توان سیستم مورد مطالعه قرار گرفته است. در این تحقیق همچنین استانداردهای مختلف قابلیت اطمینان در حوزه طراحی و بهره‌برداری از شبکه‌های انتقال و توزیع بررسی شده است. از مهمترین عناوین مورد مطالعه در این تحقیق موارد زیر را می‌توان نام برد:

- مسائل مرتبط با قابلیت اطمینان و کیفیت توان
- استراتژی‌های حفاظتی
- مسائل مرتبط با ساخت و ساز شبکه
- حفاظت از حیوانات
- بهبود خطاهای ناشی از برخورد درختان
- حفاظت رعد برق، برق‌گیر و آرایش زمین
- مسائل مرتبط با انتخاب تجهیزات
- آرایش‌های مرسوم در طراحی شبکه

با توجه به افزایش فشارها از سوی مصرف‌کنندگان و قانون‌گذاران جهت حفظ و ارتقاء قابلیت اطمینان سیستم با کمترین هزینه، مدیریت دارایی در شبکه‌های توزیع و انتقال اهمیت فراوانی دارد. تمرکز اصلی تحقیقات اخیر سازمان EPRI در حوزه مدیریت دارایی توسعه، مبنایی برای انتخاب گزینه‌های مختلف تعمیر و نگهداری و یا جایگزینی تجهیزات با حفظ تعادل میان ریسک نرخ خرابی تجهیزات و هزینه‌های مربوطه می‌باشد. بدین منظور در [۱۱۳] تخمین نرخ خرابی تجهیزات به عنوان یکی از ابزارهای لازم در مدیریت دارایی پرداخته شده است. هدف اصلی این تحقیق ارائه اطلاعات مورد نیاز در مورد نرخ خرابی تجهیزات و انواع برنامه‌های تعمیر و نگهداری پیشگیرانه و توسعه مدلی به‌منظور تخمین نرخ خرابی تجهیزات حفاظتی موجود در شبکه توزیع مانند برق‌گیرها، دژنکتورها، فیوزها و بازبستها می‌باشد.

مرجع [۱۱۴] نیز مشابه مرجع قبل به تخمین نرخ خرابی ترانسفورماتورهای موجود در پست‌های توزیع به‌منظور مدیریت بهتر دارایی می‌پردازد. افزایش تدریجی دما و وقوع طوفان می‌تواند از عوامل تاثیرگذار بر قابلیت اطمینان سیستم توزیع و انتقال

باشد. بدین منظور در [۱۱۵] به بررسی تاثیر شرایط آب و هوایی بر قابلیت اطمینان سیستم قدرت پرداخته شده و اطلاعات سودمندی را در این زمینه برای سیاست‌گذاران در عرصه صنعت، مدیران اجرایی، طراحان و بهره‌برداران سیستم قدرت ارائه می‌نماید. از اهداف اصلی این گزارش بررسی تاثیر تغییرات شرایط آب و هوایی و دمای منطقه بر نرخ خرابی تجهیزات، شاخص‌های قابلیت اطمینان سیستم، برنامه‌های مدیریت دارایی، پست‌های انتقال و واحدهای اتمی می‌باشد.

در ساختار رقابتی امروز صنعت برق، شرکت‌های توزیع جهت سرمایه‌گذاری بهتر در بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های خود باید درک درستی از ارزش قابلیت اطمینان برق مصرفی از نگاه مشترکین داشته باشند. در [۱۱۶] به تخمین هزینه ناشی از خرابی و عدم سرویس‌دهی به انواع مشترکین پرداخته شده است. از اهداف اصلی این گزارش تخمین هزینه‌های خرابی مصرف‌کنندگان خانگی، تجاری و صنعتی و همچنین تعیین هزینه‌های قابلیت اطمینان در برنامه‌ریزی‌های شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع را می‌توان نام برد.

بر اساس مطالعات انجام‌شده فعالیت‌های این سازمان در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به صورت زیر

خلاصه نمود:



شکل ۱-۳: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان EPRI

۱-۱۲ - سازمان NYISO

اپراتور مستقل سیستم نیویورک (NYISO)^۱ یک شرکت غیرانتفاعی است که در قلب سیستم الکتریکی ایالت نیویورک قرار داشته و وظیفه بهره‌برداری از شبکه انتقال، نظارت و مانیتورینگ بازار انرژی الکتریکی در سطح عمده‌فروشی و برنامه‌ریزی برای وضعیت انرژی پیش روی ایالت را عهده‌دار است. همچنین NYISO مسئولیت بهره‌برداری پایدار و قابل اطمینان حدود ۱۱۰۰۰ مایل از شبکه انتقال و تنظیم توان بیش از ۵۰۰ واحد تولیدی را نیز داراست. جهت انجام فرایند برنامه‌ریزی، NYISO

^۱- New York Independent System Operator

افقی ۱۰ ساله را در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت خود در نظر می‌گیرد. از اهداف NYISO می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- حفظ و بهبود قابلیت اطمینان منطقه
- اجرای بازار انرژی الکتریکی عمده‌فروشی به صورت کاملاً رقابتی، آزاد و منصفانه
- برنامه‌ریزی سیستم قدرت برای آینده
- تهیه اطلاعات مستند و حقیقی برای سیاست‌گذاران، شرکت‌کنندگان در بازار انرژی و سرمایه‌گذاران در سیستم قدرت

برای رسیدن به اهداف فوق این سازمان شامل سه کمیته مدیریت، کمیته مرتبط با مسائل اقتصادی و کمیته بهره‌برداری می‌باشد. از مهمترین مطالعاتی که در این سازمان انجام می‌شود، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- مطالعات برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان: این مطالعات جهت تعیین نیازمندی‌های حال حاضر شبکه قدرت در زمینه قابلیت اطمینان سیستم با توجه به روند گذشته مصرف انرژی در ایالت انجام می‌شود.
- مطالعات برنامه‌ریزی اقتصادی: این مطالعات جهت ارزیابی وضعیت پیش رو و فعلی گرفتگی خطوط شبکه و بررسی تاثیر اقتصادی طرح‌های پیشنهادی بر کاهش گرفتگی خطوط انجام می‌شود.
- مطالعات کفایت تولید: مطالعات کفایت تولید به منظور ارزیابی اینکه چه واحدهایی اکنون مورد استفاده قرار گرفته‌اند و اینکه چه واحدهایی باید در آینده مورد استفاده قرار گیرند، انجام می‌شوند [۱۱۷].

همچنین موضوعاتی مانند شبکه‌های هوشمند، گستردگی بازارهای بین منطقه‌ای، برنامه‌ریزی‌های بین منطقه‌ای توسعه یافته و استفاده هر چه بیشتر از انرژی‌های پاک در زمره اولویت‌های تحقیقاتی این سازمان قرار دارد. در [۱۱۸] به معرفی برنامه جامع برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان این سازمان پرداخته شده است. این برنامه ابتدا زمینه‌ای را جهت ارزیابی نیازمندی‌های قابلیت اطمینان شبکه قدرت ایالت نیویورک فراهم نموده و در ادامه به بررسی راه‌حل‌های رگولاتوری و راه‌حل‌های مبتنی بر ساز و کار بازاری می‌پردازد.

راه‌حل‌های مبتنی بر بازار شامل منابع سمت مصرف (مانند اقدامات لازم در جهت صرفه‌جویی و کاهش مصرف)، منابع سمت تولید (مانند افزایش تعداد واحدهای در زمان پیک و همچنین افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر) و تسهیلات شبکه انتقال (مانند بهبود ظرفیت خطوط انتقال، احداث خطوط جدید و قراردادهای انتقال انرژی) می‌باشد. همچنین راه‌حل‌های

رگولاتوری نیز شامل منابع سمت مصرف (برنامه‌های صرفه‌جویی مالکان شبکه انتقال)، تسهیلات شبکه انتقال (مانند احداث خطوط جدید، افزایش ظرفیت خطوط موجود با استفاده از ادواتی مانند بانک‌های خازنی) و منابع سمت تولید (مانند ژنراتورهای جدید برای تامین پیک بار و بهبود عملکرد واحدهای تولیدی) می‌باشد.

در مطالعات ارزیابی نیازمندی‌های قابلیت اطمینان شبکه افقی ده ساله در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر این ارزیابی، تحلیل حساسیت و بررسی سناریوهای مختلف نیز به منظور بررسی فرصت‌ها و چالش‌های موجود در این زمینه انجام می‌گیرد. از مهمترین موضوعاتی که در این برنامه مورد توجه قرار گرفته است، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- توسعه منابع تولید
- از رده خارج نمودن واحدهای موجود
- برنامه‌های مالکان شبکه انتقال
- بررسی تنوع سوختی و در دسترس پذیری آنها
- تاثیر تکنولوژی‌های نو مانند منابع تولید پراکنده
- بررسی عدم قطعیت‌های بار
- برنامه‌های شبکه‌های قدرت مجاور

همچنین در [۱۱۹] این سازمان به بررسی تاثیر سیاست‌های حفاظت از محیط زیست پرداخته است. از مهمترین مسائلی که در این رابطه مورد توجه قرار گرفته است می‌توان به استفاده از تکنولوژی‌های کنترلی نوین در کاهش اکسیدهای نیتروژن، تکنولوژی‌های بازیافت نوین و همچنین استفاده از انرژی‌های نو مانند انرژی بادی اشاره نمود. این سازمان در [۱۲۰] به معرفی برنامه جامع روند برنامه‌ریزی شبکه قدرت خود پرداخته است. مهمترین موضوعاتی که در این گزارش به آن پرداخته شده است، شامل موارد زیر است:

- برنامه‌ریزی شبکه انتقال
- برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان شبکه قدرت
- ارزیابی گرفتگی خطوط شبکه
- بررسی سیاست‌های موجود در این زمینه

همچنین این سازمان در [۱۲۱] موضوعات مرتبط با قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و توزیع را مورد بررسی قرار داده است. بر اساس این گزارش موضوعات مرتبط با قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- موضوعات رگولاتوری
- معیارها و استانداردهای قابلیت اطمینان
- توافقات و نحوه پیاده‌سازی و اجرای آنها
- برنامه‌ریزی شبکه‌های انتقال شامل روش‌ها و روندهای برنامه‌ریزی، توسعه شبکه و نصب خطوط جدید و برنامه‌ریزی برای شبکه‌های بین منطقه‌ای
- بهره‌برداری از شبکه انتقال شامل موضوعات برنامه‌ریزی بهره‌برداری، برنامه‌ریزی روز پیش، بهره‌برداری بلادرنگ، بسترهای مخابراتی لازم و آموزش اپراتورها
- ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه انتقال شامل موضوعات معرفی شاخص‌های مورد استفاده، آنالیز امنیت سیستم اطلاعات مورد نیاز جهت ارزیابی

همچنین موضوعات مرتبط با قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع را نیز می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- برنامه‌های مورد نیاز برای شرایط اضطراری
- برنامه‌های بازیابی سیستم
- برنامه‌های مقابله با طوفان
- بهبود قابلیت اطمینان شامل برنامه‌های بهبود فیدهای توزیع، برنامه‌های کلیدزنی دستی و اتوماتیک و جایگزینی کابل‌ها و خطوط فرسوده شبکه توزیع
- موضوعات مرتبط با کیفیت توان سیستم توزیع
- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم توزیع

از دیگر موضوعاتی که در این گزارش به آن پرداخته شده است شامل ملاحظات مرتبط با هزینه قابلیت اطمینان، مسائل مرتبط با حفاظت از محیط زیست و تاثیر سیاست‌های مختلف بر قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع و انتقال (بازدهی انرژی، افزایش ناگهانی بار، تغییرات و کنترل بار، منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو، تجدید ساختار در صنعت برق، رتبه‌بندی

شرکت‌های توزیع بر اساس عملکرد، انواع مکانیسم‌های رگولاتوری) می‌باشد. همچنین این سازمان، در این گزارش جدیدترین موضوعات تحقیقاتی موجود در این زمینه را به صورت زیر دسته‌بندی نموده است:

- از مدار خارج کردن واحدهای تولیدی فرسوده
- استفاده از واحدهای هسته‌ای و چالش‌های مرتبط با آن
- ریسک‌های خارج‌سازی تجهیزات به دلیل شرایط بازار و قوانین زیست محیطی
- مسائل مرتبط با تنوع سوخت و در دسترس‌پذیری آنها
- پیری تجهیزات شبکه انتقال
- تغییرات بار
- شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های آن
- ذخیره‌سازهای انرژی، خودروهای برقی

بر اساس مطالعات انجام‌شده فعالیت‌های این سازمان در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:



شکل ۱-۴: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان NYISO

۱-۱۳ - سازمان CEA

انجمن الکتریسیته کانادا (CEA)^۱ که در سال ۱۸۹۱ تاسیس شده است، مرکز ملی مطالعات برق این کشور و بخش پیشرو در زمینه تجارت انرژی الکتریسیته در کانادا است. اعضای این سازمان متشکل از شرکت‌های توزیع و انتقال انرژی الکتریکی،

تولیدکنندگان مستقل توان، شرکت‌کنندگان در بازار انرژی الکتریکی و تولیدکنندگان تجهیزات می‌باشند که در حفظ پویایی صنعت برق این کشور مشارکت فعالی دارند. تامین ایمن، پایدار و قابل اطمینان انرژی الکتریسیته با قیمتی کاملاً رقابتی از اهداف این سازمان می‌باشد. همچنین مهمترین اولویت‌های تحقیقاتی این سازمان به صورت زیر است:

- زیرساخت‌های صنعت برق
- بازدهی انرژی الکتریکی
- تکنولوژی‌های نو
- تنظیم مقررات در حوزه انرژی الکتریکی
- محیط زیست
- امنیت شبکه قدرت

این سازمان از سال ۱۹۷۸ با ایجاد سیستمی متمرکز اقدام به جمع‌آوری اطلاعات پایایی و آمار خرابی در صنعت برق این کشور نموده است و امروزه یکی از جامع‌ترین پایگاه‌های اطلاعاتی موجود در این زمینه را داراست. برنامه‌های تحلیلی CEA وظیفه آنالیز این اطلاعات را برعهده داشته و گزارشاتی سالیانه در زمینه قابلیت اطمینان سیستم تولید، انتقال و توزیع کانادا فراهم می‌نماید. اهداف این برنامه عبارتند از:

- فراهم‌نمودن تصویری جامع و دقیق از عملکرد سیستم الکتریکی در کل کشور کانادا
- کمک به فعالان موجود در این حوزه جهت بهبود عملکرد سیستم و تجهیزات، افزایش کارایی عملیاتی، افزایش ایمنی کارکنان، رضایت مصرف‌کننده و کاهش هزینه‌ها.

پایگاه‌های اصلی داده و حوزه‌های گزارش‌دهی این سازمان شامل موارد زیر می‌باشد:

✓ تجهیزات تولید توان (وضعیت عملکرد پیوسته، خطاها و خرابی‌ها)

این بخش اطلاعاتی در رابطه با عملکرد واحدهای تولیدی ارائه می‌دهد. این اطلاعات می‌تواند جهت محک‌زنی عملکرد واحدهای تولیدی، تصمیم‌گیری در مورد توسعه سیستم تولید و یا بهبود آن، اجرای بهتر برنامه‌های تعمیر و نگهداری واحدهای تولیدی و برنامه‌ریزی سیستم قدرت جهت بهره‌مندی حداکثری از آن مورد استفاده گردد.

✓ تجهیزات انتقال توان (خرابی خطوط، ترانسفورماتورها، کلید و دلایل خرابی)

این بخش گزارشاتنی در رابطه با عملکرد تجهیزات شبکه انتقال در کشور کانادا فراهم می‌نماید. این اطلاعات می‌تواند جهت محک‌زنی عملکرد خطوط شبکه انتقال، تصمیم‌گیری در مورد ساخت و توسعه خطوط انتقال موجود، برنامه‌های تعمیر و نگهداری واحدهای تولیدی و برنامه‌ریزی سیستم قدرت به‌منظور عملکرد بهینه مورد استفاده قرار گیرد.

✓ تداوم خدمات رسانی شبکه توزیع (تعداد وقوع، مدت و دلایل خاموشی‌ها، شاخص‌های قابلیت اطمینان)

این بخش گزارشاتنی در رابطه با قابلیت اطمینان شبکه توزیع و تجهیزات موجود در آن ارائه می‌دهد. با استفاده از این اطلاعات، شرکت‌های توزیع می‌توانند اهدافی را جهت بهبود قابلیت اطمینان سیستم خدمات رسانی مشخص نموده و برنامه‌هایی را در حمایت از برنامه‌های تعمیر و نگهداری تجهیزات سیستم توزیع و تضعیف دلایل ایجاد خطا تعیین نمایند. شاخص‌های SAIDI^۱، SAIFI^۲ و CAIDI^۳ از جمله شاخص‌هایی هستند که در این گزارشات از آنها استفاده می‌شود. از این گزارش می‌توان جهت محک‌زنی عملکرد شرکت‌های توزیع در مورد کیفیت خدمات ارائه‌شده به مشترکین مورد استفاده قرار گیرد.

✓ سیستم قدرت (خاموشی شبکه انتقال و تولید به هم پیوسته)

این بخش اطلاعاتی را در مورد خرابی‌های محل اتصال شبکه توزیع به سیستم قدرت ارائه می‌دهد. با تجزیه و تحلیل خرابی‌های موقتی و دائمی، از این گزارشات می‌توان جهت محک‌زنی عملکرد شرکت‌های برق منطقه‌ای در مورد کیفیت خدمات‌رسانی شبکه انتقال موجود در حوزه آنها استفاده نمود.

با توجه به روابط گسترده کشورهای ایالات متحده و کانادا، امنیت در حوزه انرژی الکتریکی برای این دو کشور به‌صورت امنیت در بازار انرژی الکتریکی آمریکای شمالی قابل تعریف می‌باشد. سیستم قدرت آمریکای شمالی که بازارهای انرژی الکتریکی ایالات متحده و کانادا را به هم متصل می‌نماید، یکی از پیچیده‌ترین و مطمئن‌ترین شبکه‌های قدرت الکتریکی است که دارای تنوع گسترده منابع سوختی و شبکه‌های انتقال به هم پیوسته می‌باشد. پیوستگی شبکه‌های قدرت این دو کشور زمینه تجارت گسترده‌تر و امنیت انرژی بالاتر را فراهم می‌نماید [۱۲۲].

بدین منظور در [۱۲۳] به بررسی چالش‌های موجود در زمینه پیوستگی بازارهای انرژی الکتریکی این دو کشور و تاثیر آن بر امنیت شبکه برق آمریکای شمالی پرداخته شده است. همچنین این سازمان در [۱۲۴] به بررسی استفاده از تکنولوژی‌های نو در

۱- System Average Interruption Duration Index

۲- System Average Interruption Frequency Index

۳- Customer Average interruption Duration Index

زمینه تولید انرژی الکتریکی پرداخته و این مساله را از جنبه‌های گوناگونی مانند هزینه و تاثیر بر امنیت شبکه برق مورد توجه قرار داده است.

همچنین این سازمان در [۱۲۵] در راستای رسیدن به اقتصاد پایدار در حوزه انرژی الکتریکی و امنیت بالای شبکه قدرت سه هدف اصلی را دنبال می‌نماید:

✓ اعتلای تکنولوژی‌های پاک در جهت بهبود عملکرد زیست محیطی تجهیزات

✓ توسعه زیرساخت‌های ایمن و قابل اطمینان شبکه قدرت

✓ تضمین امنیت تجارت‌های بین منطقه‌ای پایدار در حوزه انرژی

مهمترین اولویت‌های این سازمان در حوزه انرژی الکتریکی شامل مواردی چون زیرساخت‌ها، بازدهی انرژی، تکنولوژی‌ها، تنظیم مقررات، مسائل زیست محیطی و امنیت می‌باشد. مدرنیزه کردن شبکه قدرت، به عبارت دیگر استفاده از شبکه هوشمند، در حمایت از اهداف استراتژیک یاد شده نیازمند درک و شناخت بیشتر از ادوات شبکه هوشمند و استانداردهای لازم در این حوزه می‌باشد. از این رو این سازمان در [۱۲۶] به این موضوع پرداخته است. در ادامه جهت راهنمایی شرکت‌های توزیع در انتخاب استانداردهای لازم جهت گذر از شبکه قدرت فرسوده بدون کاهش قابلیت اطمینان و امنیت شبکه ساختاری را ارائه نموده است.

بر اساس مطالعات انجام شده، فعالیت‌های این سازمان در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به صورت زیر

خلاصه نمود:



شکل ۱-۵: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان CEA

۱-۱۴ - مرکز پژوهش‌های کنگره

مرکز پژوهش‌های کنگره (CRS)^۱ به‌عنوان بازوی پژوهشی و مغز متفکر کنگره ایالات متحده شناخته می‌شود. این مرکز تحقیقات منحصر در اختیار ایالات متحده بوده و وظیفه آنالیز سیاست‌ها و قانون‌گذاری‌ها، تحقیق و پژوهش روی موضوعات جدید و سیاست‌های ملی این کشور را صرف‌نظر از نگاه حزبی عهده‌دار است. مهمترین هدف این سازمان تامین اطلاعات مورد نیاز جهت کمک به تصمیم‌گیری بهتر سیاست‌گذاران و تحلیل مسائلی است که می‌توانند بر روی عملکرد کشور موثر باشند. حوزه‌های تحقیقاتی این سازمان شامل موارد زیر می‌باشد:

- قانون و حقوق کشور
- سیاست‌های اجتماعی بومی داخلی
- امور خارجه، تجارت جهانی و دفاع
- اقتصاد و حکومت

- خدمات دانش

- منابع، علوم و صنعت

به دلیل اهمیت بالای شبکه قدرت الکتریکی، از ابتدای تاسیس این سازمان، صنعت برق این کشور به عنوان یکی از مهمترین حوزه‌های تحقیقاتی به شمار می‌رود [۱۲۷]. تحقیقات موجود در این حوزه را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- ذخیره‌سازهای انرژی و بررسی تکنولوژی‌های مختلف در این زمینه

استفاده از تکنولوژی ذخیره‌سازهای انرژی می‌تواند تاثیر زیادی بر بهبود قابلیت اطمینان، تلفات و بازدهی شبکه‌های قدرت داشته باشد. همچنین استفاده از این ادوات می‌تواند موجب تسهیل در بکارگیری انرژی‌های نو مانند انرژی بادی و خورشیدی شده و پخش توان را در شبکه قدرت بهینه سازد. در [۱۲۸] به بررسی آخرین تکنولوژی‌های موجود در این زمینه پرداخته شده است و کاربردهای این ادوات در اتصال به شبکه‌های قدرت و استفاده در خودروهای برقی مورد توجه قرار گرفته است. هدف اصلی این گزارش ارائه اطلاعاتی مفید برای سیاست‌گذاران علاقه‌مند به تکنولوژی ذخیره‌سازها و معرفی انواع کاربردهای ممکن این ادوات می‌باشد. در این گزارش همچنین تاثیر این ادوات بر شبکه‌های قدرت نیز مورد بررسی قرار گرفته است و در انتها تاثیر عواملی مانند بازار برق و سیاست‌های حفاظت از محیط زیست بر استفاده از این تکنولوژی‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است.

- تنظیم مقررات در شبکه‌های انتقال

در پی خاموشی‌های سراسری سال ۲۰۰۳ ایالات متحده و مشخص شدن عدم کفایت ظرفیت شبکه انتقال این کشور، مساله سرمایه‌گذاری در این شبکه‌ها مورد توجه بسیاری از متخصصین صنعت برق قرار گرفت. بدین منظور در [۳۸] به بررسی انواع مشوق‌های ارائه شده در این زمینه جهت افزایش سرمایه‌گذاری در توسعه شبکه انتقال، کاهش گرفتگی خطوط شبکه و عوامل موثر بر آن پرداخته شده است.

- افزایش بازدهی نیروگاه‌های با سوخت زغال سنگ

از آنجا که نیروگاه‌هایی با سوخت زغال سنگ یکی از مهمترین منابع آلاینده محیط زیست در ایالات متحده به شمار می‌روند، آژانس حفاظت از محیط زیست در سال ۲۰۱۳ برای کنترل انتشار گازهای گلخانه‌ای محدودیت‌ها و استانداردهایی در تولید این نیروگاه‌ها اعمال نمود. در [۱۳۰] به بررسی روش‌های مختلف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش بازدهی این

نیروگاه‌ها پرداخته شده است. همچنین بررسی نتیجه اعمال این محدودیت‌ها بر عملکرد شبکه نیز از دیگر اهداف این گزارش بوده است.

- انرژی بادی در ایالات متحده، بررسی تکنولوژی‌ها، سیاست‌ها و مسائل اقتصادی مرتبط

افزایش قیمت انرژی در سال‌های اخیر و نگرانی‌ها در زمینه انتشار گازهای گلخانه‌ای سبب توجه بیشتر محققین صنعت برق بر افزایش استفاده از انرژی‌های نو به ویژه انرژی بادی شده است. در [۱۳۱] به بررسی تکنولوژی انرژی بادی و مسائل مرتبط با آن در ایالات متحده پرداخته شده است. از مهمترین موضوعاتی که در این گزارش به آن پرداخته شده است، می‌توان به سابقه استفاده از انرژی بادی در این کشور، تکنولوژی‌های موجود در زمینه توربین‌های بادی، گرایش‌های موجود در این زمینه، مسائل اقتصادی مرتبط با استفاده از انرژی بادی و سیاست‌های تاثیرگذار در این زمینه می‌توان اشاره کرد.

- بررسی استانداردهای استفاده از انرژی‌های پاک و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نیروگاه‌ها

یکی از مهمترین اولویت‌های ایالات متحده سیاست‌گذاری در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش استفاده از انرژی‌های پاک می‌باشد. بدین منظور در سال ۲۰۱۲ مجلس سنای این کشور استانداردهای انرژی پاک را به‌منظور کاهش ۸۰ درصدی انتشار گازهای گلخانه‌ای ایالات متحده تا سال ۲۰۳۵ ارائه نمود. در [۱۳۲-۱۳۳] به بررسی عوامل موثر در طراحی این استانداردها، نهادها و نیازمندی‌ها و انواع تکنولوژی و منابع لازم جهت اجرا و پیاده‌سازی این استانداردها پرداخته شده است.

- انرژی‌های تجدیدپذیر و مشوق‌های بازدهی انرژی

با توجه به اهمیت فراوان انرژی در جوامع صنعتی امروزی، هزینه‌ها، در دسترس‌پذیری و مسائل زیست محیطی مرتبط با آن، این سازمان در [۱۳۴] به معرفی برنامه‌های فدرال در زمینه منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو پرداخته است. معرفی انواع تکنولوژی‌های موجود در این زمینه، بررسی انواع مشوق‌های مستقیم و غیرمستقیم جهت افزایش بازدهی انرژی، صرفه‌جویی در مصرف و بررسی تاثیر این تکنولوژی‌ها بر شبکه‌های قدرت از جنبه قابلیت اطمینان و تلفات از دیگر اهداف این گزارش می‌باشد.

- بررسی قطعی برق ناشی از شرایط آب و هوایی و افزایش مقاومت سیستم قدرت در برابر حوادث طبیعی

با توجه به شرایط جغرافیایی ایالات متحده و احتمال وقوع طوفان‌های سهمگین در این کشور، بررسی خرابی‌های ناشی از این حوادث یکی از اولویت‌های مورد توجه بسیاری از محققین این کشور بوده است. بدین منظور در [۱۳۵] به بررسی قطعی‌های برق ناشی از این حوادث و مسائل اقتصادی مرتبط با آن پرداخته شده است. همچنین در ادامه به معرفی روش‌هایی

مانند شاخه‌زنی درختان، استفاده از سیستم‌های توزیع و انتقال زیرزمینی، پیاده‌سازی شبکه هوشمند، منابع تولید پراکنده و تعمیر و نگهداری قابلیت اطمینان محور به‌منظور کاهش تعداد این خرابی‌ها پرداخته است.

- تجدید ساختار در سیستم‌های قدرت و چالش‌های پیش رو

با توجه به اهمیت تجدید ساختار و نقش آن بر عملکرد شبکه‌های قدرت در [۱۳۶-۱۳۷] به بررسی موضوعات مرتبط با طراحی بازارهای برق، شفافیت بازار و نقش آن بر عملکرد شبکه‌های انتقال پرداخته شده است.

- توسعه زیرساخت‌های شبکه انتقال به‌منظور بهبود قابلیت اطمینان سیستم

در [۱۳۸-۱۴۰] مسائل مرتبط با توسعه شبکه‌های انتقال مانند مکان‌یابی و تاثیر سیاست‌ها و نقش فدرال در این زمینه، ملاحظات اقتصادی و روش‌های مختلف موجود و بررسی عدم قطعیت‌های مختلف در حل این مساله مورد مطالعه قرار گرفته است.

- امنیت نیروگاه‌های اتمی و بررسی آسیب‌پذیری آنها

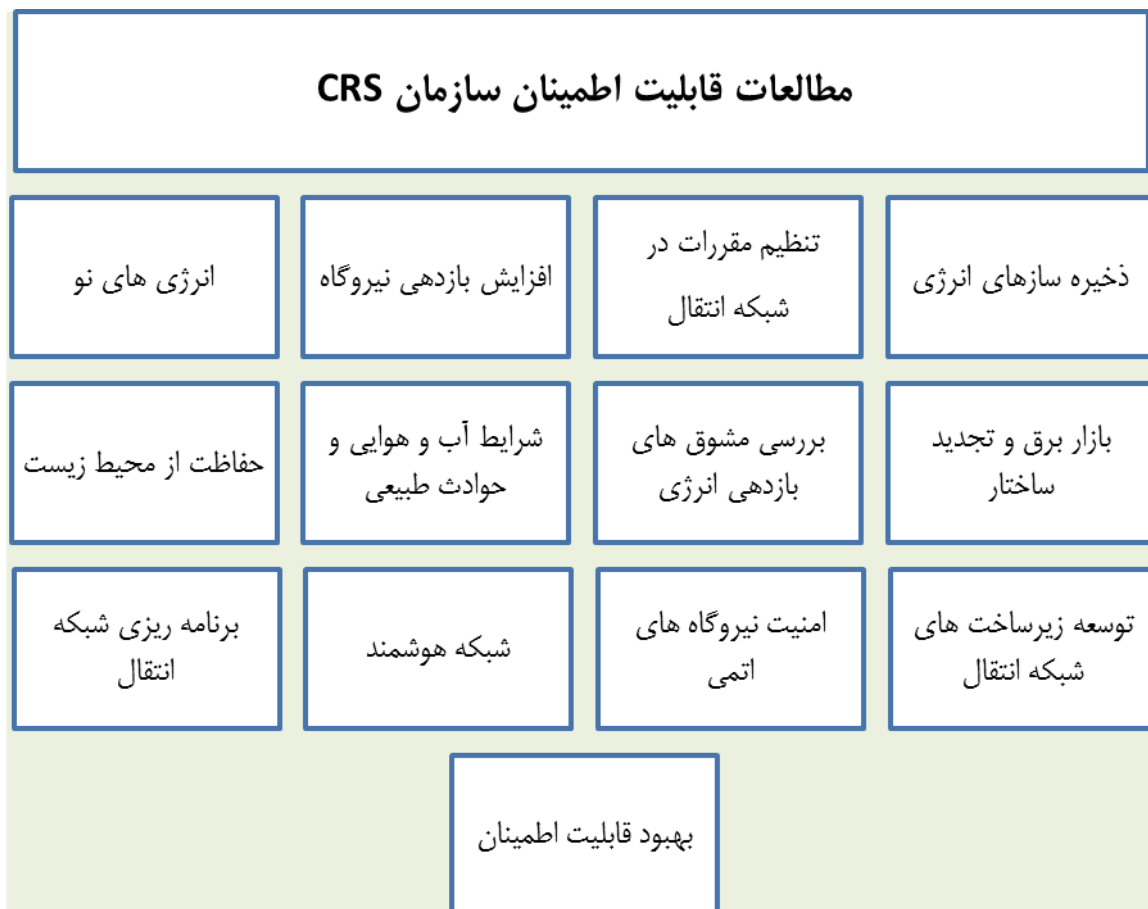
امنیت فیزیکی نیروگاه‌هایی با سوخت هسته‌ای و آسیب‌پذیری آنها در برابر اقدامات تروریستی یکی از مهمترین موضوعات امنیت ملی ایالات متحده به شمار می‌رود. بدین منظور در [۱۴۱] مساله امنیت نیروگاه‌های اتمی در حملات تروریستی و مساله امنیت سوخت این نیروگاه‌ها و ایمنی کارکنان آنها پرداخته شده است.

- شبکه‌های هوشمند و تاثیر آن بر امنیت و قابلیت اطمینان سیستم

مدرن‌سازی شبکه توزیع به‌منظور بهبود ارتباط میان شرکت‌های توزیع و مصرف‌کنندگان نهایی از مهمترین اولویت‌های صنعت برق هر کشوری می‌باشد. بدین منظور این سازمان در [۱۴۲] به بررسی این مساله پرداخته است. از اهداف این تحقیقات توسعه تکنولوژی‌های مبتنی بر اطلاعات به‌منظور بهبود قابلیت اطمینان سیستم، بازدهی، انعطاف‌پذیری و کاهش نرخ سرمایه‌گذاری‌های جدیدتر می‌توان اشاره کرد.

بر اساس مطالعات انجام‌شده فعالیت‌های این سازمان در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به‌صورت زیر

خلاصه نمود:



شکل ۱-۶: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان CRS

۱-۱۵ - کمیته انرژی کالیفرنیا

کمیته انرژی کالیفرنیا (CEC)^۱ مهمترین نهاد سیاست‌گذار و برنامه‌ریز در حوزه انرژی این ایالت می‌باشد. این کمیته که در

سال ۱۹۷۴ تاسیس شده است، شش مسئولیت مهم را در حوزه انرژی عهده‌دار است. این وظایف عبارتند از:

- پیش‌بینی نیازمندی‌های انرژی در سال‌های آتی
- افزایش بازدهی انرژی و صرفه‌جویی در این حوزه از طریق بهبود تجهیزات و توسعه استانداردهای بهره‌وری
- حمایت از تحقیقات در حوزه انرژی، توسعه و اجرای برنامه‌ها
- توسعه استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و استفاده از تکنولوژی آنها در خانه‌ها، صنایع و حمل و نقل
- ارائه مجوز به نیروگاه‌های حرارتی با تولید بیش از ۵۰ مگاوات

- برنامه‌ریزی و هدایت برنامه‌های استراتژیک در حوزه انرژی

قابلیت اطمینان و ایمنی در تمامی بخش‌های اجتماعی کالیفرنیا از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. انرژی الکتریسیته سوخت اصلی موتور اقتصاد، تکنولوژی و تجارت این ایالت بوده و هرگونه قطعی می‌تواند بسیار هزینه‌بر باشد. از این رو یکی از مهمترین اولویت‌های تحقیقاتی این کمیته در حوزه انرژی الکتریکی، مسائل مرتبط با قابلیت اطمینان شبکه می‌باشد. مهمترین تحقیقات انجام‌شده توسط این سازمان در حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت به شرح زیر می‌باشد:

- بررسی ایمنی و قابلیت اطمینان سیستم در برابر زمین‌لرزه

وقوع زمین‌لرزه‌هایی در سال‌های ۱۹۸۹ و ۱۹۹۴ در ایالت کالیفرنیا زنگ خطری را برای وقوع زمین‌لرزه‌های بزرگتر در این ایالت به صدا درآورد. بنابراین ارزیابی و بهبود عملکرد شبکه قدرت این ایالت در برابر زمین‌لرزه به یکی از اولویت‌های مهم تحقیقاتی این سازمان تبدیل شد [۱۴۳]. هدف از تحقیقات ارائه‌شده در [۱۴۴] کاهش ریسک‌های ناشی از وقوع زمین‌لرزه برای شبکه قدرت کالیفرنیا است. در واقع هدف این پروژه تهیه اطلاعات، مدل‌ها و روش‌هایی است که برای کاهش آسیب‌پذیری در برابر زمین‌لرزه، بهبود قابلیت اطمینان و ایمنی شبکه‌های توزیع و انتقال موردنیاز است. همچنین سیاست‌مداران، نهادهای قانون‌گذار و عموم جامعه می‌توانند از نتایج این تحقیقات به‌طور مناسبی در کاهش خطرات ناشی از زمین‌لرزه و واکنش بهتر در برابر اثرات آن استفاده نمایند.

- قابلیت اطمینان پست‌های الکتریکی

در فضای تجدید ساختار یافته، افزایش استفاده از سیستم‌های نظارت و مانیتورینگ پست‌ها، کنترل و اتوماسیون به‌منظور استفاده حداکثری از دارایی‌های شبکه‌های توزیع و انتقال حیاتی می‌باشد. هدف اصلی تحقیقات ارائه‌شده در [۱۴۵] نظارت و کنترل اتوماتیک پست‌ها، بهره‌برداری از شبکه قدرت در بالاترین سطح قابلیت اطمینان و اقتصادی‌ترین حالت می‌باشد. افزایش اطلاعات تولیدشده توسط سیستم‌های مانیتورینگ جدید و عدم پردازش صحیح آنها می‌تواند ارزش این اطلاعات را کاهش داده و حتی موجب بهره‌برداری نادرست سیستم شود. بدین منظور هدف اصلی این تحقیقات بررسی امکان‌پذیری و فواید سیستم‌های تجزیه و تحلیل هشدار هوشمند در جهت کاهش مشکلات پردازش اطلاعات می‌باشد.

- برنامه‌های پاسخ‌گویی بار به عنوان منبع بهبود قابلیت اطمینان در فضای تجدید ساختار یافته

در تحقیقات [۱۴۶-۱۴۷] بر افزایش مشارکت مصرف‌کنندگان در بازار انرژی الکتریکی و تاثیر برنامه‌های پاسخ‌گویی بار در کاهش قیمت برق در بازار انرژی و تاثیر آن بر قابلیت اطمینان سیستم تاکید شده است. همچنین در این تحقیقات نقش

مصرف‌کنندگان بر قابلیت اطمینان سیستم از طریق مشارکت در بازار برق موردتوجه قرار گرفته است. بررسی هزینه‌های مشارکت بار و مسائل رگولاتوری مرتبط با آن از دیگر مسائلی است که در این حوزه موردتوجه قرار خواهد گرفت. مهمترین موضوعات موردتوجه در این حوزه شامل تهیه اطلاعات موردنیاز و بررسی نیازمندی‌های کنترلی بهره‌برداران سیستم قدرت، ارائه برنامه‌های مدیریت بار و در نظر گرفتن ملاحظات قابلیت اطمینانی در طراحی و بهره‌برداری شبکه قدرت می‌باشد.

- ارزیابی و مدیریت قابلیت اطمینان و مسائل بهره‌برداری مرتبط با منابع تولید پراکنده

هدف از تحقیقات ارائه‌شده در [۱۴۸-۱۴۹] بررسی جنبه‌های قابلیت اطمینان سیستم قدرت و شناسایی ریسک‌های موجود در این زمینه جهت بهبود قابلیت اطمینان می‌باشد. استفاده از منابع تولید پراکنده مزایایی چون پایداری در قیمت‌های انرژی، تنوع منابع و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و کاهش اثرات مخرب زیست محیطی آنها را به دنبال خواهد داشت. افزایش قابل توجه در استفاده از این منابع نیازمند بررسی و تجزیه و تحلیل اثرات این منابع بر شبکه‌های قدرت می‌باشد. از این رو در این حوزه به بررسی و ارزیابی اثرات اتصال این منابع بر شبکه قدرت مانند قابلیت اطمینان و مسائل بهره‌برداری پرداخته شده است.

- حفظ، ارتقاء و بهبود قابلیت اطمینان شبکه قدرت در فضای تجدید ساختار یافته

با ایجاد تجدید ساختار در صنعت برق و شکل‌گیری بازارهای رقابتی مساله سرمایه‌گذاری در این صنعت و بهره‌مندی حداکثری از دارایی موجود اهمیت فراوانی یافته است. همچنین بهره‌برداری ایمن و قابل اطمینان شبکه قدرت نیازمند ارائه خدمات جانبی کافی توسط شرکت‌کنندگان در بازار می‌باشد. هدف از تحقیقات ارائه‌شده در [۱۵۰] توسعه و بررسی روش‌هایی جهت بهبود و ارتقاء قابلیت اطمینان سیستم از طریق کاهش تعداد خرابی‌ها و تضمین بهبود قابلیت اطمینان با ایجاد بازار انرژی و خدمات جانبی شفاف و رقابتی می‌باشد.

- بررسی دوام و قابلیت اطمینان نیروگاه‌های گازی

هدف از تحقیقات انجام‌شده در [۱۵۱-۱۵۲] ارائه روش‌های نوین در تولید قابل اطمینان توان الکتریکی به‌منظور کاهش نرخ آلاینده‌گی واحدهای گازی و اثرات مخرب زیست محیطی آنها می‌باشد. بررسی سیستم‌های کنترلی نوین و بهبود ایمنی و امنیت واحدهای با احتراق داخلی مطابق با آخرین استانداردها از دیگر اهداف این تحقیقات می‌باشد.

بر اساس مطالعات انجام‌شده فعالیت‌های این سازمان در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به‌صورت زیر

خلاصه نمود:



شکل ۱-۷: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان CEC

۱-۱۶ - دپارتمان انرژی آمریکا

دپارتمان انرژی ایالات متحده (DOE)^۱ دپارتمانی در سطح کابینه این کشور بوده و مسئولیت سیاست‌های ایالات متحده در حوزه انرژی و ایمنی در کار با مواد هسته‌ای را بر عهده دارد. مسئولیت‌های این سازمان شامل برنامه‌های تولید سلاح‌های هسته‌ای، تولید راکتور هسته‌ای برای نیروی دریایی ایالات متحده آمریکا، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، پژوهش‌های مربوط به انرژی، دفع زباله‌های رادیو اکتیو و تولید انرژی داخلی است. همچنین این سازمان وظیفه هدایت تحقیقات استراتژیک در حوزه ژنتیک را نیز عهده‌دار است. این دپارتمان تحت کنترل و سرپرستی وزارت انرژی این کشور قرار دارد.

مدرن‌سازی زیرساخت‌های سیستم قدرت ایالات متحده یکی از اولویت‌های اصلی این سازمان می‌باشد. برنامه استراتژیک DOE بیان می‌دارد که جوامع امروزی نیازمند شبکه‌ای قابل اطمینان‌تر، ایمن‌تر و کارآمدتر می‌باشند. شبکه الکتریکی مدرن و هوشمند موجب صرفه‌جویی در هزینه‌ها، اقتصادی کارآمدتر و دستیابی سریع‌تر به منابع انرژی تجدیدپذیر خواهد شد و قابلیت اطمینان انرژی الکتریکی را ارتقا خواهد بخشید. از اهداف دپارتمان می‌توان به بهبود سیستم نظارتی، کنترل، بهره‌برداری بهتر و شکل‌گیری بازار انرژی رقابتی اشاره نمود که در نهایت منجر به زیرساخت‌های مدرن در شبکه انتقال شده و کاهش فشرده‌گی در خطوط انتقال، افزایش سطح مجاز بار شبکه و امنیت بالاتر را به دنبال خواهد شد [۱۵۳].

برنامه قابلیت اطمینان شبکه انتقال این سازمان هم‌گام با برنامه‌های استراتژیک آن شامل سه زیربرنامه به صورت زیر می‌باشد [۱۵۴]:

- اقدامات مربوط به NASPI^۱

این سازمان شامل بهره‌برداران شبکه قدرت، سازمان‌های هماهنگ‌کننده پایایی، تامین‌کنندگان تجهیزات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری شبکه ارتباطی و نظارتی و جمعی از متخصصان و پژوهشگران صنعت و دانشگاه می‌باشد. هدف از اقدامات این سازمان بهبود عملکرد شبکه قدرت با تسهیل در به‌کارگیری تکنولوژی‌های نو بوده که در نهایت منجر به بهبود قابلیت اطمینان و بازدهی شبکه خواهد شد.

- توسعه کاربردهای پیشرفته

کاربردهای پیشرفته جهت به‌کارگیری تکنولوژی‌های ارائه‌شده توسط NASPI به منظور کنترل و نظارت سیستم قدرت توسعه یافته‌اند و شامل برنامه‌های زیر می‌باشد:

- ✓ شبکه کلیدزنی اتوماتیک

از اهداف این برنامه استفاده گسترده از واحدهای اندازه‌گیری فازور (PMU) و تکنولوژی‌های نوین به منظور کنترل موثرتر پایداری شبکه توسط بهره‌برداران سیستم قدرت می‌باشد. این برنامه ابزارهایی را به منظور آگاهی‌بخشیدن به بهره‌برداران سیستم قدرت جهت انجام اقدامات مناسب در مواجهه با پیشامدهای احتمالی توسعه می‌دهد. این برنامه‌ها اپراتورهای سیستم قدرت را قادر می‌سازند تا پایداری شبکه را به صورت لحظه‌ای کنترل کرده و زمان کافی برای انجام اقدامات اصلاحی داشته باشند.

- ✓ ابزارهای نظارتی

این برنامه شامل اقداماتی است که منجر به بهبود تاثیرپذیری اطلاعات مربوط به خرابی می‌شود. برای نمونه فیلترهای اطلاعاتی به منظور تجزیه و تحلیل موثرتر حجم وسیعی از اطلاعات جمع‌آوری شده توسط PMUها مورد استفاده قرار خواهند گرفت. همچنین شاخص‌های عملکردی شبکه به منظور ارزیابی بهتر قابلیت اطمینان سیستم توسعه داده خواهند شد.

- قابلیت اطمینان و بازار انرژی

این برنامه با یکپارچه‌سازی اصول مهندسی و اقتصاد، به توسعه و پیاده‌سازی زیرساخت‌های بازار انرژی الکتریکی و شبیه‌سازی آن می‌پردازد. تمرکز اصلی این برنامه بر روی پنج حوزه کلیدی طراحی بازار، سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت شبکه

تولید و انتقال، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، برنامه‌های پاسخ‌گویی بار و اثرات زیست محیطی می‌باشد. محققان از مدل‌ها و شبیه‌سازی‌هایی جهت ارزیابی تاثیر تکنولوژی‌ها، سیاست‌های جدید، استانداردهای زیست محیطی و یا طراحی‌های نوین بازار بر قابلیت اطمینان شبکه و هزینه‌های انرژی الکتریکی قبل از پیاده‌سازی واقعی سیاست‌ها استفاده می‌نمایند. این فعالیت‌ها علاوه بر اینکه قابلیت اطمینان سیستم را بهبود می‌بخشد، بر افزایش کارایی و عملکرد اقتصادی بازار نیز موثر است.

این سازمان همچنین دارای دفتر قابلیت اطمینان انرژی الکتریکی تحویلی نیز می‌باشد که این بخش وظیفه هدایت برنامه‌هایی به منظور تضمین عملکرد ایمن، انعطاف‌پذیر و قابل اطمینان شبکه قدرت را برعهده دارد. وظیفه این بخش توسعه تکنولوژی‌های جدید به منظور بهبود زیرساخت‌های شبکه قدرت، توسعه سیاست‌ها و برنامه‌های طراحی شبکه قدرت و عملکرد بازار انرژی الکتریکی می‌باشد. از مهمترین زمینه‌های تحقیقاتی این بخش می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

❖ کنترل امنیت شبکه

جهت افزایش و ارتقاء قابلیت اطمینان و امنیت زیرساخت‌های انرژی این کشور، دپارتمان انرژی آمریکا در [۱۵۵] ساختار استراتژیکی را به منظور طراحی، نصب، بهره‌برداری و حفظ امنیت سیستم قدرت در برابر حوادث مختلف ارائه می‌دهد.

❖ پاسخ‌گویی بار

برنامه‌های پاسخ‌گویی بار برنامه‌ها، تعرفه‌ها و یا مشوق‌های طراحی شده‌ای هستند که مصرف‌کنندگان نهایی را به تغییر مصرف انرژی در زمان‌های افزایش قیمت انرژی الکتریکی و یا مواقعی که قابلیت اطمینان سیستم با خطر مواجه است، ترغیب می‌نمایند. بدین منظور این دپارتمان در [۱۵۶] به معرفی مزایای استفاده از برنامه‌های پاسخ‌گویی بار پرداخته است و روش‌های دستیابی به این برنامه‌ها نیز مطالعه شده است.

❖ منابع تولید پراکنده

این دپارتمان در [۱۵۷] به بررسی مزایای استفاده از منابع تولید پراکنده مانند کاهش تلفات و بهبود قابلیت اطمینان سیستم و مسائل مرتبط با توسعه استفاده از این تجهیزات در شبکه‌های قدرت می‌پردازد.

❖ تضمین و پشتیبانی انرژی

این دپارتمان در [۱۵۸-۱۵۹] به بررسی حوادث و اتفاقات مربوط به زیرساخت‌های انرژی و مسائل مرتبط با توسعه این زیرساخت‌ها می‌پردازد. همچنین بررسی ریسک‌های مرتبط و روش‌هایی که صنعت بیمه می‌تواند با استفاده از آن‌ها به مدیریت این ریسک‌ها بپردازد از دیگر اهداف این تحقیقات است.

❖ آمادگی و پاسخ در شرایط اضطراری

در مطالعات انجام شده در [۱۶۰-۱۶۱] به بررسی اقدامات موردنیاز در مواجهه با طوفان‌های سهمگین و شرایط آب و هوایی برای نحوه و بهبود بازیابی شبکه پرداخته شده است. بررسی چالش‌های پیش روی مالکان و بهره‌برداران شبکه قدرت در مواجهه با چنین حوادثی و مسائل اقتصادی مرتبط با خرابی و قطعی‌های ایجادشده از دیگر اهداف این گزارش می‌باشد.

❖ ذخیره‌سازهای انرژی

استفاده از ادوات ذخیره‌ساز انرژی موجب بهبود توانمندی‌های بهره‌برداری شبکه قدرت، به تعویق انداختن نیاز به سرمایه‌گذاری‌های جدیدتر و افزایش استفاده از منابع تولید پراکنده با عدم قطعیت خواهد شد. همچنین استفاده از این تجهیزات می‌تواند مزایایی چون بهبود کیفیت توان، قابلیت اطمینان و کاهش تلفات را به دنبال داشته باشد. بدین منظور در [۱۶۲] به معرفی انواع تکنولوژی‌های موجود در این زمینه، مزایا و اثرات این ادوات بر عملکرد شبکه قدرت پرداخته شده است.

❖ مطالعات تراکم خطوط انتقال شبکه قدرت

در [۱۶۳] به مطالعه گرفتگی خطوط شبکه انتقال ایالات متحده و تاثیر انواع منابع تولید پراکنده در کاهش گرفتگی پرداخته شده است. بررسی نیازمندی به خطوط جدید و نقش موثر انتخاب مکان بهینه در نصب واحدهای تولیدی جدید نیز از دیگر اهداف این گزارش می‌باشد.

❖ شبکه‌های هوشمند

در [۱۶۴] به بررسی نقش شبکه‌های هوشمند در بهبود عملکرد شبکه قدرت و بررسی انواع تکنولوژی‌های موجود در این زمینه پرداخته شده است. بهبود قابلیت اطمینان، مدیریت مصرف و استفاده از تعرفه‌های مبتنی بر زمان مصرف، بهبود بهره‌برداری و برنامه‌های تعمیر و نگهداری تجهیزات با استفاده از تجهیزات پیشرفته اندازه‌گیری و همچنین استفاده از کنترل خودکار در مدیریت توان راکتیو و ولتاژ از دیگر اهداف به‌کارگیری شبکه‌های هوشمند در این گزارش می‌باشد.

❖ قابلیت اطمینان شبکه تولید و انتقال

در [۱۶۵] به معرفی انواع سیستم‌های پایش پیشرفته و کنترل به‌منظور بهبود قابلیت اطمینان شبکه انتقال پرداخته شده است. در [۱۶۶] نیز به معرفی انواع برنامه‌های بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال در فضای تجدید ساختار پرداخته شده است. این برنامه‌ها از طریق ساز و کار بازار برق سعی در بهبود قابلیت اطمینان شبکه قدرت و کاهش هزینه‌ها دارند. همچنین در

[۱۶۷-۱۶۸] وابستگی شبکه قدرت به شبکه گازرسانی در تامین سوخت نیروگاه‌های گازی و نقش سیستم خنک‌کننده در نیروگاه‌های بخاری و تاثیر آن بر قابلیت اطمینان شبکه مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس مطالعات انجام‌شده فعالیت‌های این سازمان در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:



شکل ۱-۸: مطالعات قابلیت اطمینان دپارتمان DOE

۱۷-۱ - سازمان EIA

سازمان اطلاعات انرژی ایالت متحده (EIA)^۱ از سال ۱۹۷۷ وظیفه جمع‌آوری آمار و اطلاعات مربوط به انرژی و همچنین تجزیه و تحلیل این اطلاعات را زیر نظر دپارتمان انرژی آمریکا (DOE)^۲ بر عهده دارد و یکی از مهمترین منابع اطلاعاتی در حوزه انرژی می‌باشد. این سازمان اطلاعات مربوط به انرژی را گردآوری کرده، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد و در نهایت این اطلاعات را به صورت مستقل و بی‌طرفانه جهت بهبود سیاست‌گذاری‌ها در حوزه انرژی، ایجاد بازار انرژی کارآمد، افزایش فهم عمومی در زمینه انرژی و تعاملات آن با بخش اقتصاد و محیط زیست منتشر می‌نماید. همچنین EIA برنامه جامع

۱- Energy Information Administration

۲- Department of Energy

گردآوری اطلاعاتی را اجرا می‌نماید که طیف وسیعی از منابع انرژی، پایانه‌های مصرف و نحوه توزیع انرژی را نیز دربر دارد. علاوه بر آن این سازمان گزارشات مفیدی از آنالیز منابع انرژی، پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت ماهانه از روند بازار انرژی و چشم‌اندازهای بلندمدت انرژی در حوزه ایالات متحده و در سطح بین‌المللی نیز فراهم می‌نماید [۱۶۹].

این سازمان شامل بخش‌های آمار انرژی، آنالیز و تجزیه و تحلیل انرژی، ارتباطات و مدیریت تکنولوژی و منابع می‌باشد. بخش آمار، روش‌های آماری مختلف را به کار گرفته، مطالعاتی وسیع و فعالیت‌هایی را مرتبط با حوزه‌های مصرف انرژی و بازدهی آن، الکتریسیته، انرژی هسته‌ای و انرژی‌های تجدیدپذیر، نفت و گاز و منابع زغال سنگ، بنزین و سوخت‌های زیستی انجام می‌دهد. این بخش همچنین برنامه گردآوری اطلاعات EIA را مدیریت نموده و به منظور کنترل کیفیت فعالیت‌های انجام‌شده، گزارشات آماری خود را به صورت هفتگی، ماهانه و سالیانه منتشر می‌نماید.

بخش تجزیه و تحلیل انرژی منابع، میزان بار و قیمت انرژی را مورد آنالیز قرار داده و به بررسی تاثیر بازارهای مالی بر بازار انرژی می‌پردازد. این بخش گزارشاتی را در رابطه با مصرف انرژی منتشر می‌نماید و به بررسی سیاست‌های انرژی پرداخته و تکنیک‌های پیشرفته‌ای را نیز جهت آنالیز این اطلاعات ارائه می‌دهد. این بخش همچنین بر برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های آنالیزی سازمان EIA جهت تضمین پیاده‌سازی بالاترین استانداردها در حوزه انرژی نظارت می‌نماید.

بخش ارتباطات نظارت بر برنامه انتشار اطلاعات انرژی، که هدف آن فراهم‌نمودن اطلاعاتی با کیفیت بالا برای تمامی مخاطبان عمومی و اختصاصی سازمان EIA است و همچنین بر کاربرد تکنولوژی‌های تحت وب جهت اجرای موفقیت‌آمیز اهداف سازمان EIA را بر عهده دارد.

بخش مدیریت منابع و تکنولوژی، فعالیت‌های متعددی مانند بهره‌برداری از مراکز داده و زیرساخت‌های اطلاعاتی سازمان، مدیریت بودجه و منابع مالی و مدیریت منابع انسانی را در حمایت از اهداف استراتژیک EIA اجرا می‌نماید.

فعالیت‌های انجام‌شده در این سازمان را می‌توان بر اساس نوع انرژی مورد مطالعه در حوزه‌های زیر دسته‌بندی نمود:

- نفت و دیگر سوخت‌های مایع
- ذغال سنگ
- گاز طبیعی
- انرژی‌های نو و سوخت‌های جایگزین
- انرژی الکتریکی

- اورانیوم و انرژی هسته‌ای

- بازدهی و مصرف انرژی

همچنین مهمترین حوزه‌های تحقیقاتی این سازمان در بخش انرژی الکتریسیته به صورت زیر می‌باشد:

- ظرفیت تولید و مشخصات نیروگاه‌ها

- هزینه‌ها، درآمدها و فروش و قیمت انرژی

- مصرف انرژی الکتریکی و پیش‌بینی بار

- استفاده از سوخت‌های فسیلی، قیمت آنها و تاثیر آنها بر عملکرد واحدهای تولیدی

- سیاست‌ها و برنامه‌های حفاظت از محیط زیست

- قابلیت اطمینان شبکه قدرت

از مهمترین حوزه‌های تحقیقاتی این سازمان در مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت می‌توان به مواردی چون قابلیت اطمینان سیستم قدرت در محیط تجدیدساختاریافته، شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو، برنامه‌های مدیریت مصرف و پاسخگویی بار، تاثیر قیمت و کیفیت سوخت بر عملکرد واحدهای تولیدی، انرژی‌های نو و منابع تولید پراکنده و سیاست‌های کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تولیدی نیروگاه‌ها می‌توان اشاره نمود [۱۶۹].

برای مثال در [۱۷۰] به بررسی قابلیت اطمینان شبکه تولید در محیط تجدیدساختاریافته پرداخته شده است. در این مرجع ابتدا به معرفی عواملی مانند ظرفیت رزرو موردنیاز، پیش‌بینی بار، برنامه‌های مدیریت مصرف و کاهش بار و همچنین تامین توان توسط منابع تولید پراکنده که می‌توانند بر کفایت سیستم تولید موثر باشند، پرداخته شده است. در ادامه این گزارش، تاثیر توسعه بازارهای عمده‌فروشی و خرده‌فروشی بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین بررسی تحقیقات انجام‌شده در زمینه ملاحظات اقتصادی مرتبط با سطح موردنیاز قابلیت اطمینان از دیگر مباحثی است که در این گزارش بدان پرداخته شده است.

این سازمان در [۱۷۱] به بررسی قابلیت اطمینان شبکه انتقال در محیط تجدیدساختار پرداخته است. در این گزارش به بررسی عوامل تاثیرگذار در بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال، هزینه‌ها و اطلاعات موردنیاز جهت ارزیابی قابلیت اطمینان آنها در محیط تجدیدساختاریافته پرداخته شده است. همچنین این سازمان در [۱۷۲] به بررسی تاثیر سیستم سوخت‌رسانی بر قطعی‌های برق ایجادشده در شبکه برق کالیفرنیا پرداخته است. بررسی مسائل مرتبط با قابلیت اطمینان شبکه برق کالیفرنیا،

تأثیر صنایع تصفیه‌کننده بر خرابی و قطعی‌های ایجادشده در شبکه و همچنین تأثیر قیمت سوخت‌های فسیلی نیز از دیگر مباحثی است که در این گزارش بدان پرداخته شده است. در [۱۷۳] نیز به بررسی و آنالیز استراتژی‌های موجود در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تولیدشده توسط نیروگاه‌های تولیدی و سناریوهای موجود در این زمینه پرداخته شده است. همچنین بررسی تأثیر اعمال استراتژی‌های یادشده بر قابلیت اطمینان و عملکرد شبکه قدرت از دیگر اهداف این گزارش می‌باشد. بر اساس مطالعات انجام‌شده فعالیت‌های این سازمان در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:



شکل ۱-۹: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان EIA

۱۸-۱- سازمان AEMC

کمیته بازار انرژی استرالیا (AEMC)^۱ که در سال ۲۰۰۵ توسط وزارت انرژی این کشور ایجاد شده است، وظیفه قانون‌گذاری در بازارهای انرژی این کشور و مشاوره جهت توسعه بهتر این بازارها را برعهده دارد. این کمیته با تغییر قوانین پیشنهادی، توصیه سیاست‌های جدید و مرور بازارهای انرژی به توسعه آنها می‌پردازد. این قوانین بر عملکرد و چگونگی مشارکت شرکت‌های مختلف در بازارهای رقابتی و خرده‌فروشی موثر می‌باشد. این کمیته همچنین بر نحوه خدمات و سرویس‌دهی شبکه‌های انتقال و توزیع از نظر اقتصادی نیز نظارت می‌نماید. از مهمترین اولویت‌های این کمیته در بخش

۱- Australian Energy Market Commission

مصرف می‌توان به مشارکت موثر مصرف‌کنندگان در بازارهای خرده‌فروشی، مدیریت بهتر مصرف و کاهش پیک بار اشاره نمود [۱۷۴].

این کمیته همچنین دارای بخش قابلیت اطمینان بوده که وظیفه آن نظارت، پایش و گزارش‌دهی در خصوص قابلیت اطمینان، امنیت و ایمنی شبکه قدرت این کشور و ارائه مشاوره در این زمینه‌ها می‌باشد. بررسی و تعیین استانداردهای قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و توزیع از مهمترین فعالیت‌های این بخش در حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت می‌باشد. برای مثال در [۱۷۵] به بررسی استانداردهای قابلیت اطمینان و معرفی راهکارهای موردنظر جهت دستیابی به اهداف تعیین شده پرداخته شده است. این کمیته در [۱۷۶] ساختاری را به‌منظور تنظیم قابلیت اطمینان سیستم توزیع الکتریکی معرفی نموده است. افزایش بازدهی انرژی، شفافیت روند تعیین استانداردها و افزایش فهم عمومی در این زمینه از دیگر اهداف این گزارش می‌باشد. از مهمترین بخش‌های این ساختار می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ارزیابی اقتصادی اهداف تعیین شده برای قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع. بدین منظور به بررسی و ارزیابی هزینه‌های سرمایه‌گذاری در شبکه در مقابل ارزش قابلیت اطمینان از نگاه مصرف‌کنندگان و هزینه‌های خاموشی مشترکین پرداخته شده است.

- تصمیم‌گیری در خصوص تعیین اهداف قابلیت اطمینان به‌صورت مستقل از فراهم‌کنندگان خدمات شبکه‌های توزیع

- ارائه روندی شفاف در خصوص نحوه تعیین استانداردها، اهداف قابلیت اطمینان و ملاحظات مرتبط

- بیان اهداف قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع بر اساس تعداد وقوع خرابی و مدت زمان آن

مشابه [۱۷۶]، این کمیته در [۱۷۷] به معرفی و بررسی یک ساختار جهت تنظیم قابلیت اطمینان شبکه انتقال و استانداردهای موجود در این زمینه پرداخته است.

بر اساس مطالعات انجام شده فعالیت‌های این سازمان در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به‌صورت زیر

خلاصه نمود:



شکل ۱-۱: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان AEMC

۱-۱۹ - سازمان KEMA

شرکت KEMA به عنوان یک شرکت مستقل و دانش‌بنیان، در سال ۱۹۲۷ در کشور هلند تاسیس شده است. شرکت KEMA یک شرکت مشاور در حوزه انرژی در سطح جهانی بوده که در زمینه مشاوره‌های تخصصی و اقتصادی، پشتیبانی فنی، اندازه‌گیری، بازرسی، خدمات تست و ارائه تاییدیه مشغول فعالیت می‌باشد. به‌عنوان یک شرکت تجاری مستقل، KEMA فعالیت‌های مربوط به دولت، تولیدکنندگان انرژی، مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان تجهیزات شبکه انتقال و توزیع را مورد حمایت و مشاوره قرار می‌دهد. بیش از ۱۸۰۰ متخصص در این شرکت مشغول به کار هستند و این شرکت شعبه‌ها و نمایندگانی در بیش از ۲۰ کشور دنیا دارد [۱۷۸].

این سازمان در تمامی زمینه‌های بهره‌برداری و برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت شامل موضوعات فنی، اقتصادی و تنظیم مقررات مرتبط با آنها به ارائه مشاوره می‌پردازد. مهمترین حوزه‌های تحقیقاتی و عملیاتی این سازمان در زمینه شبکه‌های قدرت به‌صورت زیر می‌باشد:

- مسائل رگولاتوری در حوزه اقتصادی
- برنامه‌ریزی و بهره‌برداری شبکه‌های انتقال
- تنظیم مقررات در حوزه قیمت‌گذاری خدمات شبکه انتقال قراردادهای موجود
- بازار برق

- انرژی‌های نو و نحوه اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه
- شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نوین

با توجه به اهمیت قابلیت اطمینان در فضای تجدیدساختاریافته، این حوزه به یکی از اولویت‌های تحقیقاتی این سازمان نیز تبدیل شده است. فعالیت‌های این سازمان در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به صورت زیر دسته بندی نمود:

- تحقیقات در حوزه خدمات قابلیت اطمینان قابل ارائه به مصرف کنندگان
- مطالعات پیری تجهیزات
- مدیریت دارایی
- توسعه استانداردها، ارزیابی و گزارش‌دهی
- مطالعات بهبود قابلیت اطمینان
- توسعه و پیاده‌سازی برنامه‌های تعمیر و نگهداری قابلیت اطمینان محور
- تست تجهیزات
- تجارت و اقتصاد سیستم توزیع

برای نمونه این سازمان در [۱۷۹] به بررسی تجربیات کشورهای مختلف در استفاده از منابع تولید پراکنده پرداخته است. بررسی تاثیر استفاده از منابع تولید پراکنده بر روند برنامه‌ریزی و بهره‌برداری شبکه‌های قدرت، تاثیر سیاست‌های مختلف در توسعه استفاده از این تجهیزات، نیازمندی‌های موجود جهت اتصال این ادوات به شبکه‌های انتقال و توزیع و بررسی مسائل اقتصادی و فنی مرتبط با به‌کارگیری این ادوات از دیگر از موضوعاتی است که در این مرجع بدان پرداخته شده است. همچنین در [۱۸۰] نیز انواع منابع تولید پراکنده موجود و اثرات آنها بر شبکه‌های قدرت مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه این گزارش به بررسی نیازمندی‌های موجود جهت توسعه استفاده از این تجهیزات در کشورهای پرتغال، اسپانیا و آلمان پرداخته شده است. در [۱۸۱] نیز به بررسی تاثیر استفاده از انرژی بادی و خورشیدی و همچنین استفاده از ذخیره‌سازهای انرژی در شبکه قدرت کالیفرنیا پرداخته شده است. بهبود قابلیت اطمینان و امنیت شبکه از مهمترین موضوعاتی است که در این گزارش به آن پرداخته شده است. در [۱۸۲] نیز مساله طراحی شبکه‌های توزیع مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی معیارها و استانداردهای قابلیت اطمینان در زمینه طراحی شبکه‌های توزیع، ارائه مشوق‌هایی به منظور کاهش تلفات، بهبود قابلیت اطمینان و استفاده بیشتر از منابع تولید پراکنده از دیگر اهدافی است که در این گزارش به آن پرداخته شده است.

در [۱۸۳] نیز به بررسی استانداردهای قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال پرداخته شده است. این سازمان در این گزارش به بررسی انواع استانداردهای قطعی و احتمالاتی قابلیت اطمینان که در برنامه‌ریزی و طراحی شبکه‌های انتقال کشور آلمان، بریتانیا، حوزه نوردیک، ایالت آبرتا و کالیفرنیا در نظر گرفته می‌شود، می‌پردازد. همچنین این سازمان در [۱۸۴-۱۸۵] به معرفی شبکه‌های هوشمند، مزایای به‌کارگیری تجهیزات اندازه‌گیری هوشمند در شبکه‌های توزیع و استانداردهای موجود در این زمینه پرداخته است. برنامه‌ریزی اقتصادی‌تر شبکه‌های توزیع فشارضعیف و فشارمتوسط، مدیریت بهتر خاموشی‌ها و مدیریت موثرتر شبکه توزیع از جمله مزایای قابل دستیابی با استفاده از این ادوات می‌باشد.

۲۰-۱ - کمیته خدمات همگانی فلوریدا

کمیته خدمات همگانی فلوریدا (FPSC)^۱ تضمین و تسهیل ارائه خدماتی مانند برق، گاز، آب و تلفن را به‌صورت ایمن، معقول و قابل اطمینان با قیمتی منصفانه بر عهده دارد. این کمیته برای شرکت‌های ذیربط، نرخ فروش و ناحیه سرویس‌دهی را نیز تعیین می‌نماید. به‌منظور دستیابی به این هدف، این کمیته در سه حوزه تنظیم مقررات در حوزه اقتصادی و نرخ پایه، تسهیل در توسعه بازار رقابتی و مدیریت مسائل مرتبط با آن و پایش ایمنی، قابلیت اطمینان و تداوم سرویس‌دهی به انجام فعالیت و پژوهش می‌پردازد [۱۸۶]. مهمترین حوزه‌های تحقیقاتی این کمیته به شرح زیر می‌باشد:

- بررسی مسائل مرتبط با تجدیدساختار

این سازمان در [۱۸۷] به بررسی اقدامات انجام‌شده در ایالت‌هایی که تجدیدساختار در صنعت برق آنها رخ داده است، پرداخته است. ساختار بازار برق و پایش آن، قیمت انرژی الکتریسیته و روند تسویه بازار، فروش برق و درآمدهای حاصل‌شده، مسائل مرتبط با مصرف‌کنندگان و نحوه رسیدگی به شکایات آنها، کیفیت خدمات و قابلیت اطمینان سیستم و بررسی برنامه‌های هر ایالت از مهمترین موضوعاتی است که در این گزارش مورد مطالعه قرار گرفته است.

- ارزیابی و پایش قابلیت اطمینان

این سازمان در [۱۸۸] به بررسی روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع و شاخص و معیارهای مورد استفاده جهت مقایسه عملکرد شرکت‌های توزیع مختلف در این زمینه پرداخته است.

- برنامه‌های مدیریت سمت مصرف

این سازمان در [۱۹۰-۱۸۹] به معرفی برنامه‌های مدیریت سمت مصرف و تاثیر آن بر تلفات و قابلیت اطمینان شبکه توزیع ایالت فلوریدا پرداخته است.

- خودروهای برقی

در [۱۹۱] استفاده از خودروهای برقی در شبکه‌های قدرت مورد مطالعه قرار گرفته است. بررسی انواع تکنولوژی‌های موجود در زمینه خودروهای برقی، تاثیر آن بر مصرف انرژی، تلفات شبکه و قابلیت اطمینان سیستم از جمله مهمترین موضوعاتی است که در این گزارش به آن پرداخته شده است.

- برنامه‌های افزایش قابلیت اطمینان و مقابله با طوفان

این سازمان همچنین در [۱۹۴-۱۹۲] به معرفی برنامه‌های افزایش قابلیت اطمینان مانند بازرسی فیدرها، مدیریت پوشش گیاهی، بازرسی دکل‌های انتقال توان، زمینی نمودن فیدرهای توزیع پرداخته است. همچنین در ادامه با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه به معرفی برنامه‌های اضطراری جهت کاهش خسارت‌های ناشی از طوفان و افزایش تداوم سرویس‌دهی در چنین شرایطی نیز پرداخته است.

- استفاده از منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو

این سازمان در [۱۹۵] استفاده از منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو را مورد مطالعه قرار داده است. بررسی انواع تکنولوژی‌های موجود در این زمینه، ملاحظات اقتصادی مرتبط با به‌کارگیری این ادوات در شبکه‌های قدرت، ملاحظات زیست محیطی، بررسی انواع مکانیزم‌ها، مشوق‌ها و سیاست‌های امکان‌پذیر جهت افزایش استفاده از این تجهیزات و اقدامات صورت‌گرفته در این زمینه در ایالت فلوریدا از مهمترین موضوعات مورد مطالعه در این گزارش می‌باشد.

- نیروی کار

با توجه به اهمیت نیروی کار بر کیفیت خدمات ارائه‌شده، این سازمان در [۱۹۶] به این موضوع پرداخته است و موضوعاتی مانند پیری نیروی کار و پرسنل، افزایش تعداد پرسنل آموزش‌دیده و آمادگی و آموزش نیروی کار از مهمترین عناوین مورد بحث در این گزارش می‌باشد.

بر اساس مطالعات انجام‌شده فعالیت‌های این سازمان در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به صورت زیر

خلاصه نمود:



شکل ۱-۱: مطالعات قابلیت اطمینان سازمان FPSC

۱-۲۱ - شرکت Hydro One

این شرکت وظیفه تحویل انرژی الکتریسیته به مصرف‌کنندگان موجود در حوزه ایالت اونتاریو کانادا را بر عهده دارد. در اکتبر سال ۱۹۹۸ دولت ایالتی با تصویب قانون رقابتی‌نمودن حوزه انرژی، موجب ایجاد تجدیدساختار در این سازمان با هدف خصوصی‌سازی تمامی بخش‌های تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی گردید. این شرکت وظیفه بهره‌برداری از ۹۷ درصد خطوط انتقال فشارقوی ایالت اونتاریو و تامین برق حدود یک و نیم میلیون نفر از مصرف‌کنندگان موجود در این ایالت را بر عهده دارد.

این شرکت همچنین با اتصال واحدهای تولیدی تحت بهره‌برداری کمیته نیروگاه‌های اونتاریو و تعدادی شرکت خصوصی فعال در این حوزه، به بهره‌برداری از شبکه توزیع و انتقال اونتاریو می‌پردازد. عمده این واحدهای تولیدی به صورت برق-آبی، ذغال‌سنگ سوز، واحدهای گازی و یا واحدهایی با سوخت هسته‌ای می‌باشند.

این شرکت در حقیقت بخشی از کمیته توان برق آبی ایالت اونتاریو (HEPC)^۱ می‌باشد که در سال ۱۹۰۶ به منظور ایجاد خطوط انتقالی جهت تامین مصرف‌کنندگان با برق تولیدی شرکت‌های خصوصی فعال در این حوزه، تاسیس شد. در اوایل دهه ۱۹۲۰، با توسعه فعالیت‌های HEPC، این سازمان خود به یک توزیع‌کننده انرژی الکتریکی تبدیل و دارای واحدهای تولیدی منحصر به خود گشت. در اواسط دهه ۱۹۵۰، کمیته HEPC، به منظور افزایش کارایی و انعطاف‌پذیری، تمامی واحدهای تولیدی

^۱- Hydro-Electric Power Commission

و شبکه‌های انتقال خود را به یک شبکه واحد تبدیل نمود. در سال ۱۹۷۴ به دنبال تصویب قانون شرکت‌های کسب و کار و سازمان‌دهی مجدد، این سازمان به Ontario Hydro تغییر نام داد. با تصویب قانون رقابتی‌نمودن حوزه انرژی الکتریکی و ایجاد بازارهای برق در سال ۱۹۹۹، این شرکت به ۵ شرکت نیروگاه‌های اوتاریو، اپراتور مستقل سیستم الکتریکی، ایمنی الکتریکی، اقتصاد انرژی الکتریکی و شرکت ارائه‌کننده خدمات انرژی الکتریکی و یا همان Hydro one تبدیل شد [۱۹۷].

از مهمترین فعالیت‌های این سازمان در حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت می‌توان به موارد زیر اشاره نمود [۱۹۸]:

- مدیریت اتفاقات در شبکه‌های انتقال و توزیع، ثبت حوادث و اطلاعات مربوطه
- مسائل رگولاتوری مرتبط مانند تنظیم قیمت خدمات ارائه‌شده در شبکه‌های توزیع و انتقال
- بهبود قابلیت اطمینان از طریق بازرسی دکل‌های انتقال توان، مدیریت پوشش گیاهی، تعمیر و نگهداری و جایگزینی کابل‌های فرسوده

۲۲-۱- سازمان FERC

کمیته فدرال تنظیم (قانون‌گذاری) انرژی آمریکا (FERC)^۱، نهاد مستقلی می‌باشد که تنظیم مقررات در شبکه‌های انتقال انرژی الکتریکی، شبکه گاز طبیعی و نفت را بر عهده دارد. این سازمان همچنین به بررسی پیشنهادهای ساخت پایانه‌های گاز مایع و خطوط انتقال گاز پرداخته، همچنین ارائه مجوز به نیروگاه‌های برق آبی را نیز عهده‌دار می‌باشد. بخشی از مسئولیت‌های این سازمان طبق قانون سیاست انرژی سال ۲۰۰۵ به صورت زیر است [۱۹۹]:

- تنظیم مقررات شبکه انتقال و بازار عمده‌فروشی انرژی الکتریکی
- تنظیم مقررات شبکه انتقال گاز طبیعی
- تنظیم مقررات انتقال نفت بین ایالتی
- تایید و رد احداث تسهیلات ذخیره‌سازی و انتقال نفت
- بررسی پروژه‌های احداث شبکه‌های انتقال انرژی الکتریکی
- تضمین بهره‌برداری ایمن و قابل اطمینان از پایانه‌های سوخت مایع
- ارائه تاییدیه و بررسی پروژه‌های نیروگاهی برق آبی

- حفظ قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال انرژی الکتریکی از طریق پیاده‌سازی اجباری استانداردهای قابلیت اطمینان
 - نظارت و پایش بازار برق
 - بررسی مسائل زیست محیطی مرتبط با پروژه‌های گاز طبیعی و برق آبی
- همچنین مهمترین اولویت‌های تحقیقاتی این سازمان در زمینه شبکه‌های قدرت به صورت زیر می‌باشد:

- وابستگی انرژی الکتریکی به گاز طبیعی
 - شبکه‌های هوشمند
 - پاسخگویی بار
 - اتصال منابع تولید پراکنده
 - برنامه‌ریزی شبکه‌های انتقال و تخصیص هزینه
 - قابلیت اطمینان شبکه قدرت
 - افزایش بازدهی الکتریکی
 - رقابت در حوزه انرژی الکتریکی
 - اتصال واحدهای تولیدی
 - تعرفه‌های شبکه انتقال
 - سرمایه‌گذاری در شبکه انتقال
 - جایابی خطوط شبکه انتقال
- همچنین مهمترین فعالیت‌های این سازمان در حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت به صورت زیر می‌باشد [۲۰۰-۲۰۲]:

- بررسی مسائل مرتبط با حفاظت زیرساخت‌های شبکه قدرت
- بررسی تاثیر سیاست‌های مختلف بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت
- بررسی تاثیر خطای سیستم‌های حفاظتی بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت
- بررسی تاثیر ریسک‌های مختلف بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت
- بررسی برنامه‌های پوشش گیاهی در شبکه‌های انتقال
- پایش قابلیت اطمینان شبکه قدرت

- بررسی توسعه و اجرای استانداردهای قابلیت اطمینان

۲۳-۱- سازمان KEPCO

شرکت سیستم‌های قدرت الکتریکی کره (KEPCO)^۱ بزرگترین شرکت فعال در زمینه شبکه‌های قدرت در کشور کره جنوبی می‌باشد. این شرکت وظیفه تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی در این کشور و همچنین توسعه پروژه‌های الکتریکی مرتبط با انرژی هسته‌ای، ذغال‌سنگ و بادی را نیز بر عهده دارد. حدود ۹۳ درصد از تولید انرژی الکتریکی در این کشور بر عهده KEPCO است. همچنین ۵۱ درصد سهام این شرکت متعلق به دولت می‌باشد. این شرکت وظیفه انتقال انرژی الکتریکی به مصرف‌کنندگان صنعتی، تجاری، خانگی، کشاورزی و آموزشی را بر عهده دارد. ظرفیت تولیدی این شرکت در سال ۲۰۱۱ بالغ بر ۶۷۰۰۰ مگاوات بوده که توسط ۵۰۳ واحد تولیدی شامل واحدهای گازی، آبی، بادی، هسته‌ای و خورشیدی و ذغال‌سنگ‌سوز تامین شده است. این شرکت به‌منظور تسهیل در توسعه شبکه الکتریکی، تامین توان مورد نیاز مصرف‌کنندگان، و مشارکت در اقتصاد ملی این کشور تاسیس شده است. از مهمترین مسئولیت‌ها و وظایف این شرکت می‌توان به موارد زیر اشاره نمود [۲۰۳]:

- توسعه منابع شبکه‌های قدرت
- توسعه تحقیقات و تکنولوژی‌های موجود در این حوزه
- سرمایه‌گذاری، مسئولیت‌های اجتماعی و استفاده از دارایی‌ها
- بازرسی و بررسی اقتصاد شبکه‌های قدرت
- شبکه‌های تولید انرژی الکتریکی، انتقال، حمل و نقل و توزیع و همچنین مسائل بازاریابی و اقتصادی آنها
- توسعه تکنولوژی‌های شبکه هوشمند و انرژی‌های پاک به‌منظور ارتقاء کیفیت زندگی، حفاظت از محیط زیست و ایجاد بازارهای رقابتی و اقتصاد پویا از مهمترین اهداف این شرکت می‌باشد [۲۰۳].
- همچنین مهمترین فعالیت‌های انجام‌گرفته و زمینه‌های تحقیقاتی در این شرکت به‌صورت زیر می‌باشد:

- واحدهای تولیدی: شامل واحدهای حرارتی، گازی و هسته‌ای
- توسعه و اکتشاف منابع

- شبکه‌های توزیع
 - ✓ توسعه سیستم‌های IT
 - ✓ مدیریت و بهره‌برداری شبکه‌های توزیع شامل فعالیت‌های بازرسی تجهیزات، استانداردسازی تجهیزات
 - ✓ اتوماسیون سیستم‌های توزیع
 - ✓ تجهیزات اندازه‌گیری هوشمند
 - ✓ سیستم اطلاعات شبکه توزیع
 - ✓ سیستم مدیریت ترانسفورماتورهای شبکه توزیع
 - ✓ ارائه مشاوره‌های تخصصی
- شبکه‌های انتقال
 - ✓ برنامه‌ریزی شبکه‌های انتقال
 - ✓ مطالعات امکان‌سنجی و اقتصادی پروژه
 - ✓ تامین منابع و سوخت مورد نیاز
- تکنولوژی‌های نو و شبکه‌های هوشمند

۲۴-۱- مؤسسه IEEE

مؤسسه مهندسان برق و الکترونیک (IEEE)^۱ یک سازمان بین‌المللی حرفه‌ای و غیرانتفاعی است. هدف این مؤسسه کمک به پیش‌برد فناوری به‌طور گسترده در حوزه‌های وابسته به مهندسی برق و کامپیوتر و همچنین در زمینه‌های وابسته به‌طور خاص می‌باشد. این مؤسسه بیش از ۴۰۰ هزار نفر عضو در ۱۶۰ کشور جهان دارد که ۴۵ درصد از این اعضا خارج از ایالات متحده هستند [۲۰۴].

این انجمن در سال ۱۹۶۳ از پیوستن دو مؤسسه مهندسات برق آمریکا (AIEE)^۲ و مؤسسه مهندسان رادیو (IRE)^۱ در کشور آمریکا بوجود آمد. مؤسسه AIEE توسط صنعتگران امریکایی جهت تربیت نیروی کار ورزیده و همچنین آماده‌سازی و

۱- Institute of Electrical and Electronics Engineers

۲- American Institute of Electrical Engineers

تدوین استاندارد برای صنایع برق و الکترونیک امریکا فعالیت خود را در سال ۱۸۸۴ آغاز نمود. موسسه IRE نیز بوسیله‌ی پیشگامان الکترونیک رادیویی در سال ۱۹۱۲ بنیان‌گذاری شد و برخلاف AIEE که تمام تمرکز آن در داخل امریکا بود، به فعالیت‌های بین‌المللی نیز می‌پرداخت. این موسسه حدود سی درصد از کل مقالات جهان را در زمینه برق و کامپیوتر منتشر می‌کند و شمار مجلات آن به صد می‌رسد. علاوه بر آن، این موسسه کتابچه راهنمایی را در زمینه استانداردهای برق منتشر می‌کند و یکی از کارهای مهم این سازمان در دنیا استانداردسازی است. این انجمن و اعضای آن از طریق انتشارات پر ارجاع آن، کنفرانس‌ها، استانداردهای تکنولوژیک و فعالیت‌های آموزشی حرفه‌ای الهام‌بخش جامعه جهانی هستند.

مقاله‌های موجود در این پایگاه اطلاعاتی تقریباً تمامی موضوعات موجود در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع برق مانند مسائل و مفاهیم قابلیت اطمینان در هر یک از این حوزه‌ها، ارزیابی‌های قابلیت اطمینان و روش‌های موجود، بهبود قابلیت اطمینان در هر یک از این حوزه‌ها و نحوه تأثیرگذاری آنها و مسائل رگولاتوری و مدیریتی قابلیت اطمینان را شامل می‌شود [۲۰۴].

۲۵-۱- آژانس بین‌المللی انرژی اتمی

آژانس بین‌المللی انرژی اتمی^۲ (IAEA)، مرکز جهانی همکاری در زمینه‌ی انرژی هسته‌ای می‌باشد. IAEA به عنوان سازمان جهانی "انرژی اتمی برای صلح" در سال ۱۹۵۷ در خانواده سازمان ملل متحد راه‌اندازی شد. آژانس با کشورهای عضو و دیگر کشورها در سراسر جهان برای ارتقای فن‌آوری‌های هسته‌ای ایمن، مطمئن و صلح‌آمیز همکاری می‌کند.

۱۷-۱-۱- مشخصات سازمانی

مقر دبیرخانه آژانس بین‌المللی انرژی اتمی در مرکز بین‌المللی وین^۳ در شهر وین اتریش قرار دارد. دفاتر منطقه‌ای در شهرهای ژنو سوئیس، نیویورک ایالات متحده آمریکا، تورنتو کانادا و توکیو ژاپن واقع شده‌اند. IAEA مراکز تحقیقاتی و

۱- Institute of Radio Engineers

۲- International Atomic Energy Agency (IAEA)

۳- Vienna International Centre

آزمایشگاه‌های علمی در شهرهای وین و سیبرسدرف^۱ اتریش، موناکو و تریست^۲ ایتالیا را پایه‌گذاری و یا مورد حمایت قرار می‌دهد.

دبیرخانه IAEA از یک تیم با ۲۳۰۰ کارمند حرفه‌ای متخصص از بیش از ۱۰۰ کشور جهان تشکیل شده است. آژانس توسط مدیر کل یوکیا آمانو^۳ و شش معاون مدیر کل که راس اصلی دیپارتمان می‌باشند، اداره می‌گردد. برنامه‌ها و بودجه‌های IAEA از طریق تصمیمات نهادهای سیاست‌گذاری IAEA (هیئت ۳۵ نفره حکمرانان و کنفرانس عمومی همه کشورهای عضو) تعیین می‌گردد. گزارش‌ها در فعالیتهای آژانس بین‌المللی انرژی به صورت دوره‌ای ارسال شده و یا به عنوان مواردی به شورای امنیت سازمان ملل^۴ و مجمع عمومی سازمان ملل متحد^۵ به صورت حکم ارائه می‌گردد. منابع مالی IAEA شامل بودجه‌ی عادی و کمک‌های داوطلبانه می‌باشد. بودجه‌ی مقرر سالانه و نیز بودجه‌های اضافی و کمک‌های داوطلبانه به صندوق همکاری فنی توسط کنفرانس عمومی تعیین می‌گردد [۲۰۵].

۱۸-۱-۱- ماموریت و برنامه‌های IAEA

ماموریت آژانس بین‌المللی انرژی اتمی توسط منافع و نیازهای کشورهای عضو، برنامه‌های استراتژیک و چشم‌انداز مندرج در اساسنامه آژانس بین‌المللی انرژی هدایت می‌گردد. سه رکن اصلی و یا زمینه‌های کاری، زیربنای ماموریت آژانس بین‌المللی انرژی اتمی می‌باشد: ایمنی و امنیت^۶، علم و فناوری^۷، و حفاظت و راستی‌آزمایی^۸.

۱۹-۱-۱- ارتباط با سازمان ملل متحد

به عنوان یک سازمان بین‌المللی مستقل در ارتباط با سیستم سازمان ملل متحد، رابطه آژانس با سازمان ملل متحد از طریق یک موافقت‌نامه‌ی ویژه تنظیم می‌شود. در مورد اساسنامه آن، IAEA به طور سالانه به مجمع عمومی سازمان ملل متحد و در

۱- Seibersdorf

۲- Trieste

۳- Yukiya Amano

۴- The UN Security Council

۵- The UN General Assembly

۶- Safety and Security

۷- Science and Technology

۸- Safeguards and Verification

زمان مناسب به شورای امنیت در مورد عدم رعایت تعهدات پادمانی ایالات و همچنین در مورد مسائل مربوط به صلح و امنیت بین‌المللی گزارش می‌دهد.

۲۰-۱-۱- مطالعات انجام‌شده در زمینه‌ی قابلیت اطمینان

۱-۱-۲۵- سیستم‌های کنترل پیشرفته برای بهبود قابلیت اطمینان و کارایی نیروگاه هسته‌ای

هدف از این گزارش جمع‌آوری تجربه‌های بین‌المللی در به‌کارگیری تکنولوژی‌های دیجیتال برای راهنمایی و ارتقای فرایند مهندسی برای کشورهای عضو IAEA هنگام معرفی ابزار دقیق دیجیتال و سیستم‌های کنترل در نیروگاه‌های هسته‌ای خود می‌باشد [۲۰۶].

۲-۱-۲۵- آنالیز قابلیت اطمینان و ارزیابی احتمالاتی ایمنی برای راکتورهای انرژی هسته‌ای

در این گزارش روش‌های ممکن برای آنالیز قابلیت اطمینان و ارزیابی احتمالاتی امنیت ارائه گردیده است. همچنین پیشرفت‌هایی که در این روش‌ها به‌دست آمده نیز مورد بحث قرار گرفته است [۲۰۷].

۳-۱-۲۵- کاربرد تعمیر و نگهداری قابلیت اطمینان محور برای بهینه‌سازی بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری

واحدهای هسته‌ای

در این گزارش کاربرد تعمیر و نگهداری قابلیت اطمینان محور به‌منظور بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری بهینه واحدهای توان هسته‌ای شرح داده شده است [۲۰۸].

۴-۱-۲۵- قابلیت اطمینان شبکه برق و تقابل آن با واحدهای توان هسته‌ای

در این گزارش به تقابل قابلیت اطمینان سیستم قدرت در حضور واحدهای هسته‌ای پرداخته شده است. در فصل اول یک نگاه کلی به بخش‌های مختلف سیستم قدرت شده است. فصل دوم ویژگی‌های واحدهای هسته‌ای را ارائه می‌کند. فصل سوم برنامه‌ریزی و بهره‌برداری از سیستم‌های قابل اعتماد را شرح می‌دهد. فصل چهارم در مورد ابعاد واحدهای هسته‌ای بحث می‌کند. فصل پنجم نحوه‌ی مدل‌کردن واحدهای هسته‌ای در تقابل با سیستم قدرت را ارائه می‌کند. فصل ششم در مورد مکان و سایت بهینه برای واحدهای هسته‌ای توضیحاتی ارائه می‌کند. فصل هفتم نحوه‌ی اتصال واحدهای هسته‌ای به سیستم قدرت

را شرح می‌دهد. فصل بعدی در مورد هماهنگی اپراتورهای سیستم انتقال و واحدهای هسته‌ای تاکید می‌کند. فصل بعد نقشه‌راه برای اتصال واحدهای هسته‌ای به سیستم قدرت را به‌طور گام به گام ارائه می‌کند. در فصول پایانی تاثیر تغییرات آب و هوایی بر بهره‌برداری از واحدهای هسته‌ای مورد بحث قرار می‌گیرد [۲۰۹].

۵-۱-۲۵-۱- به حداکثر رساندن قابلیت اطمینان و ایمنی نیروگاه‌های هسته‌ای

این مطالعه بیان می‌کند که برای به حداکثر رساندن ایمنی و قابلیت اطمینان نیروگاه‌های هسته‌ای در سراسر جهان می‌بایست از طریق همکاری با یکدیگر برای ارزیابی، معیارها و بهبود عملکرد از طریق حمایت متقابل، تبادل اطلاعات و تقلید از بهترین شیوه به این مهم دست یافت. به‌منظور افزایش ایمنی و قابلیت اطمینان نیروگاه‌های هسته‌ای، اعضای IAEA مسئولیت‌های دوگانه دارند [۲۱۰]:

- مسئولیت‌های فردی به‌منظور بهبود قابلیت اطمینان واحدهای هسته‌ای خودی
- مسئولیت‌های جمعی برای کمک به بهبود قابلیت اطمینان واحدهای هسته‌ای دیگر اعضا

۶-۱-۲۵-۱- آموزش انرژی هسته‌ای برای ایمنی و قابلیت اطمینان

در [۲۱۱] بر لزوم آموزش به‌منظور بالابردن قابلیت اطمینان و امنیت واحدهای هسته‌ای تاکید شده است.

۷-۱-۲۵-۱- بهینه‌سازی دسترس‌پذیری و قابلیت اطمینان راکتور تحقیقاتی

بهینه‌سازی دسترس‌پذیری و قابلیت اطمینان راکتورهای تحقیقاتی در این گزارش ارائه شده است. هدف از این مطالعه شناسایی ویژگی‌های سیستم‌های مدیریت و شیوه‌های درست که دسترس‌پذیری و قابلیت اطمینان راکتورهای تحقیقاتی را بهبود می‌دهد، می‌باشد. شیوه‌های مورد علاقه به‌طور کلی در کنترل مستقیم سازمان بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری راکتور تحقیقاتی می‌باشد. توصیه‌های عملی که منجر به افزایش قابلیت اطمینان راکتورهای تحقیقاتی می‌گردد، مهم‌ترین هدف این گزارش می‌باشد [۲۱۲].

۸-۱-۲۵-۱- راهنمای برنامه‌ی بیمه قابلیت اطمینان برای راکتورهای آب سبک پیشرفته

در این گزارش برنامه‌های بیمه قابلیت اطمینان برای طراحی، بهره‌برداری و برنامه‌ریزی ارائه گردیده است. این گزارش ۳۰۰ صفحه‌ای دارای هفت فصل می‌باشد. فصل اول مقدمه‌ای بر بیمه قابلیت اطمینان، فصل دوم نگاه کلی به برنامه‌های بیمه قابلیت اطمینان، فصل سوم به‌کارگیری این برنامه‌ها برای طراحی، فصل چهارم بیمه قابلیت اطمینان در واحدهای در حال بهره‌برداری، فصل پنجم طراحی برنامه‌های بیمه قابلیت اطمینان، فصل ششم بیمه قابلیت اطمینان بهره‌برداری و فصل هفتم سازمان برنامه‌ریزی بیمه قابلیت اطمینان می‌باشند [۲۱۳].

۹-۱-۲۵-۱- قابلیت اطمینان نیروگاه‌های هسته‌ای

در [۲۱۴] قابلیت اطمینان واحدهای هسته‌ای و حفاظت فیزیکی آنها مورد بحث می‌باشد.

۱۰-۱-۲۵-۱- ایمنی نیروگاه‌های هسته‌ای

این مطالعه الزامات طراحی را برای سازه‌ها، سیستم‌ها و اجزای یک نیروگاه هسته‌ای، همچنین برای روش‌ها و فرایندهای سازمانی از نظر امنیتی مهم که برای بهره‌برداری ایمن ضروری می‌باشند و برای جلوگیری از حوادثی که می‌تواند ایمنی را به خطر اندازد یا برای کاهش عواقب چنین رویدادهایی ارائه می‌کند [۲۱۵]. در این گزارش طراحی واحدهای هسته‌ای با در نظر گرفتن اصل‌ها و مفاهیم امنیت ارائه شده است.

۱۱-۱-۲۵-۱- فن‌آوری‌هایی برای بهبود در دسترس‌پذیری و قابلیت اطمینان نیروگاه‌های هسته‌ای آب خنک

کنونی

موضوع این گزارش تکنولوژی‌های بهبود دسترس‌پذیری و قابلیت اطمینان نیروگاه‌های هسته‌ای آب خنک کنونی و آینده می‌باشد. در این گزارش تمامی مطالعات انجام‌شده تا سال ۱۹۹۷ در زمینه‌ی تکنولوژی‌های ممکن برای بهبود قابلیت اطمینان نیروگاه‌های هسته‌ای جمع‌آوری گردیده است [۲۱۶].

۱-۲۵-۱-۱۲- ایمنی مرتبط با نگهداری در چارچوب مفهوم تعمیر و نگهداری قابلیت اطمینان محور

مرجع [۲۱۷] متشکل از هشت فصل می‌باشد که هدف آن تعمیر و نگهداری در چارچوب مفهوم تعمیر و نگهداری قابلیت اطمینان محور می‌باشد. این فصول از مفاهیم اولیه‌ی تعمیر و نگهداری قابلیت اطمینان محور تا نحوه‌ی عملیاتی آن را ارائه می‌کنند.

۱-۲۵-۱-۱۳- گزارش ویژه در مورد قابلیت اطمینان مهندسی

این مقاله گزارشی درباره مهندسی قابلیت اطمینان واحدهای هسته‌ای ارائه می‌کند [۲۱۸].

۱-۲۵-۱-۱۴- امکان سنجی فنی و قابلیت اطمینان سیستم‌های ایمنی منفعل برای نیروگاه‌های هسته‌ای کنونی و

آینده

موضوع [۲۱۹] امکان سنجی فنی و قابلیت اطمینان سیستم‌های ایمنی پسیو برای واحدهای هسته‌ای می‌باشد. بخش اول نگاه کلی به موضوعات کلیدی سیستم‌های پسیو دارد. بخش دوم مثال‌هایی از المان‌ها و سیستم‌های پسیو ارائه می‌کند. بخش سوم تمامی مقاله‌های ارائه‌شده در این زمینه را تا سال ۱۹۹۴ جمع‌آوری کرده است.

۱-۲۵-۱-۱۵- چرخه‌ی هسته‌ای در واحدهای هسته‌ای آب خنک

فصل ششم [۲۲۰] روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان واحدهای هسته‌ای را با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌ها ارائه می‌کند.

۱-۲۶- انستیتوی انرژی هسته‌ای

انستیتوی انرژی هسته‌ای (NEI)^۱ در سال ۱۹۹۴ از ادغام چند سازمان صنعت انرژی هسته‌ای که قدیمی‌ترین آن‌ها در سال ۱۹۵۳ ایجاد شده بود، تاسیس شد. سازمان‌هایی که با یکدیگر ادغام شدند، عبارتند از [۲۲۱]:

- شورای منابع و مدیریت شرکت هسته‌ای (NUMARC)^۲، که قوانین عمومی و مسائل فنی را مورد بررسی قرار می‌داد.

۱- Nuclear Energy Institute

۲- Nuclear Utility Management and Resources Council

- شورای آگاهی بخش انرژی ایالات متحده (USCEA)^۱، که یک برنامه ارتباطاتی ملی را هدایت می‌کرد.
- شورای انرژی هسته‌ای آمریکایی (ANEC)^۲، که امور دولتی را به اجرا در می‌آورد.
- بخش هسته‌ای انستیتوی برق ادیسون، که مسائل مربوط به استفاده از مدیریت سوخت هسته‌ای، تامین سوخت هسته‌ای و اقتصاد انرژی هسته‌ای را به عهده داشت.

۲۱-۱-۱- خدمات ۶۰ ساله به صنعت هسته‌ای

در سال ۱۹۵۳، صنعت هسته‌ای انجمن صنعتی اتمی (AIF)^۳ را برای تمرکز بر کاربردهای سودمند انرژی هسته‌ای تاسیس کرد. این تاسیس درست دو سال قبل از کنفرانس بین‌المللی "اتم برای صلح"^۴ که در سال ۱۹۵۵ به مناسبت آغاز عصر هسته‌ای در ژنو برگزار شد، صورت گرفت. در سال ۱۹۸۷، صنعت، AIF را به دو بخش NUMARC و USCEA تقسیم نمود. USCEA در سال ۱۹۷۹ به‌عنوان کمیته ایالات متحده برای آگاهی‌دهی انرژی در نظر گرفته شد. به‌عنوان جانشین مستقیم برای AIF، انستیتوی انرژی هسته‌ای خدمات ۶۰ ساله را به صنعت تکنولوژی هسته‌ای ارائه می‌دهد [۲۲۱].

۲۲-۱-۱- ماموریت‌ها و فعالیت‌ها

ماموریت NEI، تقویت و پیشرفت کاربردهای مفید تکنولوژی‌های هسته‌ای پیش از کنگره، کاخ سفید و سازمان‌های شعبه‌ای اجرایی، تنظیم‌کننده‌های فدرال و انجمن‌های سیاست دولت بوده و به‌طور فعالانه اطلاعات دقیق و به موقع را مخابره می‌نماید و یک صدای واحد از صنعت در مورد اهمیت جهانی انرژی هسته‌ای و تکنولوژی هسته‌ای ارائه می‌کند. هدف NEI اطمینان از شکل‌گیری سیاست‌هایی می‌باشد که کاربردهای مفید انرژی و تکنولوژی‌های هسته‌ای در ایالات متحده و سراسر جهان را به همراه داشته باشد.

با مشارکت اعضا، NEI سیاست‌های کلیدی قانون‌گذاری و نظارتی تاثیرگذار بر صنعت را توسعه می‌دهد. بنابراین NEI به عنوان صدای واحد صنعت پیش از کنگره آمریکا، سازمان‌های قوه‌ی مجریه و تنظیم‌کننده‌های فدرال و همچنین سازمان‌ها و سالن‌های بین‌المللی در نظر گرفته می‌شود. NEI همچنین انجمنی را جهت حل و فصل مسائل فنی و تجارت برای صنعت

۱- U.S. Council for Energy Awareness

۲- American Nuclear Energy Council

۳- Atomic Industrial Forum

۴- Atoms for Peace

فراهم می‌کند. در نهایت، NEI اطلاعات دقیق و به‌موقع درباره‌ی صنعت هسته‌ای را برای اعضا، سیاست‌گذاران، رسانه‌های خبری و عموم مردم فراهم می‌کند [۲۲۱].

صنعت انرژی هسته‌ای برای رسیدن به سطح بالایی از ایمنی و قابلیت اطمینان در سال ۱۹۹۹ به تلاش خود ادامه می‌دهد. شاخص‌های عملکرد نیروگاه هسته‌ای برای کمک به پیشرفت قابلیت اطمینان این واحدهای تولیدی، به‌طور مستمر پایش می‌گردد. مهم‌ترین عملکردهای صنعت انرژی هسته‌ای در سال ۱۹۹۹ عبارتند از:

- خاموشی‌های واحد هسته‌ای بدون برنامه‌ریزی و به‌طور خودکار
- عملکرد سیستم ایمنی
- ایمنی کارکنان
- فاکتور قابلیت واحد
- در معرض تابش قرار گرفتن

استرس بازار می‌تواند منجر به تعطیلی نیروگاه‌های هسته‌ای گردد که به دنبال آن قابلیت اطمینان شبکه کاهش می‌یابد. در تاریخ ۱۰ آوریل ۲۰۱۴ شکست بازارهای برق برای به رسمیت شناختن و ارزش متناسب با ویژگی‌های کلیدی نیروگاه‌های هسته‌ای و دیگر تولیدهای بار پایه به‌عنوان موضوع مهم مورد بحث قرار گرفته که می‌تواند پیامدهای جدی برای قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت کشورها به‌وجود آورد.

بحث روز ۱۰ آوریل در مورد قابلیت اطمینان پیش از این که کمیته‌ی انرژی و منابع طبیعی مجلس سنا بر خاموش کردن نیروگاه‌های هسته‌ای متمرکز گردد، درباره این موضوع بود که به‌دلیل اینکه بازارهای رقابتی که آنها به خدمت گرفته‌اند، سیگنال‌های قیمت‌گذاری مناسب را برای تشویق توسعه امکانات جدید و یا حمایت از بهره‌برداری مستمر امکانات موجود ارسال نمی‌کنند.

درحالی‌که تعداد زیادی از واحدهای تولیدی با سوخت ذغال‌سنگ تا حد زیادی به‌دلیل قوانین زیست محیطی یا شرایط بازار آرام آرام در چند سال آینده به سمت بازنشستگی می‌روند، برخی از نیروگاه‌های هسته‌ای نیز با فشارهای اقتصادی وارد آمده از سوی بازار مواجه هستند که می‌تواند منجر به خاموشی آنها شود. واحد هسته‌ای کواپونی^۱ در ویسکانسین^۲ در ۲۰۱۳ به دلایل

۱- Kewaunee

۲- Wisconsin

اقتصادی خاموش گردید و واحد هسته‌ای ورمونت یانکی^۱ چند سال بعد بسته خواهد شد. برخی از مدیران اجرایی هشدار داده‌اند که خاموش شدن ناگهانی بیشتر می‌تواند صورت گیرد، مگر اینکه تغییراتی در چگونگی بازارهای برق و ارزش نیروگاه‌های هسته‌ای در این بازارها به‌وجود آید [۲۲۱].

۲۳-۱-۱ - موضوعات دیگر گزارش‌ها

- فراهم‌نمودن موقعیت مناسب برای صنعت انرژی هسته‌ای برای تولید توان الکتریکی ایمن
- ارتباط بین قابلیت اطمینان واحدهای هسته‌ای و سیستم قدرت
- تاثیر قابلیت اطمینان سیستم قدرت بر ریسک واحدهای تولیدی
- ارائه‌ی نظر و پیشنهاد برای استانداردهای قابلیت اطمینان
- پیشنهاد دادن شبکه‌ی مخابراتی برای افزایش قابلیت اطمینان

۲۷-۱ - انستیتوی بهره‌برداری از توان هسته‌ای

انستیتوی بهره‌برداری از توان هسته‌ای (سازمان انرژی اتمی) (INPO)^۲ یک سازمان غیر انتفاعی است که مقر آن در آتلانتا قرار دارد. کمیسیون کِمنی^۳ (که توسط رییس جمهور جیمی کارتر به‌منظور بررسی حادثه مارس سال ۱۹۷۹ در نیروگاه هسته‌ای تری مایل آیلند^۴ راه اندازی شد) توصیه‌های زیر را پیشنهاد کرده است [۲۲۲]:

- صنعت (انرژی هسته‌ای) باید برنامه‌ای که استانداردهای ایمنی مناسب شامل مدیریت، تضمین کیفیت و روش‌ها و شیوه‌های بهره‌برداری و ارزیابی‌های مستقل را مشخص می‌کند، ارائه دهد.
- باید یک روش سیستماتیک جمع‌آوری، بازبینی و آنالیز اطلاعات تجربه‌های بهره‌برداری در تمام نیروگاه‌های هسته‌ای همراه با یک شبکه گسترده ارتباطات بین‌المللی صنعت برای تسهیل جریان سریع این اطلاعات برای بخش‌های آسیب‌دیده وجود داشته باشد.

۱- Vermont Yankee

۲- Institute of Nuclear Power Operation

۳- Kemeny Commission

۴- Three Mile Island nuclear power plant

برای عمل به این توصیه‌ها، صنعت انرژی هسته‌ای، INPO را در دسامبر ۱۹۷۹ تاسیس کرد. مأموریت INPO ارتقای ایمنی و قابلیت اطمینان واحدهای هسته‌ای در بهره‌برداری تجاری به بالاترین سطح می‌باشد. برای رسیدن به این مهم INPO گام‌های زیر را برمی‌دارد:

- ایجاد اهداف، معیارها و دستورالعمل‌های عملکرد برای صنعت انرژی هسته‌ای
- انجام ارزیابی‌های دقیق نیروگاه‌های هسته‌ای به‌طور منظم
- همکاری برای کمک به نیروگاه‌های هسته‌ای به‌طور مستمر به‌منظور بهبود عملکرد آنها

کارکنان INPO برای کمک به صنعت انرژی هسته‌ای به‌منظور دستیابی به بالاترین سطح ایمنی و قابلیت اطمینان در زمینه‌های زیر فعالیت می‌کنند [۲۲۲]:

- ارزیابی واحدهای هسته‌ای
- آموزش و اعتبار بخشی
- تجزیه و تحلیل رویدادها و تبادل اطلاعات

۲۸-۱- شرکت ABB

این شرکت، یک شرکت پیشرو در زمینه تکنولوژی‌های برقی و اتوماسیون سیستم‌های قدرت می‌باشد. مقر اصلی این سازمان در زوریخ سوئیس است. این شرکت ۱۵۰۰۰۰ نفر را به استخدام خود داشته و در حدود ۱۰۰ کشور به انجام فعالیت می‌پردازد. سهام این شرکت در بازار بورس زوریخ، استکهلم و نیویورک معامله شده است.

این شرکت در شکل فعلی آن در سال ۱۹۸۸ سازمان‌دهی شد، اما دارای سابقه‌ای ۱۲۰ ساله می‌باشد. موفقیت ABB به‌طور ویژه با تمرکز بر تحقیق و توسعه به‌دست آمده است. این شرکت مدعی است که یکی از هفت مرکز تحقیقاتی برتر در میان شرکت‌های بزرگ در سراسر جهان است و همچنان به سرمایه‌گذاری در بخش تحقیقات و توسعه با وجود تمام شرایط بازار ادامه می‌دهد. امروزه ABB به‌عنوان بزرگ‌ترین تامین‌کننده موتور و درایوهای صنعتی، بزرگ‌ترین ارائه‌دهنده ژنراتورها برای صنعت باد و بزرگ‌ترین عرضه‌کننده شبکه‌های قدرت در سراسر جهان شناخته شده است [۲۲۳]. عمده‌ی فعالیت‌های این شرکت در زمینه‌ی قابلیت اطمینان به دو بخش تقسیم می‌گردد:

- فعالیت‌های مرتبط با قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه: در این بخش از فعالیت‌ها، مطالعات برای چگونگی تعمیر و نگهداری بهینه، بهبود قابلیت اطمینان تجهیزات و ... صورت می‌گیرد.
- فعالیت‌های مرتبط با قابلیت اطمینان سیستم قدرت: این شرکت پروژه‌های متعددی در زمینه‌ی افزایش قابلیت اطمینان سیستم قدرت در شهرها و کشورهای مختلف از جمله آن‌هایم در کالیفرنیا^۱، زامبیا^۲، عربستان سعودی، هند، تگزاس، نروژ و ... انجام داده است.

۲۹-۱- شرکت SEIMENS

زیمنس^۳ یک شرکت جهانی فعال در حوزه مهندسی الکترونیک و برق می‌باشد که در بخش‌های صنعت، انرژی، بهداشت و درمان به انجام فعالیت می‌پردازد. این شرکت دارای حدود ۴۰۰۰۰۰ کارمند در حال کار برای توسعه و تولید محصولات، طراحی و نصب سیستم‌های پیچیده و ارائه‌دهنده طیف گسترده‌ای از راه‌حل‌های مورد نیاز می‌باشد. با بیش از ۱۶۰ سال فعالیت در این حوزه، زیمنس دستاوردهایی در زمینه‌های فنی، کیفیت توان و قابلیت اطمینان کسب کرده و از این طریق اعتبار بین‌المللی خود را افزایش داده است.

این سازمان با دستیابی موفقیت‌آمیز به نوآوری‌های مورد نیاز مشتریان خود و ایجاد فضای رقابتی منحصر به فرد، جوامع را قادر می‌سازد تا چالش‌های حیاتی خود را کارشناسی کنند و ارزش پایدار ایجاد نمایند. زیمنس به عنوان یک شرکت تکنولوژیک یک‌پارچه با تمرکز بر سه بخش صنعت، انرژی و حوزه بهداشت و درمان، به ۱۵ بخش فرعی تقسیم شده است [۲۲۴].

۲۴-۱-۱- فعالیت‌های انجام‌یافته در زمینه‌ی قابلیت اطمینان

- بهبود قابلیت اطمینان و دسترس‌پذیری واحد تولید از طریق تعمیر و نگهداری پیش‌بینی شده‌ی بهینه [۲۲۵]
- افزایش دسترس‌پذیری برای توربین‌های گازی بی بی سی/آلستوم^۴ [۲۲۶]
- توسعه توربین‌های گازی سائز متوسط برای کاربردهای LNG با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان [۲۲۷]

۱- Anaheim, California

۲- Zambia

۳- Siemens

۴- BBC/Alstom

- افزایش دسترس‌پذیری برای توربین‌های گازی با قاب GE [۲۲۸]
- به حداکثر رساندن بهره‌وری و قابلیت اطمینان بهره‌برداری واحد تولید از طریق توسعه پرسنل بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری (آموزش نیروی کار) [۲۲۹]
- در نظر گرفتن مسائل آب و هوایی و زیست محیطی و پرداختن به انرژی‌های پاک [۲۳۰]
- کاهش هزینه‌های قابلیت اطمینان و نگهداری از طریق سیستم‌های تحریک پیشرفته [۲۳۱]

۳۰-۱ - شرکت SKF

شرکت SKF به‌عنوان یک گروه صنعتی بین‌المللی و پیشگام در زمینه تولید بلبرینگ، تقریباً در ۱۳۰ کشور دنیا فعال می‌باشد. این شرکت در سال ۱۹۰۷ و به‌دنبال اختراع بلبرینگ‌های خودتنظیم توسط شخصی به نام اسون وینگ کوئیست تاسیس شد و تنها پس از گذشت چند سال شروع به توسعه در سراسر جهان نمود. امروزه این شرکت دارای حدوداً ۴۵۰۰۰ نفر کارمند و در حدود ۸۰ نوع ابزارآلات تولیدی بوده که در سرتاسر جهان گسترده می‌باشد. علاوه بر آن، دارای شبکه فروش بین‌المللی بوده که خود شامل تعداد زیادی از شرکت‌های فروش و در حدود ۷۰۰۰ توزیع‌کننده و خرده‌فروش می‌باشد. دفتر مشاورین فنی، دسترسی فراوان به محصولات SKF را پشتیبانی می‌نماید. کلید موفقیت این شرکت، تاکید مداوم بر حفظ کیفیت بالای محصولات و ارائه خدمات می‌باشد. سرمایه‌گذاری‌های مداوم تحقیقاتی که منجر به نوآوری‌های فراوانی گشته است، نیز نقش مهمی را ایفا کرده است. فعالیت گروه SKF در زمینه تولید بلبرینگ، آب‌بند، فولاد مخصوص و طیف وسیعی از دیگر اجزای صنعتی می‌باشد. تجربه‌های به‌دست آمده در زمینه‌های گوناگون بیانگر دانش و تخصص شرکت SKF به‌منظور تامین پیشرفته‌ترین محصولات مهندسی و ارائه خدمات موثر به مشتریان می‌باشد.

گروه SKF نخستین تولیدکننده اصلی بلبرینگ در جهان بوده که به‌دلیل رعایت سیستم‌های مدیریت محیطی دارای گواهینامه استاندارد ISO 14001 می‌باشد. این گواهینامه جامع‌ترین نوع آن محسوب شده و بیش از ۶۰ نوع از ابزارآلات تولیدی را دربرمی‌گیرد. بخش تحقیقات و مهندسی شرکت SKF خارج از شهر Utrecht در کشور هلند واقع شده است. در منطقه‌ای به وسعت ۱۷۰۰۰ متر، در حدود ۱۵۰ نفر از دانشمندان، مهندسین و پرسنل بخش پشتیبانی مشغول فعالیت بر روی

ارتقاء بیشتر کارایی بلبرینگ می‌باشند. آنها تکنولوژی‌هایی را توسعه می‌دهند که هدف آن دسترسی به مواد و کالاهای بهتر، طرح‌های مناسب‌تر روان‌سازها و آببندهای با کیفیت‌تر می‌باشد و از دیگر اهداف آنها درک بهتر عملکرد بلبرینگ می‌باشد.

شرکت SKF در کارخانه‌های سراسر دنیا، مفهوم شبکه را گسترش داده است. این امر علاوه بر تاثیر بر روی کارهای در حال اجرا و اجناس تکمیل شده آماده فروش، زمان اصلی برای تولید مواد خام و تبدیل آنها به محصول نهایی را کاهش می‌دهد. این امر موجب تسهیل و تسریع جریان اطلاعات شده، تنگناها را از بین برده و مراحل غیرضروری تولید کالا را نادیده می‌گیرد. اعضای این گروه دارای دانش و تعهد لازم برای انجام فعالیت در زمینه‌هایی مانند کیفیت کالا، زمان تحویل کالا و روند تولید کالا می‌باشند. مهمترین برنامه‌ها و فعالیت‌های این سازمان در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های الکتریکی به صورت زیر است [۲۳۲-۲۳۴]:

- برنامه‌های مدیریت دارایی
- بهبود و افزایش قابلیت اطمینان تجهیزات نیروگاهی
- برنامه‌های تعمیر و نگهداری پیش‌بینانه، پیش‌گیرانه و برنامه‌های قابلیت اطمینان محور
- ارائه خدمات و تکنولوژی‌های پایش وضعیت تجهیزات
- کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری

۳۱-۱ - شرکت EDISON

شرکت بین‌المللی ادیسون^۱ وظیفه تولید و توزیع انرژی الکتریکی، تامین خدمات موردنیاز و سرمایه‌گذاری بر روی تکنولوژی‌های نو مانند منابع تولید پراکنده را بر عهده دارد. این شرکت از شرکت‌های تابعه مانند شرکت ادیسون کالیفرنیا^۲ جنوبی، شرکت انرژی ادیسون^۳ تشکیل شده است. شرکت کالیفرنیا جنوبی یکی از بزرگترین شرکت‌های توزیع در ایالت متحده می‌باشد که عمده فعالیت‌های آن در زمینه انرژی‌های نو و بازدهی انرژی می‌باشد. این شرکت وظیفه تامین برق مصرفی حدود ۱۴ میلیون از مصرف‌کنندگان ایالت کالیفرنیا را بر عهده دارد [۲۳۵]. مهمترین فعالیت‌های این شرکت به صورت زیر می‌باشد [۲۳۶]:

۱- EDISON International

۲- Southern California Edison

۳- Edison Energy

- بهبود قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع
- سرمایه‌گذاری در شبکه انتقال به منظور توسعه بهره‌گیری از انرژی‌های نو
- تجهیزات اندازه‌گیری هوشمند
- جایگزینی ژنراتورهای بخار به منظور افزایش طول عمر واحدهای هسته‌ای
- استفاده از پنل‌های خورشیدی در سقف مراکز تجاری بزرگ

شرکت انرژی ادیسون نیز وظیفه تامین تجهیزات و سرمایه‌گذاری بر روی تکنولوژی‌های نو را بر عهده دارد. همچنین این شرکت فعالیت‌هایی نیز در زمینه مدیریت توان و حمل و نقل برقی انجام می‌دهد. مهمترین فعالیت‌ها و اولویت‌های تحقیقاتی این شرکت را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- مدیریت انرژی با استفاده از تجهیزات هوشمند
- توسعه حمل و نقل الکتریکی و استفاده از خودروهای برقی
- شبکه‌های هوشمند
- امنیت در فضای سایبری
- ذخیره‌سازهای انرژی
- اتصال ایمن و قابل اطمینان منابع تولید پراکنده
- توسعه زیرساخت‌های شبکه قدرت
- حفاظت از محیط زیست

۳۲-۱- شرکت COOPER

این شرکت بخشی از شرکت الکتریکی Eaton می‌باشد که یکی از شرکت‌های پیشرو در زمینه مدیریت مصرف است و در بیش از ۱۷۵ کشور جهان مشغول فعالیت است. ارائه راهکارهای مناسب و تامین تجهیزات برقی مانند تجهیزات حفاظتی، روشنایی و تجهیزات شبکه توزیع از مهمترین وظایف این شرکت می‌باشد. مهمترین محورهای فعالیت این سازمان به صورت زیر می‌باشد [۲۳۷]:

- مخابرات و ارتباطات

- بازدهی انرژی
- حفاظت از محیط زیست
- روشنایی شبکه
- مدیریت مصرف و انرژی
- منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو
- ایمنی و قابلیت اطمینان

این شرکت با هدف کاهش زمان و تعداد خرابی‌های ایجادشده در شبکه، جهت بهبود قابلیت اطمینان و افزایش ایمنی، به

تولید انواع تجهیزات حفاظتی مانند سکسیونر، قطع‌کننده و انواع فیوزهای الکتریکی و انواع تجهیزات پایش می‌پردازد.

فصل دوم: محورهای مطالعاتی قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی

مقدمه

در این فصل محورهای مطالعاتی پیشنهادی در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی معرفی شده و مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. ابتدا فعالیت‌های صورت گرفته در سازمان‌های معتبر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و بر اساس این فعالیت‌ها به معرفی محورهای مطالعاتی پایایی پرداخته خواهد شد. با توجه به بررسی موضوعات مطرح شده در فصل قبل، امکان دسته‌بندی محورهای مطالعاتی به صورت کاملاً مستقل و جدا از هم وجود ندارد و ارائه محورهای مطالعاتی پیشنهادی صرفاً جهت نظام‌مند نمودن مطالعات صورت گرفته در این حوزه خواهد بود.

۱-۲- بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه مطالعات پایایی

بر اساس مطالعات انجام شده در فصل اول، تحقیقات صورت گرفته در زمینه مطالعات پایایی شبکه‌های قدرت به صورت زیر می‌باشد:

- معرفی مفاهیم قابلیت اطمینان
- روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی
- مدل‌سازی قابلیت اطمینان تجهیزات
- مطالعات پیری و تعیین عمر تجهیزات شبکه
- شبکه‌های هوشمند
- خودروهای برقی
- ذخیره‌سازهای انرژی
- تجهیزات اندازه‌گیری هوشمند

- برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا
- منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو
- مطالعات ریسک
- تعیین هزینه ارزش بار از دست رفته
- تعیین تابع هزینه خاموشی مشترکین
- برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان
- مسائل مرتبط با بهره‌برداری
- تعیین رزرو گردان بهینه
- کفایت منابع سوخت
- ارتباط متقابل شبکه سوخت‌رسانی با شبکه قدرت
- بررسی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی
- قابلیت اطمینان نیروگاه‌های هسته‌ای
- برنامه‌های تعمیر و نگهداری پیش‌بینانه
- برنامه‌های تعمیر و نگهداری پیش‌گیرانه
- مدیریت دارایی در شبکه‌های قدرت
- اطلاعات قابلیت اطمینان
- مدیریت اتفاقات
- دسته‌بندی خطاها
- تعیین نرخ خرابی تجهیزات
- تاثیر سیستم‌های حفاظتی و مکان‌یابی آن
- پایش قابلیت اطمینان
- بسترهای مخابراتی
- آموزش نیروی کار

- توسعه استانداردهای قابلیت اطمینان
- برنامه‌های اضطراری و مقابله با طوفان
- بیمه قابلیت اطمینان
- بازار قابلیت اطمینان
- برنامه‌های قابلیت اطمینان محور
- تاثیر مسائل زیست محیطی بر قابلیت اطمینان

۲-۲- محور اول: ارزیابی قابلیت اطمینان

با پیشرفت تکنولوژی، طراحی و ساخت سیستم‌های بسیار پیچیده، همواره این مساله مطرح می‌گردد که تا چه حد می‌توان به عملکرد این سیستم‌ها اعتماد نمود. این مساله در قالب بحث‌های قابلیت اطمینان سیستم‌ها جای می‌گیرد. پاسخگویی به این مسائل نیازمند داشتن معیاری جهت تعیین قابلیت اطمینان سیستم است، بنابراین ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌ها از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد.

در هر جامعه مدرن مهندسان و مدیران فنی، مسئول برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری از ساده‌ترین محصول تا پیچیده‌ترین سیستم‌ها هستند. از کار افتادن محصول‌ها و سیستم‌ها موجب وقوع اختلال در سطوح مختلفی می‌شود و می‌تواند حتی به‌عنوان تهدیدی شدید برای جامعه و محیط‌زیست تلقی شود. از این رو مصرف‌کنندگان و به‌طور کلی مردم جامعه انتظار دارند که محصولات و سیستم‌ها پایا، اطمینان‌بخش و ایمن باشند. بنابراین به‌عنوان یک پرسش اساسی چنین مطرح است که قابلیت اطمینان سیستم در طول عمر کاری آینده‌اش چه میزانی است و ایمنی آن چقدر است؟ این پرسشی است که بخش‌هایی از آن را می‌توان با ارزیابی و کمیت‌سنجی قابلیت اطمینان پاسخ گفت.

شیوه‌های ارزیابی قابلیت اطمینان از نظر تاریخچه پیدایش، بدوا در ارتباط با صنایع هوافضا و کاربردهای نظامی شکل گرفت، ولی سریعاً توسط سایر صنایع مانند صنایع هسته‌ای که تحت فشار شدیدی جهت تضمین ایمنی و قابلیت اطمینان رآکتورهای هسته‌ای در تامین انرژی الکتریکی هستند و یا صنایع فرایندهای پیوسته مانند صنایع فولاد و صنایع شیمیایی که هر ساعت از توقف آن‌ها به علت وقوع معایب می‌تواند موجب تحمیل خسارت‌های بزرگ مالی و جانی و آلودگی محیط‌زیست شود مورد توجه و کاربرد قرار گرفت.

اگرچه لازم به ذکر است که در تمام این زمینه‌ها جهان شاهد وقوع مسائل و مشکلات فاجعه‌باری در سال‌های اخیر بوده است. از جمله در صنایع هوافضا در سال ۱۹۸۶ حادثه‌ای که برای فضاپیماهای چلنجر پیش آمد و همچنین حادثه‌های دیگر مربوط به برخی هواپیماهای تجاری و مسافربری، در صنایع هسته‌ای حادثه‌های نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل در سال ۱۹۸۶ و جزیره سه مایلی در سال ۱۹۷۹، در تامین انرژی الکتریکی، خاموشی نیویورک در سال ۱۹۷۶، بوپال در سال ۱۹۸۴ و بسیاری از حوادث دیگر، که در تمام این رخدادها خسارت‌های چشمگیر و شدیدی بر جامعه و محیط‌زیست وارد شد. این رخدادها فشار فزاینده‌ای بر لزوم توجه به ارزیابی قابلیت اطمینان، ایمنی و احتمال خطر ایجاد کرده است [۱-۲].

۲۵-۱-۱- ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه تولید، انتقال و توزیع الکتریکی

قابلیت اطمینان هر تجهیز در سیستم قدرت را می‌توان توسط مجموعه‌ای از پارامترهای پایه‌ای تعریف کرد. مدل ساده‌ی قابلیت اطمینان تجهیز شامل نرخ وقوع خطا در تجهیزات و زمان لازم برای تعمیر یا تعویض هر تجهیز می‌باشد. تعریف هر یک از این پارامترها با دسته‌بندی جزئی‌تر در این بخش آمده است.

• نرخ وقوع خطا در تجهیزات (λ)

قبل از هر چیز باید معنی مشخصی از کلمه خرابی ارائه شود. به‌طور کلی از یک سیستم یا عنصر می‌توان وظایف مختلفی انتظار داشت و در عمل، هر کدام از این وظایف می‌تواند قابلیت اطمینان متفاوتی داشته باشد. علاوه بر آن در زمان‌های مختلف و در شرایط مختلف، سیستم در اجرای فعالیت موردانتظار دارای احتمال موفقیت متفاوتی است. کلمه خرابی یا شکست به معنای "قادر نبودن سیستم یا عنصر در اجرای وظیفه موردانتظار" است.

خرابی مفهومی است که برای عناصر مهندسی تعریف می‌شود و تابعی از کیفیت تولید، شرایط استفاده و نحوه نگهداری است. خرابی یک عنصر ممکن است منجر به خاموشی تعدادی از مشترکین گردد یا نگردد. اگر از نگاه مشترکین به مفهوم خرابی نگاه شود، تنها خرابی‌هایی که منجر به خاموشی مشترکین می‌گردد به‌عنوان خرابی لحاظ می‌شود. اما در اینجا تعریف خرابی از دید عناصر و یا سیستم مد نظر است. بنابراین هرگونه وقفه‌ای در کارکرد موردانتظار یک عنصر یا سیستم به‌عنوان خرابی محسوب می‌شود. یک تجهیز می‌تواند به حالت‌های مختلفی دچار خرابی گردد.

نرخ خرابی، تعداد دفعاتی که انتظار می‌رود، یک تجهیز در طول سال دچار خرابی شود را نشان می‌دهد. این پارامتر بر اساس ثبت حوادث و پیشینه یک تجهیز در طول یک دوره مشخص و داده‌کاوی‌های آماری محاسبه می‌شود. مقدار این پارامتر برای

تجهیزات مختلف، بسته به عمر تجهیز، کیفیت تولید، نحوه نصب، بهره‌برداری و نیز شرایط محیطی خطوط هوایی و زمینی متفاوت است.

- متوسط زمان تعمیر (MTTR)^۱

به‌طور کلی زمان تعمیر به‌عنوان مدت زمانی که طول می‌کشد یک عنصر بعد از وقوع خرابی دائم دوباره به شرایط کار عادی برگردد، تعریف می‌شود. زمان تعمیر را می‌توان به دو بخش تقسیم کرد.

✓ زمان تشخیص خطا، مکان‌یابی خطا و ایزوله کردن خطا

✓ زمان تعمیر توسط پرسنل و اتصال دوباره قسمت تعمیرشده به شبکه

زمان تعمیر از دید پرسنل، شرکت برق و مشترکین با هم تفاوت دارد. زمان تعمیر که توسط پرسنل دیده می‌شود زمان تعمیر داخلی گفته می‌شود. این زمان به فاصله زمانی بعد از تشخیص و مکان‌یابی خطا تا انتهای زمان تعمیر و وصل مجدد سرویس اطلاق می‌گردد. از دیدگاه شرکت برق زمان تعمیر به فاصله زمانی بین تماس مشترکین با مدیریت اتفاقات به خاطر خاموشی رخ داده‌شده تا پایان فرایند تعمیر گفته می‌شود که به آن زمان تعمیر خارجی گفته می‌شود و زمان تعمیر از دیدگاه مشترک کل دوره زمان قطع سرویس می‌باشد.

زمان تعمیر یک متغیر تصادفی است که به فاکتورهای مختلفی وابسته است. فاکتورهای تصادفی همچون وضعیت آب و هوایی، ابعاد و عمر شبکه، ویژگی‌های محیطی و مکانی شبکه توزیع، ویژگی‌های اتوماسیون شبکه، تعداد پرسنل تعمیر و نگهداری، مهارت پرسنل تعمیر و ... به‌طور کلی این پارامتر مدت زمان تعمیر هر تجهیز را از لحظه خرابی نشان می‌دهد [۱-۲].

- متوسط زمان تا خرابی تجهیز (MTTF)^۲

این پارامتر نشانگر متوسط زمانی است که یک تجهیز از شروع به کار پس از تعمیر تا خرابی مجدد طی می‌کند.

- متوسط زمان بین خرابی تجهیز (MTBF)^۳

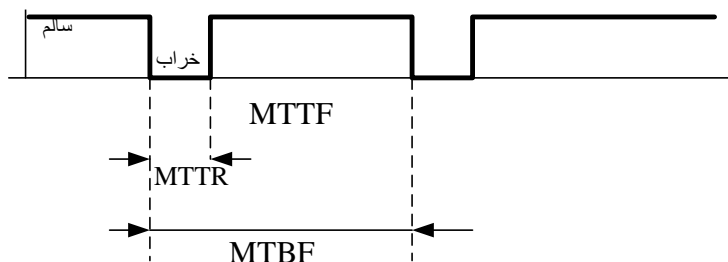
این پارامتر نشانگر متوسط زمان بین دو خرابی متوالی را نشان می‌دهد.

در شکل ۱-۲ پارامترهای اصلی در محاسبات قابلیت اطمینان تجهیزات نشان داده شده است.

۱- Mean Time To Repair

۲- Mean Time To Failure

۳- Mean Time Between Failure



شکل ۱-۲: نمایش پارامترهای اصلی در قابلیت اطمینان هر تجهیز

۱-۱-۲-۲- محاسبه نرخ خرابی و متوسط زمان تعمیر

در مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت با توجه به اطلاعات قابل حصول، معمولاً نرخ وقوع خطا در تجهیزات شبکه به صورت متوسط تعداد خطا در سال منظور می‌شود. هر چقدر آمار مربوط به اتفاقات دقیق‌تر ثبت شود، جامعه آماری بیشتر (به شرط اینکه شرایط محیطی و بهره‌برداری در جامعه آماری انتخاب شده تا حدودی یکسان باشد) و بازه زمانی گردآوری اطلاعات بزرگ‌تر باشد (مشروط بر اینکه شرایط بهره‌برداری و محیطی در بازه زمانی مربوطه تغییرات زیادی نداشته باشد)، امکان محاسبه این پارامترها به صورت دقیق‌تر فراهم می‌شود. همچنین باید در جامعه آماری انتخاب شده عمر تجهیزات نیز مد نظر قرار گیرد.

با توجه به توضیحات فوق نرخ خرابی تجهیز از رابطه (۱-۲) محاسبه می‌گردد.

$$\lambda = \frac{\text{تعداد خرابی های بوجود آمده در بازه زمانی مشخص}}{\text{تعداد تجهیزات در معرض خرابی}} \quad (1-2)$$

مقدار λ و نیز نوع تابع مربوطه مبنای مباحث مختلف در قابلیت اطمینان قرار می‌گیرد. به عنوان نمونه چنانچه λ ثابت فرض شود، روابط بسیار ساده‌تر می‌شود. مهم این است که تا چه حد این فرض با واقعیات رفتار مولفه‌ها نزدیک بوده و عملکرد واقعی سیستم را به صورت مطلوب‌تری بیان نماید. آنچه مسلم است علی‌رغم نیاز به بررسی اعتبار فرض، امکان انجام محاسبات که منجر به معادلات بسیار پیچیده‌تر می‌گردد، محدودیت دیگری در ارزیابی قابلیت اطمینان ایجاد می‌نماید [۱-۲].

۲-۱-۲-۲- مدهای خطا

در زمان‌های مختلف کارکرد تجهیزات خطاهای مختلفی ممکن است سبب خرابی سیستم گردد و به صورت مدهای مختلف

خطا مطرح می‌گردد که جهت بررسی آنها بازه عمر سیستم را به سه ناحیه کلی تقسیم می‌نمایند [۱-۲].

- در ابتدای بهره‌برداری مشکلاتی از قبیل معیوب‌بودن بعضی از قطعات، نصب و راه‌اندازی نادرست و حتی مونتاژ نامطلوب، می‌تواند عامل حجم بالایی از خرابی در سیستم باشد. به خطاهایی که در این ناحیه بروز می‌نماید، خطاهای ابتدایی و به این ناحیه نیز مرحله اشکال‌زدایی می‌گویند.
 - با تداوم بهره‌برداری از سیستم و رفع احتمالی بعضی از خطاهای اولیه، تعداد خرابی‌ها در سیستم کاهش می‌یابد. این قسمت در ناحیه میانی منحنی شکست سیستم قرار دارد و عمدتاً خطاهای ایجادشده در این ناحیه ناشی از فشارهای اعمال‌شده به سیستم در سطحی بیشتر از حد طراحی آن می‌باشد. به خطاهای ایجادشده در این شرایط خرابی‌های تصادفی و به این بخش از منحنی، ناحیه شکست تصادفی می‌گویند. سیستم در این حالت به ناحیه عمر مفید خود وارد شده است و با تقریب قابل قبول می‌توان نرخ خرابی λ را ثابت در نظر گرفت که این امر سبب سهولت در محاسبات می‌گردد. کلیه محاسبات قابلیت اطمینان در این ناحیه انجام می‌گیرد.
 - ناحیه سوم منحنی تحت عنوان ناحیه فرسودگی شرایطی است که سیستم تقریباً عمر مفید خود را سپری نموده است و تعداد خرابی‌ها رو به فزونی می‌گذارد.
- منحنی طول عمر قطعات که به منحنی وانی شکل معروف است به صورت زیر می‌باشد.



شکل ۲-۲: منحنی عمر تجهیزات

بسیاری از شرکت‌های سازنده تجهیزات اقدام به استخراج منحنی‌های طول عمر محصولات خود می‌نمایند که بسته به شرایط مختلف کاری متفاوت خواهد بود. بر اساس این منحنی‌ها می‌توان رفتار آن‌ها را با یک مدل ریاضی بیان نمود.

۳-۱-۲-۲- نرخ تعمیر

تاکنون به بررسی تابع نرخ خطا و مدهای مختلف آن پرداخته شد. این مباحث سیستم‌های غیر قابل تعمیر را به خوبی پوشش می‌دهد. اما معمولاً قطعات یک سیستم جهت جلوگیری از فرسودگی، پس از مدتی کارکرد تعمیر و بازسازی می‌شوند، این کار مدت باقی ماندن سیستم در ناحیه عمر مفید را افزایش می‌دهد. لذا مساله نگهداری را باید در مدل‌سازی وارد کرد. بر این اساس تابعی بنام نرخ تعمیر $\mu(t)$ تعریف می‌شود.

$$\mu(t) = \frac{\text{تعداد تعمیرهای انجام گرفته در واحد زمان}}{\text{تعداد مولفه‌های در حال تعمیر}} \quad (2-2)$$

هر تجهیز پس از تعمیر شدن مجدداً وارد ناحیه فعال (حالت عملکرد) می‌شود و با بروز خطا مجدداً به حالت تعمیر باز می‌گردد. تبدیل از حالت سلامت به حالت خرابی را فرایند شکست یا خطا و تبدیل حالت خرابی به حالت سلامت را فرایند بازگردانی می‌گویند.

ممکن است سیستم با اجزا آن قابل تعمیر نباشد و لذا در این شرایط فرایند بازگردانی لحاظ نمی‌گردد. مطابق تعاریف فوق در سیستم‌هایی که مساله تعمیر و نگهداری مطرح است، معمولاً دو نوع احتمال مطرح است: احتمال در دسترس بودن و احتمال در دسترس نبودن. در دسترس بودن عبارت است از احتمال این که سیستمی در زمان t در حالت عملکرد باشد به شرط اینکه در زمان $t=0$ سالم بوده است. در صورتی که قابلیت اطمینان آن تجهیز، احتمال باقی ماندن سیستم در حالت عملکرد در کل زمان مورد نظر می‌باشد [۱-۲].

متوسط زمان تعمیر تجهیزات شبکه نیز در محاسبات قابلیت اطمینان شبکه حائز اهمیت است. این پارامتر به صورت عمومی با استفاده از رابطه (۳-۲) محاسبه می‌گردد.

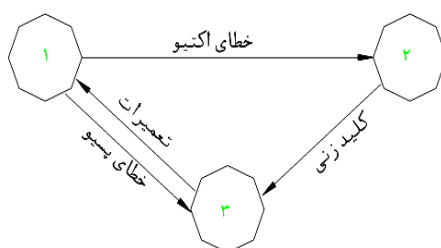
$$MTTR = \frac{\text{مجموع زمان خاموشی بوجود آمده در یک دوره زمانی مشخص}}{\text{تعداد خطاهای رخ داده در دوره زمانی مشخص}} \quad (3-2)$$

این پارامترها اساس محاسبات قابلیت اطمینان بوده و بدیهی است که محاسبه شاخص‌های دیگر مبتنی بر این پارامترها خواهد بود.

۴-۱-۲-۲- مدل المان‌های شبکه برای مطالعات قابلیت اطمینان

مدل قابلیت اطمینان مدلی است که سطح قابلیت اطمینان قطعه را با توجه به عوامل تاثیرگذار مانند شرایط آب و هوایی، فرسایش (پیری)، و تعمیرات پیشگیرانه نشان می‌دهد. داشتن مدل مناسبی برای ارزیابی قابلیت اطمینان قطعات امکان پیش‌بینی قابلیت اطمینان آنها را تحت تاثیر استراتژی‌های مختلف تعمیراتی فراهم می‌آورد و در نتیجه امکان دستیابی به استراتژی بهینه و در نتیجه کاهش هزینه‌های اضافی فراهم می‌شود.

در مطالعات ارزیابی قابلیت اطمینان المان‌های موجود در شبکه‌ی قدرت به دو دسته المان‌های قطع‌کننده و غیرقطع‌کننده تقسیم می‌شوند. عناصر غیرقطع‌کننده مانند خطوط و ترانسفورماتورها دارای مدهای مختلف خطا هستند، که موجب می‌گردد تا عناصر عملکرد مطلوب و دائم خود را نشان ندهند. این مدهای خطای عناصر بسیار مهم هستند.



شکل ۲-۳: مدل سه حالت عناصر

برای اکثر المان‌های سیستم قدرت می‌توان از یک مدل سه حالت مطابق شکل ۲-۳ استفاده کرد. حالت یک نشان‌دهنده حالت کارکرد عادی المان است. حالت دو حالتی است که در اثر وقوع خطای اکتیو رخ می‌دهد. خطای اکتیو خطایی است که در اثر وقوع آن، سیستم حفاظتی مربوطه عمل می‌کند و احتمالاً باعث قطع برق محدوده وسیع‌تری می‌شود. حالت سه، حالتی است که با وجود کلیدزنی بعد از وقوع خطای اکتیو، المان موردنظر هنوز بی‌برق مانده است و یا اینکه برای المان خطای پسیو رخ دهد. خطای پسیو خطایی است که در اثر وقوع آن خطا، سیستم حفاظتی مربوطه عمل نمی‌کند و تنها باعث قطع برق آن المان خاص می‌شود.

ولی برای المان‌های قطع‌کننده موجود در شبکه، با توجه به تعداد زیاد مدهای خطا در آنها نمی‌توان از این مدل ساده استفاده کرد. عناصر قطع‌کننده مانند سیستم‌های حفاظتی و عناصر کلیدزنی مانند بریکرها بر خلاف عناصر غیرقطع‌کننده، علاوه بر عملکرد زیر بار (حالت دائم)، دارای عملکرد حالت پاسخ نیز می‌باشند. در عناصر قطع‌کننده ناتوانی در انجام کار دائم مطلوب، کل سیستم را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در صورتی که ناتوانی در دادن پاسخ مناسب مانند عدم عملکرد در هنگام دریافت

دستور بازشدن برای بریکری که در حالت عادی بسته است، تنها موقعی بروز می‌یابد که نیاز به دریافت دستور است. به عبارت بهتر در حالت عادی شبکه این خطا نشان داده نشده و در لحظه‌ای که نیاز به پاسخ کلید است، این خطا بروز پیدا می‌کند. برخی از مدهای خطای عناصر قطع‌کننده که مدل کردن آنها در محاسبات قابلیت اطمینان ضروری است به شرح زیر می‌باشد [۱-۲]:

الف) حالت کار دائم:

اتصال کوتاه‌شدن عنصر که موجب عملکرد حفاظت پشتیبان می‌گردد. پارامتر مدل‌کننده این حالت، نرخ وقوع حوادث در برگیرنده اتصال کوتاه عنصر (λ) است.

عناصر قطع‌کننده بدون دریافت فرمان مناسب باز می‌گردد. پارامتر λ_{ft} مدل‌کننده این حالت است. این پارامتر، نرخ وقوع این گونه خطاها در هنگامی است که کلید بسته باشد.

عناصر قطع‌کننده بدون دریافت فرمان مناسب بسته می‌گردد. پارامتر λ_{fc} مدل‌کننده این حالت است. این پارامتر، نرخ وقوع این گونه خطاها در هنگامی است که کلید باز باشد.

ب) حالت کار پاسخ:

عناصر کلیدزنی با دریافت پیام بازشدن دچار خطا می‌گردد. پارامتر P_s مدل‌کننده این حالت است. این پارامتر احتمال بسته‌نشدن عنصر قطع‌کننده پس از دریافت فرمان مربوطه می‌باشد.

عناصر کلیدزنی با دریافت پیام بازشدن، دچار خطا می‌گردند. پارامتر مدل‌کننده این حالت P_c است. این پارامتر احتمال بازکردن عنصر پس از دریافت فرمان می‌باشد.

صدور فرمان خروج اشتباه از طرف عنصر حفاظتی به خاطر وقوع خطایی است که در خارج از ناحیه حفاظتی عنصر می‌باشد. پارامتر مدل‌کننده این مد P_o بوده که نشان‌دهنده احتمال خروج اشتباه عنصر قطع‌کننده به دلیل وجود خطایی در خارج از ناحیه حفاظتی مربوطه می‌باشد.

۵-۱-۲-۲- مطالعات پیری و تعیین عمر تجهیزات

تعداد قابل توجهی از تجهیزات شبکه‌های قدرت شامل ترانسفورماتور، بریکر و ... عمری در حدود ۵۰ سال دارند. با وجود سن بالا، در بسیاری موارد این تجهیزات با سطح قابلیت اطمینان بالایی در حال بهره‌برداری می‌باشند. با این حال لازم است طی سال‌های آتی، بررسی‌های لازم به منظور نوسازی تجهیزات شبکه و جایگزینی آنها صورت گیرد.

یکی از پیامدهای خصوصی‌سازی در صنعت برق، افزایش فشار بر شرکت‌های مرتبط با صنعت برق جهت کم کردن هزینه‌ها و به‌ویژه توجه‌نمودن برنامه‌های تخصیص بودجه به‌منظور بهینه‌سازی تجهیزات می‌باشد. با وجود اینکه افزایش سن تجهیزات، سرمایه‌گذاری بیشتر را طلب می‌کند ولی این به تنهایی دلیل قابل‌قبولی برای جایگزینی آنها نمی‌باشد. بررسی تاثیرات پیری در عملکرد تجهیزات، دارای نقش کلیدی در کارایی سیستم‌های قدرت است. از آنجا که وقوع پیری در تجهیزات سبب تغییر در نرخ خرابی آنها در طول عمر بهره‌برداری در شبکه می‌گردد، سبب تحمیل هزینه‌هایی به بهره‌بردار سیستم می‌گردد. بنابراین تعیین وضعیت تجهیزات و میزان کارائی آنها در تداوم بهره‌برداری بهینه از شبکه قدرت و چگونگی استفاده از این اطلاعات در سرمایه‌گذاری بهینه دارای اهمیت بالایی می‌باشد [۱-۲].

۲۶-۱-۱- روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های ارزیابی قابلیت اطمینان

شیوه‌های ارزیابی قابلیت اطمینان اصولاً بر محور ارزیابی احتمال خطر استوار است و لذا هر دو جنبه شامل شدت خطر و همچنین احتمال وقوع آن دارای اهمیت می‌باشد. به آشکاری روشن است که عموم مهندسان باید از مفاهیم اساسی و بنیادی شیوه‌های ارزیابی قابلیت اطمینان آگاه باشند، زیرا که قوانین امروز، تامین‌کنندگان مواد و لوازم، طراحان و سازندگان محصول را مسئول خسارت‌های وارد بر مصرف‌کنندگان به سبب بروز معایب می‌شناسد [۱-۲].

۶-۱-۲-۲- مدلسازی سیستم جهت ارزیابی قابلیت اطمینان

یک سیستم عبارت است از "شبکه‌ای از اعضا که به‌صورت متوالی، موازی و یا ترکیبی از آن دو به یکدیگر وابسته‌اند". از دید قابلیت اطمینان سیستم متوالی یک سیستم سری است که برای عملکرد درست سیستم باید همه اعضای آن کار خود را به‌درستی انجام دهند و عضو مازادی به‌عنوان پشتیبان هر یک از اعضا در آن وجود ندارد. سیستم موازی از دید قابلیت اطمینان سیستمی است که برای عملکرد درست آن، کارکردن هر یک از اعضا به‌تنهایی کافی است. به‌عبارت دیگر سیستم موازی وقتی از کار می‌افتد که همه عناصر تشکیل‌دهنده آن معیوب باشند. لزوم مدل‌سازی شبکه ایجاب می‌کند که طراحان و مدل‌سازان شبکه تحلیل خوبی نسبت به اجزا شبکه داشته باشند تا بتوانند اجزا سیستم را به‌خوبی مدل کرده و امکان بررسی کمی شبکه را فراهم کنند [۱-۲].

۷-۱-۲-۲- روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان

امروزه بحث‌های قابلیت اطمینان دارای گستردگی فراوانی بوده و کاربردهای متنوعی در زمینه‌های مختلف علمی نیز برای آن قابل تصور است. روش‌های متعددی جهت محاسبات قابلیت اطمینان مطرح و مورد استفاده قرار گرفته است. هر کدام از این روش‌ها دارای مزایا و محدودیت‌هایی هستند که جهت رفع این محدودیت‌ها از تئوری‌های دیگری نظیر منطق فازی و ... بهره گرفته می‌شود [۱-۲].

در ادبیات بحث، ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه قدرت به دو دسته تقسیم می‌شود: مبتنی بر اطلاعات تاریخی سیستم^۱ و تخمینی^۲. روش تاریخی از مستندات مربوط به شاخص‌های قابلیت اطمینان و داده‌های گردآوری شده برای مقایسه عملکرد سیستم بهره می‌برد و تصویری از ارزیابی گذشته سیستم تاکنون را نمایش می‌دهد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که روش تاریخی متداول‌تر از روش تخمینی است. روش تخمینی عبارتست از ارزیابی وضعیت حال و آینده محتمل شبکه. اگرچه چارچوب‌های موجود تئوری برای تخمین قابلیت اطمینان به‌خوبی توسعه یافته است، کاربرد این تئوری‌ها توسط شرکت‌های برق چندان در عمل به اجرا در نیامده است [۱-۲].

دو روش اصلی ارزیابی قابلیت اطمینان روش تحلیلی و شبیه‌سازی‌اند. بسیاری از روش‌ها بر پایه روش تحلیلی هستند و روش‌های شبیه‌سازی با کاربردهای مشخص نقش کمتری دارند. دلیل عمده این است که معمولاً شبیه‌سازی به زمان محاسباتی زیادی نیازمند بوده و مدل‌ها و روش‌های تحلیلی عمدتاً برای برنامه‌ریزان و طراحان نتایج عینی موردنیاز را تهیه می‌نمایند. اکنون این موضوع تغییر کرده و علاقه برنامه‌ریزان جهت مدل‌سازی جامع رفتار سیستم و ارزیابی مناسب مجموعه شاخص‌های قابلیت اطمینان سیستم افزایش یافته است.

روش‌های تحلیلی، سیستم را به‌وسیله‌ی یک مدل ریاضی نمایش می‌دهند و از این مدل، شاخص‌های قابلیت اطمینان، به کمک حل عددی مستقیم محاسبه می‌گردند. معمولاً مدل‌ها به شاخص‌های مورد انتظار در یک زمان محاسباتی نسبتاً کوتاه نتیجه می‌دهند. متأسفانه بسیاری از اوقات مفروضاتی برای ساده‌سازی مساله و تهیه مدل تحلیلی سیستم مورد نیاز است. این حالت به‌ویژه هنگامی که باید سیستم‌ها و فرآیند پیچیده بهره‌برداری مدل گردند، وجود دارد. بنابراین تحلیل نهایی می‌تواند بیشتر مفهوم خود را از دست بدهد. در چنین حالتی استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی در ارزیابی قابلیت اطمینان بسیار مناسب

۱- Historical

۲- Predictive

است. روش‌های شبیه‌سازی شاخص‌های قابلیت اطمینان را با شبیه‌سازی فرایند واقعی و رفتار تصادفی سیستم برآورد می‌کنند. لذا این روش به‌صورت یک سری آزمایشات واقعی برخورد می‌کند.

از لحاظ تئوری این روش‌ها واقعا می‌توانند تمام مقاصد و روابط ذاتی در برنامه‌ریزی طراحی و بهره‌برداری سیستم قدرت را تعیین کنند. این مقاصد شامل حوادث اتفاقی نظیر خاموشی‌ها و تعمیرات اجزاء که به‌وسیله توزیع احتمالاتی معمول نمایش داده‌شده، وابستگی حوادث و رفتار اجزاء طبقه‌بندی خرابی‌های اجزاء تغییرات بار، تغییر ورودی انرژی نظیر آنچه که در ژنراتورهای آبی اتفاق می‌افتد، به همراه انواع رویه‌های مختلف بهره‌برداری می‌شوند. اگر عملکرد سیستم برای یک دوره زمانی طولانی شبیه‌سازی شود، مطالعه رفتار سیستم و تصویر روشنی از نوع کمبودهایی که سیستم ممکن است تحمل نماید، امکان‌پذیر می‌گردد [۱-۲].

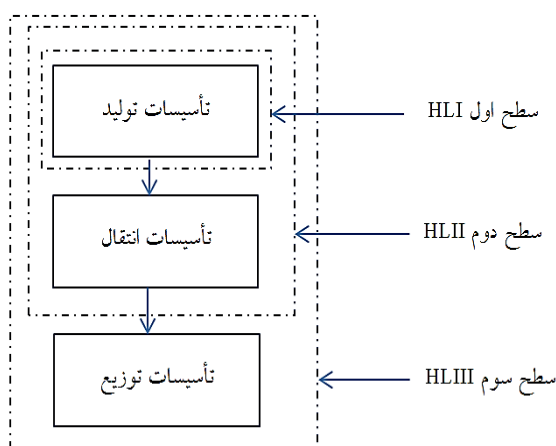
این اطلاعات ثبت‌شده اجازه می‌دهند مقادیر موردانتظار شاخص‌های قابلیت اطمینان به‌همراه توزیع‌های فراوانی آن‌ها ارزیابی شوند. این اطلاعات جامع توصیف کاملی را از قابلیت اطمینان سیستم ارائه می‌دهند. هر یک از دو روش بیان‌شده با محاسن و کاستی‌هایی همراه است. روش شبیه‌سازی نیاز به حجم و زمان محاسباتی زیادی دارد و لذا وقتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که نتوان با روش تحلیلی به نتیجه رسید. درحالی‌که در روش تحلیلی با ساده‌سازی‌هایی که صورت می‌گیرد، نمی‌توان همه تاثیرپذیری‌های سیستم را پوشش داد.

۸-۱-۲-۲- ساختار سلسله مراتبی سیستم قدرت در ارزیابی قابلیت اطمینان

سیستم‌های مدرن تامین برق از واحدهای تولیدی نیروگاه‌ها تا مصرف‌کنندگان جزئی، بسیار وسیع و پیچیده می‌باشند، که حتی با استفاده از سخت‌افزار و نرم‌افزارهای کامپیوتری موجود نمی‌توان ارزیابی دقیق و جامعی از قابلیت اطمینان این شبکه وسیع را مهیا نمود. به همین دلیل جهت فائق‌آمدن بر این مشکل، اجزای شبکه سیستم‌های قدرت بسته به نوع کارکردشان به سه بخش: تولید، انتقال و توزیع تقسیم می‌گردند. این نواحی عملکرد می‌توانند با یکدیگر ترکیب گردند تا سطوح سلسله مراتبی^۱ جهت آنالیز قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت را به‌وجود آورند.

بررسی قابلیت اطمینان در سطوح مرتبه‌ای و نواحی عملکرد مختلف از سال ۱۹۳۰ تاکنون دستخوش تغییرات و اصلاحات کاربردی و سازنده‌ای گشته است. این تغییرات را می‌توان از تاریخچه منتشرشده در IEEE که شامل مقالات زیادی در زمینه بررسی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت می‌باشد، مشاهده نمود.

نواحی عملکرد و سطوح مرتبه‌ای ارزیابی قابلیت اطمینان در شکل ۲-۴ نشان داده شده است. سطح مرتبه‌ای اول (HLI) فقط ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح واحدهای تولیدی را شامل می‌گردد. ارزیابی قابلیت اطمینان در این سطح شامل بررسی و مطالعه کمی از توانایی واحدهای تولید در جهت برآورده نمودن بار کل سیستم‌های قدرت می‌باشد.



شکل ۲-۴: ساختار سلسله مراتبی در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت

ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح مرتبه‌ای دوم (HLII) علاوه بر واحدهای تولیدی، تجهیزات خطوط انتقال را نیز شامل می‌گردد. ترکیب تولید و انتقال با یکدیگر سیستم مرکب^۱ نامیده می‌شود. ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های مرکب، در واقع ارزیابی توانایی سیستم انتقال جهت منتقل نمودن انرژی الکتریکی به مصرف‌کنندگان و یا همان نقاط بار اصلی^۲ می‌باشد. کل مساله ارزیابی کفایت سیستم‌های بزرگ تولید و انتقال از نقطه نظر تامین یک منبع مستقل و مناسب در ترمینال پست‌ها، می‌تواند به عنوان ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم مرکب بیان شود. این بخش به عنوان ستون فقرات سیستم قدرت یا سیستم قدرت بزرگ شناخته می‌شود. بنابراین مطالعات پایایی در سطح HLII ظرفیت تولید و انتقال را در تغذیه بار سیستم (بارهای مربوط به تنه اصلی) ارزیابی می‌کند.

۱- Composite System

۲- Load Point

سطح سوم (HLIII) کل سیستم قدرت اعم از بخش‌های تولید، انتقال و توزیع را شامل می‌شود. به علت اندازه و پیچیدگی سیستم قدرت، انجام مطالعات پایایی در سطح HLIII به‌طور معمول تنها برای سیستم‌های کوچک عملی می‌باشد. یک راه‌حل رایج برای رفع این مشکل استفاده از نتایج ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح HLII به‌عنوان ورودی برای ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه توزیع پایین‌دست می‌باشد. لازم به ذکر است که در روش ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح HLIII با استفاده از نتایج ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح HLII، تاثیراتی که ممکن است سیستم توزیع بر قابلیت اطمینان سیستم انتقال و تولید بگذارد، نادیده گرفته می‌شود [۱-۲].

۹-۱-۲-۲- شاخص‌های قابلیت اطمینان سیستم

برآورد هزینه‌ها و انجام مطالعات اقتصادی، نقش عمده‌ای در بهبود قابلیت اطمینان سیستم‌های مهندسی ایفا می‌کند. مطلب مهم در این خصوص این است که سرمایه موجود در کجا و بر روی چه چیزی در سیستم باید صرف شود تا منافع حاصل از بهبود قابلیت اطمینان بیشترین مقدار را دارا شود. پاسخ‌گویی به این سؤال تنها از طریق محاسبه شاخص‌های کمی قابلیت اطمینان برای طرح‌های مختلف امکان پذیر است.

آنچه مسلم است، این است که پارامترهای نرخ خرابی و نرخ تعمیر به‌تنهایی نمی‌توانند تعیین‌کننده وضعیت و رفتار سیستم باشند. به‌عنوان مثال مقادیر این پارامترها، گویای تعداد مصرف‌کنندگان و یا میزان بار متصل به نقطه بار نیست. به‌همین دلیل و نیز به‌جهت اهمیت ویژه خروج سیستم از حالت عملکرد که می‌تواند حجم بسیار بالایی از مشترکین را بی‌برق نماید، شاخص‌های مختلفی مطرح می‌گردند. هر کدام از این شاخص‌ها از زاویه‌ای خاص به سیستم می‌نگرند و با اجماع این شاخص‌ها با دقت بیشتری می‌توان قابلیت اطمینان سیستم قدرت را مورد ارزیابی قرار داد.

شاخص‌های قابلیت اطمینان محاسبه‌شده در هر سه سطح عملاً از یکدیگر متفاوت می‌باشند. معمولاً قابلیت اطمینان سیستم با استفاده از یک یا چند شاخص که عملکرد مورد انتظار سیستم را مشخص می‌نماید و بر پایه مقادیر مورد قبول هر یک از شاخص‌ها، پیش‌بینی می‌گردد [۱-۲].

۲۷-۱-۱- منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو

با تدوین ساختار جدید در صنعت برق، تمایل به ایجاد فضای رقابتی مناسب، موجب تفکیک وظایف توزیع و انتقال از وظیفه تولید گردید. در نتیجه این کار، بازار برق از انحصار چند واحد در هر کشور خارج شده و هزاران تولیدکننده جای آن‌ها را خواهند گرفت. با تحقق این امر و تجدید ساختار صنعت برق، مصرف‌کنندگان به منابع توان رقابتی دست یافته و این امکان را خواهند داشت که تامین‌کننده برق خود را انتخاب کنند. امروزه تولید و مصرف در یک فضای رقابتی با یکدیگر قرار گرفته‌اند و تجهیزات و ملزومات این صنعت باید در جهت تقسیم کاربردها و فعالیت‌های خود حرکت نمایند تا بدین طریق صنعت برق در زمینه تجاری نیز کارایی بیشتری داشته باشد [۳۷-۳۸].

علاوه بر این، بحران نفت در سال ۱۹۷۳ موجب شد که بسیاری از کشورهایی که در صنعت خود به سوخت‌های فسیلی وابسته بودند، در پی یافتن جایگزینی مناسب برای آن‌ها باشند. همچنین با افزایش آگاهی عمومی در مورد مسائل زیست محیطی، یافتن جایگزینی مناسب برای سوخت‌های فسیلی اهمیت بیشتری پیدا کرد. مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد که انرژی‌های تجدیدپذیر شامل انرژی خورشید، باد، آب، زیست توده، زمین گرمایی و ...، که از نظر زیست محیطی تمیز هستند، می‌توانند جایگزین مناسبی برای سوخت‌های فسیلی باشند.

بدین ترتیب در سال‌های اخیر عواملی همچون بهینه‌سازی و تغییر سیستم‌های قدرت از ساختار سنتی به ساختاری جدید یا به عبارتی تجدید ساختار آن‌ها و حرکت در جهت افزایش رقابت و همچنین افزایش تعداد بازیگران عرصه صنعت برق (ورود بخش خصوصی)، لزوم حفظ محیط زیست با بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر و امکان راه‌اندازی نیروگاه‌های کوچک با استفاده از این منابع، کاهش ریسک خرید و تامین انرژی الکتریکی در بازارهای انرژی، مشکلات احداث خطوط انتقال جدید، کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی و آلاینده، نیاز به افزایش ظرفیت سیستم با توجه به افزایش روزافزون مصرف انرژی الکتریکی و احساس نیاز به بهبود و توسعه سیستم قدرت، همراه با پیشرفت تکنولوژی ساخت منابع کوچک و امکان استفاده از این گونه منابع انرژی در مراکز مصرف (که خود باعث کاهش تلفات در شبکه توزیع و انتقال می‌گردد) و اقتصادی بودن ساخت واحدهای تولیدی کوچک در مقایسه با واحدهای تولیدی بزرگ، فرصت‌هایی را برای رشد و پیشرفت تکنولوژی‌های تولید انرژی الکتریکی فراهم نموده و پایه و اساس معرفی یک پدیده نو جدید در صنعت برق و شبکه‌های تجدیدساختار شده با نام تولیدات پراکنده بوده و باعث تشویق و توجه روزافزون مهندسين و اندیشمندان به موضوع تولیدات پراکنده شده است [۳۷-۳۸].

به دلیل ماهیت غیر مجتمع این روش تولید انرژی، آن را تولید پراکنده^۱ یا تولید توزیع شده می‌نامند. این تولیدات عمدتاً به شبکه‌های توزیع متصل شده و نیازی به احداث خطوط انتقال جدید ندارند. امروزه تکنولوژی سیستم‌های قدرت به سمت تنوع بیشتر و انعطاف‌پذیری بالاتر پیش می‌روند، تا انرژی الکتریکی بتواند بدون محدودیت، تولید، منتقل و توزیع شود. یک گام برای رسیدن به چنین سیستم‌هایی، استفاده از واحدهای تولید پراکنده در سیستم قدرت است.

در عصر حاضر به دلایل متعددی، تولید در حال تغییر ماهیت به سمت تولیدات پراکنده است. بر خلاف روش‌های تولید متمرکز که در آن از ژنراتورهایی با ظرفیت چند کیلووات تا چندین گیگاوات استفاده می‌شود، در تکنولوژی‌های جدید تولید برق واحدهای تولید توان الکتریکی از ژنراتورهایی با ظرفیت چند کیلووات تا چند مگاوات در محل بارها استفاده می‌کنند. واحدهای تولید پراکنده به صورت محلی واقع شده و می‌توانند توان الکتریکی را برای یک محدوده مشخص یا موقعیت خاص فراهم آورند؛ همچنین می‌توانند مازاد تولید خود را به صورت مستقیم وارد شبکه کنند. این منابع در مقایسه با ژنراتورهای بزرگ و نیروگاه‌ها، حجم و ظرفیت تولید کمتری داشته و با هزینه پایین‌تری راه اندازی می‌شوند. فناوری به کار رفته برای تولید در آن‌ها، متفاوت و بسیار متنوع است.

استفاده از تولیدات پراکنده مزیت‌هایی را به همراه دارد. حضور این منابع در سیستم توزیع، قابلیت اطمینان شبکه را افزایش داده و امکان کاهش قیمت توان راکتیو را فراهم می‌آورد. مزیت دیگری که می‌توان برای تولیدات پراکنده برشمرد، عملکرد مطلوب آن‌ها در بهینه سازی کنترل ولتاژ و توان راکتیو است.

اغلب تولیدات پراکنده از منابع نوین انرژی برای تولید الکتریسیته استفاده می‌کنند. برخی از مولدها شکل کوچک شده ژنراتورهای مورد استفاده در شبکه هستند. با این حال تمام انواع تولیدات پراکنده در ویژگی اتصال به شبکه توزیع مشترکند. تولید پراکنده در واقع شامل آرایشی از واحدهای تولیدی ماژولار کوچک به صورت پراکنده در میان مصرف‌کنندگان می‌باشد. نزدیکی ظرفیت‌های تولید به نواحی تقاضا، انعطاف پذیری شبکه را بالا برده و نیز کیفیت توان تولیدی را افزایش می‌دهد.

رغبت به تولید پراکنده، به خاطر محدودیت‌های طول عمر و ظرفیت شبکه‌های انتقال و تولید متمرکز موجود در مقایسه با تکنولوژی‌های اقتصادی کارای تولید پراکنده و همچنین تجهیزات پیشرفته مدیریت سیستم در به کارگیری این واحدها می‌باشد.

بررسی‌های صورت‌گرفته نشان می‌دهد که تولید به روش پراکنده گسترش روزافزونی در سرتاسر جهان یافته و در واقع نقش اصلی را در تهیه نیازهای آینده انرژی ایفا خواهد کرد.

با قبول واقعیت توسعه تولیدات پراکنده به‌عنوان ساختار جدید صنعت برق در هزاره سوم، متخصصین با انبوه مسائل جدیدی روبرو می‌شوند که ناشی از فناوری‌های جدید در بخش تولید، انتقال و توزیع می‌باشد. بالطبع این تغییر تاثیر زیادی را بر مسائل حفاظتی و بهره‌برداری از شبکه خواهد داشت. با توجه به مطالب بیان‌شده، بررسی دقیق‌تر تولیدات پراکنده، تاثیر بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت و مسائل مرتبط با آن از اهمیت بسیاری برخوردار است. از دیدگاه سیستم قدرت، حضور DG از چند جهت قابلیت اطمینان سیستم را تحت تاثیر قرار می‌دهد:

- باتوجه به اینکه بهره‌گیری از منابع تولید پراکنده غالباً با کاهش بارگذاری تجهیزات سیستم همراه بوده و از سوی دیگر نرخ وقوع خطا در تجهیزات با بارگذاری آنها رابطه مستقیم دارد، می‌توان انتظار داشت حضور DG موجب کاهش احتمال وقوع خطا در تجهیزات شده و احتمال خاموشی در سیستم را کاهش دهد.
- واحدهای DG (در صورتی که امکان تغذیه بار به‌صورت ایزوله را دارا باشند) در هنگام بروز خطا می‌توانند بخشی از بار قطع‌شده سیستم را به‌طور جدا از شبکه تغذیه نمایند و از این طریق قابلیت اطمینان سیستم را افزایش دهند. باید توجه داشت که در این حالت DG می‌بایست توانایی‌های لازم را برای تأمین بار در کل بازه زمانی مورد نظر دارا باشد. در این مورد DG همانند یک نقطه مانور عمل می‌کند.
- اگر DG به هر دلیلی دارای امکان تغذیه بار به‌صورت جدا از شبکه نباشد، بهره‌گیری از آن در کنار نقاط مانور سیستم می‌تواند موجب افزایش قابلیت تغذیه نقاط مانور شده و از این طریق امکان تغذیه بخش بیشتری از بار قطع‌شده سیستم فراهم می‌شود. این اثر می‌تواند نیاز سیستم به داشتن نقاط مانور با قابلیت تغذیه بالا را کاهش دهد.

۱۰-۱-۲-۲- عدم قطعیت در تولید

از آنجایی که تعدادی از تولیدات پراکنده دارای مالکیت خصوصی و یا مبتنی بر منابع انرژی متغیر همچون توربین‌های بادی و انرژی خورشیدی هستند، تضمینی برای تولید پیوسته آنها وجود ندارد. در این حالت اگر استانداردهای مخصوص برای کنترل، نصب و جایابی آنها وجود نداشته باشد، ممکن است تاثیر منفی و معکوس بر بهره‌برداری سیستم قدرت داشته باشند. این امر در شبکه‌های امروزی که اکثر تولید توان توسط نیروگاه‌های بزرگ تأمین می‌شود، زیاد جدی نیست. ولی با توجه اینکه سیستم‌ها

به سمت افزایش سهم تولید منابع پراکنده و بهره‌برداری به صورت جزیره‌ای پیش می‌روند، این موضوع اهمیت بالا پیدا می‌کند [۱۵۹].

۲۸-۱-۱- شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو

در چند سال گذشته مباحث مختلفی در مورد این که چطور می‌توان زیرساخت‌های کهنه‌ی شبکه قدرت را به بهترین نحو به روز کرد، صورت گرفته است. اجماع عمومی بر این محور شکل گرفته که شبکه‌ی به روز شده نه تنها باید قابلیت اطمینان مناسب در برابر افزایش تقاضای برق را تأمین نماید، بلکه باید بهره‌وری کلی شبکه را نیز بالا ببرد. نیاز به طراحی و پیاده‌سازی شبکه‌ای با ویژگی‌های منحصر به فرد و با مولفه‌های جدید می‌توانست این نیاز را برآورده سازد. ایده شبکه‌ی هوشمند در همین راستا مطرح و به شدت مورد استقبال قرار گرفت.

به طور قطع تکنولوژی‌ها و برنامه‌های زیادی در پیشبرد شبکه‌های برق به سمت هوشمندتر شدن نقش خواهند داشت که شامل اندازه‌گیرهای دیجیتالی پیشرفته، اتوماسیون سیستم‌های توزیع، سیستم‌های کارآمد انتقال داده و منابع انرژی پراکنده خواهند بود. در حال حاضر، پروژه‌های زیادی در زمینه‌های مرتبط در حال انجام است که اهمیت این بحث را در ساختار مدیریتی و تصمیم‌گیری تأیید می‌کند. برای مثال، استفاده از پهنای باند مخابراتی برای انتقال داده‌های سیستم توزیع، سیستم‌های حلقه بسته برای استفاده از ادوات حفاظتی پیشرفته و استفاده گسترده از منابع انرژی پراکنده در راستای هدف مذکور تعریف شده‌اند [۱۲۴-۱۲۶].

دستیابی به برنامه‌های مذکور از طریق تکنولوژی‌های نوین، یک سوال را بر جای می‌گذارد: آیا هوشمند شدن شبکه‌ها بر روی طراحی سیستم‌های قدرت تأثیر شگرفی خواهد گذاشت؟ شرکت‌ها چگونه باید این تغییرات را اعمال نمایند تا شبکه از حالت فعلی به سوی شبکه‌های هوشمند در آینده حرکت نماید؟

در حال حاضر تحقیقات گسترده‌ای به منظور پاسخ‌گویی به این سوالات در حال انجام است که در ادامه به طور خلاصه به چند نمونه پرداخته خواهد شد.

EPRI Intelligrid ❖

این مرکز توسط EPRI در سال ۲۰۰۱ به منظور طراحی زیرساخت‌های انتقال قدرت الکتریکی، تجهیزات پیشرفته در ارتباطات مخابراتی، محاسبات و ادوات الکترونیکی بنیاد گردید. توسعه، بهینه‌سازی و طراحی تجهیزات جدید به منظور افزایش

بازده، تامین انرژی مشترکین با هزینه کمتر و قابلیت اطمینان بالاتر از عمده‌ترین وظایف این مرکز می‌باشد. در حال حاضر پروژه شبکه هوشمند در این شرکت مبتنی بر ۵ زیر گروه کلی است: معماری شبکه هوشمند، افزایش سرعت مدل‌سازی و شبیه‌سازی، ارتباطات برای منابع تولید انرژی، ارتباط با مشترکین و سیستم‌های پایش پیشرفته.

EPRI Advanced Distribution Automation ❖

پروژه این مرکز در راستای طراحی سیستم توزیع برای آینده است. از مهم‌ترین اهداف این مرکز می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: بهبود قابلیت اطمینان و کیفیت توان، کاهش هزینه‌های بهره‌برداری، بهبود زمان بازیابی، افزایش خدمات مشترکین و توسعه منابع تولید پراکنده.

Modern Grid Initiative ❖

این مرکز توسط DOE تاسیس شده و برنامه‌های آن بر روی معرفی شبکه‌ای مدرن به‌عنوان مدل جدیدی از ساختار انتقال انرژی به‌منظور بهبود مدیریت دارایی متمرکز شده است.

Grid Wise ❖

ماموریت ویژه این مرکز مدرنیزه‌نمودن شبکه‌های توزیع در بخش زیرساخت‌ها و بهره‌برداری، از پست‌های توزیع تا مشترکین نهایی با توزیع دوطرفه انرژی الکتریکی و اطلاعات است.

Grid Works ❖

تحقیقات این مرکز مبتنی بر افزایش سطح قابلیت اطمینان در سیستم توزیع از طریق طراحی مدرن تجهیزاتی نظیر کابل‌ها، پست‌های توزیع، سیستم‌های حفاظتی و ادوات الکترونیک خواهد بود.

Distribution Vision 2010 ❖

هدف این مرکز بهبود مدیریت خاموشی از طریق ترکیب انتقال اطلاعات سرعت بالا، تجهیزات سوئیچینگ، کنترل‌کننده‌های هوشمند و بازآرایی فیدرها خواهد بود. این خدمات موجب می‌شود که مشترکین به ازای قطعی اکثر فیدرها دچار خاموشی نشوند. همچنین در این مرکز طرح‌هایی برای افزایش سطح قابلیت اطمینان مشترکین از طریق پرداخت پول اضافه نیز در حال بررسی است.

پس از بررسی پروژه‌ها و گرایش مطالعاتی شرکت‌های توزیع، مسیرهای تحقیقاتی در شبکه‌های هوشمند را در ۵ گرایش می‌توان تقسیم‌بندی نمود: قابلیت اطمینان، منابع تجدیدپذیر، پاسخ‌گویی بار، ذخیره‌سازهای انرژی و خودروهای برقی. این

ابتکارات توسط کمیسیون تنظیم انرژی فدرال (FERC) شناسایی و معرفی شده و اخیراً دپارتمان انرژی DOE نیز بر روی گسترش آن تحقیق می‌کند [۱۲۶-۱۲۴].

۲۹-۱-۱- مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان

انرژی الکتریکی پیش‌نیازی حیاتی در کلیه جوامع و کشورها، اعم از توسعه‌یافته یا در حال توسعه، محسوب می‌گردد. به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه و یا کمتر توسعه یافته، در دسترس بودن برق با کیفیت استاندارد و قابلیت اطمینان بالا همراه با هزینه‌های معقول، نقش به‌سزایی در رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی دارد. از طرف دیگر بیشتر بودن نرخ رشد تقاضای برق از نرخ رشد عرضه، که عموماً به دلیل افزایش روزافزون مشترکین برق و عدم توجه کافی به مدیریت مصرف برق از یکسو و از سوی دیگر نیاز به زمان زیاد و سرمایه گذاری‌های سنگین برای توسعه ظرفیت‌های تولید، انتقال و توزیع اتفاق می‌افتد، موجبات بروز خاموشی را فراهم می‌آورد. کلیه بخش‌های اقتصادی، بر اثر وقوع خاموشی متحمل خسارت می‌شوند که مقدار آن متأثر از وابستگی فعالیت‌های هر بخش به انرژی الکتریکی می‌باشد [۱۱۶] و [۱۳۹].

محاسبه مقدار خسارت وارد شده به مشترکان مختلف بر اثر قطع برق از جهات مختلف حائز اهمیت است که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- آگاهی مصرف‌کنندگان از نقش و جایگاه انرژی الکتریکی در فعالیت‌های جاری ایشان،
- فراهم آمدن معیار و مبانی پرداخت خسارت توسط عرضه‌کننده برق به مشترکان در صورت وقوع خاموشی.
- امکان قیمت‌گذاری برق بر اساس هزینه نهایی توسط عرضه‌کننده؛ که در این صورت مشترک می‌تواند انرژی الکتریکی را با قابلیت اطمینان موردنظر و در ازای پرداخت هزینه مربوطه در دسترس داشته باشد.
- فراهم آمدن امکان برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت (برنامه‌ریزی در حوزه بهره‌برداری^۱ و امنیت^۲ شبکه)، میان‌مدت (برنامه‌ریزی تعمیرات پیش‌گیرانه^۳ و برنامه‌ریزی تعمیرات اصلاحی^۴) و بلندمدت (برنامه‌ریزی برای گسترش و ارتقاء سطح تجهیزات به‌منظور تامین بار).

۱- Operation

۲- Security

۳- Preventive maintenance

۴- Corrective maintenance

۱۱-۱-۲-۲- جایگاه مطالعات هزینه خاموشی

از نقطه نظر تئوری در سطح بهینه قابلیت اطمینان هزینه قابلیت اطمینان و ارزش مشترکین برای قابلیت اطمینان که تحت عنوان تابع تقاضای قابلیت اطمینان شناخته می‌شود، باید متعادل باشد. این ایده بر مبنای این اصل اقتصادی شکل گرفته که منافع حاصل از افزایش قابلیت اطمینان باید با هزینه‌های خاموشی ناشی از سطح پایین قابلیت اطمینان مقایسه شود. اگر قابلیت اطمینان بیشتر از مقدار بهینه باشد، این امر منجر به کاهش رفاه اقتصادی^۱ می‌شود زیرا مصرف‌کننده، قابلیت اطمینانی بهتر از آنچه که می‌خواهد و برای آن پول پرداخت می‌کند، دریافت می‌کند.

محاسبه تقاضای قابلیت اطمینان امری دشوار است زیرا که تاکنون هیچ بازاری برای قابلیت اطمینان وجود نداشته است. می‌توان تقاضای قابلیت اطمینان یا ارزش قابلیت اطمینان از دیدگاه مشترکین را بر اساس روش معکوس^۲ محاسبه کرد. در این روش ارزش قابلیت اطمینان از دیدگاه مشترکین بر مبنای هزینه خاموشی آنها استنتاج می‌شود. فلسفه این استنتاج این است که اصولاً از دیدگاه مشترکین پاسخ به این سوال که "برای زمان‌هایی که در آن خاموشی رخ نمی‌دهد، چه ارزشی قائل هستید؟" سخت و ناملموس بوده و در عوض به راحتی می‌توانند به این سوال که "در زمان‌های وقوع خاموشی چه هزینه‌ای را متحمل می‌شوید؟" پاسخ دهند.

تابع تقاضای قابلیت اطمینان یک مشترک بر اساس هزینه خاموشی مشترک به صورت زیر قابل بیان است [۲۳۸].

$$\text{هزینه خاموشی} \times \text{احتمال خاموشی} = \text{تقاضای قابلیت اطمینان}$$

همان‌طور که این رابطه نشان می‌دهد، تقاضای قابلیت اطمینان یک مشترک از دو عامل هزینه خاموشی و احتمال خاموشی تشکیل شده است. ممکن است مشترکی هزینه خاموشی پایینی داشته باشد، منتهی از آنجایی که در ناحیه‌ای واقع شده است که احتمال بروز خاموشی در آن ناحیه بالاست، متقاضی خدمات بیشتر قابلیت اطمینان باشد و بالعکس امکان دارد مشترکی که در ناحیه‌ای با قابلیت اطمینان بالا (احتمال وقوع پایین) واقع شده است، به دلیل هزینه بالای خاموشی متقاضی خدمات بیشتر قابلیت اطمینان باشد. لذا به منظور رسیدن به سطح بهینه قابلیت اطمینان، هزینه خاموشی مشترکین می‌بایست در برنامه‌ریزی

۱- Social welfare

۲- Reverse method

وارد شود. این نوع برنامه‌ریزی تحت عنوان برنامه‌ریزی مبتنی بر ارزش^۱ شناخته شده و تاکنون مقالات متعددی در این زمینه ارائه گردیده است.

۱۲-۱-۲-۲- فاکتورهای تعیین کننده هزینه خاموشی

خاموشی فرایند پیچیده‌ای است و محاسبه هزینه‌های خاموشی نیز با دشواری‌های فراوانی همراه است. هزینه خاموشی از یک سو تحت تاثیر عوامل اصلی تعیین کننده آن از قبیل زمان وقوع، مدت زمان خاموشی و فرکانس وقوع خاموشی است و از سوی دیگر شرایط و محیطی که خاموشی در آن واقع می‌شود، تاثیر عمده و اصلی در هزینه خاموشی دارد. در مجموع می‌توان فاکتورهای موثر در خاموشی را در پنج دسته به شرح زیر لیست کرد [۲۳۹]:

الف) دیدگاه هر مشترک نسبت به اثرات ناشی از خاموشی با توجه به هدف وی در استفاده از برق متفاوت می‌باشد.

مشترکین را می‌توان در یک دسته‌بندی ساده بر اساس نوع مصرف (خانگی، تجاری، صنعتی، کشاورزی) و در یک

دسته‌بندی علمی بر اساس شاخص طبقه‌بندی بین‌المللی کلیه رشته فعالیت‌های اقتصادی (ISIC)^۲ تقسیم‌بندی کرد.

ب) درک مشترکین از خدمات قابلیت اطمینان: میزان آمادگی یک مشترک در برابر یک خاموشی بالقوه به شدت تحت تاثیر

درک مشترک از خدمات قابلیت اطمینان می‌باشد. به عنوان مثال مشترکی که تاکنون برق را با درجه بالایی از قابلیت اطمینان

دریافت کرده است، تمهیدات (مانند تغذیه پشتیبان) کمتری را به نسبت مشترکی که انتظار پایینی از قابلیت اطمینان دارد،

فراهم کرده و لذا در ازای وقوع یک خاموشی میزان هزینه متحمل شده مشترک اول بیشتر خواهد بود.

ج) زمان وقوع خاموشی: هزینه‌های خاموشی می‌تواند بسته به فصل، ماه، روز و حتی زمانی از شبانه‌روز که خاموشی در آن

روی می‌دهد متغیر باشد.

د) مدت زمان خاموشی: شاید موثرترین عامل در میزان خسارت، مدت زمان وقوع خاموشی باشد. به خصوص در بخش‌های

صنعتی، خسارت خاموشی با افزایش مدت زمان خاموشی به شدت افزایش می‌یابد.

۱- Value based planning

۲- International standard industrial classification of all economic activities

و) هشدار قبلی^۱: هشدار قبلی در خصوص وقوع خاموشی و مدت زمان آن در کاهش خسارت خاموشی موثر است، زیرا که مشترکین می‌توانند با اتخاذ تمهیدات پیش‌گیرانه از قبیل استفاده از منابع تغذیه پشتیبان و یا جابجا کردن فعالیت‌ها به زمان دیگر از شدت خسارت خود بکاهند.

۱۳-۱-۲-۲- تعریف CDF^2 و $VOLL^3$

همان‌طور که ملاحظه شد میزان هزینه خاموشی یک مشترک تابعی است از فاکتورهایی نظیر نوع مشترک، مدت زمان خاموشی، زمان خاموشی و ...، لذا با توجه به دامنه تغییرات هر یک از این فاکتورها، هزینه خاموشی مشترک می‌تواند محدوده وسیعی از مقادیر را داشته باشد. هر چینی از فاکتورهای یادشده مقدار مشخصی از هزینه خاموشی را نتیجه می‌دهد که این وابستگی با تابعی به نام تابع خسارت مشترک CDF قابل بیان است. متغیر وابسته این تابع به صورت میزان مالی خسارت به ازای هر وقوع، به ازای هر کیلووات ساعت انرژی تامین‌نشده، به ازای هر کیلووات ساعت مصرف سالانه انرژی و یا به ازای هر کیلووات ساعت سقف درخواست سالانه توصیف می‌شود و متغیرهای مستقل این تابع پارامترهای خاموشی شامل طول مدت خاموشی، فصل، روز هفته، زمان وقوع خاموشی می‌باشد.

در دسته دیگری از مطالعات که در زمینه هزینه خاموشی صورت گرفته است، وابستگی هزینه خاموشی به پارامترهای خاموشی در نظر گرفته نشده و از یک شاخص کلی تحت عنوان $VOLL$ به صورت هزینه هر کیلووات ساعت انرژی تامین‌نشده ($\$/kWh$) برای بیان هزینه خاموشی استفاده شده است.

۳۰-۱-۱- مطالعات قابلیت اطمینان در افق برنامه‌ریزی و بهره‌برداری

قابلیت اطمینان اصطلاح مورداستفاده در صنعت برق برای توصیف و اندازه‌گیری عملکرد سیستم قدرت می‌باشد. قابلیت اطمینان معیاری است برای عملکرد امان‌های سیستم به منظور تحویل توان کافی و با استاندارد قابل قبول به مشتریان. معیار قابلیت اطمینان ممکن است توسط طیف وسیعی از شرایط عملکردی که تحت آن سیستم با پارامترهای قابل قبول بهره‌برداری می‌گردد، به طور کمی اندازه‌گیری شود.

۱- Notification

۲- Customer Damage Function

۳- Value Of Lost Load

ذکر این نکته بسیار حائز اهمیت است که ارزیابی قابلیت اطمینان یک سیستم باید در امتداد فرآیند طراحی و به عنوان بخش تکفیک ناپذیری از آن همواره مورد توجه باشد. در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و سعی در افزایش آن پس از طراحی معمولاً بسیار هزینه‌بر است؛ بنابراین هر سیستم دارای یک قابلیت اطمینان ذاتی است که در مراحل طراحی آن ایجاد می‌شود و این ویژگی نیز صرفاً تحت شرایطی که بهترین شرایط پیاده‌سازی طرح برقرار باشد به سیستم انتقال می‌یابد و بهترین بازرسی کیفیت هم نمی‌تواند قابلیت اطمینان ذاتی و نهفته سیستم را (که در مراحل طراحی شکل گرفته) بهبود بخشد. بدیهی است که قابلیت اطمینان و بازرسی کیفی با هم بسیار مرتبط و مربوط می‌باشند. بنابراین دستیابی به قابلیت اطمینان مطلوب سیستم و حفظ آن باید مورد توجه همه مهندسانی که مسئولیت یک سیستم را از مراحل طراحی تا مرحله منسوخ شدن آن به عهده دارند، قرار گیرد. فرآیند مورد نظر از یک روند تکراری پیروی می‌کند و قبل از رسیدن به طرح نهایی ممکن است چندین تجدید نظر صورت گیرد [۲۶-۲۸].

ضروری است سیستم قدرت توسط معیارها یا آزمایش‌های مختلف برای دستیابی به قابلیت اطمینان مورد انتظار مصرف‌کنندگان برنامه‌ریزی، طراحی، احداث، بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری و بازسازی (در صورت نیاز پس از مستهلک شدن زیرساخت‌ها) گردد. به این ترتیب، سیستم قدرت برنامه‌ریزی و ارزیابی می‌گردد تا اطمینان حاصل شود که عرضه‌ی کافی برق برای رفع نیازهای کنونی و آینده موجود است.

اصول پایه قابلیت اطمینان توسعه یافته‌اند به طوری که:

- سیستم‌های قدرت به‌هم‌پیوسته می‌بایست به شیوه‌ای هماهنگ برنامه‌ریزی و بهره‌برداری شوند تا تحت شرایط طبیعی و غیرطبیعی از قابلیت اطمینان برخوردار باشند.
- اطلاعات ضروری برای برنامه‌ریزی و بهره‌برداری سیستم‌های قدرت به‌هم‌پیوسته باید برای آن دسته از اشخاصی که مسئول برنامه‌ریزی و بهره‌برداری قابل اعتماد سیستم هستند، در دسترس باشد.
- طرح‌های لازم برای بهره‌برداری و بازسازی سیستم در شرایط اضطراری برای سیستم‌های قدرت به‌هم‌پیوسته باید توسعه یابد، هماهنگ گردد، حفظ شده و به اجرا درآید.
- امکانات برای ارتباطات، نظارت و کنترل باید فراهم باشد و برای قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت به‌هم‌پیوسته حفظ و مورد استفاده قرار گیرد.

- پرسنل مسئول برنامه‌ریزی و بهره‌برداری سیستم‌های قدرت به‌هم‌پیوسته باید تحت آموزش قرار گیرند و واجد شرایط باشند و دارای مسئولیت‌ها و اختیارات برای اجرای اقدامات ضروری باشند.
- امنیت (قابلیت اطمینان بهره‌برداری) سیستم‌های قدرت به‌هم‌پیوسته باید به‌طور گسترده مورد بررسی، نظارت و نگهداری قرار گیرد.

میزان ظرفیت تولید موردنیاز سیستم جهت تامین یک منبع تغذیه دارای کفایت، بحث مهمی در طراحی و بهره‌برداری سیستم‌های قدرت می‌باشد. مساله، از نظر مفهومی، به دو بخش تعیین ظرفیت استاتیکی لازم و تعیین نحوه بهره‌برداری تقسیم می‌شود. بخش ظرفیت استاتیکی مربوط به ارزیابی بلندمدت و بخش نحوه بهره‌برداری مربوط به ارزیابی کوتاه‌مدت ظرفیت واقعی لازم برای تامین بار داده‌شده می‌باشد. هر دوی این بخش‌ها باید در سطح طراحی، برای ارزیابی ظرفیت تولید، مورد بررسی قرار گیرند. نیازمندی‌های تولید در دوره‌های کوتاه‌مدت در بهره‌برداری تعیین می‌گردند.

ظرفیت استاتیکی موردنیاز می‌تواند به‌صورت ظرفیت نصب‌شده‌ای باشد که باید در مقابل نیازهای سیستم، طراحی و ساخته شود. رزرو استاتیکی می‌بایست در مواقع تعمیر تجهیزات تولید، خاموشی‌های بی‌برنامه و رشد بار، فراتر از مقدار تخمین زده‌شده، کافی باشد. در سال‌های نه‌چندان دور، اندازه‌گیری کفایت ظرفیت طراحی و نصب‌شده به‌صورت درصد ذخیره بوده است. ایراد مهم این معیار، گرایش به مقایسه کفایت ظرفیت ایجادشده برای سیستم‌های مختلف، بر پایه پیک بارهایشان در دوره زمانی مشابه برای هر سیستم است. تفاوت‌های زیادی در ظرفیت‌های مورد نیاز دو سیستم مختلف با پیک بار یکسان، برای تضمین پایستگی تولید وجود دارد. این تفاوت زمانی تشدید می‌شود که سیستم‌های مورد مقایسه، مشخصات بار، اندازه و نوع ظرفیت تولیدی نصب‌شده و طراحی‌شده مختلفی داشته باشند.

معیار درصد ذخیره، هیچ جریمه‌ای را به‌خاطر اندازه به واحد تحمیل نمی‌کند، مگر این‌که این مقدار از کل ظرفیت ذخیره تجاوز کند. الزامی که میزان ذخیره باید معادل ظرفیت بزرگ‌ترین واحد در سیستم به اضافه درصد ثابتی از ظرفیت کل سیستم باشد، معیار کفایت بسیار معتبری است و برای ظرفیت‌های ذخیره بزرگ‌تر با ورود واحدهای جدید به سیستم، تامین می‌شود.

مفهوم دیگری که در فرآیند برنامه‌ریزی اهمیت دارد، توسعه مناسب شبکه انتقال، برای انتقال انرژی تولیدی به نقاط بار مشترکین است. شبکه انتقال می‌تواند به دو بخش، شبکه بزرگ انتقال و بخش توزیع تقسیم شود. فرق بین این دو بخش فقط بر مبنای ولتاژ نیست بلکه نقش تاسیسات بین سیستم‌ها نیز باید لحاظ گردد. بخش وسیع انتقال باید کاملاً با تولید، پیوند داشته

باشد. به طوری که بتوانند انرژی را از منابع تغذیه به شبکه‌های توزیع، انتقال دهند تا آن‌ها بتوانند مشترکینی را که اکثراً شعاعی هستند، تغذیه کنند. در بیشتر سیستم‌ها، طراحی سیستم تقریباً با فرآیند توسعه سیستم انتقال همراه است. موقعیت و اندازه خروجی پستی که از شبکه بزرگ انتقال و طراحی سیستم توزیع به دست می‌آید، یک فرآیند جداگانه و مستقل می‌باشد. ارتباط بین این دو سیستم در ارزیابی قابلیت اطمینان می‌تواند توسط شاخص‌های تعیین شده محل بارگذاری برای شبکه بزرگ انتقال اصلاح شوند، تا به عنوان شاخص‌های ورودی قابلیت اطمینان سیستم، قابل استفاده در شبکه توزیع باشند [۲۶-۲۸].

علاوه بر تامین تجهیزات برای انتقال انرژی تولیدی به ترمینال پست‌ها، شبکه‌های بزرگ انتقال باید توانایی حفظ کفایت سطوح ولتاژ و بارگذاری در کنار محدودیت‌های حرارتی هر یک از مدارها و همچنین حفظ محدوده پایداری سیستم را داشته باشند. لذا مدل‌های مورد استفاده در نمایش شبکه‌های بزرگ باید توانایی در نظر گرفتن هر دو حالت استاتیکی و دینامیکی را داشته باشند. ارزیابی استاتیکی توانایی سیستم در تامین نیازمندی‌های بار سیستم می‌تواند به ارزیابی کفایت منجر شود. مفهوم توانایی سیستم در پاسخ به یک پیشامد احتمالی می‌تواند به ارزیابی امنیت منجر شود. این مطلب، حوزه بسیار مهمی است که با وجود توسعه شاخص‌های احتمالی، هنوز توجه زیادی به آن نشده است. کل مساله ارزیابی کفایت سیستم‌های بزرگ تولید و انتقال از نقطه نظر تامین یک منبع مستقل و مناسب در ترمینال پست‌ها، می‌تواند به عنوان ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم مرکب بیان شود.

به طور کلی در چند دهه گذشته در مدل‌سازی و ارزیابی قابلیت اطمینان نسبت به سیستم‌های تولید توجه کمتری به سیستم‌های توزیع شده است. دلایل اصلی این موضوع این است که نیروگاه‌های تولید برق به تنهایی بسیار پرهزینه هستند و عدم کفایت تولید می‌تواند حوادث فاجعه‌آفرینی را برای جامعه و منطقه به همراه داشته باشد. در نتیجه به تامین کفایت و احتیاجات این بخش از سیستم قدرت بسیار تاکید شده است.

اما سیستم توزیع نسبتاً ارزان است و قطعی‌های آن تاثیر محلی دارند. بنابراین تلاش کمی برای ارزیابی کمی و کفایت طرح‌های مختلف و تقویت آن‌ها تخصیص داده می‌شود. از طرف دیگر، تحلیل آماری خرابی مشترک‌های اکثر شرکت‌های برق نشان می‌دهد که سیستم توزیع بیش‌ترین سهم را در عدم دسترسی منبع تغذیه به مشترک دارد. دیدگاه‌های مختلف دیگری نیز باید در لزوم ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های توزیع در نظر گرفته شود. اولاً هر چند ممکن است یک طرح به منظور تقویت نسبتاً کم خرج باشد، ولی در مجموع مبالغ هنگفتی در چنین سیستم‌هایی صرف می‌گردد. ثانياً اطمینان از ایجاد تعادل قابل قبول بین قابلیت اطمینان بخش‌های متعدد سیستم قدرت یعنی تولید، انتقال و توزیع ضروری است. ثانياً راهکارهای متعددی برای

مهندسان توزیع به منظور دستیابی به قابلیت اطمینان قابل قبول مشترک وجود دارد که شامل طرح‌های تقویت قابلیت اطمینان، تخصیص یدکی‌ها، بهبود در سیاست‌های تعمیرات و نگهداری و سیاست‌های بهره‌برداری است [۲۶-۲۸].

۳۱-۱-۱- کفایت منابع سوخت

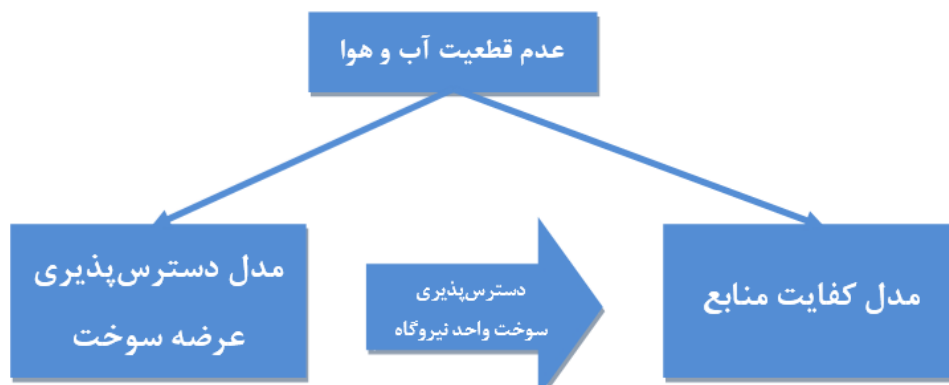
با درک عمیق از آسیب‌پذیری قابلیت اطمینان شبکه الکتریکی به دلیل افزایش وابستگی به گاز طبیعی و احتمال وقوع رویدادهای زیان‌بار، عدم قطعیت موجود در تامین گاز طبیعی هم می‌تواند در برنامه‌ریزی احتمالاتی منابع گنجانده شود. به همین دلیل در صنعت برق، اقدامات لازم جهت بررسی احتمالاتی کفایت منابع نیز انجام می‌شود.

۱۴-۱-۲- ادغام دسترس‌پذیری منبع سوخت با مدل‌های کفایت منابع برق

مدل‌های کفایت منابع استاندارد که توسط صنعت برق مورد استفاده قرار می‌گیرد، به‌طور کلی تنها، قطعی‌ها و خاموشی‌های ناشی از بخش تولید و انتقال را به‌عنوان رویدادهای مستقل در نظر می‌گیرد. از دیدگاه صرف آماری و مدل‌سازی، به‌طور معمول انتظار می‌رود با افزایش وابستگی بین پارامترهای دارای عدم قطعیت، عدم قطعیت (ریسک) کلی سیستم نیز افزایش یابد. بنابراین، مدل‌های کفایت منابع که وابستگی متقابل توان الکتریکی و سوخت گاز را در نظر نمی‌گیرند، ممکن است احتمال ازدست‌دادن بار را دست پایین تخمین بزنند. مدل‌سازی وابستگی‌های موجود بین متغیرهای تصادفی و به‌طور همزمان در نظر گرفتن احتمال وقوع حوادث شدید به ایجاد یک مدل احتمالاتی کفایت منابع مناسب کمک می‌کند. هدف اصلی یک مدل احتمالاتی کفایت منابع، توانایی در نظر گرفتن تاثیرات ناشی از حوادث شدید است. علاوه بر این، نتایج حاصل از این ارزیابی‌ها توسط برنامه‌ریزان برای اطلاع‌رسانی برنامه‌ریزی منابع، تشویق شرکت‌کنندگان در بازار با ارسال سیگنال‌های دقیق قیمت و قابلیت اطمینان، یا برای استفاده‌ی قانون‌گذاران محلی/استانی/دولتی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۳۹-۴۰].

ادغام دسترس‌پذیری سیستم سوخت‌رسانی در مدل کفایت منابع، ابتدا باید عوامل خطر (ریسک) مشترک و جهت جریان داده‌ها شناسایی گردد. شکل ۲-۵ طرح اصلی مدل‌سازی کفایت منابع گاز و برق یکپارچه را ارائه می‌کند. عدم قطعیت‌های موجود در مصرف برق و گاز عمدتاً از عدم قطعیت ذاتی آب و هوا نشأت می‌گیرد. بنابراین در مدل یکپارچه، باید عدم قطعیت آب و هوا به‌عنوان یک متغیر تصادفی مشترک، در مدل‌های کفایت منابع و دسترس‌پذیری حمل و نقل و عرضه سوخت لحاظ گردد. خروجی نهایی مدل دسترس‌پذیری حمل و نقل و عرضه سوخت اطلاعات ساعتی در دسترس بودن سوخت برای هر واحد

گازی در شبکه برق خواهد بود. در دسترس بودن سوخت لایه‌ی دیگری از اطلاعات قطعی خواهد بود که قطعی‌های اجباری و برنامه‌ریزی شده که در مدل کفایت منابع در گذشته به وجود آمده است را کامل می‌کند.



شکل ۲-۵: ادغام دسترس پذیری سیستم سوخت‌رسانی با کفایت منابع

ادغام مدل دسترس پذیری عرضه سوخت در مدل کفایت منابع، دو شکاف موجود در مدل‌های کفایت منابع استاندارد را برطرف می‌کند:

- با مدل‌سازی شبکه عرضه گاز، مدل‌های احتمالاتی کفایت منابع قادر به در نظر گرفتن وابستگی بین ریسک تامین گاز و قطعی‌های برق خواهند بود.
- دسترس پذیری حمل و نقل و عرضه سوخت در مفروضات نرخ قطعی استاندارد در مدل‌های استاندارد کفایت منابع در نظر گرفته نشده است. به عنوان یک نتیجه، این واقعیت که تعداد قابل توجهی از نیروگاه‌های گازی، قراردادهای دو جانبه با شرکت‌های حمل و نقل و منبع سوخت ندارند، در مدل‌های کفایت منابع فعلی منعکس نشده است. مدل‌سازی یک پارچه فرصتی برای بررسی ریسک‌های در ارتباط با عرضه سوخت غیر پایدار (عدم قرارداد دو جانبه با شرکت) در شبکه برق ایجاد می‌کند [۳۹-۴۰].

۳۲-۱-۱- اطلاعات قابلیت اطمینان

به منظور ارزیابی قابلیت اطمینان در هر سیستم، به اطلاعات کافی در این خصوص نیاز است که برخی از اطلاعات موجود بوده و برخی دیگر باید از منابع معتبر اخذ شوند. قطعاً گردآوری اطلاعات صحیح و مفید هزینه‌بر خواهد بود ولی باید توجه شود که اگر اطلاعات جمع آوری نشود، تاوان سنگینی در درازمدت خواهد داشت.

مشکلات موجود در زمینه تامین اطلاعات موردنیاز برای ارزیابی قابلیت اطمینان و عدم آگاهی از روش‌های معتبر برای ارزیابی آن موجب شده است که برخی سازمان‌ها اقدام به گردآوری اطلاعات نکنند، زیرا که روش استفاده از این اطلاعات در اختیارشان نیست و بالعکس برخی از سازمان‌ها اقدام به تدوین روش مطالعه قابلیت اطمینان نمی‌کنند زیرا که هیچ اطلاعاتی در اختیار ندارند. باید به خاطر سپرد که گردآوری اطلاعات و روش ارزیابی قابلیت اطمینان باید همواره با هم تکوین یابند [۱-۲].

گردآوری اطلاعات از دو راه میسر است: از راه انجام آزمایشات تجربی و بررسی سوابق تجهیزات، و از راه برداشت اطلاعات ضمن بهره برداری^۱. راه اول صرفاً برای اجزا در مقیاس محدود کاربرد دارد که در آن حجم کافی از اطلاعات بدون ایجاد هزینه‌های زیاد، به دست می‌آید. واضح است که چنین روشی ایده‌آل است، زیرا که اطلاعات مربوط به هر تجهیز قبل از کاربرد آن در سیستم‌های واقعی جمع‌آوری می‌گردد. روش دوم در سایر موقعیت‌ها باید استفاده گردد. این اطلاعات در مرورهای بعدی در طراحی، با ایجاد حلقه بازگشت اطلاعات و برای بهسازی قابلیت اطمینان به کار می‌رود.

اطلاعات برداشت‌شده، باید پاسخ‌گوی نیازهای روش‌های ارزیابی باشد، به این مفهوم که اطلاعات باید به اندازه کافی جامع باشد تا بتوان از روش‌ها استفاده کرد و نیز به اندازه کافی محدود باشد تا آنکه از گردآوری اطلاعات غیرضروری و ارزیابی آمار نامربوط اجتناب شود. در پردازش اطلاعات دو فعالیت زیر مطرح است.

□ گردآوری اطلاعات ضمن بهره‌برداری توسط پرسنل عملیات راهبری و نگهداری از طریق مستندسازی جزئیات

وقفه‌ها به همراه مدت زمان تداوم آن‌ها

• تحلیل این اطلاعات برای ایجاد شاخص‌های آماری که متعاقباً با ورود اطلاعات جدید به‌روز می‌شود

این اطلاعات، در بانک‌های اطلاعاتی جهت استفاده‌های بعدی نگهداری می‌شوند. کیفیت اطلاعات ذخیره‌شده بستگی به دو عامل دارد: اعتماد و ارتباط. اعتماد خود به دقت و کامل بودن اطلاعات ثبت‌شده توسط پرسنل بهره‌بردار بستگی دارد و لذا این پرسنل باید آگاهی کاملی از اهمیت کار خود و نقشی که این کار در توسعه سیستم ایفا می‌کند، داشته باشند. کیفیت شاخص‌های آماری نیز بستگی به چگونگی پردازش و میزان ادغام^۲ اطلاعات و همچنین قدمت آن‌ها دارد.

تقریباً همه شرکت‌های برق در حال جمع‌کردن داده‌های قابلیت اطمینان در سطح شرکت خود هستند، اما جمع‌آوری این داده‌ها با اهداف مختلفی انجام می‌گیرد. به‌طور کلی داده‌های قابلیت برای حداقل سه دسته از کاربرها استفاده دارند:

۱- Operational Field Data

۲- Pooling

- مهندسين بهره‌برداري جهت برنامه‌ريزي و اصلاح تعميرات و نگهداري
- طراحان تجهيزات جهت بررسي عملکرد و بازدهي تجهيزات
- تحليل‌گران قابليت اطمینان سيستم جهت پيش‌بيني قابليت اطمینان سيستم

۱۵-۱-۲-۲- بانك اطلاعاتي قابليت اطمینان

مهمترین وظیفه صنعت برق هر کشور تامین انرژی الکتریکی مشترکین به صورت مقرون به صرفه و با قابلیت اطمینان مناسب می‌باشد. این امر میسر نخواهد شد مگر با داشتن یک مدیریت صحیح بر امکانات و تجهیزات شبکه قدرت که خود مستلزم داشتن اطلاعات و داده‌های کافی از این سیستم می‌باشد. بنابراین علاوه بر امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری لازم جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان سیستم، یکی از اساسی‌ترین بخش‌های لازم در این مطالعات، بانک‌های اطلاعاتی تجهیزات شبکه می‌باشند. وجود اطلاعات کافی از عملکرد، نوع و تعداد تجهیزات هر شبکه می‌تواند در تصمیم‌گیری مدیران و بهره‌برداران شبکه بسیار مفید باشد.

لزوم وجود این بانک‌های اطلاعاتی از سال‌ها پیش در کشورهای پیشرفته احساس شده و مسئولان صنعت برق این کشورها به تاسیس سازمان‌هایی جهت جمع‌آوری و پردازش اطلاعات تجهیزات شبکه پرداخته‌اند. از مهمترین این بانک‌های اطلاعاتی می‌توان به بانک‌های اطلاعاتی کشور کانادا،^۱ ERIS و^۲ EPRSA که در آنها داده‌های مربوط به عملکرد تجهیزات گوناگون شبکه و همچنین پیشامدهای عمده در کل سیستم قدرت ذخیره شده و با توجه به این اطلاعات، شاخص‌های قابلیت اطمینان این تجهیزات استخراج می‌گردد.

در یک نگاه کلی می‌توان یک شبکه قدرت را به سه بخش عمده تولید، انتقال و توزیع تقسیم‌بندی نمود. هر یک از این بخش‌ها دارای تجهیزات گوناگونی می‌باشند که عملکرد هر یک می‌تواند در تامین نیاز مشترکین تاثیر به‌سزایی داشته باشد. بنابراین لزوم جمع‌آوری اطلاعات تجهیزات در هر یک از این شاخه‌ها به یک میزان احساس می‌شود. اصولاً با جمع‌آوری داده‌های مربوط به نحوه عملکرد یک تجهیز در یک بازه زمانی مشخص می‌توان مقادیر متوسطی برای شاخص‌های قابلیت

۱- Equipment Reliability Information System

۲- Electric Reliability Power System Assessment

اطمینان آن المان در بازه زمانی مورد نظر به دست آورد. طبیعتاً هر چه جمع‌آوری اطلاعات کامل‌تر باشد می‌توان با نگاهی بهتر به عملکرد تجهیزات، رفتار آینده آنها را مورد بررسی قرار داد.

با توجه به مطالب بالا می‌توان نتیجه گرفت که جهت انجام مطالعات کمی قابلیت اطمینان در یک سیستم قدرت ابتدا باید بانک‌های اطلاعاتی لازم تهیه شده و سپس با استفاده از آنها به انجام مطالعات پرداخته شود. در راستای انجام هر چه بهتر این مطالعات در کشور، وجود یک ساختار که بیان‌کننده‌ی مسئولیت‌ها و عملکرد هر یک از بخش‌های ذیربط باشد، از جمله نیازهای ابتدایی به شمار می‌رود [۱۶۵].

۱۶-۱-۲-۲- سیستم ثبت حوادث

این سیستم به منظور ثبت اطلاعات مربوط به اتفاقات و خاموشی‌های خواسته یا ناخواسته‌ی شبکه‌های برق به صورت متمرکز، طراحی و از طریق ارتباط با واحدهای عملیات و اتفاقات برق، پس از رفع خاموشی، نتایج در سیستم ثبت و به صورت روزانه و آنلاین^۱ گزارشات مربوطه را در اختیار مدیران ارشد قرار می‌دهد. از اهداف و چشم‌اندازهای این سیستم می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- کاهش هزینه‌ها و زمان خدمت‌رسانی به مشترک و در پی آن کسب رضایت‌مندی مشترکین
- کاهش زمان خاموشی‌ها
- جمع‌آوری و یکپارچه‌سازی اطلاعات مربوط به حوادث و اتفاقات شبکه و ارائه گزارش‌های مدیریتی در این خصوص که در نهایت منجر به تصمیم‌سازی و ارائه راهکارهایی بالابردن کیفیت خدمات خواهد شد.

۱۷-۱-۲-۲- تفکیک علل خاموشی

خاموشی‌های ایجادشده به دو صورت برنامه‌ریزی شده و ناخواسته اتفاق می‌افتند. خروجی‌های برنامه‌ریزی شده اغلب به منظور انجام عملیات تاسیساتی و تعمیراتی می‌باشند و معمولاً غیر قابل اجتناب هستند. این در حالی است که خروجی‌های ناخواسته در صورت داشتن ساختار قوی در سیستم و انتخاب تجهیزات کارآمد و بهره‌برداری درست از آنها قابل کاهش می‌باشند. آنچه مسلم است تفکیک و دسته‌بندی هر گونه از اطلاعات از جهات گوناگون حائز اهمیت بوده و در جهت شناخت ماهیت هر گروه از

اطلاعات و برنامه‌ریزی‌های آتی بسیار سودمند واقع می‌شود. خاموشی‌های شبکه قدرت نیز به‌عنوان یک جامعه آماری، قابل طبقه‌بندی بوده و دسته‌بندی این اطلاعات از جهات مختلفی سودمند و مفید خواهد بود. دسته‌بندی را بر اساس یکی از موارد ذیل می‌توان انجام داد [۱].

- بر اساس نوع قطعی
- بر اساس علل به‌وجود آورنده آن
- بر اساس تجهیزات
- بر اساس محل وقوع عیب
- بر اساس زمان وقوع عیب
- بر اساس مدت زمان استقرار عیب
- بر اساس مقدار انرژی توزیع‌نشده

۳۳-۱-۱- ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای تجدید ساختار یافته

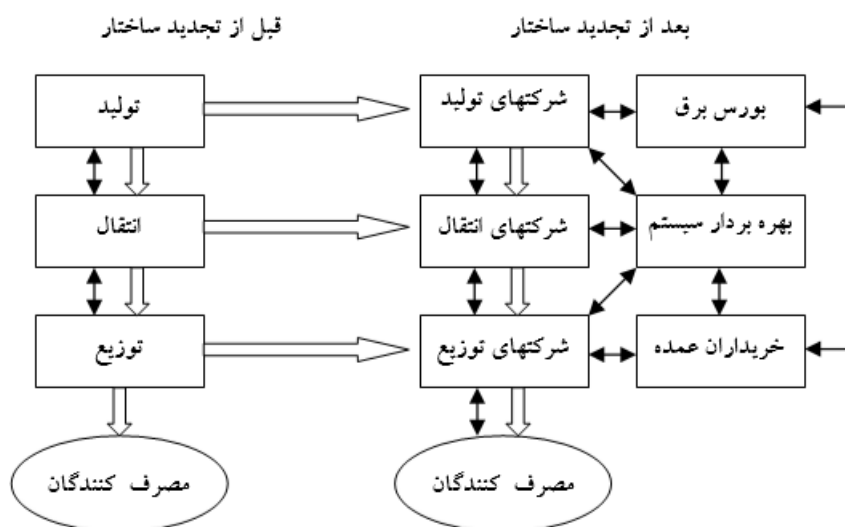
صنعت برق در دنیا در یکی دو دهه گذشته دستخوش تغییرات اساسی گردیده است که این تغییرات تحت عناوین مختلفی چون مقررات‌زدایی^۱، بازنگری در قوانین^۲ و یا تجدیدساختار^۳ و ... بیان می‌گردند. در ساختار سنتی و قدیمی که تحت عنوان سیستم‌های با ادغام عمومی^۴ شناخته می‌شد یک شرکت برق مسئولیت تولید، انتقال و توزیع برق را برعهده داشته و یا به‌نوعی انحصار تولید، انتقال و توزیع برای مصرف‌کنندگان واقع در حوزه یک شرکت، در اختیار آن شرکت قرار داشت. در ساختار جدید یک شرکت از این انحصار ذاتی بهره نمی‌برد بلکه با مجزاسازی بین بخش‌های مختلف صنعت برق، اداره و مالکیت هر یک از سه شرکت تولید، انتقال و توزیع، از مالکیت توسط یک شرکت واحد، جدا می‌گردد. شکل ۲-۶ مفهوم تجدیدساختار در سیستم‌های قدرت را نشان می‌دهد [۱۲۳].

۱- Deregulation

۲- Reregulation

۳- Restructuring

۴- Vertically Integrated Utility (VIU)



شکل ۲-۶: ساختار سیستم قدرت قبل و بعد از تجدید ساختار

دلایل و انگیزه‌های تجدید ساختار در کشورهای مختلف بسیار متنوع بوده و در این راه یک هدف واحد را دنبال نمی‌نماید.

افزایش بهره‌وری و کارایی اقتصادی یکی از اهداف مشترک تمامی کشورهای دنیا در زمینه تجدید ساختار می‌باشد.

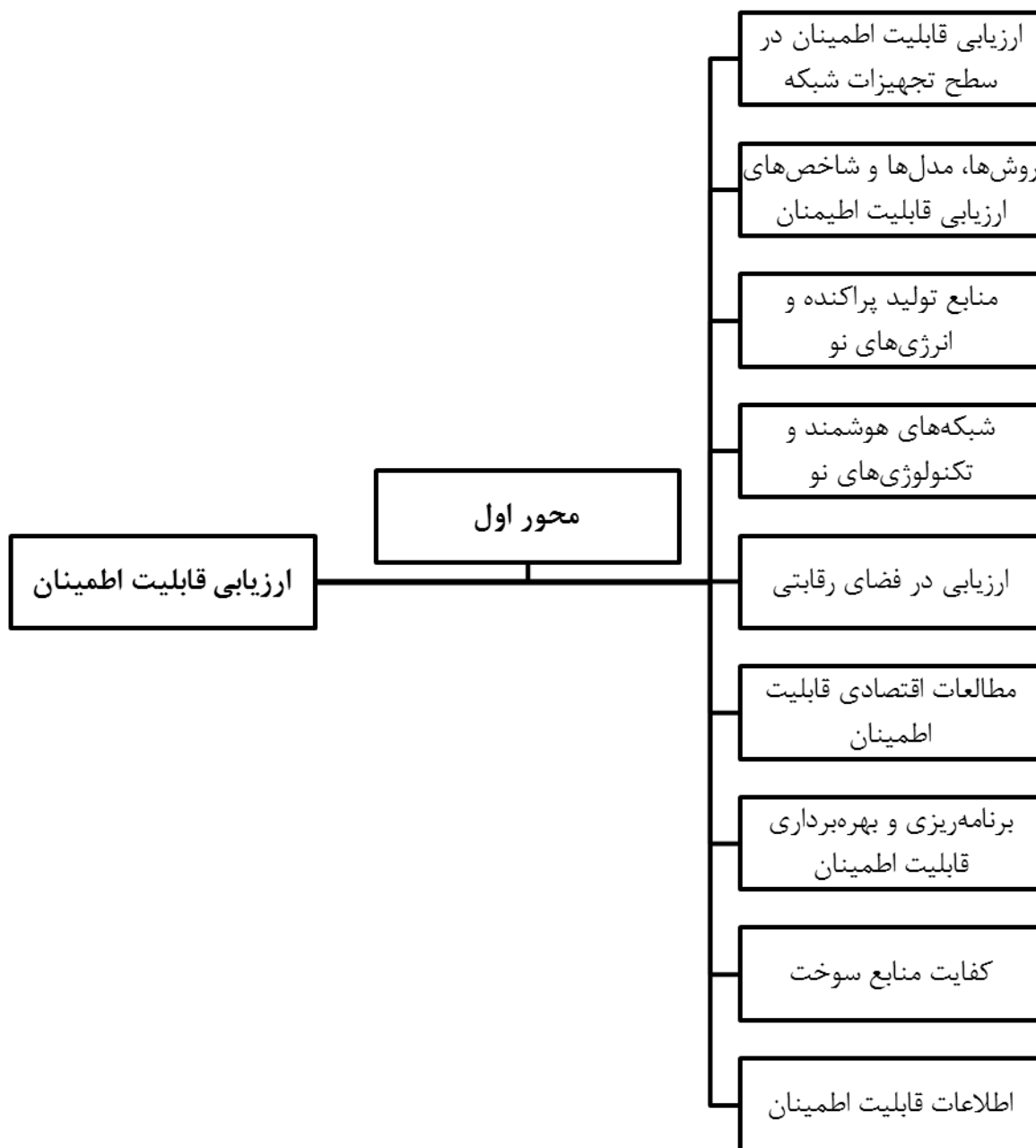
با تجدید ساختار برای طرف‌های موجود در بازار قدرت (تامین‌کنندگان و مشتریان) این امکان به‌وجود آمد که انرژی را بر اساس منافع اقتصادی خود خرید و فروش نمایند. همچنین برای تولیدکنندگان مستقل برق امکان عرضه انرژی به‌وجود آمد. در ساختارهای جدید، بخش‌های تولید و خرده‌فروشی به‌صورت رقابتی درآمد ولی با توجه به وجود انحصار طبیعی در بخش‌های انتقال و توزیع، این بخش‌ها همچنان به‌صورت انحصاری و تحت نظارت قانون باقی ماند و تنها مالکیت این بخش‌ها به مالکیت خصوصی تغییر یافت [۱۴۶].

به‌طور کلی تجدید ساختار صنعت برق زمینه‌های رقابت در سطح تولید و فروش را ایجاد می‌نماید، به‌طوری‌که در این محیط تولیدکنندگان و خریداران قادر خواهند بود در بازاری کاملاً رقابتی به خرید و فروش توان بپردازند. بازار توان در سیستم‌های قدرت در واقع یک بازار حراج^۱ الکتریکی است که فروشندگان و خریداران پیشنهادات خود را از طریق شبکه‌های کامپیوتری به بازار ارجاع می‌دهند. وظیفه اصلی این بازار ایجاد شرایطی مساعد برای رقابتی کاملاً آزاد میان بازیگران مختلف در بازار می‌باشد.

نهادهای موجود در این ساختار باید به‌طور هماهنگ با یکدیگر عمل نمایند تا انرژی الکتریکی به صورت اقتصادی و با یک قابلیت اطمینان بالا تولید و توزیع گردد، زیرا امروزه در صنعت برق تجدیدساختار شده برای کنترل و بهره‌برداری از سیستم قدرت، تنها روابط الکتریکی حاکم نمی‌باشند. با به‌وجود آمدن پدیده‌ای به نام بازار رقابت، روابط اقتصادی نقش مهمی را در این صنعت ایفا خواهند نمود. خرید و فروش انرژی الکتریکی مانند یک کالا و امکان رقابت در زمینه تولید و فروش برق، شرایط پیچیده‌ای را بر این صنعت بوجود خواهد آورد که این امر سبب خواهد شد تا مهندسين قدرت با سیستم‌های اقتصادی نیز درگیر شوند [۱۶۶].

۳۴-۱-۱- خلاصه محور اول

در شکل ۲-۷ موضوعات بررسی شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان نشان داده شده است.



شکل ۲-۷: جمع بندی محور اول

۲-۳ - محور دوم: بهبود قابلیت اطمینان

امروزه تصور زندگی بدون انرژی الکتریکی بسیار مشکل است و از طرفی پایداری بسیاری از مشاغل و فعالیت‌های اجتماعی نیز به آن وابسته گشته است. وابستگی شدید کارهای مختلف به انرژی الکتریکی تا حدی است که با قطع برق خسارت بسیار زیادی به مردم تحمیل می‌گردد و آنها را از مسیر عادی زندگی خارج می‌نماید. همین اتکا به انرژی الکتریکی سطح توقع مردم

را در دریافت انرژی الکتریکی بالا برده است؛ به طوری که با بروز حوادث منجر به قطع انرژی الکتریکی و یا عدم کیفیت مناسب برق دریافتی، اعتراض شدید آنها را در پی دارد.

این عوامل همراه با بسیاری از عوامل دیگر باعث گشته است که شرکت‌های برق در صدد افزایش قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت باشند.

در مبحث قابلیت اطمینان سیستم‌های مهندسی دو جنبه مطرح است. اولین مورد مرتبط با کیفیت^۱ و دومین آن المان افزونه^۲ است. اولین جنبه یعنی کیفیت نه تنها مرتبط به مواد و اجزاء فیزیکی مورد استفاده در یک سیستم، بلکه به چگونگی ساخت، آزمایش، کالیبراسیون، حمل و نقل و بهره‌برداری نیز بستگی دارد که این موارد نیز خود وابسته به کیفیت و تجربه نیروی انسانی مربوطه است.

در دومین جنبه یعنی المان افزونه، با پذیرش این واقعیت که اجزاء هر سیستمی در زمان‌هایی از ادامه کار باز می‌مانند، استفاده از پشتیبان برای سیستم توصیه می‌شود، به نحوی که از کار افتادن یک جزء توسط دیگر اجزاء پوشش داده شود تا علی‌رغم این که جزء معیوب تعمیرپذیر باشد یا نباشد، بتوان سیستم را در شرایط عملکرد رضایت بخش نگه داشت. این پشتیبانی با نام کاربرد مازاد شناخته می‌شود.

المان افزونه شامل دو نوع فعال^۳ و آماده به کار^۴ است. هرگاه عملکردی مشترکاً توسط هر یک از اجزاء در حال کار تامین شود به صورتی که با از کار افتادن یک جزء، عملکرد سیستم همچنان توسط دیگر اجزاء تداوم یابد، مازاد از نوع فعال خواهد بود که آن را مازاد موازی نیز می‌نامند. مازاد آماده به کار به مواردی اطلاق می‌شود که سیستم در شرایط آماده برای بهره‌برداری است، ولی فعال نیست و زمانی که یک یا چند جزء از اجزاء اصلی سیستم از کار می‌افتد، برای تداوم عملکرد سیستم به کار واداشته می‌شود. بهینه‌سازی قابلیت اطمینان سیستم‌های مهندسی از طریق افزایش کیفیت و یا المان افزونه در سیستم مستلزم صرف سرمایه‌گذاری بیشتر خواهد بود [۱-۲].

۱- Quality

۲- Redundancy

۳- Active

۴- Standby

روش دیگر برای بهسازی قابلیت اطمینان، ایجاد تنوع^۱ است، به این مفهوم که وقتی امان افزونه برای یک سیستم در نظر گرفته می‌شود، اگرچه انتخاب اجزاء مشابه مزایایی در بردارد ولی توصیه می‌شود که در صورت امکان اجزاء موردنیاز از سازندگان مختلف تامین گردد و یا اساساً اینکه از اجزاء غیرمشابه استفاده گردد. منطق حاکم در این توصیه مبتنی بر احتراز از تکرار نقاط ضعف اجزاء (به لحاظ خطای طراحی و یا ساخت) در قالب تعدادی از اجزاء مشابه در یک سیستم است. بدیهی است که در این روش سعی می‌شود اجزاء ضعیف‌تر از سیستم حذف شوند و ندانسته یک جزء با استحکام بالاتر توسط یک جزء ضعیف‌تر جایگزین نشود.

روش‌های دیگر برای بهسازی قابلیت اطمینان شامل نگهداری یدکی اجزاء است. دسترسی فوری به یدکی از نظر مفهومی شبیه کاربرد مازاد آماده به کار است، به جز این که در این روش جایگزینی به صورت دستی و با صرف زمان قابل احتساب انجام می‌شود، ولی جایگزینی مازاد آماده به کار معمولاً به صورت اتوماتیک یا دستی با صرف زمان اندک انجام می‌شود، بنابراین با کاربرد لوازم یدکی، مدت از کار افتادن به مراتب طولانی‌تر است، اما طرح و ترکیب سیستم ساختار ساده‌تری دارد. نگهداری یدکی یک مساله اقتصادی است و با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی در مورد تعداد بهینه یدکی و همچنین توزیع متمرکز و یا غیرمتمرکز آن تصمیم‌گیری می‌شود. ملاحظات کاربرد تجهیزات یدکی شامل هزینه، احتمال از کار افتادن اجزاء در حال کار و عمر نگهداری یدکی در انبار است [۱-۲].

۳۵-۱-۱- مدیریت دارایی و فعالیتهای تعمیر و نگهداری

با رشد آهسته بار، فرسودگی تجهیزات و عدم قطعیت‌های موجود در بازار، شرکت‌های برق به دنبال راه‌هایی برای افزایش درآمد خود هستند. بسیاری بر این باورند مدیریت دارایی^۲ بهترین راه برای رسیدن به این هدف است. مرجع [۲۴۰] مدیریت دارایی را این‌چنین تعریف کرده است: مدیریت دارایی با یک هدف تجاری یا سازمانی آغاز می‌شود و شامل مجموعه‌ای از فعالیتهای مرتبط با شناختن دارایی‌های مورد نیاز، تهیه و تدارک آنها، پشتیبانی و نگهداری آنها و از رده خارج کردن یا نوکردن آنها به صورت موثر و بهینه در جهت برآوردن هدف می‌باشد.

۱- Diversity

۲- Asset Management

در واقع مدیریت دارایی ترکیبی از شیوه‌های مدیریتی، مالی، اقتصادی و مهندسی است که با هدف فراهم کردن سطح مورد نیاز خدمات با روشی مقرون به صرفه به دارایی‌ها اعمال می‌شود. مدیریت دارایی برای دارایی‌های فیزیکی را می‌توان در سه سطح کاربردی دسته‌بندی کرد:

- مدیریت دارایی در سطح تجهیزات
- مدیریت دارایی در سطح فرایند
- مدیریت دارایی سطح استراتژیک

مدیریت دارایی سطح تجهیزات شامل فعالیت‌های آنالیز مد خرابی، توسعه پایش وضعیت تجهیزات و ارزیابی عمر باقیمانده تجهیزات است. در سطح فرایند تمرکز بر روی دوره عمر گسترده می‌شود و فرایندهای نگهداری قابلیت اطمینان محور، تعیین هزینه دوره عمر، روش‌های بهینه‌سازی تعمیرات و نگهداری، سیستم‌های مدیریت تعمیرات و نگهداری، توجیه اقتصادی پایش به هنگام و بهینه‌سازی موجودی اقلام مازاد را در بر می‌گیرد. سطح استراتژیک مدیریت دارایی بر گسترش سیاست‌ها و اقداماتی تاکید می‌کند که هدف‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت سازمان را در جهت دستیابی به گستره وسیعی از محرک‌ها پشتیبانی می‌کنند [۲۴۱].

۱-۱-۳-۲- تقسیم بندی زمانی مدیریت دارایی

مدیریت دارایی در شبکه‌های قدرت بر اساس بازه زمانی اجرا، قابل تقسیم به سه بخش زیر می‌باشد:

- مدیریت دارایی کوتاه‌مدت^۱
- مدیریت دارایی میان‌مدت^۲
- مدیریت دارایی بلندمدت^۳

این سه بخش کاملاً به هم مرتبط می‌باشند. به طوری که تدوین استراتژی‌های کوتاه‌مدت باید در راستای استراتژی‌های میان‌مدت و بلندمدت انجام شود. همچنین ارزیابی نتایج استراتژی‌های اتخاذ شده در مدیریت دارایی کوتاه‌مدت سیگنال‌های مفیدی را برای بهبود و ارتقاء سطح استراتژی‌های اتخاذ شده در مدیریت دارایی میان‌مدت و بلندمدت تولید می‌کنند. بنابراین

۱- Short Term Asset Management

۲- Mid term asset management

۳- Long term asset management

لازم است که مدیریت دارایی به‌طور همه‌جانبه در تمامی بازه‌های زمانی آنالیز شود تا امکان رسیدن به استراتژی‌های بهینه مدیریت دارایی در بازه‌های زمانی مختلف بیشتر شود.

• مدیریت دارایی کوتاه مدت

مدیریت دارایی کوتاه‌مدت که از آن به‌عنوان مدیریت بهره‌برداری^۱ نیز یاد می‌شود، مربوط به بهره‌برداری و کنترل شبکه است. پایش سیستم^۲، پیگیری وضعیت تجهیزات به‌صورت بلادرنگ^۳ و بازیابی خطای رخ داده در تغذیه مشترکین از مهمترین وظایف شرکت‌های برق است. لذا مدیریت دارایی کوتاه‌مدت با دو مساله زیر مرتبط می‌باشد:

➤ پایش شبکه و پیگیری وضعیت تجهیزات

➤ بازیابی خطا^۴

• مدیریت دارایی میان مدت

مدیریت دارایی میان‌مدت که از آن به‌عنوان مدیریت تعمیرات نیز یاد می‌شود به تعمیرات و نگهداری از تجهیزات مربوط می‌شود. شاید یکی از مهمترین بخش‌هایی که مدیریت دارایی خود را نشان می‌دهد، همین مساله تعمیرات و علی‌الخصوص تعمیرات پیش‌گیرانه می‌باشد. در این زمینه مدیریت دارایی به دو بخش تقسیم می‌شود:

➤ استراتژی تعمیرات بهینه^۵

➤ طرح خروج بهینه^۶

• مدیریت دارایی بلندمدت

مدیریت دارایی بلندمدت به یافتن برنامه‌هایی برای گسترش و ارتقاء سطح تجهیزات به‌منظور تامین بار مشترکین در سال‌های آتی مربوط می‌شود.

۱- Operational management

۲- Network monitoring

۳- Real time

۴- Fault restoration

۵- Optimal maintenance strategy

۶- Optimal outage plan

۲-۱-۳-۲- برنامه‌های تعمیر و نگهداری

خرابی تجهیزات در صنایع می‌تواند اثرات زیان‌باری از قبیل:

(الف) کاهش و یا توقف تولید

(ب) بی‌کاری نیروی انسانی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم

(ج) تاخیر و تعطیلی در سایر امور که عملکرد آنها به تجهیز از کار افتاده بستگی دارد.

را در برداشته‌باشد.

به‌منظور کاستن از اثرات ناشی از خرابی تجهیزات، فعالیت‌های زیر مدنظر قرار می‌گیرد [۲۴۲-۲۴۰]:

• تعمیرات اصلاحی^۱

معمولا تحت عنوان کلی تعمیرات مطرح می‌گردد و به‌منظور خارج ساختن تجهیزات از شرایط خرابی صورت می‌گیرد و زمان انجام آن در صورت لزوم و در زمان‌های خرابی تجهیزات می‌باشد. درواقع به مجموعه عملیات تعمیری که پس از وقوع یک خرابی در شبکه برای بازگرداندن تجهیز یا شبکه به شرایط عادی بهره‌برداری صورت می‌گیرد، گفته می‌شود. به این تعمیرات همچنین تعمیرات خاموشی^۲ نیز گفته می‌شود.

• تعمیرات پیش‌گویانه^۳

به مجموعه عملیات شامل تست‌های تشخیصی و بازرسی گفته می‌شود که در حین عملکرد عادی تجهیزات به‌منظور شناسایی نقاط ضعف و خرابی‌های قریب‌الوقوع انجام می‌گردند تا در صورت لزوم عملیات تعمیر و نگهداری انجام شود.

• تعمیرات پیش‌گیرانه^۴

مجموعه عملیات تست و بازرسی و سرویس و نگهداری را گویند که به‌منظور تشخیص، کاهش و جلوگیری از بروز خطا انجام می‌گیرد. این عملیات معمولا به‌صورت روتین و دوره‌ای در زمان‌های مشخص و از پیش تعیین‌شده انجام می‌شوند. زمان

۱- Corrective Maintenance

۲- Breakdown maintenance

۳- Predictive maintenance

۴- Preventive Maintenance

انجام این تعمیرات در بلندمدت و بر اساس تجربیات یا پیشنهاد کارخانه سازنده و یا بهینه‌یابی تعیین می‌شود. تعمیرات پیش‌گیری در دو مرحله انجام می‌شود، نخست زمانی که اختلالاتی در مراحل اولیه بهره‌برداری از سیستم مشاهده می‌شود و دیگری وقتی که اجزاء سیستم به پایان عمر مفید خود نزدیک می‌شوند. تنظیم برنامه اجرای عملیات سرویس و نگهداری پیش‌گیرانه در عمل بسیار دشوار است، لذا تعمیرات پیش‌گیرانه مکررا و در فواصل زمانی منظم انجام می‌شود.

✓ تعمیرات پیش‌گیرانه زمان محور^۱ (TBM)

بر اساس این روش تعمیراتی، تعمیرات در فواصل زمانی منظم و برنامه‌ریزی شده و بر اساس پیشینه قطعات و تجربیات پرسنل انجام می‌گرفت. ایراد این روش آن بود که اولاً دسترسی به اطلاعات مربوط به پیشینه قطعات کار آسانی نبود و ثانياً از آنجایی که شرایط عملکرد قطعات تابع عوامل مختلفی از جمله شرایط محیطی می‌باشد، از این رو تصمیم‌گیری بر اساس اطلاعات مربوط به پیشینه قطعات همواره با درصدی از خطا روبه‌رو بود. لذا این روش تعمیراتی قادر به کمینه‌کردن هزینه‌ها نبود و اجرای این روش با هزینه‌های گزافی همراه بود. بنابراین روش تعمیراتی دیگری به نام تعمیرات پیش‌گیرانه شرایط محور جایگزین این روش تعمیراتی شد.

✓ تعمیرات پیش‌گیرانه شرایط محور^۲ (CBM)

محیطی که تجهیز در آن نصب شده است می‌تواند نقش مهمی در نحوه انجام تعمیرات داشته باشد. در روش تعمیرات پیش‌گیرانه شرایط محور، در فواصل زمانی معین وضعیت فرسایش قطعات بررسی شده و هنگامی که میزان فرسایش یک قطعه از حد معینی فراتر می‌رود، تعمیرات پیش‌گیرانه بر روی آن قطعه انجام می‌گیرد. معمولاً این روش بر اساس عملیات تعمیرات پیش‌گویانه انجام می‌شود. در تعمیرات پیش‌گویانه در زمان‌های معینی به کمک روش‌های ساده چون بازرسی چشمی یا تست‌های مخصوص چون دمانگاری و ... شرایط تجهیزات بررسی می‌شود تا لزوم انجام عملیات بر روی المان‌های مقتضی مشخص شود. این تست و بازرسی‌ها می‌تواند بر روی همه تجهیزات انجام شود و یا اینکه به نمونه بر روی تعداد محدودی المان انجام شود و نتیجه به سایر المان‌ها نیز گسترش داده شود.

۱- Time Based Maintenance

۲- Condition Based Maintenance

این روش تعمیراتی در مقایسه با تعمیرات پیش‌گیرانه زمان محور از بازدهی بیشتری برخوردار است ولی به‌علت عدم در نظر گرفتن اهمیت هر تجهیز و نتیجه وقوع خرابی آن، قادر به تضمین نقطه بهینه نبود. برای مثال بر اساس این روش ممکن است دو کلید قدرت همانند، تحت شرایط کاری یکسان، دارای مراقبت‌های یکسانی باشند غافل از اینکه یکی از دو کلید قدرت بر روی فیدری قرار دارد که به تنهایی مشترکین را تغذیه می‌کند و در صورت خرابی آن مشترکین بی‌برق می‌شوند و دیگری بر روی فیدری قرار دارد که به‌صورت موازی با فیدر دیگر در حال تغذیه مشترکین است و در صورت خرابی بریکر، مشترکین بی‌برق نمی‌شوند. این مساله باعث شد تا صنایعی که مساله قابلیت اطمینان در آنها حائز اهمیت بود به سمت تعمیرات پیش‌گیرانه قابلیت اطمینان محور متمایل شوند.

• تعمیرات قابلیت اطمینان محور^۱

امروزه لزوم انجام تعمیرات پیش‌گیرانه کاملاً مشخص است. سوالی که به ذهن خطور می‌کند این است که تعمیرات پیش‌گیرانه تا چه میزانی باید انجام شود؟ کمبود تعمیرات و نگهداری منجر به افزایش خطا و خرابی در شبکه می‌شود و از طرفی تعمیرات پیش‌گیرانه بیش از حد بیهوده بوده و سبب افزایش هزینه‌ها می‌گردد. نکته کلیدی در پاسخ به این سوال آن است که باید بین هزینه‌های انجام‌شده برای تعمیرات و میزان بهبود قابلیت اطمینان شبکه تعادل برقرار باشد.

اولین بار تعمیرات قابلیت اطمینان محور در صنعت هواپیمایی ایالات متحده مورد استفاده قرار گرفت. منطق ارائه روش تعمیرات پیش‌گیرانه قابلیت اطمینان محور از این امر نشأت می‌گیرد که تعمیرات پیش‌گیرانه با هدف بهبود قابلیت اطمینان شبکه و کاهش هزینه‌ها انجام می‌شود، پس انجام یک تعمیر در شبکه فقط در صورتی مقرون به‌صرفه خواهد بود که میزان بهبود قابلیت اطمینان شبکه ناشی از یک تعمیر نسبت به هزینه انجام‌شده برای آن تعمیر بی‌ارزد. بر طبق این روش اگر فرض شود دو ترانسفورماتور مشابه در شرایط محیطی مشابه قرار دارند، ولی خرابی در ترانسفورماتور اول خسارت بیشتری نسبت به خرابی در ترانسفورماتور دوم به دنبال داشته باشد؛ یا به بیان دیگر، ترانسفورماتور اول تاثیر بیشتری در قابلیت اطمینان شبکه نسبت به ترانسفورماتور دوم داشته باشد، بهینه آن است که هزینه بیشتری برای انجام تعمیرات پیش‌گیرانه بر روی ترانسفورماتور اول نسبت به ترانسفورماتور دوم اختصاص داده شود.

تعمیرات قابلیت اطمینان محور یک روش منطقی ارائه می‌دهد برای تعیین این که انجام تعمیرات پیش‌گیرانه بر روی کدامیک از تجهیزات تاثیر بیشتری بر بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان شبکه می‌گذارد و در مرحله بعد بررسی می‌کند که انجام تعمیرات تا چه حدی و برای چه المان‌هایی از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه‌تر است.

ممکن است خروجی این روش بیان کند که اصلا تعمیرات پیش‌گیرانه بر روی یک تجهیز مفید نبوده است و یا اینکه به کاهش خرابی آن منجر نشده است. یا ممکن است خروجی این روش بیان کند که با آن انجام تعمیرات بر روی یک شبکه به کاهش خرابی و افزایش طول عمر منجر می‌شود ولی مقایسه هزینه بیانگر این موضوع است که مقرون به‌صرفه آن است که یک تجهیز خراب شود و تعمیر اصلاحی بر روی آن انجام شود تا اینکه تعمیرات پیش‌گیرانه انجام گیرد. در تعمیرات قابلیت اطمینان محور کلیه عوامل خرابی تجهیزات و تاثیر خرابی هر تجهیز بر قابلیت اطمینان شبکه بررسی می‌شود و بر اساس آن تعمیرات موثر و کارا جهت کمینه‌کردن ریسک در شبکه تعیین می‌شود [۲۴۲].

۳۶-۱-۱- مدیریت سمت تقاضا

برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا شامل تمام تغییرات عمدی الگوهای مصرف برق مشتریان نهایی که برای تغییر زمان مصرف، سطح تقاضای لحظه‌ای، یا مصرف کلی برق در نظر گرفته شده است، می‌باشد. علاوه بر این، پاسخ‌گویی بار می‌تواند همچنین به عنوان پرداخت‌های تشویقی طراحی شده برای القای کاهش مصرف برق در زمان‌های قیمت‌های بالای بازار عمده‌فروشی و یا زمانی که قابلیت اطمینان سیستم در مخاطره قرار گرفته است، تعریف گردد. این برنامه‌ها به منظور افزایش قابلیت اطمینان سیستم قدرت مورد توجه فراوان قرار گرفته است [۳۶].

۳-۱-۳- پاسخ‌گویی بار

پاسخ‌گویی بار (DR) را می‌توان به عنوان تغییرات در مصرف برق توسط مشتریان نهایی از الگوهای مصرف عادی خود در پاسخ به تغییر در قیمت برق در طول زمان تعریف کرد. پاسخ‌گویی بار به اقداماتی اشاره می‌کند که مشتریان در پاسخ به سیگنال‌های قیمت، مشوق‌ها، یا دستورالعمل‌های شبکه، مصرف (تقاضای) توان الکتریکی خود را تغییر می‌دهند. پاسخ‌گویی بار شامل تمام تغییرات عمدی برای الگوهای مصرف برق مشتریان نهایی که برای تغییر زمان مصرف، سطح تقاضای لحظه‌ای، یا مصرف کلی برق در نظر گرفته شده است، می‌باشد. علاوه بر این، پاسخ‌گویی بار می‌تواند همچنین به عنوان پرداخت‌های

تشویقی طراحی شده برای القای کاهش مصرف برق در زمان‌های قیمت‌های بالای بازار عمده‌فروشی و یا زمانی که قابلیت اطمینان سیستم در مخاطره قرار گرفته تعریف گردد [۲۴۳].

سه رویکرد عمومی وجود دارد که توسط آن می‌توان پاسخ مشتری را به‌دست آورد. هر کدام از این رویکردها شامل هزینه و اقدامات صورت‌گرفته توسط مشتری می‌باشد. اولین رویکرد این است که زمانی که قیمت‌ها بدون تغییر الگوی مصرف در دوره‌های دیگر بالا می‌باشد، مشتری می‌تواند مصرف برق خود را در طول دوره‌ی پیک بحرانی کاهش دهد. این گزینه شامل از دست‌دادن موقت آسایش است. نمونه‌ای از این پاسخ هنگامی به‌دست می‌آید که تنظیم ترموستات بخاری یا سیستم‌های تهویه مطبوع به‌طور موقت تغییر کند. در دومین رویکرد، مشتریان ممکن است به قیمت‌های بالای برق با جابه‌جایی برخی از مصرف‌های پیک تقاضا به دوره‌های خارج از پیک پاسخ دهند. به‌عنوان مثال می‌توان به جابه‌جایی برخی از فعالیت‌های خانگی (از جمله ماشین‌های ظرف‌شویی، پمپ‌های استخر) به دوره‌ی خارج پیک اشاره کرد. مشتری مسکونی در این مورد هیچ ضرر و هزینه‌ای را متحمل نمی‌شود.

با این حال، این مورد که اگر یک مشتری صنعتی تصمیم گرفت تا دوباره برخی از فعالیت‌های خود را برنامه‌ریزی کند تا خدمات از دست‌رفته را جبران کند (که در آن هزینه برنامه‌ریزی مجدد به‌وجود می‌آید) جزء این دسته محسوب نخواهد شد. نوع سوم پاسخ مشتری استفاده از تولید در محل (مشتری متعلق به تولید پراکنده) می‌باشد. با استفاده از تولید در محل، مشتریان ممکن است هیچ تغییری و یا تغییر بسیار کمی را در الگوی مصرف برق خود تجربه کنند، با این حال، از دید شبکه الگوی مصرف برق به‌طور قابل‌توجهی تغییر خواهد کرد و تقاضا کوچک‌تر ظاهر خواهد شد [۲۴۳]. برنامه‌های مختلف پاسخ‌گویی بار در شکل ۲-۸ نشان داده شده است.

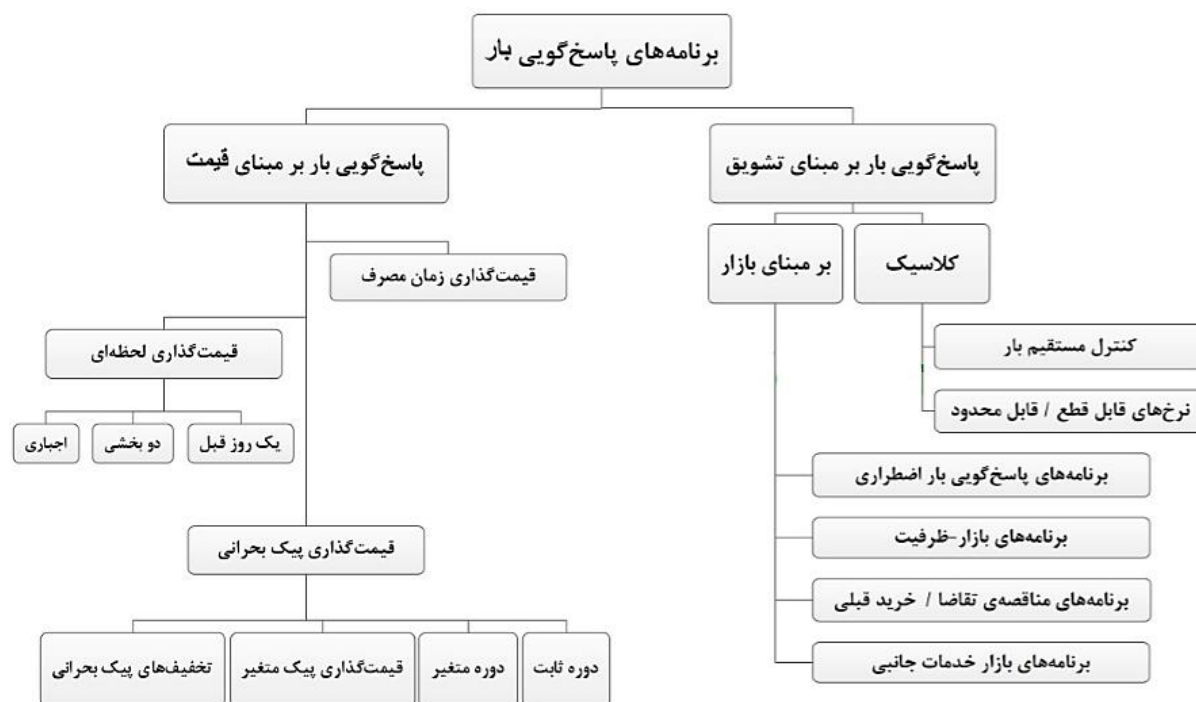
این‌ها برنامه‌های مبتنی بر تشویق^۱ (IBP) و برنامه‌های مبتنی بر قیمت^۲ (PBP) یا نرخ‌های زمان‌مبنای^۳ می‌باشند. IBP بیشتر به برنامه‌های کلاسیک (سستی) و برنامه‌های مبتنی بر بازار تقسیم شده است. IBP کلاسیک شامل برنامه‌های کنترل مستقیم بار و برنامه‌های قابل قطع/ قابل محدود کردن می‌باشد. IBP بر مبنای بازار شامل برنامه‌های پاسخ‌گویی بار اضطراری، مناقصه‌ی تقاضا، بازار ظرفیت، بازار خدمات کمکی می‌باشد. در IBP کلاسیک، مشتریان شرکت‌کننده پرداخت‌های مشارکتی معمولاً به‌عنوان یک لایحه اعتباری یا نرخ تخفیف برای مشارکت‌شان در برنامه‌ها دریافت می‌کنند. در برنامه‌های مبتنی بر

۱- Incentive-Based Programs (IBP)

۲- Priced Based Programs (PBP)

3- Time-Based Rates

بازار، شرکت‌کنندگان برای عملکرد خود بسته به میزان کاهش بار در دوره‌ی شرایط بحرانی وجه نقدی و پول به عنوان پاداش دریافت می‌کنند [۲۴۳].



شکل ۲-۸: برنامه‌های مختلف پاسخ‌گویی بار

دو دسته‌ی برنامه‌های پاسخ‌گویی بار به میزان زیاد با یکدیگر ارتباط تنگاتنگ دارند و برنامه‌های مختلف تحت هر دسته را می‌توان برای دستیابی به اهداف مکمل طراحی کرد. به‌عنوان مثال، با تنظیم الگوهای بار مشتری یا افزایش قیمت پاسخ‌دهی، پیاده‌سازی در مقیاس بزرگ نرخ‌های مبتنی بر زمان می‌تواند شدت یا دفعات افزایش‌های قیمت و کمبودهای رزرو را کاهش دهد، در نتیجه نیاز بالقوه برای برنامه‌های مبتنی بر انگیزه کاهش می‌یابد. در اجرای آنها باید مراقب بود تا اطمینان حاصل شود که این برنامه‌ها در اهداف متقابل کار نمی‌کنند.

• مزایای پاسخ‌گویی بار

فراتر از پیشرفت‌های گسترده در بهره‌وری بازار و پیوندهای بازار که در قسمت‌های قبل بحث شد، پاسخ‌گویی بار سودمندی‌های ویژه و متعددی برای شرکت‌کنندگان در بازار و برای بهره‌وری و بهره‌برداری کلی بازارهای الکتریکی ایجاد می‌کند. مشتریان شرکت‌کننده در برنامه‌های DR می‌توانند انتظار پس‌اندازها و صرفه‌جویی‌هایی را در قبوض برق خود داشته باشند در صورتی که مصرف برق خود را در طول دوره‌ی پیک کاهش دهند. درواقع، برخی از شرکت‌کنندگان ممکن است

صرفه‌جویی‌هایی را تجربه کنند حتی اگر الگوی مصرف خود را تغییر ندهند. این امر در صورتی به دست خواهد آمد که در طول دوره‌های پیک با قیمت بالا مصرف عادی آنها کمتر از حد متوسط کلاس خود باشد.

برخی از مشتریان ممکن است بتوانند مصرف انرژی کلی خود را به وسیله‌ی مصرف خارج از پیک تجهیزات افزایش دهند، بدون این‌که نیاز به پرداخت پول بیشتری داشته باشند. علاوه بر این، شرکت‌کنندگان در IBP کلاسیک حق دارند پرداخت‌های تشویقی برای مشارکت خود دریافت کنند در حالی‌که مشتریان IBP مبتنی بر بازار پرداخت‌هایی با توجه به عملکرد خود دریافت خواهند کرد.

مزایای برنامه‌های DR تنها به برنامه‌های شرکت‌کنندگان محدود نمی‌شود، با این حال برخی از این مزایا از نوع بازار گسترده هستند. در نهایت به‌طور کلی کاهش قیمت برق مورد انتظار است. این امر به‌دلیل استفاده‌ی کارآمدتر از زیرساخت‌های موجود است. برای مثال می‌توان برای کاهش تقاضا از واحدهای تولید برق گران استفاده کرد. علاوه بر این، برنامه‌های DR می‌توانند ظرفیت کوتاه‌مدت را با استفاده از برنامه‌های مبتنی بر بازار افزایش دهند. این موضوع به نوبه خود از هزینه‌های ظرفیت جلوگیری می‌کند یا آنها را به تعویق می‌اندازد. اثرات آبخاری (دومینو وار) برنامه‌های DR شامل عدم نیاز یا تعویق تقویت کردن و ارتقاداتن زیرساخت‌های توزیع و انتقال می‌باشد. تمام هزینه‌های جلوگیری شده یا به تعویق افتاده در قیمت برق تمام مصرف‌کنندگان (هم برای شرکت‌کنندگان برنامه‌های DR و هم برای دیگر مصرف‌کنندگان منعکس خواهد شد.

مزایای قابلیت اطمینان را می‌توان به‌عنوان یکی از مزایای بازار گسترده در نظر گرفت، زیرا تاثیر آن بر تمام شرکت‌کنندگان بازار است. مزایای قابلیت اطمینان به مشتریانی اشاره می‌کند که مزایای کاهش احتمال قطعی‌های ناخواسته و تحمیل هزینه‌های حتی بالاتر، یا خسارات اجتماعی را متوجه می‌شوند [۲۴۳].

با داشتن یک برنامه‌ی DR به‌خوبی طراحی شده، شرکت‌کنندگان این فرصت را دارند که به کاهش خطر قطعی کمک کنند. به‌طور همزمان و به‌عنوان یک نتیجه، شرکت‌کنندگان در برنامه‌های پاسخ‌گویی بار در حال کاهش خطر در معرض قرار گرفتن خود از خروج‌های اجباری و قطع برق هستند. از سوی دیگر، اپراتور گزینه‌ها و منابع بیشتری برای حفظ قابلیت اطمینان سیستم خواهد داشت، و در نتیجه خروج‌های اجباری و عواقب آن کاهش می‌یابد.

۳۷-۱-۱- سیستم‌های کنترل نظارتی SCADA و سیستم‌های اتوماسیون

امروزه سیستم‌های کنترل نظارتی و اکتساب داده (SCADA) در سیستم‌های قدرت، ساختار اصلی بخش‌هایی همچون سیستم مدیریت توزیع^۱ (DMS) و سیستم مدیریت انرژی^۲ (EMS) را تشکیل می‌دهند. سیستم SCADA اطلاعات زمان واقعی راجع به وضعیت تجهیزات گوناگون سیستم را که در دوردست قرار دارند، جمع‌آوری کرده و داده‌های مربوط به سیستم قدرت را به‌هنگام می‌کند. سیستم‌های SCADA اولیه فقط برای نمایش سیستم انتقال، فوق‌توزیع و تجهیزات پست استفاده می‌شدند، اما در حال حاضر، داده‌های مربوط به سیستم توزیع را با استفاده از RTU^۳ها تهیه می‌کنند. SCADA، تریپ‌های مربوط به بریکرها در سطح فیدر را نشان داده و سیستم مدیریت اتفاقات را از وضعیت آن‌ها آگاه می‌کند [۲۴۴-۲۴۵].

تا گذشته‌ای نه چندان دور، سیستم SCADA به‌صورت یک سیستم یکپارچه بود که به‌صورت مستقل کار می‌کرد و شبکه‌های ارتباطی نقش کم‌رنگی در آن‌ها ایفا می‌کردند، اما امروزه بهره‌گیری هر چه بیشتر از امکانات این سیستم‌ها، مستلزم استفاده از شبکه‌های ارتباطی گسترده می‌باشد.

اطلاعات به‌دست آمده از سیستم SCADA قابل اطمینان و بلادرنگ می‌باشد، لیکن به‌علت بالا بودن هزینه، SCADA معمولاً فقط تجهیزات بالادستی را کنترل می‌کند و خاموشی‌هایی که به‌وسیله خرابی دستگاه‌ها و تجهیزات پایین‌دستی ایجاد می‌شوند، در اغلب اوقات از طریق سیستم SCADA قابل تشخیص نمی‌باشند. سیستم SCADA که امروزه در شبکه قدرت مورد استفاده قرار می‌گیرد، شامل چهار جزء مرکز کنترل، RTU، تجهیزات ارتباطی و نرم‌افزارهای مربوط به سیستم SCADA در شبکه قدرت می‌باشد.

سیستم‌های کنترل نظارتی SCADA و مراکز دیسپاچینگ در کنترل از راه دور و پایش تجهیزات شبکه‌های انتقال و فوق‌توزیع دارای اهمیت زیادی می‌باشند. همچنین یکی از دغدغه‌های مهم صنعت برق کشور که توجه تمامی مسئولین و کارشناسان بهره‌بردار را به خود جلب کرده، مشکلات و معضلات موجود در سطح شبکه‌های توزیع می‌باشد. از جمله مشکلات موجود در شبکه‌های توزیع، می‌توان به خاموشی‌های طولانی‌مدت برق اشاره کرد که با توجه به حجم زیاد سرمایه‌گذاری انجام گرفته در این شبکه‌ها و لزوم بهره‌برداری مناسب، ایجاد مراکز اتوماسیون توزیع به عنوان یک راه حل اساسی مطرح می‌گردد.

۱- Distribution Management System

۲- Energy Management System

۳- Remote Terminal Unit

بنابراین اتوماسیون شبکه‌های توزیع که از سال ۱۹۶۰ میلادی توسط شرکت‌های توزیع در کشورهای صنعتی شروع شده است، دیگر یک فن آوری تجملی محسوب نمی‌شود [۲۴۴-۲۴۵].

یکی از راه‌های افزایش قابلیت اطمینان و کاهش انرژی توزیع‌نشده در شبکه‌های توزیع، جلوگیری از قطعی‌ها و خاموشی‌های بی‌مورد به واسطه خطاهای گذرا می‌باشد. برای جلوگیری از آسیب تجهیزات در مقابل این جریان‌ها که منجر به تلفات قابل توجهی در سیستم می‌شوند، بایستی خطا را خیلی سریع برطرف کرد. اما با روش‌های معمول و غیراتوماتیک رفع خطا، این کار بسیار زمان‌بر بوده که سبب بالا رفتن میزان انرژی توزیع‌نشده می‌گردد؛ از طرف دیگر با رقابتی شدن بازار برق و افزایش حساسیت بارها و نیاز مشتریان به انرژی با قابلیت اطمینان بالا و مدت زمان قطعی کم، این روش‌ها دیگر جواب‌گو نیستند. با اجرای سیستم اتوماسیون و نصب ریکلوزر در نقاط مختلف شبکه، خطاهای گذرا باعث قطع دائمی و طولانی مدت فیدر نمی‌شوند.

یکی از توابع اتوماسیون فیدرهای توزیع، امکان قطع و وصل کردن قسمت‌های مختلف فیدرهای توزیع در صورت بروز خطا با استفاده از کنترل از راه دور بریکرهای اتوماتیک می‌باشد. این خاصیت امکان تغییر آرایش سیستم توزیع به منظور بهره‌وری بهتر در زمان وقوع خطا و همین‌طور امکان ارسال توان به سایر مصرف‌کنندگان را افزایش داده و زمان بازیابی سیستم در هنگام خطا را کاهش می‌دهد. این تابع، شاخص‌های پیوستگی توان و رضایت مشتریان را به دلایل زیر بهبود می‌بخشد:

- کاهش زمان قطعی

- پایش سطح بار و ولتاژ

- کاهش هزینه‌های عملیاتی

- افزایش انرژی فروخته‌نشده

- تقدم ضروری بارها

همچنین اجرای سیستم اتوماسیون را می‌توان در سه سطح طبقه‌بندی کرد. این سه سطح عبارتند از پست، فیدر و

مشترکین.

۴-۱-۳-۲- جایگاه مدیریت اتفاقات در شبکه‌های برق

سیستم مدیریت اتفاقات شامل فعل و انفعالات بین سیستم‌ها و تجهیزات، برای تحلیل و پردازش اطلاعات مربوط به قطعی و بازیابی توان به مشتریانی است که دچار خاموشی شده‌اند. در هنگام رخداد قطعی، اطلاعات ورودی به سیستم مدیریت اتفاقات شامل تماس‌های مشتریان^۱ به همراه اطلاعات زمان واقعی آماده شده توسط سیستم SCADA می‌باشد. سیستم‌های اطلاعاتی دیگری مانند^۴ AM^۲/FM^۳/GIS نیز داده‌هایی را آماده می‌کنند که تکمیل کننده فرآیند مدیریت اتفاقات می‌باشد. نخستین کار سیستم مدیریت اتفاقات، آنالیز اطلاعات مربوط به قطعی و پیش‌بینی علت‌های احتمالی قطعی می‌باشد. مدیریت اتفاقات دقیق و سریع، یک کلید موفقیت برای شبکه‌های توزیع می‌باشد. هدف هر سیستم مدیریت اتفاقات، آماده کردن اطلاعات زمان واقعی مربوط به قطعی و در اختیار قراردادن آن‌ها به پرسنل است. سیستم مدیریت اتفاقات از طریق اتصال به اندازه‌گیرهای خودکار^۵ (AMR) و سیستم SCADA، سیستم‌های اطلاعات مشتریان^۶ (CIS) و سیستم‌های AM/FM/GIS توسعه یافته است. سیستم مدیریت اتفاقات اطلاعات ارزشمندی را برای پرسنل تعمیر و نگهداری بخش توزیع آماده می‌کند. این سیستم، اطلاعات مربوط به تماس‌های مشتریان را دریافت کرده، همچنین اطلاعات مربوط به قطعی را از سیستم SCADA گرفته و اطلاعاتی نیز از طریق اپراتور وارد این سیستم می‌شود. سیستم مدیریت اتفاقات این اطلاعات را بررسی می‌کند، سپس نوع خطا را تعیین و مکان آن را مشخص کرده و دستورات تعمیر را صادر می‌کند. وظایف معمولی سیستم مدیریت اتفاقات عبارتند از: تحلیل تماس‌های مشتریان، فرمان تعمیر و بازگرداندن سرویس، تخمین ناحیه قطع شده، برنامه زمان‌بندی قطعی، ارتباط با اتوماسیون توزیع، مدیریت قطعی، تعیین مکان قطعی، بازیابی توان، مدیریت پرسنل، مدیریت روش سوئیچینگ، نمایش پویای گرافیکی و محاسبات کیفیت توان [۲۴۴-۲۴۵].

مدیریت اتفاقات دارای چند مرحله اساسی است که اجرای صحیح و سریع هر یک از این مراحل، در کاهش مدت زمان

خاموشی تاثیر بسیار زیادی دارد:

- آشکارسازی خطا و تعیین نوع و محل آن در فیدر

۱- Trouble Call

۲- Automated Mapping

۳- Facilities Management

۴- Geographic Information System

۵- Automated Meter Reading

۶- Customer Information System

- عملیات جداسازی بخش معیوب فیدر
- برق‌دار کردن مجدد بخش‌های سالم شبکه از طریق کلیدزنی
- رفع خطا و عیب فیدر و بستن مجدد بریکر منتهی به فیدر

۳۸-۱-۱- نصب تجهیزات پایش و حفاظتی در سیستم‌های قدرت

یکی از روش‌های افزایش قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت استفاده صحیح از تجهیزات پایش وضعیت شبکه و تجهیزات مناسب حفاظتی به منظور جداسازی قسمت خطا دار از شبکه می‌باشد. بدین منظور در این قسمت استفاده از این تجهیزات و تاثیر آنها بر قابلیت اطمینان شبکه مورد مطالعه قرار گرفته است [۱-۲].

۵-۱-۳-۲- مکان‌یابی بهینه سکسیونر و نقاط مانور

استفاده از تجهیزات کلیدزنی مانند سکسیونرها و نقاط مانور یکی از روش‌های مناسب و متداول در افزایش سطح قابلیت اطمینان در شبکه‌های قدرت است که برای انجام عملیات موفق مانور و بازیابی بار، نیاز بر این است که در انتخاب تعداد و مکان‌یابی سکسیونرها و انتخاب نقاطی که برای مانور استفاده خواهد شد، مطالعات دقیق، فنی و اقتصادی زیادی صورت گیرد. انتخاب مناسب تعداد و مکان این تجهیزات علاوه بر ارتقاء کارایی عملیات مانور، سطح قابلیت اطمینان شبکه‌ها را نیز افزایش خواهد داد.

جداسازی محل خطا در شبکه‌های قدرت به طوری که کمترین بار قطع شود، می‌تواند در کاهش مدت زمان خاموشی مشترکان موثر باشد. ضریب تاثیر این تجهیزات می‌تواند با مکان‌یابی توأم نقاط مانور افزایش یابد. در طراحی مکان و تعداد نقاط مانور، نیاز است که محدودیت‌ها و سود و زیان ناشی از آن را لحاظ نموده و بهترین حالت برای نقاط مانور را با توجه به خروجی‌های مساله، اجرا و عملیاتی نمود [۲۴۶]. تعریف تابع بهینه‌سازی به شرح زیر است:

"تعیین تعداد و مکان مناسب کلیدهای مانور و مسیرهای خطوط مانور به منظور کاهش انرژی فروخته‌نشده و بهبود قابلیت

اطمینان با در نظر گرفتن معیارها و محدودیت‌های اقتصادی"

۶-۱-۳-۲- نصب ریکلوزر

ریکلوزرها از ادوات کلیدزنی هستند که روی خطوط هوایی نصب شده و باعث کاهش تعداد و یا مدت تداوم خاموشی‌ها در شبکه توزیع خواهند شد. بررسی آمار خاموشی‌ها در شبکه توزیع نشان می‌دهد که بیش از ۷۰٪ رخدادهای موجود در شبکه‌های هوایی گذرا بوده که به دلایل متعددی مانند وزش باد، برخورد درختان، رعد و برق و بروز اشکال در تجهیزات ایجاد می‌شوند. در صورت وقوع یک خطای گذرا روی یک فیدر با فرض عدم وجود ریکلوزر روی آن، کل فیدر دچار خاموشی شده و این خاموشی معمولاً تا وقتی ادامه می‌یابد که ضمن رفع علل خطا، اپراتور نیز از گذرابودن خطای پیش‌آمده مطمئن شود.

در صورت استفاده از ریکلوزر، احتمال تبدیل خطاهای گذرا به دائم کاهش یافته و مشترکان به جای تحمل خاموشی ماندگار، فقط قطعی‌های گذرا را احساس خواهند کرد. در ضمن در صورت هماهنگی مناسب بین ریکلوزر و فیوز حتی در صورت وجود خطاهای ماندگار، فقط بخش معیوب از مدار خارج می‌گردد. استفاده از این روش برای مناطقی که احتمال رخداد خطاهای گذرا در طول فیدر از میزان خاصی بالاتر باشد، مناسب بوده و دارای سوددهی اقتصادی بالایی است.

استفاده از این تجهیز علاوه بر اینکه باعث می‌شود خطاهای گذرا منجر به خاموشی نشوند، میزان خاموشی‌های ناشی از خطاهای ماندگار را کاهش می‌دهد. ریکلوزرها در خطاهای گذرا بسیار موثر عمل می‌کنند ولی در هنگام وقوع خطاهای ماندگار باعث ناهماهنگی در شبکه می‌شوند، با این ملاحظات استفاده از ریکلوزرها در مناطقی که نرخ خطای گذرا پایین است، توصیه نمی‌شود. به دلیل جلوگیری از تنش‌های احتمالی، استفاده از ریکلوزر در شبکه‌های زمینی نیز پیشنهاد نمی‌گردد.

تنها مسأله‌ای که در استفاده از این تجهیز بایستی در نظر گرفت این است که استفاده از بیش از دو یا سه ریکلوزر در طول فیدر امکان‌پذیر نیست و علت این امر هماهنگی زمانی آن‌ها است. سودهای مربوط به اجرای این طرح شامل کاهش خسارت‌های وارده به مشترکین و فروش بیشتر انرژی می‌باشد. برای محاسبه این سودها بایستی هر دو نوع خطای دائمی و ماندگار را در نظر گرفت. نکته قابل توجه دیگری که بایستی در نظر گرفت این است که تعیین تعداد و مکان ریکلوزر نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. برای این کار از یک تابع ریاضی مانند حالت قبل استفاده می‌شود [۲۴۷].

۷-۱-۳-۲- نصب نشانگرهای خطا

اساس کار نشانگرهای خطا به این صورت است که در اطراف هر سیم حامل جریان یک میدان الکترومغناطیسی ایجاد می‌شود که با حس کردن این میدان می‌توان جریان عبوری از سیم را اندازه گرفت. در واقع نشانگرهای خطا بر اساس

حس کردن جریان القاشده در ترانسفورماتوری که هسته آن به دور سیم حامل جریان پیچیده شده است، عمل می‌کنند. نشانگر خطا شامل حسگر (ترانسفورماتور جریان)، مدارات الکترونیکی و آلارم می‌باشد.

در صورت بروز اتصال کوتاه در نقطه‌ای از فیدر، جریان زیادی در خط دارای خطا جاری می‌شود. با نصب این نشانگرها در نقاط خطاخیز خط، در صورت بروز خطا، با حرکت در زیر خط و مشخص کردن نشانگرهای عمل کرده، می‌توان ناحیه خطا دار را بین آخرین نشانگر عمل کرده و اولین نشانگر عمل نکرده مشخص کرد. نشانگرهای خطا نیز انواع مختلفی دارند که می‌توان به نشانگرهای اتصال کوتاه و خطای زمین اشاره کرد.

یکی از راهکارهای بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع، نصب نشانگرهای خطاست که با مکان‌یابی مناسب این تجهیزات در شبکه می‌توان با کاهش زمان شناسایی بخش آسیب‌دیده فیدر، عملیات مانور و بازیابی بار را تسریع نموده و در نتیجه سطح قابلیت اطمینان شبکه توزیع را بهبود بخشید. این امر هنگامی مهم جلوه می‌کند که به سبب موقعیت جغرافیایی، طول فیدر، تعداد انشعاب‌های فیدر و موانع دیگر، تعیین و شناسایی مکان خطا روی فیدرها با مشکل روبرو باشد [۲۴۸].

۳۹-۱-۱- آموزش

با توجه به اینکه زمان بازیابی بار متأثر از سرعت عمل اکیپ‌های اتفاقات برای تعیین محل خطا و جداسازی عیب و انجام عملیات مانور می‌باشد، افزایش سرعت عمل این اکیپ‌ها می‌تواند باعث افزایش قابلیت اطمینان گردد.

یکی از مشکلات موجود در شهرهای بزرگ وجود ترافیک‌های سنگین و در نتیجه کندی عملکرد این واحدها است. جایابی مناسب اکیپ‌های اتفاقات و در اختیار گذاشتن تجهیزات مناسب می‌تواند در افزایش قابلیت اطمینان موثر باشد. پیدا کردن محل‌های مناسب استقرار اکیپ‌های اتفاقات با مدل‌سازی قابلیت اطمینان شبکه و نیز ترافیک شهری قابل انجام است. البته این کار می‌تواند در مورد دسترسی سریع‌تر به محل اتفاقات در فیدرهای بلند روستایی انجام گیرد.

همچنین با توجه به اهمیت کنترل خاموشی‌ها، هر روزه گسترش تجهیزات جدید در این زمینه در شبکه‌های توزیع مشاهده می‌شود. آشنایی با این تجهیزات، تهیه آنها و ارائه آموزش لازم برای استفاده از این تجهیزات می‌تواند باعث افزایش قابلیت اطمینان گردد.

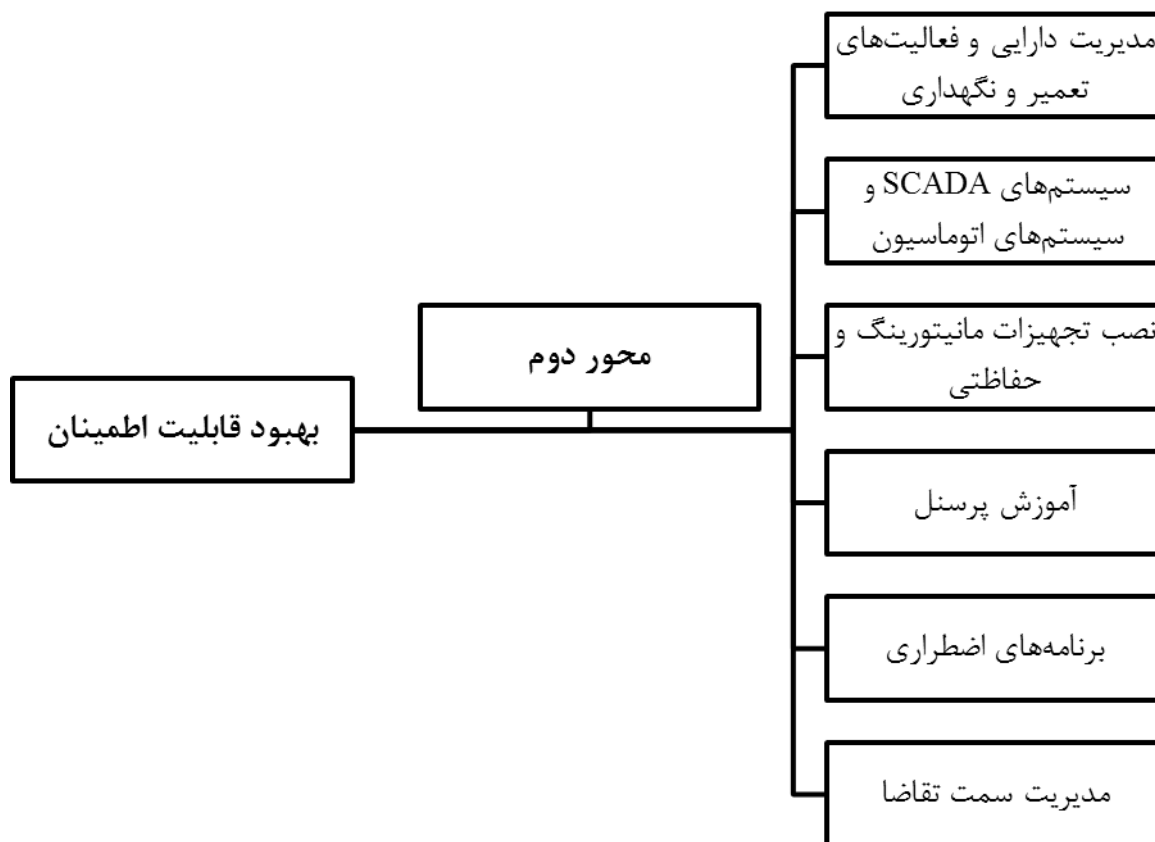
۴۰-۱-۱- برنامه‌های اضطراری

ارزیابی و بهبود عملکرد شبکه قدرت در برابر زمین‌لرزه، وقوع طوفان و شرایط آب و هوایی سخت یکی از اولویت‌های مهم تحقیقاتی سازمان‌های فعال در حوزه قابلیت اطمینان و امنیت شبکه می‌باشد. هدف از تحقیقات ارائه‌شده در این سازمان‌ها، کاهش ریسک‌های ناشی از وقوع زمین‌لرزه و طوفان برای شبکه قدرت است. در واقع هدف از این تحقیقات تهیه اطلاعات، مدل‌ها و روش‌هایی است که برای کاهش آسیب‌پذیری در برابر حوادث غیر معمول، بهبود قابلیت اطمینان و ایمنی شبکه‌های توزیع و انتقال موردنیاز است. همچنین سیاست‌مداران، نهادهای قانون‌گذار و عموم جامعه می‌توانند از نتایج این تحقیقات به‌طور مناسبی در کاهش خطرات ناشی از آنها و واکنش بهتر در برابر اثرات آن استفاده نمایند.

در مطالعات انجام‌شده در این سازمان‌ها به بررسی اقدامات مورد نیاز مانند آمادگی، بهبود و نحوه بازیابی در مواجهه با طوفان‌های سهمگین و شرایط آب و هوایی شبکه پرداخته شده است. بررسی چالش‌های پیش روی مالکان و بهره‌برداران شبکه قدرت در مواجهه با چنین حوادثی و مسائل اقتصادی مرتبط با خرابی و قطعی‌های ایجادشده از دیگر اهداف این تحقیقات می‌باشد [۱۱۰].

۴۱-۱-۱- خلاصه محور دوم

در شکل ۲-۹ زمینه‌های تحقیقاتی مطرح شده در محور بهبود قابلیت اطمینان آورده شده است.



شکل ۲-۹: جمع بندی محور دوم

۲-۴- محور سوم: سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان

در این قسمت به بررسی تاثیر سیاست‌های مختلف بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت و مسائل قانون‌گذاری و مدیریتی مرتبط با این موضوع پرداخته شده است. بررسی استانداردهای مختلف موجود در حوزه قابلیت اطمینان شبکه قدرت و معرفی روش‌های مختلف تنظیم پایایی از مهمترین اهداف این بخش می‌باشد.

۴۲-۱-۱- مدیریت قابلیت اطمینان

برای شناخت بازار مبادله توان الکتریکی نمی‌توان تنها به روابط اقتصادی و تئوری‌های اقتصاددانان تکیه نمود، زیرا در این محیط مباحثی همچون پایداری، قابلیت اطمینان و محدودیت‌های خطوط انتقال و ... نیز مطرح می‌گردد که مباحثی کاملاً فنی می‌باشند. بنابراین اگرچه از توان الکتریکی به‌عنوان یک کالای اقتصادی نام برده می‌شود، اما این کالا نمی‌تواند به‌سادگی مانند کالاهای اقتصادی دیگر همچون نفت و یا غیره مبادله گردد. بعد از سال‌ها تجربه در زمینه تئوری اقتصادی، اقتصاددانان و

دولت‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که وجود یک بازار کاملاً آزاد و غیر انحصاری تنها راه ایجاد رقابت سالم می‌باشد. بر همین اساس بازارهای رقابت در چارچوب روابط اقتصادی، وارد صنعت برق شده و یا به عبارتی تحمیل شده است. در بازارهای خرید و فروش توان الکتریکی همانند بازار کالاهای دیگر، مبادلات تحت قراردادهای معین صورت می‌پذیرد، با این تفاوت که یک نهاد مستقل به‌عنوان بهره‌بردار مستقل سیستم^۱ (ISO) وجود دارد که وظیفه آن تامین اطمینان دستیابی آزاد و بدون تبعیض از سیستم‌های انتقال و همچنین نظارت بر پایداری و بهره‌برداری ایمن از شبکه و رسیدن این کالا (برق) به دست مصرف‌کننده می‌باشد.

قابلیت اطمینان برق تحویلی در سیستم‌های یکپارچه عمودی برق قدرت توسط یک سازمان و به‌صورت متمرکز مدیریت می‌شود. با تجدیدساختار سیستم‌های قدرت و مستقل شدن فعالیت‌های تولید، انتقال و توزیع و خرده‌فروشی برق از هم، شرایط بهره‌برداری از این سیستم‌ها و مکانیزم مدیریت قابلیت اطمینان دچار تغییرات اساسی شد. در ساختارهای جدید سطح مطلوب قابلیت اطمینان در حوزه‌های تولید و خرده‌فروشی با توجه به رقابتی شدن این فعالیت‌ها با استفاده از اهرم‌های بازار رقابتی و در حوزه انتقال با ایجاد اپراتور مستقل سیستم مدیریت می‌شود.

همچنین در نظر گرفتن قابلیت اطمینان واحدهای تولید در بهره‌برداری شبکه می‌تواند مساله در مدار قرار گرفتن واحدها را دستخوش تغییر نماید. در این صورت علاوه بر بررسی هزینه کل باید قید مربوط به قابلیت اطمینان سیستم نیز در نظر گرفته شود.

۱-۱-۴-۲- تنظیم قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع

شرکت‌های توزیع به دلیل داشتن انحصار طبیعی بایستی تحت نظارت مراجع قانونی قرار داشته باشند. معمولاً قانون‌گذاران از قوانین اقتصادی برای نظارت و کنترل بر شرکت‌های انحصاری استفاده می‌نمایند. این قوانین بایستی به گونه‌ای باشد که مشتریان را در برابر خطر ناشی از انحصار کامل این شرکت‌ها محافظت نموده و برای شرکت‌های توزیع نیز امکان جذب سرمایه‌های لازم برای ارائه خدمات مطلوب را فراهم آورند. مدیریت قابلیت اطمینان در حوزه توزیع برق به دلیل وجود انحصار طبیعی در این حوزه، نیازمند وضع قوانین مناسب است.

شبکه توزیع برق حلقه پیونددهنده تولیدکننده به مصرف‌کننده است. در سمت توزیع به‌دلیل مشخصه ذاتا انحصاری آن، رقابت (لااقل در قسمت سیم‌داری) امکان‌پذیر نیست. به‌دلیل هزینه بسیار بالای احداث شبکه‌های توزیع، ایجاد بیش از یک زیرساخت برای شبکه توزیع، امری غیر اقتصادی می‌باشد.

هرجا که انحصار باشد اولین قشری که آسیب‌پذیر است، مشتریان و مصرف‌کنندگان خواهند بود. شرکت‌های توزیع، برق را با هر کیفیت و قیمتی که بخواهند ارائه می‌دهند و از آنجایی که انتخاب دومی برای مصرف‌کنندگان وجود ندارد، به‌ناچار مجبور به پذیرش آن هستند. برای حل این معضل مقرراتی وضع شده است که قانون‌گذار^۱ به‌وسیله این مقررات قادر خواهد بود بر عملکرد شرکت‌های انحصاری کنترل داشته یا اصطلاحاً عملکرد شرکت‌های توزیع را تنظیم کند [۲۵۰-۲۴۹].

منظور از تنظیم^۲ فرآیندی که طی آن سازمانی به نظارت و تدوین قوانین برای شرکت‌های تحت نظارت خود می‌پردازد. تنظیم می‌تواند در رفتار محدودیت ایجاد کند، تشویق‌های خوب یا بد در نظر گیرد و راه مداخلات سیاسی را تشخیص و کاهش می‌دهد. تنظیم در سیستم توزیع برق، قانون‌گذاری برای بازیگران این قسمت (به‌ویژه شرکت‌های توزیع‌کننده برق) از سیستم قدرت است؛ که قیمت‌گذاری یکی از مهمترین بخش‌های آن است.

• روش‌های تنظیم قابلیت اطمینان

روش‌های پایه‌ای تنظیم، در چهار گروه سنتی (مبتنی بر هزینه^۳) و انگیزه‌ای یا تشویقی^۴ (در امریکا لفظ تنظیم مبتنی بر عملکرد^۵ به‌جای تنظیم تشویقی به‌کار برده می‌شود)، مهندسی (تحلیل کارایی شبکه) و بیمه قابلیت اطمینان قرار می‌گیرند.

در روش‌های مبتنی بر هزینه، شرکت‌های توزیع به‌وسیله هزینه خدمات و یا با نرخ بازگشت سرمایه اداره می‌شوند و در واقع قانون‌گذار هزینه‌های یک سال شرکت توزیع را تخمین زده و سپس با اندکی سود اضافی قیمت برق را برای آن شرکت تعیین می‌کند. نرخ بازگشت سرمایه و هزینه خدمات روش‌های تنظیم مبتنی بر هزینه می‌باشد. در روش هزینه‌ی خدمات، هزینه‌ی خدمات و سود مربوط به شرکت داده می‌شود. قانون‌گذار در روش نرخ بازگشت، یک نرخ بازگشت سرمایه را بر اساس نرخ پایه شرکت و سود هدف‌گذاری شده تعیین می‌کند و بر این اساس از مشترکین هزینه مربوط به بهره‌برداری، توسعه و همین‌طور

۱- Regulator

۲- Regulation

۳- Profit Regulation

۴- Incentive Regulation

۵- Performance Based Regulation

هزینه‌های افزایش پایایی و کیفیت سرویس دهی، برگشت داده می‌شود. در این روش‌ها یک پیوند اساسی بین قیمت تنظیم‌شده و هزینه شرکت وجود دارد. هر هزینه‌ای که شرکت توزیع انجام دهد، با یک نرخ بازگشت معین جبران می‌شود و به شرکت توزیع برمی‌گردد و شرکت توزیع هیچ انگیزه‌ای برای محاسبه مخارج و حذف هزینه‌های اضافی و یا افزایش بازده ندارد. این روش به‌طور غیرمستقیم شرکت‌های توزیع را برای رسیدن به کیفیت بالا تشویق می‌کند اما منجر به هزینه زیاد می‌شود و مشتریان مجبور به پرداخت هزینه متناظر می‌شوند

همان‌طور که گفته شد روش‌های مبتنی بر هزینه به کاهش بازدهی و بهره‌وری شرکت‌های توزیع منجر شده و کیفیت خدمات ارائه‌شده در این روش بالاتر از نیاز مشتریان بوده و لذا مشتریان پول اضافی بابت خدمات ارائه‌شده می‌دهند. به‌منظور حمایت از حقوق مشتریان، قانون‌گذار می‌بایست شرکت‌های توزیع را به سمت افزایش بازدهی و کاهش هزینه‌ها ترغیب کند. سوال اساسی برای قانون‌گذار این است که شرکت‌های توزیع تا چه حد می‌توانند هزینه‌های خود را کاهش دهند؟ معمولاً خود شرکت‌ها بهتر از قانون‌گذار پاسخ این سؤال را می‌دانند و لذا برای حل مشکل عدم تقارن اطلاعات^۱، قانون‌گذار به شرکت‌های توزیع پاداش‌های مالی پیشنهاد می‌دهد تا هزینه‌های خود را کنترل کند.

انتظار می‌رود که سازوکار تنظیم مقررات تشویقی، انگیزه‌های قدرتمندتری برای بنگاه‌های تحت نظارت برای کاهش هزینه‌ها، تقویت کیفیت خدمات به شیوه‌های موثر، برانگیختن (یا حداقل عدم ممانعت) برای خدمات و محصولات جدید و تحریک برای سرمایه‌گذاری کارا شود. در واقع، هدف از اصلاح روش‌های تنظیم قیمت از روش‌های عمومی مبتنی بر هزینه به روش‌های تشویقی، تشویق شرکت‌ها به تقویت بهره‌برداری و سرمایه‌گذاری کارآمد است؛ به‌نحوی که مصرف‌کنندگان نیز از حصول منفعت از دستاوردهای کارآمدی مطمئن باشند. ویژگی اساسی در همه روش‌های تشویقی تنظیم قیمت، استفاده‌ی گسترده از محک‌زنی^۲ است که بدین صورت تعریف می‌شود: مقایسه‌ی تعدادی از سنجش‌های واقعی کارآمدی با یک مرجع یا محک کارآمد. روش‌های انگیزه‌ای یا مبتنی بر عملکرد به‌صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند:

۱- سقف قیمت^۳

۲- سقف درآمد^۴

۱- Information Asymmetry

۲- Benchmarking

۳- Price Cap Regulation

۴- Revenue Cap Regulation

۳- تنظیم یاردستیک^۱

۴- تعدیل جزئی هزینه^۲

۵- تعدیل جزئی نرخ بازگشت

روش مهندسی یا مدل تحلیل عملکرد شبکه^۳ نیز از روش‌های مبتنی بر عملکرد است که توسط قانون‌گذار سوئد به کار رفته است. آژانس انرژی سوئد برای محاسبه درآمد مجاز شرکت‌های توزیع مدل تحلیل عملکرد شبکه را توسعه داده است. این مدل از ترکیب دو روش نرخ بازگشت و سقف قیمت به دست می‌آید و سطح درآمد معقول برای هر شرکت بر اساس هزینه‌های یک شرکت فرضی است. کارایی شرکت از هزینه‌ها و کیفیت خدمات آن به دست می‌آید. هزینه‌ها شامل هزینه سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری می‌باشند. در این مدل بر اساس کارایی شرکت‌ها، یک شرکت نمونه تعیین می‌شود و شبکه‌های حقیقی با آن مقایسه می‌شوند. پارامترهای ورودی این شبکه موقعیت جغرافیایی، انرژی مصرفی، سطح ولتاژ و درآمد سالانه شرکت‌هاست. در واقع ایده اصلی در این روش تعیین سطح درآمد معقول برای شرکت توزیع است. این سطح درآمد با سطح قیمتی که مشترکین حاضر به پرداخت آن هستند، متناسب است.

بیمه قابلیت اطمینان مشتریان را قادر می‌سازد تا خدمات قابلیت اطمینان را خریداری کنند (از طریق حق بیمه) که میزان این خریداری وابسته به ارزشی است که این مشتریان برای قابلیت اطمینان خود قائل‌اند (هزینه متحمل شده ناشی از قطع توان). در واقع با وجود بیمه قابلیت اطمینان، خدمات قابلیت اطمینان به صورت منفک از خدمات انرژی ارائه می‌شود که از یکسو این امکان را برای مشترکین فراهم می‌کند تا بر اساس اولویت‌های دلخواهشان سطح قابلیت اطمینان را انتخاب کنند و از طرف دیگر سیگنال‌های واضحی را به سوی شرکت توزیع می‌فرستد تا ظرفیت و تکنولوژی شبکه را با توجه به تقاضای قابلیت اطمینان مشترکین (که از طریق قراردادهایشان اعلام می‌شود) تقویت کند. قرارداد بیمه قابلیت اطمینان از دو مولفه تشکیل شده است:

۱- حق بیمه^۴ که توسط مشتری پرداخت می‌شود.

۲- سطح پوشش^۱ (جریمه) که در صورت وقوع خسارت توسط شرکت توزیع فراهم می‌گردد.

۱- Yardstick Competition

۲- Partial Cost Adjustment

۳- Network Performance Assessment Model

۴- Premium

مشتریان سطح پوشش مطلوب خود را که متناسب با ارزشی است که برای قابلیت اطمینان قائل‌اند، انتخاب می‌کنند و متعاقباً یک حق بیمه متناسب با سطح پوشش انتخابی به شرکت توزیع پرداخت می‌کنند و در عوض شرکت توزیع لازم است که در صورت بروز خاموشی، خسارت مالی مشتری را متناسب با سطح پوشش انتخابی او، جبران کند. در واقع می‌توان این چنین گفت که با وجود بیمه قابلیت اطمینان، مصرف‌کنندگان که عملاً دریافت‌کنندگان پسیو قابلیت اطمینان هستند و توانایی مدیریت قابلیت اطمینان شبکه را ندارند از دایره ریسک اقتصادی ناشی از قطعی‌ها خارج شده و در عوض شرکت توزیع که مسئولیت و توانایی مدیریت قابلیت اطمینان را دارد، در معرض مستقیم ریسک‌های ناشی از قطعی‌های شبکه قرار می‌گیرد.

البته در کنار این ریسک‌ها منابع مالی لازم برای سرمایه‌گذاری (از محل حق بیمه‌های جمع‌آوری شده از مشترکین) نیز در اختیار شرکت توزیع قرار می‌گیرد. به‌علاوه بیمه قابلیت اطمینان این امکان را برای شرکت توزیع فراهم می‌کند تا ارزیابی درستی از اولویت‌های مشترکین داشته باشد. اگر مشترکین در یک ناحیه نسبت به قطعی‌های شبکه آسیب‌پذیرتر باشند قراردادهای بیمه با سطح پوشش بالاتری را انتخاب می‌کنند و بالعکس. در واقع مشتریان با انتخاب نوع قرارداد قابلیت اطمینان خود این امکان را به شرکت توزیع می‌دهند تا برآورد صحیحی از تقاضای قابلیت اطمینان در شبکه داشته باشد. وجود تابع تقاضای قابلیت اطمینان در کنار منابع و انگیزه لازم برای سرمایه‌گذاری، شرکت توزیع را به سمت سرمایه‌گذاری بهینه در شبکه سوق می‌دهد [۲۴۹-۲۵۰].

بیمه قابلیت اطمینان به‌عنوان روشی برای تنظیم قابلیت اطمینان می‌بایست به‌صورت ترکیبی با یکی از طرح‌های انگیزه‌ای انرژی، مانند سقف قیمت، اجرا شود زیرا در این صورت است که مشترکین عملاً تفکیک بین خدمات قابلیت اطمینان و خدمات انرژی را درک می‌کنند. سقف قیمت نیز باید به‌گونه‌ای تعیین شود که درآمد قابل قبولی را برای شرکت توزیع به‌منظور پوشش هزینه‌های بهره‌برداری فراهم کند و در این حالت است که شرکت توزیع می‌تواند با طیب خاطر درآمد ناشی از طرح بیمه را صرف طرح‌های تقویت‌کننده قابلیت اطمینان کند.

• ابزار تنظیم کیفیت توان

مطالب مطرح‌شده در قسمت قبل نشان می‌دهد که لازم است که مساله کیفیت توان از سوی قانون‌گذار مورد بازبینی و بررسی قرار گرفته تا با وضع استاندارد و یا مکانیزم‌های تشویقی کیفیت توان مناسب و در سطح قابل قبول را برای

مصرف‌کنندگان تضمین کند. ابزارهای متفاوتی برای تنظیم کیفیت توان بیان شده است که دسته‌بندی آن‌ها به صورت زیر است.

• ابزار غیرمستقیم

ابزار غیرمستقیم^۱ باعث بهبود کیفیت توان از طریق انتشار اطلاعات و بیان موقعیت مشترکین می‌شود. قانون‌گذاران از شرکت‌ها می‌خواهند که اطلاعات کیفیت توان را منتشر کنند.

• استانداردها

استانداردها^۲ حداقل سطح بهره‌وری را به شرکت‌ها تحمیل می‌کنند و تجاوز از سطح استاندارد باعث جریمه می‌شود. این جریمه‌ها باعث ایجاد انگیزه برای افزایش کیفیت می‌گردد. استانداردها دارای چندین محدودیت هستند. یکی اینکه آن‌ها یک ارتباط گسسته بین قیمت و کیفیت توان بیان می‌کنند. همچنین جریمه‌های مربوط به عدم رعایت استانداردها باید به اندازه کافی پایین باشد تا قابل اجرا باشد و همچنین به اندازه کافی بالا باشد تا تاثیر کافی داشته باشد. در اکثر کشورها کیفیت تجاری و کیفیت ولتاژ به وسیله استانداردها تنظیم می‌شود.

• طرح‌های انگیزه‌ای یا تشویقی قابلیت اطمینان

طرح‌های تشویقی را می‌توان گسترش یافته استانداردها تلقی کرد. در این طرح‌ها قیمت و کیفیت با هم رابطه داشته و کارایی شرکت‌ها با یک کیفیت توان مورد انتظار مقایسه می‌شود و نتایج حاصل از انحراف، قیمت را مشخص می‌کند. انحراف از مقدار هدف باعث تنظیم قیمت متناسب با هزینه‌های قطعی انرژی تامین نشده می‌شود. از این روش عموماً برای تنظیم قابلیت اطمینان در شرکت‌های توزیع استفاده می‌شود. در طراحی یک مدل انگیزه‌ای برای بهبود قابلیت اطمینان شبکه چند نکته حائز اهمیت است که عبارتند از:

(الف) انتخاب شاخص‌ها برای ارزیابی شرکت‌ها

(ب) انتخاب مقادیر هدف برای شاخص‌ها

۱- Indirect Tools

۲- Minimum Standards

ج) انتخاب مدل انگیزشی برای دستیابی به مقادیر هدف‌گذاری شده

۴۳-۱-۱- سیاست‌های حفاظت از محیط زیست

یکی از مهمترین اولویت‌های تحقیقاتی سازمان‌های فعال در حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت، سیاست‌گذاری در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش استفاده از انرژی‌های پاک می‌باشد. در این مراکز تحقیقاتی به بررسی عوامل موثر در طراحی این استانداردها، نهادها و نیازمندی‌ها و انواع تکنولوژی و منابع لازم جهت اجرا و پیاده‌سازی این استانداردها پرداخته شده است [۳۱-۳۵].

همچنین در این سازمان‌ها به بررسی قانون‌گذاری در این زمینه و تاثیر سیاست‌های حفاظت از محیط زیست بر قابلیت اطمینان شبکه‌های برق پرداخته شده است. از مهمترین مسائلی که در این رابطه مورد توجه قرار گرفته است می‌توان به تاثیر اعمال کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای بر روند تولیدات نیروگاه‌هایی با سوخت فسیلی، استفاده از تکنولوژی‌های کنترلی نوین در کاهش اکسیدهای نیتروژن، تکنولوژی‌های بازیافت نوین و همچنین استفاده از انرژی‌های نو مانند انرژی بادی اشاره نمود [۳۱-۳۵].

۴۴-۱-۱- استانداردهای قابلیت اطمینان

استانداردهای قابلیت اطمینان، الزامات قابلیت اطمینان را برای برنامه‌ریزی و بهره‌برداری مناسب سیستم‌های قدرت تعریف می‌نمایند. این استانداردها با استفاده از یک رویکرد مبتنی بر نتایج^۱ که تمرکز آن عملکرد و مدیریت ریسک می‌باشد، توسعه می‌یابند [۷۰] و [۱۷۵].

تامین قابلیت اطمینان موردانتظار مصرف‌کنندگان نیازمند برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری، بهبود و نگهداری شبکه قدرت مطابق با استانداردها و معیارهای از پیش تعیین شده می‌باشد. بدین منظور توسعه استانداردهای قابلیت اطمینان از جمله مهمترین موضوعات موجود در حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت می‌باشد.

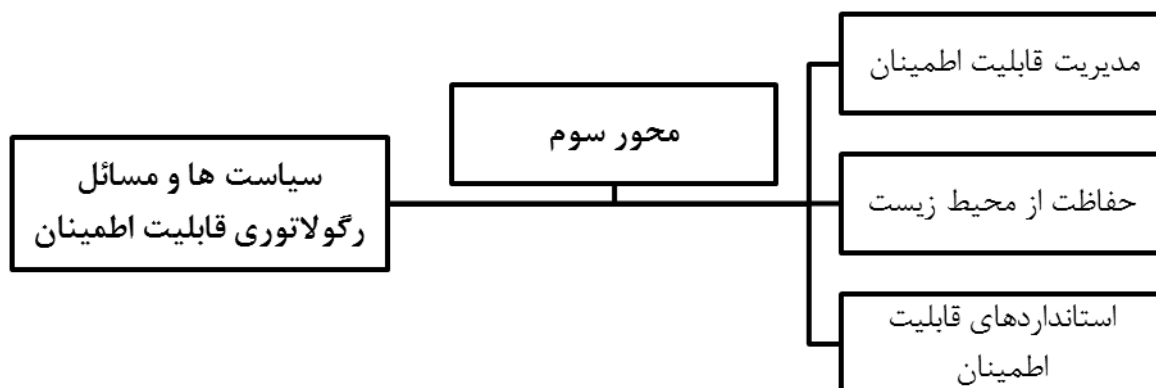
مطابق با مطالعات سازمان NERC حوزه‌هایی که معیار قابلیت اطمینان در آنها مورد مطالعه قرار گرفته می‌شود، به عبارت دیگر استانداردهای قابلیت اطمینان را می‌توان به صورت زیر ارائه نمود:

- تعادل تقاضا و تولید
- مدل‌سازی، اطلاعات و ارزیابی
- حفاظت تجهیزات و زیرساخت‌ها
- ارتباطات و بسترهای مخابراتی
- آموزش، تعلیم و تایید صلاحیت عملکرد پرسنل
- آمادگی و بهره‌برداری مطلوب در شرایط اضطراری
- حفاظت و کنترل سیستم
- طراحی آرایش شبکه، اتصالات و تعمیر و نگهداری تجهیزات
- بهره‌برداری شبکه انتقال
- هماهنگی قابلیت اطمینان بین نهادهای مسئول و تعیین نقش و وظایف هر یک
- برنامه‌ریزی و طراحی شبکه انتقال
- هماهنگی بهره‌برداری قابلیت اطمینان و تعاملات مربوطه
- مطالعات ولتاژ و توان راکتیو

۴۵-۱-۱- خلاصه محور سوم

در این قسمت موضوعات تحقیقاتی مطرح شده در زمینه مسائل رگولاتوری و مدیریتی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت

آورده شده است که در شکل ۲-۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۲-۱: خلاصه محور سوم

نتیجه‌گیری

انرژی الکتریکی گزینه‌ای حساس در توسعه و پیشرفت یک جامعه مدرن می‌باشد. به‌نوعی همه موارد و موضوعات زندگی روزانه به استفاده از انرژی الکتریکی و عملکرد شرکت‌های برق در زمینه سرویس‌دهی به مصرف‌کنندگان این کالا وابسته است. با پیشرفت تکنولوژی و مدرن‌تر شدن زندگی اجتماعی، اهمیت تداوم در تغذیه مشترکین سیستم‌های قدرت، هر روز بیش از پیش احساس می‌شود. در دنیای صنعتی امروز، پیوستگی تغذیه‌ی انرژی کلیه نقاط بار سیستم‌های قدرت الکتریکی، از اهمیت بسیاری برخوردار است.

قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت از جمله موضوعاتی است که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه شرکت‌های برق قرار گرفته است. از طرفی با توجه به افزایش روزافزون تقاضای الکتریسیته در کشور، برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت برای سال‌های آینده از اهمیت بالایی برخوردار گردیده است. مطالعات قابلیت اطمینان ابزاری در جهت اصلاح و بهبود بهره‌برداری و بهینه‌سازی طرح‌های گسترش شبکه است.

با توجه به اهمیت و جایگاه مطالعات پایایی شبکه‌های قدرت، شناسایی و بررسی نظام‌مند حوزه‌های فعالیت در این زمینه و بررسی کاستی‌ها و نواقص موجود در هر یک از حوزه‌های یادشده، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. به همین دلیل در این گزارش به معرفی محورهای مطالعاتی پایایی و بررسی فعالیت‌ها و پروژه‌های انجام‌شده در ایران در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی پرداخته شد.

جهت تعیین محورهای مطالعاتی قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی، ابتدا سازمان‌های معتبر فعال در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت مورد مطالعه قرار گرفت و فعالیت‌های انجام‌شده توسط این سازمان‌ها، بررسی گردید. در ادامه بر اساس این فعالیت‌ها، محورهای مطالعاتی پایایی در شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی پیشنهاد شد. همچنین به تفصیل به هر یک از محورها و زیرمحورهای معرفی‌شده پرداخته شد.

مراجع

- [1] R. Billinton, R. N. Allan, and R. N. Allan, *Reliability evaluation of power systems* vol. 2: Plenum press New York, 1984.
- [2] R. Billinton and R. Allan, "Reliability evaluation of engineering systems," *Concepts and Techniques, 2nd Ed.*, 1992.
- [3] IEEE Recommended Practice for Design of Reliable Industrial and Commercial Power Systems
- [4] H. Falaghi, M.-R. Haghifam, "Distributed generation impacts on electric distribution systems reliability: sensitivity analysis," *Proceedings of EUROCON2005 Conference*, 22–24 Nov. 2005, Serbia & Montenegro, Belgrade.
- [5] Available online on www.nerc.com
- [6] Reliability Standards for the Bulk Electric Systems of North American, NERC, 2014
- [7] Reliability Assessment Guidebook, NERC, 2012
- [8] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 1991
- [9] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 1992
- [10] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 1993
- [11] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 1994
- [12] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 1995
- [13] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 1996
- [14] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 1997
- [15] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 1998
- [16] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 1999
- [17] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2000
- [18] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2003
- [19] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2004
- [20] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2005
- [21] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2006
- [22] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2007
- [23] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2008
- [24] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2009
- [25] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2010

- [26] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2011
- [27] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2012
- [28] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2013
- [29] ERO Priorities RISC Recommendations, NERC, 2013
- [30] Reliability Assessments Report-Final-posted v1.1 Reliability Considerations from the Integration of Smart Grid, NERC, 2012
- [31] Reliability Assessments DL-2008-Climate-Initiatives-Report, NERC, 2008
- [32] Reliability Assessments EPA Section, Potential Impacts of Future Environmental Regulations, NERC, 2011
- [33] Reliability Assessments DL-EPA Section, Reliability Impacts of Climate Change Initiatives: Technology Assessment and Scenario development, NERC, 2010
- [34] Reliability Assessments Section, Impacts of EPAs Clean Water Act, NERC, 2008
- [35] Reliability Assessments Section, GMD Manitoring Mitigation, and Next Steps, NERC, 2011
- [36] Reliability Assessments DL-Demand-response, NERC, 2007
- [37] Reliability Assessments DL-Varialbe Generationn Power Forecasting for Operations, NERC, 2010
- [38] Reliability Assessments Special Report Accommodating High Levels of Variable Generation, NERC, 2009
- [39] Reliability Assessments Gas Electric Interdependencies Phase II, A Primer of the Natural Gas and Electric Power Interdependency in the United States, NERC, 2012
- [40] Reliability Assessments PhaseII FINAL, Accommodating an Increased Dependence on Natural Gas for Electric Power, NERC, 2013
- [41] Avaiaible online on www.frcc.com
- [42] Load and Resource Reliability Assessment Report, FRCC, 2006
- [43] Load and Resource Reliability Assessment Report, FRCC, 2007
- [44] Load and Resource Reliability Assessment Report, FRCC, 2008
- [45] Load and Resource Reliability Assessment Report, FRCC, 2009
- [46] Load and Resource Reliability Assessment Report, FRCC, 2010
- [47] Load and Resource Reliability Assessment Report, FRCC, 2011
- [48] Load and Resource Reliability Assessment Report, FRCC, 2012
- [49] Load and Resource Reliability Assessment Report, FRCC, 2013
- [50] Avaiaible online on www.mro.com

- [51] Reliability Of The Bulk Power System, MRO, 2011
- [52] MRO 2009 Wind Scenario Assessment
- [53] Considerations for Transmission Reclosing Practices In the MRO Area, 2009
- [54] MRO Generator Testing Guidelines, 2007
- [55] Available online on www.npcc.com
- [56] 2013 Long Range Adequacy Overview, NPCC
- [57] 2014S NPCC Seasonal Assessment Final Report
- [58] Available online on www.rfc.com
- [59] ReliabilityFirst Amended and Restated Bylaws, 2013
- [60] Long Term Resource Assessment 2014-2023, RFC
- [61] RFC 2013 Assessment-Summer Transmission
- [62] Available online on www.serc.com
- [63] Comprehensive Power System Reliability Assessment, SERC, 2005
- [64] Organization and Procedures Manual for SERC Technical Committees, SERC, 2011
- [65] Available online on www.serc.com
- [66] 2013 SPP Annual Report
- [67] SPP Criteria, 2010
- [68] Available online on www.tre.com
- [69] 2013 Texas RE Assessment of Reliability Performance
- [70] Reliability Standards-EOP-004-2, TRE, 2010
- [71] Available online on www.wecc.com
- [72] 2006-2015 10-Year Coordinated Plan Summary, WECC
- [73] Available online on www.nysrc.com
- [74] 2013 Reliability Compliance Program Final, NYSRC
- [75] Final 2013 Installed Reserve Margin (IRM) Report, NYSRC
- [76] Available online on www.epri.com
- [77] Hydropower Reliability Study, EPRI, 1984
- [78] Design of High-Reliability Gas Turbine Controls and Accessories, EPRI, 1988
- [79] Standard Equipment Coding for Reporting Gas Turbine Reliability, EPRI, 1995
- [80] Impact of Natural Gas Market Conditions on Fuel Flexibility Needs for Existing and New Power Generation, EPRI, 2002
- [81] Reliability Assessment of the Coronado Generating Station, EPRI, 2003

- [82] Risk Based Management of Power Plant Equipment, EPRI, 2002
- [83] Steam Turbine and Generator Designs for Combined-Cycle Applications, EPRI, 2003
- [84] Engineering Assessment of Condenser Deaeration Retrofits for Cycling Fossil Plants, EPRI, 1988
- [85] Assessment Methods and Operating Tools for Grid Reliability, EPRI, 2001
- [86] Predictive Maintenance Guidelines for Combustion Turbine Fleets and Combined-Cycle Plants, EPRI, 2002
- [87] Effect of Operating Considerations on Reliability Indices Used for Generation Planning, EPRI, 1979
- [88] Guidelines and Specifications for High-Reliability Fossil Power Plants, EPRI, 2011
- [89] Reliability and Availability Assessment of Selected Domestic Combined-Cycle Power-Generating Plants, EPRI, 1982
- [90] Distributed Renewable Energy Generation Impacts on Microgrid Operation and Reliability, EPRI, 2002
- [91] Guideline for Reliability Assessment and Reliability Planning – Evaluation of Tools for Reliability Planning, EPRI, 2006
- [92] Nuclear Maintenance Applications Center, EPRI, 2006
- [93] Introduction to Simplified Generation Risk Assessment Modeling, EPRI, 2004
- [94] Impact of Operating Factors on Boiler Availability, EPRI, 2000
- [95] Program on Technology Innovation Integration of Degradation Predictions on Generation Risk Assessment, EPRI, 2010
- [96] Comparison of Qualitative and Quantitative (Generation Risk Assessment) Equipment Reliability Assessment Technique, EPRI, 2006
- [97] Reliability of the Electric Utility Distribution Systems, EPRI, 2000
- [98] Capacity Planning, Power Quality, Reliability, And Availability for Internet Facilities, EPRI, 2000
- [99] Assessment Methods and Operating Tools for Grid Reliability, EPRI, 2001
- [100] Power Delivery reliability Initiative, EPRI, 2001
- [101] Power Quality Improvement Methodology for Wire Companies, EPRI, 2003
- [102] Distribution System Reliability Modeling, EPRI, 2001
- [103] Grid Equipment Reliability Study, EPRI, 2001
- [104] Transmission Equipment Reliability Metrics Requirments, EPRI, 2006

- [105] Reliability Centered Maintenance Technical Reference for Power Delivery, EPRI, 2003
- [106] Grid Reliability and Power Quality Impacts of Distributed Resources, EPRI, 2003
- [107] Predictive Distribution Maintenance, EPRI, 2001
- [108] California's Energy Restructuring, EPRI, 2002
- [109] Distribution Reliability Indices Tracking, EPRI, 2003
- [110] Distribution Reliability Trends and Correlations, EPRI, 2005
- [111] Security, Quality, Reliability and Availability: Metrics and Definition, EPRI, 2005
- [112] T&D System Design and Construction for Enhanced Reliability and power Quality, EPRI, 2006
- [113] Equipment Failure Model and Data for Distribution Voltage Class Protection Equipments, EPRI, 2005
- [114] Equipment Failure Model and Data for Substation Transformers, EPRI, 2003
- [115] Joint Technical Summit on Reliability Impacts of Extrem Weather and Climate Change, EPRI, 2008
- [116] Outage Cost Estimation Guidebook, EPRI, 1995
- [117] Available online on www.nyiso.com
- [118] Comprehensive Reliability Planning Process, NYISO, 2007
- [119] Reliability Needs Assessments, NYISO, 2010
- [120] Reliability Planning Process, NYISO, 2014
- [121] New York State Transmission and Distribution Reliability Study and report, NYISO, 2012
- [122] Available online on www.cea.com
- [123] The Integrated North American Electricity Market: Energy Security, CEA, 2007
- [124] Smart Investment to Power Future, CEA, 2013
- [125] The Integrated Electricity System, CEA, 2010
- [126] CEA Guideline for the Selection and Use of SMART GRID Standards, CEA, 2011
- [127] Available online on www.crs.com
- [128] Energy Storage for Power Grid and Electric Transportation, CRS, 2012
- [129] Regulatory Incentives for Electricity Incentives, CRS, 2011
- [130] Increasing the efficiency of Existing Coal-Fired Power Plants, CRS, 2013
- [131] Wind Power in the United States, CRS, 2008
- [132] Clean Energy Standard: Summary and Analysis, CRS, 2012

- [133] EPA Standards for Greenhouse Gas Emmissions from the Power Plants, CRS, 2013
- [134] Renewable Energy and Energy Efficiency Incentives, CRS, 2013
- [135] Weather Related Power Outages and Electric System resiliency, CRS, 2012
- [136] Electricity: The Road To Restructuring, CRS, 2003
- [137] Electricity: The Road To Restructuring, CRS, 2004
- [138] The Federal Government's Role in Electric Transmission Facility Siting, CRS, 2010
- [139] Electricity Transmission Cost Allocation, CRS, 2006
- [140] Electric Reliability: Options for Electric Transmission Infrastructure Improvement, CRS, 2006
- [141] Nuclear Power Plant Security, CRS, 2014
- [142] Smart Grid Provisions, CRS, 2008
- [143] Avaiaible online on www.cec.com
- [144] Electric System seismic Safety and Reliability, CEC, 2000
- [145] Substation reliability Project, CEC, 1999
- [146] Load as a Reliability resource in Restructured Electricity Markets, CEC, 2003
- [147] Demand Response as a Reliability Resource, CEC, 2007
- [148] Assessment of Reliability and Opertional Issues for Integration of Renewable Generation, CEC, 2005
- [149] Real-Time Grid Reliability Management, CEC, 2008
- [150] Maintain, Enhance and Improve Reliability of California's Electric System, CEC, 2006
- [151] Using Advanced Control and Power Technologies to Improve the Reliability and Energy Efficiency, EPRI, 2004
- [152] Durability and Reliability of Non-Zero Emission Gas-Fired Power Plant, CEC, 2006
- [153] Avaiaible online on www.doe.com
- [154] DOE Strategic Plan, DOE, 2011
- [155] Energy Delivery Systems Cybersecurity Roadmap, DOE, 2011
- [156] Benefits of Demand Response in Electricity Markets and Recommendations for Achieving Them, DOE, 2005
- [157] The Potential Benefits of Distributed Generation and the Rate-Related Issues That May Impede Its Expansion, DOE, 2005
- [158] Year-in-Review: 2013 Energy Infrastructure Events and Expansions, DOE, 2013

- [159] Insurance as a Risk Management Instrument for Energy Infrastructure Security and Resilience, DOE, 2013
- [160] Overview of Response to Hurricane Sandy-Nor'Easter and Recommendations for Improvement, DOE, 2013
- [161] Economic Benefits of Increasing Electric Grid Resilience to weather Outages, DOE, 2013
- [162] Grid Energy Storage, DOE, 2013
- [163] National Electric Transmission Congestion Study, DOE, 2009
- [164] Smart Grid Investment Grant Program - Progress Report, DOE, 2000
- [165] North American Synchrophasor Initiative (NASPI) Program Information, DOE, 2011
- [166] Reliability and Markets Program Information, DOE, 2012
- [167] Interdependence of Electricity System Infrastructure and Natural Gas Infrastructure, DOE, 2011
- [168] Electricity reliability Impacts of a Mandatory Cooling Tower Rule for Existing Steam Generating Units, DOE, 2008
- [169] Available online on www.eia.com
- [170] Performance Issues for a Changing Electric Power Industry, EIA, 1995
- [171] Electricity Transmission in Restructured Industry, EIA, 2004
- [172] Electricity Shortage in California: Issues for Petroleum and Natural Gas Supply, EIA, 2001
- [173] Analysis of Strategies for Reducing Multiple Emissions from Electric Power Plants with Advanced Technology Scenarios, EIA, 2001
- [174] Available online on www.aemc.com
- [175] Reliability Standards and Reliability Settings Review 2014, AEMC, 2014
- [176] Review of The National Framework for Distribution Reliability, AEMC, 2013
- [177] Review of The National Framework for Transmission Reliability, AEMC, 2013
- [178] Available online on www.kema.com
- [179] European Renewable Distributed Generation Infrastructure Study –Lessons Learned From Electricity Markets in Germany and Spain, KEMA, 2011
- [180] Study on The Impact of Distributed Generation on The National Electricity System, KEMA, 2011
- [181] Research Evaluation of Wind Generation, Solar Generation, and Storage Impact on The California Grid, KEMA, 2010

- [182] Review of Distribution Network Design and Performance Criteria, KEMA, 2007
- [183] International Review of Transmission Reliability Standards, KEMA, 2008
- [184] Smart meters and standards, KEMA, 2010
- [185] Review of Network Benefits of Smart Meter, KEMA, 2000
- [186] Available online on www.fpsc.com
- [187] Key Aspects of Electric Restructuring and Their Relevance For Florida's Electricity Market, FPSC, 2000
- [188] Service Reliability reports, FPSC, 2014
- [189] Florida Investor-Owned Utilities' Demand-Side Management Achievements, FPSC, 2011
- [190] Investor-Owned Utility DSM Programs, FPSC, 2013
- [191] Report On Electric Vehicle Charging, FPSC, 2012
- [192] Report on Transmission System Reliability, FPSC, 2007
- [193] Storm Implementation Plan & Annual Reliability Performance Reports, FPSC, 2013
- [194] Report to the Legislature On Enhancing the Reliability of Florida's Distribution and Transmission Grids During Extreme Weather, FPSC, 2007
- [195] An Assessment of Renewable Electric Generating Technologies, FPSC, 2003
- [196] Aging Workforce of the Florida Electric Industry, FPSC, 2011
- [197] Available online on www.hydrone.com
- [198] Hydro One Annual Report 2012, 2000
- [199] Available online on www.ferc.com
- [200] A Matrix of Reliability Responsibilities, FERC, 2010
- [201] Revisions to Electric Reliability Organization Definition of Bulk Electric System and Rules of Procedure, FERC, 2012
- [202] Transmission Vegetation Management, FERC, 2011
- [203] Available online on www.kepc.com
- [204] Available online on www.ieee.org
- [205] Available online on www.iaea.com
- [206] Advanced Control Systems to Improve Nuclear Power Plant Reliability and Efficiency, IAEA, 1997
- [207] Advances in Reliability Analysis and Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Reactors, IAEA, 1992

- [208] Application of Reliability Centered Maintenance to Optimize Operation and Maintenance in Nuclear Power Plants, IAEA, 2007
- [209] Electric Grid Reliability and Interface with Nuclear Power Plants, IAEA, 2012
- [210] Maximizing the Safety and Reliability of Nuclear Power Plants, IAEA, 2011
- [211] Nuclear Power Training for Safety and Reliability, IAEA, 1996
- [212] Optimization of Research Reactor Availability and Reliability, IAEA, 2008
- [213] Reliability Assurance Programme Guidebook for Advanced Light Water Reactors, IAEA, 2001
- [214] Reliability of Nuclear Power Plants, IAEA, 1989
- [215] Safety of nuclear power plants, IAEA, 2012
- [216] Technologies for Improving the Availability and Reliability of Current and Future Water Cooled Nuclear Power Plants, IAEA, 1998
- [217] Safety Related Maintenance in the Framework of the Reliability Centered Maintenance Concept, IAEA, 1992
- [218] Special Report Reliability Engineering, IAEA, 1997
- [219] Technical Feasibility and Reliability of Passive Safety Systems for Nuclear Power Plants, IAEA, 1994
- [220] Safe and Effective Nuclear Power Plant Life Cycle Management Towards Decommissioning, IAEA, 2002
- [221] Available online on www.nei.com
- [222] Available online on www.inpo.com
- [223] Available online on www.abb.com
- [224] Available online on www.siemens.com
- [225] Improved Unit Reliability & Availability Through Optimised Predictive Maintenance, SIEMENS, 2000
- [226] Increased Availability for BBCAlstom Gas Turbines, SIEMENS, 2012
- [227] Development of Medium-Sized Gas Turbines, SIEMENS, 2009
- [228] Increased Availability for GE Frame Gas Turbines, SIEMENS, 2012
- [229] Maximizing Plant Operational Efficiency and Reliability Through Operation and Maintenance Staff Development, SIEMENS, 2004
- [230] Paving the way for sustainable and more liveable cities, SIEMENS, 2011

- [231] Reliability and reduced maintenance costs through modern excitation systems, available online on: www.siemens.com, SIEMENS
- [232] Powering plant reliability and profitability, SKF, 2008
- [233] Reliability, availability, sustainability, SKF, 2014
- [234] Maintenance, reliability and asset optimization, SKF, 2011
- [235] Available online on www.edison.com
- [236] Edison International 2008 Annual Report, 2000
- [237] Available online on www.cooper.com
- [238] A. van der Welle and B. van der Zwaan, "An overview of selected studies on the Value of Lost Load (VOLL)," Energy Research Centre of the Netherlands (ECN), 2007
- [239] Goel, "Power system reliability cost/benefit assessment and application in perspective," Computers & electrical engineering, vol. 24, pp. 315-324, 1998
- [240] T. A. Short, "Distribution Reliability and Power Quality," EPRI Solutions, Inc. Schenectady, NY, Taylor & Francis Group, 2006
- [241] V. Jayabalan and Dipak Chaudhuri, "Cost Optimization of Maintenance Scheduling for a System with Assured Reliability" IEEE Transactions on Reliability, vol. 41, no. 1, 1992 March
- [242] L. Bertling, R. Allan, and R. Eriksson, "A reliability-centered asset maintenance method for assessing the impact of maintenance in power distribution systems," Power Systems, IEEE Transactions on, vol. 20, pp. 75-82, 2005
- [243] M. H. Albadi and E. F. El-Saadany, "Demand Response in Electricity Markets: An Overview, Department of Electrical and Computer Engineering", University of Waterloo, 2007.
- [244] Thirupathi Venganti, OUTAGE MANAGEMENT VIA POWERLINE COMMUNICATION BASED AUTOMATED METER READING SYSTEMS Thesis for Master of Science, Mississippi State University, Electrical Engineering in the Department of Electrical and Computer Engineering, Mississippi State, Mississippi, May 2004
- [245] Mauricio Sperandio, Edison A.C. Aranha Neto, Jorge Coelho & Rodrigo Ramos, "ANALYSIS OF AUTOMATED DISTRIBUTION SYSTEMS SCHEMES," LabPlan / EEL / CTC / UFSC - Campus Universitário Trindade, CEP 88040-900, Florianópolis – SC / Brazil, www.labplan.ufsc.br/sperandio.
- [246] Ying. He, G.Anderson and R.Allan , "determining optimum location and number of automatic switching devices in distribution

- [247] Atsushi Fujisawa & Norihito Kurokawa, Toshiba Corporation, " Oversea Distribution Automation System based on Japanese experience," IEEE 2002, pp. 1164-1169.
- [248] Eduardo Cesar Senger, Giovanni Manassero, Jr., Clovis Goldemberg, & Eduardo Lorenzetti Pellini, " Automated Fault Location System for Primary Distribution Networks," IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY, VOL. 20, NO. 2, APRIL 2005, pp. 1332-1340.
- [249] Sanford V. Berg, Farid Gasmi, and José I. Távora, "Glossary For The Body Of Knowledge On The Regulation Of Utility Infrastructure And Services." Public Utility Research Center, University of Florida, 30-Jun-2005.
- [250] T. Jamasb and M. Pollitt, "Benchmarking and regulation of electricity transmission and distribution utilities: Lessons from international experience," Cambridge Working Papers in Economics, 2001.

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۴	مقدمه
۶	فصل اول: معرفی و دسته‌بندی چالش‌های قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت
۹	۱-۱- چالش‌های تولید و بار
۹	۲-۱- چالش‌های تولیدات متغیر
۱۰	۳-۱- چالش‌های بهره‌برداری
۱۱	۴-۱- چالش‌های امنیت سیستم
۱۱	۵-۱- چالش‌های سیاست‌گذاری و مسائل رگولاتوری
۱۱	۶-۱- چالش‌های شبکه‌های هوشمند
۱۲	۷-۱- چالش‌های عملکرد انسانی
۱۳	فصل دوم: بررسی چالش‌های قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت
۱۳	۱-۲- چالش‌های بار و تولید
۱۳	۱-۱-۲- تغییر ترکیب تولید
۱۷	۲-۱-۲- وابستگی برق و گاز طبیعی به همدیگر
۱۹	۳-۱-۲- تغییر ترکیب بار
۲۴	۴-۱-۲- بازنشسته کردن واحدهای تولید سستی
۲۹	۵-۱-۲- تأثیر تغییرات اقلیمی
۳۲	۲-۲- چالش‌های تولیدات متغیر
۳۲	۱-۲-۲- ورود تولیدات متغیر به سیستم
۳۷	۲-۲-۲- متعادل‌سازی تغییرات تولیدات تجدیدپذیر
۳۹	۳-۲-۲- تولیدات پراکنده
۴۸	۳-۲- چالش‌های بهره‌برداری
۴۸	۱-۳-۲- آگاهی از وضعیت سیستم
۵۰	۲-۳-۲- خرابی تجهیز
۵۲	۳-۳-۲- قابلیت اطمینان سیستم حفاظتی
۵۷	۴-۳-۲- مدیریت قطعی
۵۸	۴-۲- چالش‌های امنیت سیستم

۵۸	۱-۴-۲ - امنیت فیزیکی
۶۰	۲-۴-۲ - امنیت سایبری
۶۲	۳-۴-۲ - حوادث کم تکرار با تأثیرگذاری بالا
۶۴	۵-۲ - چالش‌های قوانین و سیاست‌گذاری‌ها
۷۱	۶-۲ - چالش‌های شبکه هوشمند
۷۵	۷-۲ - چالش عملکرد نیروی انسانی
۷۷	نتیجه‌گیری
۸۰	مراجع

فهرست اشکال

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
شکل ۱-۱: چالش‌های قابلیت اطمینانی سیستم‌های قدرت.....	۷
شکل ۱-۲: دسته‌بندی چالش‌های قابلیت اطمینان سیستم قدرت.....	۸
شکل ۱-۲: درصد تولیدات انرژی مختلف در ظرفیت و انرژی تولیدی سال ۲۰۱۳ آمریکا.....	۱۴
شکل ۲-۲: درصد استفاده از تولیدات مختلف در تولید انرژی الکتریکی کشور ایران.....	۱۵
شکل ۳-۲: مصرف گاز طبیعی توسط بخش‌های مختلف در قسمت غربی ایالات متحده.....	۱۷
شکل ۴-۲: درصد مصرف برق مشترکین مختلف صنعت الکتریسیته در ایالات متحده آمریکا.....	۲۰
شکل ۵-۲: نحوه ارسال فرمان‌های کنترلی به تجهیزات مشترکین در کنترل مستقیم بار.....	۲۲
شکل ۶-۲: منحنی بار اردکی شکل کالیفرنیا در ایالات متحده آمریکا.....	۲۴
شکل ۷-۲: نفوذ تولیدات متغیر بادی و خورشیدی در آمریکا (بر حسب MW).....	۳۳
شکل ۸-۲: سهم برق تجدیدپذیر از کل ظرفیت تولید برق در دنیا به درصد.....	۳۴
شکل ۹-۲: روند افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در مجموع ظرفیت نیروگاه‌های دنیا.....	۳۵
شکل ۱۰-۲: مقایسه توان الکتریکی موجود از تولیدات بادی و خورشیدی و بار شبکه در ۲۴ ساعت.....	۳۸
شکل ۱۱-۲: تعداد قطعی‌های سیستم انتقال در قسمت غربی ایالات متحده در اثر خرابی تجهیز.....	۵۱
شکل ۱۲-۲: دلایل عدم عملکرد صحیح سیستم‌های حفاظتی در سال ۲۰۱۳ برای ایالات متحده.....	۵۵

مقدمه

اساسی‌ترین هدف برنامه‌ریزی و بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت، تداوم تأمین انرژی الکتریکی ارزان قیمت و با کیفیت مطلوب است. به دلیل بروز خرابی‌های احتمالی در تجهیزات به کار رفته در سیستم، نمی‌توان انتظار داشت که همواره انرژی الکتریکی در دسترس مصرف‌کنندگان قرار داشته باشد. از این رو ارزیابی و تقویت قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت به‌عنوان یک مسئولیت مهم برای طراحان و بهره‌برداران شبکه‌های الکتریکی مطرح می‌باشد.

با پیشرفت تکنولوژی، طراحی و ساخت سیستم‌های بسیار پیچیده، همواره این مسئله مطرح می‌گردد که تا چه حد می‌توان به عملکرد این سیستم‌ها اعتماد نمود. این مسئله در قالب بحث‌های قابلیت اطمینان سیستم‌ها جای می‌گیرد. پاسخگویی به این مسائل نیازمند داشتن معیاری جهت تعیین قابلیت اطمینان سیستم است، بنابراین ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌ها از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد.

امروزه بحث‌های قابلیت اطمینان دارای گستردگی فراوانی بوده و کاربردهای متنوعی در زمینه‌های مختلف علمی بر آن مترتب است. روش‌های متعددی جهت محاسبات قابلیت اطمینان مطرح و مورد استفاده قرار گرفته است. هر کدام از این روش‌ها دارای مزایا و محدودیت‌هایی بوده که جهت رفع این محدودیت‌ها از تئوری‌های دیگری نظیر منطق فازی و ... بهره گرفته می‌شود.

تعاریف متنوعی در مورد قابلیت اطمینان ارائه شده است؛ استانداردهایی مانند ISO840 و BS478 قابلیت اطمینان را بدین گونه تعریف نموده‌اند: «قابلیت اطمینان یک سیستم عبارت است از توانایی آن سیستم، در انجام وظیفه تحت شرایط محیطی و بهره‌برداری معین برای یک بازه زمانی خاص».

تعاریف دیگری نیز در زیر آمده است:

تعریف دوم: قابلیت اطمینان یک سیستم $R(t)$ ، عبارت است از احتمال باقی ماندن سیستم در شرایط کارکرد مطلوب پس از سپری شدن زمان t از شروع به کار، با این فرض که سیستم در زمان $t=0$ سالم بوده و در حالت عملکرد قرار داشته باشد.

تعریف سوم: قابلیت اطمینان، احتمال عملکرد مطلوب یک سیستم برای مدت‌زمانی است که انتظار می‌رود سیستم در آن مدت در حالت عملکرد باقی بماند.

چنانچه مشخص است قابلیت اطمینان دارای مفهوم گسترده‌ای است و این مفهوم را می‌توان به دو بخش عمده تقسیم‌بندی نمود:

۱- کفایت سیستم System Adequacy

۲- امنیت سیستم System Security

کفایت سیستم مربوط به کافی بودن تجهیزات و امکانات موردنیاز در سیستم به منظور تأمین تقاضای مصرف و نیز تحمل فشارهای احتمالی به سیستم در شرایط کارکرد می‌باشد. امنیت سیستم توانایی سیستم در پاسخگویی مناسب به خرابی‌ها و خطاهای احتمالی می‌باشد [۱].

وجود حجم بالای سرمایه‌گذاری در صنعت برق چه از نظر سخت‌افزاری و تجهیزات فیزیکی و چه از نظر نرم‌افزاری و نیروی انسانی شاغل، ایجاب می‌نماید که به مقوله قابلیت اطمینان به‌عنوان یک صنعت پایه‌ای و زیرساختی توجه خاصی شود. صنعت برق از آنجا که بر رشد و توسعه سایر صنایع مؤثر است، از اهمیت بسزایی برخوردار بوده و از این رو هرگونه افزایش یا کاهش قابلیت اطمینان در این صنعت به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر روی کارکرد سایر صنایع می‌تواند تأثیرگذار باشد. با توجه به موارد ذکر شده، قابلیت اطمینان در صنعت برق از جنبه‌های مختلفی حائز اهمیت است. از سوی دیگر با آغاز موج تجدید ساختار و آزادسازی دسترسی به شبکه برق، اهمیت موارد یاد شده ابعاد وسیع‌تری یافته و انجام آن نیز تمهیدات پیچیده‌تری به خود گرفته است که بررسی آن و ارائه راهکارهای متناسب، عرصه جدیدی را برای پژوهش و بررسی در صنعت برق ایجاد کرده است. در این راستا مطالعات قابلیت اطمینان نقشی اساسی در طرح‌های آینده ایفا خواهد نمود [۲].

در این گزارش هدف یافتن چالش‌های قابلیت اطمینان سیستم‌های تولید برق است. بدین منظور در فصل اول این گزارش ابتدا چالش‌ها معرفی و دسته‌بندی گردیده و هر کدام به صورت مختصر شرح داده می‌شوند. در فصل بعدی چالش‌ها مطابق دسته‌بندی‌های انجام شده در فصل اول در بخش‌هایی جداگانه به تفصیل مورد بررسی قرار می‌گیرند. در این بخش‌ها ابتدا موضوعات هر دسته شرح داده شده و در صورت وجود، پیش‌زمینه‌ای برای کشورهای خارجی و ایران بیان می‌گردد. سپس چالش‌های مربوطه به صورت ریزتر مطرح می‌گردند.

فصل اول: معرفی و دسته‌بندی چالش‌های قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت

مقدمه

طی دو دهه گذشته پیشرفت‌های علوم انتقال اطلاعات و کامپیوتر تحول شگرفی در کلیه علوم ایجاد نموده‌اند که سیستم‌های قدرت نیز به نوبه خود با معرفی تکنیک‌های جدید از این پیشرفت‌ها بهره برده‌اند. لذا حوزه‌های مختلف سیستم‌های قدرت تحولات مختلفی را به خود دیده و با چالش‌های جدیدی روبه‌رو شده‌اند؛ اما منظور از چالش چیست. فرهنگ فارسی دکتر محمد معین، چالش را برگرفته از لغت «چال» به معنی گودال، آشیانه مرغان، عمیق ذکر می‌کند؛ و برای چالش نیز سه معنی برمی‌شمارد: ۱ - رفتن با ناز و خرام، جولان ۲ - مباشرت ۳ - زدو خورد، جنگ و جدال سپس فعل «چالش کردن» را به «زدو خورد کردن» و «جنگ و جدال کردن» معنی می‌کند [۳].

اما برخی معانی چالش، از کاربرد رایج و امروزی آن بسیار غریب و دور هستند. نزدیک‌ترین معانی، جدال، تلاش و یورش می‌باشند که آن‌ها را نه به صورت تطابقی، بلکه به شکل التزامی یا تضمینی در کاربرد چالش می‌توان ملاحظه کرد.

در فرهنگ Webster برای واژه Challenge، دو معنی ذکر شده است [۴]:

a defiance: نافرمانی، تمرد، اعتراض.

a call to combat: دعوت به مبارزه (مبارزه طلبی)

اما فرهنگ لغات BBC، واژه Challenge را چنین معنی کرده است [۵]:

1- A Challenge is something new and difficult which will require great effort and determination.

2- A Challenge to something is a questioning of its truth, value, or authority.

بنابراین، Challenge به «وضعیت و پدیده‌ای جدید و دشوار که مواجهه با آن تلاشی سخت و تعیین‌کننده را ایجاب کند»

اطلاق می‌شود. در این گزارش نیز از این مفهوم چالش استفاده گردیده و سعی بر این است که چالش‌های مربوط به حوزه‌ی

قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت تحت پوشش قرار بگیرد.

در این راستا کشورهای پیشرو در زمینه‌ی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت مورد بررسی قرار گرفتند و با مطالعه‌ی گزارش‌های سازمان‌های AEMC، NREL، WECC، NERC و ... چالش‌های زیر برای پایایی سیستم‌های قدرت دنیا استخراج گردید.



شکل ۱-۱: چالش‌های قابلیت اطمینانی سیستم‌های قدرت

در ادامه برای بررسی چالش‌ها به صورت گسترده‌تر، چالش‌ها به دسته‌های مختلف تقسیم‌بندی شده و هر دسته به صورت جداگانه مورد مطالعه قرار گرفت.

در شکل ۱-۲ دسته‌بندی مربوط به چالش‌های قابلیت اطمینانی نشان داده شده است.



شکل ۱-۲: دسته‌بندی چالش‌های قابلیت اطمینان سیستم قدرت

دسته‌بندی ارائه شده در شکل ۱-۱ یک دسته‌بندی کلی است. برای بررسی بهتر برای هر دسته می‌توان تعدادی زیر دسته معرفی کرده و چالش‌ها را به این زیر دسته‌ها تقسیم‌بندی کرد [۶]. در ادامه این زیر دسته‌ها برای هر چالش به‌طور مختصر شرح داده می‌شوند.

۱-۱ - چالش‌های تولید و بار

چالش‌های تولید و بار را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد:

✓ تغییر ترکیب تولید: برخلاف دهه‌های گذشته امروزه می‌توان از منابع مختلفی برای تولید برق استفاده کرد. در گذشته منابع اصلی تولید برق یک کشور نیروگاه‌هایی بودند که با سوخت فسیلی کار می‌کردند؛ اما امروزه امکان تولید برق در سطح گسترده‌تری با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و ... فراهم گردیده است. در دهه‌ی گذشته شاهد نفوذ بیشتر انرژی‌های تجدیدپذیر، کاهش تولیدات مربوط به تولیدات حرارتی سنتی و استفاده‌ی بیشتر از تولیدات گازی بوده‌ایم و انتظار می‌رود این روند ادامه داشته باشد.

✓ وابستگی به گاز طبیعی. با توجه به وابستگی سیستم‌های قدرت به گاز طبیعی، تعامل بین صنایع الکتریکی و گاز اهمیت ویژه‌ای در بحث قابلیت اطمینان می‌یابد.

✓ تغییر ترکیب بار. معمولاً تغییرات نوع و شیوه‌ی تقاضا نسبتاً کند است. لیکن تغییر سیاست‌های جاری، فناوری‌های جدید و سایر محرک‌ها می‌تواند موجب تغییرات سریع‌تر ترکیب و شکل بار گردد.

✓ بازنشسته شدن واحدهای تولید سنتی. قسمت عمده‌ای از سیستم قدرت وابسته به تولید واحدهای سنتی از قبیل نیروگاه‌های هسته‌ای، آبی، زغال‌سنگ و گازی است و این منابع نقشی اساسی در قابلیت اطمینان سیستم قدرت دارند.

✓ تغییرات شرایط اقلیمی. آب و هوا و دما به‌طور پیوسته در حال تغییر است. تغییرات اقلیمی می‌تواند در حالت‌های مختلفی روی سیستم قدرت تأثیر بگذارد، به‌طور مثال در شرایطی که در منطقه خشک‌سالی و یا طوفان باشد.

۱-۲ - چالش‌های تولیدات متغیر

چالش‌های تولیدات متغیر را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد:

✓ نفوذ تولیدات متغیر. تولیدات متغیر وابسته به منابع سوخت یعنی باد و خورشید هستند. این تولیدات همیشه در دسترس نبوده و به خودی خود قابل نگهداری نیستند که این موجب افزایش عدم قطعیت و تغییرات در سیستم می‌شود.

- ✓ متعادل‌سازی تغییرات. تناوب تولیدات متغیر نیازمند متعادل‌سازی است و این خود وابسته به قابلیت‌های بهره‌برداری سیستم است. در واقع برای تضمین پایایی شبکه و به دست آوردن قابلیت اطمینان موردنظر باید تغییرات موجود متعادل گردند. دو عامل اصلی تغییرات در شبکه، بارهای مصرف‌کنندگان و منابع تولید متغیر هستند. افزایش نفوذ تولیدات متغیر به انعطاف بالاتری در بهره‌برداری شبکه برای متعادل‌سازی تغییرات و مدیریت پایداری سیستم نیاز دارد.
- ✓ تولیدات پراکنده. با توجه به اینکه DG ها به صورت مستقیم به شبکه توزیع متصل می‌گردد، کنترل آن‌ها برای اپراتور سیستم قدرت سخت می‌گردد.

۳-۱ - چالش‌های بهره‌برداری

- چالش‌های بهره‌برداری سیستم را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد:
- ✓ هوشیاری نسبت به موقعیت‌های مختلف. برای داشتن قابلیت اطمینان مناسب هوشیاری نسبت به اتفاقاتی که در سیستم می‌افتد، ضروری است. درک موقعیت می‌تواند با استفاده از مدل‌سازی زمان - کوتاه و مانیتور کردن زمان - واقعی ایجاد شود.
- ✓ خرابی تجهیزات. خرابی تجهیزات یکی از عوامل مهم در قطعی‌ها است. به‌طور مثال، خرابی تجهیزات پست به‌عنوان یکی از عوامل مهم قطعی در سیستم انتقال شناخته شده است.
- ✓ قابلیت اطمینان سیستم‌های حفاظتی. سیستم‌های حفاظتی برای کمینه کردن خرابی تجهیزات و جلوگیری از قطعی‌های پشت سر هم طراحی گردیده‌اند. با افزایش تعداد سیستم‌های حفاظتی احتمال تداخل و یا عملکرد نادرست این سیستم‌ها بیشتر می‌شود.
- ✓ مدیریت قطعی‌ها. مدیریت قطعی در سیستم‌های قدرت اهمیت فراوانی پیدا کرده و با توجه به رابطه‌ی نزدیک آن با قابلیت اطمینان می‌تواند ارائه دهنده‌ی چالش باشد.

۴-۱ - چالش‌های امنیت سیستم

چالش‌های امنیت سیستم را به صورت زیر دسته‌بندی شده است:

- ✓ امنیت سایبری. سیستم قدرت در حال یکپارچه شدن می‌باشد. در این راستا نسل دیجیتال موجب ارتقای هوشیاری و بازدهی این سیستم شده است. حال اینکه این یکپارچگی می‌تواند موجب فراهم شدن موقعیتی برای تهدیدات سایبری و در نتیجه اختلال در ارتباطات مخابراتی و عملکرد فیزیکی المان‌های سیستم قدرت شود.
- ✓ امنیت فیزیکی. گستره تهدیدات فیزیکی نسبت به المان‌های سیستم به ویژه پست‌ها، از دزدی‌های کوچک به حملات سازمان‌دهی شده برای خرابی تجهیزات افزایش یافته است. حملات فیزیکی می‌تواند موجب ناپایداری، جداسازی‌های کنترل نشده و یا خطاهای پشت سر هم گردد.
- ✓ حوادث کم تکرار با تأثیرگذاری بالا روی سیستم. حوادثی چون حملات فیزیکی سازمان‌دهی شده یا حملات سایبری، اختلالات ژئومغناطیسی و یا بلاهای ابعاد بزرگ با وجود نادر بودن دارای پتانسیل بالایی در تأثیرگذاری روی سیستم قدرت هستند.

۵-۱ - چالش‌های سیاست‌گذاری و مسائل رگولاتوری

چالش‌های سیاست و مسائل رگولاتوری به صورت زیر دسته‌بندی شده‌اند:

- ✓ سیاست و آیین‌نامه‌ی کشور یا ایالت. سیاست‌ها و آیین‌نامه‌ها محرک‌های صنعت برق هستند. لیکن قابلیت اطمینان شبکه‌ی برق همیشه در تصمیمات سیاستی و رگولاتوری در نظر گرفته نمی‌شود.

۶-۱ - چالش‌های شبکه‌های هوشمند

در چند سال گذشته مباحث مختلفی در مورد این که چطور می‌توان زیرساخت‌های کهنه‌ی شبکه قدرت را به بهترین نحو به‌روز کرد، صورت گرفته است. اجماع عمومی بر این محور شکل گرفته که شبکه‌ی به‌روز شده نه تنها باید قابلیت اطمینان مناسب در برابر افزایش تقاضای برق را تأمین نماید، بلکه باید بهره‌وری کلی شبکه را نیز بالا ببرد. نیاز به طراحی و پیاده‌سازی

شبکه‌ای با ویژگی‌های منحصر به فرد و با مؤلفه‌های جدید می‌تواند این نیاز را برآورده سازد. ایده شبکه‌ی هوشمند در همین راستا مطرح و به‌شدت مورد استقبال قرار گرفته است.

۷-۱ - چالش‌های عملکرد انسانی

از دست رفتن مهارت و معلومات موردنیاز شبکه با بازنشسته شدن قسمت عمده‌ای از نیروهای با تجربه، افزایش حجم کاری بهره‌برداران سیستم و تطابق با تعداد زیادی از استانداردهای قابلیت اطمینان موضوعاتی هستند که باید مد نظر قرار بگیرند.

فصل دوم: بررسی چالش‌های قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت

مقدمه

در این فصل با توجه به دسته‌بندی انجام شده چالش‌های قابلیت اطمینان سیستم قدرت با جزئیات مورد بررسی قرار می‌گیرد. در راستای شفاف‌سازی چالش‌های مطرح‌شده ابتدا موضوع مربوط به هر دسته شرح داده‌شده و در صورت وجود پیش‌زمینه‌ای نیز برای ایران و سایر کشورها بررسی گردیده است. سپس با توجه به موضوع مطرح شده و وضعیت سیستم‌های تولید برق موجود، چالش‌های برجسته‌ی هر حوزه شرح داده شده‌اند.

۱-۲ - چالش‌های بار و تولید

چالش‌های قابلیت اطمینانی بار و تولید به زیردسته‌های تغییر ترکیب تولید، تغییر ترکیب بار، تغییرات شرایط جوی، وابستگی به گاز طبیعی و از مدار خارج شدن واحدهای تولید سستی تقسیم‌بندی می‌شوند که در ادامه مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

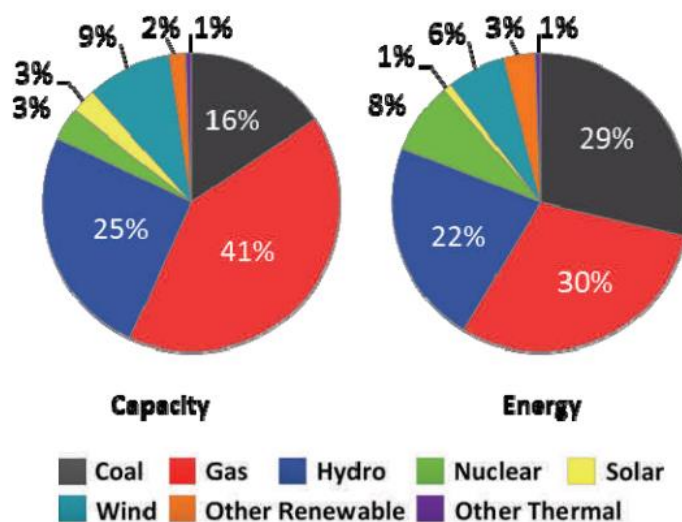
۱-۲-۱ - تغییر ترکیب تولید

منظور از ترکیب تولید، درصد منابع تولید برق مختلف نصب شده در سبد^۱ تولید است. ترکیب تولید یک محرک مرکزی صنعت برق است. امروزه، به خصوص در کشورهای پیشرفته، مالکیت تولید در اختیار چند سازمان مختلف است و معمولاً تولید و بهره‌برداری به صورت مرکزی اداره نمی‌شوند. در این حالت مشخصه‌ی هر کدام از انواع منابع تولید برق، نحوه‌ی توزیع و بهره‌برداری از آن‌ها را تعیین می‌نماید.

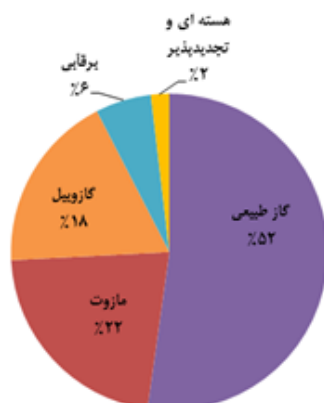
۱-۱-۲-۱- پیش‌زمینه

ترکیب تولید در سیستم قدرت در حال تغییر است. به‌عنوان مثال در آمریکا تولیدات آبی، زغال‌سنگ و گاز طبیعی درصد بالای سبد تولید را تشکیل می‌دهند که در این میان گاز طبیعی بیشترین سهم را دارد (شکل ۱-۲). درصد تولیدات زغال‌سنگ، هسته‌ای و آبی رو به کاهش بوده است. هر چند که هنوز این تولیدات درصد بالایی از انرژی مورد نیاز را تأمین می‌کنند. تولیدات مربوط به منابع بادی و خورشیدی نیز در پنج سال گذشته افزایش پیدا کرده است. هم‌چنین در سال ۲۰۱۳ دو برابر مقدار سال ۲۰۱۲ تولید خورشیدی اضافه شده است.

در ایران نیز در سال ۱۳۹۲ توان تولیدی برق ۶۸ هزار و ۹۳۲ مگاوات اعلام شد که نسبت به سال گذشته‌ی خود ۳ هزار و ۷۲۰ مگاوات افزایش داشته است. نیروگاه‌های حرارتی با ۵۷ هزار و ۵۴۱ مگاوات بیشترین سهم را در تولید برق کشور دارند. نیروگاه‌های برق آبی با ۹ هزار و ۶۸۶ مگاوات توان تولیدی در رتبه‌ی سوم هستند. انرژی‌های نو ۲۱۹ مگاوات و نیروگاه‌های مقیاس کوچک ۴۶۶ مگاوات از ظرفیت تولید را به خود اختصاص دادند. مجموع انرژی تولیدی نیروگاه‌ها در سال ۱۳۹۲ برابر ۲۴۸ میلیون و ۵۹۵ هزار مگاوات‌ساعت بوده است که برای این میزان تولید ۳۷ میلیارد و ۵۰۶ میلیون متر مکعب گاز، ۷ میلیارد و ۶۵۹ میلیون لیتر گازوئیل و ۱۴ میلیارد و ۴۴۱ میلیون لیتر نفت کوره مصرف شده است. نحوه‌ی مصرف تولیدات انرژی برای ایران نیز در شکل ۲-۲ نشان داده شده است. همان‌طور که از این شکل مشاهده می‌شود در ایران نیز از گاز طبیعی بیشتر از سایر تولیدات استفاده می‌شود.



شکل ۱-۲: درصد تولیدات انرژی مختلف در ظرفیت و انرژی تولیدی سال ۲۰۱۳ آمریکا [۶]



شکل ۲-۲: درصد استفاده از تولیدات مختلف در تولید انرژی الکتریکی کشور ایران [۷]

۲-۱-۲-۱-۲ چالش‌ها

چالش‌های قابلیت اطمینانی تغییر ترکیب تولید در زیر آورده شده‌اند:

✓ در نظر گرفتن رنج وسیعی از محرک‌ها

هر کدام از محرک‌های اجتماعی، سیاسی و اقتصادی تغییر ترکیب تولید دارای چالش مربوط به خود است. این محرک‌ها در

ادامه شرح داده شده‌اند:

- از مدار خارج کردن و جایگزینی تولیدات سنتی به همراه قیمت کم گاز طبیعی موجب افزایش وابستگی به تولیدات گاز طبیعی شده است.
- آیین‌نامه‌های زیست‌محیطی موجب هدایت تصمیمات سرمایه‌گذاری و توزیع تولیدات به سمت استفاده‌ی بیشتر از تولیدات تجدیدپذیر و در نتیجه کاهش تولیدات منابع زغال‌سنگ می‌شود.
- سیاست‌ها و قوانین وضع شده برنامه‌های بازدهی انرژی که روی تقاضا تأثیر می‌گذارند را هدایت می‌کنند.
- انتخاب مصرف‌کننده محرک افزایش تولیدات پراکنده است. به عبارتی با افزایش برنامه‌های هدایت‌کننده‌ی مصرف مشترکان از قبیل برنامه‌های پاسخگویی بار و سیاست‌های اخذ شده در قبال مسئله‌ی آلودگی محیط زیست، گرایش مصرف‌کنندگان به سمت استفاده از تولیدات پراکنده به خصوص از نوع تجدیدپذیر بیشتر خواهد شد.
- پیشرفت‌های فناوری باعث کاهش هزینه‌های تکنولوژی‌های جدید تولید می‌شود.

✓ تضمین کفایت تولید

با توجه به تغییر ترکیب تولید، حفظ کفایت تولید یک چالش پیش‌رو برای سیستم‌های قدرت است. به‌عنوان مثال برای ایالات متحده رزرو در نظر گرفته شده برای هفت تا ده سال آینده کفایت می‌کند، لیکن تغییرات تولید خارج از فرض‌های در نظر گرفته شده در کفایت تولید خود می‌تواند دارای چالش باشد.

✓ جایگزینی ظرفیت تولید بازنشسته‌شده

ژنراتورهای بزرگ پایه مانند زغال‌سنگ و هسته‌ای خدمات اساسی موردنیاز پایایی از جمله پاسخ فرکانسی، اینرسی سیستم و کنترل ولتاژ را فراهم می‌نمایند؛ اما ممکن است نیروگاه‌های جایگزین قابلیت فراهم آوردن تمامی خدمات ذکر شده را نداشته باشند. این خود یک چالش اصلی است و در یک بخش جداگانه به صورت گسترده‌تری مورد بررسی قرار می‌گیرد.

✓ وارد شدن تولیدات متغیر

حضور تولیدات متغیر خود چالش‌های مختلفی را در بخش‌های بهره‌برداری و برنامه‌ریزی ایجاد می‌کند. این چالش‌ها شامل برنامه‌ریزی برای انعطاف ترکیب تولید در آینده، فهم تأثیرات محرک‌های تولیدات متغیر، مدیریت عدم قطعیت تولیدات بادی و خورشیدی و متعادل‌سازی تناوب این تولیدات در سیستم هستند.

✓ مدیریت تولیدات پراکنده

نفوذ تولیدات پراکنده در حال افزایش است و با توجه به علائم موجود پیش‌بینی می‌شود که این افزایش در آینده نیز ادامه پیدا خواهد کرد. تفاوت اصلی تولیدات پراکنده با سایر تولیدات انرژی در سیستم‌های بزرگ قدرت، این است که اپراتور سیستم، کنترل مستقیمی روی این تولیدات ندارد. این عامل کلیدی با توجه به افزایش نفوذ تولیدات پراکنده یک چالش را ارائه می‌دهد.

✓ در نظر گرفتن شکل سیستم

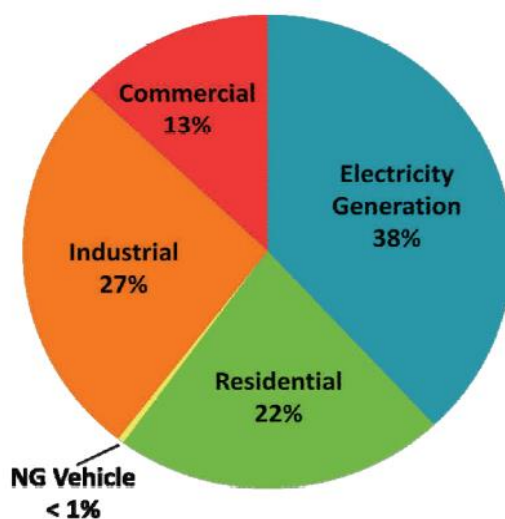
مکان منابع تولید، عامل مهمی است که باید در برنامه‌ریزی برای نحوه‌ی ترکیب تولیدات در نظر گرفته شود. نیروگاه‌های زغال‌سنگی معمولاً در کنار معادن زغال‌سنگ ساخته می‌شوند و لذا نیاز به یک سیستم انتقال طولانی برای انتقال توان از محل تولید به مصرف‌کننده دارند. نیروگاه آبی نیز باید در کنار منبع مربوط به خود قرار گیرد. تولیدات بادی و خورشیدی نیز باید در مکان مناسب از نظر منبع سوخت مربوطه قرار گیرند لذا این تولیدات نیز ممکن است به یک سیستم انتقال طولانی‌تر احتیاج داشته باشند. مکان نیروگاه‌های گازی از انعطاف بالاتری برخوردار است اما هم‌چنان وابسته به مکان لوله‌های گاز است.

۲-۲-۱- وابستگی برق و گاز طبیعی به همدیگر

نیروگاه‌های گازی و تولیدات برق وابسته به تولیدات گازی در دو دهه‌ی گذشته در مکان‌های مختلف من جمله آمریکای شمالی به صورت قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. با از مدار خارج شدن نیروگاه‌های زغال‌سنگی و رشد تولیدات متغیر وابستگی سیستم‌ها به تولیدات گازی بیشتر از پیش می‌شود. لذا ایجاد هماهنگی بین این دو صنعت یعنی گاز و برق، کفایت زیرساخت‌های گاز و تأثیرات خرابی تولیدات گازی روی قابلیت اطمینان سیستم از جمله چالش‌های پیش روی پایایی سیستم خواهد بود.

۱-۲-۲-۱- پیش‌زمینه

در سال ۲۰۱۳ برای قسمت غربی آمریکای شمالی ظرفیت نصب‌شده تولیدات گازی ۹۵۰۰۰ مگاوات بوده است یعنی ۴۰ درصد کل ظرفیت نصب‌شده در این بخش از ایالات متحده. در شکل ۲-۳ نحوه‌ی مصرف گاز طبیعی توسط بخش‌های مختلف نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود تنها ۳۸ درصد مربوط به تولید برق است و لذا تولید برق کاربرد اصلی گاز طبیعی نیست. هر چند که در دهه‌ی گذشته مقدار تولید برق از گاز طبیعی رو به افزایش بوده است. در ایران نیز تولید گاز طبیعی رقم بالایی است به طوری که گزارش‌های منتشر شده از سوی شرکت بریتیش پترولیوم انگلیس نشان می‌دهد تا پایان سال ۲۰۱۳ میلادی ایران با تولید سالانه ۱۶۶ میلیارد مترمکعب گاز پس از کشورهای ایالات متحده آمریکا، روسیه و کانادا در ردیف چهارمین کشور بزرگ تولیدکننده گاز جهان قرار گرفته بود [۸].



شکل ۲-۳: مصرف گاز طبیعی توسط بخش‌های مختلف در قسمت غربی ایالات متحده [۶]

۲-۲-۱-۲ چالش‌ها

هر چند که رابطه‌ی بین صنایع گاز و برق مشخص است، لیکن تأثیرات احتمالی این ارتباط روی قابلیت اطمینان سیستم به‌خوبی بررسی و مشخص نگردیده است. مسائلی چون ماهیت نامطمئن و قطعی‌پذیر تولیدات گازی، زمان‌بندی‌ها و تفاوت‌های عملکردی بین دو صنعت می‌تواند ارائه‌دهنده‌ی چالش‌های قابلیت اطمینانی باشد.

✓ درک مسائل بخش تأمین توان

برنامه‌ریزان سیستم قدرت معمولاً دینامیک‌های منابع تأمین سوخت را در نظر نمی‌گیرند. هر چند که با اضافه شدن تولیدات مربوط به تولیدات گازی، کفایت سیستم تابعی از تولیدات گاز طبیعی و ظرفیت و قابلیت اطمینان لوله‌ها می‌شود. عوامل مختلفی وجود دارند که تولیدات گاز را به چالشی برای قابلیت اطمینان سیستم تبدیل می‌کنند. این عوامل عبارتند از افزایش وابستگی به تولیدات گاز طبیعی، ویژگی‌های خاص لوله‌های گاز، مسائل به وجود آمده توسط شرایط آب و هوایی، خرابی تجهیزات و عدم عملکرد ژنراتورها در زمان مقرر.

چالش‌های خاص‌تر در این قسمت به صورت زیر می‌باشند:

- مخابره و تبادل اطلاعات و محدودیت‌های عملکردی لوله‌های گاز بین سازمان‌های مربوط به پایایی شبکه و نیروگاه‌های گازی.
- تغییراتی که باید در سیستم ایجاد شود تا بتواند با تغییرات فشار در لوله‌ها، ناشی از افزایش استفاده از تولیدات گاز طبیعی سازگار شود.
- شناسایی گرفتگی‌های شدید سیستم که می‌تواند در اثر خرابی تجهیزات مربوط به لوله‌های گاز باشد.
- ارزیابی طرح‌های آمادگی برای مقابله با حوادث مربوط به خطاهای سیستم ناشی از خرابی تجهیزات تولیدات گاز طبیعی.

✓ تطبیق برنامه‌ی زمانی دو صنعت گاز و برق

تفاوت در برنامه‌ی زمانی دو صنعت برق و گاز طبیعی در بهره‌برداری روزانه‌ی سیستم قدرت تأثیر می‌گذارد. همان‌طور که در سیستم قدرت ظرفیت تولید انرژی و انتقال متفاوت است، برای گاز طبیعی نیز تفاوت زیادی بین خرید منبع تولید گاز و

رساندن گاز طبیعی به مشترک مورد نظر وجود دارد. لذا ممکن است شرایطی پیش بیاید که شرکت‌های برقی، گاز طبیعی غیرمطمئن را برای تولید انرژی مطمئن برق خریداری نمایند.

خریداری و انتقال گاز طبیعی زمان بیشتری نسبت به الکتریسیته احتیاج دارد زیرا برخلاف الکتریسیته که در لحظه تولید و مصرف می‌گردد، گاز طبیعی یک کالای فیزیکی است که فرایندهای انتقال آن احتیاج به زمان دارد. بنابراین لوله‌های گاز طبیعی دارای انعطاف کمی در زمان‌بندی‌شان بوده و در بهره‌برداری از ژنراتورها قابلیت تغییرات لحظه‌ای زیادی وجود نخواهد داشت.

✓ برنامه‌ریزی و بهره‌برداری در شرایط بد جوی

دماهای بسیار بالا یا پایین می‌توانند در انتقال گاز طبیعی تأثیر بگذارند. به‌عنوان مثال در سال ۲۰۱۳ در قسمت شرقی ایالات متحده عدم در دسترس بودن گاز طبیعی موجب به وجود آمدن یک چالش بزرگ گردید.

حوادث ناشی از شرایط بد جوی می‌تواند بر کنترل نیروگاه‌های گاز طبیعی نیز تأثیر منفی بگذارد. در سال ۲۰۱۱ در تگزاس آمریکا آب و هوای بسیار سرد موجب شد که بعضی از کنترل‌های نیروگاه‌ها یخ بزنند [۹].

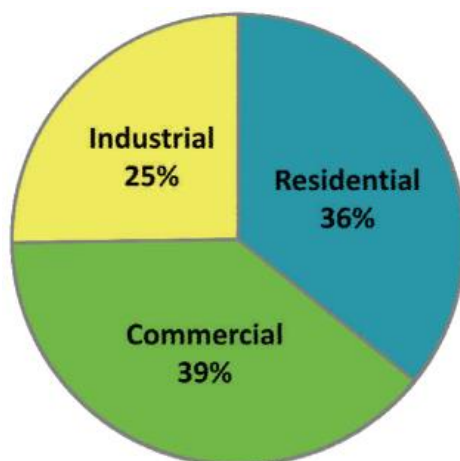
۳-۲-۱- تغییر ترکیب بار

منظور از ترکیب بار در واقع ترکیب الگوهای مصرف انرژی (پیک و ... و نوع تقاضا (تجاری و ...)) است. الگوهای مصرف و انواع تقاضا هر دو در حال تغییر هستند. ترکیب بار در گذشته نسبتاً قابل پیش‌بینی بود و لذا تأثیر بسیار کمی در عملکرد قابل اطمینان سیستم قدرت داشت. لیکن تغییرات ترکیب بار در آینده می‌تواند ارائه‌دهنده‌ی چالش‌هایی در پایایی سیستم‌های قدرت باشد.

۱-۳-۲-۱- پیش‌زمینه

در گذشته تغییرات بار، از اصلاح بار مصرف‌کنندگان تجاری که با جابه‌جایی مصرفشان به زمان‌های غیر پیک صورت می‌گرفت، ناشی می‌شد. لیکن در چند سال اخیر تغییر تقاضای مصرف‌کنندگان خانگی ترکیب بار را تغییر داده است. برای مثال استفاده از تهویه‌ی هوا در بخش خانگی بیشتر شده، بازدهی انرژی افزایش یافته است و پیشرفت‌های زیادی نیز در حوزه‌ی فناوری در وسایل الکتریکی این بخش از مشترکین صورت گرفته است. در شکل ۲-۴ مصرف برق توسط بخش‌های مختلف

مشترکین در سال ۲۰۱۲ برای قسمت غربی ایالات متحده نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، درصد مصرف مشترکین خانگی با سایر مصرف‌کنندگان قابل مقایسه گردیده است.



شکل ۲-۴: درصد مصرف برق مشترکین مختلف صنعت الکتریسیته در ایالات متحدهی آمریکا [۶]

۲-۳-۱- چالش‌ها

چالش‌های قابلیت اطمینانی تغییر ترکیب بار در زیر آورده شده‌اند.

✓ بهره‌برداری و برنامه‌ریزی برای تغییرات تقاضا

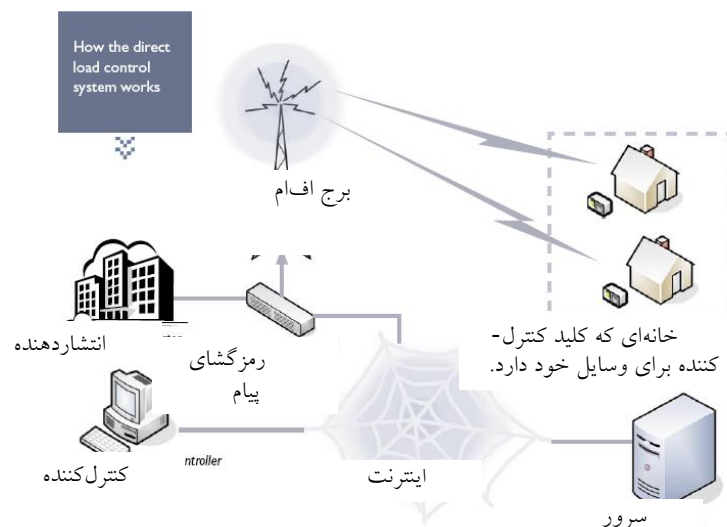
می‌توان گفت که در این دسته مکانیسم‌ها و روش‌های کاهش بار ارائه دهندهی چالش قابلیت اطمینانی هستند. از دید برنامه‌ریزی، برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا باید به‌اندازه‌ی کافی بزرگ باشند (یا تعداد زیادی در مقیاس کوچک باشند) تا بتوانند کاهش مناسبی در تقاضا ایجاد نمایند. این برنامه‌ها معمولاً اختیاری بوده و نیاز به مدیریت دقیق دارند و همچنین تنها در صورت ایجاد شبکه هوشمند می‌توانند در شبکه پیاده شوند. در واقع شبکه هوشمند سه هدف اصلی را دنبال می‌کند؛ بهبود قابلیت اطمینان، بهره‌برداری بهینه از منابع تولید پراکنده و بهره‌وری انرژی؛ که یکی از مهم‌ترین برنامه‌ها در راستای برآورده کردن اهداف ذکر شده پاسخگویی بار است. برنامه‌های پاسخگویی بار جهت تغییر در الگوی مصرف مشتریان و مدیریت بار طراحی می‌شوند. هدف از مدیریت بار، جابه‌جایی مصرف به ساعت‌هایی است که برای بهره‌برداران شبکه قدرت کم‌هزینه‌تر باشد. همچنین با تغییر پیک و کنترل بهینه بار شبکه قابلیت اطمینان افزایش یابد. مدیریت بار به دو روش مدیریت مستقیم و غیرمستقیم اعمال می‌شود. کنترل مستقیم بار را معمولاً به تجهیزات گرمایشی نظیر سیستم‌های تهویه هوا و آبگرم‌کن‌های برقی اعمال می‌کنند. راهبرد کنترلی به کار رفته، به وسیله قرارداد میان مشترک و شرکت توزیع تعیین می‌شود و می‌تواند شامل

اصلاح دما توسط تنظیمات ترموستات، قطع برق تجهیزات برای یک بازه زمانی مشخص و یا مواردی از این دست باشد. برای اعمال کنترل مستقیم بار بایستی پیش‌بینی قابل قبولی از بارهای قابل کنترل در دسترس و رفتار و میزان مصرف انرژی آنها داشت؛ همچنین باید قیود رضایت مشترکین را در نظر گرفت و درنهایت با نصب تجهیزات کنترلی مناسب اقدام به کنترل مستقیم بار نمود. در قراردادهای کنترل بار، بارهایی را تحت کنترل قرار می‌دهند که راحتی و رضایت مشترکین را چندان تحت تأثیر قرار ندهد تا مشتریان ترغیب به شرکت در این برنامه شوند. شرکت توزیع طی قراردادی که با مشترکین منعقد می‌کند، شرایط شرکت در برنامه کنترل مستقیم بار را تبیین می‌کند. معمولاً در این قرارداد مسائلی همچون موارد زیر مشخص می‌گردند [۱۰]:

- مشترک بایستی نوع و میزان مصرف تجهیزات خود را در اختیار شرکت توزیع قرار دهد.
- طول دوره همکاری مشترک با شرکت توزیع در برنامه کنترل مستقیم بار تعیین می‌گردد.
- شرکت توزیع محدودیت‌های کنترل مستقیم بار مانند حداکثر ساعات قطعی در طول دوره و روز را به اطلاع مشترک می‌رساند.
- مشوق پرداختی از سوی شرکت توزیع به مشترک به ازای همکاری در کنترل مستقیم بار تعیین می‌گردد.
- جریمه‌ای برای تخطی طرفین از قرارداد در نظر گرفته می‌شود.

همان‌طور که در شکل ۲-۵ نشان داده شده است، معمولاً در برنامه‌های کنترل مستقیم بار کنترل‌کننده‌ای برای تجهیزات موردنظر نصب شده و با اعمال سیگنال کنترل‌کننده مناسب به این کنترلر می‌توان وضعیت دستگاه را تعیین کرد. برای ارسال سیگنال‌های کنترلی از روش‌های مختلفی از جمله^۱ PLC، ارتباطات رادیویی، اینترنت و... می‌توان استفاده کرد [۱۱]. هزینه نصب و تعمیر و نگهداری این تجهیزات بر عهده شرکت توزیع می‌باشد.

شرکت توزیع پس از تعیین نحوه اعمال کنترل مستقیم بار، از طریق سرورهای خود به کلیدهای کنترلی مشترکین فرمان مورد نظر را ارسال می‌کند.



شکل ۲-۵: نحوه ارسال فرمان‌های کنترلی به تجهیزات مشترکین در کنترل مستقیم بار [۱۱]

از سوی دیگر، مدیریت غیرمستقیم بار بیشتر بر اساس تعرفه برق انجام می‌گیرد و در مواردی نیز با اطلاع‌رسانی از جانب شرکت توزیع در شرایط خاص، مشترک خود به‌طور مستقیم اقدام به کاهش بار می‌نماید. در کنترل غیرمستقیم بار، مشتری در ساعات مختلف با قیمت‌های متفاوت برق روبروست و خود مسئول تصمیم‌گیری در مورد میزان مصرف برق خود است. به نظر می‌رسد که بهترین راه‌حل برای ترغیب مصرف‌کنندگان جهت تغییر نحوه مصرف، قیمت‌گذاری متفاوت برق برای ساعات‌های مختلف است. قیمت‌گذاری باید به نحوی باشد که مصرف‌کننده را مجاب کند در زمان‌هایی مصرف کند که بهره‌بردار می‌خواهد. بدیهی است بهره‌بردار یا شرکت‌های توزیع و حتی تولیدکنندگان علاقه‌مند هستند که مصرف برق در ساعات‌های قله بار کاهش یابد و این مصرف به ساعات‌های دره بار^۱ منتقل شود. بنابراین اگر بر اساس پیش‌بینی بار، قیمت در ساعات‌های قله بار گران‌تر قرار گرفته شود و این قیمت‌ها به مشترک اعلام شود، برای مصرف‌کننده نیز می‌ارزد که مصرف خود را حتی‌الامکان به ساعات‌های ارزان‌تر منتقل کند؛ اما مانع اصلی بر سر راه اجرای کامل برنامه پاسخگویی بار و یا هر برنامه‌ای که نیاز به حضور و واکنش مصرف‌کننده دارد این است که بسیاری از مشترکین نمی‌توانند و وقت کافی برای پاسخگویی دستی به قیمت را ندارند یا روش آن را نمی‌دانند؛ بدین معنا که مشترک توانایی و حوصله پایش لحظه به لحظه رفتار بار و قیمت را ندارد و در نتیجه واکنش مورد نظر بهره‌بردار میسر نمی‌شود [۱۲] و [۱۳].

خودروهای الکتریکی از نوین‌ترین فناوری‌هایی است که در حال نفوذ به خانه‌ها است. این خودروها جایگزین خودروهایی می‌شوند که با سوخت فسیلی کار می‌کنند. با اینکه گسترش استفاده از این خودروها در سطح توزیع موجب کاهش اثرات مخرب آلاینده‌های حاصل از سوخت‌های فسیلی می‌شود، نباید از اثرات منفی آن‌ها غافل شد. مشکل اصلی استفاده از این خودروها افزایش بار شبکه ناشی از شارژ آن‌هاست که می‌تواند موجب اضافه‌بار تجهیزات توزیع و صدمه به آن‌ها شود [۱۴] و [۱۵]. بنابراین باید با برنامه‌ریزی صحیح تا حد امکان از اثرات مخرب این خودروها کاست. برنامه‌ریزی مشارکت واحدهای مصرف‌کننده را می‌توان با وارد نمودن واحدهای ذخیره‌ساز انرژی و خودروهای الکتریکی و محدودیت‌های آن‌ها کامل‌تر کرد.

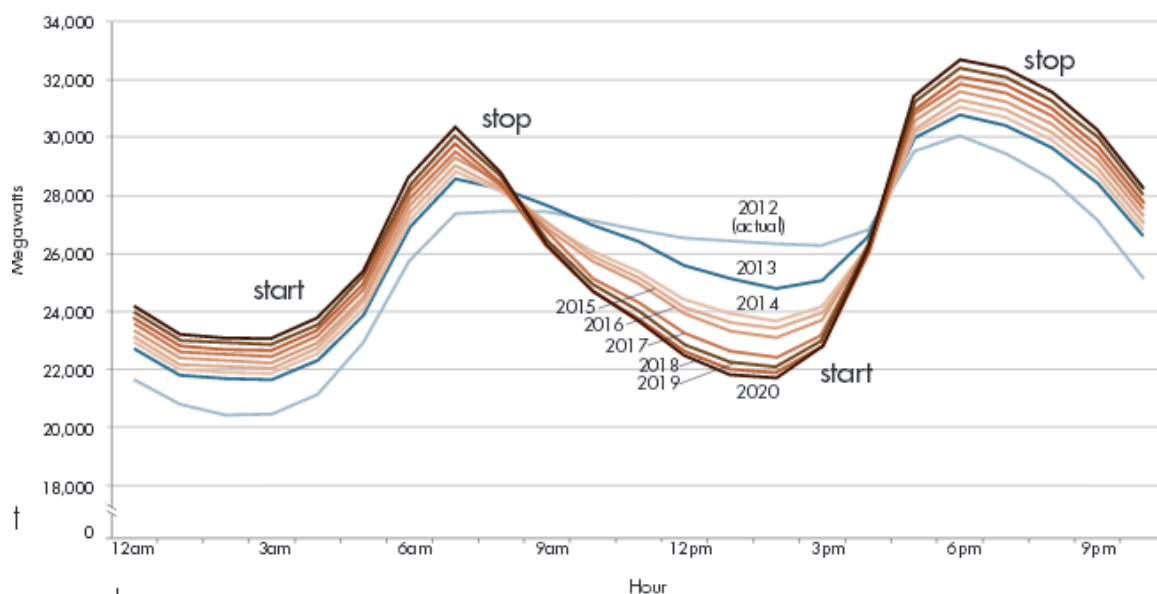
برنامه‌ریزی مصرف و پاسخگویی بار، به دلیل کاهش اوج مصرف، هزینه‌های تولید و انتقال برق را کاهش می‌دهد. همچنین، این برنامه‌ها مصرف‌کنندگان را نیز از فواید خود بهره‌مند می‌کنند. مصرف‌کننده، مصرف خود را از ساعت‌هایی که برق گران است به ساعت‌های ارزان‌تر منتقل می‌کند و خود به خود هزینه‌ها را کاهش می‌دهد. همچنین با اجرای برنامه پاسخگویی بار، اصلاح اوج بار^۱ در منحنی بار صورت می‌گیرد. اصلاح قله بار باعث می‌شود که واحدهای گران که لازم است در زمان‌های اوج مصرف وارد مدار تولید شوند، خاموش بمانند و بدین ترتیب هزینه‌های تولید کاهش یابد. همچنین، این موضوع، موجب آزاد شدن ظرفیت تولید و به تعویق افتادن سرمایه‌گذاری‌ها جهت گسترش شبکه می‌گردد. به صورت غیرمستقیم مصرف‌کنندگان اثر این کاهش هزینه‌ها را در تعرفه‌های برق خود خواهند دید. زیرا کاهش هزینه‌های تولید و انتقال باعث کاهش قیمت تمام شده برق می‌شود و از آنجا که تعرفه‌های برق رابطه مستقیم با قیمت تمام شده بازار دارند، تعرفه‌ها و در نتیجه پول برق مصرف‌کننده کاهش می‌یابد. لذا مکانیسم‌هایی که برای تغییر بار مشترکین استفاده می‌شوند دارای پیچیدگی فراوانی بوده و ارائه‌دهنده‌ی چالش برای قابلیت اطمینان شبکه می‌باشند. به عبارتی هم نفوذ بارهای جدید و هم نحوه‌ی کنترل آن‌ها با توجه به ویژگی‌های مطرح شده چالش پیش روی پایایی شبکه‌ی تولید برق است.

✓ درک محرک‌هایی که باعث تغییر ترکیب بار می‌شوند.

محرک‌های مختلفی برای تغییر ترکیب بار وجود دارد که در بخش‌های دیگر گزارش مورد بررسی قرار می‌گیرند. بعضی از این محرک‌ها به خوبی درک و بررسی شده‌اند، لیکن تعدادی از این محرک‌ها ممکن است احتیاج به ارزیابی بیشتر داشته باشند. برای مثال تغییرات آب‌وهوایی در یک منطقه می‌تواند موجب تغییر الگوی بار گردد. هوای گرم‌تر در فصل تابستان ممکن است پیک را از فصل زمستان به فصل تابستان انتقال دهد. مثال دیگر تولیدات پراکنده است که می‌تواند موجب تغییر بار یک شبکه

۱- Peak shaving

شود. هرچند که تولیدات پراکنده مربوط به حوزه‌ی تولید هستند، لیکن DG یک مکانیسم کاهش بار است و نفوذ زیاد این منبع می‌تواند موجب به وجود آمدن یک منحنی بار معکوس مشابه منحنی اردکی کالیفرنیا که در شکل ۲-۶ نیز نشان داده شده است، بشود.



شکل ۲-۶: منحنی بار اردکی شکل کالیفرنیا در ایالات متحده آمریکا [۱۶]

۴-۲-۱- بازنشسته کردن واحدهای تولید سنتی

سیستم‌های بزرگ تولید توان امروزی وابسته به تولیدات سنتی تولید توان از قبیل نیروگاه‌های آبی، هسته‌ای و حرارتی بوده و هستند. در حالتی که تولید توان توسط این منابع صورت پذیرد، علاوه بر توان خروجی، خدمات ضروری مربوط به پایایی، پاسخ فرکانسی، اینرسی سیستم و کنترل ولتاژ نیز ارائه می‌گردد. با از مدار خارج شدن واحدهای سنتی، انرژی و خدمات ارائه شده توسط آن‌ها باید جایگزین گردد. در بعضی از موارد منبع تولید جایگزین شده می‌تواند خدمات یکسانی را ارائه دهد، مانند نیروگاه گاز طبیعی که جایگزین نیروگاه زغال سنگ گردد؛ اما در مواردی دیگر، تولیدات جایگزین برای تولید توان نمی‌توانند خدمات مشابه تولیدات از مدار خارج شده را ارائه کنند. برای نمونه در حالتی که تولیدات خورشیدی جایگزین تولیدات سنتی شود.

۴-۲-۱-۱- پیش‌زمینه

در دهه‌ی گذشته درصد منابع تولید سنتی در سبد تولید توان سیستم‌های قدرت کاهش یافته است. به عنوان مثال در غرب آمریکای شمالی، درصد منابع تولید سنتی از ۹۶ به ۸۷ درصد رسیده است و همچنین تولیدات گازی نیز ۲۵ درصد افزایش

یافته‌اند. انتظار می‌رود این روند با توجه به از بازنشسته شدن واحدهای زغال‌سنگ و کاهش تعداد نیروگاه‌های آبی و هسته‌ای ادامه داشته باشد [۶]. هر کدام از انواع منابع تولید سنتی و همچنین تولیدات موجود برای جایگزین کردن آن‌ها خود ارائه‌دهنده‌ی چالشی خاص هستند. در ایران نیز روند تغییرات استفاده از منابع تولید انرژی را می‌توان به صورت زیر بیان کرد [۱۷]:

✓ نیروگاه‌های چرخه‌ی ترکیبی

پیش‌بینی می‌شود ظرفیت نامی نیروگاه‌های چرخه‌ی ترکیبی تا پایان سال ۱۳۹۳ به مقدار ۱۹۹۹۳ مگاوات افزایش یابد. البته بعضی از نیروگاه‌های مزبور به صورت گازی می‌باشد که به تدریج به چرخه ترکیبی تبدیل می‌شوند. در سال ۱۳۸۸ ظرفیت نیروگاه‌های چرخه ترکیبی ۱۳۶۶۴ مگاوات بوده است و ظرفیت این نیروگاه‌ها تا پایان سال ۱۳۹۳ به ۳۳۶۵۷ مگاوات بالغ خواهد گردید. تولید برق کشور به وسیله نیروگاه‌های چرخه ترکیبی، افزایش بازدهی، کاهش مصرف سوخت فسیلی و اثرات مثبت زیست محیطی را به دنبال دارد به‌علاوه نصب این نیروگاه‌ها سریع‌تر و سهل‌تر از نیروگاه‌های بخاری انجام می‌شود.

✓ نیروگاه‌های گازی

هزینه سرمایه‌گذاری پایین، دوره احداث کمتر، هزینه‌های ثابت بهره‌برداری کمتر، راه‌اندازی سریع‌تر، قدرت مانور بارگیری بیشتر و امکان ساخت داخل بخش اعظم تجهیزات نیروگاه‌های گازی نسبت به سایر نیروگاه‌ها به خصوص نیروگاه‌های حرارتی، از مزایایی است که به این نوع نیروگاه‌ها توجه بیشتری در گذشته شده است. لازم به ذکر است با بهره‌برداری از هر واحد بخش بخار نیروگاه‌های چرخه‌ی ترکیبی، واحدهای گازی مربوطه از آمار نیروگاه‌های گازی حذف می‌شود و به آمار نیروگاه‌های چرخه‌ی ترکیبی افزوده می‌گردد. این نیروگاه‌ها عمدتاً تأمین‌کننده بار پیک می‌باشند.

✓ نیروگاه‌های بخاری

محدودیت در تأمین گاز طبیعی نیروگاه‌ها طی سال‌های گذشته و همچنین افزایش قیمت‌های سوخت بخصوص گازوئیل سبب شده است که استفاده از نیروگاه‌های بخاری و احداث واحدهای جدید در برنامه وزارت نیرو قرار گیرد لذا علاوه بر احداث دو واحد ۳۲۰ مگاواتی توسعه نیروگاه بیستون برای سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲، ۲۶۰۰ مگاوات نیروگاه بخاری دیگر نیز که شامل ۶۵۰ مگاوات زغال‌سنگ سوز می‌باشد، در سال‌های آینده به بهره‌برداری خواهد رسید. از انتظار می‌رود تا سال ۱۳۹۳ سهم این نیروگاه‌ها معادل ۲۱/۲ درصد از کل ظرفیت نیروگاه‌های کشور باشد.

✓ نیروگاه‌های برق‌آبی

احداث نیروگاه‌های برق‌آبی به خاطر عدم استفاده از سوخت‌های فسیلی، عدم تولید آلاینده‌های زیست محیطی، کنترل سیلاب‌ها، رهاسازی کنترل شده آب و تولید برق ارزان و سایر مزایای دیگر، همیشه مورد توجه بوده‌اند. البته با توجه به نیاز این نیروگاه‌ها به تولیدات آبی مشکلاتی نیز در برابر استفاده گسترده از آن‌ها وجود داشته است. پیش‌بینی می‌شود با بهره‌برداری از نیروگاه‌های برق‌آبی در دست ساخت، ظرفیت نیروگاه‌های آبی می‌تواند به معادل ۱۳/۷ درصد از کل ظرفیت نیروگاهی کشور برسد که شامل نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک و تلمبه ذخیره‌ای می‌باشد. نیروگاه‌های برق‌آبی به دلیل قدرت مانور بالای بهره‌برداری، از اهمیت ویژه‌ای در پایداری شبکه دارند.

✓ نیروگاه هسته‌ای

انرژی هسته‌ای پاک‌ترین و ارزان‌ترین انرژی است. هم اکنون ۴۲/نیروگاه اتمی ۰ درصد تولید انرژی در دنیا از طریق ۱۷ نیروگاه اتمی نیز در حال ساخت است. بررسی‌های ۳۰ که بخش عمده‌ای از آن در آمریکا و اروپا قرار دارد تولید می‌شود و حدود مختلف نشان می‌دهد رشد نسبی تولید برق از نیروگاه‌های هسته‌ای طی دوره ۲۰ ساله آینده، اجتناب‌ناپذیر خواهد بود، به طوری که برنامه‌ریزی و تدوین استراتژی انرژی در سایه راهبردهای متعارف و متکی به تولیدات انرژی‌های سنتی، دیگر جوابگوی اهداف توسعه پایدار به ویژه در کشورهای در حال توسعه نخواهد بود. بر اساس برخی از پیش‌بینی‌ها، ظرفیت نیروگاه‌های [۱۷] هسته‌ای در دنیا از ۳۷۲ هزار مگاوات در سال ۲۰۰۷ به حدود ۴۸۱ هزار مگاوات در سال ۲۰۳۰ افزایش خواهد یافت

✓ نیروگاه‌های تولید پراکنده و تولید همزمان برق و حرارت (CHP و DG)

استفاده از نیروگاه‌های تولید پراکنده با راندمان بالا در شبکه‌های توزیع سبب کاهش تلفات و کاهش مصرف سوخت می‌گردد و در صورتی که در کنار این نوع واحدها در مناطق مناسب تأسیسات مربوط به تولید حرارت، آب گرم و یا آب شیرین‌کن نصب گردند، راندمان آن‌ها نزدیک به دو برابر می‌شود. لذا احداث این نوع نیروگاه‌ها سبب افزایش راندمان و در نتیجه کاهش مصرف سوخت می‌گردد. پیش‌بینی شده است که تا پایان برنامه پنجم حدود ۲۰۰۰ مگاوات از این نوع نیروگاه‌ها توسط بخش خصوصی و دولتی به ظرفیت نیروگاهی کشور اضافه گردد.

۲-۴-۱- چالش‌ها

چالش‌های قابلیت اطمینانی از مدار خارج شدن واحدهای تولید سنتی را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد.

✓ برنامه‌ریزی برای محدودیت‌های واحدهای آبی

ظرفیت تولیدات آبی در دهه‌ی گذشته کاهش اندکی داشته است و لذا نقش این واحدها در سبد تولید توان آینده باید با دقت بررسی گردد. با توجه به سیاست‌ها و آیین‌نامه‌های موجود احتمال افزایش قابل توجه این تولیدات در آینده‌ی نزدیک کم است. به‌علاوه سیاست‌ها و آیین‌نامه‌های جدید برای استفاده از آب در خنک‌سازی نیروگاه و قوانین زیست‌محیطی، موجود بودن تولیدات آبی و استفاده از آن‌ها را مورد تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین این عوامل باید در هنگامی که نقش تولیدات آبی در برنامه‌ریزی و بهره‌برداری ارزیابی می‌گردد، در نظر گرفته شوند.

✓ ارزیابی مجدد نقش نیروگاه‌های هسته‌ای

مقدار توان تولیدی از انرژی هسته‌ای در کشورها و در نتیجه در سیستم‌های تولید برق مختلف، متفاوت است. لیکن عواملی مانند اوضاع سیاسی، آب‌وهوایی، آیین‌نامه‌ها و فرایندهای اقتصادی می‌توانند در نحوه‌ی استفاده از این انرژی در آینده تأثیرگذار باشند. برای مثال موسسه‌ی EPRI تحقیقاتی را انجام می‌دهد تا تضمین کند انرژی هسته‌ای به عنوان یک گزینه‌ی قابل اعتماد منبع تولید برق سالم، اقتصادی و پاک با عدم انتشار گازهای گلخانه‌ای باقی بماند. از طریق همکاری جهانی با اپراتورهای نیروگاه هسته‌ای، سازمان‌های نظارتی و دیگر سازمان‌های پژوهشی، EPRI تکنولوژی‌های مقرون به صرفه را که استفاده از دارایی‌های هسته‌ای موجود را ماکزیمم می‌کند و از استقرار تکنولوژی‌های جدید هسته‌ای پشتیبانی می‌کند را توسعه می‌دهد.

برنامه‌های تحقیقاتی در زمینه‌ی قابلیت اطمینان در سطح تولید هسته‌ای عبارت‌اند از [۱۸]:

• قابلیت اطمینان تجهیزات

قابلیت اطمینان تجهیزات نیروگاه هسته‌ای به پیاده‌سازی و نصب موفقیت آمیز مهندسی و دقیق، بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری و شیوه‌های جایگزین قطعات توسط کارکنان آموزش داده شده بستگی زیادی دارد. تحقیقات قابلیت اطمینان تجهیزات EPRI عوامل عملکرد انسانی، برنامه‌ریزی و فنی را در مطالعات تحقیقی در مورد ابزارها، تکنیک‌ها و روش‌های پیاده‌سازی در نظر می‌گیرد که می‌تواند ایمنی و قابلیت اطمینان کلی واحد تولید هسته‌ای را افزایش دهد. این برنامه‌ها به قرار زیر می‌باشند: ابزار دقیق و کنترل^۱، تعمیر و نگهداری واحدهای هسته‌ای با برنامه‌های کاربردی^۲ و مهندسی واحد تولیدی

^۳(QA)

• قابلیت اطمینان سوخت

۱- Instrumentation and Control

۲- Nuclear Maintenance Application Center

۳- Plant Engineering (QA)

کمبود و در دسترس نبودن به موقع سوخت و مسائل بهره‌برداری می‌تواند متحمل ده‌ها میلیون دلار هزینه برای هر بار وقوع رویداد گردد. تحقیقات قابلیت اطمینان سوخت EPRI پایه‌های فنی برای اجتناب از این مشکلات با بررسی ریشه‌های آن، تجزیه و تحلیل میله‌های سوخت از کار افتاده^۱ و توسعه دستورالعمل‌های قابلیت اطمینان سوخت را پایه‌ریزی و توسعه می‌دهد. تحقیقات بلندمدت قابلیت در دسترس بودن مفاهیم سوخت پیشرفته را ارزیابی می‌کند که می‌تواند زمان بیشتری را برای کاهش اقدامات در شرایط حادثه ارائه کند.

- پیری / تخریب مواد

عملکرد طولانی‌مدت و یکپارچگی ساختاری اجزای نیروگاه هسته‌ای را می‌توان از طریق درک بالا از خواص مواد، مکانیسم‌های خوردگی، فعل و انفعالات شیمیایی آب و شیوه‌های بهره‌برداری و مدیریت واحد تولید هسته‌ای افزایش داد. تحقیقات پیری و تخریب مواد EPRI کمک می‌کند تا صاحبان نیروگاه‌های هسته‌ای عمر واحد تولیدی خود را ماکزیمم کنند، تکنولوژی‌ها را برای رسیدگی به پیری و تخریب مواد توسعه دهند، حوادث را پیش‌بینی و از آن جلوگیری کنند و ظرفیت، قابلیت اطمینان و در دسترس‌پذیری واحد را بهبود دهند.

- مدیریت ریسک و ایمنی

تکنیک‌های ارزیابی ریسک و ایمنی صاحبان نیروگاه هسته‌ای را قادر می‌سازد تا طراحی، تعمیر و نگهداری و تصمیم‌گیری‌های بهره‌برداری مناسب‌تری اتخاذ کنند و به بهره‌برداری امن‌تر و مقرون به صرفه‌تر واحدهای هسته‌ای کمک می‌کند. EPRI مدل‌های ریسک و ایمنی را توسعه و تصحیح می‌کند تا اطمینان حاصل شود که تصمیم‌گیری‌ها بر مبنای این مدل‌ها، تجربه‌های بهره‌برداری و پیشرفت‌های محاسباتی کنونی را منعکس کند. فعالیت‌های پژوهشی همچنین کمک می‌کند تا ریسک‌های ناشی از سیستم داخلی واحد هسته‌ای و خطرات خارجی از جمله زلزله، سیل، آتش‌سوزی، گردباد و تهدیدات امنیتی کمی‌سازی گردد. لذا این اقدامات هم می‌تواند قابلیت اطمینان این نیروگاه‌ها را افزایش داده و هم موجب پررنگ‌تر شدن نقش انرژی هسته‌ای در تولید برق گردد؛ بنابراین بسته به کشور مورد مطالعه برای محاسبات پایایی باید جوانب مختلف این نیروگاه‌ها در نظر گرفته شود.

۵-۲-۱- تأثیر تغییرات اقلیمی

تمدن صنعتی اگرچه از بسیاری جهات برای انسان، پیشرفت، رفاه، آسایش و راحتی را به همراه آورده است اما برای محیط‌زیست جهانی، نه تنها دستاوردی نداشته است، بلکه به عاملی برای تخریب و برهم زدن نظم زمین تبدیل شده است. پدیده‌ی ماشینی شدن از سده‌ی ۱۸ میلادی، بشر را به نیروی قدرتمندی تبدیل کرد تا توان هر نوع تغییری بر روی کره‌ی خاکی زمین را به دست آورد و ساخته‌های دست خود را از جمله ماشین آلات، ضایعات، پسماندها، گازهای آلوده و ... به میزان وسیعی در سطح زمین پراکنده کند. از همین جا بود که حیات محیط‌زیست به خطر افتاد؛ به عبارت دیگر صنعتی شدن برای هر که و هر چه سودآور بود، برای محیط‌زیست و آب و هوا تاکنون، جز زیان و تخریب چیزی به همراه نداشته است. اکنون با گذشت بیش از ۲ سده از حاکمیت صنعت بر جوامع، تغییر اقلیم (Climate change) یا گرمایش زمین (Global Warming) چالشی جهانی و تهدیدی جدی برای محیط‌زیست کره‌ی زمین به شمار می‌رود که به گفته‌ی کارشناسان این حوزه، عمده‌ترین دلیل آن شدت یافتن فعالیت‌های صنعتی انسان‌ها است. سرعت فعالیت‌های انسانی تا جایی است که پدیده‌های طبیعی حتی فرصت خود پالایی ندارند و وضعیتشان روز به روز در حال بدتر شدن است.

به گفته‌ی کارشناسان زمین‌شناسی پدیده‌های طبیعی و آب و هوا در شرایط عادی قدرت خود پالایی دارند و قادر هستند در صورت به خطر افتادن حیات یا خارج شدن از سیر طبیعی، خود را بازیابی کنند و به حالت طبیعی بازگردند. افزایش درجه‌ی حرارت، ذوب شدن یخ‌های قطبی، بالا آمدن سطح آب‌های آزاد و بی‌نظمی در پدیده‌های آب و هوایی از مهم‌ترین پیامدهای تغییر اقلیم محسوب می‌شوند. کارشناسان حوزه‌ی اقلیم‌شناسی معتقدند، ایران نیز به همراه دیگر کشورهای جهان دچار تغییر اقلیم شده است و در زمان حاضر نیز نشانه‌هایی از دگرگونی اقلیمی در ایران قابل مشاهده است [۱۹].

تغییرات اقلیمی فرایندی است که در طول زمان و در خلال تغییرات آب‌وهوایی صورت می‌پذیرد و این تغییرات برای زمان‌های مختلف قابل اندازه‌گیری است. اثرات ناشی از تغییرات اقلیمی محسوس هستند. این اثرات در بعضی از موارد قابل اندازه‌گیری و هم‌چنین برنامه‌ریزی هستند. برای مثال خشک‌سالی یکی از اثرات فرایند بیابان‌زایی است که قابل اندازه‌گیری بوده و تا حدودی می‌توان برای آن برنامه‌ریزی کرد.

۱-۲-۵-۱ - پیش‌زمینه

در کشورهای مختلف تغییرات جوی می‌تواند روی شبکه تأثیرات متفاوتی بگذارد. چالش پیش روی این شبکه‌ها شناسایی اثرات این تغییرات جوی به‌خصوص اثرهایی است که ممکن است روی قابلیت اطمینان تأثیر بگذارد. سپس لازم است که طرح‌هایی برای کاهش اثرات و یا سازگاری با آن‌ها توسعه داده شود. این فرایند می‌تواند برای شرکت‌هایی که نواحی بزرگی را زیر پوشش خود دارند، پیچیده‌تر باشد. در ایران ناهنجاری‌های اقلیمی مانند طوفان‌ها، خشک‌سالی‌های بلندمدت و روند دار بودن تغییرات دما و بارش نشان‌دهنده‌ی عمق اثرات تغییر اقلیم است و تنها افزایش سطح آب دریاها نشانه‌ی تغییر اقلیم نیست بلکه به مفهوم واقعی می‌توان نشانه‌هایی از این پدیده را در کشور مشاهده کرد. تولیدات مختلف از رشد روزافزون بیابان‌ها، تغییر الگوی بارش کشور، از بین رفتن یا کاسته شدن قابل ملاحظه ذخایر برفی مناطق کوهستانی و یخچالی، افزایش دما و روند کاهشی مقدار بارش خبر می‌دهند این عوامل روشن و معنادار ضمن وقوع همزمان، همگی با حرکت در جهت منفی نشان از وقوع پدیده‌ی تغییر اقلیم دارند.

۱-۲-۵-۲ - چالش‌ها

چالش‌های مربوط به تغییرات اقلیمی از نظر زمانی به دو دسته تقسیم می‌شوند. اثرات کوتاه‌مدت که مطرح کننده‌ی چالش‌هایی در حوزه‌ی بهره‌برداری و اثرات ناشی از تغییرات اقلیمی بلندمدت که چالش‌هایی را در حوزه‌ی برنامه‌ریزی ارائه می‌دهند. پاسخ به این چالش‌ها در قالب سیاست‌ها و قوانین جدید خود می‌تواند مطرح کننده‌ی چالش‌های جدید باشد.

✓ مدیریت تأثیر تغییرات اقلیمی در حوزه‌ی بهره‌برداری

در ادامه نتایج تغییرات اقلیمی که می‌تواند در بهره‌برداری سیستم تأثیرگذار باشد، لیست گردیده است.

- دما- تغییرات دما شامل تغییر در میانگین دما و کمینه و بیشینه‌ی دما می‌شود. افزایش و یا کاهش دماهای بیشینه و کمینه می‌تواند الگو و اندازه‌ی پیک‌بار را تغییر دهد. حوادث ناشی از تغییرات دما می‌تواند مانند گرم‌ترین روز یا سردترین روز سال و یا مانند گرم‌ترین تابستان ثبت‌شده در ۲۰ سال گذشته با وسعت بیشتری باشند.
- حوادث مربوط به آب‌وهوای بد- حوادث مربوط به آب‌وهوای بد مانند طوفان‌ها می‌توانند با تغییرات جوی افزایش یابند. آثار این حوادث می‌تواند متمرکز و یا پخش شده در طول زمان باشد. به‌طور مثال، طوفان‌ها می‌توانند زیرساخت‌های فیزیکی را تخریب و یا شرایطی را به وجود بیاورند، مانند سیل، که نتوان توان را به مشترکین بازگرداند.

در مقابل افزایش تعداد رعد و برق در طول چند ده سال ممکن است موجب قطع لحظه‌ای سیستم انتقال شود. در سال ۲۰۱۳ در ایالات متحده بیشترین دلیل قطعی‌های سیستم‌های انتقال، رعد و برق بود. آثار ثانویه‌ی شرایط بد آب‌وهوایی مانند قطع درختان و آتش‌سوزی‌های گسترده نیز خود چالشی برای پایایی شبکه محسوب می‌شود.

- آتش‌سوزی‌های وسیع - هرچند که آتش‌سوزی خود از جمله حوادث آب‌وهوای بد محسوب نمی‌شود، لیکن آب‌وهوای بد می‌تواند موجب ایجاد یا گسترده شدن آتش‌سوزی بشود. آتش‌سوزی به عنوان خطری فیزیکی برای زیرساخت‌ها محسوب می‌شود. دود، گرما و شعله‌های ناشی از آتش‌سوزی می‌تواند عملکرد سیستم انتقال را مختل نماید. هر ساله آتش‌سوزی‌ها موجب تخلیه‌ی نیروگاه‌های تولید برق می‌شوند.

✓ برنامه‌ریزی برای آثار شرایط جوی بد با هدف حفظ کفایت تولید

تغییرات آب‌وهوایی ممکن است روی کفایت تولیدات در آینده تأثیر بگذارد و چالش‌هایی ایجاد شود که باد در نظر گرفته شوند. در زیر دو نمونه اصلی آورده شده است:

- بارش - تغییرات در بارش شامل کاهش و یا افزایش مقدار بارندگی به همراه جابه‌جایی زمانی در چرخه‌ی بارش است. این تغییرات می‌تواند روی مقدار برف، دبی رودخانه‌ها و دسترسی به آب برای خنک‌سازی نیروگاه‌ها تأثیر بگذارد. برای مثال Pacific Northwest ممکن است در چند دهه‌ی آینده بارندگی بیشتری را در بهار داشته باشد و این می‌تواند در دسترسی به تولیدات آبی برای خنک‌سازی مؤثر باشد.

- دما - تغییرات مربوط به میانگین دما چالش‌هایی را در حوزه‌ی برنامه‌ریزی مطرح می‌کنند. این نوع از تغییرات دارای پتانسیل تغییر دائمی الگوی بار است.

✓ مقابله با اثرات کوتاه‌مدت و درازمدت خشک‌سالی

خشک‌سالی در اثر تغییر در بارش‌های سالیانه و همچنین افزایش دما در مدت‌زمانی طولانی به وجود می‌آید. خشک‌سالی موجب به وجود آمدن چالش برای سیستم قدرتی است که به تولیدات آبی هم به عنوان سوخت و هم به عنوان خنک‌کننده وابستگی بالایی دارد. به‌علاوه آب یک کالایی رقابتی بین صناعت‌های مختلف به حساب می‌آید. کمبود تولیدات آبی در اثر خشک‌سالی باعث شدت گرفتن این رقابت می‌شود. به عبارتی کمبود آب موجب اولویت‌بندی صنایع مختلف از قبیل کشاورزی و ... برای استفاده از آب می‌شود.

✓ پاسخ به سیاست‌های جدید در رابطه با تغییرات اقلیمی

سیاست‌های جدید وضع‌شده مربوط به آثار ناشی از تغییرات اقلیمی تمامی ابعاد شبکه را از مقدار تقاضا (به عنوان مثال افزایش نفوذ خودروهای الکتریکی) تا کفایت تولید (به عنوان مثال استانداردهای سبد تولیدات تجدید پذیر) تحت تأثیر قرار می‌دهد. مقدار زیادی از تولیدات گازهای گلخانه‌ای مربوط به صنعت برق است. لذا در راستای جلوگیری از آثار تغییر شرایط اقلیمی می‌توان سیاست‌ها و قوانین مختلفی برای این صنعت وضع کرد. به‌علاوه قوانین وضع‌شده برای کاهش آلودگی سایر صنایع مانند بخش حمل‌ونقل می‌تواند روی صنعت برق نیز تأثیر بگذارد.

۳-۱- چالش‌های تولیدات متغیر

چالش‌های قابلیت اطمینانی تولیدات متغیر به زیردسته‌های نفوذ تولیدات متغیر، متعادل‌سازی تغییرات و تولیدات پراکنده تقسیم‌بندی می‌شوند که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۳-۱-۱- ورود تولیدات متغیر به سیستم

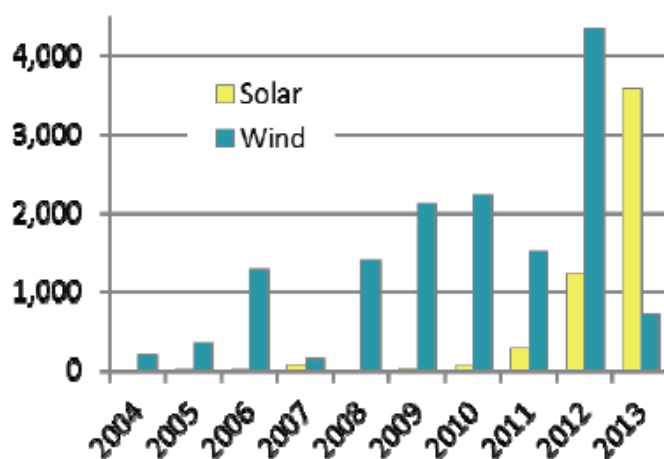
نفت و مشتقات آن از سرمایه‌های ارزشمند ملی و حیاتی کشور می‌باشند که مصرف غیر بهینه آن‌ها گاهی زیان‌های جبران‌ناپذیری را ایجاد می‌نماید، از این‌رو صاحب‌نظران و کارشناسان به دنبال تولیداتی هستند که به تدریج جایگزین سوخت‌های فسیلی نمایند. سوخت‌های فسیلی آلودگی‌های زیست محیطی بی‌شماری را اعمال می‌کنند، به عبارت دیگر از یک طرف در نتیجه سوختن مواد فسیلی گازهای سمی وارد محیط‌زیست شده و تنفس انسان را دچار مشکل می‌کنند و محیط‌زیست را آلوده نموده و از طرفی دیگر تراکم این گازها در جو زمین مانع خروج گرما از اطراف زمین می‌شود و باعث افزایش دمای هوا و تغییرات گسترده آب و هوایی در زمین می‌گردد که تأثیرات گلخانه‌ای نامیده می‌شود.

متخصصان بر این باورند که با استفاده از انرژی‌های پاک نظیر انرژی خورشیدی، بادی، زمین‌گرمایی، هیدروژن و غیره به‌جای انرژی‌های حاصل از سوخت‌های فسیلی، از آلودگی‌های زیست محیطی و خطرات مترتب بر آن جلوگیری خواهد شد. از سوی دیگر انرژی‌های فسیلی مانند نفت، گاز و زغال‌سنگ سرانجام روزی به پایان خواهند رسید و با پایان گرفتن آن‌ها تمدن بشری که بستگی مستقیم به انرژی دارد دچار یک چالش جدید و بزرگ خواهد شد. این امر سبب شده است که کشورهای توسعه‌یافته صنعتی با جدیت هر چه تمام‌تر استفاده از سایر انرژی‌های موجود در طبیعت و به خصوص انرژی‌های تجدید پذیر را مورد توجه قرار دهند. استفاده از انرژی خورشید، باد و امواج دریا، زمین‌گرمایی، هیدروژن و ... که به انرژی‌های تجدید پذیر

موسوم‌اند مستلزم مطالعات و تحقیقات فراوانی می‌باشد که قبل از استفاده باید انجام گیرند. به دلیل اینکه سوخت منابع تولید برق استفاده کننده از انرژی‌های تجدیدپذیر قابل کنترل نبوده و به صورت متناوب در دسترس هستند، منابع تولید متغیر نیز نامیده می‌شوند. مجموعه‌ی انرژی‌های تجدید پذیر به ویژه برای کشورهای در حال توسعه از جاذبه بیشتری برخوردار است. بنابراین در برنامه‌ها و سیاست‌های بین‌المللی از جمله در برنامه‌های سازمان ملل متحد در راستای توسعه پایدار جهانی، نقش ویژه‌ای به تولیدات تجدیدپذیر انرژی محول شده است؛ اما سازگار کردن این تولیدات انرژی با سیستم فعلی مصرف انرژی جهانی هنوز با مشکلاتی همراه بوده که بررسی و حل آن‌ها حجم مهمی از تحقیقات علمی جهان را در دهه‌های اخیر به خود اختصاص داده است. بنابراین استفاده از تولیدات جدید انرژی به جای تولیدات فسیلی امری الزامی است. سیستم‌های جدید انرژی در آینده باید متکی به تغییرات ساختاری و بنیادی باشد که در آن تولیدات انرژی بدون کربن نظیر انرژی خورشیدی و بادی و زمین‌گرمایی و کربن خنثی مانند انرژی بیوماس مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲۰].

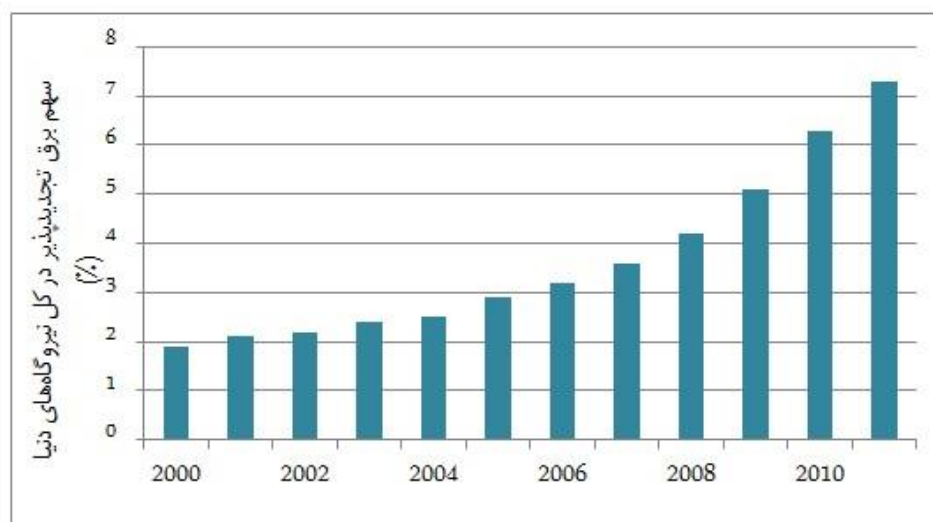
۱-۱-۳-۱- پیش‌زمینه

در سال‌های اخیر نفوذ تولیدات متغیر در سیستم‌های تولید برق افزایش قابل توجهی داشته است. بیشترین افزایش مربوط به انرژی بادی بوده است. هر چند که رشد سلول‌های خورشیدی در دو سال اخیر در بعضی از کشورها چون ایالات متحده از انرژی بادی پیش گرفته است. نمودار مربوط به افزایش نفوذ تولیدات بادی و خورشیدی در ایالات متحده در شکل ۲-۷ نشان داده شده است.



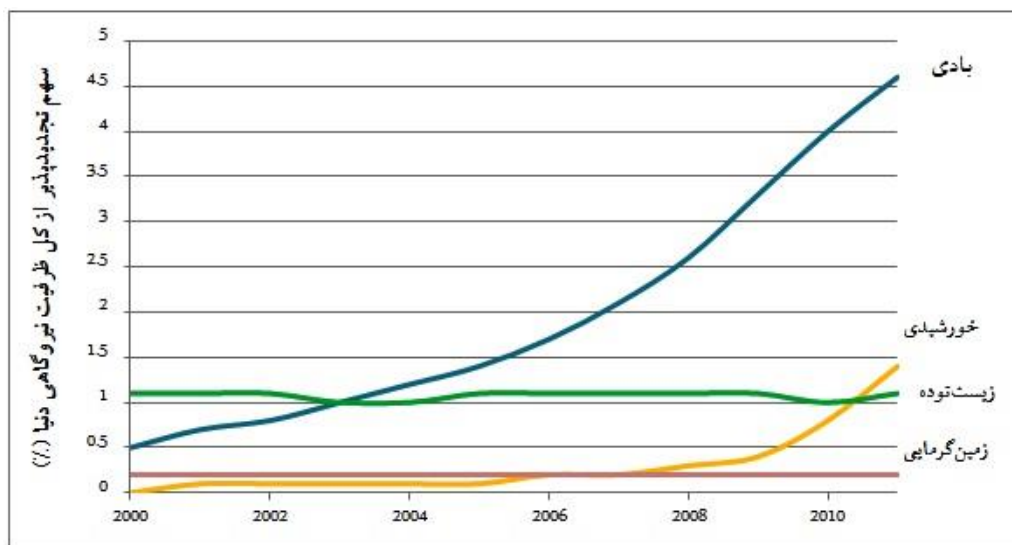
شکل ۲-۷: نفوذ تولیدات متغیر بادی و خورشیدی در آمریکا (بر حسب MW) [۶]

در کل پیشرفت فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر، طی چند سال گذشته، در دنیا به کاهش هزینه‌ی تمام‌شده‌ی برق حاصل از آن انجامیده و با افزایش حاشیه‌ی سود، رشد این صنعت، شتاب بالایی داشته است. نیروگاه‌های بادی، نیروگاه‌های خورشیدی، نیروگاه‌های زمین‌گرایی و نیروگاه‌های زیست‌توده از جمله مهم‌ترین منابع تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر به شمار می‌روند. در سال ۲۰۱۱ مجموع سرمایه‌گذاری در زمینه‌ی استفاده از تولیدات تجدیدپذیر انرژی در سطح دنیا به ۲۶۰ میلیارد دلار رسید. افزایش سرمایه‌گذاری در این زمینه، سهم این انرژی‌ها را در تولید برق از ۲ درصد در سال ۲۰۰۰ به ۷/۳ درصد در سال ۲۰۱۲ رسانده است (شکل ۲-۸)؛ به عبارت دیگر، سهم انرژی‌های تجدیدپذیر طی ۱۰ سال، بیش از ۳ برابر شده و ظرفیت تولید برق تجدیدپذیر در دنیا از کل ظرفیت نصب‌شده‌ی نیروگاهی به ۳۹۰ هزار مگاوات رسیده است. به بیان ساده، این میزان معادل ۵ برابر ظرفیت نیروگاه‌های تولید برق در ایران است. در نمودار شکل ۲-۹ به تفکیک، روند رشد تولید برق از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ مشاهده می‌شود.



شکل ۲-۸: سهم برق تجدیدپذیر از کل ظرفیت تولید برق در دنیا به درصد [۲۱]

در میان انواع تولیدات تجدیدپذیر انرژی، فناوری توربین‌های باد بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است. در این مدت، سهم انرژی باد که در سال ۲۰۰۰ کمتر از ۰/۵ درصد بوده، با رشدی نمایی در سال ۲۰۱۰ به ۴/۶ درصد رسیده است. با رشد فناوری توربین‌های بادی و کاهش قیمت تمام‌شده‌ی آن‌ها طی این دوره‌ی ۱۰ ساله، ظرفیت نیروگاه‌های بادی نصب‌شده در جهان، به‌طور متوسط سالانه ۲۸ درصد رشد داشته و به بیش از ۱۰ برابر افزایش یافته است. کشورهای چین، آمریکا، آلمان، اسپانیا و هند در این زمینه پیشتازند.



شکل ۲-۹: روند افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در مجموع ظرفیت نیروگاه‌های دنیا [۲۲]

انرژی خورشیدی که در سال ۲۰۰۰ سهم ناچیزی در تولید برق داشت، در سال ۲۰۰۷ از انرژی زمین‌گرمایی و پس از آن، از انرژی زیست‌توده پیشی گرفته است و پس از انرژی بادی، در جایگاه دوم قرار دارد. بررسی روند رشد فناوری تولید برق خورشیدی نشان می‌دهد استفاده از آن با رشدی مشابه انرژی باد در حال گسترش است. البته قیمت تمام‌شده‌ی بالاتر نسبت به انرژی باد، استفاده از آن را همچنان در اولویت پایین‌تری قرار می‌دهد. در مقایسه با نیروگاه‌های باد، نیروگاه‌های خورشیدی هزینه‌ی تمام‌شده‌ی بالاتری دارند که به‌طور متوسط ۲ تا ۳ برابر نیروگاه‌های بادی است. کشورهای آلمان، اسپانیا، ژاپن، ایتالیا و آمریکا کشورهای پیش‌تاز در این زمینه محسوب می‌شوند.

پس از این دو فناوری، انرژی زیست‌توده با سهم ۱ درصد از کل تولید برق قرار دارد. در حال حاضر در کشورهای اروپایی از درختان و گیاهانی که دارای رشد سریع هستند به عنوان یک منبع زیست‌توده برای تولید برق استفاده می‌شود. لیکن باید به این نکته توجه داشت که استفاده از این تولیدات دارای چالش نیاز به غلات و دانه‌های روغنی در تأمین نیازهای غذایی کشور است. کشورهای آمریکا، برزیل، آلمان، اسپانیا و هند بیشترین سهم تولید برق را با استفاده از زیست‌توده به خود اختصاص داده‌اند.

سهم انرژی زمین‌گرمایی در تولید برق، به علت وجود محدودیت در مناطق قابل احداث و هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری، از ۰/۲ درصد تجاوز نمی‌کند. این فناوری نیز مشابه فناوری تولید برق با انرژی زیست‌توده، در سالیان اخیر، رشد چندانی نداشته است و البته کشورهای آمریکا، فیلیپین، اندونزی، مکزیک و ایتالیا در این زمینه پیشرو هستند.

همچنان که اشاره شد، وضعیت توسعه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر در دنیا نشان می‌دهد که نیروگاه‌های بادی در میان انواع روش‌های تولید برق تجدیدپذیر، بیشترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند و رشد چشمگیری را در سال‌های گذشته تجربه کرده‌اند. نیاز به تنوع‌بخشی در سبد تولید برق کشور ایران، اهمیت توجه به این فناوری را در مقایسه با سایر فناوری‌های تولید برق تجدیدپذیر، دوچندان کرده است. در سال‌های اخیر گرایش به توربین‌های بادی در کشور ایران افزایش قابل توجهی داشته است. ورود منابع تولید متغیر با توجه به عدم قطعیت آن‌ها پایایی شبکه را با چالش‌های متنوعی رو به رو می‌سازد که در بخش بعدی این چالش‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۲-۱-۳-۱- چالش‌ها

چالش‌های قابلیت اطمینانی ورود تولیدات متغیر را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد.

✓ یافتن و درک محرک‌ها

بسیاری از محرک‌های تولیدات متغیر از کنترل صنعت برق و رگولاتورهای آن خارج است. سیاست‌گذاری‌های مربوط به مسائل زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی مهم‌ترین محرک‌های تولیدات متغیر هستند. نمونه‌هایی از این سیاست‌گذاری‌ها در زیر لیست گردیده است.

- استاندارد سبد انرژی‌های تجدیدپذیر
 - مشوق‌های مالیاتی برای استان‌هایی که از تولیدات بادی و خورشیدی بیشتری استفاده می‌کنند.
 - برنامه‌های ایجاد اعتبار برای توسعه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر
 - مقررات وضع شده مربوط به طرح تولید توان پاک
- بازنشسته شدن نیروگاه‌های تأمین بار پایه مانند نیروگاه‌های زغال‌سنگ می‌تواند موجب افزایش تولیدات متغیر در آینده شود. جایگزین کردن نیروگاه‌های تأمین بار پایه با تولیدات متغیر باعث به وجود آمدن چالش چندوجهی می‌شود. فاکتور ظرفیت و یا به عبارتی نسبت توان متوسط به توان نامی تولیدات توان بادی از تولیدات نیروگاه‌های زغال‌سنگ کمتر است. بنابراین ظرفیت نصب‌شده‌ی بیشتری از تولیدات بادی و خورشیدی برای جایگزین کردن نیروگاه‌های زغال‌سنگ از مدار خارج شده مورد نیاز است. چالش دیگر متغیر بودن تولیدات بادی و خورشیدی است. تغییر و چالش بزرگی که شبکه با آن روبه‌رو می‌شود، این است

که تولیدات بادی و خورشیدی ممکن است برخلاف نیروگاه‌های زغال‌سنگی توانایی فراهم کردن خدمات ضروری پایایی (مانند ظرفیت ثابت و تولید مطمئن، تولید بار پایه) را نداشته باشند.

✓ مدیریت عدم قطعیت‌ها

عدم قطعیت و کنترل‌پذیری باد و خورشید موجب به وجود آمدن چالش‌های بهره‌برداری می‌شود. در دهه‌ی گذشته آنالیز و بررسی اطلاعات و داده‌های به دست آمده از انرژی بادی و خورشیدی باعث پیشرفت محققان در زمینه‌ی پیش‌بینی الگوهای باد و خورشید شده است. با این وجود هیچ پیش‌بینی خالی از عدم قطعیت نیست. تغییرات ناگهانی در تابش خورشید و یا وزش باد می‌تواند موجب افزایش یا کاهش سریع انرژی خروجی شود.

✓ متعادل‌سازی تغییرات تولیدات تجدیدپذیر

تغییرات تولیدات متغیر از دو شکل است: یکی کوتاه مدت و دیگری میان مدت و فصلی. متعادل‌سازی تغییرات تولیدات بادی و خورشیدی یک چالش پیش‌رو است. منابع تولید توان موجود باید انعطاف لازم برای مقابله با هرگونه تغییر غیرعادی در خروجی تولیدات متغیر را داشته باشند. گزینه‌های پیش‌رو برای متعادل‌سازی این تغییرات در ادامه‌ی این گزارش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

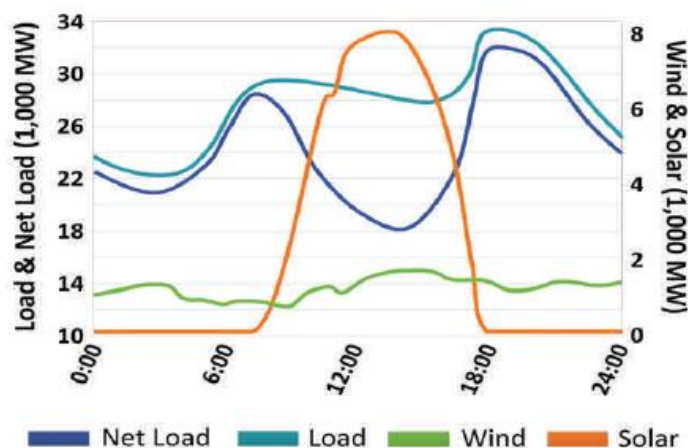
۲-۳-۱- متعادل‌سازی تغییرات تولیدات تجدیدپذیر

برقراری تعادل بین بارها و تولیدات مبنای کار بهره‌برداران شبکه برق محسوب می‌شود. برای تضمین پایایی شبکه و به دست آوردن قابلیت اطمینان موردنظر باید تغییرات موجود متعادل گردند. دو عامل اصلی تغییرات در شبکه، بارهای مصرف‌کنندگان و منابع تولید متغیر هستند. افزایش نفوذ منابع تولید متغیر به انعطاف بالاتری در بهره‌برداری شبکه برای متعادل‌سازی تغییرات و مدیریت پایداری سیستم نیاز دارد.

۱-۳-۲-۱- پیش‌زمینه

دسترسی به منابع تولید متغیر به‌طور پیوسته در حال تغییر است. در بعضی از ماه‌های سال و ساعت‌های روز شیب مربوط به تولیدات متغیر مطابق شکل ۲-۱۰ ممکن است به صورت ناگهانی در خلاف الگوی تغییر بار افزایش یا کاهش یابد. عدم قطعیت مربوط به زمان و مقدار این تغییرات متعادل‌سازی آن‌ها را در شبکه به یک فرایند پیچیده تبدیل می‌کند. هرچند که در حالت

کلی متعادل‌سازی تغییرات بار و منبع یکسان است (تقاضا باید برابر تولید باشد) لیکن ویژگی‌های تولیدات متغیر و قوانین زیست محیطی مربوط به آن‌ها ارائه‌دهنده‌ی چالش است.



شکل ۲-۱: مقایسه‌ی توان الکتریکی موجود از تولیدات بادی و خورشیدی و بار شبکه در ۲۴ ساعت

۲-۳-۱- چالش‌ها

چالش‌های قابلیت اطمینانی متعادل‌سازی تغییرات را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد.

✓ برنامه‌ریزی برای ایجاد قابلیت انعطاف مورد نیاز شبکه

انعطاف مورد نیاز می‌تواند با تغییر ترکیب تولیدات موجود (به عنوان مثال اضافه کردن تولیدات گازی) و یا با استفاده از مکانیسم‌های بهره‌برداری (به عنوان مثال استفاده از ذخیره‌سازهای انرژی و روش‌های پاسخ‌گویی بار) به دست آید. این گزینه‌ها هر کدام به برنامه‌ریزی احتیاج داشته و دارای چالش‌های مربوط به خود هستند. برای مثال افزایش استفاده از منابع تولید گازی برای مدیریت تولیدات متغیر خود باعث افزایش وابستگی به تولیدات گاز طبیعی می‌شود. وابستگی به تولیدات گازی دارای چالش مخصوص به خود است که در یک بخش جداگانه بررسی گردیده است. ذخیره‌سازی انرژی نیز در حال حاضر یک گزینه‌ی پر هزینه به شمار می‌رود و به صورت گسترده مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. پاسخ‌گویی بار نیازمند برنامه‌هایی پیچیده بوده و وابسته به قطع و یا کاهش داوطلبانه‌ی بار مصرف‌کنندگان است لذا ممکن است برای تمامی زمینه‌ها مناسب نباشد. به‌علاوه درصد شرکت در برنامه‌های پاسخ‌گویی بار در طول زمان تغییر می‌کند.

✓ نگاه‌داشتن رزرو بهره‌برداری برای متعادل‌سازی تغییرات

برای متعادل‌سازی تولیدات متغیر معمولاً از رزرو بهره‌برداری مخصوص این کار استفاده می‌شود. هزینه‌ی استفاده از رزرو بالا بوده و می‌تواند روی بهره‌برداری از سیستم تأثیر بگذارد. البته می‌توان از تغییر تولید واحدهای موجود نیز برای مطابقت با خروجی واحدهای خورشیدی و بادی استفاده کرد. لیکن بیشتر تولیدات حرارتی باید یک سطح تولید کمینه را داشته باشند و برای حالت شرح داده شده طراحی نشده‌اند. کار اضافی واحدهای سنتی موجب فرسودگی بیشتر آن‌ها شده و در نتیجه نرخ قطعی‌ها به همراه قطعی‌های با مدت‌زمان بیشتر افزایش پیدا می‌کند. توزیع دوباره‌ی واحدهای آبی نیز یکی دیگر از گزینه‌ها است، لیکن این گزینه نیز می‌تواند توسط عواملی چون قوانین زیست‌محیطی محدود گردد.

۳-۳-۱ - تولیدات پراکنده

تجدید ساختار در صنعت برق و دیگر بازارهای انرژی، حساسیت‌های زیست محیطی و نیز پیشرفت‌های صنعتی در به‌کارگیری تولیدات انرژی تجدیدپذیر و بهبود راندمان در تولید برق، استفاده از واحدهای تولید برق کوچک در شکل‌های مختلف را امکان‌پذیر ساخته است. حضور این واحدهای تولیدی تأثیرات متنوع مثبت و منفی را در سیستم قدرت به همراه دارد. با توجه به اینکه طراحی و بهره‌برداری از سیستم قدرت اساساً بدون توجه به اثرات ناشی از حضور این واحدهای تولیدی تدوین شده است، طبعاً برای کاهش اثرات منفی و افزایش تأثیرات مثبت این تولیدات در سیستم، ضمن شناسایی آن‌ها می‌بایست تمهیدات لازم در مراحل نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری از واحدها و نیز طراحی و راهبری سیستم در نظر گرفته شود. بی‌شک بدون مطالعه و شناخت دقیق تأثیرات متقابل منابع تولید پراکنده و سیستم در حوزه‌های طراحی، بهره‌برداری و مدیریت، نمی‌توان انتظار داشت که دستیابی به مزایای متنوعی که در کنار بهره‌گیری از این تولیدات در سیستم متصور است، به‌طور کامل امکان‌پذیر باشد.

با وجود اینکه امروزه بیش از یک دهه از پیدایش جدی تولید پراکنده در سیستم‌های قدرت می‌گذرد، هنوز یک اتفاق نظر در خصوص تعریف DG که تمام جوانب آن را به‌طور کامل در برگیرد وجود ندارد. تعاریفی که امروزه برای DG ارائه می‌شود بازه‌ی وسیعی از تکنولوژی‌های نوین تولید انرژی الکتریکی از واحدهای کوچک یک کیلوواتی و ژنراتورهای یک مگاواتی گرفته تا مزارع بادی چند مگاواتی را در بر می‌گیرد. فناوری‌های مختلفی در زمره DG جای می‌گیرند که عبارت‌اند از توربین‌های احتراقی کوچک، ژنراتورهای مبتنی بر زیست‌توده، سیستم‌های فتوولتاییک، پیل‌های سوختی، توربین‌های بادی، میکرو توربین‌ها، مجموعه‌های موتور ژنراتور و واحدهای آبی کوچک. اساساً DG به عنوان منبع توان الکتریکی برای تأمین بخشی از

توان اکتیو مورد نیاز مشترکان استفاده می‌شود [۲۳]. بنابراین با توجه به این تعریف، الزامی به تولید توان راکتیو توسط DG وجود ندارد، با این وجود در بسیاری از فناوری‌های مرتبط با DG به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم امکان تولید توان راکتیو نیز میسر است. با توجه به نیازمندی‌های بار و نوع DG کاربردهای مختلفی برای تولید پراکنده متصور است که عبارت‌اند از [۲۳]:

✓ تغذیه‌ی پشتیبان به منظور تأمین توان بارهای حساس مثل واحدهای صنعتی خاص و بیمارستان‌ها در هنگام قطع برق شبکه و ارتقای سطح قابلیت اطمینان؛

✓ تغذیه‌ی بارها به صورت جدا از شبکه برای مناطق دور افتاده که به علت وجود موانع جغرافیایی برق‌رسانی به آن‌ها از طریق شبکه بسیار گران تمام می‌شود؛

✓ پیک‌سایی از طریق تأمین توان مورد نیاز بار در ساعات پیک که می‌تواند هزینه برق مشترکان صنعتی را که بر مبنای تعرفه‌های زمانی محاسبه می‌شود، کاهش دهد؛

✓ تقویت ولتاژ سیستم در نواحی روستایی و دوردست که به شبکه نیز متصل‌اند؛

✓ تولید ترکیبی گرما و برق^۱ به منظور دستیابی به راندمان بالاتر در مصرف انرژی؛

✓ تأمین بخشی از توان مورد نیاز در بار پایه؛

✓ به تعویق انداختن احداث و توسعه شبکه؛

✓ کاهش آلودگی‌های زیست محیطی به خصوص برای تولیدات مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر؛

با افزایش نفوذها DG ممکن است ترکیب بار تغییر کند. به‌علاوه همه‌ی DGها مانند سایر واحدهای تولید بزرگ کنترل و مانیتور نمی‌شوند لذا ارائه‌دهنده‌ی چالش هستند. تأثیر DGها روی قابلیت اطمینان در مقالات مختلفی بررسی شده است. در ادامه به‌طور خلاصه آثار تولیدات پراکنده روی قابلیت اطمینان لیست گردیده است.

از دیدگاه سیستم تولید، حضور DG به عنوان منبع تولید توان، موجب بهبود قابلیت اطمینان شده و نیاز سیستم به احداث نیروگاه‌های بزرگ مرکزی را کاهش می‌دهد. هرچند تعیین میزان این کاهش با توجه به تفاوت‌های میان DG و واحدهای تولیدی مرکزی نیاز به تحقیق بیشتری دارد. حضور DG از چند جهت قابلیت اطمینان را تحت تأثیر قرار می‌دهد:

^۱ Combined heat and power (CHP)

- با توجه به اینکه بهره‌گیری از منابع تولید پراکنده غالباً با کاهش بارگذاری تجهیزات سیستم همراه است و از سوی دیگر نرخ وقوع خطا در تجهیزات با بارگذاری آن‌ها رابطه مستقیم دارد، می‌توان انتظار داشت حضور DG موجب کاهش احتمال وقوع خطا در تجهیزات شده و از این طریق احتمال خاموشی در سیستم را کاهش دهد.
 - در سیستم‌های توزیع به علت شعاعی بودن فیدها، بار تنها از یک مسیر تغذیه می‌شود بنابراین برای افزایش قابلیت اطمینان سیستم و ایجاد مسیرهایی دیگر برای تأمین بار در هنگام بروز خطا در تجهیزات سیستم، فیدها از طریق کلیدهای مانور به یکدیگر وصل می‌شوند. این کلیدها در حالت عادی باز هستند ولی در هنگام ایجاد خطا در سیستم و قطع مسیر اصلی تغذیه‌ی بار، با بستن این کلیدها و ایجاد مسیر جدید تغذیه، سعی می‌شود تا بار قطع شده تا حد امکان از طریق این نقاط تغذیه شوند. واحدهای DG (در صورتی که امکان تغذیه‌ی بار به صورت ایزوله را دارا باشند) در هنگام بروز خطا می‌توانند بخشی از بار قطع شده سیستم را به‌طور جدا از شبکه تغذیه نمایند و از این طریق قابلیت اطمینان سیستم را افزایش دهند. باید توجه داشت که در این حالت DG می‌بایست توانایی‌های لازم را برای تأمین بار در کل بازه‌ی زمانی مورد نظر دارا باشد. در این مورد DG همانند یک نقطه‌ی مانور عمل می‌کند.
 - اگر DG به هر دلیلی دارای امکان تغذیه‌ی بار به صورت جدا از شبکه نباشد، بهره‌گیری از آن در کنار نقاط مانور سیستم می‌تواند موجب افزایش قابلیت تغذیه‌ی نقاط مانور شده و از این طریق امکان تغذیه‌ی بخش بیشتری از بار قطع شده‌ی سیستم فراهم می‌شود. این اثر می‌تواند نیاز سیستم به داشتن نقاط مانور با قابلیت تغذیه‌ی بالا را کاهش دهد.
- علاوه بر تمام مزایایی که به کارگیری DG در شبکه دارد، ورود DG به شبکه باعث به وجود آمدن مشکلاتی نیز می‌گردد. ورود DGها باعث پیچیده شدن شبکه و سیستم حفاظتی آن می‌گردد و کنترل شبکه مشکل‌تر می‌گردد. اتصال DGها به شبکه باعث افزایش هارمونیک شبکه می‌گردد. با اتصال DG به شبکه بعضی از ویژگی‌های شبکه دست‌خوش تغییرات می‌گردد برای مثال:
- مقدار نامی تجهیزات و سطح اتصال کوتاه:
- با افزایش DGها سطح اتصال کوتاه شبکه افزایش می‌یابد و باید مراقب بود که این سطح اتصال کوتاه از قدرت نامی کلیدهای قدرت تجاوز نکند که در این صورت شبکه را با خطر روبرو خواهد ساخت.
- افزایش ولتاژ:

وقتی DG به شبکه وصل می‌شود شارش توان اکتیو و راکتیو خطوط دست‌خوش تغییرات می‌گردد. تحقیقات نشان داده است که وجود DG باعث افزایش چشمگیری در ولتاژ انتهای خطوط بلند با امیدانس خط بالا در حالت بار سبک می‌گردد.

▪ تلفات :

تلفات یکی از مسایل مهمی است که در هنگام طراحی و پیاده‌سازی سیستم باید آن را مد نظر قرارداد. تلفات جز جدایی‌ناپذیر هر سیستم هستند. اما مقدار آن با توجه به طراحی سیستم متغیر می‌باشد. با ورود DGها بهره‌برداری از شبکه با تغییرات مختلفی روبرو می‌شود. شارش توان دو طرفه می‌گردد. تلفات بسیار وابسته به مقدار توان عبوری از خط هستند. بنابراین ورود DGها تأثیرات چشمگیری در تلفات خط خواهد داشت.

▪ کیفیت توان:

تولیدات پراکنده تأثیرات قابل توجهی در کیفیت توان سیستم‌های توزیع دارند. بسیاری از DGها از ادوات الکترونیک قدرت در فصل مشترک خود با شبکه استفاده می‌کنند، که این ادوات تولید هارمونیک می‌کنند و این مسئله را هنگام طراحی باید مد نظر قرارداد. چون غفلت از این موضوع ممکن است باعث به وجود آمدن رزونانس در خازن‌ها یا کابل‌ها گردد. اما با کنترل مناسب این ادوات می‌توان تأثیرات منفی آن‌ها را از بین برده و همچنین در راستای افزایش قابلیت اطمینان سیستم از آن‌ها بهره‌برداری نمود.

▪ قابلیت اطمینان:

قابلیت اطمینان همواره از مهم‌ترین مسایل هر سیستمی می‌باشد. یکی از مهم‌ترین بحث‌های هر سیستم، بحث قابلیت اطمینان آن است. با ورود DGها روش‌هایی که برای اندازه‌گیری قابلیت اطمینان سیستم‌ها استفاده می‌شد نیز دست‌خوش تغییرات گردیده است. مثلاً حالت‌های مختلف پدیده جزیره‌ای شدن نیز باید در مد نظر قرار گیرد، درحالی‌که قبلاً چنین چیزی وجود نداشت.

▪ حفاظت:

بیشتر تجهیزات حفاظتی که در سیستم‌های قدرت وجود دارد بر مبنای شارش توان یک سویه از سمت نیروگاه‌ها به سمت بارها طراحی شده‌اند. اما همان‌گونه که قبلاً اشاره شد با ورود DG این شارش‌ها به صورت دو طرفه گردیده که این امر باعث به وجود آمدن مشکلات در عملکرد سیستم‌های حفاظتی می‌شود که باید طراحی جدیدی در سیستم‌های حفاظتی گنجانده شود.

۱-۳-۳-۱- پیش‌زمینه

در سال‌های اخیر نفوذ DG ها در سیستم روبه افزایش بوده است به خصوص سلول‌های خورشیدی که در سال ۲۰۱۳ رشد آن‌ها در ایالات متحده حتی از تولیدات بادی بیشتر بوده است [۲۴]. عوامل مؤثر در رشد استفاده از تولید پراکنده و نیز توجه به اثر بخشی این تولیدات در طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت را می‌توان در سه بخش زیست محیطی، تجاری و سیاست‌های کلان دسته‌بندی نمود [۲۵-۲۶].

✓ عوامل زیست محیطی

- کاهش گازهای گلخانه‌ای: محدود کردن آلودگی‌های ناشی از گازهای گلخانه‌ای یکی از عوامل عمده‌ی رشد DG محسوب می‌شود البته باید توجه داشت که این عامل عمدتاً در بهره‌گیری از تولیدات پراکنده مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر و نیز CHP تأثیرگذار است و روی رشد استفاده از دیگر فناوری‌ها اثر کمتری دارد.
- اجتناب از احداث خطوط انتقال و نیروگاه‌های بزرگ: احداث خطوط و نیروگاه‌های جدید همواره با مخالفت‌های عمومی روبرو است و ممانعت از احداث این تجهیزات یکی دیگر از عوامل زیست محیطی رشد استفاده از DG به شمار می‌آید. با پیشرفت تکنولوژی، امروزه تولید و نصب ژنراتورهای کوچک و متوسط برای کاربردهای خانگی امکان‌پذیر شده و می‌تواند تا حدی مشکلات زیست محیطی احداث نیروگاه‌های بزرگ را کاهش دهد.

✓ عوامل تجاری

- کاهش ریسک سرمایه‌گذاری: عدم قطعیت‌های ناشی از بازار برق، استفاده از واحدهای تولیدی کوچک را جذاب ساخته است. یکی از نتایج تجدید ساختار و ایجاد رقابت در صنعت برق، افزایش ریسک پیش‌روی عوامل زنجیره‌ی این صنعت است. با توجه به هزینه‌ی سرمایه‌گذاری بسیار بالای مورد نیاز جهت احداث نیروگاه‌های جدید و وجود عدم قطعیت در فضای بازار برق، احداث واحدهای نیروگاهی کوچک‌تر که نسبتاً ریسک سرمایه‌گذاری کمتری دارند را جذاب ساخته است.
- بهره‌گیری برای بهبود کیفیت برق‌رسانی: DG یک راه مقرون به صرفه برای بهبود کیفیت سرویس‌دهی به مشترکان است. حضور DG نزدیک به مراکز بار می‌تواند تأثیرات مثبتی روی کیفیت برق و قابلیت اطمینان سرویس‌دهی به‌جای

بگذارد. این تأثیرات عمدتاً روی بهبود پروفیل ولتاژ و کاهش تعداد و مدت تداوم خاموشی‌ها است به خصوص اگر DG بتواند در زمان خاموشی شبکه به صورت جدا از شبکه برق را تأمین کند.

✓ عوامل ناشی از سیاست‌های کلان

- تنوع تولیدات انرژی و بهبود امنیت انرژی: اخیراً بحث امنیت انرژی در مقوله‌ی سیاست‌گذاری‌های کلان انرژی مورد توجه خاصی قرار گرفته است. جوامع پیشرفته و مدرن امروزی آن چنان به تولیدات انرژی به خصوص در بخش برق وابسته‌اند که یک وقفه در این تولیدات می‌تواند عواقب هولناکی در زمینه‌های سیاسی، اقتصادی و اجتماعی را به دنبال داشته باشد بنابراین بحث امنیت و تداوم انرژی جایگاه ویژه‌ای در سیاست‌گذاری‌های کلان کشورها یافته است. در این خصوص DG یکی از گزینه‌های مهم به شمار می‌رود چراکه این واحدهای تولیدی می‌توانند به‌طور گسترده در شبکه و نزدیک به مصرف‌کننده نصب و بهره‌برداری شوند و از این رو بروز خطا در یک واحد تولیدی در مقایسه با خطای یک نیروگاه بزرگ یا خط انتقال، تأثیرات محدودتری را بر سیستم به‌جای می‌گذارد. از سوی دیگر با توجه به تنوع در تولیدات اولیه‌ی انرژی مورد نیاز در فناوری‌های مختلف DG و به خصوص استفاده از تولیدات انرژی تجدیدپذیر، به کار گرفتن تولیدات پراکنده به دولت‌ها امکان کنترل بهتر انرژی را می‌دهد. چراکه سوخت‌های فسیلی مورد نیاز نیروگاه‌های بزرگ در جهان محدود و در اختیار کشورهای خاصی بوده و این امر می‌تواند ریسک‌های غیر قابل پیش‌بینی را به دنبال داشته باشد.

- بهبود سیاست رقابتی در بازار برق: یکی از نتایجی که همواره در خصوص بحث تجدید ساختار در صنایع برق مطرح می‌شود این است که رقابت در تولید و انتخاب مشترک موجب کاهش هزینه‌ی برق و افزایش کیفیت سرویس‌دهی می‌شود. یکی از پیش‌نیازهای محقق شدن رقابت کارا این است که تعداد بازیگرهای بازار به حد کافی زیاد باشد. تولید پراکنده در این امر می‌تواند بسیار تأثیرگذار باشد چراکه هزینه‌ی سرمایه‌گذاری پایین واحدهای DG امکان رقابت برای تعداد بیشتری از سرمایه‌گذاران را در صنعت فراهم می‌آورد (که می‌تواند علاوه بر بازار انرژی در بازار سرویس‌های جانبی نیز شرکت کنند) البته باید توجه داشت که دستیابی به این قابلیت DG مستلزم وجود آرایش مناسب برای تولید پراکنده در مکانیسم بازار برق است.

۲-۳-۳-۱ - چالش‌ها

چالش‌های قابلیت اطمینانی تولیدات پراکنده را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد.

✓ مدیریت تغییرات

منابع تولید پراکنده به‌تنهایی کوچک بوده و اثر آن‌ها روی کل شبکه قابل چشم‌پوشی است؛ اما هنگامی که DGها تجمیع شوند تأثیر آن‌ها روی شبکه می‌تواند قابل توجه‌تر باشد. چرا که بیشتر منابع تولید پراکنده، منابع تولید متغیر بوده (مانند منابع تولید بادی و خورشیدی) و تجمیع گسترده‌ی این تولیدات در یک شبکه دارای چالش‌هایی مشابه چالش‌های منابع تولید متغیر است. هم‌چنین نصب و بهره‌برداری از واحدهای تولید پراکنده موجب تغییر در میزان توان عبوری از شبکه‌ی توزیع می‌شود که می‌تواند اثرات منفی یا مثبتی را به همراه داشته باشد. منبع تولید پراکنده موجب تغییر توان عبوری از خطوط پایین‌دست محلی که نصب شده است نمی‌شود اما بسته به این که توان تولیدی آن چقدر بیشتر از بار بخش پایین‌دست باشد، می‌تواند موجب ایجاد جریان بازگشتی در فیدها شود. وجود این جریان بازگشتی سبب ایجاد یک نقطه در بخش بالادست محل نصب DG می‌شود که توان عبوری از آن صفر است و به آن نقطه‌ی ژرف می‌گویند. نقطه‌ی ژرف که مکانش با تغییر بار عوض می‌شود برای توصیف اثر DG روی جهت توان عبوری در فیدها کاربرد دارد. در حالت ساده می‌توان گفت هرچقدر این نقطه به سمت پست فوق‌توزیع (بالادست) حرکت کند، بارگذاری تجهیزات کمتر شده است هرچند که به همان نسبت نیازمندی‌های حفاظتی سیستم نیز افزایش پیدا می‌کند [۲۷-۲۸].

✓ افزایش رویت پذیری تولیدات DG

اپراتورهای سیستم قدرت نمی‌توانند عملکرد تولیدات DG را به صورت مستقیم زیر نظر بگیرند. رویت پذیری و قابل مشاهده بودن این تولیدات در گذشته مسئله‌ی حیاتی برای سیستم به حساب نمی‌آمد. لیکن با افزایش درصد نفوذ این تولیدات در سیستم و اثرات این تولیدات روی شبکه، رویت پذیری این تولیدات نیز به مسئله‌ی مهمی برای پایایی سیستم تبدیل گردیده است.

✓ ایجاد هماهنگی در کنترل DGها

اپراتورهای سیستم قدرت نمی‌توانند به صورت مستقیم منابع تولید پراکنده را کنترل کنند. زیرا بسیاری از این تولیدات در سایت مشترک قرار دارند. برای مثال برخلاف توربین‌ها در مزارع بزرگ بادی که می‌توان با گزینه‌هایی چون افزایش زاویه‌ی پره‌ها آن‌ها را کنترل کرد، توربین‌های بادی خانگی را نمی‌توان با هم کنترل و هماهنگ کرد.

✓ سازگاری با استانداردها و قوانین موجود در رابطه با اتصال DG به شبکه

نصب ژنراتور تولید پراکنده مشکلات عدیده‌ای را برای سیستم قدرت به وجود می‌آورد. در توصیه‌های مهندسی همچون G59/1 در انگلستان و راهنمای فنی B61/4 در فرانسه این مشکلات معرفی شده‌اند و جهت حل آن‌ها پارامترهایی تعریف شده‌اند که باید در حفاظت تأسیسات و طرح کنترلی در نظر گرفته شوند.

این ملاحظات ممکن است از یک کشور به کشور دیگر تغییر کنند اما به جز حالت‌های خاص سایر مفاهیم حفاظتی بسیار شبیه به هم هستند:

- اگر شرایط غیرطبیعی در نتیجه‌ی تغییرات غیر قابل قبول ولتاژ یا فرکانس در نقطه تغذیه به وجود آید. بایستی ژنراتور تولید پراکنده از شبکه توزیع جدا شود.
 - اگر در اثر اتفاقی تعداد یک یا چند فاز از تغذیه شبکه قطع شود باید ژنراتور از شبکه قطع شود.
 - اگر بدون اینکه خطایی در سیستم ایجاد شود، جزیره شکل گیرد ژنراتور باید از شبکه جدا شود.
- اهداف بالا را می‌توان با تعبیه یک طرح حفاظتی با توانایی تشخیص شرایط کمبود یا بیش‌بود ولتاژ و فرکانس برآورده کرد.

نحوه اتصال و ارتباط منابع تولید پراکنده (شامل ژنراتورها و ادوات ذخیره کننده انرژی) با سیستم‌های توان الکتریکی توسط استاندارد IEEE 1547 تنظیم شده است. ارتباط سیستم‌های تولید پراکنده فتوولتاییک از طریق اینورترهای استاتیکی توسط استانداردهای فنی IEEE 929 و UL1741 تنظیم شده‌اند. چندین ایالت از ایالات متحده بر اساس این استانداردها ملزومات مورد نیاز مربوط به اتصال منابع تولید پراکنده را تصویب کرده‌اند. استاندارد IEEE 1547 معیار عمومی لازم و موارد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده با مجموع ظرفیت تا 10 MVA را به سیستم‌های توان الکتریکی در سطح ولتاژ توزیع اولیه و یا ثانویه ارائه می‌کند.

استاندارد IEEE 1547 شامل موارد مورد نیازی می‌باشد که قابل به‌کارگیری در تمامی فناوری‌های تولید پراکنده و سیستم‌های با واسط اینورتر قدرت می‌باشد.

سیستم‌های توزیع موجود برای مشارکت دادن ادوات تولید و ذخیره انرژی طراحی نشده‌اند. استراتژی کامل کنترل و حفاظت سیستم بر مبنای این فرض طراحی شده است که تنها منبع توان الکتریکی سیستم، ترانسفورماتور پست می‌باشد. بنابراین ملزومات مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده طوری طراحی می‌شود تا تأثیرات منفی‌ای که منبع تولید پراکنده ممکن است روی عملکرد ادوات موجود بگذارد، محدود شود.

مواردی که در ادامه می‌آید، موارد مهمی است که استاندارد IEEE 1547 در ارتباط با عملکرد متقابل منابع تولید پراکنده و سیستم قدرت موجود ارائه کرده است [۲۹]:

- تنظیم ولتاژ: منبع تولید پراکنده نباید به‌طور فعال ولتاژ را در نقطه‌ی کوپلینگ مشترک^۱ تنظیم نماید. منبع تولید پراکنده نباید سبب تغییر ولتاژ و خارج شدن از محدوده‌ی عملکرد طبیعی در سیستم‌های الکتریکی محلی^۲ دیگر شود.
- یکپارچگی و هماهنگی با طرح زمین سیستم قدرت ناحیه^۳: طرح زمین برای منابع تولید پراکنده متصل به شبکه نباید سبب به وجود آمدن اضافه ولتاژهایی شود که از میزان نامی تجهیزات متصل به سیستم قدرت ناحیه تجاوز کند. همچنین این طرح زمین نباید سبب اختلال در هماهنگی حفاظت خطای زمین سیستم قدرت ناحیه شود.
- برق‌دار کردن سهوی سیستم قدرت ناحیه: منبع تولید پراکنده نباید هنگامی که سیستم قدرت ناحیه بی‌برق است آن را برق‌دار کند.
- خطاهای سیستم قدرت ناحیه: واحد تولید پراکنده باید به هنگام وقوع خطا روی مدار سیستم قدرت ناحیه‌ای که به آن متصل است، تحویل انرژی و توان را متوقف کند.
- هماهنگی عمل بازبست سیستم قدرت ناحیه: واحد تولید پراکنده باید تحویل انرژی به مدار سیستم قدرت ناحیه‌ای که به آن متصل است را قبل از عمل باز بست توسط سیستم قدرت ناحیه، متوقف کند.
- اتصال مجدد به سیستم قدرت ناحیه: بعد از یک اغتشاش در سیستم قدرت ناحیه تا قبل از اینکه ولتاژ و فرکانس سیستم قدرت ناحیه در محدوده قابل قبولی قرار نگرفته، هیچ واحد تولید پراکنده نباید مجدداً به سیستم وصل شود. سیستم متصل کننده واحد تولید پراکنده به سیستم قدرت ناحیه باید شامل یک تأخیر قابل تنظیم (یا یک تأخیر ثابت

۱-. Point of Common Coupling

۲-. Local Electric Power System

۳-. Area Electric Power System

۵ دقیقه‌ای) باشد که بتواند وصل مجدد واحد تولید پراکنده را تا ۵ دقیقه پس از برگشت ولتاژ و فرکانس حالت ماندگار سیستم قدرت ناحیه به محدوده قابل قبول به تأخیر بیندازد.

- جزیره شدن: برای یک جزیره الکتریکی ناخواسته و غیر عمدی که منبع تولید پراکنده بخشی از سیستم قدرت ناحیه را از طریق نقطه کوپلینگ مشترک تغذیه می‌کند، سیستم ارتباط‌دهنده منبع تولید پراکنده به شبکه باید جزیره شدن را تشخیص داده و عمل تحویل انرژی و توان به سیستم قدرت ناحیه را حداکثر تا ۲ ثانیه پس از تشکیل جزیره الکتریکی متوقف کند.

عملکرد بخش‌هایی از فیدر در حالت جزیره‌ای، در حال حاضر توسط شرکت‌های برق مجاز نمی‌باشد و بعد از وقوع یک خطا، واحد تولید پراکنده مجبور است قطع شود و تا زمان رفع خطا در حالت قطع باقی بماند؛ اما در آینده با بیشتر شدن نفوذ تولیدات پراکنده در شبکه‌های توزیع و رفع موانع و خطرات جزیره، جزیره شدن بخشی از سیستم انکارناپذیر خواهد بود. لذا با توجه به توضیحات داده شده منابع تولید پراکنده بر طبق استاندارد IEEE 1547 به شبکه متصل می‌گردند. در این استاندارد منابع باید در شرایط غیرطبیعی از سیستم جدا شده تا سیستم‌های حفاظت شبکه‌ی توزیع بتوانند به‌درستی عمل نمایند. ژنراتورها در یک شبکه بزرگ قدرت از این استاندارد تبعیت نمی‌کنند چرا که برای شرایط LVRT^۱ لازم هستند. لذا در شرایط LVRT پتانسیل از مدار جدا شدن تعداد زیادی از DG ها وجود دارد.

۴-۱ - چالش‌های بهره‌برداری

چالش‌های قابلیت اطمینانی بهره‌برداری به زیردسته‌های آگاهی از وضعیت سیستم، خرابی تجهیز و قابلیت اطمینان سیستم‌های حفاظتی تقسیم‌بندی می‌شوند که در ادامه مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

۴-۱-۱ - آگاهی از وضعیت سیستم

منظور از آگاهی نسبت به موقعیت موجود و وضعیت سیستم توانایی دیدن و تفسیر اتفاقاتی است که در سیستم می‌افتد. تعداد خاصی از فرایندها برای ایجاد آگاهی کامل نسبت به وضعیت سیستم از قبیل مانیتور کردن زمان حقیقی و مطالعات گرفتگی زمان واقعی و کوتاه‌مدت وجود دارند. هماهنگی و تبادل اطلاعات در فرایندهای مربوطه برای آگاهی از شبکه حیاتی

۱- Low voltage ride through

است. زیرا هر فرایند به نوع خاصی از اطلاعات وابسته است. عدم وجود آگاهی کافی نسبت به شرایط شبکه توانایی اپراتور سیستم را برای شناسایی و برنامه‌ریزی گرفتگی بعدی در سیستم که خود قابلیت اطمینان سیستم را تحت تأثیر می‌گذارد، محدود می‌نماید.

۱-۱-۴-۱- چالش‌ها

چالش‌های قابلیت اطمینانی آگاهی از وضعیت سیستم را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد.

✓ افزایش استفاده از ابزارهای زمان حقیقی

چالش‌های مربوط به عدم وجود ابزارهای زمان واقعی کافی و قابلیت‌های مانیتورینگ در شبکه زیاد و غیر قابل پیش‌بینی هستند. عدم وجود ابزارهای زمان حقیقی در یک سیستم به معنای عدم وجود مانیتورینگ پیوسته بوده که این روی عملکرد مطمئن سیستم تأثیر می‌گذارد. حوادثی از قبیل خاموشی‌های چهاردهم اوت سال ۲۰۰۳ و هشتم سپتامبر ۲۰۱۱ ایالت متحده تنها مثال‌هایی از نیاز به این ابزارهاست.

✓ ایجاد هماهنگی در تبادل اطلاعات و داده

آگاهی از شرایط شبکه به اطلاعات متنوعی برای مانیتورینگ دقیق سیستم در زمان حقیقی احتیاج دارد. تبادل اطلاعات بین زیرمجموعه‌های سیستم قدرت در راستای شناسایی گرفتگی‌ها و نحوه‌ی مقابله با آن‌ها ضروری است. فاصله‌های موجود در فرایندهای به اشتراک‌گذاری اطلاعات هرچند که در سالیان اخیر کاهش یافته‌اند، لیکن همچنان موجب ایجاد چالش می‌شوند. برای مثال بیشتر مجموعه‌ها اطلاعات روز بعد و فصلی را تنها با مجموعه‌های همسایه، آن‌هم در صورت ضرورت و یا درخواست مجموعه‌ی همسایه به تبادل می‌گذارند. توافقاتی باید در راستای هدایت شیوه‌ی تبادل اطلاعات بین مجموعه‌های مختلف ایجاد گردد. در آمریکا مجموعه‌هایی چون BA^۱ و TOP^۲ به حل شدن این موضوع کمک شایانی کرده‌اند. لیکن اطمینان پیدا کردن از اینکه اطلاعات لازم بین مجموعه‌های مختلف جابجا می‌شود، خود یک چالش پیش‌رو است.

✓ توسعه‌ی رؤیت پذیری خارجی در مدل‌های انتقال مجموعه‌ها

۱- Balancing Authorities

۲- Transmissions Operators

بعضی از مجموعه‌ها دید کافی از سیستم‌های همسایه نداشته و لذا توانایی مدل کردن این سیستم‌ها را ندارند. لذا بعضی از TOPها و BAها قطعی‌های تولید و انتقال را در مطالعات روز بعد خود نمی‌بینند. در نتیجه این مجموعه‌ها از گرفتگی‌های احتمالی که ممکن است روی سامانه‌شان تأثیر بگذارد ناآگاه خواهند بود. در بعضی از موارد مجموعه‌ها اطلاعات کافی برای مانیتور تسهیلات خارجی در زمان حقیقی را ندارند و بعضی دیگر تأثیر گرفتگی‌های داخلی را روی مجموعه‌های همسایه به درستی ارزیابی نمی‌کنند.

۷ ارتقای کیفیت مطالعات روز بعد و فصلی

کیفیت و هماهنگی مطالعات سیستم به خصوص مطالعات فصلی و روز بعد مسئله‌ی مهمی است که در گزارش‌های مختلف به آن اشاره شده است. در سال‌های گذشته مطالعات ارتقا یافته است اما هماهنگی بین مطالعات انجام شده همچنان مسئله‌ای پیش‌رو است. در حال حاضر کیفیت و زمان ارائه‌ی گزارش‌ها در مجموعه‌ها متفاوت است. برای مثال بعضی از مجموعه‌ها سیستم خود را با استفاده از اطلاعات به‌روز و پیش‌بینی‌های روز بعد انجام می‌دهند. بعضی دیگر تنها از یک مد برای سیستم خود در مطالعات روز بعد استفاده کرده و تغییرات را تنها در زمانی که لازم باشد اعمال می‌نمایند.

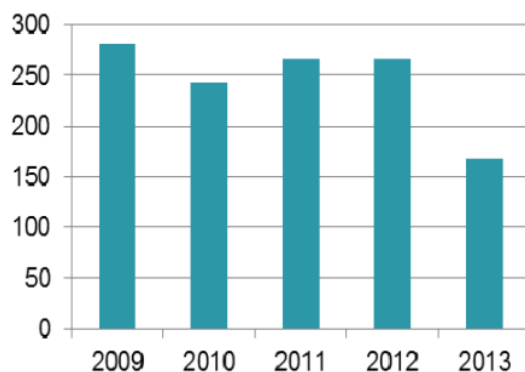
۲-۴-۱- خرابی تجهیز

منظور از خرابی تجهیز عدم عملکرد صحیح تجهیزات AC پست‌ها از قبیل کلیدها و ترانسفورماتورها است. پست‌ها تسهیلات پیچیده‌ای هستند که نیاز است به‌طور پیوسته به فعالیت خود ادامه دهند. خرابی تجهیزات ممکن است موجب قطعی‌های لحظه‌ای و یا حوادثی با مدت‌زمان بیشتری شوند. بنا به گزارش‌های ارائه شده توسط NERC در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ خرابی تجهیزات یکی از مهم‌ترین عوامل حوادث اغتشاشی در شبکه بوده و در افزایش شدت قطعی شبکه انتقال تأثیر زیادی دارند.

۱-۲-۴-۱- پیش‌زمینه

در پنج سال اخیر خرابی تجهیز دومین دلیل قطعی سیستم انتقال بعد از صاعقه در قسمت غربی ایالات متحده بوده است. تعداد این قطعی‌ها بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۳ در شکل ۲-۱۱ نشان داده شده است. تلاش‌های انجام شده تعداد قطعی‌های

مربوط به خرابی تجهیزات را کاهش داده لیکن باید کارهای بیشتری در این زمینه انجام گیرد. قطعی‌های مربوط به خرابی تجهیزات معمولاً بیشتر از سایر خرابی‌ها طول می‌کشند؛ زیرا تجهیز خراب شده باید تعمیر و یا جایگزین گردد.



شکل ۲-۱۱: تعداد قطعی‌های سیستم انتقال در قسمت غربی ایالات متحده در اثر خرابی تجهیز [۶]

۲-۲-۴-۱- چالش‌ها

چالش‌های قابلیت اطمینانی خرابی تجهیز را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد.

✓ کاهش قطعی‌های ناشی از خرابی تجهیز

خرابی تجهیزات در هر سیستمی اتفاق می‌افتد و مختص یک سیستم خاص نبوده لذا درک زمانی که تعداد خرابی‌های تجهیز موجب قطعی می‌گردد، می‌تواند یک چالش باشد. دنبال کردن نرخ رخداد خرابی می‌تواند صنعت را در راستای درک و مشخص‌سازی حوادث احتمالی و مشکلات سیستم از قبیل ایراد در ساختار تجهیز یاری نماید. مجموعه روش‌های کاهش خرابی شامل دسته راهکارهای فنی و غیر فنی مقابله با حوادث می‌شود. روش‌های مقابله با حوادث غیر فنی نیز به سه دسته اصلی؛ مدیریت نباتات، حفاظت در برابر حیوانات و پدافند غیر عامل تقسیم می‌گردد. از طرفی دیگر روش‌های پیشگیری از نقص‌های فنی خود شامل دو بخش راهکارهای ساختاری (از قبیل پیگیری دلایل خاموشی و بازنگری در طراحی) و فنی (مانند ممیزی تجهیزات و مدیریت دارایی) است.

✓ کمینه‌سازی تأثیر خرابی تجهیزات

یکی از ویژگی‌های خرابی تجهیزات این است که خرابی یک تجهیز در پست احتمال اینکه سایر المان‌های شبکه نیز از مدار خارج شوند را به همراه خواهد داشت. لذا قطعی سیستم انتقال نیز بدتر می‌شود. کارکرد و چیدمان تجهیزات پست به شکلی است که در صورت خرابی آن‌ها تعداد خطوط انتقالی که از مدار خارج می‌شوند افزایش می‌یابند. در طراحی شبکه تجهیزات

پست همیشه در مجاورت پایانه‌های خطوط انتقال قرار دارند. خرابی تجهیزات پست معمولاً همراه با انفجار و آتش‌سوزی است که این موجب از مدار خارج شدن تجهیزات بیشتری می‌شود. به‌علاوه خط‌هایی که در اثر خرابی تجهیزات پست اتفاق می‌افتد، می‌تواند موجب عملکرد اشتباه سیستم حفاظتی نیز بشود. جریان‌های خطای بزرگ در شبکه‌ی زمین پست ناشی از خطای تجهیز می‌توانند روی تبادل اطلاعات رله تأثیر گذاشته و موجب عملکرد اشتباه سیستم حفاظت خطوط انتقال گردند.

در این راستا در راستای تقویت و حفظ پایایی شبکه‌های توزیع نیروی برق مجموعه اقداماتی تعریف می‌شود که بتواند تأثیر وقوع یک اغتشاش در شبکه توزیع را به نحوی کنترل نمایند که تعداد کمتری از مشترکان خاموش شوند و یا مجموعه‌ای از مشترکان خاموش شده مدت‌زمان کمتری را در خاموشی سپری کنند. به عبارتی دیگر، این مجموعه از روش‌ها شامل راهکارهایی است که پس از وقوع یک خطا در سیستم توزیع انجام شده و منجر به کاهش زمان تعمیر و یا کاهش محدوده بی‌برق شده، می‌انجامد.

مجموعه روش‌های کاهش تأثیرات خرابی شامل دسته راهکارهای تأثیرگذار بر کاهش زمان خاموشی و همچنین تعداد مشترکان خاموش شده می‌شود. روش‌های کاهش زمان خاموشی نیز به سه دسته اصلی؛ ارتقاء سطح اتوماسیون، افزایش سرعت در تشخیص خطا و رفع آن تقسیم می‌گردد. از طرفی دیگر روش‌های کاهش تعداد مشترکان خاموش شده خود شامل دو بخش ارتقاء سطح حفاظت (از قبیل راهبرد تنظیم فیوز، محدودسازی خطا و بهبود هماهنگی رله‌ها) و بازیابی شبکه است.

۳-۴-۱ - قابلیت اطمینان سیستم حفاظتی

سیستم‌های حفاظتی شبکه‌های قدرت نقش اساسی در ایمنی، پایداری و قابلیت اطمینان سیستم دارند و از گسترش دامنه خسارات ناشی از خطاهای مختلف جلوگیری می‌کنند و حداقل آن قسمت از شبکه که دچار خطا شده است را جهت حفظ تداوم بار سایر قسمت‌های دیگر از مدار جدا می‌کند. سرعت بالا، حساسیت مناسب، دقت کافی، عملکرد به‌جا و قابل‌اعتماد سیستم‌های حفاظتی همیشه جزء عوامل اصلی ارزیابی آن‌ها بوده است و تا اکنون روش‌های مختلف تکنولوژی که در این سیستم‌ها بکار رفته‌اند تا حد خود جهت تأمین عوامل فوق‌الذکر پیشرفته‌اند و یا می‌روند؛ اما نیازهای شبکه گاه بالاتر از توانایی‌های بکار رفته در ساخت و طراحی این سیستم‌ها می‌باشد که به همین دلیل ترکیب‌های نسبتاً پیچیده‌ای از سیستم‌های حفاظتی مختلف جهت رسیدن به خواست‌های شبکه معرفی شده‌اند، که هر یک از این ترکیب‌ها خصوصیات فنی خاص خود را داراست و از طرف دیگر هر یک هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری خاص خود را نیز دارا می‌باشد. جهت افزایش قابلیت اطمینان

سیستم‌های حفاظتی روش‌های متعددی تاکنون پیشنهاد و اجرا شده‌اند. این روش‌ها در مورد رله‌های استاتیکی و رله‌های جدید دیجیتالی بیشتر مطرح شده‌اند و در این نوع رله‌ها اجرای این روش‌ها به مراتب آسان‌تر گشته است.

- بازبینی مستمر: یکی از روش‌های تشخیص عیب در قسمت‌های مختلف سیستم حفاظتی، ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ، مدارهای تریپ کلید و غیره، بازبینی آن‌هاست. وجود ارتباطات و اتصالات متعدد رله با منابع تغذیه با توجه به ماهیت سری سیستم حفاظتی احتمال خطای سیستم مجموع را افزایش می‌دهد. بنابراین بازبینی هر یک از این مدارها می‌تواند وجود عیب در آن‌ها قبل از اینکه خطایی در شبکه پیش آید و سیستم حفاظتی نسبت به آن عمل نکند را مشخص کند.

هرچند که وجود چنین مدارهای بازبینی کمک زیادی به افزایش قابلیت اطمینان سیستم حفاظتی می‌کند ولیکن به دلیل پیچیدگی قسمت‌های مختلف سیستم حفاظتی، این مدارها قادر به تشخیص عیب در تمام حالات کاری سیستم حفاظتی نیستند و از طرفی مدارهای بازبینی نیز خود دچار عملکرد خطا می‌شوند بنابراین نمی‌توان تمام اعتماد را بر روی این مدارها پایه‌ریزی کرد.

مدارهای بازبینی نه تنها برای سیستم‌های ساده حفاظتی (تکی) مفید می‌باشند بلکه در مورد سیستم‌های مضاعف نیز ضروری می‌باشند. زیرا در غیر این صورت در اثر وجود خطا در یکی از قسمت‌های سیستم حفاظتی، عملاً سیستم حفاظتی مضاعف تبدیل به سیستم حفاظت تکی می‌گردد. در رله‌های استاتیکی و دیجیتالی امکان افزودن مدارهای بازبینی مستمر به مراتب آسان‌تر از رله‌های الکترومکانیکی است.

- بازرسی و آزمایش دوره‌ای سیستم حفاظتی: انجام آزمایشات دوره‌ای می‌تواند قابلیت اطمینان را در محدوده بخصوصی نگهدارد. طبیعی است که زمان بین دو آزمایش متوالی می‌بایست از طول عمر مفید سیستم حفاظتی کوتاه‌تر باشد و هرچه این زمان کاهش یابد احتمال خطا یا عمل نکردن سیستم حفاظتی در هنگام خطا کاهش خواهد یافت. از طرف دیگر هریک از این آزمایشات زمان‌بر و دارای هزینه است و در حین آزمایش عملاً سیستم حفاظتی خارج از مدار خواهد بود بنابراین این آزمایشات نمی‌تواند در فواصل زمانی کوتاه انجام گردند. انجام چنین آزمایشاتی، محدودیت‌های ذکر شده در حالت بازبینی مستمر از بین می‌برد و عملاً نقاط ضعف آن را هم خواهد پوشاند. وضعیت سیستم حفاظتی در طی آزمایش نیز به دقت بررسی می‌گردد و در نتیجه با اتکا به این اطلاعات می‌توان محاسبات دقیق‌تری را در مورد قابلیت اطمینان سیستم حفاظتی انجام داد.

امروزه با رله‌های جدید استاتیکی و دیجیتالی امکان آزمایش خودکار رله‌های حفاظتی به وجود آمده است. در این حالت سیستم «آزمایش خودکار» می‌تواند هم به شکل دستی و یا در زمان‌های بخصوص به شکل خودکار رله را تحت آزمایش قرار

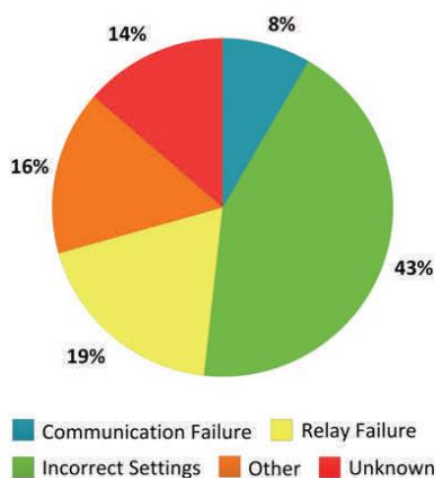
دهد و در صورت وجود عیب، آن را اعلام کند. آزمایش رله می‌بایست زمانی که خطایی در شبکه بروز می‌کند قطع گردد و رله کار عادی خود را انجام دهد.

سیستم‌های حفاظتی خاص^۱ با هدف کمینه کردن خرابی تجهیزات و جلوگیری از قطعی‌های متوالی، از دست رفتن واحدهای تولیدی و کمینه کردن قطعی در خدمات الکتریکی ارائه شده به مشترکین طراحی شده‌اند. این سیستم‌ها شرایط غیرطبیعی سیستم را شناسایی کرده و عملیات از پیش تعیین شده‌ای را برای جلوگیری از بدتر شدن شرایط و ایجاد اغتشاش در سیستم انجام می‌دهند. در واقع این سیستم‌ها به وسایل کنترل و حفاظت عادی (حفاظت خطا، پایدار کننده‌های سیستم قدرت، گاورنرها، کنترل خودکار تولید و ...) ضمیمه شده تا از نقض معیارهای تعیین شده در معیار قابلیت اطمینان NERC و حوادث بدتر جلوگیری نمایند. در سال‌های اخیر استفاده از SPS در راستای حفاظت از سیستم در مقابل مسائلی که به صورت مستقیم خطای تجهیز خاصی را شامل نمی‌شود، بیشتر گردیده است. در نتیجه پتانسیل تعامل این سیستم‌ها با هم وجود دارد. این مسئله می‌تواند یک ریسک قابلیت اطمینانی در شبکه ایجاد نماید.

۱-۳-۴-۱- پیش‌زمینه

مشوق‌های اقتصادی و دیگر فاکتورها موجب افزایش استفاده از سیستم انتقال و تغییر الگوی مصرف برق گردیده است. ساخت خطوط انتقال جدید معمولاً دیرتر از این تغییرات بوده و این موجب محدوده‌های بهره‌برداری پایین‌تر گردیده است. مسائل به وجود آمده در سیستم احتیاج به راه‌حل‌های جداگانه دارد که می‌تواند توسط حفاظت مخصوص با تجهیزاتی چون SPS فراهم شود. در شکل ۲-۱۲ دلایل عدم عملکرد صحیح سیستم‌های حفاظتی به صورت درصدی مشخص گردیده است. تنظیمات غیر صحیح یکی از اصلی‌ترین دلایل عملکرد اشتباه سیستم‌های حفاظتی بوده است.

۱- Special protection system (SPS)



شکل ۲-۱۲: دلایل عدم عملکرد صحیح سیستم‌های حفاظتی در سال ۲۰۱۳ برای ایالات متحده

۲-۳-۴-۱ - چالش‌ها

چالش‌های قابلیت اطمینانی سیستم‌های حفاظتی را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد.

✓ خطای پنهان

سیستم‌های حفاظتی در جلوگیری از گسترش اغتشاشات در سیستم قدرت نقش بسیار مهمی ایفا می‌کنند. گزارش‌های ثبت شده در این زمینه حاکی از آن است که بسیاری از اغتشاشات با یک اتفاق که ناشی از حوادث طبیعی بوده آغاز شده و در نهایت قطعی‌های برق قابل توجهی را برای مشترکین به بار آورده و منجر به جدا شدن بخش‌هایی از سیستم قدرت شده‌اند. تحقیقات نشان داده که در بسیاری از این حوادث، خطاهای پنهان سیستم حفاظتی نقش اصلی را ایفا کرده‌اند. خطاهای پنهان به صورت ناشناخته باقی می‌مانند مگر اینکه اتفاق دیگری در سیستم قدرت بیفتد تا منجر به آشکارسازی آن شود. خطاهای پنهان بر عملکرد هر نوع سیستم حفاظتی اعم از حفاظت اصلی یا پشتیبان مربوط به ژنراتورها، ترانسفورماتورها، باس بارها و خطوط انتقال اثر می‌گذارند. خطای پنهان نقصی دائمی است که باعث می‌شود رله یا سیستم حفاظت به دنبال وقوع اتفاق دیگری در سیستم یک یا چند المان سالم را به طرز نادرست و نامطلوب از مدار خارج کند.

منظور از نقص دائمی در اینجا خرابی سخت‌افزاری سیستم حفاظت می‌باشد. خطای پنهان، نقصی است که هر یک از تجهیزات سیستم حفاظت اعم از ترانسفورماتورهای ولتاژ، ترانسفورماتورهای جریان، کابل‌ها، انواع مختلف رله‌ها، سیستم‌های مخابراتی و ... ممکن است به آن دچار شوند؛ ولی این نوع خطاها همان‌گونه که گفته شد نتیجه آنی در پی نداشته و به دنبال بروز اتفاقات بعدی در سیستم آشکار می‌شوند. ویژگی برجسته خطاهای پنهان این است که زمانی خود را نشان می‌دهند که به

دلیل بروز اغتشاش در سیستم مثل اتصال کوتاه، افت ولتاژ، اضافه‌بار یا سویچ زنی، سیستم تحت فشار می‌باشد و در واقع این پدیده وضع را بدتر می‌کند. اثر محلی خطای پنهان نیز از این جهت حائز اهمیت است که فرمان قطعی که در نتیجه آن صادر می‌شود، حالت اضطراری را به دنبال دارد. معمولاً نقص‌های پنهان از جهت امنیت سیستم حفاظت را تهدید می‌کند. به عنوان نمونه‌هایی از خطاهای پنهان می‌توان به کنتاکت‌های رله که قابلیت تغییر وضعیت از حالت باز یا بسته را ندارند، تنظیمات به روز نشده رله یا اشتباهات انسانی در هماهنگ‌سازی رله‌ها اشاره کرد. بر اساس تعریفی که در اینجا از خطای پنهان ارائه شد، عمل نکردن سیستم حفاظت به هنگام بروز خطا در ناحیه حفاظت‌شده خطای پنهان به حساب نمی‌آید؛ به عبارت دیگر چنانچه هر یک از تجهیزات حفاظتی نقصی داشته باشند که منجر به عمل نکردن سیستم به هنگام بروز خطا در ناحیه حفاظت‌شده شود، این نوع نقص خطای پنهان به حساب نمی‌آید؛ یعنی این پدیده عمل نکردن به موقع بوده و از این جهت خطای پنهان به حساب نمی‌آید که در موقع بروز خطا در سیستم قدرت، سیستم‌های حفاظت پشتیبان عکس‌العمل نشان داده و خطا را رفع می‌کنند؛ چرا که سیستم حفاظتی در جهت قابلیت اعتماد بایاس می‌شود.

✓ ارزیابی و مدیریت ارتباطات بین SPSها

تعامل بین SPSها به عنوان یک چالش مطرح است. این سیستم‌ها برای سیستم‌های خاص یا قسمتی از سیستم طراحی و تست می‌شوند لذا عملکرد این سیستم‌ها در حفاظت سیستم‌های مورد نظر به خوبی درک شده است. مسئله‌ای که در اینجا کمتر مطالعه و تفهیم شده نحوه‌ی تعامل این سیستم‌ها با یکدیگر است. به عنوان مثال شرایطی در شبکه تریگر شدن یک سیستم موجب تریگر شدن دیگری گردد.

✓ اطمینان از تنظیمات مناسب رله

در سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ تنظیمات غیر صحیح، خرابی و کارکرد اشتباه رله ۷۶ درصد از عملکرد اشتباه سیستم‌های حفاظتی را شامل می‌شدند. تنظیمات اشتباه رله به‌تنهایی ۴۳ درصد از تمام عملکردهای اشتباه سیستم را شامل می‌شد. لذا اطمینان از تنظیمات مناسب رله و کاهش تعداد عملکردهای اشتباه سیستم حفاظتی چالشی برای پایایی سیستم قدرت محسوب می‌شود. تنظیمات رله نتیجه شبیه‌سازی‌های مکرر سیستم قدرت بوده و بیانگر عکس‌العمل سیستم قدرت به اغتشاشات وارده می‌باشد. اشتباهات فردی در این میان ممکن است منجر به بروز نقص در فرایند هماهنگ‌سازی رله‌ها شود. این نوع خطا را هم می‌توان در گروه خطاهای پنهان دسته‌بندی کرد، زیرا با تعریف سازگاری دارد و در واقع تا زمانی که خطایی در خارج از ناحیه حفاظت‌شده اتفاق بیفتد پنهان می‌ماند. یک نمونه از خطاهای انسانی در تنظیم حفاظت تحریک ژنراتور ممکن است زمانی به

وجود آید که به‌طور اشتباه فرمان خروج ژنراتور برای حالتی کمتر از حد مناسب تنظیم شود. این خطا تا زمانی که سیستم قدرت نیاز به افزایش توان راکتیو داشته باشد پنهان می‌ماند. خطاهای انسانی از یک‌جهت دیگر نیز در زمره خطاهای پنهان قرار می‌گیرند و آن زمانی است که به دلیل تغییر آرایش سیستم قدرت لازم باشد تنظیمات رله تغییر کند و این کار به‌درستی انجام نشود.

۴-۴-۱- مدیریت قطعی

چالش‌های قابلیت اطمینانی مدیریت قطعی را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد.

✓ تعمیر و نگهداری

تعمیر و نگهداری تجهیزات و اصلاح برنامه‌ها، قابلیت اطمینان و عملکرد تجهیزات و ادوات مورد استفاده را افزایش می‌دهد که درنهایت باعث بهبود پایایی سیستم می‌شود. نزدیک به ۳۰ درصد خروج سیستم انتقال از سال ۱۹۸۴ به دلیل خرابی و قطعی تجهیزات می‌باشد. تأکید بر تعمیر و نگهداری مداوم تجهیزات به کاهش این قطعی‌ها کمک به‌سزایی می‌کند. برخی اقدامات اصلاحی باعث به‌روزرسانی و تعویض تجهیزات سیستم انتقال می‌شود. این نوسازی تجهیزات، هزینه تعمیر و نگهداری را به دلیل اینکه ادوات جدید نیاز به تعمیر و نگهداری کمتری دارند، کاهش می‌دهد. در صورتی که دیگر اقدامات اصلاحی مانند افزایش استفاده از تجهیزات کنترل از راه دور و خودکار هزینه تعمیر و نگهداری را به دلیل قیمت بالای این تجهیزات افزایش می‌دهد. افزایش قابلیت اطمینان سیستم ناشی از تعمیر و نگهداری را می‌توان برحسب تابع هزینه بیان کرد [۳۰]. نقطه بهینه با مصالحه بین هزینه و بهبود قابلیت اطمینان ناشی از تعمیر و نگهداری به دست خواهد آمد.

اگر اقدامات تعمیر و نگهداری زیادی به‌صورت همزمان در بخشی از سیستم صورت بگیرد سیستم را آسیب‌پذیر می‌کند. هماهنگی برنامه زمان‌بندی تعمیر و نگهداری بر اساس پیش‌بینی تقاضا برای اطمینان از تأمین بار و پایایی سیستم از اهمیت بالایی برخوردار است.

✓ کابل‌های زیرزمینی

بسیاری از قطعی‌های معمول در سیستم (مثل رشد درختان در خطوط، برخورد موجودات زنده به خطوط و تجهیزات) با استفاده از هادی‌های پوشش‌دار کاهش می‌یابد. با این حال این هادی‌ها با طوفان، یخ‌زدگی، افتادن درختان، رعدوبرق، برخورد با

وسایل نقلیه و دیگر حوادث غیرقابل کنترل آسیب‌پذیر است. استفاده از کابل‌های زیرزمینی می‌تواند بسیاری از قطعی‌های سیستم را برطرف سازد. باوجود مزایای دیگری هم چون عدم آلودگی بصری، هزینه این خطوط بسیار بالا می‌باشد.

✓ جریمه‌ها

قوانین امروزی قابلیت اطمینان بر اساس قضاوت و تجربیات مهندسين برق و اپراتورهای سیستم و نیز آنالیزهای قطعی می‌باشند. قوانین قابلیت اطمینان در آینده می‌بایست اقتصادی و بر اساس آنالیزهای هزینه-سود برای سطح‌های مختلف قابلیت اطمینان وضع شوند. علاوه بر این، بهتر است این قوانین ماهیت احتمالاتی خروج و قطعی تجهیزات را نیز در نظر بگیرد [۳۱]. تمامی شرکت‌کنندگان بازار با قوانین قابلیت اطمینان مشابه‌ای روبرو هستند و سهم برابر در هزینه‌های پایایی سیستم دارند. در نظر گرفتن جریمه می‌تواند به‌عنوان راهی بر اساس تصمیم برنامه‌ریز شبکه در نظر گرفته شود که کاربران مقصر را در هزینه قطعی برق سهیم نماید.

۵-۱ - چالش‌های امنیت سیستم

چالش‌های قابلیت اطمینانی بار و منبع به زیردسته‌های تغییر امنیت فیزیکی، امنیت سایبری و حوادث کم تکرار با تأثیرگذاری بالا تقسیم‌بندی می‌شوند که در ادامه مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

۱-۵-۱ - امنیت فیزیکی

منظور از امنیت فیزیکی، حفاظت زیرساخت‌های حیاتی و مهم در مقابل تهدیدهای فیزیکی است. در عمل پست‌ها بیشتر می‌توانند در معرض تهدید فیزیکی باشند؛ زیرا المان‌های تولید معمولاً در داخل خود ساختار قرار دارند و دسترسی به خطوط انتقال و برج‌ها نیز دشوار است. البته امنیت فیزیکی می‌تواند برای منابع سوختی چون ذخایر سرباز و زیرساخت‌های انتقال سوخت چون لوله‌های گاز نیز به کار رود. حملات فیزیکی به تجهیزات سیستم می‌تواند روی پایایی سیستم قدرت تأثیرگذار باشد. اگر این حملات روی پست‌های انتقال حیاتی صورت گیرد، می‌تواند موجب ناپایداری و خرابی‌های پشت سر هم شود.

۱-۵-۱-۱ - پیش‌زمینه

خطر حملات فیزیکی به شبکه برق‌رسانی آمریکا زمانی مورد توجه قرار گرفت که در ماه آوریل سال ۲۰۱۳ میلادی، یک فرد مسلح به‌وسیله یک سلاح تهاجمی بسیار پر قدرت توانست ۱۰ ترانسفورماتور تأسیسات برق‌رسانی شهر سن‌خوزه واقع در ایالت کالیفرنیا را از کار بیندازد. این در حالی بود که در این تأسیسات تنها چند اقدام حفاظتی در جهت جلوگیری از حملات تخریبی احتمالی در نظر گرفته شده بود. این حمله موجب نشت روغن‌های خنک‌کننده ترانسفورماتور شد که در نتیجه این موضوع ترانسفورماتور بیش از حد گرم شده و در نهایت از کار افتاد. در پی این حادثه مسئولان رگولاتوری این ایالت از شهروندان این منطقه درخواست کردند برای چند روز در مصرف انرژی صرفه‌جویی کنند. در پی این حمله هیچ‌گونه خسارت بلندمدت به تأسیسات منطقه گزارش نشد و از طرفی هم قطعی گسترده برق در سطح این ناحیه روی نداد [۳۲].

۱-۵-۱-۲ - چالش‌ها

چالش‌های قابلیت اطمینانی امنیت فیزیکی را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد.

✓ اجرای استانداردهای جدید امنیت فیزیکی

در حال حاضر استاندارد قابلیت اطمینانی خاص امنیت سیستم وجود ندارد و این مسئله تنها در استانداردهای CIP^۱ به صورت مختصر دیده شده است. البته این قاعده می‌تواند با به‌کارگیری استاندارد جدید امنیت فیزیکی ۱۴-۱ تغییر نماید. در استاندارد جدید مالکان و اپراتورهای تسهیلات مختلف شبکه موظف می‌گردند که طرح‌هایی را در راستای کاهش تهدیدات فیزیکی ارزیابی و سپس اجرا نمایند. هم‌چنین شرکت‌ها نیز موظف‌اند که دید خود را در ارزیابی امنیت پست از داخل دیوار پست به خارج از آن توسعه دهند. برای مثال پوشش گیاهی خارج از پست باید به عنوان یک نقطه که از آنجا می‌تواند حمله‌ها شکل گیرد، تلقی گردیده و برای کاهش آن راه‌حلی اندیشیده شود. به‌علاوه شرکت‌ها باید از نرده‌های حفاظتی و پوشش‌های سنگی برای جلوگیری از ورود خودروها به محدوده‌ی پست استفاده نمایند. هر چند که ممکن است در بعضی از استان‌ها به دلیل کم بودن احتمال این نوع از حملات این کار انجام نپذیرد.

✓ حفاظت از شبکه در مقابل تهدیدات مختلف

به دلیل پراکندگی وسیع مکان دارایی‌های آسیب‌پذیر، طبیعت تهدیدات، نوع حملات و اندازه‌ی تأثیرگذاری آن‌ها امنیت فیزیکی چالشی چندوجهی را ارائه می‌دهد:

- مکان: تعداد زیادی پست در مکان‌های مختلفی از شبکه برق یک کشور و یا ایالت وجود دارند. ممکن است تعدادی از این پست‌ها نیز در مکان‌هایی دورافتاده باشند.
- تهدیدات: تهدیدات امنیت فیزیکی، رنج وسیعی از افرادی که به تسهیلات برای خرابی و غارت حمله می‌کنند را شامل می‌شود. این افراد می‌توانند عده‌ای جوان ماجراجو تا گروه‌های تروریستی سازماندهی شده را شامل گردد.
- حملات: نوع حملات می‌تواند از نقاشی با اسپری و دزدی مس تا خرابی تجهیزات با استفاده از اسلحه و یا بمب را شامل شود.
- آثار: آثار یک حمله می‌تواند متفاوت باشد. برای مثال در حادثه‌ی Metcalf در آمریکا قطعی کامل ایجاد نشد لیکن پست‌ها تا ۲۷ روز به صورت ۱۰۰ درصد قابل بهره‌برداری نبودند. در حالت کلی حملات می‌توانند باعث خرابی تجهیز و قطعی شود. با توجه به عدم وجود ذخایر ترانسفورماتوری و زمان طولانی مورد نیاز برای ساخت و یا سفارش این تجهیزات، نگرانی زیادی در مورد حملات سازمان‌دهی شده وجود دارد؛ زیرا با توجه به توضیحات داده‌شده قطعی‌های ناشی از این حملات می‌تواند زمان زیادی طول بکشد. همچنین برای پست‌هایی که از شهرها دورتر هستند، با توجه به فاصله‌ی بیشتر آن‌ها از پلیس نگرانی بیشتری وجود دارد. چرا که حملات طولانی‌تری می‌تواند به این پست‌ها انجام پذیرد.

✓ مدیریت هزینه‌های لازم برای بالا بردن امنیت سیستم

ایجاد یک سیستم ایمن‌تر در مقابل خطرات ارائه‌دهنده‌ی چالشی برای صنعت است. در کشورهای پیشرفته‌ای چون آمریکا سازمان‌های مختلفی اعلام کرده‌اند که حاضر به پرداخت مبالغی بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلیون دلار در راستای ایمن‌تر کردن سیستم خود هستند. منتهی مدیریت هزینه‌های مورد نیاز برای افزایش امنیت ارائه‌دهنده‌ی چالش است.

۲-۵-۱- امنیت سایبری

منظور از امنیت سایبری در صنعت برق حفاظت از اطلاعات، ارتباطات و وسایل الکترونیکی از سخت‌افزار تا نرم‌افزار است. حمله‌های سایبری به سیستم قدرت می‌تواند جریان تبادل اطلاعات به همراه کار فیزیکی بعضی از المان‌های قدرت را مختل

نماید. هرچند که حمله‌ی سایبری بزرگی تا اکنون روی شبکه‌های برق بزرگ انجام نشده لیکن ریسک این حملات در ابعاد بزرگ بالا بوده و باید در نظر گرفته شود.

۱-۲-۵-۱ - پیش‌زمینه

حملات انجام‌شده به تأسیسات برقی در کشور آمریکا به سیاست‌گذاران یادآوری کرد که تأسیسات برقی و الکتریکی این کشور در معرض حملات سایبری و فیزیکی قرار دارند و نسبت به این حملات بسیار آسیب‌پذیر هستند. لذا برای مقابله با چنین خطراتی به دولت اوپاما پیشنهاد داده‌اند از قدرت اجرایی خود استفاده کرده و به منظور بالا بردن امنیت سایبری اقدامات بیشتری را در این زمینه صورت دهند (اقداماتی نظیر دستور از سوی ریاست‌جمهوری و بهبود استانداردهای صنعت). از دیگر اقدامات مؤثر در این زمینه همکاری دولت آمریکا با کنگره این کشور به منظور تصویب قوانینی است که به شرکت‌ها این اجازه را می‌دهد تا اطلاعاتشان در زمینه آسیب‌پذیری و نقاط ضعف شبکه‌های داخلی خود را به آسانی در اختیار سایر شرکت‌ها و همچنین دولت آمریکا قرار دهند.

بسیاری از این شرکت‌ها معتقدند همکاری با دولت آمریکا و یا سازمان‌های اطلاعاتی این کشور در این موضوع و در اختیار گذاشتن اطلاعات مربوط به فعالیت هکرهای کامپیوتری در شبکه‌های داخلی این شرکت‌ها، به منزله نقض قوانین مربوط به حریم خصوصی است. چرا که نظارت مستمر بر شبکه‌های تهدیدات سایبری مستلزم بررسی اطلاعات مشتریان این شرکت‌ها است و شرکت‌ها اجازه ندارند چنین اطلاعاتی را در اختیار دولت قرار دهند.

۱-۲-۵-۲ - چالش‌ها

چالش‌های قابلیت اطمینانی امنیت سایبری را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد.

✓ ایجاد تعادل بین سود حاصل از تکنولوژی‌های جدید و افزایش خطر حمله‌ی سایبری

سیستم‌های تولید برق امروزی با توجه به ورود فناوری‌های جدید بیش از پیش یکپارچه گردیده‌اند. هرچند که این یکپارچه‌سازی موجب افزایش بازده در سیستم و هوشیاری بیشتر نسبت به وضعیت سیستم شده است اما در عین حال خطر حملات سایبری روی سیستم نیز افزایش یافته است. قبل از یکپارچه شدن سیستم‌ها حملات سایبری به عنوان خطر بزرگی برای سیستم قدرت به شمار نمی‌رفتند. زیرا تنها به یک ناحیه‌ی کوچک دسترسی داشتند. لیکن پیشرفت‌های حاصل در

یکپارچه‌سازی سیستم‌ها موجب دسترسی به نواحی و قسمت‌های بیشتری شده و لذا یک حمله‌ی سایبری به تنهایی می‌تواند روی قسمت‌های زیادی از شبکه تأثیر بگذارد. ایجاد توازن بین نیاز به یکپارچه‌سازی و افزایش ریسک حملات سایبری به سیستم چالشی پیش‌رو برای پایایی شبکه است که باید به آن توجه شود.

✓ شناسایی ضعف‌های سیستم در بخش‌های مهم شبکه برق

ممکن است سازمان‌های مختلف فعالیت‌هایی در زمینه‌ی پایش اوضاع شبکه انجام داده باشند. لیکن این اقدامات به صورت خاص ریسک‌های ناشی از مجموعه‌های موجود در فرایند تولید برق در شبکه را در نظر نگرفته است. لذا لازم است که فعالیت‌هایی به منظور شناسایی هر چه بهتر نقاط ضعف سیستم از دید ماهیت سایبری انجام شود.

۳-۵-۱ - حوادث کم تکرار با تأثیرگذاری بالا

منظور از حوادث کم تکرار با تأثیرگذاری بالا حوادثی چون حملات فیزیکی یا سایبری، اغتشاشات ژئومغناطیسی و بحران‌های گسترده است. احتمال و تأثیر این نوع از حوادث به راحتی قابل اندازه‌گیری نیست؛ زیرا این حوادث در شبکه یا اتفاق نیفتاده و یا تعداد تکرار آن بسیار کم بوده و داده‌ی کافی برای اندازه‌گیری وجود ندارد.

حوادث کم تکرار با تأثیرگذاری بالا چالش قابلیت اطمینانی خاصی را ارائه می‌دهند. چرا که تأثیر و احتمال رخداد این حوادث ناشناخته است. به علاوه، اولویت‌بندی این چالش‌ها با توجه به اینکه ما در حال برنامه‌ریزی برای حوادثی هستیم که ممکن است هرگز اتفاق نیفتند و یا تأثیر کمتر از آنی که فرض شده است را داشته باشند، دشوار است.

۱-۳-۵-۱ - چالش‌ها

چالش‌های قابلیت اطمینانی حوادث کم تکرار با تأثیرگذاری بالا را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد.

✓ جلوگیری از حملات سایبری و یا فیزیکی سازمان‌دهی شده

یک حمله‌ی سازمان‌دهی شده تأثیر بیشتری نسبت به یک حمله‌ی عادی روی شبکه‌ی برق داشته و می‌تواند باعث خرابی سیستم‌ها و تجهیزات کلیدی شده و برای مدتی باعث از کار افتادن کل شبکه یا قسمتی از آن شود. حملات فیزیکی و سایبری از این نوع در بین بالاترین اولویت‌های NERC، FERC و سازمان انرژی آمریکا قرار دارند. ارزیابی‌هایی در راستای شناسایی و

محافظت اطلاعات حیاتی که می‌تواند برای حملات مورد استفاده گیرد با دسته‌بندی قسمتی از این اطلاعات با عنوان اطلاعات زیرساخت‌های حیاتی انرژی^۱ انجام گردیده است.

مسئله‌ی در دسترس نبودن اطلاعات مربوط به تهدیدات احتمالی برای برنامه‌ریزان و بهره‌برداران، چالش حملات فیزیکی و سایبری سازماندهی شده است. بحث مربوط به حملات فیزیکی و سایبری به صورت مفصل‌تری در بخش‌های دیگر این گزارش شرح داده شده است.

✓ کاهش تأثیرات احتمالی اغتشاشات ژئومغناطیسی

اغتشاشات ژئومغناطیسی یا پالس‌های الکترومغناطیسی ممکن است از اشعه‌ی خورشید و یا جو فضایی ایجاد شوند. تأثیرات مربوط به جو فضایی پیچیده بوده و به عوامل مختلفی بستگی دارد؛ اما جو فضایی نشان داده است که می‌تواند موجب اختلال در عملکرد شبکه‌ی برق شود. در خلال یک GMD^۲ عبور جریان‌های القایی ژئومغناطیسی^۳ از ترانسفورماتورها ممکن است موجب اشباع نیم سیکلی شده که این پدیده جذب توان راکتیو را افزایش داده، تولید هارمونیک‌های جریان کرده و موجب ایجاد نقاط داغ در ترانسفورماتور می‌شود. جریان‌های هارمونیک می‌توانند موجب عملکرد اشتباه سیستم حفاظتی شده و باعث هدر رفتن منابع توان راکتیو شود. ترکیب این تأثیرها می‌تواند موجب فروپاشی ولتاژ شود.

در ماه می سال ۲۰۱۳ FERC شیوه‌نامه‌ی شماره‌ی ۷۷۹ را منتشر کرد که در آن NERC را به سمت تدوین استانداردهایی در رابطه با ریسک‌های ناشی از GMD سوق می‌داد. در پاسخ به دستور شماره‌ی ۷۷۹ NERC استاندارد TPL-007-1 را تدوین کرده که مجموعه‌ها را به ارزیابی تأثیرهای احتمالی حوادث GMD روی سیستمشان ملزوم می‌دارد. اگر در ارزیابی‌ها تأثیرات احتمالی وجود داشته باشند، استاندارد مجموعه را ملزوم می‌دارد که طرحی را برای کاهش ریسک، توسعه و اجرا نماید.

چالش اصلی در اجرای ارزیابی‌ها، توسعه‌ی مجموعه اطلاعات کافی است. داده‌های مختلفی در مورد پست‌ها از قبیل مکان و اتصالات ترانسفورماتورها مورد نیاز است که جمع‌آوری و هماهنگی بین این اطلاعات کار دشواری است.

✓ مشخص‌سازی و کاهش تأثیرات احتمالی یک بیماری همه‌گیر

۱- Critical Energy Infrastructure Information

۲- Geomagnetic Disturbance

۳- Geomagnetically-induced current

منظور از بیماری همه‌گیر یک ویروس یا ناخوشی است که واگیر بوده و در بین انسان‌ها انتقال یابد. یک بیماری همه‌گیر با آنفولانزاهای فصلی متفاوت است زیرا در یک فصل خاص اتفاق نیفتاده و تمام قشرهای مختلف جامعه را تحت تأثیر می‌گذارد. به‌علاوه تلفات انسانی ناشی از یک بیماری همه‌گیر نتیجه‌ی مستقیم ویروس یا بیماری است و ربطی به پیچیدگی‌های دیگر ندارد. این بیماری‌های می‌توانند نرخ تلفات انسانی بالایی داشته باشند.

بیماری‌های همه‌گیر پتانسیل تأثیرگذاری بالایی را روی سیستم برق دارند و می‌توانند موجب از دست رفتن کارکنان مهم سیستم قدرت به صورت موقت یا دائمی شوند. چالش یک بیماری همه‌گیر از تنوع مشکلات و مدت‌زمان این نوع از حوادث که موجب سخت شدن پیش‌بینی و مدیریت این حوادث می‌شود، ناشی می‌گردد.

✓ پیش‌بینی و کاهش اثرات بلاهای ابعاد بزرگ

بلاهای ابعاد بزرگ بلاهایی هستند که نواحی گسترده و چندین بخش از سیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد و می‌تواند برای مدت‌زمان زیادی نیز تأثیر این بلاها طول بکشد. تأثیر این بلاها روی سیستم تولید برق می‌تواند از اختلال فیزیکی تا تخریب زیرساخت‌ها و از دست دادن کارکنان حیاتی برای شبکه را شامل شود. به عنوان مثال می‌توان به زمین‌لرزه‌هایی با ریشتر بالا در نواحی پرجمعیت و یا مسیرهای خطوط انتقال اشاره کرد. این قبیل از حوادث پتانسیل خرابی زیرساخت‌ها، تلفات انسانی بالا و ایجاد شرایطی که بازگردانی خدمات محدود گردد را دارند؛ مانند سایر حوادث کم تکرار، چالش این حوادث نیز در عدم قابلیت پیش‌بینی رخداد آن‌ها و تأثیرشان می‌باشد.

۶-۱- چالش‌های قوانین و سیاست‌گذاری‌ها

در این قسمت به بررسی تأثیر سیاست‌های مختلف بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت و مسائل قانون‌گذاری و مدیریتی مرتبط با این موضوع پرداخته شده است.

۱-۱-۶-۱ چالش‌ها

چالش‌های قابلیت اطمینانی سیاست‌گذاری‌ها و قوانین جدید را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد.

✓ تجدید ساختار شبکه برق

برای شناخت بازار مبادله توان الکتریکی نمی‌توان تنها به روابط اقتصادی و تئوری‌های اقتصاددانان تکیه نمود، زیرا در این محیط مباحثی همچون پایداری، قابلیت اطمینان و محدودیت‌های خطوط انتقال و ... نیز مطرح می‌گردد که مباحثی کاملاً فنی می‌باشند. بنابراین اگرچه از توان الکتریکی به‌عنوان یک کالای اقتصادی نام برده می‌شود، اما این کالا نمی‌تواند به‌سادگی مانند کالاهای اقتصادی دیگر همچون نفت و یا غیره مبادله گردد. بعد از سال‌ها تجربه در زمینه تئوری اقتصادی، اقتصاددانان و دولت‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که وجود یک بازار کاملاً آزاد و غیر انحصاری تنها راه ایجاد رقابت سالم می‌باشد. بر همین اساس بازارهای رقابت در چارچوب روابط اقتصادی، وارد صنعت برق شده و یا به عبارتی تحمیل شده است. در بازارهای خرید و فروش توان الکتریکی همانند بازار کالاهای دیگر، مبادلات تحت قراردادهای معین صورت می‌پذیرد، با این تفاوت که یک نهاد مستقل به‌عنوان بهره‌بردار مستقل سیستم (ISO) وجود دارد که وظیفه آن تأمین اطمینان دستیابی آزاد و بدون تبعیض از سیستم‌های انتقال و همچنین نظارت بر پایداری و بهره‌برداری ایمن از شبکه و رسیدن این کالا (برق) به دست مصرف‌کننده می‌باشد.

قابلیت اطمینان برق تحویلی در سیستم‌های یکپارچه عمودی برق قدرت توسط یک سازمان و به‌صورت متمرکز مدیریت می‌شود. با تجدید ساختار سیستم‌های قدرت و مستقل شدن فعالیت‌های تولید، انتقال و توزیع و خرده‌فروشی برق از هم شرایط بهره‌برداری از این سیستم‌ها و مکانیسم مدیریت قابلیت اطمینان با چالش جدیدی روبه‌رو شد. در ساختارهای جدید سطح مطلوب قابلیت اطمینان در حوزه‌های تولید و خرده‌فروشی با توجه به رقابتی شدن این فعالیت‌ها با استفاده از اهرم‌های بازار رقابتی و در حوزه انتقال با ایجاد اپراتور مستقل سیستم مدیریت می‌شود.

در نظر گرفتن قابلیت اطمینان واحدهای تولید در بهره‌برداری شبکه می‌تواند مسئله در مدار قرار گرفتن واحدها را دستخوش تغییر نماید. در این صورت علاوه بر بررسی هزینه کل باید قید مربوط به قابلیت اطمینان سیستم نیز در نظر گرفته شود [۳۳].

✓ تنظیم قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع

شرکت‌های توزیع به دلیل داشتن انحصار طبیعی بایستی تحت نظارت مراجع قانونی قرار داشته باشند. معمولاً قانون‌گذاران از قوانین اقتصادی برای نظارت و کنترل بر شرکت‌های انحصاری استفاده می‌نمایند. این قوانین بایستی به‌گونه‌ای باشد که مشتریان را در برابر خطر ناشی از انحصار کامل این شرکت‌ها محافظت نموده و برای شرکت‌های توزیع نیز امکان جذب سرمایه‌های لازم برای ارائه خدمات مطلوب را فراهم آورند. مدیریت قابلیت اطمینان در حوزه توزیع برق به دلیل وجود انحصار طبیعی در این حوزه، نیازمند وضع قوانین مناسب است. لذا قوانین وضع شده ارائه دهنده‌ی چالش قابلیت اطمینانی خواهند بود.

شبکه توزیع برق حلقه پیونددهنده تولیدکننده به مصرف‌کننده است. در سمت توزیع به دلیل مشخصه ذاتاً انحصاری آن، رقابت (لااقل در قسمت سیم‌داری) امکان‌پذیر نیست. به دلیل هزینه بسیار بالای احداث شبکه‌های توزیع، ایجاد بیش از یک زیرساخت برای شبکه توزیع، امری غیر اقتصادی می‌باشد.

هر جا که انحصار باشد اولین قشری که آسیب‌پذیر است، مشتریان و مصرف‌کنندگان خواهند بود. شرکت‌های توزیع، برق را با هر کیفیت و قیمتی که بخواهند ارائه می‌دهند و از آنجایی که انتخاب دومی برای مصرف‌کنندگان وجود ندارد، به‌ناچار مجبور به پذیرش آن هستند. برای حل این معضل مقرراتی وضع شده است که قانون‌گذار به‌وسیله این مقررات قادر خواهد بود بر عملکرد شرکت‌های انحصاری کنترل داشته یا اصطلاحاً عملکرد شرکت‌های توزیع را تنظیم کند [۳۴-۳۵].

منظور از تنظیم فرآیندی است که طی آن سازمانی به نظارت و تدوین قوانین برای شرکت‌های تحت نظارت خود می‌پردازد. تنظیم می‌تواند در رفتار محدودیت ایجاد کند، تشویق‌های خوب یا بد در نظر گیرد و راه مداخلات سیاسی را تشخیص و کاهش می‌دهد. تنظیم در سیستم توزیع برق، قانون‌گذاری برای بازیگران این قسمت (به‌ویژه شرکت‌های توزیع‌کننده برق) از سیستم قدرت است؛ که قیمت‌گذاری یکی از مهم‌ترین بخش‌های آن است.

• روش‌های تنظیم قابلیت اطمینان

روش‌های پایه‌ای تنظیم، در چهار گروه سنتی (مبتنی بر هزینه) و انگیزه‌ای یا تشویقی (در امریکا لفظ تنظیم مبتنی بر عملکرد به‌جای تنظیم تشویقی به‌کار برده می‌شود)، مهندسی (تحلیل کارایی شبکه) و بیمه قابلیت اطمینان قرار می‌گیرند. در روش‌های مبتنی بر هزینه، شرکت‌های توزیع به‌وسیله هزینه خدمات و یا با نرخ بازگشت سرمایه اداره می‌شوند و در واقع قانون‌گذار هزینه‌های یک سال شرکت توزیع را تخمین زده و سپس با اندکی سود اضافی قیمت برق را برای آن شرکت تعیین می‌کند. نرخ بازگشت سرمایه و هزینه خدمات روش‌های تنظیم مبتنی بر هزینه می‌باشد. در روش هزینه‌ی خدمات، هزینه‌ی خدمات و سود مربوط به شرکت داده می‌شود. قانون‌گذار در روش نرخ بازگشت، یک نرخ بازگشت سرمایه را بر اساس نرخ پایه شرکت و سود هدف‌گذاری شده تعیین می‌کند و بر این اساس از مشترکین هزینه مربوط به بهره‌برداری، توسعه و همین‌طور هزینه‌های افزایش پایایی و کیفیت سرویس‌دهی، برگشت داده می‌شود. در این روش‌ها یک پیوند اساسی بین قیمت تنظیم‌شده و هزینه شرکت وجود دارد. هر هزینه‌ای که شرکت توزیع انجام دهد، با یک نرخ بازگشت معین جبران می‌شود و به شرکت توزیع برمی‌گردد و شرکت توزیع هیچ انگیزه‌ای برای محاسبه مخارج و حذف هزینه‌های اضافی و یا افزایش بازده ندارد. این

روش به‌طور غیرمستقیم شرکت‌های توزیع را برای رسیدن به کیفیت بالا تشویق می‌کند اما منجر به هزینه زیاد می‌شود و مشتریان مجبور به پرداخت هزینه متناظر می‌شوند

همان‌طور که گفته شد روش‌های مبتنی بر هزینه به کاهش بازدهی و بهره‌وری شرکت‌های توزیع منجر شده و کیفیت خدمات ارائه‌شده در این روش بالاتر از نیاز مشتریان بوده و لذا مشتریان پول اضافی بابت خدمات ارائه‌شده می‌دهند. به‌منظور حمایت از حقوق مشتریان، قانون‌گذار می‌بایست شرکت‌های توزیع را به سمت افزایش بازدهی و کاهش هزینه‌ها ترغیب کند. سؤال اساسی برای قانون‌گذار این است که شرکت‌های توزیع تا چه حد می‌توانند هزینه‌های خود را کاهش دهند؟ معمولاً خود شرکت‌ها بهتر از قانون‌گذار پاسخ این سؤال را می‌دانند و لذا برای حل مشکل عدم تقارن اطلاعات، قانون‌گذار به شرکت‌های توزیع پاداش‌های مالی پیشنهاد می‌دهد تا هزینه‌های خود را کنترل کند.

انتظار می‌رود که سازوکار تنظیم مقررات تشویقی، انگیزه‌های قدرتمندتری برای بنگاه‌های تحت نظارت برای کاهش هزینه‌ها، تقویت کیفیت خدمات به شیوه‌های مؤثر، برانگیختن (یا حداقل عدم ممانعت) برای خدمات و محصولات جدید و تحریک برای سرمایه‌گذاری کارا شود. در واقع، هدف از اصلاح روش‌های تنظیم قیمت از روش‌های عمومی مبتنی بر هزینه به روش‌های تشویقی، تشویق شرکت‌ها به تقویت بهره‌برداری و سرمایه‌گذاری کارآمد است؛ به‌نحوی که مصرف‌کنندگان نیز از حصول منفعت از دستاوردهای کارآمدی مطمئن باشند. ویژگی اساسی در همه روش‌های تشویقی تنظیم قیمت، استفاده‌ی گسترده از محک‌زنی است که بدین صورت تعریف می‌شود: مقایسه‌ی تعدادی از سنجش‌های واقعی کارآمدی با یک مرجع یا محک کارآمد. روش‌های انگیزه‌ای یا مبتنی بر عملکرد به‌صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند:

۱- سقف قیمت

۲- سقف درآمد

۳- تعدیل جزئی هزینه

۴- تعدیل جزئی نرخ بازگشت

روش مهندسی یا مدل تحلیل عملکرد شبکه نیز از روش‌های مبتنی بر عملکرد است که توسط قانون‌گذار سوئد به کار رفته است. آژانس انرژی سوئد برای محاسبه درآمد مجاز شرکت‌های توزیع مدل تحلیل عملکرد شبکه را توسعه داده است. این مدل از ترکیب دو روش نرخ بازگشت و سقف قیمت به‌دست می‌آید و سطح درآمد معقول برای هر شرکت بر اساس هزینه‌های یک شرکت فرضی است. کارایی شرکت از هزینه‌ها و کیفیت خدمات آن به‌دست می‌آید. هزینه‌ها شامل هزینه سرمایه‌گذاری و

بهره‌برداری می‌باشند. در این مدل بر اساس کارایی شرکت‌ها، یک شرکت نمونه تعیین می‌شود و شبکه‌های حقیقی با آن مقایسه می‌شوند. پارامترهای ورودی این شبکه موقعیت جغرافیایی، انرژی مصرفی، سطح ولتاژ و درآمد سالانه شرکت‌هاست. در واقع ایده اصلی در این روش تعیین سطح درآمد معقول برای شرکت توزیع است. این سطح درآمد با سطح قیمتی که مشترکین حاضر به پرداخت آن هستند، متناسب است.

بیمه قابلیت اطمینان مشتریان را قادر می‌سازد تا خدمات قابلیت اطمینان را خریداری کنند (از طریق حق بیمه) که میزان این خریداری وابسته به ارزشی است که این مشتریان برای قابلیت اطمینان خود قائل‌اند (هزینه متحمل شده ناشی از قطع توان). در واقع با وجود بیمه قابلیت اطمینان، خدمات قابلیت اطمینان به صورت منفک از خدمات انرژی ارائه می‌شود که از یکسو این امکان را برای مشترکین فراهم می‌کند تا بر اساس اولویت‌های دلخواهشان سطح قابلیت اطمینان را انتخاب کنند و از طرف دیگر سیگنال‌های واضحی را به سوی شرکت توزیع می‌فرستد تا ظرفیت و تکنولوژی شبکه را با توجه به تقاضای قابلیت اطمینان مشترکین (که از طریق قراردادهایشان اعلام می‌شود) تقویت کند. قرارداد بیمه قابلیت اطمینان از دو مؤلفه تشکیل شده است:

۱- حق بیمه که توسط مشتری پرداخت می‌شود.

۲- سطح پوشش (جریمه) که در صورت وقوع خسارت توسط شرکت توزیع فراهم می‌گردد.

مشتریان سطح پوشش مطلوب خود را که متناسب با ارزشی است که برای قابلیت اطمینان قائل‌اند، انتخاب می‌کنند و متعاقباً یک حق بیمه متناسب با سطح پوشش انتخابی به شرکت توزیع پرداخت می‌کنند و در عوض شرکت توزیع لازم است که در صورت بروز خاموشی، خسارت مالی مشتری را متناسب با سطح پوشش انتخابی او، جبران کند. در واقع می‌توان این چنین گفت که با وجود بیمه قابلیت اطمینان، مصرف‌کنندگان که عملاً دریافت‌کنندگان پسیو قابلیت اطمینان هستند و توانایی مدیریت قابلیت اطمینان شبکه را ندارند از دایره ریسک اقتصادی ناشی از قطعی‌ها خارج شده و در عوض شرکت توزیع که مسئولیت و توانایی مدیریت قابلیت اطمینان را دارد، در معرض مستقیم ریسک‌های ناشی از قطعی‌های شبکه قرار می‌گیرد.

البته در کنار این ریسک‌ها منابع مالی لازم برای سرمایه‌گذاری (از محل حق بیمه‌های جمع‌آوری شده از مشترکین) نیز در اختیار شرکت توزیع قرار می‌گیرد. به‌علاوه بیمه قابلیت اطمینان این امکان را برای شرکت توزیع فراهم می‌کند تا ارزیابی درستی از اولویت‌های مشترکین داشته باشد. اگر مشترکین در یک ناحیه نسبت به قطعی‌های شبکه آسیب‌پذیرتر باشند قراردادهای بیمه با سطح پوشش بالاتری را انتخاب می‌کنند و بالعکس. در واقع مشتریان با انتخاب نوع قرارداد قابلیت اطمینان

خود این امکان را به شرکت توزیع می‌دهند تا برآورد صحیحی از تقاضای قابلیت اطمینان در شبکه داشته باشد. وجود تابع تقاضای قابلیت اطمینان در کنار منابع و انگیزه لازم برای سرمایه‌گذاری، شرکت توزیع را به سمت سرمایه‌گذاری بهینه در شبکه سوق می‌دهد [۳۶].

بیمه قابلیت اطمینان به‌عنوان روشی برای تنظیم قابلیت اطمینان می‌بایست به‌صورت ترکیبی با یکی از طرح‌های انگیزه‌ای انرژی، مانند سقف قیمت، اجرا شود زیرا در این صورت است که مشترکین عملاً تفکیک بین خدمات قابلیت اطمینان و خدمات انرژی را درک می‌کنند. سقف قیمت نیز باید به‌گونه‌ای تعیین شود که درآمد قابل قبولی را برای شرکت توزیع به‌منظور پوشش هزینه‌های بهره‌برداری فراهم کند و در این حالت است که شرکت توزیع می‌تواند با طیب خاطر درآمد ناشی از طرح بیمه را صرف طرح‌های تقویت‌کننده قابلیت اطمینان کند.

• طرح‌های انگیزه‌ای یا تشویقی قابلیت اطمینان

طرح‌های تشویقی را می‌توان گسترش‌یافته استانداردها تلقی کرد. در این طرح‌ها قیمت و کیفیت با هم رابطه داشته و کارایی شرکت‌ها با یک کیفیت توان مورد انتظار مقایسه می‌شود و نتایج حاصل از انحراف، قیمت را مشخص می‌کند. انحراف از مقدار هدف باعث تنظیم قیمت متناسب با هزینه‌های قطعی انرژی تأمین نشده می‌شود. از این روش عموماً برای تنظیم قابلیت اطمینان در شرکت‌های توزیع استفاده می‌شود. در طراحی یک مدل انگیزه‌ای برای بهبود قابلیت اطمینان شبکه چند نکته حائز اهمیت است که عبارت‌اند از:

(الف) انتخاب شاخص‌ها برای ارزیابی شرکت‌ها

(ب) انتخاب مقادیر هدف برای شاخص‌ها

(ج) انتخاب مدل انگیزشی برای دستیابی به مقادیر هدف‌گذاری شده

✓ سیاست‌های حفاظت از محیط‌زیست

یکی از مهم‌ترین اولویت‌های تحقیقاتی سازمان‌های فعال در حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت، سیاست‌گذاری در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش استفاده از انرژی‌های پاک می‌باشد. در این مراکز تحقیقاتی به بررسی عوامل مؤثر در طراحی این استانداردها، نهادها و نیازمندی‌ها و انواع تکنولوژی و منابع لازم جهت اجرا و پیاده‌سازی این استانداردها پرداخته شده است [۳۷-۳۸].

همچنین در این سازمان‌ها به بررسی قانون‌گذاری در این زمینه و تأثیر سیاست‌های حفاظت از محیط‌زیست بر قابلیت اطمینان شبکه‌های برق پرداخته شده است. از مهم‌ترین مسائلی که در این رابطه مورد توجه قرار گرفته است می‌توان به تأثیر اعمال کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای بر روند تولیدات نیروگاه‌هایی با سوخت فسیلی، استفاده از تکنولوژی‌های کنترلی نوین در کاهش اکسیدهای نیتروژن، تکنولوژی‌های بازیافت نوین و همچنین استفاده از انرژی‌های نو مانند انرژی بادی اشاره نمود [۳۹-۴۰]. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، وضع قوانین زیست محیطی روی قسمت‌های مختلف شبکه از منابع تا بار می‌تواند، تأثیر گذار باشد که چالش‌های مربوط به هر بخش به طور جداگانه در قسمت‌های قبلی گزارش بررسی گردیده‌اند.

✓ استانداردهای قابلیت اطمینان

استانداردهای قابلیت اطمینان، الزامات قابلیت اطمینان را برای برنامه‌ریزی و بهره‌برداری مناسب سیستم‌های قدرت تعریف می‌نمایند. این استانداردها با استفاده از یک رویکرد مبتنی بر نتایج که تمرکز آن عملکرد و مدیریت ریسک می‌باشد، توسعه می‌یابند [۴۱] و [۴۲].

تأمین قابلیت اطمینان مورد انتظار مصرف‌کنندگان نیازمند برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری، بهبود و نگهداری شبکه قدرت مطابق با استانداردها و معیارهای از پیش تعیین‌شده می‌باشد. بدین منظور توسعه استانداردهای قابلیت اطمینان از جمله مهم‌ترین موضوعات موجود در حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت می‌باشد.

مطابق با مطالعات سازمان NERC حوزه‌هایی که معیار قابلیت اطمینان در آن‌ها مورد مطالعه قرار گرفته می‌شود، به عبارت

دیگر استانداردهای قابلیت اطمینان را می‌توان به صورت زیر ارائه نمود:

- تعادل تقاضا و تولید
- مدل‌سازی، اطلاعات و ارزیابی
- حفاظت تجهیزات و زیرساخت‌ها
- ارتباطات و بسترهای مخابراتی
- آموزش، تعلیم و تأیید صلاحیت عملکرد کارکنان
- آمادگی و بهره‌برداری مطلوب در شرایط اضطراری
- حفاظت و کنترل سیستم
- طراحی آرایش شبکه، اتصالات و تعمیر و نگهداری تجهیزات

- بهره‌برداری شبکه انتقال
- هماهنگی قابلیت اطمینان بین نهادهای مسئول و تعیین نقش و وظایف هر یک
- برنامه‌ریزی و طراحی شبکه انتقال
- هماهنگی بهره‌برداری قابلیت اطمینان و تعاملات مربوطه
- مطالعات ولتاژ و توان راکتیو

با نتیجه‌گیری از موارد ذکر شده می‌توان گفت که سیاست‌ها و قوانین محرک‌های اصلی صنعت برق هستند. اگر چه سیاست‌گذاران مستقیماً روی قابلیت اطمینان تأثیر نمی‌گذارند ولی تصمیماتی که اتخاذ می‌کنند در مبحث قابلیت اطمینان مؤثر خواهد بود. همان‌طور که از بررسی‌های ارائه شده نیز مشخص می‌باشد، تأثیر این سیاست‌گذاری‌ها و قوانین وضع شده همیشه واضح نیست و در راستای آشکارسازی تأثیرات احتمالی روی قابلیت اطمینان به آنالیزها و ارزیابی‌های مختلفی احتیاج است.

✓ تضمین حضور مسائل قابلیت اطمینان سیستم برق در سیاست‌گذاری‌های یک منطقه

در اغلب موارد سیاست‌هایی که پتانسیل تأثیرگذاری روی صنعت برق را دارند، بدون در نظر گرفتن تأثیر احتمالی این سیاست‌ها روی قابلیت اطمینان وضع می‌شوند. در بسیاری از موارد این اتفاق به خاطر عدم وجود اطلاعات قابلیت اطمینان الکتریکی مناسب است. در این راستا ارتباطات مطمئن برای فراهم کردن اطلاعات مورد نیاز سیاست‌گذاران برای در نظر گرفتن قابلیت اطمینان ضروری است.

۷-۱ - چالش‌های شبکه هوشمند

در چند سال گذشته مباحث مختلفی در مورد این‌که چطور می‌توان زیرساخت‌های کهنه‌ی شبکه قدرت را به بهترین نحو به‌روز کرد، صورت گرفته است. اجماع عمومی بر این محور شکل گرفته که شبکه‌ی به‌روز شده نه تنها باید قابلیت اطمینان مناسب در برابر افزایش تقاضای برق را تأمین نماید، بلکه باید بهره‌وری کلی شبکه را نیز بالا ببرد. نیاز به طراحی و پیاده‌سازی شبکه‌ای با ویژگی‌های منحصر به‌فرد و با مولفه‌های جدید می‌توانست این نیاز را برآورده سازد. ایده شبکه‌ی هوشمند در همین راستا مطرح و به‌شدت مورد استقبال قرار گرفت.

به‌طور قطع تکنولوژی‌ها و برنامه‌های زیادی در پیشبرد شبکه‌های برق به‌سمت هوشمندتر شدن نقش خواهند داشت که شامل اندازه‌گیرهای دیجیتالی پیشرفته، اتوماسیون سیستم‌های توزیع، سیستم‌های کارآمد انتقال داده و منابع انرژی پراکنده

خواهند بود. در حال حاضر، پروژه‌های زیادی در زمینه‌های مرتبط در حال انجام است که اهمیت این بحث را در ساختار مدیریتی و تصمیم‌گیری تأیید می‌کند. برای مثال، استفاده از پهنای باند مخابراتی برای انتقال داده‌های سیستم توزیع، سیستم‌های حلقه بسته برای استفاده از ادوات حفاظتی پیشرفته و استفاده گسترده از منابع انرژی پراکنده در راستای هدف مذکور تعریف شده‌اند [۴۳-۴۴]. در ادامه ویژگی‌های شبکه هوشمند که قابلیت اطمینان را با چالش مواجه می‌سازند شرح داده می‌شود.

✓ بستر مخابراتی شبکه هوشمند

یکی از اهداف تکنولوژی شبکه هوشمند تأمین توان لازم با کیفیت مناسب برای مصرف‌کننده است. این هدف نیازمند به کارگیری سنسورها در نقاط مختلف شبکه قدرت جهت تعیین وضعیت المان‌ها و تجهیزات می‌باشد. این سنسورها برای برقراری ارتباط با المان‌های مختلف شبکه و مرکز کنترل به شبکه مخابراتی نیازمندند. شبکه هوشمند باید قابلیت افزوده شدن ادوات بیشتر و تعامل بیشتر با مصرف‌کننده نهایی مثل پایش به‌هنگام کنتورهای انرژی را داشته باشد. همچنین کاربران باید بتوانند سطح مناسبی از اطلاعات مربوط به شبکه را بر حسب نیاز یا طبق برنامه دریافت نمایند. بنابراین بستر مخابراتی مربوطه باید به اندازه کافی قوی باشد تا ورودی‌ها را از کاربران دریافت کرده و آن‌ها را قادر به پاسخ‌گویی نماید.

✓ شبکه تولید هوشمند

مدیریت منابع تولیدات پراکنده با توجه به تنوع جغرافیایی آن‌ها و همچنین قرارگیری آن‌ها در شبکه، از مهم‌ترین چالش‌های صنعت برق امروز است که شبکه هوشمند بایستی درصدد یافتن راه‌حلی ساده و کم‌هزینه برای آن باشد. بدون شک ایجاد شبکه کنترلی مابین واحدهای تولیدی شامل واحدهای متدوال و نو، و ایجاد مرکز کنترل پویا برای تعیین میزان تولید تولیدکنندگان از مبانی اولیه مورد نیاز شبکه تولید است. تعیین بهینه میزان تولید ژنراتورها بر اساس اطلاعات آنلاین موجود از دیگر نتایج تولید هوشمند است.

✓ شبکه انتقال هوشمند

ساختار موجود شبکه انتقال از اجزای کهنه و سرمایه‌گذاری ناکافی رنج می‌برد و به این کمبودها فشار ناشی از افزایش تقاضا نیز افزوده می‌شود که همه این عوامل موجب گرفتگی‌های شدید در خطوط انتقال می‌گردد. آنالیز به‌هنگام و سریع، پایش گسترده، اندازه‌گیری، کنترل فراگیر و حفاظت سریع و دقیق، از مهم‌ترین نیازهای شبکه انتقال می‌باشد که با ایجاد شبکه هوشمند، مرتفع خواهند شد. همچنین توسعه تکنولوژی‌های ادوات الکترونیک قدرت، تکنولوژی‌های مخابراتی و تأمین امکانات

لازم جهت به‌کارگیری این ادوات در شبکه انتقال، انتقال انرژی در بازدهی و کیفیت بالاتر با استفاده از ادوات و تکنولوژی‌های موجود، ایجاد قابلیت خود ترمیمی با استفاده از پایش و انتقال داده‌ها از طریق سیستم مخابراتی پیشرفته و تعمیر و نگهداری تأسیسات انتقال پیشرفته از مهم‌ترین اهداف ایجاد شبکه‌های انتقال هوشمند می‌باشند.

✓ شبکه توزیع هوشمند

بدون شک مهم‌ترین بخش در شبکه قدرت، شبکه توزیع است. از یک سو بزرگ‌ترین و گسترده‌ترین بخش سیستم را تشکیل می‌دهد و از سوی دیگر در ارتباط مستقیم با مشترکین نیز می‌باشد. این موضوع از آن جهت دارای اهمیت است که یکی از اهداف شبکه‌های هوشمند دخیل نمودن مشترکین و مصرف‌کنندگان نهایی است که در این بخش صورت می‌گیرد. شبکه هوشمند و نفوذ تکنولوژی در بخش توزیع، از پست‌های توزیع گرفته تا فیدرها، مشترکان و حتی درون خانه‌ها را شامل می‌گردد. مهم‌ترین مسائل مورد بررسی در سیستم توزیع هوشمند، شامل اتوماسیون شبکه توزیع، سیستم‌های اندازه‌گیری هوشمند و برنامه‌های پاسخگویی بار می‌باشد.

✓ استانداردهای لازم برای شبکه‌های هوشمند

یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، تبیین استانداردهایی است که امکان ایجاد ارتباط مابین کلیه زیرساخت‌های گسترده شبکه هوشمند را فراهم آورد. شبکه هوشمند شبکه‌ای پیچیده و در عین حال به هم پیوسته است که بایستی با حفظ استقلال بخش‌های مختلف، بین تمام قسمت‌های آن امکان ایجاد ارتباط و مبادله اطلاعات باشد. فراهم ساختن این ارتباط مستلزم این است که استانداردهای یکسانی میان تکنولوژی‌ها، ادوات و مراکز کنترل تعریف گردد که هماهنگی در ارتباطات، حفظ شده و اطلاعات یک بخش برای بخش دیگر قابل پذیرش و پردازش باشد. بدون شک این هماهنگی، علاوه بر اینکه نیاز سیستم است، امنیت سیستم را نیز افزایش داده و امکان توسعه شبکه، ادوات، تجهیزات و تکنولوژی‌های قابل استفاده در شبکه را در چارچوب مشخصی، هم برای بهره‌بردار و هم برای مالکان شبکه میسر می‌سازد.

مهم‌ترین مسئله جهت دستیابی به برنامه‌های مذکور از طریق تکنولوژی‌های نوین در کشور این است که شرکت‌ها چگونه باید این تغییرات را اعمال نمایند تا شبکه از حالت فعلی به سوی شبکه‌های هوشمند حرکت نماید. در زیر سعی می‌شود پله‌های حرکت به سمت شبکه هوشمند با فرض اینکه ضرورت آن از سوی صاحبان شبکه برق پذیرفته شده است، مورد بحث قرار گیرد. موارد ذکر شده شاید کمتر دیدگاه مهندسی و فنی داشته باشند اما بدون شک نبایستی از آن‌ها به سادگی گذشت.

✓ کسب شناخت کافی از شبکه امروزی برای حداقل ساختن هزینه‌ها

این بخش خود مشتمل بر دو قسمت است:

- شناخت نیازهای شبکه تحت بررسی. این نیازها بایستی با توجه به ملاک‌های بهره‌بردار، اولویت‌بندی گردد که در صورت محدودیت‌های موجود از جمله محدودیت‌های اقتصادی اولویت‌های بالاتر زودتر اجرا گردند.
- شناخت تجهیزات، تأسیسات و تکنولوژی‌های موجود در شبکه کنونی. طول عمر تجهیزات موجود به همراه نیاز آن‌ها به بهنگام شدن و همچنین موقعیت جغرافیایی تجهیزات از جمله اطلاعات مهمی است که از شبکه امروزی بایستی در دسترس باشد.

✓ تعادل بی‌درنگ تولید و بار

تعادل مناسب انرژی و رزرو که از طریق روش‌های مختلفی همچون واحدهای مرسوم، منابع انرژی تجدیدپذیر، تولیدات پراکنده، بار فعال، منابع ذخیره انرژی تأمین می‌شوند برای سیستم قدرت مورد نیاز می‌باشد. همچنین برای رسیدن به این مهم می‌بایست دستگاه‌های مناسب اندازه‌گیری و زیرساخت‌های کنترل و پایش برای تبادل سرویس‌های مختلف در سیستم تعبیه شده باشد.

✓ معرفی جمع‌کنندگان

جمع‌کنندگان؛ مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان کوچک و متوسط؛ باعث هدایت شبکه توزیع به سمت یکپارچگی تولید و مصرف محلی برای تأمین عرضه مشترکین خواهد شد. آن‌ها نه تنها خرید و فروش انرژی را انجام می‌دهند، بلکه باعث ارائه خدمات به بهره‌برداران انتقال و توزیع در بهبود مدیریت و افزایش قابلیت اطمینان سیستم خواهند شد.

✓ ساختار کنترلی چندلایه

ساختار کنترلی آینده‌ی سیستم برق پیچیده‌تر و نیازمند افزایش فعل و انفعال بین بهره‌برداران شبکه خواهد شد. بهره‌برداران شبکه از طریق زیرساخت‌های ارتباطی و مخابراتی برای انجام وظایف خود و حفظ قابلیت اطمینان سیستم در محدوده قابل قبول استفاده خواهند کرد.

✓ احداث زیرساخت‌های جدید همزمان با افزایش مصرف در شبکه

با توسعه شبکه انتقال و اتصال واحدهای تولیدی جدید به آن، سیستم برق را با چالش‌های نامطلوبی همچون کمبود توان راکتیو و مسائل پایداری ولتاژ و نیز وقوع اختلال ناشی از هر دو بخش تولید و انتقال جدید در سیستم روبرو می‌سازد. از طرفی عدم رضایت عمومی از خطوط انتقال هوایی به دلیل آلودگی بصری آن‌ها در محیط زیست، بهره‌برداران انتقال و

توزیع را مجبور به استفاده از فناوری‌های چالش‌برانگیز و گران‌قیمت مثل کابل‌های زیرزمینی و اتصالات HVDC می‌کند. ترکیبی از این راه‌حل‌ها باعث افزایش پیچیدگی در طراحی و بهره‌برداری از شبکه برق خواهد کرد.

۸-۱ - چالش عملکرد نیروی انسانی

چالش‌های مربوط به عملکرد نیروی انسانی رنج وسیعی از مسائل پیش روی صنعت برق امروزی را در بر می‌گیرد. برای نمونه می‌توان به مسائلی چون از دست رفتن مهارت‌ها و دانش حیاتی با بازنشستگی یک نیروی کار، اضافه شدن فشارکاری اپراتورهای سیستم و در نتیجه سخت‌تر شدن حفظ پایایی شبکه و عوض شدن فلسفه‌ی بهره‌برداری از شبکه از یک دید قابلیت اطمینانی به یک دید عملکرد به استانداردها نام برد.

۱-۸-۱-۱ - چالش‌ها

چالش‌های قابلیت اطمینانی نیروی کار را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد.

✓ مدیریت بازنشستگی نیروهای کار

در سال‌های آتی بسیاری از شرکت‌ها قسمتی از نیروهای خود را با توجه به بازنشستگی تعدادی از آن‌ها از دست خواهند داد. ممکن است نیروهای آماده به کار باتجربه‌ی مناسب وجود نداشته باشد. لذا شرکت‌ها با چالش جذب نیروهای با استعداد جدید و جایگزین کردن نیروهای قبلی به صورت مناسب مواجه می‌شوند.

✓ توجه به مسئله‌ی کاهش دانش فنی

مسائل مربوط به بازنشسته شدن نیروی کار عمیق‌تر از تغییر نیروی کار است؛ زیرا بازنشسته شدن کارکنان به معنای از دست رفتن یک دانش فنی حیاتی برای سیستم است. درواقع نیرویی به همان تجربه برای جایگزین کردن وجود ندارد. کارکنان جدید به تجربه و دانش نسل‌های قبل از خود برای بهره‌برداری از یک سیستم پیچیده وابسته هستند. درواقع این دانش تنها اطلاعات نگاشته شده در کتابچه‌ها و نقشه‌ها نیست. بلکه شامل فرهنگ سازمانی و نگرشی است که پایایی سیستم را تا به امروز شکل داده است. با بازنشستگی نیروهای کار و ورود نیروهای جدید شرکت‌ها با چالش تغییر نگرشی مواجه می‌شوند که زمانی نیروی کار را به هدف‌های مشترکی پیوند می‌داده است.

✓ پیش روی به سمت یک نگرش پایایی محور

در طول سال‌ها با توجه به اینکه استانداردهای قابلیت اطمینان اجباری شده‌اند، فلسفه‌ی عملیاتی در صنعت از یک نگرش قابلیت اطمینانی به یک نگرش عمل به استانداردها تغییر یافته است. در بسیاری از موارد فشار برای عمل به استانداردها نیاز به تمرکز روی پایایی را می‌پوشاند.

نتیجه‌گیری

در این گزارش به بررسی چالش‌های قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت در دنیا پرداخته شد. ابتدا این چالش‌ها دسته بندی گردیده و سپس برای هر دسته چالش‌های مرتبط مورد بحث قرار گرفت. چالش‌های قابلیت اطمینانی سیستم‌های قدرت در ۷ دسته ی چالش‌های تولید و بار، چالش‌های تولیدات متغیر، بهره‌برداری سیستم، امنیت سیستم، سیاست و مسائل رگولاتوری، شبکه‌ی هوشمند و عملکرد انسانی تقسیم بندی گردید. در زیر چالش‌های مربوط به این دسته بندی‌های خلاصه گردیده است.

چالش‌های تولید و بار

- ✓ تغییر ترکیب تولید
- ✓ وابستگی به گاز طبیعی
- ✓ تغییر ترکیب بار
- ✓ بازنشسته شدن واحدهای تولید سنتی
- ✓ تغییرات شرایط اقلیمی

چالش‌های تولیدات متغیر

- ✓ نفوذ تولیدات متغیر
- ✓ متعادل‌سازی تغییرات
- ✓ تولیدات پراکنده

چالش‌های بهره‌برداری

- ✓ آگاهی از وضعیت سیستم
- ✓ خرابی تجهیز
- ✓ قابلیت اطمینان سیستم حفاظتی

✓ مدیریت قطعی

چالش‌های امنیت سیستم

✓ امنیت فیزیکی

✓ امنیت سایبری

✓ حوادث کم تکرار با تأثیرگذاری بالا

چالش‌های قوانین و سیاست‌گذاری‌ها

✓ تجدید ساختار شبکه برق

✓ تنظیم قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع

✓ سیاست‌های حفاظت از محیط‌زیست

✓ استانداردهای قابلیت اطمینان

چالش‌های شبکه هوشمند

✓ بستر مخابراتی شبکه هوشمند

✓ شبکه تولید هوشمند

✓ شبکه انتقال هوشمند

✓ شبکه توزیع هوشمند

✓ استانداردهای لازم برای شبکه‌های هوشمند

✓ کسب شناخت کافی از شبکه امروزی برای حداقل ساختن هزینه‌ها

چالش‌های عملکرد انسانی

✓ مدیریت بازنشستگی نیروهای کار

✓ توجه به مسئله‌ی کاهش دانش فنی

✓ پیش روی به سمت یک نگرش پایایی محور

ناگفته نماند هدف از این گزارش پرداختن به چالش‌های فنی پیش‌روی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت بوده و مسائلی چون عدم امکان توسعه‌ی خطوط به خاطر مسائل مالی در مراحل بعدی پروژه مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

مراجع

[1] R. Billinton and R. Allan, "Reliability evaluation of engineering systems," Concepts and Techniques, 2nd Ed., 1992.

[2] Reliability First Amended and Restated Bylaws, 2013.

[۳] محمد معین، فرهنگ فارسی

[4] Webster's Dictionary, New York, 1968.

[5] BBC (English Dictionary), London, 1993.

[6] Reliability Challenges, WECC report, Nov 2014.

[7] Available at: http://news.tavanir.org.ir/news/news_detail.php?id=67794

[8] Available at: <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/statistical-review>.

[9] Available at: <http://www.star-telegram.com/news/local/article3841794.html>

[10] Rocky Mountain Power, "Electric Service Schedule No. 114, State of UTAH", P.S.C.U, no. 47, 2009.

[11] Worldwide survey of network- driven demand- side management projects, DC 06 ETSA Utilities Air Conditoner Direct Load Control Program, Australia, 2008.

[12] M. H. Albadi, E. F. El-Saadany, "Demand response in electricity markets: an overview", Power Eng. Soc. Gen. Meet., 2007.

[13] F. Rahimi and A. Ipakchi, "Overview of demand response under the smart grid and market paradigms", IEEE Innov. Smart Grid Tech., 2010.

[14] K. Clement-Nyns, E. Haesen, and J. Driesen, "The impact of charging plug-in hybrid electric vehicles on a residential distribution grid", *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 25, pp. 371-380, Feb. 2010.

[15] E. Sortomme, and M. A. El-Sharkawi, "Optimal charging strategies for unidirectional Vehicle-to-Grid", *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 2, no. 1, Mar. 2011.

[16] [Available: http://www.clean-coalition.org/site/wp-content/uploads/2013/06/Renewables-Integration_Power-08_ssw-17-May-2013.pdf

[17] Available at: http://www.tavanir.org.ir/page_preview.php?page_id=p28b.

[18] Nuclear Maintenance Applications Center, EPRI, 2006.

[۱۹] تغییر اقلیم و نشانه‌های آن در ایران، <http://www.irna.ir/fa/News/81235102>

[20] A.V. Herzog, T.E.L., *Renewable Energy Sources*. 2011 .

- [21] "Global Wind Statistics 2011", Global Wind Energy Council, Belgium, 2012 .
- [22] "2011 Renewable Energy Data Book", National Renewable Energy Laboratory (NREL), US Department of Energy, USA, 2012
- [23] N. Lidula and A. Rajapakse, "Microgrids research: A review of experimental microgrids and test systems," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, pp. 186-202, 2011 .
- [24] I. R. E. SERIES, "Microgrids and Active Distribution Networks" ,2011.
- [25] F. Katiraei, R. Iravani, N. Hatziargyriou, and A. Dimeas, "Microgrids management," *Power and Energy Magazine, IEEE*, vol. 6, pp. 54-65, 2008.
- [26] C. K .Sao and P. W. Lehn, "Control and power management of converter fed microgrids," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 23, pp. 1088-1098, 2008.
- [27] D. G. Photovoltaics and E. Storage, "IEEE Guide for Monitoring, Information Exchange, and Control of Distributed Resources Interconnected with Electric Power Systems," 2007 .
- [28] N. Hatziargyriou, H. Asano, R. Iravani, and C. Marnay, "Microgrids," *Power and Energy Magazine, IEEE*, vol. 5, pp. 78-94, 2007.
- [29] IEEE 1547 standard, available at: <http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/34875.pdf>.
- [30] Mark C.Eti, S. O. T. Ogaji, and S. D. Probert, "Reducing the cost of preventive maintenance (PM) through adopting a proactive reliability-focused culture", *Applied energy* 83.11 p.p. 1235-1248, 2006
- [31] Eric Hirst and Brendan Kirby, "Retail-load participation in competitive wholesale electricity markets", Washington, DC, USA: Edison Electric Institute, 2001.
- [32] David C. Elizondo de la Garza, " Hidden Failures in Protection Systems and its Impact on Power System Wide-area Disturbances", M.sC Thesis, May 2010.
- [33] Real-Time Grid Reliability Management, CEC, 2008
- [34] Sanford V. Berg, Farid Gasmi, and José I. Távora, "Glossary For The Body Of Knowledge On The Regulation Of Utility Infrastructure And Services." Public Utility Research Center, University of Florida, 30-Jun-2005.
- [35] T. Jamasb and M. Pollitt, "Benchmarking and regulation of electricity transmission and distribution utilities: Lessons from international experience," *Cambridge Working Papers in Economics*, 2001.
- [36] Sanford V. Berg, Farid Gasmi, and José I. Távora, "Glossary For The Body Of Knowledge On The Regulation Of Utility Infrastructure And Services." Public Utility Research Center, University of Florida, 30-Jun-2005
- [37] Reliability Assessments DL-2008-Climate-Initiatives-Report, NERC, 2008

- [38] Reliability Assessments DL-EPA Section, Potential Impacts of Future Environmental Regulations, NERC, 2011
- [39] Reliability Assessments DL-EPA Section, Reliability Impacts of Climate Change Initiatives: Technology Assessment and Scenario development, NERC, 2010
- [40] Reliability Assessments DL-EPA Section, Impacts of EPAs Clean Water Act, NERC, 2008
- [41] Reliability Standards and Reliability Settings Review 2014, AEMC, 2014
- [42] Reliability Standards-EOP-004-2, TRE, 2010
- [43] Smart Investment to Power Future, CEA, 2013
- [44] CEA Guideline for the Selection and Use of SMART GRID Standards, CEA, 2011

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۹.....	مقدمه
۲۱.....	فصل اول: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور آمریکا.....
۲۱.....	۱-۱- ساختار صنعت برق آمریکا.....
۲۵.....	۱-۱-۱- منابع انرژی تولید برق در آمریکا.....
۲۶.....	۱-۱-۲- سیاست‌گذاری و تنظیم مقررات.....
۲۶.....	۱-۱-۳- ساختار فیزیکی.....
۲۷.....	۲-۱- قابلیت اطمینان در ایالت متحده.....
۲۸.....	۱-۲-۱- سازمان FERC.....
۲۹.....	۲-۲-۱- سازمان NERC.....
۳۰.....	۳-۲-۱- شورای هماهنگی برق ناحیه‌ی شمال شرق NPCC.....
۳۱.....	۴-۲-۱- شورای قابلیت اطمینان ایالت نیویورک NYRSC.....
۳۲.....	۵-۲-۱- سازمان NYISO.....
۳۳.....	۶-۲-۱- کمیسیون خدمات عمومی ایالت نیویورک NYPSC.....
۳۳.....	۳-۱- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید.....
۳۴.....	۱-۳-۱- قانون‌گذاری در حوزه پایایی.....
۳۷.....	۲-۳-۱- ارزیابی پایایی.....
۳۸.....	۱-۲-۳-۱- ارزیابی پایایی و تحلیل عملکرد سیستم.....
۴۰.....	۲-۲-۳-۱- نرم‌افزارهای موجود.....
۴۲.....	۳-۲-۳-۱- مدیریت ریسک پایایی.....
۴۲.....	۴-۲-۳-۱- تولیدات متغیر (انرژی‌های تجدیدپذیر).....
۴۴.....	۳-۳-۱- بهبود پایایی.....
۴۷.....	۴-۱- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال.....
۴۸.....	۱-۴-۱- قانون‌گذاری قابلیت اطمینان.....
۵۳.....	۱-۱-۴-۱- فرایند استانداردهای مورد استفاده.....
۵۴.....	۲-۱-۴-۱- استانداردهای اعمال شده.....
۵۶.....	۳-۱-۴-۱- مدیریت گرفتگی خطوط.....

- ۱-۴-۲- سیاست‌های بهره‌برداری ۵۷
- ۱-۴-۲-۱- ابزارهای مدیریت بهره‌برداری ۵۸
- ۱-۴-۲-۲- نواحی کنترل ۵۸
- ۱-۴-۲-۳- امنیت ۵۹
- ۱-۴-۲-۴- تعاملات میان امنیت شبکه تولید و انتقال ۶۳
- ۱-۴-۳- روش‌های مدیریت قابلیت اطمینان ۶۴
- ۱-۴-۴- بهبود پایایی ۶۸
- ۱-۴-۴-۱- توسعه سیستم انتقال ۶۸
- ۱-۴-۴-۲- تضمین قابلیت اطمینان از طریق سیگنال‌های قیمت ۷۰
- ۱-۴-۴-۳- بهبود قابلیت اطمینان از طریق بهبود اطلاعات مربوط به وضعیت سیستم ۷۰
- ۱-۴-۴-۴- گزینه‌های دیگر نسبت به توسعه شبکه انتقال ۷۱
- ۱-۴-۴-۵- بهبود استفاده از شبکه و پیش‌بینی بار ۷۱
- ۱-۴-۴-۶- افزایش تبادلات توان با نواحی دیگر ۷۲
- ۱-۴-۴-۷- برنامه‌ریزی و طراحی ۷۴
- ۱-۴-۴-۸- استانداردها و مشوق‌ها ۷۵
- ۱-۴-۴-۹- محک‌زنی ۷۵
- ۱-۴-۴-۱۰- تعمیر و نگهداری ۷۶
- ۱-۴-۴-۱۱- کابل‌های زیرزمینی ۷۷
- ۱-۴-۴-۱۲- اعمال جریمه ۷۷
- ۱-۴-۵- ارزیابی پایایی ۷۷
- ۱-۴-۵-۱- نرم‌افزارهای مورد استفاده ۸۲
- ۱-۴-۵-۲- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه شبکه‌های توزیع ۸۳
- ۱-۴-۵-۳- قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۸۳
- ۱-۴-۵-۱- معیارهای قابلیت اطمینانی مورد نظر ۸۹
- ۱-۴-۵-۲- معیارهایی بر اساس عملکرد فیدر ۹۰
- ۱-۴-۵-۳- معیارهایی بر اساس زمان بازیابی بار ۹۰
- ۱-۴-۵-۴- معیارهایی بر اساس مدت زمان خاموشیها در یک چارچوب زمانی مشخص ۹۰
- ۱-۴-۵-۵- معیارهایی بر اساس سطح ولتاژ ۹۰
- ۱-۴-۵-۶- گزارش‌های قابلیت اطمینان شبکه توزیع ۹۰

- ۹۱-۷-۱-۵-۱ چگونگی پایش وضعیت قابلیت اطمینان شبکه.....
- ۹۲-۸-۱-۵-۱ لزوم گزارش دهی و شیوه دسترس پذیری اطلاعات گزارش شده.....
- ۹۲-۹-۱-۵-۱ تغییرات در الزامات گزارش دهی در طول زمان.....
- ۹۳-۱۰-۱-۵-۱ الزامات گزارش دهی شاخص ها و تعریف حوادث بحرانی.....
- ۹۳-۱۱-۱-۵-۱ شاخصهای قابلیت اطمینان گزارش شده.....
- ۹۴-۱۲-۱-۵-۱ تعریف حوادث بحرانی.....
- ۹۵-۱۳-۱-۵-۱ بررسی و ارزیابی اطلاعات قابلیت اطمینان گزارش شده به ایالتها.....
- ۹۵-۱۴-۱-۵-۱ شیوه های شرکتها برای تعریف قطعیهای موقت.....
- ۹۶-۱۵-۱-۵-۱ شیوههای مختلف شرکتهای توزیع در چگونگی لحاظ نمودن حوادث بحرانی در گزارشات.....
- ۹۸-۱۶-۱-۵-۱ روشهای مختلف شرکتها در تعریف حوادث بحرانی.....
- ۱۰۰-۱۷-۱-۵-۱ بررسی مفاهیم موثر بر محاسبه شاخص ها در گزارشات قابلیت اطمینان.....
- ۱۰۸-۱۸-۱-۵-۱ بررسی وضعیت قابلیت اطمینان در ایالات مختلف آمریکا.....
- ۱۱۴-۲-۵-۱ ارزیابی پایایی.....
- ۱۱۶-۱-۲-۵-۱ هزینه‌های خاموشی.....
- ۱۲۳-۲-۲-۵-۱ نرم‌افزارهای مورد استفاده.....
- ۱۲۵-۳-۲-۵-۱ جمع‌آوری دادهها در صنعت توزیع برق.....
- ۱۲۶-۴-۲-۵-۱ سیستمهای جمع‌آوری اطلاعات به صورت دستی.....
- ۱۲۷-۵-۲-۵-۱ سیستم قطعی کاملاً خودکار.....
- ۱۲۸-۶-۲-۵-۱ پیاده‌سازی سیستمهای قطعی مختلف.....
- ۱۳۱-۷-۲-۵-۱ ارزیابی تاثیر تغییرات فرایند مدیریت خرابی.....
- ۱۳۳-۸-۲-۵-۱ ریسک و ارزیابی ریسک.....
- ۱۳۵-۳-۵-۱ بهبود پایایی.....
- ۱۳۵-۱-۳-۵-۱ شبکه‌های مخابراتی.....
- ۱۳۶-۲-۳-۵-۱ سیستم‌های کنترلی و اتوماسیون.....
- ۱۴۱-۳-۳-۵-۱ طراحی سیستم توزیع در جزایر لانگ.....
- ۱۴۴-۴-۳-۵-۱ برنامه‌های ارتقای پایایی در شرکت آب و برق لس‌آنجلس.....
- ۱۴۶-۵-۳-۵-۱ برنامه‌های ارتقای پایایی در شرکت Con Edison.....
- ۱۴۶-۶-۳-۵-۱ پیاده سازی شبکه‌های هوشمند.....
- ۱۴۸-۷-۳-۵-۱ مدیریت دارایی.....

- ۱-۵-۳-۸- مدیریت سمت مصرف ۱۵۹
- ۱-۵-۳-۹- منابع تولید پراکنده ۱۶۶
- فصل دوم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور کانادا ۱۷۴
- ۱-۲- مسئولیت‌های قانون‌گذاری انرژی در کانادا ۱۷۴
- ۱-۱-۲- سازمان‌های فدرالی ۱۷۴
- ۲-۱-۲- سازمان‌های ایالتی ۱۷۴
- ۲-۲- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید ۱۷۷
- ۱-۲-۲- قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۱۷۹
- ۲-۲-۲- ارزیابی پایایی ۱۸۰
- ۳-۲-۲- بهبود پایایی ۱۸۴
- ۳-۲- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال ۱۸۶
- ۱-۳-۲- قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۱۸۷
- ۱-۱-۳-۲- مدیریت قابلیت اطمینان ۱۸۷
- ۲-۱-۳-۲- نقش دولت فدرال در سیاست‌های قابلیت اطمینان در حوزه انتقال ۱۸۷
- ۳-۱-۳-۲- استانداردهای اجباری قابلیت اطمینان در کانادا ۱۸۸
- ۲-۳-۲- ارزیابی پایایی ۱۸۹
- ۱-۲-۳-۲- شاخص‌های ارزیابی قابلیت اطمینان در انتقال ۱۸۹
- ۲-۲-۳-۲- برنامه‌ریزی و بهره‌برداری قابلیت اطمینان ۱۹۰
- ۳-۲-۳-۲- مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان ۱۹۰
- ۴-۲-۳-۲- مطالعات خاموشی در حوزه انتقال ۱۹۱
- ۵-۲-۳-۲- شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو ۱۹۱
- ۶-۲-۳-۲- ساختار سلسله‌مراتبی سیستم قدرت در ارزیابی قابلیت اطمینان ۱۹۲
- ۳-۳-۲- بهبود پایایی ۱۹۳
- ۱-۳-۳-۲- سیستم‌های کنترل نظارتی SCADA و سیستم‌های اتوماسیون ۱۹۳
- ۲-۳-۳-۲- تبادلات داده SCADA بین مراکز کنترلی و تجهیزات میدانی ۱۹۳
- ۳-۳-۳-۲- مدیریت سمت تقاضا (DSM) ۱۹۴
- ۴-۲- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع ۱۹۵
- ۱-۴-۲- قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۱۹۵
- ۲-۴-۲- ارزیابی پایایی ۱۹۸

- ۱۹۹..... بهبود پایایی ۳-۴-۲
- ۲۰۲..... فصل سوم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور انگلستان ۳-۴-۲
- ۲۰۲..... ۱-۳- شرکت‌های برق بریتانیا و ایرلند شمالی ۳-۴-۲
- ۲۰۳..... ۲-۳- مراجع قانون‌گذاری ۳-۴-۲
- ۲۰۴..... ۳-۳- ساختار قانون‌گذاری ۳-۴-۲
- ۲۰۴..... ۱-۳-۳- سایر قوانین تصویب شده ۳-۴-۲
- ۲۰۵..... ۲-۳-۳- دستورالعمل‌های صنعتی ۳-۴-۲
- ۲۰۵..... ۴-۳- پایایی در بریتانیای کبیر ۳-۴-۲
- ۲۰۵..... ۵-۳- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید ۳-۴-۲
- ۲۰۷..... ۱-۵-۳- قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۳-۴-۲
- ۲۰۸..... ۲-۵-۳- ارزیابی پایایی ۳-۴-۲
- ۲۰۹..... ۱-۲-۵-۳- فرضیات بار ۳-۴-۲
- ۲۱۰..... ۲-۲-۵-۳- فرضیات تولید ۳-۴-۲
- ۲۱۰..... ۳-۲-۵-۳- ارزیابی کفایت تولید ۳-۴-۲
- ۲۱۱..... ۴-۲-۵-۳- دسترس پذیری نیروگاه‌ها در UK ۳-۴-۲
- ۲۱۲..... ۳-۵-۳- بهبود پایایی ۳-۴-۲
- ۲۱۳..... ۶-۳- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال ۳-۴-۲
- ۲۱۳..... ۱-۶-۳- قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۳-۴-۲
- ۲۱۵..... ۲-۶-۳- ارزیابی پایایی ۳-۴-۲
- ۲۱۵..... ۳-۶-۳- بهبود پایایی ۳-۴-۲
- ۲۱۷..... ۷-۳- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع ۳-۴-۲
- ۲۱۷..... ۱-۷-۳- قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۳-۴-۲
- ۲۱۹..... ۲-۷-۳- ارزیابی پایایی ۳-۴-۲
- ۲۱۹..... ۳-۷-۳- بهبود پایایی ۳-۴-۲
- ۲۲۲..... فصل چهارم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور استرالیا ۳-۴-۲
- ۲۲۸..... ۱-۴- سازمان‌های تحقیقاتی مرتبط با سیستم قدرت و پایایی ۳-۴-۲
- ۲۲۸..... ۱-۱-۴- موسسه تحقیقات انرژی استرالیا ۳-۴-۲
- ۲۲۸..... ۲-۱-۴- مرکز انرژی‌های تجدیدپذیر و سیستم قدرت در استرالیا ۳-۴-۲
- ۲۲۹..... ۳-۱-۴- مراکز تحقیقاتی دانشگاهی ۳-۴-۲

۲۳۰	فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید	۲-۴
۲۳۱	قانون‌گذاری در حوزه پایایی	۱-۲-۴
۲۳۱	ارزیابی پایایی	۲-۲-۴
۲۳۴	بهبود پایایی	۳-۲-۴
۲۳۵	فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال	۳-۴
۲۳۵	قانون‌گذاری در حوزه پایایی	۱-۳-۴
۲۳۹	ارزیابی پایایی	۲-۳-۴
۲۴۰	بهبود پایایی	۳-۳-۴
۲۴۰	فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع	۴-۴
۲۴۱	قانون‌گذاری در حوزه پایایی	۱-۴-۴
۲۴۴	ارزیابی پایایی	۲-۴-۴
۲۴۵	بهبود پایایی	۳-۴-۴
۲۴۵	شرکت SP AUS	۱-۳-۴-۴
۲۴۸	شرکت Energex	۲-۳-۴-۴
۲۵۲	فصل پنجم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور هلند	
۲۵۳	سازمان‌های تحقیقاتی مرتبط با سیستم قدرت و پایایی	۱-۵
۲۵۳	مرکز تحقیقات انرژی هلند (ECN)	۱-۱-۵
۲۵۴	شرکت DNV GL	۲-۱-۵
۲۵۵	فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید	۲-۵
۲۵۶	قانون‌گذاری در حوزه پایایی	۱-۲-۵
۲۵۷	ارزیابی پایایی	۲-۲-۵
۲۵۸	بهبود پایایی	۳-۲-۵
۲۶۰	فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال	۳-۵
۲۶۱	قانون‌گذاری در حوزه پایایی	۱-۳-۵
۲۶۲	ارزیابی پایایی	۲-۳-۵
۲۶۲	بهبود پایایی	۳-۳-۵
۲۶۳	فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع	۴-۵
۲۶۳	قانون‌گذاری در حوزه پایایی	۱-۴-۵
۲۶۵	ارزیابی پایایی	۲-۴-۵

- ۳-۴-۵- بهبود پایایی ۲۶۵
- فصل ششم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور ایتالیا ۲۶۸
- ۱-۶- سازمان‌های تحقیقاتی مرتبط با سیستم قدرت و پایایی ۲۷۰
- ۱-۱-۶- سازمان ملی فناوری‌های نو و توسعه انرژی و اقتصادی پایا ۲۷۰
- ۲-۱-۶- شورای تحقیقات ملی ۲۷۱
- ۳-۱-۶- سازمان تحقیق بر سیستم‌های انرژی ۲۷۱
- ۲-۶- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید ۲۷۱
- ۱-۲-۶- قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۲۷۲
- ۲-۲-۶- ارزیابی پایایی ۲۷۲
- ۳-۲-۶- بهبود پایایی ۲۷۴
- ۳-۶- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال ۲۷۴
- ۱-۳-۶- قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۲۷۵
- ۲-۳-۶- ارزیابی پایایی ۲۷۶
- ۳-۳-۶- بهبود پایایی ۲۷۹
- ۱-۳-۳-۶- انتقال هوشمند ۲۸۰
- ۴-۶- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع ۲۸۱
- ۱-۴-۶- قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۲۸۲
- ۲-۴-۶- ارزیابی پایایی ۲۸۳
- ۳-۴-۶- بهبود پایایی ۲۸۶
- فصل هفتم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور ژاپن ۲۸۸
- ۱-۷- سازمان‌های مسئول تضمین پایایی در ژاپن ۲۹۰
- ۲-۷- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید ۲۹۰
- ۱-۲-۷- قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۲۹۱
- ۲-۲-۷- ارزیابی پایایی ۲۹۳
- ۱-۲-۲-۷- تامین پیوسته انرژی الکتریکی، سوخت نیروگاهها ۲۹۴
- ۲-۲-۲-۷- تامین مداوم سوخت هسته‌ای ۲۹۴
- ۳-۲-۲-۷- تقویت زنجیره‌های تامین سوخت حرارتی ۲۹۵
- ۴-۲-۲-۷- شناسایی و ارزیابی طول عمر تجهیزات قدرت ۲۹۵
- ۵-۲-۲-۷- مروری بر برخی از زمینه‌های پروژه‌های تحقیقاتی ۲۹۶

- ۳-۲-۷- بهبود پایایی ۲۹۷
- ۱-۳-۲-۷- ابزارهای مدیریت دارایی برای تجهیزات سیستم قدرت ۲۹۸
- ۲-۳-۲-۷- تلاش برای بهبود ایمنی و پایایی نیروگاههای هسته‌ای ۲۹۹
- ۳-۷- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال ۳۰۰
- ۱-۳-۷- قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۳۰۰
- ۲-۳-۷- ارزیابی پایایی ۳۰۱
- ۳-۳-۷- بهبود پایایی ۳۰۲
- ۴-۷- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع ۳۰۳
- ۱-۴-۷- قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۳۰۳
- ۲-۴-۷- ارزیابی پایایی ۳۰۴
- ۳-۴-۷- بهبود پایایی ۳۰۴
- فصل هشتم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور مالزی ۳۰۶
- ۱-۸- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید ۳۱۰
- ۸-۱-۱- قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۳۱۱
- ۲-۱-۸- ارزیابی پایایی ۳۱۲
- ۳-۱-۸- بهبود پایایی ۳۱۳
- ۲-۸- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال ۳۱۴
- ۱-۲-۸- قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۳۱۴
- ۱-۱-۲-۸- استاندارد برنامه‌ریزی و بهره‌برداری در قابلیت اطمینان ۳۱۴
- ۲-۱-۲-۸- ضوابط بهره‌برداری ۳۱۵
- ۲-۲-۸- ارزیابی پایایی ۳۱۶
- ۱-۲-۲-۸- شاخص‌ها و روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان ۳۱۶
- ۲-۲-۲-۸- محدودیت ولتاژ ۳۱۷
- ۳-۲-۲-۸- حاشیه ولتاژ ۳۱۸
- ۴-۲-۲-۸- حدود فرکانس ۳۱۸
- ۵-۲-۲-۸- زمان رفع خطا ۳۱۹
- ۶-۲-۲-۸- محدودیت‌های اتصال کوتاه ۳۱۹
- ۷-۲-۲-۸- سطح عایقی ۳۲۰
- ۸-۲-۲-۸- محدودیت‌های حرارتی ۳۲۰

- ۳۲۰ شبکه هوشمند و تکنولوژی‌های نو ۸-۲-۲-۹
- ۳۲۱ بهبود پایایی ۸-۲-۳
- ۳۲۱ کاهش حادثه‌های غیر مطمئن در شبکه (اتفاقات شبکه و قابلیت اطمینان) ۸-۲-۳-۱
- ۳۲۱ نصب تجهیزات مانیتورینگ و حفاظتی ۸-۲-۳-۲
- ۳۲۲ مدیریت اتفاقات شبکه ۸-۲-۳-۳
- ۳۲۲ مدیریت سمت تقاضا ۸-۲-۳-۴
- ۳۲۳ فعالیت‌های انجام شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع ۸-۳-۳
- ۳۲۳ قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۸-۳-۱
- ۳۲۵ ارزیابی پایایی ۸-۳-۲
- ۳۲۵ بهبود پایایی ۸-۳-۳
- ۳۲۷ فصل نهم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور هند ۳۲۷
- ۳۳۰ سازمان‌های تحقیقاتی مرتبط با سیستم قدرت و پایایی ۹-۱-۱
- ۳۳۰ فعالیت‌های انجام شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید ۹-۲-۲
- ۳۳۱ قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۹-۲-۱
- ۳۳۲ ارزیابی پایایی ۹-۲-۲
- ۳۳۴ بهبود پایایی ۹-۲-۳
- ۳۳۶ فعالیت‌های انجام شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال ۹-۳-۳
- ۳۳۷ قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۹-۳-۱
- ۳۳۷ ارزیابی پایایی ۹-۳-۲
- ۳۳۸ بهبود پایایی ۹-۳-۳
- ۳۴۰ فعالیت‌های انجام شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع ۹-۴-۴
- ۳۴۱ قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۹-۴-۱
- ۳۴۱ ارزیابی پایایی ۹-۴-۲
- ۳۴۱ بهبود پایایی ۹-۴-۳
- ۳۴۵ فصل دهم: فعالیت‌های انجام شده مرتبط با پایایی در کشور ترکیه ۳۴۵
- ۳۴۸ فعالیت‌های انجام شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید ۱۰-۱-۱
- ۳۴۹ قانون‌گذاری در حوزه پایایی ۱۰-۱-۱
- ۳۵۰ ارزیابی پایایی ۱۰-۱-۲
- ۳۵۱ بهبود پایایی ۱۰-۱-۳

- ۳۵۲..... ۲-۱۰- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال
- ۳۵۲..... ۱-۲-۱۰- قانون‌گذاری در حوزه پایایی
- ۳۵۳..... ۲-۲-۱۰- ارزیابی پایایی
- ۳۵۵..... ۳-۲-۱۰- بهبود پایایی
- ۳۵۵..... ۳-۱۰- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع
- ۳۵۵..... ۱-۳-۱۰- قانون‌گذاری در حوزه پایایی
- ۳۵۷..... فصل یازدهم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور عربستان
- ۳۵۷..... ۱-۱۱- ساختار حکومتی بخش برق
- ۳۶۰..... ۲-۱۱- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید
- ۳۶۱..... ۱-۲-۱۱- قانون‌گذاری در حوزه پایایی
- ۳۶۲..... ۲-۲-۱۱- ارزیابی پایایی
- ۳۶۴..... ۳-۲-۱۱- بهبود پایایی
- ۳۶۵..... ۳-۱۱- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال
- ۳۶۶..... ۱-۳-۱۱- قانون‌گذاری در حوزه پایایی
- ۳۶۷..... ۲-۳-۱۱- ارزیابی پایایی
- ۳۶۹..... ۳-۳-۱۱- بهبود پایایی
- ۳۶۹..... ۴-۱۱- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع
- ۳۶۹..... ۱-۴-۱۱- قانون‌گذاری در حوزه پایایی
- ۳۷۰..... ۲-۴-۱۱- ارزیابی پایایی
- ۳۷۰..... ۳-۴-۱۱- بهبود پایایی
- ۳۷۱..... فصل دوازدهم: نقشه‌ی راه
- ۳۷۲..... ۱-۱۲- فرآیند ترسیم نقشه‌راه
- ۳۷۵..... ۲-۱۲- محورهای موردبررسی نقشه‌راه پایایی
- ۳۷۶..... ۱-۲-۱۲- ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات
- ۳۷۶..... ۲-۲-۱۲- روش‌ها، مدل‌ها، شاخص‌های ارزیابی
- ۳۷۷..... ۳-۲-۱۲- منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو
- ۳۷۸..... ۴-۲-۱۲- شبکه‌های هوشمند و فناوری‌های نو
- ۳۷۹..... ۵-۲-۱۲- مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان
- ۳۷۹..... ۶-۲-۱۲- برنامه‌ریزی و بهره‌برداری قابلیت اطمینان

۳۸۰	۷-۲-۱۲	کفایت منابع سوخت و آب
۳۸۱	۸-۲-۱۲	ارزیابی پایایی در فضای رقابتی
۳۸۱	۹-۲-۱۲	اطلاعات قابلیت اطمینان
۳۸۲	۱۰-۲-۱۲	نصب تجهیزات پایش و حفاظتی
۳۸۲	۱۱-۲-۱۲	برنامه‌های اضطراری و آموزش کارکنان
۳۸۳	۱۲-۲-۱۲	سیستم‌های اتوماسیون
۳۸۳	۱۳-۲-۱۲	مدیریت سمت تقاضا
۳۸۴	۱۴-۲-۱۲	مدیریت دارایی
۳۸۴	۱۵-۲-۱۲	استانداردها
۳۸۵	۱۶-۲-۱۲	حفاظت از محیط‌زیست
۳۸۵	۳-۱۲	مدیریت قابلیت اطمینان
۳۸۷		فصل سیزدهم: مسائل مرتبط با پایایی در نقشه‌راه کشور ایالات متحده امریکا
۳۸۷	۱-۱۳	سازمان NERC
۳۸۹	۲-۱۳	عوامل موثر در شاخص‌های قابلیت اطمینان
۳۹۱	۳-۱۳	بهبود قابلیت اطمینان
۳۹۵	۱-۳-۱۳	کاهش پیک تقاضا
۳۹۵	۲-۳-۱۳	افزایش بازده انرژی
۳۹۶	۳-۳-۱۳	استانداردهای بازده انرژی
۳۹۶	۴-۳-۱۳	مدیریت سمت تقاضا
۳۹۷	۵-۳-۱۳	قیمت‌گذاری‌های جایگزین
۳۹۷	۱-۵-۳-۱۳	قیمت‌گذاری بلادرنگ
۳۹۸	۲-۵-۳-۱۳	بارهای قابل قطع و پیشنهاددهی بار
۳۹۹	۶-۳-۱۳	بهبود تولید
۳۹۹	۱-۶-۳-۱۳	احداث
۴۰۰	۲-۶-۳-۱۳	منابع تولیدات پراکنده و انرژی‌های نو
۴۰۰	۷-۳-۱۳	بهبود انتقال
۴۰۰	۱-۷-۳-۱۳	بهبود عملکرد شبکه و پیش‌بینی
۴۰۱	۲-۷-۳-۱۳	واردات
۴۰۲	۸-۳-۱۳	برنامه‌ریزی

۴۰۲	.....	۱۳-۳-۸-۱- استانداردها و مشوق‌ها
۴۰۳	.....	۱۳-۳-۸-۲- محک‌زنی
۴۰۳	.....	۱۳-۳-۹- مدیریت قطعی
۴۰۳	.....	۱۳-۳-۹-۱- تعمیر و نگهداری
۴۰۴	.....	۱۳-۳-۹-۲- کابل‌های زیرزمینی
۴۰۴	.....	۱۳-۳-۹-۳- جریمه‌ها
۴۰۴	.....	۱۳-۴- نقشه‌راه امنیت سایبری
۴۰۴	.....	۱۳-۴-۱- تعریف امنیت
۴۰۵	.....	۱۳-۴-۲- نقشه‌راه امنیت سایبری NERC
۴۰۶	.....	۱۳-۴-۲-۱- شناسایی تجهیزات سایبری اساسی
۴۰۶	.....	۱۳-۴-۲-۲- آنالیز شکاف مطابق استانداردهای CIP-002 الی CIP-009
۴۰۶	.....	۱۳-۴-۲-۳- مکانیسم تصدیق
۴۰۶	.....	۱۳-۴-۲-۴- ثبت و ضبط مستندات
۴۰۶	.....	۱۳-۵- نقشه‌راه پایایی شرکت MID در ایالات متحده آمریکا
۴۰۷	.....	۱۳-۵-۱- اضافه نمودن تولید در پیک
۴۰۷	.....	۱۳-۵-۲- همکاری با شرکت تامین برق مجاور (Lodi Energy Center)
۴۰۸	.....	۱۳-۵-۳- مشارکت در برنامه‌ریزی خطوط انتقال
۴۰۹	.....	فصل چهاردهم: نقشه‌راه شبکه سراسری برق اروپا
۴۱۲	.....	۱۴-۱- توسعه اهداف فعالیت‌های ابتکاری سیستم در راستای سیاست‌گذاری تا سال ۲۰۵۰ شبکه برق اروپا
۴۱۳	.....	۱۴-۲- آثار و نتایج مورد انتظار برای بازیگران شبکه برق اروپا تا سال ۲۰۲۲
۴۱۴	.....	۱۴-۳- فعالیت‌های دسته‌بندی شبکه انتقال
۴۲۴	.....	۱۴-۴- فعالیت‌های دسته‌بندی مشترک شبکه انتقال و توزیع
۴۲۶	.....	۱۴-۵- فعالیت‌های دسته‌بندی شبکه توزیع
۴۳۳	.....	فصل پانزدهم: نقشه‌راه پایایی شبکه برق شمال اروپا (Nordic)
۴۳۴	.....	۱۵-۱- نروژ
۴۳۶	.....	۱۵-۲- سوئد
۴۳۷	.....	۱۵-۳- فنلاند
۴۳۷	.....	۱۵-۴- دانمارک
۴۳۸	.....	۱۵-۵- چشم‌انداز فناوری انرژی در شبکه Nordic



۴۴۴	.....	۱۵-۶- تولید برق و گرمایش منطقه‌ای
۴۴۵	.....	۱۵-۷- مصرف برق
۴۴۷	.....	نتیجه‌گیری
۴۵۴	.....	مراجع

فهرست اشکال

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
شکل ۱-۱: حوزه‌ی فعالیت نهادهای هماهنگی محلی قابلیت اطمینان	۳۰
شکل ۲-۱: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در ایالات متحده	۳۴
شکل ۳-۱: اتصالات شبکه انتقال ایالات متحده	۴۷
شکل ۴-۱: شرایط سیستم قبل از وقوع خرابی: نمودارها کل ظرفیت توان انتقالی خطوط در هر دو جهت را نشان می‌دهند، ناحیه سیاه نیز ظرفیتی از خطوط که اشغال شده است را نشان می‌دهد.	۶۲
شکل ۵-۱: افزایش توان انتقالی از خطوط شبکه با خروج ناگهانی یکی دیگر از خطوط شبکه	۶۲
شکل ۶-۱: توان انتقالی از خطوط شبکه بعد از خروج ناگهانی یکی از واحدهای تولیدی: در این حالت یکی از خطوط شبکه دچار اضافه بار شده است.	۶۳
شکل ۷-۱: سیستم دو ناحیه‌ای نمونه.	۶۹
شکل ۸-۱: انتقال توان بین دو ناحیه، کاهش و افزایش منافع مصرف‌کنندگان آنها.	۶۹
شکل ۹-۱: ظرفیت خطوط شبکه انتقال	۷۳
شکل ۱۰-۱: میزان انرژی خریداری و فروخته شده در سال ۲۰۰۰ در هر یک از نواحی سازمان NERC	۷۴
شکل ۱۱-۱: وضعیت رگولاتوری قابلیت اطمینان ایالت‌های آمریکا	۸۶
شکل ۱۲-۱: گزارش‌دهی شاخص‌های مختلف در ۳۵ ایالت	۹۴
شکل ۱۳-۱: چگونگی تعریف حوادث عمده در ایالات مختلف آمریکا	۹۴
شکل ۱۴-۱: تعاریف مختلف قطعی‌های دائمی	۹۵
شکل ۱۵-۱: نمودار توزیع مقادیر SAIDI در ۷۱ شرکت توزیع با و بدون در نظر گرفتن حوادث بحرانی	۹۷
شکل ۱۶-۱: نمودار توزیع مقادیر SAIFI در ۷۱ شرکت توزیع با و بدون در نظر گرفتن حوادث بحرانی	۹۷
شکل ۱۷-۱: نمودار معیارهای مختلف در نظر گرفته شده توسط شرکت‌ها برای تعریف حوادث بحرانی	۹۹
شکل ۱۸-۱: مقایسه ماهانه قبل و بعد از پیاده‌سازی OMS: قطعی‌ها و SAIDIهای ماهانه	۱۳۲
شکل ۱۹-۱: تاریخچه عملکرد قبل و بعد از بالآمدگی: SAIDI و قطعی‌ها	۱۳۲
شکل ۲۰-۱: میانگین جاری SAIDI	۱۳۳
شکل ۲۱-۱: میانگین افزایش یافته SAIDI: شروع سالهای مختلف	۱۳۳
شکل ۲۲-۱: تعداد پروژه‌های بهبود پایایی با هوشمند کردن سیستم توزیع	۱۴۰
شکل ۲۳-۱: تعداد کلیدهای خودکاری که شرکت‌های توزیع مختلف برای بهبود پایایی سیستم خود به کار برده‌اند	۱۴۱
شکل ۲۴-۱: چارچوب مدیریت دارایی در شرکت‌های توزیع	۱۵۰
شکل ۲۵-۱: میزان کاهش ریسک با انجام تعمیرات پیشگیرانه به ازای هر تجهیز	۱۵۸

- شکل ۱-۲۶: نفوذ تولیدات متغیر بادی و خورشیدی در آمریکا (بر حسب MW) ۱۷۰
- شکل ۲-۱: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در کانادا ۱۷۸
- شکل ۳-۱: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در UK ۲۰۶
- شکل ۴-۱: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در استرالیا ۲۳۰
- شکل ۴-۲: تقاضای پیک و ظرفیت تولید بازار ملی برق (NEM) ۲۳۳
- شکل ۴-۳: تقاضای و ظرفیت تولید تا سال ۲۰۱۴-۲۰۱۵ ۲۳۴
- شکل ۵-۱: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در هلند ۲۵۶
- شکل ۶-۱: نمودار تغییرات انرژی تولیدی و مصرفی در ایتالیا ۲۷۲
- شکل ۶-۲: تغییرات شاخص ASA در طول زمان - از سال ۲۰۱۲ این شاخص برای Terna و Telat به صورت جداگانه محاسبه شده است. ۲۷۷
- شکل ۶-۳: تغییرات نسبت SAIFI به MAIFI - از سال ۲۰۱۲ این شاخص برای Terna و Telat به صورت جداگانه محاسبه شده است. ۲۷۷
- شکل ۶-۴: شاخص AIT. از سال ۲۰۱۲ این شاخص برای Terna و Telat به صورت جداگانه محاسبه شده است. ۲۷۸
- شکل ۶-۵: انرژی تأمین نشده ۲۷۸
- شکل ۶-۶: انرژی تأمین نشده مورد انتظار ۲۷۹
- شکل ۶-۷: نمونه‌ای از نحوه ارائه داده در مورد مشتریانی که ضعیف‌ترین خدمات را دریافت نموده‌اند. ۲۸۵
- شکل ۷-۱: پیش‌بینی ظرفیت تولید و تقاضا ۲۹۲
- شکل ۷-۲: نمودار نرخ رشد انرژی تولیدی و مصرفی در ژاپن ۲۹۳
- شکل ۷-۳: تولید انرژی الکتریکی در ژاپن بر حسب نوع سوخت ۲۹۴
- شکل ۸-۱: نمودار روند افزایش مصرف انرژی و رشد ناخالص ملی در مالزی ۳۰۶
- شکل ۸-۲: سهم منابع انرژی در تولید برق مالزی در سال ۲۰۱۲ ۳۰۷
- شکل ۸-۳: زیر حوزه‌های فعالیت سه شرکت برق مالزی ۳۰۷
- شکل ۸-۴: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در مالزی ۳۱۱
- شکل ۸-۵: تنوع تولید در برنامه توسعه ۳۱۳
- شکل ۸-۶: ساختار کلی صنعت برق شرکت TNB ۳۲۴
- شکل ۹-۱: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در هند ۳۳۱
- شکل ۱۰-۱: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در ترکیه ۳۴۹
- شکل ۱۱-۱: نقشه‌ی راه تجدید ساختار صنعت برق عربستان ۳۵۹
- شکل ۱۱-۲: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در عربستان ۳۶۱

شکل ۱۲-۱: فرایند ترسیم نقشه‌راه	۳۷۳
شکل ۱۳-۱: حوزه‌های تحت نظارت سازمان NERC	۳۸۸
شکل ۱۳-۲: میزان مصرف سالانه انرژی آمریکا از سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۹	۳۹۱
شکل ۱۳-۳: میزان بار قابل قطع در تابستان ۲۰۰۰	۳۹۸
شکل ۱۳-۴: میزان بار قابل قطع در تابستان ۲۰۰۰	۴۰۲
شکل ۱۴-۱: ساختار دستگاه‌های اندازه‌گیری منعطف و سنتی	۴۱۱
شکل ۱۴-۲: فعالیت‌های تحقیقات و نوآوری برای نقشه‌راه شبکه سراسری برق اروپا	۴۱۳
جدول ۱۴-۹: فعالیت T9: توسعه و صحنه‌گذاری ابزارهای بهینه‌سازی تعمیر و نگهداری سیستم قدرت بر اساس آنالیز هزینه/فایده	۴۲۴
جدول ۱۴-۱۳: فعالیت D3: استفاده از منابع ذخیره انرژی در مدیریت انرژی	۴۲۸
جدول ۱۴-۱۶: فعالیت D6: روش‌های نوین مدیریت دارایی	۴۳۱
شکل ۱۵-۱: شبکه برق کشورهای Nordic	۴۳۴
شکل ۱۵-۲: تمامی سناریوهای موجود در کاهش تولید CO ₂ در شبکه Nordic	۴۳۸
شکل ۱۵-۳: میزان کاهش منابع اولیه تأمین برق کشورهای Nordic برای سناریوهای مختلف	۴۴۰
شکل ۱۵-۴: میزان تولید انرژی در کشورهای Nordic و سهم تولید از طریق سوخت‌های فسیلی در سال ۲۰۱۱	۴۴۰
شکل ۱۵-۵: میزان سهم انرژی‌های نو در هر یک از کشورهای Nordic در سال ۲۰۱۱	۴۴۱
شکل ۱۵-۶: میزان تولید گاز CO ₂ به تفکیک در هر یک از کشورهای Nordic	۴۴۱
شکل ۱۵-۷: میزان سهم منابع تولید برق در کشورهای Nordic در سال ۲۰۱۰	۴۴۲
شکل ۱۵-۸: میزان انرژی تولیدی برق در سناریوهای مختلف کشورهای Nordic	۴۴۳
شکل ۱۵-۹: انواع منابع تولید انرژی تا سال ۲۰۵۰ در کشورهای Nordic	۴۴۳
شکل ۱۵-۱۰: میزان انرژی تولیدی سناریوهای CNBS و CNES برای سال ۲۰۵۰ در منطقه Nordic	۴۴۳
شکل ۱۵-۱۱: میزان انرژی بخش گرمایش منطقه‌ای در کشورهای Nordic	۴۴۴
شکل ۱۵-۱۲: میزان رشد بار بلندمدت (سمت چپ) و تفکیک بار مصرفی آن (سمت راست) در کشورهای Nordic تا سال ۲۰۵۰	۴۴۵
شکل ۱۵-۱۳: رشد تقاضای برق در سناریوهای CNS مربوط به نقشه راه کشورهای Nordic	۴۴۶

فهرست جداول

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
جدول ۱-۱: وضعیت رگولاتوری و شاخص‌های قابلیت اطمینان مورد استفاده در ایالات مختلف.....	۸۷
جدول ۲-۱: متوسط هزینه‌های خاموشی مشترکین در ایالت متحده در سال ۲۰۰۸ بر اساس نوع مصرف‌کننده و نوع خاموشی برحسب دلار.....	۱۲۱
جدول ۳-۱: متوسط هزینه‌های خاموشی مشترکین در ایالت متحده در سال ۲۰۰۸ برای انواع فعالیت‌های تجاری در بعدازظهر تابستان یک روز کاری برحسب دلار.....	۱۲۲
جدول ۴-۱: متوسط هزینه‌های خاموشی مشترکین در ایالت متحده در سال ۲۰۰۸ بر اساس نوع مصرف‌کننده، مدت زمان خاموشی، فصل و روز هفته برحسب دلار.....	۱۲۲
جدول ۵-۱: متوسط هزینه‌های خاموشی مشترکین در ایالت متحده در سال ۲۰۰۸ بر اساس نوع مصرف‌کننده، مدت زمان خاموشی، فصل و ساعات روز.....	۱۲۳
جدول ۶-۱: دسته بندی پیامدهای ریسک.....	۱۳۴
جدول ۷-۱: دسته بندی روش‌های آنالیز ریسک.....	۱۳۴
جدول ۸-۱: خلاصه‌ای از اطلاعات مورد نیاز مدیریت دارایی.....	۱۵۴
جدول ۱-۲: سازمان‌های مسئول پایایی در ایالت‌های مختلف کانادا.....	۱۷۷
جدول ۲-۲: تعدادی از اندازه‌گیری‌های رایج قابلیت اطمینان در حوزه انتقال.....	۱۹۰
جدول ۳-۲: ارتباط بین اهداف سازمان OEB و معیارهای ارزیابی آن.....	۱۹۷
جدول ۱-۴: مقدار متوسط بلندمدت انرژی تأمین نشده، دسامبر ۱۹۹۸ تا ژوئن ۲۰۰۹.....	۲۳۲
جدول ۲-۴: مروری بر استانداردهای پایایی در ایالت‌های مختلف استرالیا.....	۲۳۶
جدول ۳-۴: نظام مدیریتی و نهادی در استرالیا.....	۲۴۲
جدول ۱-۷: چهارچوب برقراری پایایی در ژاپن و ایالات متحده آمریکا.....	۲۹۲
جدول ۱-۸: محدوده مجاز ولتاژ قبل از خطای شبکه انتقال.....	۳۱۷
جدول ۲-۸: محدوده مجاز ولتاژ.....	۳۱۷
جدول ۳-۸: محدودیت ولتاژ در کلیدزنی.....	۳۱۸
جدول ۴-۸: محدوده مجاز ولتاژ بعد از وقوع خطا.....	۳۱۸
جدول ۵-۸: محدوده فرکانس.....	۳۱۸
جدول ۶-۸: زمان رفع خطا.....	۳۱۹
جدول ۷-۸: محدوده جریان زیرگذرای طراحی شده.....	۳۱۹
جدول ۸-۸: سطح عایقی تجهیزات.....	۳۲۰
جدول ۹-۸: محدودیت‌های حرارتی تجهیزات شبکه انتقال.....	۳۲۰

- جدول ۸-۱۰: فعالیت‌های صورت گرفته ۳۲۱
- جدول ۱۳-۱: ظرفیت حاشیه رزرو سیستم قدرت از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ توسط NEMS ۳۹۰
- جدول ۱۳-۲: راه‌های بهبود قابلیت اطمینان سیستم قدرت در سمت مصرف ۳۹۳
- جدول ۱۳-۳: راه‌های بهبود قابلیت اطمینان سیستم قدرت در سمت تولید و انتقال ۳۹۳
- جدول ۱۳-۴: خلاصه گزارش آمارهای قابلیت اطمینان بر اساس داده‌های ۲۰۱۲-۲۰۱۳ در ایالات متحده آمریکا ۳۹۴
- جدول ۱۳-۵: میانگین شاخص‌های قابلیت اطمینان در ایالات متحده آمریکا طی سال‌های گذشته ۳۹۵
- جدول ۱۴-۱: فعالیت T1: تعریف سناریو برای توسعه شبکه سراسری برق اروپا ۴۱۶
- جدول ۱۴-۲: فعالیت T2: روش‌های برنامه‌ریزی برای آینده سیستم انتقال شبکه سراسری برق اروپا ۴۱۷
- جدول ۱۴-۳: فعالیت T3: ابزارها و روش‌های جدید برای بهره‌برداری مبتنی بر ارزیابی حاشیه پایداری ۴۱۸
- جدول ۱۴-۴: فعالیت T4: ابزارها و روش‌های جدید برای ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه سراسری برق اروپا ۴۱۹
- جدول ۱۴-۵: فعالیت T5: ابزارهای پیشرفته جدید بازار برق اروپا برای سرویس‌های جانبی و تعادل، شامل مدیریت تقاضا ۴۲۰
- جدول ۱۴-۶: فعالیت T6: ابزارهای پیشرفته برای تخصیص ظرفیت و مدیریت گرفتگی ۴۲۱
- جدول ۱۴-۷: فعالیت T7: ابزار و مکانیسم‌های بازار برای اطمینان از کفایت و بازدهی سیستم قدرت با نفوذ بالای انرژی‌های تجدیدپذیر ۴۲۲
- جدول ۱۴-۸: فعالیت T8: توسعه روش‌های تعیین و بهینه‌سازی عمر ادوات مهم سیستم قدرت برای شبکه موجود و آینده ۴۲۳
- جدول ۱۴-۹: فعالیت T9: توسعه و صحت‌گذاری ابزارهای بهینه‌سازی تعمیر و نگهداری سیستم قدرت بر اساس آنالیز هزینه/فایده ۴۲۴
- جدول ۱۴-۱۰: فعالیت TD1: افزایش رویت پذیری سیستم توزیع برای مدیریت و کنترل شبکه انتقال ۴۲۵
- جدول ۱۴-۱۱: فعالیت D1: بار فعال برای افزایش انعطاف‌پذیری شبکه ۴۲۶
- جدول ۱۴-۱۲: فعالیت D2: بهینه‌سازی بازده انرژی به‌وسیله شبکه هوشمند توزیع در مناطق شهری ۴۲۷
- جدول ۱۴-۱۳: فعالیت D3: استفاده از منابع ذخیره انرژی در مدیریت انرژی ۴۲۸
- جدول ۱۴-۱۴: فعالیت D4: تهیه زیرساخت مناسب برای خودروهای الکتریکی ۴۲۹
- جدول ۱۴-۱۵: فعالیت D5: پایش و کنترل شبکه ولتاژ پایین ۴۳۰
- جدول ۱۴-۱۶: فعالیت D6: روش‌های نوین مدیریت دارایی ۴۳۱
- جدول ۱۴-۱۷: فعالیت D7: روش‌های نوین طراحی بازار ۴۳۲

مقدمه

در عصر کنونی وابستگی مشترکان به انرژی الکتریکی بسیار بالاست. انرژی الکتریکی جز یکی از زیرساخت‌های حیاتی جوامع محسوب می‌شود و حتی سایر زیرساخت‌های حیاتی مانند بهداشت و درمان، حمل و نقل، مخابرات و شبکه آب رسانی نیز به انرژی الکتریکی وابسته هستند و قطعی برق می‌تواند بر عملکرد مناسب آنها تاثیر نامطلوب بگذارد [۱].

جوامع امروزی به علت ساختار جامعه و محدودیت‌های کاری این انتظار را از سیستم قدرت خواهند داشت که انرژی الکتریکی باید بصورت پیوسته در دسترس آنها باشد. با توجه به اینکه ادوات تشکیل دهنده یک سیستم قدرت شامل ادوات تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی در معرض خرابی‌ها و وقایع تصادفی محیطی می‌باشند امکان برآورده کردن چنین خواسته‌ای عملاً وجود ندارد. هرچند افزایش سرمایه‌گذاری می‌تواند موجب کاهش احتمال قطع برق شود.

قابلیت اطمینان یکی از موارد مهم در برنامه‌ریزی، طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت می‌باشد. تعریف‌های بسیاری برای بیان قابلیت اطمینان ارائه شده است که یکی از این تعریف‌ها مقبولیت و پذیرش بیشتری یافته است:

«قابلیت اطمینان یک سیستم عبارت است از احتمال عملکرد رضایت‌بخش آن سیستم تحت شرایط کار مشخص برای

مدت زمان معین»

در سال‌های اخیر با توجه به سخت‌گیرانه‌تر شدن قوانین و دستورالعمل‌های زیست محیطی و همچنین مشکلاتی از جمله یافتن محل مناسب تجهیزات و شرایط بد اقتصادی، امکان سرمایه‌گذاری برای نیروگاه‌های جدید به آسانی مقدور نبوده و در برخی از موارد عملاً غیرممکن شده است. در عین حال شرکت‌های برق از یک طرف با تقاضای روز افزون تولید مواجه‌اند و از طرف دیگر باید با فرسودگی تجهیزات مقابله نمایند.

وجود حجم بالای سرمایه‌گذاری در صنعت برق چه از نظر سخت‌افزاری و تجهیزات فیزیکی و چه از نظر نرم‌افزاری و نیروی انسانی شاغل، ایجاب می‌نماید که به مقوله قابلیت اطمینان به عنوان یک صنعت پایه‌ای و زیرساختی توجه خاصی شود. صنعت برق از آنجا که بر رشد و توسعه سایر صنایع موثر است، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است و از این رو هر گونه افزایش یا کاهش قابلیت اطمینان در این صنعت به طور مستقیم و غیرمستقیم بر روی کارکرد سایر صنایع می‌تواند تاثیرگذار باشد.

به‌عنوان مثال چنانچه صنعت برق نتواند فعالیت‌های خود را به صورت اقتصادی انجام دهد و قیمت تمام شده برق تولیدی بالا باشد، این عامل بر روی قیمت تمام شده محصولات و یا خدمات ارائه شده توسط سایر صنایع موثر خواهد بود. لذا با توجه به بحث‌های بالا، قابلیت اطمینان در صنعت برق از جنبه‌های مختلفی حائز اهمیت است. از سوی دیگر با آغاز موج تجدید ساختار و آزادسازی دسترسی به شبکه برق، اهمیت موارد یاد شده ابعاد وسیع‌تری یافته و انجام آن نیز تمهیدات پیچیده‌تری به خود گرفته است که بررسی آن و ارائه راهکارهای مناسب، عرصه جدیدی را برای پژوهش و بررسی در صنعت برق ایجاد کرده است. در این راستا مطالعات قابلیت اطمینان نقشی اساسی در طرح‌های آینده ایفا خواهد نمود [۲].

با توجه به اهمیت و جایگاه مطالعات پایایی شبکه‌های قدرت، شناسایی و بررسی نظام‌مند حوزه‌های فعالیت در این زمینه و بررسی کاستی‌ها و نواقص موجود در هر یک از حوزه‌های یاد شده، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. در این پروژه، وضعیت کشورهای مختلف در زمینه پایایی بررسی خواهد شد. این کشورها از میان کشورهای پیشرفته و همچنین کشورهای مشابه ایران انتخاب شده‌اند، ساختار و فعالیت‌های آنها در زمینه موضوعات مختلف پایایی، برنامه و وضعیت فعلی آنها و همچنین فعالیت‌های آتی آنها درباره موضوع پایایی بررسی خواهد شد. این کشورها شامل ایالت متحده، کانادا، انگلستان، استرالیا، هلند، ایتالیا، ژاپن، ترکیه، مالزی، هند و عربستان می‌باشند.

هر یک از فصول این گزارش به بررسی یکی از این کشورها اختصاص یافته است. در هر فصل ابتدا ساختار صنعت برق آن کشور از لحاظ فیزیکی و قانون‌گذاری مورد بررسی قرار گرفته است و در ادامه فعالیت‌های انجام شده در زمینه پایایی شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی در سه حوزه قانون‌گذاری پایایی، بهبود پایایی و ارزیابی پایایی بررسی شده است. در فصل آخر نیز نتیجه‌گیری گزارش آورده شده است.

فصل اول: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور

آمریکا

مقدمه

در این فصل ابتدا به معرفی ساختار صنعت برق آمریکا پرداخته شده است و در ادامه تعدادی از سازمان‌های فعال در این کشور در حوزه پایایی شبکه‌های قدرت معرفی شده است. سپس فعالیت‌های انجام شده در این زمینه به تفکیک حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

۱-۱- ساختار صنعت برق آمریکا

صنعت برق آمریکا متشکل از تعداد زیادی سهام‌دار و شرکت‌های خصوصی و دولتی است که در چهار حوزه‌ی تولید، انتقال، توزیع و بازار برق فعال هستند. علاوه بر این، تعداد زیادی مراکز و نهاد نظارتی نیز وجود دارد که بر عملکرد شرکت‌های فعال در چهار حوزه‌ی ذکر شده نظارت می‌نمایند. در سال ۱۹۹۶ تعداد ۳۱۹۵ شرکت برق در آمریکا وجود داشت که کمتر از ۱۰۰۰ شرکت در حوزه‌ی تولید مشغول به فعالیت بودند. ۶۵ عدد از این شرکت‌ها در حوزه‌ی بازار برق فعال بودند و سایرین که اکثریت آن‌ها را نیز تشکیل می‌داند، در حوزه‌ی انتقال و توزیع فعالیت می‌کردند. از لحاظ مالکیتی نیز، ۲۰۲۰ شرکت دولتی، ۹۳۲ شرکت تعاونی برق روستایی و ۲۴۳ خصوصی بودند [۳].

در حال حاضر نیز چنین تقسیم‌بندی در مورد حوزه‌ی فعالیت شرکت‌های مربوط به صنعت برق در آمریکا انجام می‌گیرد. شرکت‌های فعال در صنعت برق در سال ۲۰۱۴ به ۳۲۹۲ شرکت افزایش یافته‌اند که به نسبت‌های تقریباً مشابهی نسبت به سال ۱۹۹۶ در چهار حوزه‌ی تولید، انتقال، توزیع و بازار برق فعالیت می‌کنند [۴]. از لحاظ مالکیتی نیز طبق دسته‌بندی و آمار

منتشر شده توسط سازمان APPA^۱ تعداد ۲۰۰۹ شرکت دولتی، ۱۹۲ شرکت خصوصی، ۸۷۱ شرکت تعاونی، ۹ نهاد نظارتی فدرال و ۲۱۱ شرکت فعال در حوزه ی بازار برق وجود دارد [۵].

شرکت‌های خصوصی در تمامی ایالت‌ها به جز ایالت نبراسکا^۲ حضور دارند. ۶ درصد از شرکت‌های برق در سراسر آمریکا خصوصی هستند. ۳۸٪ از ظرفیت نصب شده کل کشور، ۴۲٪ تولید، ۶۶٪ خرید و فروش و ۶۷٪ سود کل صنعت مربوط به این ۶٪ می‌باشد. این شرکت‌ها تقریباً به ۱۰۰ میلیون مصرف‌کننده‌ی نهایی که معادل ۷۱٪ مصرف‌کنندگان کشور است، خدمات ارائه می‌دهند. مشابه تمامی مشاغل خصوصی دیگر، هدف اصلی این شرکت‌ها نیز سودآوری است. سود حاصل شده هم به صاحبان سهام پرداخت می‌شود و هم برای توسعه کسب و کار سرمایه‌گذاری می‌گردد [۵].

شرکت‌های برق خصوصی در واقع سرویس‌دهندگان انحصاری در یک منطقه‌ی جغرافیایی هستند که به شدت تحت نظارت بوده و موظف هستند دسترسی بدون تبعیض به شبکه و برق با قیمت مناسب برای مشترکین خود فراهم آورند. بیشتر شرکت‌های خصوصی فعال در صنعت برق آمریکا، شرکت‌های بهره‌بردار هستند که در هر سه حوزه‌ی تولید، انتقال و توزیع برق فعالیت می‌نمایند. تعداد زیادی از شرکت‌های خصوصی در هر سه حوزه کار می‌کنند و به طور کلی در مناطقی که تجدید ساختار انجام نشده است، در یک ساختار عمودی یکپارچه به مشترکین خود خدمات ارائه می‌دهند. این نوع شرکت‌های برق خصوصی که ساختار عمودی یکپارچه دارند، غالباً تحت نظارت کمیسیون خدمات عمومی ایالت^۳ فعالیت می‌نمایند. اما در ایالاتی که بازار رقابتی خرده فروشی و عمده فروشی وجود دارد، شرکت‌های خصوصی برق تولیدات خود را واگذار کرده و خطوط انتقالشان نیز تحت کنترل بهره‌بردار مستقل منطقه بهره‌برداری می‌شود. در نتیجه حوزه‌ی فعالیت آن‌ها محدود به شبکه‌ی توزیع است.

شرکت‌های دولتی برق، شرکت‌هایی غیرانتفاعی و با مالکیت دولتی هستند که در سطح منطقه‌ای یا ایالتی فعالیت می‌نمایند. تعداد ۲۰۰۹ شرکت دولتی برق آمریکا، ۶۱٪ از کل شرکت‌های برق این کشور را تشکیل می‌دهند. ۹٪ ظرفیت تولید، ۸٪ تولید، ۱۵٪ فروش به مشترکین نهایی (خرده فروشی) و ۱۳٪ سود صنعت در اختیار این ۶۱٪ می‌باشد. شرکت‌های برق دولتی به پنج دسته شرکت‌های برق شهری^۴، شرکت‌های خدمات عمومی برق ناحیه‌ای^۱، شرکت‌های متصدی برق ایالتی^۲، شرکت‌های برق و آب در مناطق آبیاری^۳ و شرکت تهیه‌کننده برق برای مجموعه‌های شهری^۴ تقسیم می‌شوند [۶].

۱-American Public Power Assosiation

۲-Nebarasca

۳-State Public Utility Comission

۴-Municipals

شرکت‌های برق شهری مسئول سرویس‌دهی و برق‌رسانی به منطقه‌ی خود هستند. تعرفه نهایی برق برای مصرف‌کنندگان در این مناطق غالباً کمتر از مناطق مجاور است. چرا که شرکت‌های برق شهری از پرداخت مالیات معاف هستند. همچنین همانند سایر شرکت‌های برق دولتی، می‌توانند از وام‌های کم سود و معاف از مالیات استفاده نمایند. اکثر شرکت‌های برق شهری توزیع‌کننده‌ی برق هستند اما تعداد کمی نیز بخش‌های تولید و انتقال انرژی را پوشش می‌دهند.

شرکت‌های خدمات عمومی برق ناحیه‌ای تنها در ایالات نیاراسکا، واشنگتن، ارگان و کالیفرنیا به فعالیت می‌پردازند. در این مناطق اعضاء کمیسیون یا هیئت مدیره شرکت برق توسط رای‌گیری مشخص می‌شوند و به صورت مستقل از شهرداری‌ها عمل می‌کنند. شرکت‌های متصدی برق ایالتی، مانند NYPA^۵ و Santee Cooper^۶ نهادهای مسئول بخش برق از طرف دولت ایالتی هستند. NYPA در اصل بازار عمده فروشی است که برق شرکت‌های برق شهری و شرکت‌های تعاونی برق را فراهم می‌آورد و همچنین به صورت مستقیم برق بعضی مصرف‌کنندگان صنعتی خاص را نیز تامین می‌کند.

نمونه‌ای از شرکت‌های برق و آب در مناطق آبیاری، شرکت برق و آب ناحیه‌ی کشاورزی Salt River در ایالت آریزونا است که ماموریت دوگانه تامین برق و آب مصرف‌کنندگان نهایی را بر عهده دارد. مناطق آبیاری غالباً در غرب آمریکا قرار دارند و شرکت‌های متولی آب در این مناطق در ابتدا توسط ساکنین با هدف مدیریت منابع آبی تاسیس شده است. به مرور زمان وظایف سرویس‌دهی برق نیز در کنار آب به این شرکت‌ها واگذار شده است، زیرا برق نقش اساسی در به انجام رساندن ماموریت این شرکت‌ها داشته است. به مرور زمان وظایف خرده فروشی و توزیع برق نیز بر عهده‌ی این شرکت‌ها قرار گرفت [۷].

در نهایت شرکت‌های تامین‌کنندگان برق برای مجموعه‌های شهری، شرکت‌هایی هستند که درون هر ایالتی تعریف و تشکیل می‌شوند و وظیفه آن‌ها ساخت نیروگاه یا خرید برق از بازارهای عمده فروشی و تحویل برق تولید شده یا خریداری شده

۱-Public Utility Districts and Public Power Districts

۲-State Authorities

۳-Irrigation Districts

۴-Joint Municipal Action Agencies

۵-New York Power Authority

۶-South Carolina Public Service Authority

به توزیع‌کنندگان برق شهری است. از جمله این شرکت‌ها می‌توان به شرکت برق عمده فروشی شهری ماساچوست^۱، سازمان برق شهری ایندیانا^۲، متصدی برق شهری جرجیا^۳ اشاره نمود.

شرکت‌های تعاونی برق، شرکت‌هایی هستند که مالک آن همان اعضای شرکت (مصرف‌کنندگانی که به آن‌ها خدمات ارائه می‌شود) می‌باشند. به عنوان مثال شرکت‌های تعاونی توزیع به اعضای خود، یعنی مصرف‌کنندگان نهایی برق‌رسانی می‌کنند و شرکت‌های تعاونی تولید و انتقال نیز خدمات عمده فروشی برق و انتقال توان را برای اعضای خود، یعنی شرکت‌های توزیع فراهم می‌آورند. در کل کشور آمریکا، ۸۸۳ شرکت تعاونی برق در ۴۷ ایالت وجود دارد. این شرکت‌های تعاونی ۲۷٪ کل شرکت‌های برق آمریکا را تشکیل می‌دهند که ۴٪ تولید و ۱۰٪ سود کل صنعت را دارا هستند. این نوع شرکت‌های برق معمولاً در مناطق روستایی رایج می‌باشند. این مناطق در نواحی هستند که به علت تعداد کم مصرف‌کننده، به اندازه‌ی کافی جذابیت و سود دهی برای مالکین خصوصی ندارد. شرکت‌های تعاونی تحت قوانین ایالت بهره‌برداری می‌شوند و به وسیله‌ی هیئت ریسه‌ای که توسط اعضا انتخاب می‌شود، اداره می‌گردند. تعرفه‌های برق آن‌ها نیز نزدیک به تعرفه‌های برق شرکت‌های برق شهری است.

وظیفه تمامی شرکت‌های فعال در صنعت برق آمریکا با هر نوع مالکیت و زمینه‌ی فعالیت آن است که منابع کافی و قابل اطمینان برق را با قیمتی مناسب برای مصرف‌کنندگان خود فراهم آورند. همه‌ی این شرکت‌ها تحت نظارت نهادهای محلی، ایالتی و فدرال می‌باشند. خرید و فروش برق بین ایالت‌ها در بازار عمده فروشی برق، طبق قوانین و نظارت سازمان FERC^۴ انجام می‌شود. این سازمان همچنین بر خدمات انتقال بین ایالتی نیز نظارت نموده و مسئولیت صدور مجوز تاسیس نیروگاه برق‌آبی را هم بر عهده دارد. صدور مجوز تاسیس و بهره‌برداری از نیروگاه‌های هسته‌ای و مدیریت و دفع پسماندهای این نیروگاه‌ها بر عهده‌ی کمیسیون قانون‌گذاری و نظارت هسته‌ای^۵ می‌باشد. خرده فروشی برق و خدمات شبکه توزیع که توسط شرکت‌های خصوصی انجام می‌گیرد، مشمول قوانین و نظارت ایالتی می‌شود. به علاوه ساخت اکثر نیروگاه‌ها و خطوط انتقال نیز با موافقت و نظارت ایالتی انجام می‌شود [۶].

۱-Massachusetts Municipal Wholesale Electric Company

۲-Indiana Municipal Power Agency

۳-Municipal Electric Authority of Georgia

۴-Federal Energy Regulatory Commission

۵-Nuclear Regulatory Commission

حوزه‌های جغرافیایی سرویس‌دهی شرکت‌های برق از یکدیگر متمایز می‌باشد. قلمرو هر شرکت در بر گیرنده انواع مصرف‌کنندگان است. مصرف‌کنندگان بر اساس خدمات و سرویسی که از شرکت‌های برق می‌گیرند به چهار دسته‌ی خانگی، تجاری، صنعتی و حمل و نقل تقسیم می‌شوند. شرکت‌های برق، مصرف‌کنندگان هر دسته را در کلاس‌های سرویس‌دهی نیز تقسیم می‌نمایند تا با توجه به کلاس مصرف‌کننده و خدماتی که دریافت می‌نماید، تعرفه‌ی برق آن‌ها نیز تعیین شود [۴].

از آنجا که ساختار صنعت برق در ایالت‌های مختلف آمریکا بسیار متفاوت است، ایالت نیویورک به عنوان نمونه با جزییات بیشتری توضیح داده می‌شود. علت انتخاب ایالت نیویورک آن است که اولاً پیچیده‌ترین ساختار نظارتی و اجرایی را در میان تمام ایالت‌ها داراست و ثانیاً می‌توان گفت این ایالت مبدا و شکل‌گیری مباحث قابلیت اطمینانی در شبکه‌های برق بوده و کامل‌ترین چهارچوب و ساختار کنترل و نظارتی قابل اطمینان را دارد. لذا توضیحات بیشتر در این زمینه می‌تواند موثر واقع شود [۴-۶].

شبکه توزیع و انتقال ایالت نیویورک بخشی خصوصی و بخشی دولتی است. شش مالک خصوصی در سطح این ایالت وجود دارد که مسول رساندن انرژی برق به مصرف‌کنندگان نهایی خود هستند. این شش شرکت توسط PSC^۱ کنترل می‌شوند. علاوه بر این شش شرکت، NYPA^۲ نیز مسول برق رسانی به دیگر مناطق جغرافیایی است. در واقع NYPA مسئولیت تولید برق و رساندن آن به دست شرکت‌های انتقال یا توزیع و مصرف‌کنندگان صنعتی و تجاری را دارد. در کل ۴۹ اداره‌ی برق شهری در ایالت وجود دارد که برق خود را از NYPA خریداری می‌کنند و توسط PSC نیز نظارت و کنترل می‌شوند [۶].

۱-۱-۱- منابع انرژی تولید برق در آمریکا

در سال ۲۰۱۲ کل ظرفیت نصب شده آمریکا ۱۰۶۳ گیگاوات بوده است که ۷۷۶ گیگاوات آن نیروگاه‌های حرارتی و فسیلی، ۱۰۲ گیگاوات آن نیروگاه هسته‌ای، ۷۹ گیگاوات نیروگاه‌های برق آبی و ۵۶ گیگاوات نیروگاه بادی بوده است. مجموع تولیدات برق در سال ۲۰۱۲ در کشور آمریکا ۴۰۴۷،۷ تراوات ساعت می‌باشد. در این سال همچنین ۵۹،۳ تراوات ساعت انرژی الکتریکی وارد شده و ۱۲ تراوات ساعت صادر شده است. در نتیجه مجموع مصرف کشور ۴۰۹۵ تراوات ساعت بوده است. از مجموع

۱-Public Service Commission

۲-New York Public Authority

تولیدات در سال ۲۰۱۲، ۲۷۷۵ تراوات ساعت مربوط به نیروگاه‌های حرارتی و فسیلی، ۷۶۹ تراوات ساعت مربوط به نیروگاه‌های هسته‌ای، ۲۷۶ تراوات ساعت نیروگاه‌های برق آبی و ۲۱۸ تراوات منابع تجدید پذیر بوده است [۴، ۵].

۲-۱-۱- سیاست‌گذاری و تنظیم مقررات

سیاست‌گذاری و تنظیم مقررات بخش برق در آمریکا توسط نهادهای اجرایی و قانون‌گذاری دولت فدرال و ایالتی انجام می‌گیرد. در بخش مدیریت اجرایی دولت فدرال، وزارت‌خانه انرژی نقش بسزایی در قانون‌گذاری صنعت برق دارد. بعد از آن سازمان حفاظت از محیط زیست مسئول تنظیم مقررات مربوط به محیط زیست است. در نهایت کمیسیون تجارت فدرال مسئول حمایت از حقوق مصرف‌کنندگان و حصول اطمینان از وجود بازار رقابتی است [۶].

قوانینی مهمی که از سال ۱۹۰۰ به تصویب رسیده است و مربوط به بخش برق می‌باشد به شرح زیر است:

- قانون برق فدرال-سال ۱۹۳۵ به هدف حمایت از انرژی برق آبی و افزایش نقش دولت فدرال در صنعت برق
- قانون انرژی کشوری-سال ۱۹۷۸ با هدف کاهش نرخ رشد مصرف انرژی و حمایت بیشتر از تولید با منابع انرژی تجدید پذیر
- قانون سیاست انرژی-سال ۱۹۹۲ با هدف ایجاد مشوق برای بهبود بازدهی و رفع محدودیت‌ها برای بازار رقابتی عمده فروشی
- قانون استقلال و امنیت انرژی-سال ۲۰۰۷

تنظیم مقررات مربوط به خرید و فروش برق بین ایالت‌ها، نرخ عمده فروشی برق و اجازه‌ی تاسیس و بهره‌برداری نیروگاه‌های برق آبی بر عهده‌ی FERC است. اما تعرفه برق در سطح توزیع توسط کمیسیون خدمات عمومی در سطح ایالت تعیین می‌گردد.

۳-۱-۱- ساختار فیزیکی

در آمریکای شمالی دو شبکه‌ی عظیم برق متناوب وجود دارد، شبکه‌ی شرقی و شبکه‌ی غربی. علاوه بر این، دو شبکه کوچک دیگر به نام‌های شبکه برق تگزاس و شبکه برق آلاسکا نیز وجود دارد. شبکه‌های شرق و غرب و تگزاس به وسیله‌ی خطوط اتصال جریان ثابت به یکدیگر متصل هستند که قابلیت مبادله توان بین ایالت‌های کشورهای کانادا، آمریکا و بخشی از

مکزیک را به شبکه سراسری می‌دهد. شبکه‌های انتقال توسط "بهره‌برداران شبکه انتقال (TSO)" اداره می‌شوند که شرکت‌هایی غیرانتفاعی هستند. این نهادها وظیفه دسترسی بدون تبعیض به شبکه‌ی انتقال را برای مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان بر عهده دارند [۷].

۱-۲- قابلیت اطمینان در ایالت متحده

پیشینه‌ی بحث قابلیت اطمینان در آمریکا به هنگامی باز می‌گردد که شبکه‌های کوچک به وسیله‌ی خطوط انتقال ولتاژ بالا و متناوب به یکدیگر متصل شدند. تا قبل از آن خاموشی در هر شبکه اتفاق ناگواری نبود زیرا شبکه‌ها کوچک بودند و تعداد مصرف‌کنندگانی که تحت تاثیر این خاموشی قرار می‌گرفتند، اندک بود. اما با اتصال و توسعه‌ی شبکه‌های برق رسانی، ضررهای ناشی از وقوع خاموشی هم از لحاظ گستردگی جغرافیایی و هم از لحاظ فنی بیشتر شد. در نتیجه شبکه‌های بزرگ شروع به تدوین ضوابط قابلیت اطمینان در شبکه خود نمودند [۷].

تا نیمه قرن بیستم هر شبکه‌ی برقی ضوابط و معیارهای قابلیت اطمینان خود را پیاده‌سازی و اجرا می‌کرد. با افزایش اتصالات بین شبکه‌ای و نیاز شبکه‌ها به مبادله توان از طریق خطوط انتقال بلند، محدودیت استفاده از استانداردهای منفصل و جداگانه آشکار شد. هنگامی که خاموشی فراگیر شمال شرق آمریکا در سال ۱۹۶۵ رخ داد، کاملاً روشن شد که در بحث قابلیت اطمینان یک رویکرد منسجم و هماهنگ مورد نیاز است. در نتیجه پس از این خاموشی، شورای هماهنگی برق شمال شرق NPCC^۲ تشکیل گردید. بعد از آن به مرور زمان شوراهای هماهنگی قابلیت اطمینان با عملکردهای مشابهی در ایالت دیگر نیز تاسیس شد و در نهایت در تمام آمریکا و ایالت‌های همسایه در کانادا شروع به کار نمودند. هرکدام از شوراهای هماهنگی، ضوابط قابلیت اطمینانی و رویه‌های کنترل انطباق شبکه با این ضوابط را تدوین و اجرا نمودند.

از سال ۱۹۶۸ "شورای قابلیت اطمینان برق آمریکای شمالی، NERC^۳ مسئول هماهنگی فعالیت شوراهای قابلیت اطمینان در سرتاسر آمریکا و تدوین ضوابط و استانداردهای فراگیر قابلیت اطمینان شد. خاموشی سال ۲۰۰۳ در غرب، مرکز و شمال شرق آمریکا و ایالت اونتاریو کانادا باعث ایجاد تغییرات اساسی در صنعت برق آمریکا شد که تحت عنوان EPACT^۴ انتشار

۱-Transmission System Operator

۲-Northeast Power Coordinating Council

۳-North Electric Reliability Council

۴-Energy Policy Act

یافت. در بخش ۲۱۵ این قانون، اختیارات FERC افزایش می‌یابد تا مسئولیت نظارت بر قوانین اجباری قابلیت اطمینان را که توسط ERO تنظیم می‌شود، برعهده گیرد، ERO را طراحی و تدوین نماید و توانایی جریمه نمودن خاطیان را تا سقف میلیون‌ها دلار در روز داشته باشد. در نهایت NERC به عنوان ERO از جانب FERC انتخاب گردید. در ادامه نقش و وظایف حال حاضر هر کدام از سازمان‌ها و نهادهای مربوط به قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت در آمریکا بیان می‌شود [۸-۶].

۱-۲-۱- سازمان FERC

FERC نماینده‌ی اصلی دولت فدرال در معاملات بین ایالتی مربوط به انرژی‌های برق، برق‌آبی، گاز و نفت است. در حوزه‌ی برق این قانون‌گذاری و نظارت شامل خطوط انتقال و حفظ و تقویت قابلیت اطمینان سیستم عظیم قدرت می‌شود. در کل مسئولیت‌های FERC عبارتند است از:

- تنظیم و قانون‌گذاری بخش انتقال و بازار عمده فروشی در تمام ایالات
 - حفاظت از قابلیت اطمینان خطوط ولتاژ قوی در تمامی ایالات به وسیله‌ی استانداردهای اجباری قابلیت اطمینان و اجباری کردن قوانین به وسیله‌ی حق جریمه
 - بررسی و بازرسی بعضی ادغام‌ها یا گسترش محدوده فعالیت‌ها و یا قراردادهای همکاری شرکت‌های برق
 - بررسی و بازرسی جایابی خطوط انتقال جدید تحت شرایط خاص
 - بررسی و بازرسی بازار انرژی
- FERC در حوزه‌های زیر قدرت مداخله ندارد:
- شرکت‌های توزیع و خرده فروشی برق و خرده فروشی گاز طبیعی
 - صدور دستور ساخت (یا مجوز ساخت) مراکز تولید انرژی، به جز انرژی برق آبی
 - تنظیم و قانون‌گذاری در حوزه‌ی شبکه‌ی برق شهری و روستایی

۲-۲-۱- سازمان NERC

NERC یک شرکت بین‌المللی مستقل، بدون هدف سوددهی، با مسئولیت حصول اطمینان از عملکرد قابل اطمینان شبکه برق بزرگ آمریکای شمالی است که این مهم را با ایجاد نمودن و تقویت کردن استانداردهای قابلیت اطمینان به انجام می‌رساند. NERC بر ۸ نهاد قابلیت اطمینان منطقه‌ای در سراسر آمریکا و بخش‌هایی از کانادا نظارت می‌نماید. در داخل آمریکا، NERC در واقع ERO تعیین شده از طرف FERC می‌باشد. وظایف NERC شامل موارد زیر است:

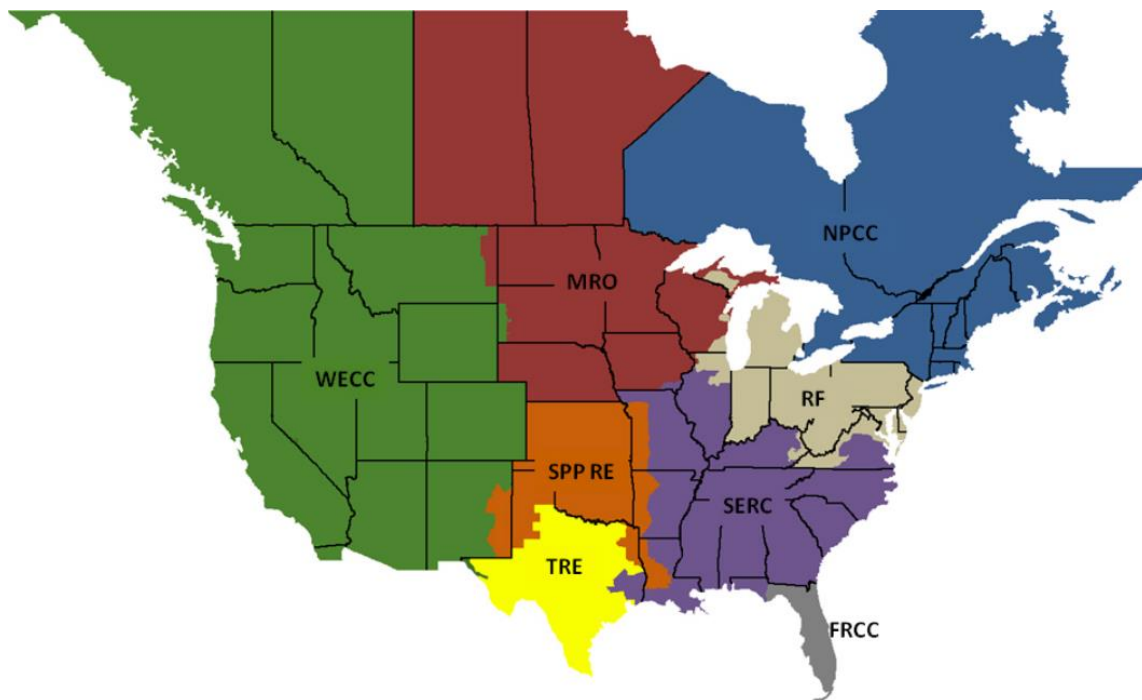
- همکاری و نظرخواهی از سهام‌داران و شوراهای منطقه‌ای قابلیت اطمینان برای تهیه، تنظیم و تقویت استانداردها.
- بررسی کفایت تولید به صورت سالانه (به وسیله‌ی پیش‌بینی ده ساله و پیش‌بینی فصول تابستان و زمستان)
- آموزش و صدور تصدیق برای پرسنل صنعتی
- جستجو، بررسی و تحلیل علت بروز اختلال در سیستم قدرت

استانداردهای NERC در سرتاسر آمریکا اجرا می‌شود. از مناطقی که ساختار عمودی یکپارچه دارند و تعامل اندکی با همسایگان خود دارند تا مناطقی که بازار خرده فروشی نیز دارند و بخش‌های تولید، انتقال و توزیع در این مناطق کاملاً مجزاست. زیرا در تمامی این حالات شبکه باید قابل اطمینان و ایمن باشد. به علت وجود همین تنوع ساختار در مناطق مختلف تحت نظارت NERC، این نهاد ناچار است دسته‌بندی‌های مختلفی در نحوه‌ی تخصیص وظایف حین تدوین استانداردها داشته باشد. این تقسیم‌بندی‌ها در سند مهمی به نام یا مدل وظایف^۱ NERC آمده است. این سند در واقع پایه و اساس تخصیص نقش‌ها و وظایف در حفظ قابلیت اطمینان می‌باشد [۶].

سازمان‌های NERC و FERC مراجع و نهادهایی هستند که در سطح کشور مسئولیت حفظ قابلیت اطمینان را بر عهده دارند. بعد از این دو نهاد، شوراهای هماهنگی محلی، متولی امور مربوط به قابلیت اطمینان شبکه برق در گستره‌های جغرافیایی تحت کنترل خود می‌باشند. لیست این شوراها و حوزه‌ی فعالیت آن‌ها در زیر آورده شده است:

- FRCC: Florida Reliability Coordinating Council
- MRO: Midwest Reliability Organization
- NPCC: Northeast Power Coordinating Council
- RFC: Reliability First Corporation
- SERC: South Eastern Reliability Corporation

- SPP: Southwest Power Pool
- TRE: Texas Reliability Entity
- WECC: Western Electricity Coordinating Council



شکل ۱-۱: حوزه‌ی فعالیت نهادهای هماهنگی محلی قابلیت اطمینان [۷].

از این مرحله به بعد نهادهای نظارتی و قانون‌گذاری قابلیت اطمینان در ایالت نیویورک، به عنوان یکی از ایالات آمریکا مورد بررسی قرار می‌گیرد. علت انتخاب ایالت نیویورک آن است که این ایالت تقریباً پیچیده‌ترین ساختار نظارتی قابلیت اطمینان را دارد و به علاوه برق را با بالاترین سطح قابلیت اطمینان در اختیار مشترکین قرار می‌دهد [۷].

۳-۲-۱- شورای هماهنگی برق ناحیه‌ی شمال شرق NPCC

مناطق تحت نظارت و قانون‌گذاری NPCC شامل ایالت نیویورک و مجموعه ایالت‌های شش‌گانه‌ی New England در

آمریکا و ۴ ایالت کانادا است. مسئولیت‌های NPCC عبارت است از:

- تهیه و تنظیم استانداردها و ضوابط خاص منطقه‌ای قابلیت اطمینان، بررسی تطابق عملکرد شرکت‌ها با استانداردها، نظارت و اجبار اجرای آن‌ها

- اجبار رعایت قوانین و استانداردهای قابلیت اطمینان صادره از نهادهای بالادستی و هماهنگی استانداردهای منطقه‌ای با استانداردهای NERC
 - هماهنگی بین برنامه‌ریزی، طراحی، بهره‌برداری و ارزیابی قابلیت اطمینان بین اعضای برنامه‌ریزی، صاحبان شرکت‌های انتقال و سایر بخش‌های صنعت در حوزه‌ی فعالیت خود
 - به عنوان یک شورای هماهنگی منطقه‌ای، NPCC تحت عنوان نماینده‌ی NERC اجرای وظیفه می‌نماید. این نمایندگی به صورت یک توافق‌نامه‌ی مکتوب به امضا هر دو طرف رسیده است. در نتیجه NPCC نیز همانند سایر شوراهای منطقه‌ای قابلیت اطمینان باید به عنوان بازوی اجرایی و کارگزار NERC در سطح منطقه‌ای ایفای نقش نماید. اختیاراتی که به موجب این توافق‌نامه به NPCC واگذار شده است به شرح زیر است [۷]:
 - مجری تطبیق عملکرد با استانداردها
 - نقش هدایت در ممیزی تطبیق عملکرد و نحوه‌ی تطبیق
 - اجرای دستورالعمل‌های اخطار به متخطی، جریمه کردن و تحریم کردن آن در صورت لزوم
 - انجام بازرسی، دادرسی و مذاکره برای تخطی‌های ممکن یا انجام شده از استاندارد NERC
- همانطور که پیش از این نیز اشاره شد، NPCC و سایر شوراهای محلی این قدرت را دارند که قوانین قابلیت اطمینان مختص منطقه‌ی خود را تدوین کنند. طبق قانون EPC Act هیچ ممنوعیتی برای تدوین قوانین منطقه‌ای توسط شوراهای هماهنگی وجود ندارد به شرط آن‌که این استانداردها قابل تطبیق با استانداردهای NERC باشند. مطابق همین قانون نهادهای منطقه‌ای ایالتی و یا حتی محلی قادرند استانداردها و ضوابط قابلیت اطمینان خود را تدوین نمایند که همیشه این قوانین بسیار سخت‌گیرانه‌تر و دقیق‌تر از قوانین NERC است [۷-۵].

۴-۲-۱- شورای قابلیت اطمینان ایالت نیویورک^۱ NYRSC

NYRSC وظیفه‌ی تامین، حفظ و بهبود قابلیت اطمینان در ایالت نیویورک را بر عهده دارد. طبق قانون EPC Act شورای قابلیت اطمینان ایالت نیویورک نیز می‌تواند استانداردها و ضوابطی ورای استانداردهای NPCC و NERC داشته باشد که با آن‌ها هماهنگ بوده و کمی سخت‌گیرانه‌تر هستند. این نهاد توسط هیئت رئیسه کنترل و هدایت می‌شود. در این هیئت

نمایندگانی از صاحبان خطوط، فروشندگان عمده‌ی برق، مصرف‌کنندگان بزرگ، ادارات دولتی برق و افراد مستقل وجود دارد. مسئولیت‌های شورای قابلیت اطمینان نیویورک به شرح زیر است:

- تدوین قوانین قابلیت اطمینان شبکه‌ی برق محلی که سختگیرانه‌تر از قوانین NPCC و NERC است.
- تعیین ضوابط قابلیت اطمینان که لازمه‌ی ساختار فیزیکی، جغرافیایی و جمعیتی شبکه برق نیویورک است.
- بررسی، ارزیابی و تطبیق عملکرد مستقل NYISO و شرکت‌کنندگان در بازار نیویورک با قوانین NYRSC با اعمال تعرفه‌ها، تدوین رویه‌ها و راهنماها تاثیر قوانین خود را بیشتر نموده و NYISO را نیز مجبور می‌کند تا از این قوانین پیروی نماید. وظیفه‌ی نظارتی NYRSC توسط زیرگروه "نظارت بر تطابق با قوانین قابلیت اطمینان" انجام می‌گیرد. این کمیته اطلاعات مشخصی را که نشان‌دهنده‌ی تطابق یا عدم تطابق عملکرد اجزا شبکه با قوانین قابلیت اطمینان است، از NYISO دریافت می‌نماید [۷-۹].

۵-۲-۱- سازمان NYISO

- NYISO در سال ۱۹۹۹ به عنوان بخشی از فرایند تجدید ساختار در بازار عمده فروشی برق در ایالت نیویورک با تایید FERC ایجاد شد. NYISO یک مرکز مستقل بدون هدف سوددهی است که وظایف زیر را بر عهده دارد [۷-۹]:
- بهره‌برداری و مدیریت شبکه‌ی برق ایالت نیویورک به گونه‌ای که قابلیت اطمینان منطقه حفظ شود و بهبود یابد.
 - بالانس بار و توان و مبادله‌ی توان
 - اجرا و اداره کردن بازار عمده فروشی آزاد و عادلانه‌ی برق و بازارهای ظرفیت، انرژی و خدمات جانبی
 - برنامه‌ریزی برای آینده‌ی شبکه‌ی برق نیویورک
 - تامین اطلاعات موثق مورد نیاز سیاست‌گذاران، صاحبان سهام و سرمایه‌گذاران
 - تهیه و اجرای پروژه‌های مربوط به تکنولوژی‌های جدید در شبکه‌ی برق نیویورک، مانند شبکه‌های هوشمند

۶-۲-۱- کمیسیون خدمات عمومی ایالت نیویورک NYSPSC

کمیسیون خدمات عمومی قانون‌گذار زیرساخت‌های برق، آب، گاز و مخابرات ایالت نیویورک می‌باشد و طبق قانون، مسئول تعیین تعرفه‌های خدمات ارائه شده و حفظ کفایت و امنیت این خدمات عمومی است. کمیسیون خدمات عمومی نیز حق تصویب قوانین و استانداردهای قابلیت اطمینان داخل ایالت نیویورک را داراست. از سال ۲۰۰۶ این کمیسیون مجموعه قوانین NYRSC را به عنوان قوانین خود اتخاذ نموده و نظارت خود را بر طبق این قوانین انجام می‌دهد [۹].

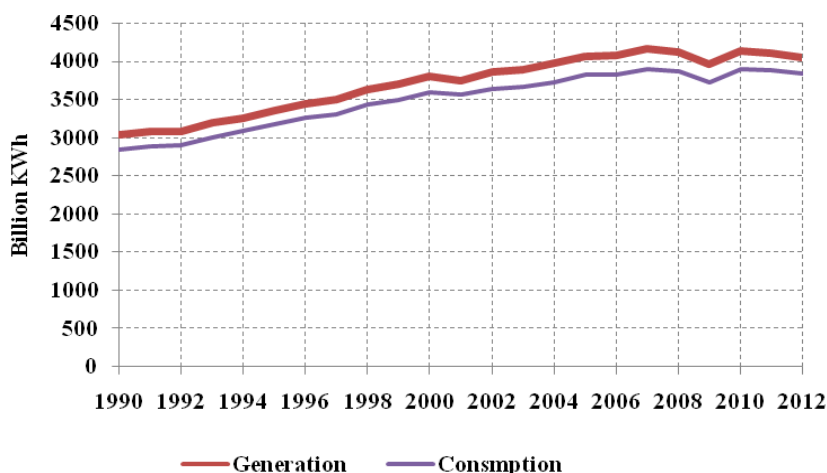
۳-۱- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید

در این بخش به بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه پایایی بخش تولید در ایالات متحده پرداخته می‌شود. در ابتدا خلاصه‌ای از وضعیت این کشور در زمینه ظرفیت تولید، میزان انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در سال‌های اخیر ارائه می‌شود. همچنین به طور اجمالی به نوع ظرفیت‌های تولید این کشور و درصد مشارکت هر کدام در ظرفیت کل اشاره شده است.

در سال ۲۰۱۲ ظرفیت نصب شده تولید ایالات متحده ۱۰۶۳ گیگاوات بوده است. منابع اصلی تولید انرژی الکتریکی به ترتیب فسیلی (۷۷۶ گیگاوات)، هسته‌ای (۱۰۲ گیگاوات)، برق‌آبی (۷۹ گیگاوات) و بادی (۵۹ گیگاوات) بوده‌اند [۸]. در سال ۲۰۱۳ کل انرژی الکتریکی تولیدی ایالات متحده ۴۰۵۸ بیلیون کیلووات ساعت بوده که ۶۷ درصد از آن از طریق سوخت‌های فسیلی تامین شده است. در مجموع زغال‌سنگ ۳۹، گاز طبیعی ۲۷، هسته‌ای ۱۹، برق‌آبی ۷، سایر انرژی‌های تجدیدپذیر ۶ و نفت خام ۱ درصد از کل ظرفیت تولید را به خود اختصاص داده‌اند [۹].

در حدود ۸۰ درصد از برق تولیدی کشور توسط شرکت‌های خصوصی تولید می‌شود و ۲۰ درصد باقیمانده توسط شرکت‌های فدرالی تامین می‌شود [۱۰].

شکل زیر میزان انرژی الکتریکی تولیدی و انرژی مصرفی سالانه ایالات متحده (بر حسب بیلیون کیلووات ساعت) را برای سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۲ نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در ایالات متحده [۱۱]

۱-۳-۱- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

در کشور ایالات متحده طیف گسترده‌ای از شرکت‌های قانون‌گذاری و نظارتی در زمینه انرژی، برق و همچنین پایایی سیستم الکتریکی وجود دارد. دولت فدرال سیاست‌های عمومی انرژی را از طریق دپارتمان انرژی (DOE^۱) تنظیم می‌کند. دفتر تحویل برق و پایایی انرژی (OE^۲) یکی از دفاتر برنامه‌ریزی در دپارتمان انرژی است که وظایف آن شامل تلاش برای مدرنیزه کردن شبکه برق، افزایش امنیت و پایایی زیرساخت انرژی و تسهیل فرایند بازیابی سیستم بعد از وقوع قطعی است. از جمله زمینه‌های فعالیت این دفتر می‌توان به کنترل امنیت شبکه، پاسخ‌گویی بار، منابع تولید پراکنده، انرژی‌های تجدیدپذیر، تضمین و پشتیبانی انرژی، آمادگی و پاسخ در شرایط اضطراری و ذخیره‌سازهای انرژی اشاره کرد [۱۲].

همان‌طوری که در قسمت‌های قبل اشاره شد، کمیسیون قانون‌گذاری انرژی فدرال (FERC) سازمان مستقلی است که وظیفه قانون‌گذاری شبکه انتقال انرژی الکتریکی، شبکه گاز طبیعی و نفت را بر عهده دارد. فعالیت‌های این سازمان در زمینه پایایی شامل بررسی مسائل مرتبط با حفاظت زیرساخت‌های شبکه، بررسی تاثیر سیاست‌های مختلف بر پایایی سیستم، بررسی تاثیر ریسک‌های مختلف بر پایایی شبکه، مانیتورینگ و پایش سیستم و بررسی روند تهیه و اجرای استانداردهای پایایی است

[۱۳]

۱-Department of Energy

۲-Office of Electricity Delivery and Energy Reliability

در سال ۲۰۰۷ FERC در پاسخ به قانون سیاست‌گذاری انرژی سال ۲۰۰۵ و همچنین متأثر از خاموشی سراسری سال ۲۰۰۳ آمریکای شمالی، NERC را به عنوان سازمان پایایی الکتریکی منصوب کرد. به این ترتیب FERC تصویب کرد که استانداردهای پایایی NERC تدریجاً بصورت اجباری پیاده‌سازی شوند. NERC استانداردهایی برای پایایی تهیه و رعایت آنها را اجباری می‌کند؛ ارزیابی پایایی را بصورت سالانه، فصلی و بلندمدت انجام می‌دهد؛ با جمع‌آوری اطلاعات از سیستم، شبکه را مانیتور می‌کند؛ پرسنل صنعتی را آموزش داده و به آنها گواهی تصدیق می‌دهد. محدوده NERC شامل کشورهای ایالات متحده، کانادا و شمالی‌ترین بخش مکزیک است [۱۴].

همان‌طور که اشاره شد یکی از اصلی‌ترین زمینه‌های فعالیت NERC تهیه و اجرای استاندارد است. استانداردهای این سازمان توسط یک روند مبتنی بر صنعت و تایید توسط ANSI تهیه شده‌اند و این پروسه برای همه کسانی که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم با پایایی سیستم قدرت آمریکای شمالی سر و کار دارند، مشخص است؛ همچنین برای عموم شفاف است؛ بر روی همه استانداردها توافق و اجماع وجود دارد؛ خواسته‌های سهام‌داران مد نظر قرار گرفته است؛ و نیز پذیرای انتقادات منطقی و پیشنهادات است. استانداردهای پایایی NERC نیازمندی‌های پایایی برای برنامه‌ریزی و بهره‌برداری سیستم قدرت آمریکای شمالی را بیان می‌کند و با استفاده از روش مبتنی بر نتیجه که بر عملکرد، مدیریت ریسک و توانایی‌های نهادها متمرکز است، تهیه می‌شوند [۱۵].

در حال حاضر چهارچوب قانون‌گذاری برای اجباری کردن استانداردها در آمریکا و بعضی از ایالت‌های کانادا وجود دارد که از طریق مقام‌های قانون‌گذار فراهم می‌شود. در آمریکا FERC اجباری شدن بعضی از استانداردها را تصویب کرده است. همچنین در بعضی از ایالت‌های کانادا استانداردها توسط هیئت امنای NERC اجباری شده‌اند [۱۶].

مسئولیت تهیه استانداردها بر عهده کمیته استانداردها (SC^۱) است که شامل دو نماینده از بخش‌های مختلف صنعت است. کمیته SC گزارش‌های خود را به هیئت امنای NERC ارائه می‌دهد و فرآیند تهیه استانداردها را از طریق فعالیت‌های زیر سرپرستی می‌کند [۱۷]:

- انجام پیگیری برای اطمینان از اینکه پروسه تهیه استانداردها دنبال می‌شود.
- پیگیری درخواست اجازه برای استاندارد (SAR^۲)

۱-Standards Committee

۲-Standard Authorization Request

- مدیریت پروسه SAR و فرآیند تهیه استانداردها
 - مرور و اختیار دادن برای پیش‌نویس کردن استانداردهای جدید یا تجدید نظر شده
 - تشکیل جلساتی برای تیم‌های تهیه پیش‌نویس استانداردها
- تعداد کل استانداردهای پایایی NERC در حدود ۴۳۰ مورد است که در حال حاضر ۱۴۹ مورد از آنها اجباری شده‌اند. این استانداردها بر اساس زمینه به ۱۴ دسته تقسیم‌بندی می‌شوند. این ۱۴ دسته به شرح زیر هستند [۱۸]:

- تعادل تولید و تقاضا (BAL^۱) (۳۲ مورد)
- حفاظت بحرانی زیرساخت (CIR^۲)
- مخابرات (COM^۳)
- آماده‌سازی و بهره‌برداری اضطراری (EOP^۴)
- طراحی، اتصال و تعمیر و نگهداری تجهیزات (FAC^۵)
- برنامه‌ریزی مبادله و هماهنگی (INT^۶)
- بهره‌برداری و هماهنگی پایایی اتصالات (IRO^۷)
- مدل‌سازی، داده‌ها و تحلیل (MOD^۸)
- هسته‌ای (NUC^۹)
- عملکرد و آموزش افراد (PER^{۱۰})
- کنترل و حفاظت (PRC^{۱۱})
- بهره‌برداری انتقال (TOP^۱)

۱-Resource and Demand Balancing

۲-Critical Infrastructure Protection

۳-Communications

۴-Emergency Preparedness and Operations

۵-Facilities Design, Connections, and Maintenance

۶-Interchange Scheduling and Coordination

۷-Interconnection Reliability Operations and Coordination

۸-Modeling, Data, and Analysis

۹-Nuclear

۱۰-Personnel Performance, Training, and Qualifications

۱۱-Protection and Control

- برنامه‌ریزی انتقال (TPL^۲)

- توان راکتیو و ولتاژ (VAR^۳)

همانطور که اشاره شد تاکنون ۱۴۹ مورد از استانداردها به حالت اجباری در آمده‌اند. در واقع تهیه استانداردهای اجباری پایایی از وظایف اصلی است که فدرال برای NERC تعیین کرده است. این استانداردها سپس توسط کمیته مرور و تصویب می‌شوند. عنوان استانداردهای دسته اول یعنی تعادل تولید و تقاضا به همراه زمان اجباری شده به شرح زیر است [۱۸]:

- عملکرد کنترل تعادل توان حقیقی (۲۰۱۴/۰۴/۰۱)

- پاسخ فرکانس در ناحیه ERCOT (۲۰۱۴/۰۴/۰۱)

- عملکرد کنترل اغتشاش (۲۰۱۲/۰۴/۰۱)

- بایاس و پاسخ فرکانس (۲۰۰۹/۰۶/۲۹)

- اصلاح خطای زمانی (۲۰۰۷/۰۶/۱۸)

- اصلاح اتوماتیک خطای زمانی (۲۰۱۴/۰۴/۰۱)

- مبادله سهوی (۲۰۱۱/۰۴/۰۱)

- آنالیز، ارزیابی و مستندسازی کفایت برنامه‌ریزی‌های منبع (۲۰۱۱/۰۵/۲۳)

- رزرو بهره‌برداری (WECC) (۲۰۰۷/۰۶/۱۸)

کمیته استاندارد (SC) و NERC به منظور ایجاد هماهنگی و به‌روز رسانی استانداردها، برنامه‌های استراتژیک دوره‌ای را دنبال می‌کنند. از جمله برنامه‌های اخیر در این زمینه می‌توان به برنامه استراتژیک کمیته استاندارد ۲۰۱۳-۲۰۱۵ و برنامه استراتژیک کمیته استاندارد ۲۰۱۴-۲۰۱۶ اشاره نمود. هدف تعریف شده برای این برنامه‌ها حرکت استانداردهای پایایی NERC به سمت استانداردهای روشن، مختصر و مفید، با کیفیت و منطقی از نظر فنی است که مبتنی بر نتیجه باشند [۱۹].

۲-۳-۱- ارزیابی پایایی

سازمان NERC علاوه بر تهیه استانداردها به طور گسترده‌ای به ارزیابی دوره‌ای وضعیت پایایی سیستم می‌پردازد.

۱-۲-۳-۱- ارزیابی پایایی و تحلیل عملکرد سیستم

گروه ارزیابی پایایی و تحلیل عملکرد سیستم NERC، ناحیه‌هایی که نیاز به ارزیابی دارند را شناسایی کرده و توصیه‌هایی برای بهبود وضعیت ارائه می‌دهد. NERC نمی‌تواند دستور به ساخت نیروگاه یا خط تولید جدید بدهد و یا در این رابطه استاندارد اجباری تهیه کند، زیرا اختیار چنین کاری را ندارد. تحلیل‌های NERC ارزیابی‌های دقیقی در رابطه با کفایت تولید، رشد تقاضای برق و نیازهای تولید و انتقال ارائه می‌دهد. NERC همچنین به شناسایی بلند مدت سیستم (مسائلی که لزوماً تهدیدی برای سیستم کنونی نیستند اما می‌توانند بر برنامه‌ریزی آینده سیستم قدرت و توسعه و تحلیل آن تاثیرگذار باشند) می‌پردازد. گروه ارزیابی پایایی گزارش‌هایی تهیه می‌کند که می‌توان آنها را به صورت زیر دسته‌بندی کرد [۲۰].

- ارزیابی بلندمدت پایایی: در این طرح کفایت سیستم قدرت ایالات متحده و کانادا در یک دوره ۱۰ ساله ارزیابی می‌شود. در این گزارش مسائلی مانند میزان تولید و مصرف توان، کفایت سیستم انتقال و مسائل کلیدی که می‌توانند بر پایایی تاثیرگذار باشند مطرح می‌شوند.
 - ارزیابی تابستان و زمستان: در این طرح کفایت منابع توان در ایالات متحده و کانادا برای دوره‌های پیک مصرف تابستان و زمستان پیش‌رو ارزیابی می‌شود.
 - ارزیابی‌های خاص: این بررسی‌ها بر حسب نیاز بصورت منطقه‌ای و یا بین منطقه‌ای انجام می‌شوند.
 - فرضیات و روش‌ها: شامل فرضیات و تکنیک‌های استفاده شده در ارزیابی‌های مختلف است.
- گزارش‌هایی که تاکنون در این زمینه‌ها توسط NERC تهیه شده، شامل موارد زیر است.

- ارزیابی بلندمدت پایایی (۲۱ مورد)

از سال ۱۹۹۱ تا سال ۲۰۱۳ و در هر سال یک گزارش جداگانه

- فرضیات و روش‌ها (۵ مورد)

گزارش‌هایی در مورد روش‌های مورد استفاده در ارزیابی‌ها

- ارزیابی‌های احتمالاتی (۲ مورد)

- ارزیابی‌های خاص (۱۶ مورد)

گزارش‌هایی برای شرایط خاص مانند تغییرات آب و هوایی، شبکه هوشمند، محدودیت‌های زیست محیطی، مدیریت مصرف، منابع انرژی متغیر، ارتباط گاز طبیعی با توان تولیدی و غیره.

- بررسی مسائل پایایی (۲ مورد)

- ارزیابی تولیدهای متغیر (۱۰ مورد)

گزارش‌هایی در زمینه‌های پیش‌بینی تولید متغیر، مدل استاندارد تولید متغیر، منابع تولید پراکنده، روش‌های محاسبه میزان مشارکت تولیدات متغیر در برنامه‌ریزی کفایت تولید، شاخص‌های مناسب برای تولید متغیر و نیازمندی‌های اتصال تولیدهای متغیر.

- ارزیابی‌های تابستان (۱۲ مورد)

گزارش‌هایی از ارزیابی‌های تابستان به صورت سالانه و از سال ۲۰۰۳ تا سال ۲۰۱۴

- ارزیابی‌های زمستان (۱۱ مورد)

گزارش‌های ارزیابی زمستان بصورت سالانه و از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۴

NERC همچنین به طور منظم گزارش‌هایی در مورد بررسی عملکرد سیستم قدرت آمریکای شمالی منتشر می‌کند. گزارش‌های آنالیز عملکرد شامل موارد زیر است.

- گزارش ارزیابی ریسک عملکرد پایایی (۳ مورد)

گزارش سالانه از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۱

- گزارش وضعیت پایایی (۳ مورد)

گزارش سالانه از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۴

در مبحث ارزیابی پایایی NERC، از چند شاخص نشان دهنده وضعیت کلی سیستم استفاده شده است.

SRI: در این شاخص برای نشان دادن ریسک سیستم، حوادث از دست رفتن تولید، سیستم انتقال و بار به همراه هم لحاظ شده‌اند [۲۰].

KCMI: زیرمجموعه‌ای از استانداردها که بیشترین تاثیر بر پایایی دارند مشخص شده و شاخص برآورده شدن پایایی حاصل شده است [۲۱].

EDI: شاخص شدت ریسک به منظور تعیین رتبه شدت نسبی رویداد بر اساس نرخ اتفاق افتادن رویداد و تاثیر آن بر سیستم قدرت تعیین می‌شود [۲۲].

۲-۲-۳-۱- نرم‌افزارهای موجود

❖ سیستم داده دسترس‌پذیری تولید (GADS)

سیستم GADS در سه دهه گذشته برای جمع‌آوری داده‌های عملکردی تجهیزات تولید به صورت داوطلبانه از مالکین ژنراتورها مورد استفاده قرار گرفته است. این داده‌ها به همراه اطلاعات مربوط به خروج‌های برنامه‌ریزی نشده، خروج‌های تعمیر و نگهداری و برنامه‌ریزی شده، برای محاسبه اطلاعات آماری عملکردی مهم و آنالیز سیستم قدرت بکار می‌روند. NERC برای واحدهای تولیدی سنتی، گزارش‌دهی GADS را از ابتدای سال ۲۰۱۲ اجباری کرده است. برای تولیدهای تجدیدپذیر (بادی و خورشیدی) این گزارش‌دهی هنوز اجباری نشده است و بصورت داوطلبانه انجام می‌شود. سیستم GADS در زمینه‌های زیر روند ارزیابی پایایی را بهبود می‌دهد [۲۳].

- برنامه‌ریزی محدوده رزرو برای تعیین کفایت.
- چگونگی ترجمه تغییرات FOR واحد به محدوده رزرو برنامه‌ریزی شده.
- اندازه‌گیری‌های تاثیر عملکرد واحد مورد استفاده در ارزیابی پایایی.

داده‌های GADS سالانه در گزارش دسترس‌پذیری تولید (GAR^۲) و بروشور آماری واحد تولید گردآوری و گزارش می‌شوند. GAR برای ۵ سال به طور جداگانه و همچنین برای مقدار متوسط ۵ ساله، داده‌های آماری دسترس‌پذیری واحدهای تولید را هم بصورت وزن‌دهی شده بر اساس ظرفیت و هم بدون وزن‌دهی ارائه می‌کند.

❖ برنامه MECORE

این نرم‌افزار برای محاسبات قابلیت اطمینان مربوط به سیستم‌های ترکیبی تولید و انتقال به کار گرفته می‌شود. از این نرم‌افزار برای محاسبه‌ی قابلیت اطمینان سیستم تولید و یا سیستم انتقال در یک سیستم ترکیبی و یا ترکیب تولید و انتقال استفاده

۱-Generating Availability Data System

۲-Generating Availability Report

می‌شود. از اندیس‌های تولیدی توسط این نرم‌افزار می‌توان برای مقاصد برنامه‌ریزی و مقایسه‌ی بین گزینه‌های مختلف از نظر قابلیت اطمینان استفاده کرد. این نرم‌افزار قابلیت محاسبه شاخص هزینه‌ی عدم قابلیت اطمینان^۱ را که در هزینه‌ی قابلیت اطمینان تاثیر می‌گذارد، دارد [۲۳].

این برنامه بر اساس ترکیب شبیه‌سازی مونت کارلو و تکنیک شمارش^۲ بنا شده است. روش مونت کارلو برای شبیه‌سازی حالت‌های تجهیزات سیستم و محاسبه‌ی شاخص‌های سالیانه در شرایط مختلف بار استفاده می‌شود. در حالیکه روش ترکیبی با استفاده از تکنیک شمارش برای محاسبه‌ی شاخص‌های سالیانه با در نظر گیری منحنی بار سالیانه، به کار گرفته می‌شود. برنامه قابلیت مدیریت موارد زیادی همچون زیر را داراست:

- ✓ کاهش مقادیر نامی واحد تولیدی
- ✓ خروج‌های خطوط انتقال با دلیل مشترک
- ✓ اتصال T خطوط انتقال
- ✓ منحنی‌های بار سالیانه/فصلی/ماهانه
- ✓ مدل‌های بار متغیر و یا ثابت
- ✓ فلسفه‌های مختلف قطع بار
- ✓ جداسازی سیستم و ایزولاسیون باس

❖ برنامه MCGSR

این برنامه برای ارزیابی قابلیت اطمینان واحدهای تولیدی تهیه شده است. در ادامه در مورد این برنامه اطلاعات بیشتری ارائه شده است. نرم‌افزار MCGSR برنامه‌ی محاسباتی است که برای ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولید (منبع-تقاضای قدرت^۳) به کار گرفته می‌شود. تمامی واحدهای تولیدی و یا منابع تولیدی انتقال به صورت متغیرهای تصادفی با احتمال خرابی و زمان تعمیر در نظر گرفته می‌شوند. کلیدزنی واحدهای آماده به کار نیز مدل شده است. در برنامه مجموعه‌ای از اندیس‌های قابلیت اطمینان سیستم از جمله هزینه‌ی عدم قابلیت اطمینان در نظر گرفته شده است. تحت شرایطی می‌تواند یک شبکه انتقال ساده با باس‌های متفاوت را در این نرم‌افزار در نظر گرفت. در این حالت اندیس‌های سیستم و باس‌ها قابل محاسبه

۱- Unreliability Cost Index

۲- Enumeration Techniques

۳- Power source-demand

هستند. بارها با در نظرگیری منحنی بار ماهیانه، یا فصلی و یا سالیانه مدل می‌شوند. در نتیجه اندیس‌های خروجی می‌تواند سالیانه، فصلی و یا ماهیانه باشد که این گزینه را کاربر با انتخاب منحنی بار مشخص می‌کند [۲۱].

از روش شبیه‌سازی مونت کارلو برای انتخاب حالت‌های تجهیزات سیستم (ژنراتورها و منابع تولید انتقال)^۱ استفاده شده است. علاوه بر حالت‌های بالا و پایین، دو حالت کاهش مقادیر نامی نیز قابل شبیه‌سازی هستند. در اکثر موارد، تنها خروجی‌های اجباری مدنظر قرار می‌گیرد. در صورتی که کاربر بخواهد، با وارد کردن اطلاعات مربوط به خروجی‌های برنامه‌ریزی شده، این نوع خروجی‌ها نیز مدنظر قرار می‌گیرد. نرم‌افزار همچنین با استفاده از متغیرهای تصادفی جدا از هم خرابی‌های با دلیل مشترک را نیز شبیه‌سازی می‌کند. این قابلیت برای مدل کردن اثر طوفان یخ، صاعقه و رخداد‌های منجر به خرابی وابسته‌ی دیگر استفاده شود. علاوه بر ارزیابی قابلیت اطمینان، نرم‌افزار می‌تواند در صورت وجود داده‌های مورد نیاز، شبیه‌سازی احتمالی را برای انرژی تولیدی و هزینه‌ی بهره‌برداری، انجام دهد [۱۹].

۳-۲-۱- مدیریت ریسک پایایی

گروه مدیریت ریسک پایایی (RRM^۲) مسئولیت‌های قانونی NERC را از طریق ارزیابی‌های پایایی و کفایت سیستم قدرت و با شناسایی مشکلات بالقوه مرتبط با سیستم، تجهیزات، سازمان و عملکرد نیروی انسانی دنبال می‌کند. هدف از این ارزیابی‌ها این است که هرگونه نیاز به ایجاد استانداردهای جدید و یا اصلاح استانداردهای فعلی تشخیص داده شود. چهار فعالیت اصلی RRM شامل (۱) آگاهی از سیستم قدرت؛ (۲) آنالیز وقایع؛ (۳) آموزش؛ (۴) صدور گواهی بهره‌بردار می‌باشد [۱۹].

این گروه بر آگاهی به‌روز از شرایط سیستم قدرت و تمام وقایع تعریف شده تاکید دارد. RRM حوادث را تجزیه و تحلیل می‌کند و مهمترین ریسک‌های تاثیرگذار بر پایایی سیستم قدرت را مورد توجه قرار می‌دهد و صنعت را از وقایع سیستم، تحلیل ریسک، تجربیات گذشته و فعالیت‌های مورد انتظار آگاه می‌سازد.

۳-۲-۴- تولیدات متغیر (انرژی‌های تجدیدپذیر)

اضافه کردن مقدار زیادی منابع تولید متغیر (بادی، خورشیدی، اقیانوسی و برق آبی) به سیستم قدرت آمریکای شمالی نیازمند ایجاد تغییرات اساسی در روش‌های معمول بهره‌برداری و برنامه‌ریزی سیستم است. NERC در مطالعه بلند مدت پایایی

۱- Generators and transmission power sources

۲- Reliability Risk Management

در سال ۲۰۰۸ پیش‌بینی کرده که در دهه آینده بیش از ۱۴۵ گیگاوات منبع انرژی متغیر به سیستم قدرت آمریکای شمالی اضافه می‌شود. حتی اگر ایجاد نصف این ظرفیت هم عملی شود، به معنی افزایش ۳۵۰ درصدی انرژی‌های متغیر نسبت به سال ۲۰۰۸ است [۲۳].

شبکه قدرت بگونه‌ای کار می‌کند که بار شبکه بصورت بلادرنگ تامین می‌شود و بنابراین تولید و مصرف دقیقاً با هم تطابق دارند. از آنجا که انرژی الکتریکی نمی‌تواند در مقیاس زیاد ذخیره شود، با کم و زیاد شدن بار در ساعات مختلف روز و همچنین در روزهای مختلف سال، می‌بایست میزان تولید ژنراتورهای سوخت فسیلی کنترل شود. این کار با توجه به فراهم بودن قابلیت ذخیره سوخت این نوع منابع امکان‌پذیر است. منابع متغیر از این نظر با منابع سوخت فسیلی متفاوتند. در حال حاضر سوخت این منابع برخلاف زغال‌سنگ و گاز طبیعی نمی‌تواند کنترل یا ذخیره شود و برق تولیدی توسط این منابع باید در محل و زمانی که تولید می‌شود، استفاده گردد. با توجه به عدم تطابق میان میزان برق تولیدی توسط منابع انرژی تجدیدپذیر و میزان مصرف در ساعات و روزهای مختلف سال، مشکل عدم کفایت تولید مطرح خواهد شد [۲۳].

در ادامه خلاصه‌ای از نتایج، اقدامات توصیه شده، و مشاهدات گردآوری شده توسط برنامه ^۱ IVGTF ارائه می‌شود. بهره‌برداران سیستم قدرت می‌بایست اثر تولیدات متغیر را در برنامه‌ریزی و طراحی سیستم لحاظ کرده و فعالیت‌های لازم برای حفظ پایایی بلندمدت سیستم قدرت را توسعه دهند. بدین منظور موارد زیر باید در برنامه‌ریزی سیستم قدرت مد نظر قرار گیرند:

- مدل‌های پایداری و پخش بار (تولیدات متغیر) بصورت استاندارد، معتبر و عمومی؛ روش‌های دقیق برای محاسبه میزان ظرفیت تولیدات متغیر؛ استانداردها و مسائل مربوط به اتصالات میان-منطقه‌ای به منظور برآوردن پایداری ولتاژ و فرکانس، کنترل توان اکتیو و راکتیو؛ لحاظ کردن انعطاف‌پذیری مورد نیاز سیستم برای اضافه شدن تولیدات متغیر، در روش‌های کفایت منبع و برنامه‌ریزی سیستم انتقال؛ اثر اضافه شدن حجم زیاد وسایل نقلیه هیبریدی-شارژی، برنامه‌های ذخیره برق و پاسخ به تقاضا در انعطاف‌پذیری منبع و در نتیجه پایایی سیستم؛ تکنیک‌های برنامه‌ریزی احتمالاتی؛ اثر منابع تولید پراکنده.
- اپراتورها به ابزارها و روش‌های جدید شامل بهبود استانداردهای NERC برای حفظ پایایی سیستم قدرت نیاز دارند.

- تکنیک‌های پیش‌بینی می‌بایست در بهره‌برداری روزانه و بلادرنگ شامل برنامه‌ریزی در مدار قرار گرفتن واحدها و توزیع بار منظور شوند؛ بستر مخابراتی مناسب برای پایش و فرستادن دستورالعمل‌های توزیع بار به منابع متغیر مورد نیاز است؛ ابزارها و روش‌های بهره‌برداری باید اصلاح شده و بهبود یابند.
- برنامه‌ریزها و بهره‌بردارها می‌بایست به یک دستورالعمل مرجع دسترسی داشته باشند که در برگیرنده تغییرات مورد نیاز در برنامه‌ریزی و بهره‌برداری سیستم برای لحاظ کردن حجم زیاد تولیدات متغیر باشد.
- NERC باید یک دستورالعمل مرجع برای آموزش بهره‌بردارها و برنامه‌ریزهای شبکه قدرت در مواجهه با مسائل پایایی ایجاد شده در اثر نفوذ بالای منابع توان متغیر تهیه کند.

۳-۳-۱- بهبود پایایی

همانطور که در بخش قبل اشاره شد NERC مسئولیت دارد که در هر سال پایایی، کفایت و ریسک‌های مربوط که می‌توانند در تابستان و زمستان پیش رو و همچنین دوره بلندمدت ده ساله موثر باشند را به‌طور مستقل ارزیابی کرده و گزارش کند. با شناخته شدن ریسک‌ها و اثرات بالقوه آن‌ها بر پایایی، ارزیابی‌های ویژه‌ای به منظور بررسی تکنیک‌های مختلف بهبود پایایی انجام شده و بدین‌وسیله راهنمایی برای انجام اقدامات مورد نیاز فراهم می‌شود.

برنامه‌های آموزش NERC در جهت پشتیبانی فعالیت‌های این سازمان از طریق کارگاه‌های آموزشی، کلاس‌ها و اعطای گواهی‌نامه می‌باشند. آموزش‌ها در زمینه استانداردهای پایایی، نظارت بر اجرای استانداردها و پروسه اجباری کردن آن‌ها است. NERC از ۶۰۰۰ اپراتور سیستم شاغل در مراکز کنترل سیستم سراسر آمریکای شمالی آزمونی به عمل می‌آورد که در آن به بررسی مهارت‌های شغلی و استانداردهای پایایی می‌پردازد. همچنین نحوه کنترل سیستم در حالت عادی و اضطراری را به بهره‌برداران می‌آموزد [۲۴].

یکی از سازمان‌های فعال در حوزه پایایی سیستم قدرت، موسسه تحقیقاتی سیستم قدرت الکتریکی (EPRI) است. این سازمان به عنوان یک نهاد مستقل، فعالیت‌های تحقیقاتی گسترده‌ای را در صنعت برق ایالات متحده صورت داده است. این سازمان زمینه‌های مختلفی چون تولید برق، انتقال و تحویل انرژی الکتریکی را مورد بررسی و تحقیق قرار می‌دهد. مطالعات و

برنامه‌های تحقیقاتی EPRI در زمینه پایایی تولید انرژی الکتریکی، جنبه‌های مختلف نیروگاه‌ها را دربرگرفته و شامل موارد زیر است [۲۵]:

- برنامه‌های واحدهای سیکل ترکیبی: این برنامه‌ها با بررسی مسائلی چون هزینه‌های چرخه ترمودینامیکی، پیری زودرس و خطرات شکست کمک می‌کند که ریسک کمی‌سازی گردد و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری کاهش یابد، درحالی‌که پایایی و عملکرد سیستم حفظ شود.
- بهبود پایایی تجهیزات کلیدی واحدهای فسیلی: برنامه‌های پایایی تجهیزات کلیدی، اطلاعاتی در مورد مکانیسم‌های فرسایش تجهیزات و مواد بحرانی برای تکنولوژی‌های تولید پیشرفته فراهم می‌کند و اطلاعات مربوط به استراتژی‌های مدیریت عمر توربین‌های بخار و ژنراتور را توسعه می‌دهد. این برنامه‌ها به شرکت‌ها برای متعادل کردن خطرات و هزینه‌های بزرگ‌ترین و پرهزینه‌ترین تجهیزات کمک می‌کند.
- بهبود بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری: برنامه‌های تعمیر و نگهداری و بهره‌برداری، راه‌حل‌هایی ارائه می‌دهند که باعث بهبود عملکرد و ایمنی بهره‌برداری، کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری و پشتیبانی فنی کارکنان واحدهای تولید می‌شوند.
- فعالیت‌های تحقیقاتی هسته‌ای: EPRI تحقیقاتی را انجام می‌دهد تا تضمین کند انرژی هسته‌ای به عنوان یک گزینه‌ی قابل اعتماد منبع تولید برق سالم، اقتصادی و پاک با عدم انتشار گازهای گلخانه‌ای باقی بماند. برنامه‌های تحقیقاتی در زمینه پایایی تولید هسته‌ای شامل پایایی تجهیزات، پایایی سوخت، پیری مواد، پایایی راکتورهای تحت فشار آب، مدیریت ریسک و غیره است.
- مطالعه‌ی پایایی نیروگاه‌های برق‌آبی [۲۶]
- طراحی مدارهای کنترلی با پایایی بالا و لوازم جانبی توربین‌های گازی [۲۷]
- کدگذاری تجهیزات استاندارد برای گزارش‌های پایایی توربین‌های گازی [۲۸]
- تاثیر شرایط بازار گاز طبیعی بر نیازهای انعطاف‌پذیر سوخت لازم واحدهای تولید موجود و جدید [۲۹]
- ارزیابی پایایی ایستگاه تولید توان کرونادو [۳۰]
- مدیریت ریسک مبنای تجهیزات نیروگاهی [۳۱]

- طراحی‌های ژنراتور و توربین بخار برای کاربردهای سیکل ترکیبی [۳۲]
- ارزیابی مهندسی بازبینی از کندانسور برای واحدهای فسیلی سایکلی (چرخه‌ای) [۳۳]
- روش‌های ارزیابی و ابزارهای بهره‌برداری برای پایایی شبکه [۳۴]
- راهنمای تعمیر و نگهداری پیش‌بینانه برای چرخ‌های توربین احتراق و واحدهای سیکل ترکیبی [۳۵]
- تاثیر ملاحظات بهره‌برداری بر شاخص‌های پایایی مورد استفاده برای برنامه‌ریزی تولید [۳۶]
- دستورالعمل‌ها و مشخصات فنی برای نیروگاه‌های فسیلی با پایایی زیاد [۳۷]
- ارزیابی پایایی و دسترس‌پذیری واحدهای تولید توان سیکل ترکیبی داخلی [۳۸]
- تاثیر تولیدات انرژی تجدیدپذیر توزیع شده بر بهره‌برداری و پایایی ریزشبکه‌ها [۳۹]
- دستورالعمل راهنما برای ارزیابی پایایی و برنامه‌ریزی پایایی مبنا؛ بررسی ابزارها برای برنامه‌ریزی پایایی [۴۰]
- تعمیر و نگهداری کاربرد محور واحدهای هسته‌ای^۱ [۴۱]
- مقدمه‌ای بر مدل‌سازی ارزیابی ریسک واحدهای تولید توان [۴۲]
- تاثیر فاکتورهای بهره‌برداری بر دسترس‌پذیری بویلر [۴۳]
- برنامه‌ای برای ادغام پیش‌بینی‌های تخریبی نوآوری‌های تکنولوژی در ارزیابی‌های ریسک تولید [۴۴]
- مقایسه کمی و کیفی (ارزیابی ریسک تولید) تکنیک‌های ارزیابی پایایی تجهیزات [۴۵]

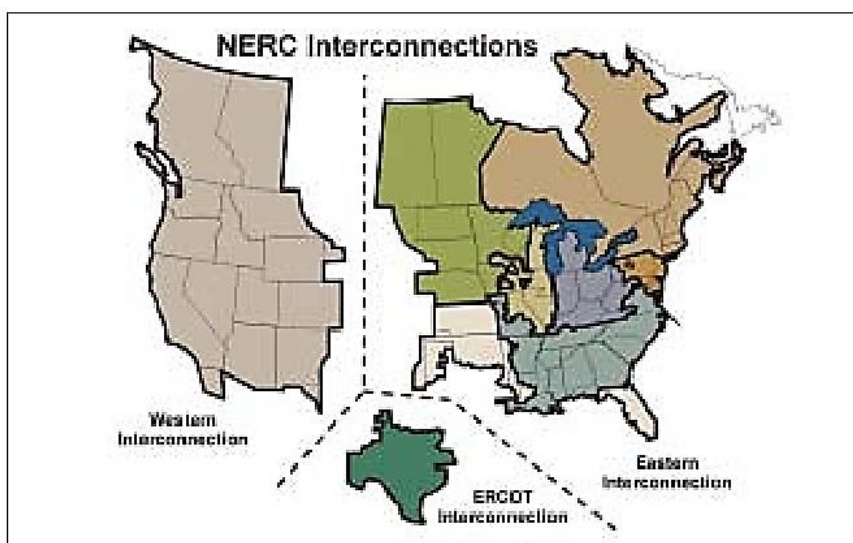
سازمان NYISO نیز به عنوان بهره‌بردار مستقل سیستم انتقال نیویورک در راستای بهبود پایایی سیستم قدرت برنامه‌هایی را به اجرا می‌رساند. این سازمان شامل سه کمیته مدیریت، کمیته مرتبط با مسائل اقتصادی و کمیته بهره‌برداری می‌باشد. از مهمترین مطالعات صورت گرفته در این سازمان می‌توان به موارد زیر اشاره نمود [۴۶]:

- مطالعات برنامه‌ریزی پایایی: این مطالعات جهت تعیین نیازمندی‌های حال حاضر شبکه قدرت در زمینه پایایی سیستم با توجه به روند گذشته مصرف انرژی در ایالت انجام می‌شود.
- مطالعات برنامه‌ریزی اقتصادی: این مطالعات جهت ارزیابی وضعیت پیش‌رو و فعلی گرفتگی خطوط شبکه و بررسی تاثیر اقتصادی طرح‌های پیشنهادی بر کاهش گرفتگی خطوط انجام می‌شود.

- مطالعات کفایت تولید: مطالعات کفایت تولید به منظور ارزیابی اینکه چه واحدهایی اکنون مورد استفاده قرار گرفته‌اند و اینکه چه واحدهایی باید در آینده مورد استفاده قرار گیرند، انجام می‌شوند [۴۷].

۴-۱- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال

شبکه‌های انتقال انرژی الکتریکی یکی از بزرگترین دستاوردهای بشر در قرن بیستم می‌باشد. شبکه انتقال، شبکه‌ای گسترده و بهم پیوسته از خطوط انتقال توان ولتاژ بالاست که انرژی الکتریکی را از واحدهای تولیدی به سمت مصرف‌کنندگان انتقال می‌دهد. شبکه انتقال ایالت متحده از سه اتصال غرب، شرق و منطقه ERCOT (شورای قابلیت اطمینان تگزاس) تشکیل شده است. ایجاد هماهنگی مناسب میان این سه ناحیه یکی از نیازمندی‌های قابلیت اطمینان بالا در شبکه می‌باشد. این سه ناحیه در شکل زیر نشان داده شده است [۴۸].



شکل ۱-۳: اتصالات شبکه انتقال ایالات متحده

در این سه ناحیه بیش از ۱۴۰ مرکز کنترل، بهره‌برداری از شبکه انتقال را مدیریت نموده و ۱۰ شورای منطقه‌ای نیز هماهنگی‌های مربوط به قابلیت اطمینان شبکه را کنترل می‌نمایند. انجام اقدامات هماهنگ جهت تضمین قابلیت اطمینان مناسب یکی از چالش‌های کلیدی با ایجاد تجدید ساختار و شکل‌گیری بازارهای عمده فروشی می‌باشد. این اتصالات جهت مبادله توان الکتریکی بین نواحی مختلف و افزایش قابلیت اطمینان سیستم ایجاد شده‌اند. امروزه بیش از ۱۵۰ هزار مایل خطوط

انتقال ولتاژ بالا، واحدهای تولیدی را به مراکز مصرف متصل نموده و تمامی مناطق، ایالت‌ها و بخش‌هایی از مکزیک و کشور کانادا را نیز دربر گرفته است [۴۸].

۱-۴-۱- قانون‌گذاری قابلیت اطمینان

تضمین قابلیت اطمینان شبکه انتقال از اهمیت فراوانی برخوردار است. برای سال‌های متمادی، شرکت‌های برق تنها کاربران سیستم بوده‌اند و مدیریت قابلیت اطمینان از طریق اجرای داوطلبانه استانداردهای طراحی و بهره‌برداری شبکه از سوی سازمان NERC محقق می‌شد. بهره‌برداری از سیستم به مهارت و تخصص شرکت‌های برق محلی در اجرای کامل این استانداردها وابسته بود که نیازمند شناخت بر طراحی و مسائل برنامه‌ریزی هر شبکه و مسائل و پیچیدگی‌های فنی هماهنگی بهره‌برداری بود [۴۹].

در سال ۱۹۹۶ کمیته قانون‌گذاری انرژی فدرال مصوبه‌های ۸۸۸ و ۸۸۹ را منتشر نمود که در آن به شرکت‌های برق، دیگر شرکت‌های غیر برقی و تولیدکنندگان مستقل توان اجازه دسترسی و استفاده از شبکه انتقال تحت پوشش شرکت برق را می‌داد. قبل از این دستورات، تصمیمات مربوط به تولید انرژی الکتریکی به صورت متمرکز توسط شرکت‌های برق یکپارچه عمودی که دارای ژنراتورهای با مالکیت خود و یا قابلیت تبادل توان با شرکت‌های برق مجاور بودند، گرفته می‌شد. سرمایه‌گذاری در احداث واحدهای تولیدی جدید کاهش پیدا کرد و تولید انرژی الکتریسیته توسط تولیدکنندگان مستقل نیز سهم اندکی را به خود اختصاص می‌داد. دستورات سازمان FERC به صورت اساسی نحوه تصمیم‌گیری در مورد تولید انرژی الکتریکی را تغییر داد و در نتیجه نحوه استفاده از شبکه انتقال و بهره‌برداری از آن نیز به طور چشم‌گیری تغییر نمود [۴۹].

در آمریکای شمالی سازمان NERC نقش مهمی در تعیین حداقل استانداردهای قابلیت اطمینان ایفا می‌نماید که این استانداردهای به عنوان مبنایی جهت تعیین استانداردهای لازم در شوراهای منطقه‌ای قابلیت اطمینان نیز در نظر گرفته می‌شوند. در ادامه چارچوب و اصول موجود در تعیین استانداردهای قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال مورد بررسی قرار گرفته است. این اصول مالکان شبکه‌های انتقال، بهره‌بردار مستقل سیستم و دیگر نهادهایی که در فرایند تعیین، اجرای استانداردها و پایش قابلیت اطمینان شبکه انتقال درگیر هستند را مخاطب قرار داده است. موضوعی که در این قسمت مورد توجه قرار گرفته است این است که چه چارچوب و اصولی برای تضمین اجرای استانداردهای مورد نظر میان مالکان مختلف شبکه انتقال به اجرا در آمده است. مهمترین موضوعات موجود در این حوزه به صورت زیر می‌باشد [۵۰]:

- چارچوب استانداردها و روش‌های موجود در پیاده‌سازی آنها
 - نهادها و سازمان‌های فعال در فرایند تنظیم، پیاده‌سازی و به اجرا درآوردن این استانداردها
 - فرایند تنظیم استانداردها
 - چشم‌انداز استانداردها
 - ابزارهای قانونی استفاده شده
- مهمترین و اصلی‌ترین ابزارهای قانونی استفاده شده در ایالت متحده شامل موارد زیر می‌باشد [۵۱]:

- کدهای شبکه: این کدها توسط دولت جهت تعیین استانداردهای مورد نیاز کلی موثر بر بهره‌برداری و طراحی شبکه قدرت، ایجاد شده است.
- مجوزهای انتقال: این مجوزها توسط دولت جهت تعیین نیازمندی‌های مالکان شبکه‌های انتقال که مالکیت و یا بهره‌برداری از شبکه انتقال را بر عهده دارند، اهدا می‌شوند.
- توافقنامه‌های اتصال: این توافقنامه‌ها توسط بهره‌بردار سیستم قدرت وضع شده و نیازمندی‌های لازم برای TO^۱ها در تضمین قوانین فنی، بازاری و دیگر قوانین موجود را تعیین می‌نماید.
- قوانین بازار: این قوانین توسط بهره‌بردار بازار، دولت و یا نهادهای قانون‌گذاری جهت هدایت بهره‌برداری از بازار برق ایجاد شده است.

استانداردهای وضع شده اجازه مشارکت به TOها در بازار را می‌دهند. قانون‌گذاری فدرال استانداردهای قابلیت اطمینان را به تمامی شرکت‌های برق موجود در آمریکای شمالی صرف نظر از اینکه آنها در محیط بازاری و تجدیدساختار شده هستند و یا به صورت شرکت‌های برق با ساختار یکپارچه عمودی بهره‌برداری و مدیریت می‌شوند، اعمال می‌نماید. در بیشتر ایالت‌های آمریکای شمالی TOها، حق قانونی برای توسعه شبکه انتقال در محدوده مربوط به خود را به صورت انحصاری دارا می‌باشند. این حق توسط قانون‌گذاران ایالتی به آنها داده شده است. در عوض آنها باید نیازمندی‌های زیست محیطی و مکان‌یابی مربوطه را برآورده نمایند. تعدادی کمی از این ایالت‌ها استانداردهای قابلیت اطمینان را اعمال می‌نمایند. بیشتر شرکت‌های برق اقدامات مربوط به برنامه‌ریزی و طراحی شبکه را که به صورت غیر رسمی توسط نهادهای قانون‌گذاری ایالت خود پذیرفته شده، ایجاد نموده‌اند، ولی هیچ تأیید رسمی برای استانداردها وجود ندارد [۵۲].

توافقنامه‌های اتصال در آمریکای شمالی - شامل توافقنامه‌هایی برای اتصال ژنراتورها و بارهای جدید به شبکه - هیچ مجموعه استانداردی تایید شده توسط نهاد ایالتی و یا دولت فدرال ندارند. TOها معیارهای محلی و استانداردهای سازمان NERC را با هدف "اتصال بدون خطر" اعمال می‌نمایند. این معیار نیازمندی‌های خاصی برای اتصال ژنراتورها مانند طرح‌های حفاظتی خاص و یا زیرساخت‌های مخابراتی اضافه می‌نماید [۵۳].

از آنجا که ۴۷ ایالت (غیر از منطقه ERCOT، هاوایی و آلاسکا) از طریق سه اتصال شبکه انتقال بین ناحیه‌ای به هم متصل شده‌اند، سازمان FERC نرخ و استاندارد سرویس‌دهی را برای بیشتر شبکه انتقال تعیین کرده است. از آنجا که بسیاری از تجهیزات ذخیره‌ساز انرژی گران قیمت بوده و ذخیره‌سازی انرژی در حال حاضر اقتصادی نیست، انرژی الکتریکی باید در همان لحظه‌ای که نیاز می‌باشد، مصرف شود. این امر نیازمند کنترل پیچیده نیروگاه‌ها و خطوط شبکه انتقال جهت تامین قابلیت اطمینان مطلوب می‌باشد. تعدادی از سازمان‌ها عبور توان از خطوط شبکه را مدیریت می‌نمایند. ایالت متحده به هشت ناحیه جهت برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان تقسیم شده است. این نواحی تحت پوشش سازمان NERC قرار دارند. NERC استانداردهای قابلیت اطمینان ویژه‌ای را اتخاذ نموده است و نیازمندی‌های قانونی لازم از سوی FERC تامین می‌شود [۵۴].

در حوزه تحت پوشش NERC، تعدادی سازمان وظیفه هماهنگی جهت برقراری تعادل لحظه به لحظه تولید و مصرف را بر عهده دارند، این سازمان‌ها شامل شرکت‌های انتقال منطقه‌ای (RTO)، اپراتور مستقل سیستم (ISO) و شرکت‌های برق کنترل ناحیه‌ای می‌باشند. شرکت‌های انتقال منطقه‌ای و اپراتور مستقل سیستم مشابه یکدیگر می‌باشند. هر دو نهاد، به صورت داوطلبانه جهت تامین نیازمندی‌های لازم FERC تاسیس شده‌اند. ISO و RTOها برنامه‌ریزی، طراحی، بهره‌برداری و دسترسی آزاد به خدمات شبکه انتقال با یک تعرفه را انجام می‌دهند. این نهادها همچنین سرویس‌های تعادل بخشی را برای شبکه انتقال خریداری می‌نمایند. جهت برآورده کردن مأموریت خود، این نهادها باید توانایی کنترل شبکه انتقال را نیز داشته باشند. هدف آنها تسهیل رقابتی بودن بازارهای عمده‌فروشی و تضمین قابلیت اطمینان در تمامی مناطق می‌باشد [۴۹].

در سال ۱۹۹۶ سازمان FERC، ۱۱ معیار لازم را برای اینکه ISO بتواند تایید FERC را اخذ کند، ارائه نمود. در سال ۱۹۹۹، سازمان FERC دستور ۲۰۰۰ جهت تعیین استانداردهای غیر اجباری برای RTOها را ارائه کرد. این سازمان همچنین ۱۲ شاخص لازم را برای کسب مجوز RTOها نیز بنا نهاد. بخش‌هایی از کشور توسط RTOها، بخش‌هایی توسط ISOها و بخش‌هایی نیز توسط هیچ یک از این نهادها خدمات‌رسانی می‌شوند.

بخش‌های کوچکتر در حوزه تحت پوشش سازمان NERC، توسط نهادهای هر ناحیه که عمدتاً سرمایه‌گذاران بزرگ و یا عاملان بازار موجود در آن ناحیه هستند، مدیریت می‌شوند. به این نهادها، نهادهای تعادل‌بخشی گفته می‌شود. در اتصال غربی هیچ RTO و یا ISO ای وجود ندارد و این نهادهای تعادل‌بخشی جهت تضمین قابلیت اطمینان سرویس‌دهی باید با یکدیگر هماهنگ شوند [۵۱].

در صورتی که شبکه انتقال دارای استحکام لازم باشد و با تعداد افزونگی معینی ساخته شود، می‌تواند در مقابل خطاهای ناشی از خروج تجهیزات و خطوط شبکه ایستادگی نماید. در حقیقت مجموعه استانداردهای ارائه شده توسط NERC و لازم‌الاجرا نمودن آنها از سوی سازمان FERC، مالکان و بهره‌برداران شبکه انتقال را ایجاب می‌نماید که برای پیشامدهای احتمالی آمادگی لازم را کسب نمایند [۵۵].

از آنجا که وقوع خرابی در یکی از المان‌های شبکه انتقال می‌تواند سبب شکل‌گیری پدیده‌های زنجیری و خاموشی‌های گسترده در شبکه شود، ایجاد رزرو و افزونگی، پایش و مانیتورینگ قابلیت اطمینان شبکه انتقال و سرمایه‌گذاری برای احداث خطوط جدید اهمیت فراوانی دارد.

بیشتر تشکیلات شبکه انتقال در ایالت متحده در مالکیت نهادهای بازاریابی توان فدرال می‌باشد. بخشی از شبکه نیز به صورت مشترک در مالکیت گروه‌هایی متشکل از چند شرکت برق است. همچنین قسمتهایی از خطوط شبکه انتقال نیز در مالکیت نهادهای مستقلی غیر از دیگر شرکت‌های برق می‌باشد که از کاربران برای استفاده از شبکه مبلغی دریافت می‌نمایند [۵۶].

هر نهادی با توجه به نیازهای قابلیت اطمینانی منطقه سرویس‌دهی خود، اقدام به سرمایه‌گذاری در شبکه انتقال می‌نماید. ممکن است این گونه استنباط شود که هیچ تشویقی برای حفاظت از قابلیت اطمینان مناطق مجاور وجود ندارد. با این حال، ساختار قانون‌گذاری هر ایالت ممکن است هیچ مبنای قانونی را برای قانون‌گذار خود جهت چنین سرمایه‌گذاری‌های اضافی و یا اجبار شرکت‌های برق عمومی جهت مشارکت در این امر، فراهم نکند. بسیاری از نهادهای فعال در مناطق مختلف جهت ایجاد شبکه‌های انتقال و همچنین مدیریت آنها با یکدیگر همکاری و تعامل نموده‌اند. این نهادها با تصویب قانون انرژی سال ۱۹۹۲ و دستور ۸۸۸ سازمان FERC موجودیت رسمی‌تری پیدا کرده‌اند. مسائل قابلیت اطمینانی موجود در مناطقی از شبکه به دلیل تقاضای بیشتر و کمبود ظرفیت شبکه انتقال منجر به این شد که سازمان FERC شکل‌گیری نهادهایی مانند RTOها و ISOها را حمایت و پشتیبانی نماید. با توجه به گستردگی خطوط شبکه انتقال و عبور از شهرها و ایالت‌های مختلف، مساله

توسعه آنها یکی از پیچیده‌ترین موضوعات در تامین ظرفیت مورد نیاز می‌باشد. ترکیبی از نهادهای دولت فدرال، ایالتی و محلی در تعیین اینکه چه کسی حق احداث شبکه انتقال را دارد، کجا و چه زمانی قادر به این امر می‌باشد و اینکه چه کسانی باید برای آن پرداخت نمایند، نقش دارند [۵۴].

سازمان FERC قیمت‌گذاری مبادلات توان انتقالی در سطح عمده فروشی را تنظیم می‌نماید، هم برای شرکت‌های برق و هم برای مصرف‌کنندگان بزرگ صنعتی که مستقیماً به سطح ولتاژ انتقال متصل می‌شوند. قیمت‌گذاری خدمات شبکه‌های انتقال به چندین صورت انجام می‌شود: قیمت‌گذاری تمبر پستی (یک نرخ بدون توجه به مسافت)، قیمت‌گذاری مجوز (قیمت‌های مشخص شده برای هر ناحیه) و قیمت‌گذاری حساس به فاصله میان دو مکان. با عبور توان از خطوط شبکه انتقال، مالک هر بخش هنگام عبور توان و استفاده از تجهیزات آن پرداخت‌دهی می‌شود. یکی از دلایل ایجاد نهادهای منطقه‌ای، RTOها و ISOها توسعه سیستمی برای قیمت‌گذاری مشترک خدمات شبکه انتقال بوده است [۵۱].

وقتی شرکت‌های برق توان مورد نیاز مصرف‌کنندگان صنعتی را که مستقیماً به شبکه انتقال متصل شده‌اند، تحویل می‌دهند هزینه‌ای که آنها برای خدمات شبکه انتقال اعمال می‌نمایند باید برابر تعرفه‌های تایید شده از سوی FERC باشد. این شرکت‌ها همچنین ممکن است در قبال دیگر سرویس‌ها و خدمات ارائه شده هزینه‌ای دریافت نمایند که نرخ آنها توسط نهاد ایالتی تنظیم شده است. علاوه بر اقدامات کنگره در این زمینه شامل مصوبه‌های سیاست‌های انرژی سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۵، سه تصمیم کلیدی سازمان FERC جهت هدایت فرایندهای تنظیم مقررات در شبکه‌های انتقال به صورت زیر می‌باشد [۵۷]:

✓ دستور ۸۸۸: در این مصوبه نحوه قیمت‌گذاری خدمات شبکه انتقال در ازای استفاده از خطوط شبکه برای مالکان شبکه و شرایط دسترسی به شبکه تعیین می‌شود. همچنین در این مصوبه تاکید می‌شود که فعالیت‌های تجاری شرکت‌های برق در سطح تولید و انتقال باید از یکدیگر جدا شده تا بتوان تعرفه‌های دسترسی آزاد به شبکه انتقال جهت تامین خدمات غیر تبعیض‌آمیز را تعیین نمود. FERC با این اقدام امیدوار است بتواند مانع دسترسی تبعیض‌آمیز در اتصال واحدهای تولیدی به شبکه انتقال شود.

- ✓ دستور ۸۸۹: این مصوبه یک سیستم اطلاعات دسترسی آزاد لحظه‌ای (OASIS)^۱ ایجاد نموده که مالکان شبکه انتقال می‌توانند از وضعیت ظرفیت در دسترس در خطوط خود آگاهی یابند و تمامی شرکت‌های برقی که خواهان عبور توان از سیستم هستند می‌توانند، این ظرفیت‌های موجود را دنبال نمایند.
- ✓ دستور ۲۰۰۰: این مصوبه مالکان شبکه انتقال را جهت تشکیل سازمان‌های انتقال منطقه‌ای تشویق نموده است. سازمان FERC به این سازمان‌های منطقه‌ای ماموریت توسعه طرح‌های شبکه انتقال و ساختارهای قیمت‌گذاری که سبب ارتقا سطح رقابت عمده‌فروشی در بازارهای برق می‌شود را داده است.

۱-۱-۴-۱- فرایند استانداردهای مورد استفاده

در آمریکای شمالی از یک روند سلسله مراتبی شامل معیارهای N-0، N-1، N-2 و پیشامدهای بحرانی استفاده می‌شود. در آمریکای شمالی سازمان NERC مجموعه استانداردهای عادلانه‌ای ارائه نموده است که باید توسط تمامی شرکت‌های برق در ایالت متحده و کانادا برآورده شوند. هر منطقه و ایالت نیز ممکن است استانداردهای خاص دیگری نیز داشته باشد [۵۴].

در ارتباط با استانداردهای قابلیت اطمینان عملکرد سه نوع نهاد و سازمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است:

- نهادهایی که استانداردهای مربوطه را لازم‌الاجرا می‌نمایند.
- نهادهایی که مسئول توسعه طرح‌های شبکه انتقال می‌باشند
- نهادهایی که مسئول لازم‌الاجرا نمودن طرح‌های توسعه شبکه انتقال میان TOها می‌باشند.

هر سیستمی یک نهاد رگولاتوری و قانون‌گذاری دارد که دارای قدرت قانونی برای لازم‌الاجرا نمودن استانداردها است. در آمریکای شمالی سازمان FERC حق قانونی و پشتوانه حقوقی سازمان NERC می‌باشد. سازمان FERC توانایی لازم‌الاجرا نمودن قوانین را با اعمال جریمه برای اعضای که به هر دلیلی از آن تبعیت نکنند دارا می‌باشد. این سازمان همچنین حق نظارت بر قوانین عادلانه را نیز داراست. در بیشتر سیستم‌های موجود برنامه‌ریزی و طراحی مرکزی انجام نمی‌شود. در این سیستم‌ها معمولاً طرح‌های از پایین به بالا وجود دارد که در آن TOها طرح‌های توسعه مربوط به خود را دارند که در راستا و هماهنگی با شبکه مرکزی می‌باشد. البته در PJM طرح‌های توسعه با تعامل و همکاری با ذی‌نفعان توسعه می‌یابد. اعضای

PJM و TOها معیارهای خود را تعیین نموده و طرح‌هایی به منظور تامین آنها ارائه می‌دهند. این طرح‌ها در ادامه توسط کمیته مربوطه به دقت بررسی شده و در صورت تایید توسط TOها اجرا می‌شوند [۵۰].

۲-۱-۴-۱- استانداردهای اعمال شده

در کل دو نوع استاندارد قطعی و احتمالاتی وجود دارد که تنها استانداردهای قطعی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

• استانداردهای قطعی و احتمالاتی

توسعه توانمندی‌های شبکه انتقال در تامین بار نیازمند متخصصان با تجربه، اطلاعات لازم و ابزارهای آنالیز می‌باشد. توانمندی‌های شبکه انتقال تابعی از تسهیلات شبکه انتقال و تعاملات فیزیکی آن با شبکه تولید می‌باشد. همچنین توانمندی شبکه انتقال در طول زمان دست‌خوش تغییر نیز می‌شود که ارزیابی کفایت، محدودیت‌ها و یا فرصت‌های ایجاد شده برای توسعه این توانمندی‌ها را پیچیده‌تر می‌نماید. این توانمندی با انجام عملیات کلیدزنی، تغییر الگوی بار، میزان تولید و تغییر توان عبوری از خطوط شبکه نیز تغییر می‌یابد. همچنین نوسانات بار، تغییر نرخ خرابی و دسترس‌پذیری واحدهای تولیدی و خطوط شبکه و حتی آب و هوا نیز بر توانمندی یاد شده تاثیرگذار است [۵۸].

ارزیابی قابلیت اطمینان نیازمند مطالعه پاسخ سیستم در برابر پیشامدهای محتمل و در بعضی مواقع غیر محتمل است. این پیشامدها نماینده صدها پیشامد و رخداد‌های غیر منتظره که ممکن است در سیستم اتفاق افتد، هستند. مطالعه این شرایط، سلامت و مقاومت سیستم را نشان می‌دهد. شبکه قدرتی که در یکی از این تست‌ها دچار شکست شود، ایمن نبوده و اقدامات لازم جهت بر طرف نمودن آن باید انجام شود. شکست سیستم و اضافه بار تجهیزات به ویژه در مطالعه تک پیشامدها مسائل جدی می‌باشند که باید توسط بهره‌بردار سیستم مورد توجه قرار داده شوند.

همچنین ایجاد تغییرات در معیارهای طراحی شبکه از سوی بازار می‌تواند تاثیرات قابل ملاحظه‌ای در بلند مدت در سرمایه‌گذاری‌های شرکت‌های برق و قابلیت اطمینان مصرف‌کنندگان داشته باشد. وقوع این امر در صورتی که معیارهای احتمالاتی به جای معیارهای قطعی استفاده شوند، محتمل‌تر است.

• استانداردهای قطعی

استانداردهای قطعی شبکه‌های انتقال معمولاً به صورت معیارهای N-1 و N-2 بیان می‌شوند. ابتدا سیستم تحت شرایط اولیه مدل شده و سپس احتمال خرابی تک پیشامد و یا چند پیشامد ارزیابی می‌شود. خروج بارگذاری تجهیزات و ولتاژ شبکه از

حدود مجاز و قابل قبول، نمایان‌گر انجام اقدامات لازم جهت بهبود شرایط می‌باشد. هنگامی که تخطی از این حدود رخ می‌دهد، توسعه سریع طرح‌های جایگزین برای حل مساله پیش آمده ضروری می‌باشد. هر طرح پیشنهادی جهت حصول اطمینان از برآورده نمودن معیارها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. طرح‌هایی که معیارهای مورد نظر را برآورده نمایند، بر اساس هزینه و منافع بلند مدت رتبه‌بندی خواهند شد [۵۸].

استانداردهای قطعی طراحی شبکه انتقال مشابه با اقدامات یک پزشک می‌باشد و عملکرد اجزای مختلف سیستم را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. دلایل مختلفی وجود دارد که چرا شرکت‌های برق استانداردهای قطعی را نسبت به معیارهای احتمالاتی ترجیح می‌دهند. معیارهای قطعی شفاف‌تر بوده، توضیح و فهم آن برای عموم ساده‌تر است و به دلیل استفاده از آن در گذشته شناخته شده‌تر می‌باشند.

بزرگترین عیب معیارهای قطعی این است که در این حالت تعادل میان هزینه‌ها و قابلیت اطمینان تا حدی دیده نمی‌شود. با استفاده از معیارهای قطعی توضیح اینکه هزینه راه حل ارائه شده کمتر از منافع حاصل شده از بهبود قابلیت اطمینان می‌باشد، ساده نیست و مقایسه اقتصادی طرح‌های ارائه شده با استفاده از معیارهای قطعی بسیار دشوار می‌باشد [۵۸-۵۳].

• استانداردهای احتمالاتی

این استانداردها نیز مشابه استانداردهای قطعی بسیاری از رخدادهای ممکن را در نظر می‌گیرند ولی عملکرد سیستم را از جنبه‌های گوناگون مورد ارزیابی قرار می‌دهند. علاوه بر اعمال تست‌های مختلف مشابه استانداردهای قطعی، استانداردهای احتمالاتی قابلیت اطمینان سیستم را با اندازه‌گیری تعداد وقوع خرابی، مدت زمان انتظاری خرابی، بیشترین بار قطع شده و یا میانگین انرژی تامین نشده تخمین و ارزیابی می‌نمایند. آنالیزهای احتمالاتی سیستم را تحت شرایط احتمالی در آینده مورد ارزیابی قرار می‌دهد و سپس خرابی هر کدام از مولفه‌های سیستم را ارزیابی می‌کند. هر ترکیبی از شرایط سیستم و خرابی المان‌ها باید مورد ارزیابی قرار گیرد تا تاثیر آن بر شبکه انتقال و بار بررسی گردد. این خرابی‌ها بر اساس نرخ خرابی واحدهای تولیدی و خطوط شبکه می‌باشند. تغییر آرایش تولید اولین راه حل موجود جهت رفع بارگذاری تجهیزات و ولتاژ باس‌ها که از حدود مجاز خود خارج شده‌اند، می‌باشد. در صورتی که این اقدامات موثر واقع نشود، حذف بار انتخاب بعدی است.

مهمترین مزیت استانداردهای احتمالاتی مقایسه اقتصادی طرح‌های ارائه شده بر اساس این استانداردها می‌باشد و انتخاب

طرح بهینه را تسهیل می‌بخشد. معایب روش‌های احتمالاتی نیز به صورت زیر می‌باشد:

• نیازمند مطالعات پیچیده کامپیوتری جهت ارزیابی صدها هزار حالت مختلف می‌باشد.

- شفافیت کمتری نسبت به استانداردهای قطعی دارند.
- پایگاه‌های داده کمی برای حصول نرخ خرابی المان‌های شبکه انتقال وجود دارد.
- ارزیابی پیشامدهای چندگانه، شدید و یا غیر معمول بسیار دشوار می‌باشد.

۳-۱-۴-۱- مدیریت گرفتگی^۱ خطوط

علی‌رغم موفقیت بازارهای عمده‌فروشی انرژی الکتریکی و توانایی بازیگران جدید برای مخاطب قرار دادن و تامین نیازهای شبکه تولید و افزایش ظرفیت آن، شواهد موجود حاکی از آن است که شبکه انتقال ایالت متحده تحت فشار و استرس می‌باشد [۵۹].

افزایش سطح مصرف و گسترش شبکه تولید و عدم سرمایه‌گذاری کافی در شبکه انتقال، چالش‌هایی در این شبکه ایجاد نموده است. این چالش‌ها هزینه‌های انرژی الکتریکی را افزایش داده و احتمال وقوع خاموشی‌های گسترده را نیز بیشتر کرده است. افزایش مصرف، ظرفیت واحدهای تولیدی و شکل‌گیری بازارهای رقابتی سبب انتقال توان‌هایی بالاتر از ظرفیت فعلی خطوط شبکه انتقال و عبور در جهت‌های متفاوت شده است. طبق گزارشات سازمان NERC تجربه اندکی در بهره‌برداری از شبکه در این شرایط وجود دارد. افزایش استفاده از سیستم، گرفتگی و تراکم خطوط شبکه را افزایش داده و منجر به کاهش انعطاف‌پذیری آن شده است.

گرفتگی خطوط نتیجه نبود ظرفیت کافی در شبکه انتقال بوده و می‌تواند منجر به کاهش حاشیه امنیت لازم برای قابلیت اطمینان سیستم شود. بهره‌برداران شبکه انتقال با استفاده از استانداردهای NERC به مدیریت گرفتگی خطوط شبکه می‌پردازند. توانمندی انتقال در دسترس (ATC)^۲ و حدود بارگذاری شبکه انتقال (TLR)^۳ نمونه‌ای از این رویه‌ها می‌باشد. رویه ATC ماکزیمم توانایی یک سیستم در پشتیبانی از تبادلات بازار عمده فروشی را تعیین می‌نماید. هنگامی که سیستم در مرز عبور از محدودیت‌های تعیین شده باشد، رویه TLR تعیین می‌نماید که کدام یک از درخواست‌ها برای جلوگیری از اضافه بار خطوط نادیده گرفته شوند [۵۹].

۱-Congestion Management

۲- Available Transmission Capability

۳- Transmission Loading Range

امروزه رویه‌های ATC و TLR نقشی کلیدی در تضمین قابلیت اطمینان شبکه انتقال ایفا می‌نمایند. متأسفانه استفاده از این رویه‌ها گاهی اوقات سبب ایجاد تداخلاتی در عملکرد رقابتی بازار برق می‌شود. توسعه شبکه‌های انتقال و بکارگیری استراتژی‌های مختلف در رفع چالش‌های شبکه انتقال به نحوه پاسخ‌گویی بازیگران بازار به فرصت‌های تجاری پیش آمده وابسته است. همچنین ایجاد اتصالات بین ناحیه‌ای بزرگتر سبب شکل‌گیری فعالیت‌های منطقه‌ای تحت پوشش یک سازمان مربوطه شده است. ایجاد شبکه‌های انتقال منطقه‌ای نگرانی‌های موجود در رابطه با نحوه قانون‌گذاری جهت تضمین قابلیت اطمینان مطلوب و تامین انرژی الکتریکی مقرون به صرفه برای خرده‌فروشان را افزایش داده است. حرکت به سمت شبکه‌های انتقال منطقه‌ای و شکل‌گیری بازارهای رقابتی عمده‌فروشی باید میان مسئولیت‌های نهادهای ایالتی، منطقه‌ای و فدرال تعادل برقرار نماید. در نهایت مصرف‌کنندگان باید انرژی الکتریکی مقرون به صرفه و با قابلیت اطمینان بالایی دریافت نمایند. این امر با مدرن‌سازی زیرساخت‌های شبکه انتقال فعلی و بهبود بهره‌برداری از آن محقق خواهد شد. شبکه انتقال آینده باید به گونه‌ای بهره‌برداری شود که مزیت کامل شکل‌گیری بازارهای برق رقابتی قابل حصول باشد، مصرف‌کنندگان توانایی تغییر مصرف خود در برابر نیازهای شبکه را داشته باشند، توانایی بکارگیری تکنولوژی‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری پیشرفته به منظور افزایش ایمنی را داشته باشند. همچنین این شبکه‌ها باید از قوانین سختی به منظور تضمین قابلیت اطمینان مطلوب با اعمال جریمه‌های مناسب پیروی نمایند [۶۰].

۲-۴-۱- سیاست‌های بهره‌برداری

یکی از مهمترین اهداف بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت در شرایط سنتی و تجدید ساختار نیافته، حفظ یکپارچگی سیستم می‌باشد. این به این معنی است که از وقوع اتفاقات زنجیری و کنترل نشده در سیستم جلوگیری شود. حفظ یکپارچگی سیستم با واژه امنیت شناخته می‌شود. همچنین دیگر واژه‌های مرتبط با این موضوع قابلیت اطمینان می‌باشد. سیستمی دارای یکپارچگی لازم می‌باشد که حتی با خرابی مولفه‌هایش از عملکرد مناسب خود خارج نشود. برای مثال، در صورتی که یکی از خطوط هوایی دچار خرابی شود، سریعاً نیاز است قبل از اینکه خطای ایجاد شده دیگر المان‌ها را تحت تاثیر قرار دهد، خط مورد نظر از مدار خارج شده و تعمیرات لازم صورت گیرد. سیستم‌های حفاظتی به منظور دستیابی به این هدف طراحی شده‌اند. سیستم قدرت باید در صورت وقوع چنین خطایی و خروج خط مورد بحث به عملکرد خود ادامه دهد. عملکرد نرمال به این معنی است که شاخص سیستم در محدوده مجاز خود باشد، تمامی ولتاژها نیز در محدوده مجاز خود باشند، هیچ تجهیزاتی دچار

اضافه بار نباشد و هیچ باری نیز قطع نشده باشد. بدین منظور سازمان NERC به منظور تضمین قابلیت اطمینان و امنیت سیستم تعدادی معیار و استاندارد توسعه داده است.

دومین هدف بهره‌برداری سنتی از سیستم‌های قدرت حداقل نمودن هزینه‌های بهره‌برداری است. بنابراین اپراتور سیستم در شرایط سنتی با دو مساله مواجه است: حفظ قابلیت اطمینان سیستم و اجرا نمودن بازار زمان حقیقی. در صورت ایجاد شرایط بحرانی امنیت شبکه اولویت بالاتری دارد. در دیگر مواقع هزینه‌های بهره‌برداری تصمیمات بهره‌بردار را تعیین می‌نمایند [۵۹].

۱-۲-۴-۱- ابزارهای مدیریت بهره‌برداری

جهت دستیابی به امنیت لازم به صورت مقرون به صرفه، بهره‌برداران سیستم نیاز به ابزارهایی برای مدیریت سیستم در زمان حقیقی دارند. این ابزارها از سیستم‌های SCADA که وظیفه پایش وضعیت سیستم بر عهده دارند تا ابزارهای پیچیده‌تری مانند برنامه‌های تخمین وضعیت را شامل می‌شوند. برنامه‌های تخمین وضعیت، تمامی اطلاعات موجود را جمع‌آوری نموده و وضعیتی از سیستم را ارائه می‌دهند. ارائه تصویری از سیستم مورد مطالعه یکی از شرایط عملکرد مطمئن سیستم می‌باشد. اپراتورها همچنین ابزارهایی به منظور کنترل مستقیم شبکه انتقال در اختیار دارند. این ابزارها شامل عملیات کلیدزنی، ورود و خروج خط و یا ترانسفورماتور، تزریق موازی (معمولا به وسیله راکتورها و خازن‌ها جهت کنترل ولتاژ و کنترل ترانسفورماتورهای دارای تپ چنجر و دیگر تجهیزات سری و یا موازی) است. بهره‌برداران همچنین می‌توانند با کنترل میزان تبادلات انرژی الکتریکی، امنیت شبکه خود را تضمین نمایند [۶۰].

۱-۲-۴-۲- نواحی کنترل

نواحی شبکه تحت کنترل مرکز بهره‌برداری سیستم بوده و دارای محدوده و مرزهای مشخصی می‌باشند. توان‌های عبوری از این نواحی همیشه اندازه‌گیری شده و پایش می‌شود. گرچه می‌توان یک ناحیه گسترده را به صورت یک ناحیه کنترلی در نظر گرفت، ولی به دلیل مسائل و دشواری‌های عملی این موضوع، تاکنون این اتفاق صورت نگرفته است. سازمان NERC نیز نواحی تحت پوشش خود را به چند ناحیه کنترلی تقسیم نموده است. به دلایل تاریخی و مسائل بهره‌برداری، هر نقطه از سیستم به یکی از این نواحی کنترلی نسبت داده می‌شود. هر ناحیه کنترلی مسئول حفظ تعادل میان بار و تولید در حوزه تحت پوشش خود است. به دلیل گسترده بودن سیستم قدرت، حفظ تعادل میان بار و تولید به صورت ناحیه به ناحیه امکان‌پذیرتر می‌باشد. از

این رو میزان توان صادر شده و یا وارد شده جهت حفظ تعادل در هر ناحیه ضروری است. فراهم نمودن این اطلاعات نیازمند این است که تمامی خطوط و ترانسفورماتورهایی که هر ناحیه را به ناحیه دیگر متصل می‌نمایند باید به صورت لحظه به لحظه مورد پایش و مانیتورینگ قرار گیرند. تمامی این اطلاعات نیز باید در یک مرکز کنترل مورد ارزیابی قرار گیرند. این سوال که آیا تعداد نواحی کنترلی بیشتر، کمتر و یا استفاده از ایده دیگری مناسب‌تر است یا نه هنوز پاسخ داده نشده است. استفاده از نواحی کنترلی کوچک‌تر می‌تواند دارای مزایایی مانند اجتناب از مسائل و مشکلات ارتباطی میان آنها، سر و کار داشتن با خیل عظیمی از اطلاعات و اجتناب از پیچیدگی‌هایی که ممکن است درک آن برای بهره‌بردار سیستم دشوار باشد، شود. البته تعداد نواحی کنترلی بیشتر نیازمند هماهنگی بیشتر میان این نواحی بوده و افزایش قابل ملاحظه‌ای در تعداد خطوط بین ناحیه‌ایی که باید به صورت دقیق در تمامی زمان‌ها اندازه‌گیری شوند، می‌شود. همچنین تعداد نواحی کنترلی کمتر ولی بزرگتر سیستم را در برابر خطاهای احتمالی مرکز کنترل آسیب‌پذیرتر می‌نماید. در هر دو حالت، تمامی نواحی کنترلی باید از یک سری اقدامات یکنواخت و یا حداقل سازگار با یکدیگر جهت حفظ قابلیت اطمینان سیستم پیروی نمایند [۶۰-۵۷].

۳-۲-۴-۱- امنیت

امنیت سیستم با مقاوم سازی سیستم در برابر خطاهای قابل حصول است. جهت حصول این امر خرابی یک مولفه یا مجموعه‌ای از مولفه‌ها نباید موجب ایجاد خرابی‌های زنجیری و خرابی دیگر مولفه‌ها شده و سبب ایجاد خاموشی بخشی از شبکه و یا کل آن شود. سیستمی که در مقابل خرابی یکی از مولفه‌های آن مقاوم می‌باشد، دارای امنیت N-1 می‌باشد. در حوزه برنامه‌ریزی گاهی خرابی‌های همزمان یکی از خطوط شبکه و یکی از ژنراتورهای موجود نیز در نظر گرفته می‌شود. در حوزه برنامه‌ریزی معیار N-1 به این معنی است که سیستم فعلی باید قادر به تحمل بدترین پیشامد بعدی باشد. برای اینکه سیستم بتواند در صورت خرابی دو یا چند مولفه دیگر به کار خود ادامه دهد، گاهی اوقات معیارهای N-2 و N-3 نیز در مطالعات برنامه‌ریزی در نظر گرفته می‌شود. عمدتاً معیار N-1 برای تامین امنیت بهره‌برداری از شبکه در سطح جهانی پذیرفته شده است. این معیار به صورت تقریبی معادل است با اینکه ظرفیت کافی برای تامین بار وجود داشته باشد. این معیار صرف نظر از هزینه‌های تحمیلی باید برآورده شود. همچنین هنگامی که معیار امنیت سیستم معیارهای N-2 و یا N-3 است، هزینه و دیگر ملاحظات اقتصادی وارد مساله خواهد شد. بهره‌برداران سیستم در شرایط سنتی جهت تامین امنیت سیستم در برابر پیشامدهای چندگانه سعی می‌کردند که توان تولیدی واحدهای موجود نزدیک بار را افزایش دهند و توان واحدهای دورتر را کاهش دهند. از آنجایی

که میزان تلفات موجود در شبکه به میزان جریان عبوری از خطوط شبکه و آرایش شبکه انتقال وابسته است، بنابراین با افزایش یک مگاوات بار به تولیدی بیش از یک مگاوات با در نظر گرفتن تلفات لازم می‌باشد. در شرایط تجدید ساختار نیافته، این هزینه‌های تحمیلی توسط تمامی بازیگران تامین می‌شد ولی در محیط رقابتی این هزینه‌ها بر اساس هزینه‌های حاشیه‌ای محلی برای هر نقطه در شبکه تعیین می‌شود [۵۴-۵۷].

جهت برآورده نمودن معیار N-1 برای امنیت شبکه و دستیابی به بهره‌برداری ایمن در مقابل خرابی‌های زنجیری در شبکه نیاز به موارد زیر می‌باشد:

- سیستم باید ظرفیت رزرو گردان کافی داشته باشد. در صورتی که سیستم رزرو گردان کافی داشته باشد با از دست رفتن تعدادی از واحدهای تولیدی موجود، این واحدهای رزرو جهت بازگرداندن امنیت شبکه به مقدار قابل قبول تولید خود را افزایش خواهند داد.
- سیستم باید دارای رزرو کمکی کافی جهت حفظ یکپارچگی سیستم بعد از شوک وارد شده در اثر وقوع پیشامدهای احتمالی باشد. زیرا بعد وقوع خرابی در سیستم، ممکن است که بارگذاری در تعدادی از ادوات از حدود مجاز خارج شود. بنابراین وجود رزرو مورد نیاز جهت اصلاح آرایش تولید بعد از وقوع پیشامدها ضروری است.

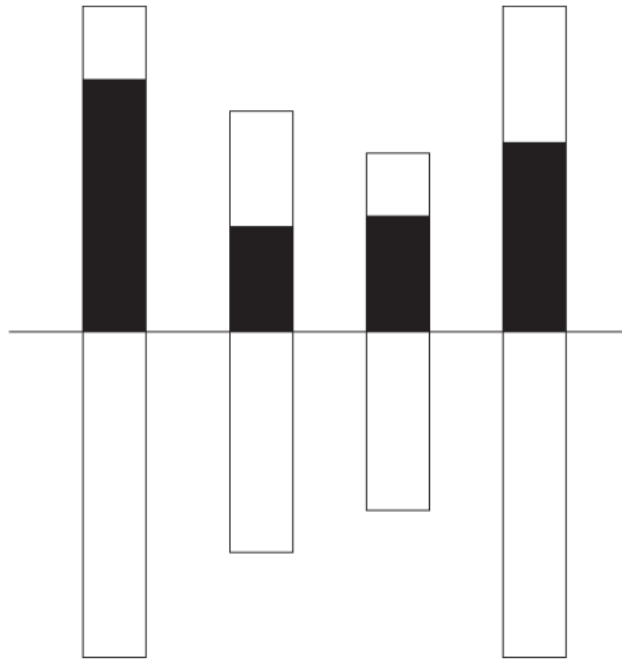
معمولاً میان مکان رزروهای مورد نیاز و استحکام و پیوستگی شبکه انتقال مصالحه‌ای صورت می‌گیرد. اگر توانایی سیستم انتقال بسیار محدود باشد و یا اینکه به صورت کامل مورد استفاده قرار گرفته است، رزرو مورد نیاز برای پیشامدهای احتمالی باید به صورت محلی تامین شوند تا به شبکه انتقال برای دستیابی به آنها نیاز نباشد. در صورتی که شبکه انتقال ظرفیت کافی داشته باشد، استفاده از منابع موجود در نواحی دورتر نیز ممکن خواهد بود. در سیستم‌های شعاعی این وضعیت بسیار ساده است. در سیستم‌های شعاعی تنها یک مسیر برای انتقال توان وجود دارد و در صورتی که این مسیر دچار خرابی شود، سیستم دچار خاموشی خواهد شد. در این موارد تنها گزینه‌های موجود کاهش بار و یا تامین توان به صورت محلی می‌باشد. در شبکه‌های قدرت با وجود آرایش‌های مختلف ممکن برای شبکه انتقال و پیشامدهای مختلف، ارزیابی کفایت منابع رزرو و دسترس‌پذیری ظرفیت شبکه انتقال مساله دشواری می‌باشد. در صورتی که یک ناحیه کنترلی به منابع رزرو موجود در نواحی دور دست وابسته است، شبکه انتقال باید توانایی تحویل توان رزرو را در صورت نیاز داشته باشد [۵۵].

در گذشته بهره‌برداران سیستم، جهت بررسی اینکه آیا وضعیت فعلی سیستم از نقطه نظر امنیت قابل قبول می‌باشد و یا نه، عمدتاً بر تجربه و یا مطالعات آفلاین تکیه می‌کردند. امروزه برنامه‌های پیچیده پخش بار و مطالعات آنالیز پیشامدها برای

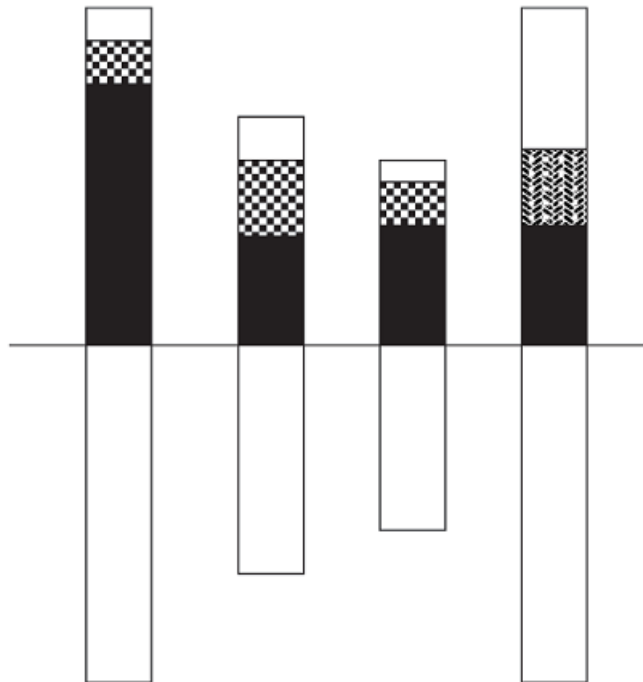
ارزیابی امنیت سیستم در زمان حقیقی و یا نزدیک به زمان حقیقی استفاده می‌شود. در صورتی که وضعیت سیستم قابل قبول نباشد بهره‌بردار سیستم از منابع موجود جهت رفع آن اقدام خواهد نمود.

• کاربرد معیار N-1

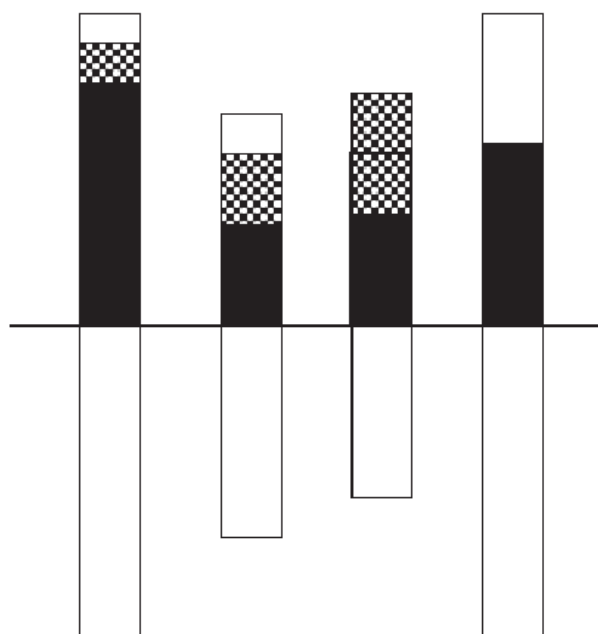
معیار N-1 یک معیار قطعی است که در بهره‌برداری سیستم در نظر گرفته می‌شود. این معیار به این معناست که سیستم قادر به تحمل خروج هر یک از مولفه‌هایش باشد و با خروج آنها اتفاق خاصی متوجه عملکرد سیستم نشود. حتی اگر احتمال وقوع آن پیشامد بسیار اندک نیز باشد، این معیار همچنان اعمال خواهد شد زیرا خرابی سیستم در صورت خروج آن مولفه قابل قبول نیست. در اینجا هزینه برآورده کردن این معیار مورد توجه نیست و مانند برقراری تعادل میان بار و تولید، برقراری این معیار نیز الزامی است. پیامد یک خرابی و اثر آن در تعادل میان بار و تولید از طریق پایش فرکانس قابل اندازه‌گیری می‌باشد. به هر حال، پیامد یک خرابی در برآورده کردن معیار N-1 مستقیماً قابل مشاهده نیست، مگر آنکه یکی از مولفه‌های بحرانی سیستم از مدار خارج شود. در شکل‌های زیر معیار N-1 برای خرابی خطوط نشان داده شده است. ابتدا توان عبوری از تمامی خطوط کمتر از مقدار حداکثر بارگذاری آنها می‌باشد. شکل ۱-۴ و ۱-۵ شرایط سیستم قبل و بعد از وقوع خرابی را نشان می‌دهد. در شکل ۱-۶ نیز حالتی نشان داده شده است که ظرفیت کافی جهت برقراری معیار N-1 وجود ندارد. در اتصالات شعاعی، ممکن است که معیار N-1 قابل برقراری نباشد. در چنین مواقعی برای جلوگیری از وقوع خاموشی استفاده از منابع تولید محلی و یا ذخیره‌سازهای انرژی توصیه می‌شود [۵۲].



شکل ۴-۱: شرایط سیستم قبل از وقوع خرابی: نمودارها کل ظرفیت توان انتقالی خطوط در هر دو جهت را نشان می‌دهند، ناحیه سیاه نیز ظرفیتی از خطوط که اشغال شده است را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۱: افزایش توان انتقالی از خطوط شبکه با خروج ناگهانی یکی دیگر از خطوط شبکه



شکل ۱-۶: توان انتقالی از خطوط شبکه بعد از خروج ناگهانی یکی از واحدهای تولیدی: در این حالت یکی از خطوط شبکه دچار اضافه بار شده است.

در صورتی که امنیت شبکه اهمیت بیشتری داشته باشد، معیار N-1 اصلاح خواهد شد. در مواقعی که احتمال از دست رفتن یک خط یا واحد تولیدی بالا است، باید از معیارهای سخت‌گیرانه‌تری مانند معیارهای N-2 و یا N-3 استفاده کرد. این معیارها به این معنی می‌باشند که سیستم می‌تواند وقوع دو یا سه خرابی همزمان را تحمل نماید و دچار خاموشی نشود. این معیارها نسبت به معیار N-1 گران‌تر بوده و برقراری آنها نیز هزینه بیشتری خواهد داشت.

۴-۲-۴-۱- تعاملات میان امنیت شبکه تولید و انتقال

نقش تعاملات میان سیستم‌های انتقال و تولید در تعیین بهره‌برداری ایمن از شبکه قدرت در فضای بهره‌برداری سنتی مورد توجه قرار نگرفته است. بویژه در برخی موارد قابلیت جایگزینی میان شبکه انتقال و شبکه تولید وجود دارد. برای مثال در صورت وقوع خرابی یکی از ژنراتورهای موجود در یک ناحیه هم می‌توان از دیگر واحدهای تولیدی موجود در آن ناحیه استفاده نمود و یا در صورتی که شبکه انتقال دارای ظرفیت کافی باشد می‌توان از توان تولیدی واحدهای موجود در دیگر نواحی استفاده نمود

۳-۴-۱- روش‌های مدیریت قابلیت اطمینان

نیازمندی‌های فیزیکی سیستم قدرت مانند توانایی مدیریت اتفاقات در سیستم، ایجاد تعادل میان بار و تولید، مدیریت ولتاژ و فرکانس در شرایط قبل و بعد از تجدید ساختار بدون تغییر باقی می‌ماند. در فضای رقابتی، تامین امنیت شبکه انتقال جهت مبادله انرژی در شبکه ضروری است. هیچ مبادله انرژی اجازه ندارد که نیازمندی‌های امنیت شبکه را نقض نماید. در صورتی که مشکل قابلیت اطمینانی در شبکه ایجاد شود، بهره‌بردار سیستم توانایی مداخله در بازار انرژی برای تغییر مبادلات انجام شده را دارد. در این صورت مبادلاتی که محدودیت‌های سیستم را نقض کنند مجاز نمی‌باشند [۶۰].

سناریوهای مدیریت گرفتگی خطوط در فضای رقابتی از نقطه نظر قابلیت اطمینان که عمدتاً توسط ناحیه اتصال شرق (شبکه انتقال ایالت متحده مطابق شکل ۱-۳ از سه اتصال غرب، شرق و منطقه ERCOT تشکیل شده است) مورد استفاده قرار می‌گیرد، به صورت زیر است:

برای هر مبادله انرژی، توانایی انتقال در دسترس (ATC) برای شبکه انتقال تعیین می‌شود. فرایند تعیین چنین ظرفیت‌های انتقالی بر اساس قوانین ایجاد شده توسط NERC می‌باشد. این قوانین ابتدا کل ظرفیت انتقال را در نظر می‌گیرند و بر اساس آن ظرفیت رزرو انتقال استخراج می‌گردد. بسیاری از مناطق در اتصال شرقی مانند WSCC بر اساس راهنمایی NERC رویه‌هایی را منتشر نموده‌اند که با استفاده از آنها این محاسبات قابل انجام می‌شود. از آنجا که این قوانین و رویه‌ها وابسته به مشخصات سیستم می‌باشند، به روز نمودن آنها با گذشت زمان ضروری است.

توانمندی‌های انتقال در سیستم OASIS ثبت می‌شوند و از این طریق تمامی بازیگران بازار می‌توانند از آن اطلاع یابند. با تغییر شرایط سیستم و یا تغییر مبادلات انرژی این ظرفیت‌ها نیز به روز خواهد شد. در حال حاضر این رویه از طریق دستور ۸۸۹ سازمان FERC ضروری می‌باشد. البته ملاحظات مربوط به ATC بدون بررسی تاثیر آن بر هزینه‌ها و بحث‌های اقتصادی اعتبار اندکی خواهد داشت.

رزرو لازم برای دسترسی به مبادله‌های خاص انرژی ایجاد و تایید می‌شود. تعرفه‌های لازم برای ظرفیت‌های انتقال مورد نیاز برای هر مبادله اعمال می‌شوند. حق انتقال برای دوره‌های مورد نظر در سطوح مطلوب ذخیره و رزرو می‌گردد. تعرفه‌های انتقال معمولاً بر اساس درآمدهای مورد نیاز برای پوشش هزینه‌های سرمایه‌گذاری شبکه انتقال تعیین می‌شوند. تعرفه‌های

انتقال برای دسترسی آزاد با تایید FERC و بر اساس اصول دسترسی غیر تبعیض‌آمیز که توسط دستور ۸۸۸ FERC ابلاغ شده است، می‌باشند.

با توجه به اینکه تغییرات ایجاد شده در مبادلات انرژی میزان ATC را برای دیگر مبادلات نیز ممکن است تغییر دهد، ATC به صورت منظم به روز شده و در سیستم OASIS ثبت می‌شود. مبادلات انرژی که منجر به تخطی از حدود امنیتی مطلوب می‌شوند، مجاز نمی‌باشند.

در زمان بهره برداری واقعی، سیستم جهت آشکار نمودن تخطی‌های احتمالی در امنیت شبکه پایش خواهد شد. در صورتی که امنیت شبکه دچار مشکل شود و یا به خطر افتد، با استفاده از روشی موسوم به آزادسازی بارگذاری شبکه انتقال (TLR) مبادلات انرژی کاهش خواهد یافت. هدف روش TLR کاهش مبادلات و یا تهدید به کاهش مبادلات برای رفع گرفتگی خطوط و بازیابی شرایط ایمن بهره‌برداری می‌باشد. تعیین اینکه کدامیک از مبادلات و به چه میزانی کاهش یابند، بر اساس فرمولی است که اندازه هر مبادله و تاثیر آن بر گرفتگی خطوط را در نظر می‌گیرد. این مبادلات بحث‌های اقتصادی مربوطه را در نظر نمی‌گیرند.

به عنوان جایگزین (و یا توسعه) روش TLR، برای هر مبادله‌ای که برنامه‌ریزی می‌شود، آرایش جایگزین برای رفع شرایط گرفتگی بار هنگام مواجه با قوانین کاهش TLR مشخص می‌شود. این روش توزیع مجدد بازار (MRD) نامیده می‌شود. این روش برخی از نواقص و ضعف‌های روش TLR در مدیریت گرفتگی خطوط را رفع می‌نماید.

رویه TLR تنها یکی از روش‌های حل مسائل قابلیت اطمینان می‌باشد که در این قسمت بدان پرداخته شد. در تمامی رویه‌های موجود جهت تضمین قابلیت اطمینان مانند رویه TLR قیمت و ارزش شبکه انتقال در نظر گرفته نمی‌شود.

نه تنها پایش تمامی مبادلات انرژی (که توسط NERC انجام می‌شود) الزامی است بلکه تاثیر هر مبادله انرژی بر فشردگی خطوط نیز باید مورد بررسی قرار گیرد. این رویه در سازمان NERC توسط سیستمی انجام می‌شود که در آن تاثیر هر تزریق توان در سیستم بر هر توان عبوری نسبت به یک موقعیت مبنا سنجیده می‌شود. چنین سیستم‌هایی جهت مدیریت قابلیت اطمینان لازم و ضروری می‌باشند [۵۳].

همان‌طوری که پیش‌تر نیز توضیح داده شد، رویه TLR بر اساس عوامل مختلفی مانند تاثیر هر مبادله انرژی بر جریان عبوری از خطوط و اندازه آن مبادله به کاهش توان مبادلات انرژی می‌پردازد. این رویه ملاحظات اقتصادی را در نظر نمی‌گیرد. این رویه توسط NERC توسعه داده شده است. این رویه به صورت تئوری توانایی حل مساله گرفتگی خطوط را به صورت

موثری دارا می‌باشد. البته این روش در عمل دارای مشکلاتی نیز است. از نقطه نظر قابلیت اطمینان، مسائل و مشکلات این روش جهت مدیریت گرفتگی خطوط در بسیاری از مقالات بررسی شده است. تعدادی از این موارد عبارتند از:

- روش‌هایی جهت دور زدن این رویه وجود دارد، برای مثال می‌توان مبادلات انرژی اولیه را از ابتدا بیش از اندازه مورد نیاز برنامه‌ریزی کرد. این امر باعث می‌شود که سیستم از اهداف قابلیت اطمینانی خود دور شده و به صورت اقتصادی و کارا مدیریت نشود.
- رویه کاهش مبادلات انرژی لزوماً منجر به عبور توان مطلوب در سیستم نمی‌شود.
- روش MRD که توسط NERC پیاده‌سازی شده است، با پیشنهاد تعدادی از ژنراتورها که می‌توانند با توزیع مجدد گرفتگی خطوط را کاهش دهند، به بازیگران بازار امکان اجتناب از رویه TLR را می‌دهد. حتی در صورتی که رویه MRD استفاده شود، بهره‌برداری بهینه سیستم بسیار دشوار می‌باشد. در صورتی که تنها یکی از خطوط دچار تراکم شده باشد، با توجه به یک درجه آزادی عمل در رویه MRD استفاده از آن کافی خواهد بود. ولی در صورتی که چندین خط همزمان دچار گرفتگی خطوط شده باشند استفاده از رویه MRD نمی‌تواند به صورت بهینه مساله را رفع نماید. حتی در صورتی که تنها یکی از خطوط دچار گرفتگی و تراکم شده باشد نیز استفاده از رویه MRD بهینه بودن آن را تضمین نمی‌نماید.
- یکی دیگر از مشکلات مربوط به رویه TLR توانایی محدود آن در کنترل مشکلات شبکه انتقال می‌باشد که به دلیل اطلاعات محدودی است که توسط سیستم TLR مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر عدم هماهنگی ایجاد شده در انجام تجدید آرایش تولید و مبادلات که در نتیجه پاسخ به رویه TLR می‌باشد، می‌تواند مشکل جدیدی ایجاد نماید.

علی‌رغم تمامی مشکلات مرتبط با رویه TLR، استفاده از آن جهت تضمین بهره‌برداری ایمن شبکه انتقال با موفقیت‌هایی نیز همراه بوده است. یکی از مهمترین ویژگی‌های رویه TLR که آن را از دیگر روش‌ها متمایز می‌نماید، ویژگی "دستور و کنترل" آن است که به بهره‌بردار سیستم اجازه می‌دهد که فارغ از مباحث بازاری به مدیریت گرفتگی خطوط بپردازد. یکی دیگر از نکات کلیدی که باید مورد توجه قرار گیرد این است که مدل استفاده شده در بهره‌برداری سیستم باید با مدلی که جهت بهره‌برداری از بازار استفاده می‌شود، سازگار باشد. رویه TLR یا هر رویه دیگری که استفاده می‌شود، این نکته را نقض می‌نمایند زیرا مدلی که برای کاهش مبادلات انرژی ارائه می‌شود امکان ایجاد قدرت بازار را دارد.

همچنین طراحی مناسب و پیاده‌سازی مناسب برنامه‌های توسعه شبکه انتقال باید تعداد و شدت استفاده از رویه TLR را کاهش دهد. به هر حال دو مساله در رابطه با استفاده از رویه TLR به عنوان شاخصی جهت ارزیابی کفایت شبکه انتقال و برنامه‌های توسعه شبکه وجود دارد [۶۰-۵۵]:

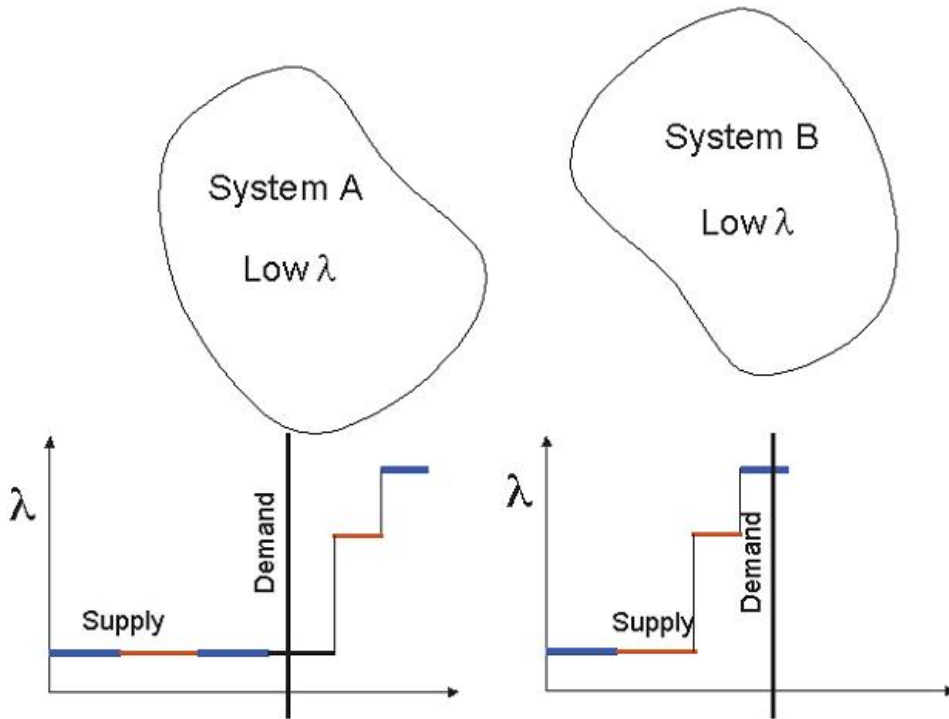
- باید مراقب این بود که مشکل گرفتگی خط با استفاده از این رویه به مکان دیگری منتقل نشود.
 - رویه TLR ارزش گرفتگی خطوط را به درستی قیمت‌گذاری نمی‌کند. برای یک سیستم شعاعی که در آن ارزش برق در ابتدای خط ۳۰ دلار می‌باشد و در انتهای خط ۷۰ دلار است، در صورتی که تعرفه انتقال نیز ۲۰ دلار باشد، تمایل زیادی برای برنامه‌ریزی بیش از حد وجود دارد. زیر تمامی بازیگران می‌خواهند بر روی این تفاوت قیمت سرمایه‌گذاری نمایند. حال اگر قیمت‌ها به صورت ۳۰ و ۴۰ دلار باشند و هزینه انتقال توان نیز ۲۰ دلار باشد، هیچ مبادله انرژی انجام نخواهد شد. در نتیجه قبل از اینکه برنامه‌های توسعه انتقال انجام شود باید قیمت‌ها به درستی در دسترس باشند. این قیمت‌ها با استفاده از قیمت‌گذاری حاشیه‌ای محلی (LMP) تعیین می‌شوند.
- در شرایط تجدید ساختار یافته بهره‌بردار سیستم از محیط بازار برای تضمین قابلیت اطمینان استفاده می‌نماید. گاهی اوقات، تنوع ایجاد شده در قیمت‌های گره‌ای می‌تواند ناشی از ظرفیت تعداد محدودی از تجهیزات باشد. سوال اساسی در اتباط با رابطه میان بازار و قابلیت اطمینان سیستم انتقال این است که آیا همیشه می‌توان با استفاده از سیستم‌های قیمت‌گذاری به حذف گرفتگی خطوط و مدیریت تراکم پرداخت. این امکان همیشه وجود ندارد. اگر چه حذف تراکم و گرفتگی خطوط با استفاده از روش قیمت‌گذاری در بسیاری از موارد ممکن می‌باشد، در صورتی که هزینه‌ها به صورت خطی و یا تقریباً خطی باشند، استفاده از سیگنال‌های قیمت‌گذاری برای کاهش گرفتگی به تنهایی کافی نیست. با این وجود، به نظر می‌رسد که با استفاده از شواهد مشاهده شده در بهره‌برداری منطقه PJM، استفاده از روش قیمت‌گذاری به تنهایی برای مدیریت گرفتگی موفقیت‌آمیز بوده است و کارایی لازم را دارد. حتی در صورت پیاده‌سازی بهترین سیستم قیمت‌گذاری نیز گزینه‌هایی مانند رویه TLR برای تضمین قابلیت اطمینان در شرایط بحرانی مورد نیاز باشد [۶۰].

۴-۴-۱- بهبود پایایی

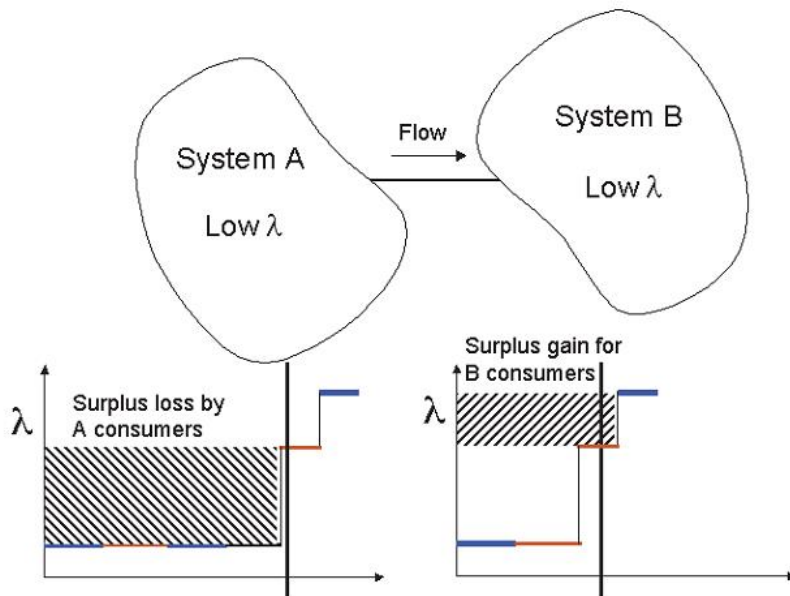
۴-۴-۱-۱- توسعه سیستم انتقال

سیاست‌های موجود جهت حمایت از توسعه ظرفیت‌های بیشتر در شبکه انتقال برای کاهش قدرت بازار منطقه، ارتقا فعالیت‌های بازار و افزایش قابلیت اطمینان سیستم باید توسعه یابد. جهت توسعه شبکه انتقال نباید فقط بر سیاست‌های مبتنی بر بازار متکی بود و باید سیاست‌های خاصی نیز برای توسعه ظرفیت آن (برای مثال با افزایش اقدامات مستقیم و غیر مستقیم دولتی) جهت بهبود حاشیه قابلیت اطمینان شبکه اتخاذ شود. چنین مشوق‌هایی سبب افزایش سرمایه‌گذاری در شبکه انتقال خواهد شد. در طول زمان نیز بازدهی انرژی نیز ممکن است به عنوان یک ابزار موثر برای بهبود قابلیت اطمینان سیستم قدرت با کاهش مصرف کل سبب حل آسان مشکلات ایجاد شده شود [۴۹].

گرچه توسعه سیستم انتقال در فضای رقابتی کامل به طور کلی منجر به کاهش گرفتگی خطوط و بهبود قابلیت اطمینان می‌شود، ولی استثناهایی نیز در این بین وجود دارد. در این قسمت فقط به ذکر یک مورد پرداخته می‌شود. سیستم دو ناحیه‌ای نشان داده شده در شکل ۱-۷ را در نظر بگیرید. فرض کنید قیمت‌ها بر اساس هزینه‌های حاشیه‌ای تولید می‌باشند. در این شرایط سیستم A دارای هزینه‌های حاشیه‌ای پایین‌تری است و بنابراین قیمت‌های پایین‌تری خواهد داشت. سیستم B نیز دارای هزینه‌های حاشیه‌ای بالاتری بوده و قیمت‌های بالاتری خواهد داشت. منحنی تولید در این مثال یک منحنی سه پله‌ای مشابه شکل ۱-۸ می‌باشد، توسعه سیستم انتقال بین این دو ناحیه منجر به امکان تبادل توان بین دو ناحیه و در نتیجه یکسان شدن قیمت‌ها در هر دو طرف می‌شود. فرض کنید که این برابری قیمت‌ها در قیمت میانه رخ دهد که در شکل زیر نشان داده شده است. تغییرات منافع مصرف‌کنندگان به صورت ناحیه‌های حاشور خورده در شکل‌های زیر نشان داده شده است. همانطوری که در این شکل دیده می‌شود، میزان کاهش منافع مصرف‌کنندگان سیستم A بیشتر از میزان افزایش منافع مصرف‌کنندگان در سیستم B است. این پدیده نتیجه توسعه سیستم انتقال می‌باشد. مثال‌های مشابه‌ای نیز می‌توان جهت نشان دادن اینکه توسعه سیستم انتقال می‌تواند منجر به افزایش تراکم خطوط شود نیز ارائه نمود [۵۱].



شکل ۷-۱: سیستم دو ناحیه‌ای نمونه



شکل ۸-۱: انتقال توان بین دو ناحیه، کاهش و افزایش منافع مصرف‌کنندگان آنها

۲-۴-۴-۱- تضمین قابلیت اطمینان از طریق سیگنال‌های قیمت

همان‌طوری که در قسمت‌های قبلی شرح داده شد، یکی از موثرترین روندها در بهره‌برداری از سیستم‌ها استفاده از سیگنال‌های قیمتی می‌باشد. با استفاده از این سیگنال‌های قیمتی و بدون نیاز به کنترل‌های مرکزی، می‌توان منجر به رفتارهای دلخواه از سوی مصرف‌کنندگان و ژنراتورهای متصل به سیستم شد. به جای دستور دادن به یک ژنراتور خاص که توان بیشتری تولید نماید، می‌توان با افزایش قیمت پیشنهادی به آن ژنراتور موجود در آن موقعیت، تولید آن را افزایش داد. اگر پیشنهاد ارائه شده بالاتر از هزینه‌های حاشیه‌ای ژنراتور مربوطه باشد، این ژنراتور با افزایش توان خروجی به این سیگنال پاسخ خواهد داد. در صورتی که نیاز به کاهش تولید می‌باشد، با کاهش قیمت (در صورت نیاز به مقادیر منفی) می‌توان این امر را میسر نمود. با قیمت‌گذاری لحظه‌ای می‌توان قابلیت اطمینان سیستم را در بازه زمانی بهره‌برداری سیستم تضمین نمود. نحوه قیمت‌گذاری و یک‌پارچه نمودن شبکه و قوانین مربوطه جهت دستیابی با کارایی بالاتر اقتصادی ضروری می‌باشد [۵۲].

۳-۴-۴-۱- بهبود قابلیت اطمینان از طریق بهبود اطلاعات مربوط به وضعیت سیستم

یکی از مهمترین شرایط لازم برای تضمین امنیت مطلوب سیستم، در دسترس بودن اطلاعات دقیق از وضعیت سیستم در هر لحظه می‌باشد. اطلاع از وضعیت سیستم یکی از شرایط لازم برای مدیریت بهتر توان‌های عبوری از خطوط و محدودیت‌های سیستم می‌باشد. در این بین صحت این اطلاعات و در دسترس بودن کامل آن نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ارائه یک تصویر یک‌پارچه از وضعیت سیستم جهت تضمین قابلیت اطمینان شبکه ارزش بالایی خواهد داشت. ارائه یک تصویر جامع از وضعیت سیستم به اپراتور این امکان را می‌دهد که در صورت وقوع خرابی در یکی از تجهیزات تاثیر اقدامات مورد نیاز را در دیگر بخش‌های شبکه بررسی نماید و عملکرد بهتری داشته باشد. اینکه ارائه اطلاعات به بازیگران بازار علاوه بر بهره‌برداران می‌تواند منجر به افزایش امنیت شبکه شود و یا کاهش نیز قابل بحث و بررسی می‌باشد. اخیراً نگرانی‌ها در مورد امنیت شبکه با انتشار اطلاعات در مورد توان عبوری از خطوط و وضعیت سیستم ریسک‌های بالاتری را نشان می‌دهد. البته این امر در تمامی نقاط یکسان نیست [۵۱-۵۳].

پیچیدگی تعیین وضعیت سیستم با افزایش اندازه سیستم نیز افزایش می‌یابد. عده‌ای از محققین اعتقاد دارند که این افزایش

پیچیدگی به صورت نمایی می‌باشد و این به این معنی است که تعیین وضعیت کل شبکه در عمل غیر ممکن خواهد بود.

۴-۴-۱-۴-۴-۱ - گزینه‌های دیگر نسبت به توسعه شبکه انتقال

تمامی راه‌حل‌های خارج از محیط بازار (مانند فعالیت‌های دولتی و یا نیمه دولتی، مالیات و یا اعطای یارانه برای تشویق سرمایه‌گذاری در توسعه شبکه) باید در جهت افزایش قابلیت اطمینان و امنیت سیستم و بهره‌برداری آسان از شبکه هدایت شوند. توسعه شبکه تولید و انتقال باید در جهت کارایی بیشتر باید یکدیگر هماهنگ باشند. برای مثال گاهی به جای توسعه شبکه انتقال می‌توان از توسعه منابع تولید پراکنده و یا استفاده از تکنولوژی ذخیره‌سازهای انرژی بهره برد [۵۳].

همچنین توجه به هزینه‌های انتقال سوخت نیز در سال‌های اخیر اهمیت ویژه‌ای یافته است. این مصالحه باید با در نظر گرفتن سیگنال‌های مناسب قیمت‌های محلی برای مدیریت گرفتگی و تراکم در شبکه انجام شود. تنها سیگنال‌های درست منجر به مصالحه مناسب میان توسعه شبکه تولید و یا توسعه شبکه انتقال خواهد شد. توسعه عمدی بیش از حد ظرفیت شبکه انتقال جهت بهبود قابلیت اطمینان و اجتناب از قدرت بازار نباید زمینه را برای سوء استفاده بخش‌هایی که در هزینه‌های توسعه سهمیم نبوده‌اند، فراهم نماید. یکی از اهداف اولیه ایجاد سازمان‌های انتقال منطقه‌ای نیز جلوگیری از این امر با آشکار نمودن منافع حاصل از توسعه شبکه انتقال بوده است [۵۴].

۵-۴-۴-۱ - بهبود استفاده از شبکه و پیش‌بینی بار

بهبود استفاده از منابع موجود در شبکه فعلی نیز روشی برای بهبود قابلیت اطمینان و کاهش رزرو مورد نیاز نسبت به گذشته جهت ایجاد حاشیه امنیت مطلوب می‌باشد. با کاهش و مدیریت بار و یا انتقال آن از زمان‌های اوج مصرف به دوره‌های کم‌باری با استفاده از طرح‌های افزایش بازده انرژی می‌توان حداکثر استفاده از منابع موجود را برد. پیشرفت‌های اخیر در زمینه تکنولوژی‌های مدیریت شبکه مانند ادوات FACTS موجب افزایش بازدهی سیستم شده است.

تکنولوژی سیستم‌های انتقال AC انعطاف‌پذیر (FACTS) از گرفتگی خطوط شبکه انتقال کاسته و بدین ترتیب ظرفیت توان حقیقی قابل انتقال در سیستم را افزایش می‌دهد. مدیریت ظرفیت توان قابل انتقال در حال حاضر توسط ادوات غیرفعال و پسیو انجام می‌شود که تنها قادر به توزیع مجدد توان می‌باشند. ادوات FACTS تجهیزاتی فعال می‌باشند که قادر هستند به طور مستقیم توان عبوری از خطوط را به منظور بهبود بازدهی تنظیم نمایند. قرار دادن تجهیزات FACTS به صورت استراتژیک و هماهنگی طرح‌های کنترل این تجهیزات خطوط شبکه را در مقابل اغتشاشات مقاوم نموده و استفاده از

دارایی‌های موجود را بهینه می‌نماید. این تجهیزات استفاده بهینه از منابع سیستم را به منظور کاهش اضافه بارهای ایجاد شده، کاهش تلفات و دستیابی به آرایش بهینه تولید را امکان‌پذیر می‌نمایند.

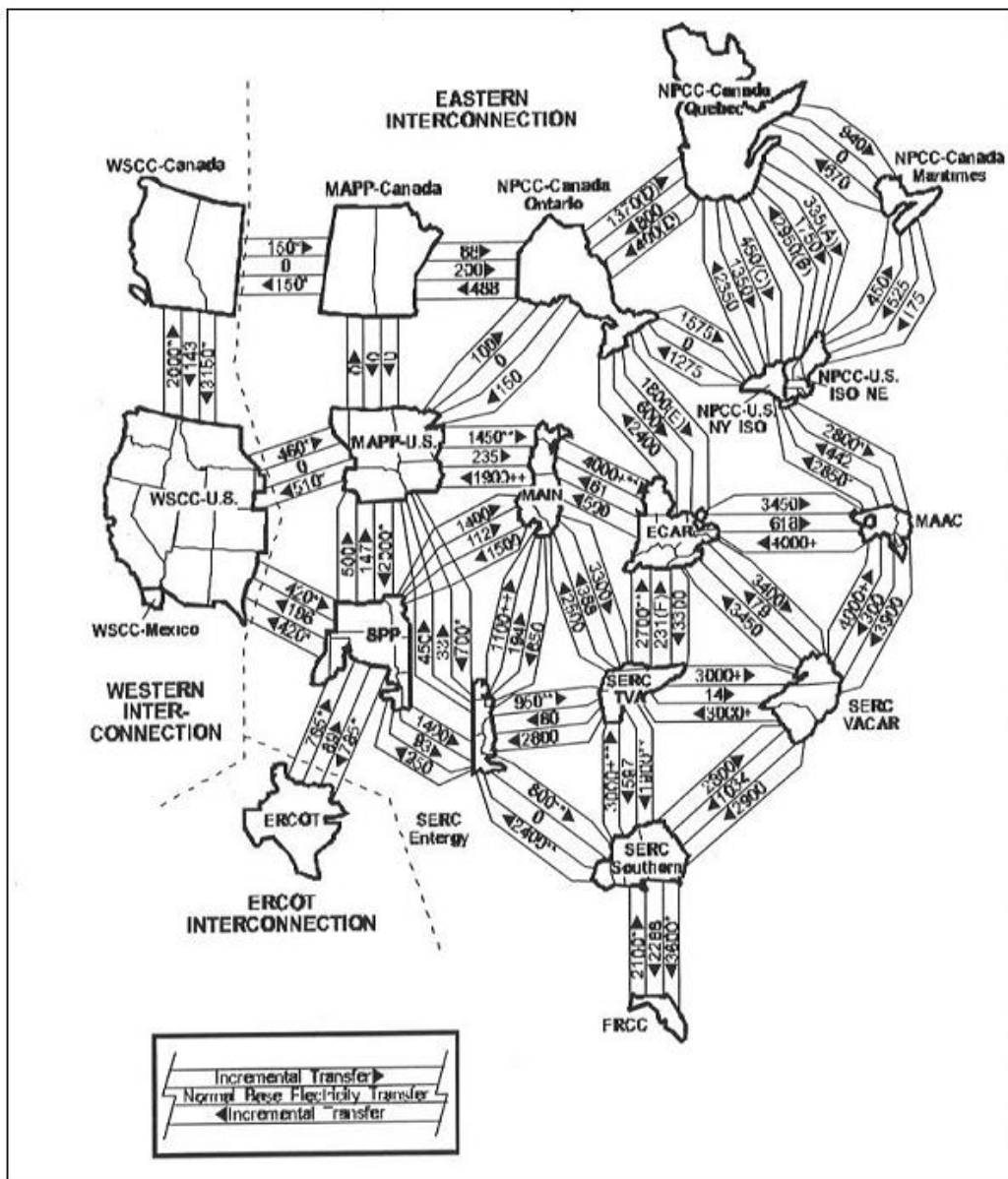
تجدید آرایش شبکه انتقال، مدیریت بارها و تنظیم عملکرد ادوات FACTS همچنین می‌تواند سبب بهبود توانایی اپراتورها جهت توزیع ژنراتورهایی با هزینه پایین، بویژه در زمان گرفتگی خطوط شبکه شود و کارایی سیستم را افزایش دهد. به هر حال، برای اینکه استفاده از این ادوات اثربخش باشد، استراتژی‌های کنترلی پیشرفته‌ای نیاز است. ارزیابی و تجزیه و تحلیل عملکرد ادوات FACTS به دلیل اثر دینامیک سیستم و رخدادهای زمان‌گسسته در کلیدزنی تجهیزات جبران‌ساز بسیار دشوار است. به منظور بهبود قابلیت اطمینان سیستم با استفاده از ادوات FACTS نیاز به کارهای اساسی در این زمینه می‌باشد [۵۵].

همچنین مدل‌های تحلیلی بهبود یافته جهت پیش‌بینی بار، توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز سیستم‌های قدرت و ارزیابی پیشامدهای احتمالی نیز می‌تواند موجب افزایش قابلیت اطمینان و کاهش حاشیه رزرو مورد نیاز شود. استفاده از استانداردهای بالاتر برای ناحیه‌های محلی می‌تواند در کاهش تعداد قطعی‌های بار مصرف‌کنندگان موثر باشد.

۶-۴-۱- افزایش تبادلات توان با نواحی دیگر

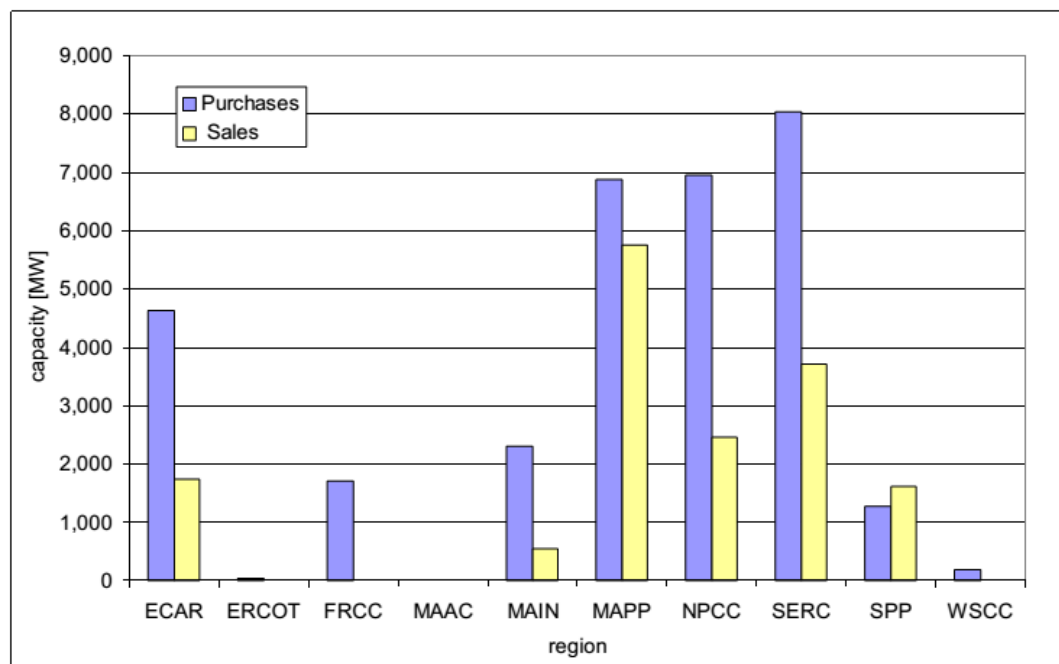
جهت تضمین قابلیت اطمینان در زمان حقیقی توسعه و تکامل بیشتر و صحیح در اتصال مبادلات و توان‌های عبوری لازم و ضروری می‌باشد. هدف این طرح تمرکز بیشتر بر روی استراتژی‌های کنترلی و دستور برای رفع مشکلات خاص می‌باشد. به علاوه، حساس نمودن استراتژی‌های دستور و کنترل نسبت به سیگنال‌های بازار گام مهمی در حالت‌هایی است که این روش برای تضمین امنیت شبکه ترجیح داده می‌شود [۵۷].

همچنین با اتصال شبکه‌های قدرت از طریق خطوط انتقال و به اشتراک گذاشتن منابع می‌توان ظرفیت‌های اضافی موجود در هر ناحیه را جهت حفظ قابلیت اطمینان ناحیه دیگر استفاده نمود. در شکل زیر ظرفیت خطوط شبکه انتقال جهت انتقال انرژی الکتریکی از یک ناحیه به ناحیه دیگر نشان داده شده است. الگوهای متفاوت بار و تولید موجب ایجاد تغییرات در ظرفیت انتقال خطوط شبکه در طول زمان خواهد شد [۵۷].



شکل ۱-۹: ظرفیت خطوط شبکه انتقال

همچنین میزان انرژی خریداری و فروخته شده در سال ۲۰۰۰ در هر یک از نواحی سازمان NERC در شکل زیر نشان داده شده است. این نمودار نشان می‌دهد که بسیاری از مناطق، بویژه مناطقی پرجمعیت مانند کالیفرنیا و نیویورک با افزایش مصرف و رسیدن آن به بیش از سطح تولید داخلی خود به وارد کننده انرژی تبدیل شده‌اند [۵۷].



شکل ۱-۱: میزان انرژی خریداری و فروخته شده در سال ۲۰۰۰ در هر یک از نواحی سازمان NERC

۷-۴-۴-۱- برنامه‌ریزی و طراحی

افزایش تبادلات انرژی و کاهش سرمایه‌گذاری‌ها در شبکه انتقال، موجب بهره‌برداری شبکه نزدیک به حدود مجاز شده است و در نتیجه قابلیت اطمینان سیستم رو به کاهش می‌باشد. سیستم‌های کنترلی و پایش امنیت شبکه و همچنین ساختارهای رگولاتوری و قانون‌گذاری جدیدی برای مدیریت این ریسک‌ها مورد نیاز می‌باشد. با ورود منابع تولید پراکنده و تولید کنندگان مستقل توان، طراحی شبکه‌های انتقال دچار چالش‌هایی خواهد شد و نیازمند مداخله‌های رگولاتور در این زمینه خواهد بود. اگر بازار ایجاد شده از این تولیدکنندگان در جهت افزایش طرح‌های توسعه شبکه انتقال حمایت نکند، سبب کاهش رقابت میان تولیدکننده‌ها شده و حق انتخاب مشتری را کاهش می‌دهد. توسعه شبکه انتقال دارای پیچیدگی‌های فراوانی می‌باشد. در زیر به این موارد اشاره شده است [۵۸].

- میزان سرمایه‌گذاری لازم و مورد نیاز برای توسعه شبکه بسیار بالاست.
- دارایی‌ها و تجهیزات موجود در این حوزه دارای حجم بالایی است و عمدتاً دارای طول عمر بالایی می‌باشند.
- همچنین کسب مجوزهای لازم برای احداث شبکه انتقال به دلیل مسائل زیست محیطی ناشی از آن بسیار دشوار است.

۸-۴-۴-۱- استانداردها و مشوق‌ها

یکی از گزینه‌ها برای پرداختن به قابلیت اطمینان شبکه انتقال با ایجاد بازارهای رقابتی در سمت تولید و خرده‌فروشی، ارتقاء ساختار مدیریتی انحصاری بهره‌برداری و سرمایه‌گذاری شبکه انتقال می‌باشد. در ساختار انحصاری فراهم نمودن خدمات شبکه انتقال برای هر مصرف‌کننده اجباری است. تا امروز، روش‌های مبتنی بر بازار و یا مشوق‌های مناسبی به منظور تحریک سرمایه‌گذاری در شبکه انتقال و تقویت آن توسعه نیافته است. زیرا تاکنون ارتباط روشنی میان قیمت‌گذاری گرفتگی خطوط شبکه و سرمایه‌گذاری در شبکه انتقال ایجاد نشده و قابلیت اطمینان شبکه انتقال در ساختار رقابتی امروزی دارای عدم قطعیت‌های زیادی می‌باشد. بنابراین نیاز به سازمان جدیدی مشابه با سازمان NERC می‌باشد که مسئولیت توسعه، پیاده‌سازی و اجرای استانداردهای اجباری قابلیت اطمینان در شبکه انتقال را داشته باشد. در حال حاضر قبول و اجابت استانداردهای NERC به صورت داوطلبانه می‌باشد. جهت تشویق شرکت‌های برق به منظور ملحق شدن به RTOها و تضمین توسعه مناسب شبکه انتقال، سازمان FERC تعرفه‌ها و نرخ‌هایی ابداعی را در نظر گرفته است. چنین ابداعاتی شامل تعرفه‌های سقف ظرفیت، تعرفه‌های ریسک تنظیم شده برای بازگشت سرمایه‌گذاری‌های انجام شده، برنامه‌های کاهش بهای کوتاه‌مدت‌تر و تعرفه‌های مبتنی بر عملکرد است. این اقدامات باید در جهت افزایش منافع مصرف‌کنندگان نیز باشد و تنها منافع مالکان شبکه انتقال را در نظر نگیرد [۵۹].

۹-۴-۴-۱- محک‌زنی

محک‌زنی یک روش تحلیلی جهت مقایسه شاخص‌های یک شرکت با دیگر شرکت‌ها و یا شرکت‌های برتر می‌باشد. با توسعه شاخص‌های کلیدی برای هر صنعتی، اقدامات محک‌زنی شرکت‌های برق را در جهت فهم ساختار هزینه خود، اینکه چه عواملی سبب ایجاد هزینه شده و در چه زمینه‌هایی شرکت باید بهبود یابد، یاری می‌رساند. در واقع محک‌زنی این امکان را ایجاد نموده که مالکان و بهره‌برداران شبکه اقدامات خود را با دیگر شرکت‌های موجود مقایسه نمایند. همچنین اگر محک‌زنی به صورت موثر و کارایی طراحی شود، می‌تواند برای هر شرکتی استفاده شده و خروجی و نتایج آن منصفانه خواهد بود، اجازه مقایسه در تمامی بخش‌ها را خواهد داد و بازخوردهای داده شده شاخص‌های ملموسی از عملکرد شرکت ارائه می‌دهد.

یکی از مهمترین اقدامات جهت افزایش کارایی در شبکه، پیاده‌سازی عوامل افزایش دهنده بازدهی در شبکه‌های انتقال است. این عوامل بر اساس اطلاعات و داده‌های جمع‌آوری شده از تمامی شرکت‌های برق مشغول در حوزه انتقال توان تعیین

می‌شود که اطلاعات مهمی در مورد عملکرد هر شرکت فراهم می‌نماید. هنگامی که این اطلاعات در اختیار عموم قرار گیرد، شرکت‌های برق می‌توانند عملکرد خود را با عملکرد هم‌تایان خود مقایسه نمایند [۶۰].

تجدید ساختار در صنعت برق بهبود در بازدهی انرژی را از تمامی مشارکت‌کنندگان در بازارهای انرژی خواستار خواهد بود. شرکت‌ها مایل به کاهش هزینه‌های اقدامات انجام شده در صورتی که منجر به کاهش منافع آنها شود نیستند. در نتیجه آزادی عمل مالکان شبکه کاهش خواهد یافت. از طریق مقایسه، شرکت‌ها می‌توانند از یکدیگر یاد بگیرند و روش‌های صحیح انجام تجارت در این حوزه را کشف نمایند. همچنین عمل محک‌زنی به شرکت‌ها اجازه می‌دهد که پتانسیل‌های بالقوه خود را شناسایی نموده و در جهت بکارگیری آنها اقدام نمایند [۶۰].

۱۰-۴-۱- تعمیر و نگهداری

تعمیر و نگهداری تجهیزات شبکه انتقال و برنامه‌هایی از قبیل شاخه‌زنی درختان از مهمترین برنامه‌های بهبود قابلیت اطمینان شرکت‌های برق بوده است. حدود ۳۰ درصد از اغتشاشات بوجود آمده در شبکه انتقال از سال ۱۹۸۴ مربوط به خرابی تجهیزات شبکه بوده است. تعمیر و نگهداری از این ادوات باید به صورت پیوسته جهت جلوگیری از وقوع خرابی‌های مرتبط انجام شود. بعضی اقدامات بهبود قابلیت اطمینان مانند به‌روز کردن تجهیزات شبکه انتقال، هزینه‌های تعمیر و نگهداری سیستم فعلی را کاهش می‌دهد، چون سیستم جدید به تعمیر و نگهداری کمتری نیاز دارد. قابلیت اطمینان بهبود یافته از طریق رویه‌های تعمیر و نگهداری می‌تواند به صورت هزینه بیان شود. بنابراین به مصالحه‌ای میان هزینه‌های تعمیرات و نگهداری لازم و منافع حاصله از این اقدامات نیازمند است [۶۱].

هماهنگی برنامه‌های تعمیرات با توجه به پیش‌بینی بار جهت تضمین قابلیت اطمینان سیستم لازم و ضروری است. در صورتی که تعداد زیادی از واحدهای تولیدی هم‌زمان در برنامه تعمیرات و نگهداری قرار داشته باشند، در این حالت سیستم ممکن است نسبت به کاستی‌های تولید و یا مسائل شبکه انتقال آسیب‌پذیر باشد. بنابراین نیاز به هماهنگی‌های لازم در این زمینه نیز میان شرکت‌های RTO جهت جلوگیری از این رخدادها لازم می‌باشد [۵۵-۵۸].

۱۱-۴-۴-۱- کابل‌های زیرزمینی

یکی از متداول‌ترین دلایل ایجاد اغتشاش در سیستم (برخورد درختان با خطوط شبکه، برخورد حیوانات) با استفاده از کابل‌های زیرزمینی رفع خواهد شد. استفاده از کابل‌های زیرزمینی به جای خطوط هوایی روشی موثر برای کاهش تعداد زیادی از خطاها بوده و می‌تواند مزایای دیگری مانند زیباتر نمودن محیط زیست برای مصرف‌کننده‌ها در پی داشته باشد. با این حال کابل‌های زیرزمینی بسیار گران می‌باشند [۴۹].

۱۲-۴-۴-۱- اعمال جریمه

امروزه قوانین قابلیت اطمینان عمدتاً بر اساس قضاوت و تجربه مهندسان، بهره‌برداران سیستم و آنالیزهای قطعی می‌باشد. این قوانین نباید تنها مسائل مهندسی را در نظر بگیرند و باید از جنبه اقتصادی نیز به این موضوع پرداخته شود و هزینه‌های اجتماعی و منافع حاصل از سطوح مختلف قابلیت اطمینان مورد توجه قرار گیرد. به علاوه در این قوانین باید خاصیت احتمالاتی قطعی‌ها و خرابی تجهیزات نیز در نظر گرفته شود. تمامی شرکت‌کنندگان در بازار باید از این قوانین پیروی کنند و در هزینه‌های قابلیت اطمینان به طور عادلانه سهم بگیرند. جریمه‌هایی که برای خرابی‌ها تحمیل می‌شود، می‌تواند روشی برای مشارکت دادن کاربران در هزینه‌های خرابی‌های ایجاد شده باشد [۵۹].

۵-۴-۱- ارزیابی پایایی

ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم‌های انتقال معمولاً با استفاده از روش‌های قطعی انجام می‌گیرد. شاخص‌های قابلیت اطمینان در سیستم‌های توزیع معمولاً شاخص‌های SAIFI و CAIDI است که به خوبی فرکانس و طول مدت خاموشی برای مصرف‌کنندگان شبکه توزیع را معین می‌کنند. اما استفاده از این شاخص‌ها و روش‌ها برای سیستم عظیم انتقال که وظیفه‌ی انتقال برق بازارهای عمده فروشی و تبادلات میان منطقه‌ای را دارد، روش مناسبی نیست [۶۲].

روش متداول ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم‌های انتقال در مرحله‌ی برنامه‌ریزی و بهره‌برداری، اجرای شبیه‌سازی‌های متعدد برای شرایط گوناگون بهره‌برداری شبکه و اعمال حادثه‌های مختلف طبق استانداردهای NERC است و لذا می‌توان گفت وضعیت قابلیت اطمینان شبکه انتقال در مرحله‌ی برنامه‌ریزی بلندمدت و بهره‌برداری با گزارش تنها یک یا چند شاخص

قابل ارزیابی نیست. تنها شاخصی که تا حدودی می‌تواند کفایت و امنیت خطوط انتقال را به نوعی نشان دهد، شاخص $LOLE^1$ است [۶۸].

به طور تاریخی $LOLE$ یکی از شاخص‌هایی است که به طور گسترده در بحث کفایت تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد که طبق تعریف NERC متوسط تعداد روزهایی در سال است که بیشینه‌ی مصرف از میزان ظرفیت تولید بیشتر می‌شود. روش محاسبه‌ی این شاخص نیز بدین صورت است که احتمال افزایش بیشینه‌ی بار از ظرفیت تولید در هر روز را محاسبه نموده و سپس این احتمال برای تمام روزها جمع می‌شود. رویه‌ی پیش‌بینی $LOLE$ شامل مدل‌سازی بسیار پیچیده‌ی کامپیوتری با تعداد زیادی ورودی است که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به عدم قطعیت بار (به علت شرایط مختلف آب و هوایی، اقتصادی و غیره)، متغییر بودن میزان ظرفیت تولید واحدها (به علت خروج‌های ناگهانی، تعمیرات و یا کاهش ظرفیت فصلی آن‌ها و غیره) و ظرفیت خطوط انتقال اشاره کرد.

با وجود آن‌که کاربرد اصلی $LOLE$ در ارزیابی کفایت تولید است، اما نشان دهنده‌ی کفایت سیستم انتقال نیز می‌باشد. در واقع $LOLE$ بیان می‌کند که آیا خطوط انتقال به اندازه‌ی کافی و با قابلیت اطمینان مناسب در شبکه‌ی انتقال هستند تا تولیدات را به دست مصرف‌کنندگان رسانند یا خیر. طبق استاندارد NERC مقدار این شاخص باید یک روز در هر ده سال یا 0.1 روز در سال باشد.

در نتیجه می‌توان گفت قابلیت اطمینان سیستم انتقال در مرحله‌ی برنامه‌ریزی بلندمدت و بهره‌برداری به طور عمده از طریق شبیه‌سازی شبکه در شرایط مختلف و تا حدی نیز با محاسبه‌ی $LOLE$ ارزیابی می‌شود [۶۲].

ارزیابی قابلیت اطمینان گذشته‌ی شبکه‌ی انتقال موضوع بحث برانگیزی است. طبق گزارش NERC در سال ۲۰۱۱ هنوز معیار و شاخص مناسبی برای این کار وجود ندارد [۶۲]. در نتیجه به ناچار با ارائه‌ی اطلاعات عددی زیاد و گزارشات مربوط به خروج تجهیزات انتقال، قابلیت اطمینان گذشته‌ی سیستم بیان می‌شود. مطابق بخش ۲۱۵ قانون برق فدرال، NERC موظف است اطلاعات در دسترس پذیری خطوط انتقال را جمع‌آوری نماید. بدین منظور در سال ۲۰۰۶ گروه "سیستم جمع‌آوری اطلاعات در دسترس‌پذیری خطوط انتقال"^۲ در زیر مجموعه‌ی برنامه‌ریزی بلن دمدت NERC تشکیل شد. وظیفه‌ی این گروه آن است که سیستمی طراحی کند که اطلاعات در دسترس‌پذیری خطوط را حفظ کند و بستر جمع‌آوری آن‌ها را نیز تامین

^۱-Loss of Load Expectation

^۲-Transmission Availability Data System (TADS)

نماید. این گروه سیستم مورد نظر را تهیه نموده و در سال ۲۰۰۹ اولین گزارش خود را بر اساس اطلاعات ثبت شده در سال ۲۰۰۸ منتشر کرد. این سیستم اطلاعات خروج ادوات زیر را به طور یکسان ثبت می‌کند. اطلاعاتی که برای خروج هر کدام از ادوات فوق ثبت می‌شود عبارت است از زمان، طول مدت قطعی و دلیل وقوع آن [۶۰].

- خطوط AC با سطح ولتاژ ۲۰۰ کیلوولت و بالاتر
- ترانسفورماتورها با ثانویه‌ی ۲۰۰ کیلوولت و بالاتر
- مبدل‌های AC/DC با سمت AC ۲۰۰ کیلوولت و بالاتر
- خطوط DC با ولتاژ مستقیم ۲۰۰ کیلوولت و بالاتر

هدف از ایجاد سیستم جمع‌آوری اطلاعات در دسترس‌پذیری خطوط انتقال تنها بررسی قطعی‌های شبکه انتقال نبوده است. هدف مهم‌تر آن است که در دسترس‌پذیری تمام المان‌های مهم شبکه‌ی انتقال ثبت و مقدار دهی گردد. به علاوه اطلاعات دقیق و کاملی درباره‌ی هر حادثه‌ی خروج نیز ارائه می‌دهد که می‌تواند برای افزایش قابلیت اطمینان در سطح NERC یا شوراهای محلی مورد استفاده قرار گیرد.

در سال ۲۰۰۸ مجلس سنای آمریکا به FERC دستور داد تا رویه‌ای استاندارد برای ارزیابی نحوه‌ی بهره‌برداری^۱ ISO ها و RTO^۲ ها و گرداندن بازارها ارائه دهد. به موجب این دستور FERC شاخصه‌هایی برای ارزیابی عملکرد ISO/RTO و بازار تدوین کرد که معیارهای مربوط به قابلیت اطمینان آن به شرح زیر می‌باشد [۵۹].

- مطابقت یا تخطی از استانداردهای قابلیت اطمینان کشوری و منطقه‌ای
- وضعیت پخش بار
- دقت پیش‌بینی بار
- برنامه‌ریزی بلند مدت انتقال و تولید
- هماهنگی در خروج‌های برنامه‌ریزی شده

همانطور که مشاهده می‌شود، این شاخص‌ها به گونه‌ای وضعیت سیستم را بیان نمی‌کنند که حالات فعلی ادوات در قالب اعداد بیان شود. بلکه بیشتر توضیحاتی در مورد عملکرد نهادهای مسئول در هر مورد ارائه می‌شود. به عنوان مثال هنگام

۱-Independent System Operator

۲-Regional Transmission Organizations

صحبت از وضعیت پخش بار NYISO این مسئله عنوان می‌شود که آیا پخش بار مطابق با استانداردها انجام گرفته است یا خیر. در نتیجه می‌توان گفت این گزارش‌های ارزیابی که توسط FERC منتشر می‌شوند، کمیت قابلیت اطمینان را بیان نمی‌کند و وضعیت سیستم را به طور کیفی مورد ارزیابی قرار می‌دهد [۶۳].

در سطح ایالت نیویورک (که ایالت منتخب این گزارش برای مطالعات موردی در سطح ایالتی است) علاوه بر سیستم جمع‌آوری اطلاعات در دسترس‌پذیری خطوط انتقال NERC و شاخص‌ها و گزارش‌های ارزیابی فعالیت‌های ISO/RTO ها که توسط FERC منتشر می‌شود، گزارش‌های ماهانه‌ای نیز توسط NYISO در مورد معیارهای بهره‌برداری منتشر می‌شود. در این گزارش شاخص‌های قابلیت اطمینان و عملکرد بازار بیان می‌شود که معیارهای مربوط به قابلیت اطمینان انتقال آن بدین شرح است [۶۴]:

- مشخصات و موارد اعلام وضعیت خطر^۱ در سطح ایالت
- مشخصات و موارد اعلام وضعیت اضطراری شدید^۲ در سطح ایالت
- زمان و دفعات خروج از حدود قابلیت اطمینان در خطوط انتقال توان بین منطقه‌ای
- زمان لازم برای بازیابی سیستم بعد از یک اختلال

در ادامه مراحل ارزیابی قابلیت اطمینان در بازه‌های برنامه‌ریزی بلندمدت و بهره‌برداری سیستم انتقال در شبکه‌ی برق ایالت نیویورک به تفصیل بیان می‌شود. رویه‌ی انجام ارزیابی در سایر ایالات نیز مشابه ایالت نیویورک است با این تفاوت که ممکن است استانداردها و ضوابط ایالتی و منطقه‌ای با اندکی تفاوت مورد استفاده قرار گیرد.

NYISO هماهنگ کننده‌ی برنامه‌ریزی‌های بلند مدت شبکه‌ی انتقال در ایالت نیویورک است و یکی از دو نهادی است که کار برنامه‌ریزی بلند مدت شبکه را انجام می‌دهد. این برنامه‌ریزی براساس ۶ استاندارد "برنامه‌ریزی بلند مدت شبکه‌ی انتقال" NERC انجام می‌گیرد. برنامه‌ریزی‌های بلند مدت در ایالت نیویورک باید مطابق با استانداردهای NERC ضوابط NPCC و NYRSC انجام گیرد.

برنامه‌ریزی شبکه‌ی انتقال شامل مراحل زیر است

- ساخت مدلی از شبکه‌ی عظیم قدرت

۱-Alert

۲-Major Emergency

- استفاده از این مدل برای ارزیابی عملکرد سیستم در شرایط مختلف بهره‌برداری و وقوع حوادث مختلف در شبکه
- تشخیص آن دسته از شرایط بهره‌برداری و حوادث شبکه که تاثیرات نامطلوب روی قابلیت اطمینان شبکه دارند.
- تهیه و تحلیل و بررسی مجموعه‌ای از راه حل‌ها و انتخاب بهترین آن‌ها با در نظر گرفتن تمام جوانب کار از جمله مباحث اقتصادی

از طرف دیگر استانداردهای برنامه‌ریزی و توسعه‌ی خطوط انتقال باید شامل این موارد باشد [۶۵].

- انواع شبیه‌سازی‌هایی که لازم است تا اطمینان حاصل گردد که برنامه‌ریزی‌های بلند مدت انجام شده از لحاظ قابلیت اطمینان پاسخگوی نیازهای حال و آینده‌ی سیستم است.
- اطلاعاتی که لازمه بررسی درجه تطبیق سیستم با استانداردها است.

در استانداردهای برنامه‌ریزی، شرایط کارکرد شبکه به چهار دسته به شرح زیر تقسیم می‌شود و برای هر دسته الزامات بهره‌برداری^۱ ارائه می‌شود. مسئول برنامه‌ریزی شبکه باید به‌گونه‌ای این کار را انجام دهد که چنان چه حادثه‌ای در هرکدام از دسته‌های زیر رخ داد، الزامات بهره‌برداری مربوط به آن دسته رعایت شود.

- دسته‌ی A: حالت عادی شبکه بدون وقوع حادثه
- دسته‌ی B: حادثه‌هایی که در نتیجه‌ی آن‌ها تنها یک المان خارج می‌شود. مانند خروج یک ژنراتور یا یک خط انتقال یا یک ترانسفورماتور
- دسته‌ی C: حادثه‌هایی که در نتیجه‌ی آن‌ها دو یا چند المان خارج می‌شود. مانند خروج دو خط انتقال که روی یک پایه هستند.
- دسته‌ی D: حادثه‌های بسیار شدید که در اثر وقوع آن‌ها چندین المان خارج می‌شود. مانند خروج یک پست یا تمام خطوط داخل حریم خط

۱-۵-۴-۱- نرم‌افزارهای مورد استفاده

❖ نرم‌افزار NERC-TADS

با توجه به جستجوهای انجام شده در مورد NERC که در سایت مربوط به خود شرکت و همچنین در منابع دیگر صورت گرفت، این نتیجه بدست آمد که این شرکت برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان در سطح انتقال از نرم‌افزار بخصوصی به نام Transmission Availability Data Analysis (TADS) استفاده می‌کند. این نرم‌افزار این قابلیت را دارد که برای هر ترکیبی از داده‌ها معیارهای مورد نظر را محاسبه کند. برای مثال برای یک علت مشخص، یک نوع خروج مشخص، هر نوع حادثه و برای هر ترکیبی از این موارد محاسبه انجام می‌شود. محاسبات از پیش تعیین شده‌ای در مورد داده‌ها در نظر گرفته نشده است، تا نرم‌افزار براساس داده‌های وارد شده محاسبه کند که کدام ترکیب از محاسبات داده‌ها و اطلاعات ارزشمندتری ارائه می‌دهد [۱۹].

سه مرحله‌ی اصلی در این نرم‌افزار به صورت زیر می‌باشد. اجرای یکسان نرم‌افزار TADS برای تمامی مالکان شبکه انتقال حیاتی است، زیرا که می‌بایست داده‌های ورودی مالکین با همدیگر قابل مقایسه باشد.

• فرآیند درخواست داده

قسمت اول فرآیند درخواست داده است. برای تشکیل این قسمت، سازمان NERC از تمامی نهادهای منطقه‌ای (RE) اطلاعات مورد نیاز نرم‌افزار TADS را درخواست می‌کند. هر RE درخواست اطلاعات مربوط به دسترس‌پذیری سیستم انتقال تحت پوشش خود را مد نظر قرار می‌دهد. مجموع این درخواست‌ها به مالکین شبکه انتقال (TO) ارسال می‌شود [۱۹].

• ثبت داده و بازبینی

قسمت دوم فرآیند ثبت داده و بازبینی می‌باشد. مالکین شبکه‌های انتقال، داده‌ها و اطلاعات مربوط به خود را ثبت می‌کنند. REها کد رخداد ثبت شده توسط TOها را کنترل می‌کنند و کدهای رخداد یکسانی را برای اتفاقاتی که در مرزهای تحت پوشش TOها رخ داده است، در نظر می‌گیرند. رخدادهای مشابه با استفاده از اطلاعات مربوط به زمان شروع رخداد، خروج المان‌ها در اثر آن، اطلاعات ترمینال‌ها (برای خطوط) و توضیحات مالکین شناسایی می‌شوند. REها کنترل می‌کنند تا شماره

نوع رخداد مربوط به خروج خطوطی که بر روی یک سازه قرار دارند ولی دارای مالکین متفاوتی هستند به درستی اختصاص داده شده باشد [۲۰].

در نهایت REها اطلاعات کنترل شده را در اختیار NERC قرار می‌دهند. سازمان NERC اطلاعات مربوط به کدهای رخداد را بازبینی می‌کند. علاوه بر این NERC اطلاعات مربوط به گزارشات اغتشاشات را بررسی می‌کند تا دلیل رخدادهایی را که تعیین نشده است را در صورت امکان مشخص کند.

• آنالیز و گزارش دهی

بخش سوم فرآیند آنالیز و گزارش دهی می‌باشد. سازمان NERC داده‌های TADS را آنالیز می‌کند و گزارش سالیانه‌ی عمومی را منتشر می‌کند. این گزارش حاوی معیارها برای هر RE و برای NERC به صورت کلی است. گزارشی هم به صورت محرمانه برای هر TO ارسال می‌شود [۱۹].

۵-۱- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه شبکه‌های توزیع

در این بخش، فعالیت‌های انجام‌شده در حوزه‌های مختلف پایایی شبکه‌های توزیع در دو ایالت کالیفرنیا و نیویورک بررسی می‌شود.

۱-۵-۱- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

قابلیت اطمینان برق تحویلی در سیستم‌های یکپارچه توسط یک سازمان و به صورت متمرکز مدیریت می‌شود. با تجدید ساختار سیستم‌های قدرت و مستقل شدن فعالیت‌های تولید، انتقال و توزیع و خرده فروشی برق از هم، شرایط بهره‌برداری از این سیستم‌ها و مکانیزم مدیریت قابلیت اطمینان دچار تغییرات اساسی شد. در ساختارهای جدید سطح مطلوب قابلیت اطمینان در حوزه‌های تولید و خرده فروشی با توجه به رقابتی شدن این فعالیت‌ها با استفاده از اهرم‌های بازار رقابتی و در حوزه انتقال با ایجاد اپراتور مستقل سیستم مدیریت می‌شود [۶۱].

هماهنگی قابلیت اطمینان، تعیین مدل‌های عملکردی، روش‌های تنظیم قابلیت اطمینان شامل روش‌های مبتنی بر هزینه (هزینه خدمات و نرخ بازگشت سرمایه)، انگیزه‌ای و یا تشویقی و یا مبتنی بر عملکرد (سقف درآمد، سقف قیمت، یاردستیک، تعدیل جزئی هزینه و تعدیل جزئی نرخ بازگشت)، روش‌های مهندسی و یا تحلیل کارایی، نحوه پیاده‌سازی و زیرساخت‌های

لازم برای آنها، بررسی تاثیر آنها بر عملکرد شرکت‌های برق و همچنین قابلیت اطمینان شبکه، روش‌های کاهش ریسک‌های مرتبط با قابلیت اطمینان مانند مباحث مرتبط با بیمه قابلیت اطمینان، حق بیمه، سطح پوشش، شناسایی ابزارهای موجود جهت تنظیم کیفیت توان مانند استانداردهای لازم، تعیین هدف و معیارهای لازم برای شرکت‌های برق، ارائه طرح‌های تشویقی قابلیت اطمینان، انتخاب شاخص‌های مورد نیاز برای ارزیابی شرکت‌ها، انتخاب مقادیر هدف برای شاخص‌ها و انتخاب مدل انگیزشی مناسب برای دستیابی به مقادیر هدف‌گذاری شده از مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی موجود در این زمینه می‌باشد [۶۲].

از زمانی که مفهوم تنظیم بر پایه کارایی سیستم^۱ (PBR) در دهه ۱۹۹۰ مطرح شد تعاریف و کاربردهای آن به صورت وسیع در بین کمیته‌های رگولاتوری ایالات مختلف آمریکا تغییر کرده است.

به‌طور کلی PBR را می‌توان به صورت مجموعه‌ای از قوانین تعریف کرد که مشوق‌های اقتصادی روشنی را در بر می‌گیرد که شرکت‌های تحت کنترل را برای دستیابی به اهداف تعیین شده تشویق می‌نماید. این قانون‌گذاری در حالی صورت می‌گیرد که شرکت‌های برق اختیار لازم برای انتخاب روش دستیابی به این اهداف را دارا هستند. این اختیار شرکت‌ها را قادر می‌سازد که دانش فنی خود در زمینه بهره‌برداری را برای نیل به اهداف به کار بگیرند. بنابراین PBR نسبت به شیوه تنظیم بر اساس هزینه خدمات^۲ از جهات مختلفی از قبیل مشوق‌های اقتصادی روشن و فراهم نمودن اختیار بیشتر برای شرکت‌های تحت کنترل تفاوت دارد [۶۳].

نقشه شکل ۱-۱۱ وضعیت کنونی رگولاتوری قابلیت اطمینان را در آمریکا نشان می‌دهد. همانطور که در این نقشه نشان داده شده است تنها دو ایالت آمریکا تاکنون از سیستم PBR بر اساس نرخ بازگشت سرمایه برخوردار هستند. همچنین همانطور که در شکل ۱-۱۱ دیده می‌شود ۲۷ ایالت (۵۴ درصد) یا بر پایه PBR بر اساس نرخ بازگشت سرمایه هستند و یا از فرم خاصی از تنظیم بر پایه کیفیت خدمات^۳ برخوردارند. در ادامه خلاصه‌ای از مکانیزم‌های استفاده شده در دو ایالت North Dakota و Mississippi مطرح می‌شود.

۱- Performance Based Regulation (PBR)

۲- Cost of Service Regulation (COSR)

۳- Quality of Service (QS)

ایالت North Dakota: کمیته داکوتای شمالی روشی بر پایه PBR تنظیم کرده است و از طریق آن شرکت Otter Tail Power را مجاز کرده است که نرخ سود خود را بر اساس وضعیت چهار بخش از مشخصه‌های سیستم که در مجموع نشان-دهنده کارایی سیستم هستند، تنظیم نماید. این بخش‌ها عبارتند از:

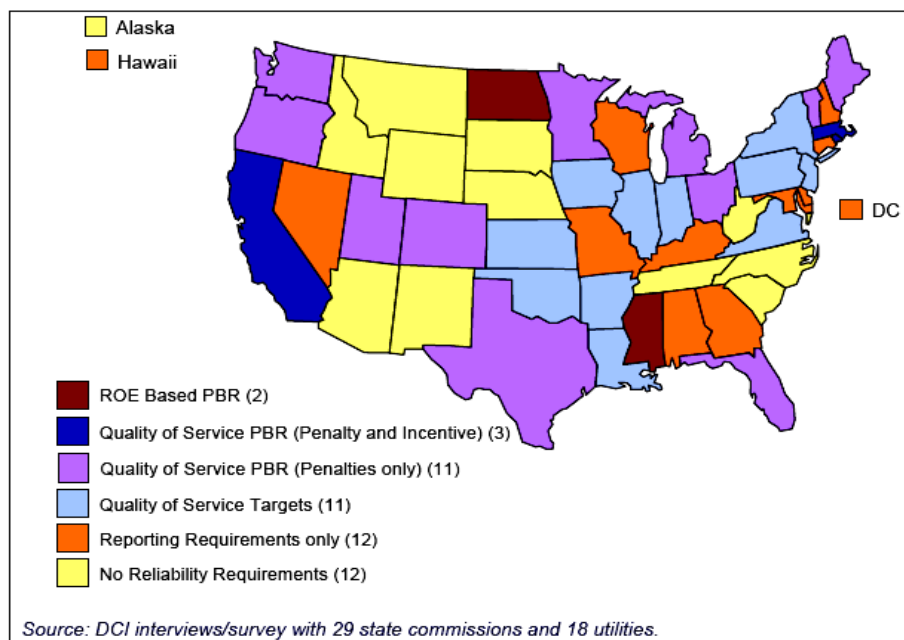
✓ قابلیت اطمینان سیستم

✓ رضایت مشتریان

✓ هزینه مشتریان

✓ ایمنی کارکنان

شاخص‌های به کار گرفته شده برای ارزیابی قابلیت اطمینان SAIFI و CAIDI هستند. علاوه بر این دو شاخص، پنج شاخص دیگر نیز برای اندازه‌گیری بخش‌های دیگر تعریف شده‌اند. بنابراین برای اندازه‌گیری کارایی سیستم هفت شاخص وجود دارد. هر شاخص از ۲۵- تا ۲۵+ ارزش‌گذاری شده‌اند. بنابراین ارزش بیشینه این شاخص‌ها ۱۷۵ است و برای تعیین باندهای بالا و پایین باند مرده شرکت توزیع Otter Tail از آن استفاده می‌شود. باند مرده از ۱۰۰- تا ۱۰۰+ تعیین شده است. برای مثال اگر ROE شرکت ۱۲ درصد باشد باند مرده می‌بایست از ۱۱ درصد تا ۱۳ درصد باشد. اگر شرکت توزیع با کارایی بیشتر از مرز پاداش برای همه شاخص‌ها عمل کند باند بالایی می‌بایست تا ۱۴/۷۵ درصد (۱۳ درصد + ۱/۷۵ درصد) افزایش یابد. بنابراین نرخ بازگشت مجاز شرکت تا مقدار متوسط بین ۱۱ درصد و ۱۴/۷۵ درصد یعنی ۱۲/۸۸ درصد افزایش می‌یابد و باند مرده جدید از ۱۱/۸۸ درصد تا ۱۳/۸۸ درصد می‌شود [۵].



شکل ۱-۱۱: وضعیت رگولاتوری قابلیت اطمینان ایالت‌های آمریکا

ایالت Mississippi: کمیته خدمات عمومی ایالت Mississippi روشی بر پایه PBR تنظیم کرده است که شرکت Mississippi Power را مجاز می‌کند نرخ سود سرمایه‌گذاری خود را بر اساس سه شاخص کیفیت خدمات افزایش یا کاهش دهد. این شاخص‌ها عبارتند از:

✓ هزینه مشتری

✓ رضایت مشتری

✓ قابلیت اطمینان مشتری که با اندازه‌گیری میزان قابلیت اطمینان در طول یک دوره ۳۶ ماهه تعیین می‌گردد.

بررسی ایالت‌های تحت بررسی نشان می‌دهد که شرکت‌ها و رگولاتورهایی که تنها الزام گزارش‌دهی را دارا هستند در مرحله وضع و تنظیم اهداف مربوط به قابلیت اطمینان و رضایت مشتریان در راستای رسیدن به نرخ گذاری بر پایه کیفیت خدمات هستند. اختلاف اساسی در روش‌های مبتنی بر کیفیت خدمات چگونگی تخصیص جریمه یا پاداش است. هم‌اکنون تنها ۱۴ ایالت (۲۸ درصد) جریمه و یا پاداش اختصاص داده‌اند و در میان آنها تنها ۷ ایالت به صورت واقعی جریمه/پاداش را اعمال کرده‌اند. وضعیت رگولاتوری قابلیت اطمینان در ایالات مختلف و انواع مختلف آن در لیست زیر قابل بررسی هستند [۷۳].

جدول ۱-۱: وضعیت رگولاتوری و شاخص‌های قابلیت اطمینان مورد استفاده در ایالات مختلف

نام ایالت	شاخص‌های مورد استفاده	شیوه رگولاتوری
Mississippi	CAIDI	ROE based PBR
North Dakota	CAIDI, SAIFI	ROE based PBR
California	CAIDI, SAIFI, SAIDI, MAIFI	Penalties and Rewards
Massachusetts	CAIDI, SAIFI, SAIDI	Penalties and Rewards
Rhode Island	SAIFI, SAIDI	Penalties and Rewards
Colorado	SAIDI	Penalties Only
Florida	CAIDI, SAIFI, SAIDI, MAIFI	Penalties Only
Maine	CAIDI, SAIFI, SAIDI	Penalties Only
Michigan	CAIDI, SAIFI, SAIDI	Penalties Only
Minnesota	SAIDI, SAIFI	Penalties Only
Ohio	CAIDI, SAIFI, SAIDI, ASAI	Penalties Only
Oregon	CAIDI, SAIFI, SAIDI, MAIFI	Penalties Only
Texas	CAIDI, SAIFI, SAIDI	Penalties Only
Utah	MAIFI, SAIFI, SAIDI	Penalties Only
Vermont	SAIFI, CAIDI	Penalties Only
Washington	SAIDI, SAIFI	Penalties Only
Arkansas	CAIDI, SAIFI, SAIDI, ASAI	Targets
Illinois	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Targets
Indiana	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Targets
Iowa	CAIDI, SAIFI, SAIDI, MAIFI	Targets
Kansas	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Targets
Louisiana	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Targets
New Jersey	CAIDI, SAIFI	Targets
New York	CAIDI, SAIFI	Targets
Oklahoma	SAIDI, CAIDI, SAIFI, MAIFI	Targets
Pennsylvania	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Targets
Virginia	SAIDI, SAIFI	Targets
Alabama	CAIDI, SAIFI, SAIDI, MAIFI, CAIFI	Report Only
Connecticut	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Report Only
Delaware	SAIFI, CAIDI	Report Only
Dis. Columbia	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Report Only
Georgia	SAIDI, SAIFI	Report Only
Hawaii	SAIDI, SAIFI	Report Only
Kentucky	CAIDI, SAIFI	Report Only
Maryland	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Report Only
Missouri	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Report Only

قانون‌گذاری رسمی پایایی سیستم توزیع در آمریکای شمالی معمول نیست. در واقع سازمان NERC و همچنین ده شورای

منطقه‌ای پایایی در تنظیم و قانون‌گذاری پایایی سیستم توزیع مشارکتی ندارند. کارکرد NERC این است که پایایی

سیستم‌های توزیع را از طریق وضع استانداردهای داوطلبانه مدیریت کند. در واقع، مقامات ایالتی قوانین سیستم توزیع را وضع می‌کنند. به هر جهت، قانون‌گذاری صریح در مورد پایایی سیستم توزیع به ندرت وجود دارد. یک مثال از این نوع قانون‌گذاری، ملزم کردن شرکت Consolidated Edison به طراحی سیستم توزیع خود بر اساس معیار پیشامد مرتبه دوم (معیار N-2) توسط گروه خدمات عمومی نیویورک است [۶۶].

نهادهای قانون‌گذاری ایالتی سیستم‌های توزیع، قیمت‌گذاری خدمات سیستم توزیع را بر مبنای هزینه‌ها انجام می‌دادند. روش معمول این نهادها این‌گونه بوده است که کیفیت خدمات را به‌صورت تحلیلی بررسی می‌کردند و نرخ برگشت سرمایه را مطابق با این مسئله تنظیم می‌نمودند. اخیراً نهادهای قانون‌گذاری روش قیمت‌گذاری مبتنی بر عملکرد (PBR)^۱ را برگزیده‌اند که این روش بسیار جامع‌تر از گذشته نرخ‌های دریافتی را به کیفیت خدمات الکتریکی مرتبط می‌سازد. به طور مثال، قانون‌گذاری برای شرکت Consolidated Edison شامل جریمه‌هایی برای عملکرد ضعیف می‌شود [۶۷].

یک مثال دیگر از PBR در مورد پایایی، برنامه شرکت SDG&E است. این برنامه از سال ۱۹۹۴ در حال اجرا است و شامل مشوق‌هایی برای خدمات مشترکین و پایایی می‌باشد. مشوق‌ها و جریمه‌های پایایی بر اساس میانگین زمانی قطعی مشترکین (ACMI)^۲ و تعداد قطعی بوده است [۶۸]. بنابراین، در آمریکا نظارت و قانون‌گذاری سیستم‌های توزیع، وظیفه هر ایالت به‌طور جداگانه است. قوانین مرتبط با این سیستم‌ها در قوانین ایالتی موجود است. در تعدادی از ایالت‌ها، دستیابی به میزان خاصی از پایایی باید در هنگام برنامه‌ریزی سیستم مد نظر باشد [۶۹].

قانون‌گذاران توجه خاصی به پایایی سیستم‌های توزیع و خدمات مشترکین از اواسط دهه ۹۰ داشته‌اند. در این مدت، تجدید ساختار صنعت برق در حوزه تولید و تقویت تجهیزات انتقال آغاز شد. البته بحران انرژی کالیفرنیا نیز در همین زمان اتفاق افتاد. در همین زمان، بسیاری از مشترکین در این کشور قطعی‌های مکرر و طولانی مدت را تجربه می‌کردند. این مسئله منجر به شروع مطالعاتی خاص در زمینه سرمایه‌گذاری بیشتر و انجام فرآیند تعمیرات و نگهداری شد. این امر در نهایت منجر به توجه به مبنای قانون‌گذاری و نظارت در سطح خرده‌فروشی شد که به معنای تمرکز بر کنترل قیمت‌ها و خدمات (کیفیت خدمات به مشترکین و پایایی) بود. قانون‌گذاران از سال ۲۰۰۰ به بعد شروع به دریافت گزارش‌های اجباری از توزیع‌کنندگان نمودند تا به این ترتیب قابلیت تحقیق و سرمایه‌گذاری بر روی پایایی سیستم‌های توزیع را داشته باشند. در این مورد، تعدادی از ایالت‌ها

۱-Performance Based Reliability

۲-Average Customer Minute of Interruption

طرح‌های تشویقی و جریمه‌ای را تصویب کرده‌اند که عنوان قیمت‌گذاری مبتنی بر عملکرد (PBR) دارند. به‌علاوه، بعضی از قانون‌گذاران بازبینی طرح‌های سرمایه‌گذاری، بهره‌برداری و تعمیرات و نگهداری توزیع‌کنندگان را انجام می‌دهند. قانون‌گذاران ایالتی روشی خاصی را برای برنامه‌ریزی و بهبود پایایی تجویز نمی‌کنند و حتی هیچ روش تحلیلی خاصی (به طور مثال روش‌های بر مبنای گذشته، پیش‌بینی کننده، احتمالاتی یا قطعی) را نیز اجباری نمی‌کنند [۷۰].

علاوه بر گزارش‌گیری و نظارت بر سطح پایایی شرکت‌های توزیع، قانون‌گذاران ممکن است با استفاده از استانداردهایی معین و با در نظر گرفتن سطح خاصی از پایایی، توزیع‌کنندگان را ملزم به افزایش سطح خدمات کنند. الزامی کردن استانداردهای پایایی از سه روش صورت می‌گیرد:

- تعدادی از قانون‌گذاران (شامل نیویورک و کالیفرنیا) ساختارهای خاصی را برای اعمال جریمه یا تشویق طراحی نموده‌اند.

- قانون‌گذاران در صورت تشخیص افت سطح پایایی، می‌توانند به طور خاص در مورد روش‌های مورد استفاده شرکت‌های توزیع برای بهبود پایایی تحقیق کنند. اغلب چنین تحقیق‌هایی زمانی صورت می‌گیرد که قانون‌گذاران در می‌یابند که شرکت‌های توزیع اقدامات مناسبی برای مقابله با حوادث جدی (مانند طوفان) انجام نداده‌اند. نتایج این تحقیقات ممکن است جریمه‌هایی را به توزیع‌کننده تحمیل نماید یا اینکه شامل دستورات خاص برای انجام تعمیرات و نگهداری و سرمایه‌گذاری در قسمت‌های خاصی از سیستم توزیع باشد.

- تعدادی از قانون‌گذاران تنها گزارش‌هایی منتشر می‌کنند که بر عملکرد توزیع‌کنندگان در زمینه پایایی تأکید دارد. بنابراین، با وجود اینکه هیچ جریمه‌ای در این مورد وجود ندارد، تنها امکان ایجاد نظر منفی نسبت به توزیع‌کننده در بین سرمایه‌گذاران، صنعت و مشترکین وجود خواهد داشت [۷۱].

۱-۱-۵-۱- معیارهای قابلیت اطمینانی مورد نظر

اهداف قابلیت اطمینان که در ایالات مختلف بر اساس مشخصه‌های کلیدی استانداردهای قابلیت اطمینان وضع می‌شوند در ایالت‌های مختلف متفاوت هستند. در ادامه مثال‌هایی از اهداف مشخص شده در برخی از ایالت‌های آمریکا ارائه می‌شود. این مثال‌ها بر اساس گروه‌های هدف‌گیری شده دسته‌بندی شده‌اند [۷۱].

۲-۱-۵-۱- معیارهایی بر اساس عملکرد فیدر

- ✓ فیدرهایی که شاخص متوسط مدت زمان قطعی آنها به اندازه ۳۰۰ درصد از مقدار SAIDI تجاوز کند.
- ✓ فیدرهایی که برای ۲۴ ساعت متوالی در ۲ سال پی در پی ۱۰۰۰۰ مشتری بی برق شده داشته باشند.

۳-۱-۵-۱- معیارهایی بر اساس زمان بازیابی بار

- در همه شرایط بجز شرایط بحرانی بیشتر از ۹۰ درصد از مشتریان در ۳۶ ساعت بازیابی شوند و برای شرایط بحرانی بیش از ۹۰ درصد از سیستم در ۶۰ ساعت بازیابی شود.

۴-۱-۵-۱- معیارهایی بر اساس مدت زمان خاموشی‌ها در یک چارچوب زمانی مشخص

- مشتریانی که بیش از شش ساعت خاموشی در سال برای سه سال متوالی تجربه کرده باشند و یا اینکه در مجموع سه سال، در مجموع بیشتر از ۱۸ ساعت دچار خاموشی شده باشند.

۵-۱-۵-۱- معیارهایی بر اساس سطح ولتاژ

- ✓ مشتریانی که در سطح ولتاژ ۶۹ kV یا بیشتر تغذیه شده‌اند نباید بیشتر از ۳ بار در سال یا بیشتر از ۹ ساعت خاموشی در هر یک از سال‌های سه ساله گذشته خود داشته باشند.
- ✓ مشتریانی که با ولتاژ بین ۱۵ تا ۶۹ kV تغذیه می‌شوند نباید بیشتر از ۴ رخداد و ۱۲ ساعت خاموشی قابل کنترل در هر یک از سال‌های سه ساله اخیر داشته باشند.
- ✓ مشتریانی که در ولتاژ کمتر از ۱۵ kV تغذیه می‌شوند نباید بیشتر از ۶ رخداد و بیشتر از ۱۸ ساعت خاموشی قابل کنترل در هر یک از سال‌های سه ساله اخیر داشته باشند.

۶-۱-۵-۱- گزارش‌های قابلیت اطمینان شبکه توزیع

- خاموشی‌های بزرگ شبکه قدرت نظیر آنچه در آگوست سال ۲۰۰۳ در شمال شرقی ایالات متحده آمریکا رخ داد، توجه به مسئله قابلیت اطمینان را افزایش داد. خاموشی گسترده سال ۲۰۰۳ منجر به خاموشی بیش از ۵۰ میلیون نفر در هشت ایالت

آمریکا و دو ایالت کانادا گردید که در آن برخی از مشتریان بیشتر از ۲ روز بی‌برق ماندند. گزارش نهایی بازرسی مربوط به خاموشی آن سال، ۴۶ پیشنهاد برای بهبود قابلیت‌اطمینان سیستم و جلوگیری از خاموشی‌های آینده را دربر داشت [۷۱].

پس از خاموشی سال ۲۰۰۳ پیشنهادات زیادی از سوی سازمان‌های خصوصی و عمومی برای بهبود قابلیت اطمینان و جلوگیری از قطعی‌های برق در آینده ارائه شده است. آنچه مهم است ارزیابی میزان اثر بخش بودن این تلاش‌ها است. از آنجا که هر چیزی که به خوبی اندازه‌گیری نشود را نمی‌توان به خوبی مدیریت کرد لذا در این بخش به بررسی شاخص‌های قابلیت اطمینان، نحوه محاسبه و گزارش‌دهی آنها و چگونگی هماهنگ‌سازی فعالیت‌های انجام شده در شرکت‌های توزیع به منظور ایجاد بستری مناسب جهت مقایسه شاخص‌های قابلیت اطمینان شرکت‌های مختلف و ارائه راهکارهای مناسب جهت بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان پرداخته خواهد شد.

اهم مطالب این بخش از اطلاعات مطالعات دوره‌ای صورت‌گرفته بر نحوه جمع‌آوری اطلاعات اولیه قابلیت اطمینان، نحوه دسته‌بندی آنها و سیستم‌های گزارش‌دهی انجام شده است. محاسبه شاخص‌های قابلیت اطمینان در مرحله بعد مطرح شده است. این مطالعات توسط گروه‌های مختلف، ایالت‌ها و موسسات رگولاتوری مسئول انجام شده است [۷۱].

۷-۱-۵-۱- چگونگی پایش وضعیت قابلیت اطمینان شبکه

پایش وضعیت قابلیت اطمینان سیستم در ایالات متحده آمریکا توسط چندین نهاد مختلف انجام می‌شود. در این قسمت با ارائه نتایج حاصل از مطالعات مختلف در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان و چگونگی گزارش‌دهی اطلاعات قابلیت اطمینان به این موضوع پرداخته شده و تفاوت میان گزارشات دریافتی نهادهای مختلف توضیح داده می‌شود.

این مطالعه یافته‌هایی در خصوص فعالیت‌های فعلی شرکت‌ها و ایالت‌ها در خصوص جمع‌آوری اطلاعات و نحوه گزارش‌دهی شاخص‌های مختلف قابلیت اطمینان ارائه می‌دهد و چالش‌های موجود در ارزیابی قابلیت اطمینان که در نتیجه اختلافات بین این فعالیت‌هاست را توضیح می‌دهد. سعی شده در این مطالعه توجه خاصی به رعایت استاندارد IEEE 1366-2003 شود. توجه اصلی گزارش بر شاخص‌های SAIFI, SAIDI و CAIDI بوده است.

در این مطالعه که از سوی DOE صورت گرفته است، با مراکز خدمات عمومی ایالتی^۱ در ۵۰ ایالت آمریکا برای جمع‌آوری اطلاعات در خصوص فعالیت‌ها و قوانین مربوط به اطلاعات قابلیت اطمینان گزارش شده توسط شرکت‌ها در سال ۲۰۰۶ تماس

گرفته شده است. در صورت داشتن مجوز از ایالت‌ها اطلاعات زیادی از آنچه توسط شرکت‌های توزیع در دسترس عموم قرار می‌گیرد جمع‌آوری شد. تمرکز این مطالعه بر شرکت‌های توزیع خصوصی بوده است که تحت رگولاتوری و قانون‌گذاری ایالت‌ها قرار دارند چون بسیاری از این شرکت‌ها به صورت معمول اطلاعات و گزارشات وضعیت قابلیت اطمینان خود را به ایالت‌ها ارائه می‌دهند [۷]. سوالاتی که در این مطالعه از هر PUC ایالتی پرسیده شده است به شرح زیر است:

- آیا در آن ایالت، قوانین ارسال گزارشات قابلیت اطمینان از شرکت‌های توزیع به مراکز ایالتی وضع شده است؟ اگر چنین است آیا این اطلاعات در دوره‌های مشخصی ارسال می‌گردد؟
- چه نوع اطلاعاتی در گزارشات قابلیت اطمینان می‌بایست ارسال گردد؟
- چه عواملی در محاسبه شاخص‌ها لحاظ شده است؟ برای مثال آیا قطعی موقت و حوادث بحرانی در محاسبه شاخص‌ها لحاظ شده‌اند و اگر لحاظ شده‌اند بر چه اساسی تعریف شده‌اند؟
- قوانین موجود در خصوص گزارش شاخص‌ها چگونه است؟ حوادث بحرانی در نظر گرفته می‌شوند یا خیر؟ آیا آنها به صورت جداگانه گزارش داده می‌شوند؟
- آیا مراکز ایالتی اطلاعات قابلیت اطمینان خود را در دسترس عموم قرار می‌دهند؟

۸-۱-۵-۱- لزوم گزارش دهی و شیوه دسترس پذیری اطلاعات گزارش شده

آنچه مشخص شده است این است که در سال ۲۰۰۶ تعداد ۳۵ مرکز ایالتی شرکت‌های مربوط به خود را ملزم به ارسال گزارشات قابلیت اطمینان به صورت عادی و دائمی کرده‌اند. علاوه بر این، چهار مرکز ایالتی وجود دارند که اطلاعات قابلیت اطمینان را بدون در نظر گرفتن الزام از شرکت‌های توزیع دریافت می‌کنند. از این ۳۹ ایالت ۳۷ مرکز ایالتی این اطلاعات و یا خلاصه‌ای از آن را به صورت عمومی در دسترس قرار می‌دهد [۶].

۹-۱-۵-۱- تغییرات در الزامات گزارش دهی در طول زمان

در سال ۲۰۰۴ موسسه ملی تحقیقاتی رگولاتوری، الزامات موجود در خصوص ارائه گزارشات قابلیت اطمینان توسط شرکت‌های توزیع به مراکز ایالتی و نیز شیوه در دسترس گذاشتن اطلاعات مربوط به گزارشات قابلیت اطمینان در هر ایالت را بررسی

کردند. با مقایسه این اطلاعات با آنچه که در این گزارش به آن اشاره شد، می‌توان روند تغییرات در این الزامات را در طول زمان مشاهده نمود [۳۵].

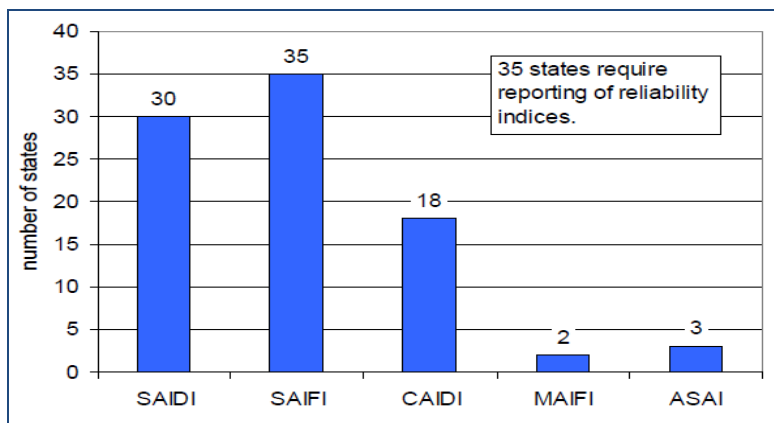
۱۰-۱-۵-۱- الزامات گزارش دهی شاخص‌ها و تعریف حوادث بحرانی

در این بخش به معرفی اطلاعاتی می‌پردازیم که توسط هر یک از شرکت‌های توزیع به مراکز ایالتی ارائه می‌گردد. به-علاوه، اختلافات اساسی در شیوه گزارش‌دهی‌ها که بررسی و ارزیابی اطلاعات ارسالی از شرکت‌ها را در ایالت‌های مختلف پیچیده می‌نماید نیز مطرح می‌گردد.

۱۱-۱-۵-۱- شاخص‌های قابلیت اطمینان گزارش شده

شاخص‌های قابلیت اطمینان گزارش شده در بین ایالت‌های مختلف که گزارشات را به طور معمول دریافت می‌کنند متفاوت است. با وجود این دو شاخص اندازه‌گیری قابلیت اطمینان SAIFI و SAIDI به صورت مشترک در همه ایالت‌ها در نظر گرفته می‌شوند.

همه ۳۵ ایالت خواستار گزارش کردن SAIFI توسط شرکت‌های توزیع هستند. ۳۰ ایالت ارائه اطلاعات مربوط به SAIDI و ۱۸ ایالت اطلاعات مربوط به CAIDI را جز الزامات خود قرار داده‌اند. هرچند تعریف شاخص‌های SAIDI ، SAIFI و CAIDI به هم وابسته هستند. SAIDI را می‌توان از SAIFI و CAIDI محاسبه کرد و نیز CAIDI را از SAIDI و SAIFI. بنابراین مثلاً اگر SAIDI مستقیماً گزارش نشود می‌توان آنرا برحسب SAIFI و CAIDI گزارش شده محاسبه نمود [۷۱].

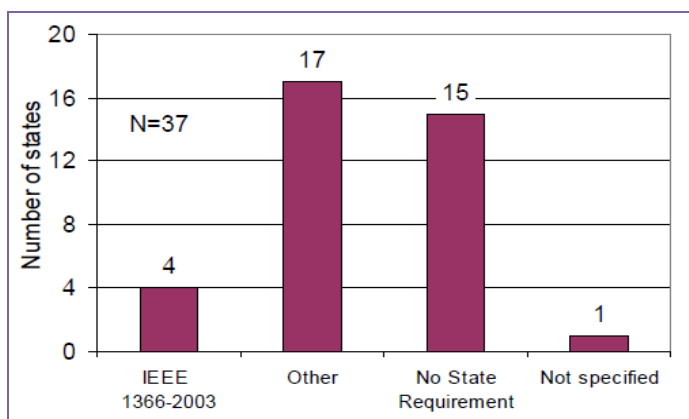


شکل ۱-۱۲: گزارش‌دهی شاخص‌های مختلف در ۳۵ ایالت

در مقابل تنها دو ایالت گزارش‌دهی MAIFI را الزام قرار داده‌اند و تنها سه ایالت گزارش‌کردن شاخص ASAI را که قابل استخراج از شاخص CAIDI است جز الزامات خود قرار داده‌اند. این روند همچنان با اطلاعات بدست آمده توسط IEEE در سال‌های ۱۹۹۰ و ۱۹۹۵ همخوانی دارد.

۱-۱۲-۱-۵-۱- تعریف حوادث بحرانی

اطلاعات قابلیت اطمینان گاهی با در نظر گرفتن مفهوم حوادث عمده تقسیم‌بندی می‌شود. حوادث بحرانی با معیارهای متنوعی که حوادث قطعی معمول را از قطعی‌های برق عمده و غیر معمول جدا می‌کنند تعریف می‌شود. در این بخش چگونگی الزامات ایالتی در تعریف حوادث بحرانی شرکت‌ها توضیح داده می‌شود [۵].



شکل ۱-۱۳: چگونگی تعریف حوادث عمده در ایالات مختلف آمریکا

از ۳۷ ایالتی که اطلاعات قابلیت اطمینان را برای این مطالعه در دسترس قرار دادند، ۲۱ ایالت ادعا کرده‌اند که قاعده مشخصی برای تعریف حوادث بحرانی دارا هستند. از میان این ۲۱ ایالت، چهار ایالت (کلرادو، دلاویر، DC و یوتا) استفاده از

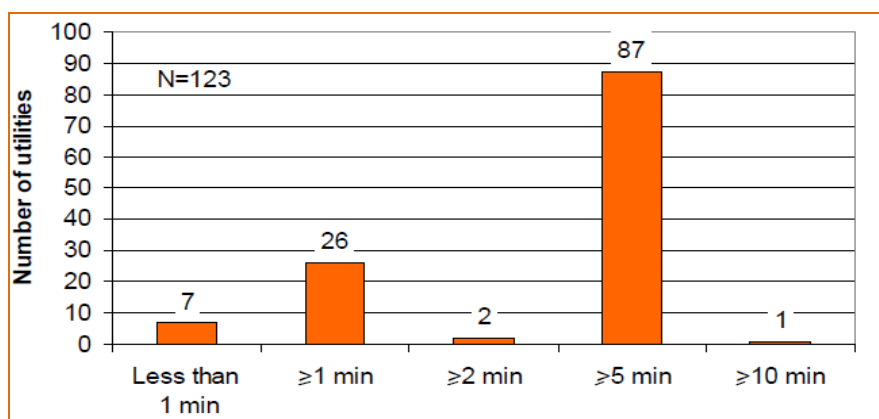
استاندارد IEEE 1366-2003 را برای تعریف حوادث بحرانی الزام قرار داده‌اند. ۱۷ ایالت باقی‌مانده از تعاریف دیگری برای حوادث بحرانی استفاده کرده‌اند. ۱۵ ایالت حوادث بحرانی را به طور صریح تعریف نکرده‌اند. در این میان اطلاعات دقیق یک ایالت در خصوص چگونگی تعریف حوادث بحرانی در دسترس نبوده است.

۱۳-۱-۵-۱- بررسی و ارزیابی اطلاعات قابلیت‌اطمینان گزارش شده به ایالت‌ها

در این بخش یافته‌های کیفی و کمی قابلیت‌اطمینان ارائه شده و شیوه‌های شرکت‌ها برای جمع‌آوری و گزارش‌دهی اطلاعات قابلیت‌اطمینان به مراکز ایالتی ارزیابی می‌شود. این ارزیابی‌ها بر روش شاخص‌های SAIDI، SAIFI و MAIFI تمرکز می‌کند که با هم در نظرگرفتن آنها برای ارزیابی قابلیت‌اطمینان استفاده می‌شود [۸].

۱۴-۱-۵-۱- شیوه‌های شرکت‌ها برای تعریف قطعی‌های موقت

در نظرگرفتن شاخص‌های SAIDI، SAIFI و MAIFI در کنار یکدیگر فهم جامعی از قابلیت‌اطمینان سیستم ارائه می‌دهد زیرا خصوصیات مهم قطعی‌هایی را که مصرف‌کننده احساس می‌کند شامل می‌شوند. شاخص‌های SAIDI و SAIFI فراوانی و مدت‌زمان قطعی‌های دائمی را اندازه‌گیری می‌کنند اما MAIFI فراوانی قطعی‌های موقتی را اندازه‌گیری می‌نماید. تعریف قطعی‌های دائمی و موقت به هم وابسته هستند به این صورت که قطعی‌هایی که به صورت موقت دسته بندی نمی‌شوند دائمی هستند. اگرچه این دسته‌بندی این اطمینان خاطر را می‌دهد که خطاها نهایتاً در یکی از دو دسته دائمی و موقت قرار می‌گیرند اما تعریف شرکت‌ها از قطعی‌های دائم و موقت با هم متفاوت است. شکل ۱-۱۴ تعاریف مختلف قطعی‌های دائم را که از میان اطلاعات جمع‌آوری شده از شرکت‌های توزیع بدست آمده است را نشان می‌دهد [۸-۶].



شکل ۱-۱۴: تعاریف مختلف قطعی‌های دائمی

بر اساس استاندارد IEEE 1366-2003 و دیگر نسخه‌های این استاندارد معمول‌ترین تعریف قطعی‌های دائمی قطعی‌های برابر یا بزرگ‌تر از ۵ دقیقه است. با این وجود حدود یک چهارم شرکت‌ها از دوره‌های زمانی کوچک‌تر حدود یک یا دو دقیقه برای قطعی‌های دائمی استفاده می‌کنند.

برای قطعی‌های دائمی گرد کردن مقادیر در حدود یک دقیقه و شروع با دوره زمانی ۵ یا حتی ۳۰ دقیقه شیوه معمول است. برای قطعی‌های موقت معمولاً ثبت دستی ممکن نیست مگر اینکه پرسنل شرکت هنگامی که تجهیزات بازیابی عمل می‌کنند در محل حاضر باشند. تنها با ظهور سیستم‌های مدیریت خاموشی^۱ و تجهیزات ثبت اتوماتیک است که اندازه‌گیری مدت‌زمان قطعی‌های دائم و موقت و تعداد مشتریان تحت تاثیر آنها ممکن خواهد شد [۹].

به این ترتیب توضیح این فاکتورها نشان داد که چرا بسیاری از شرکت‌ها MAIFI را در گزارشات خود وارد می‌کنند و چرا تعریف خطای موقتی در شرکتی نسبت به شرکت توزیع دیگر متفاوت است. قطعی‌های موقت از خصیصه‌های بهره‌برداری از سیستم‌های انتقال برق مدرن هستند و اختلاف نظرهایی در خصوص چگونگی برخورد با آنها وجود دارد. به‌علاوه ثبت قطعی‌های موقت بدون تجهیزات مانیتورینگ گران قیمت مشکل است.

۱-۵-۱-۱۵- شیوه‌های مختلف شرکت‌های توزیع در چگونگی لحاظ نمودن حوادث بحرانی^۲ در گزارشات

همانطور که قبلاً نیز توضیح داده شد، حوادث بحرانی به وسیله ضوابط مختلفی که بین قطعی‌های معمول و غیرعادی تمایز قائل می‌شوند، تعریف می‌گردند. شیوه‌های شرکت‌ها در مقابل رفتار نسبت به حوادث بحرانی در گزارش کردن شاخص‌های قابلیت اطمینان SAIFI و SAIDI متغیر است.

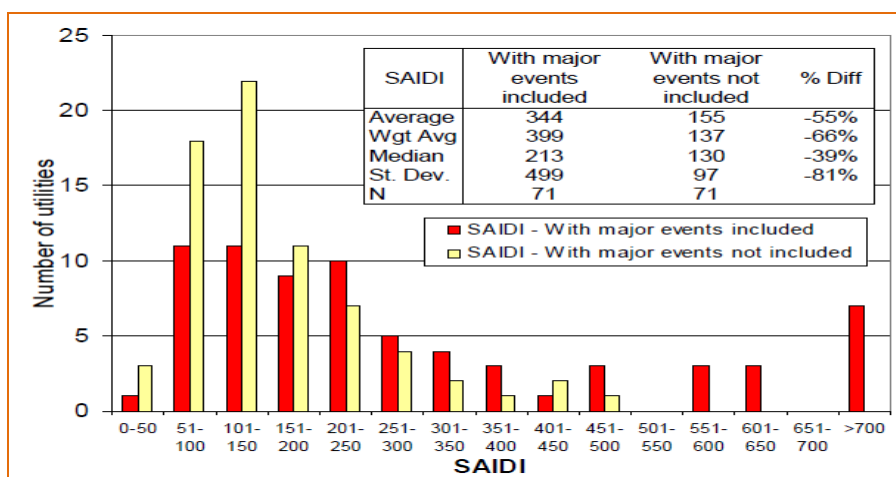
بعضی شرکت‌ها شاخص‌های قابلیت اطمینان را با در نظر گرفتن حوادث بحرانی گزارش می‌دهند و بعضی دیگر این حوادث را از این شاخص‌ها خارج می‌کنند و برخی دیگر شاخص‌های قابلیت اطمینان را در هر دو حالت ارائه می‌دهند. متوسط SAIDI و SAIFI با لحاظ نمودن حوادث بحرانی به طور کلی بیشتر از بدون در نظر گرفتن آنها است و این اختلاف مهم است [۶].

مطالعه مروری فوق نشان می‌دهد که رفتار حوادث بحرانی در محاسبه شاخص‌های قابلیت اطمینان SAIFI و SAIDI زمانی که اطلاعات قابلیت اطمینان گزارش شده توسط شرکت‌های توزیع مرور می‌شوند می‌بایست مورد توجه قرار گیرند.

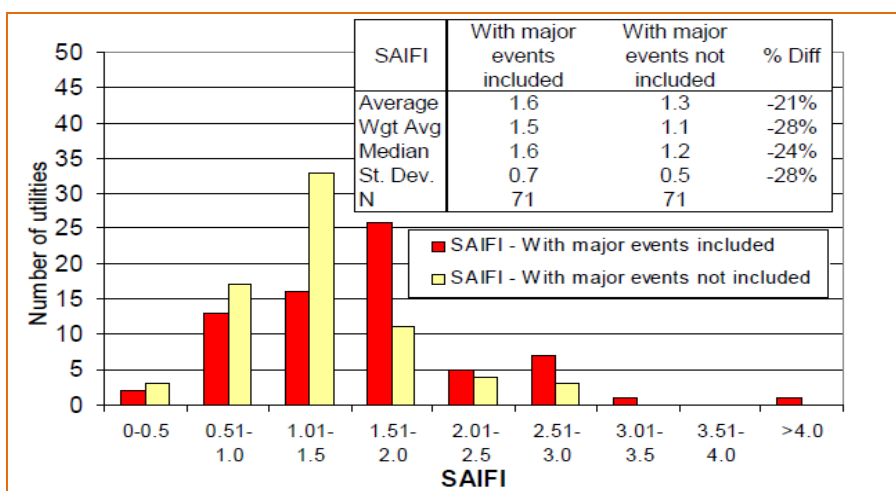
۱- Outage Management System (OMS)

۲- Major events

گزارشات دریافتی در این تحقیق نشان می‌دهد که ۷۱ شرکت از ۱۲۳ شرکت مقادیر SAIDI و SAIFI را هم با در نظر گرفتن حوادث بحرانی و هم بدون آنها اعلام می‌کنند. با تمرکز بر این ۷۱ گزارش مستقیماً می‌توان اثر این اختلاف در شیوه‌های گزارش‌دهی را آزمایش کرد. شکل‌های ۱-۱۵ و ۱-۱۶ مقادیر گزارش شده شاخص‌های قابلیت‌اطمینان SAIDI و SAIFI مربوط به این ۷۱ شرکت توزیع را نشان می‌دهد. اثر گزارش‌دهی بدون در نظر گرفتن حوادث بحرانی به طور واضح در شیفت توزیع‌های SAIDI و SAIFI با در نظر گرفتن حوادث بحرانی نشان داده شده است. نمودارها نشان می‌دهند که مقادیر متوسط و انحراف معیار SAIDI بدون در نظر گرفتن حوادث بحرانی به ترتیب حدود ۵۵٪ و ۸۱٪ کاهش یافته است. همچنین مقادیر متوسط، میانه و انحراف معیار SAIFI نیز به ترتیب در حدود ۲۱، ۲۴ و ۲۸ درصد کاهش یافته است [۵].



شکل ۱-۱۵: نمودار توزیع مقادیر SAIDI در ۷۱ شرکت توزیع با و بدون در نظر گرفتن حوادث بحرانی



شکل ۱-۱۶: نمودار توزیع مقادیر SAIFI در ۷۱ شرکت توزیع با و بدون در نظر گرفتن حوادث بحرانی

۱۶-۱-۵-۱- روش‌های مختلف شرکت‌ها در تعریف حوادث بحرانی

همانطور که در ابتدای بحث توضیح داده شد، با وجود اینکه استاندارد IEEE 1366 روشی استاندارد شده و بر پایه آمار برای تشخیص حوادث بحرانی ارائه داده است، اما تنها به طور رسمی در ۴ ایالت به اجرا در می‌آید. ۱۵ ایالت تعاریف مختلفی از حوادث بحرانی را تنظیم کرده اند و ۱۶ ایالت از ایالت‌هایی که الزام گزارش‌دهی معمول را دارا هستند نیز هیچ قاعده رسمی برای حوادث بحرانی ندارند. به استثنای استاندارد IEEE 1366، از گزارشات قابلیت اطمینان این نکته استنباط می‌شود که موارد اصلی در تقسیم‌بندی به حوادث بحرانی و یا معمول شامل موارد زیر می‌باشد [۹]:

✓ آیا قطعی‌های رخ داده برنامه‌ریزی شده هستند و یا غیر برنامه‌ریزی شده؟ (برای مثال یک قطعی غیر برنامه‌ریزی شده می‌تواند شامل حوادثی باشد که توسط یک طوفان شدید، زلزله، تندباد یا باد شدید اتفاق افتاده است، ولی قطعی‌های برنامه‌ریزی شده خاموشی‌هایی را شامل می‌شوند که با برنامه‌ریزی قبلی به دلایلی مانند عملیات تعمیرات رخ می‌دهد).

✓ اندازه قطعی به صورت اندازه بار یا تعداد مشتریان تحت تاثیر اندازه‌گیری شده است.

✓ مدت زمان قطعی برای مثال ۲۴ ساعت و یا بیشتر

معمولا برای تعریف حوادث بحرانی توسط شرکت‌های توزیع بیشتر از یکی از شاخص‌های فوق استفاده می‌شود. در این قسمت سه مثال واقعی از شرکت‌های تحت بررسی ارائه می‌شود [۵۲]. در دو مثال اول حوادث بحرانی با عنوان حوادث قابل حذف از گزارشات قابلیت اطمینان معرفی شده‌اند.

مثال ۱:

"حوادث قابل حذف" به دلایل زیر رخ می‌دهند:

- قطع برق برنامه‌ریزی شده
- طوفان که به وسیله مرکز ملی طوفان آمریکا اعلام شده باشد.
- تندباد که به وسیله سرویس ملی آب و هوایی آمریکا ثبت شده باشد.
- یخ بستن خطوط
- یک حادثه مدیریت بار برنامه‌ریزی شده

- یک حادثه آب و هوایی یا آتش‌سوزی عمده که مرکز بهره‌برداری اضطراری^۱ را فعال می‌کند.

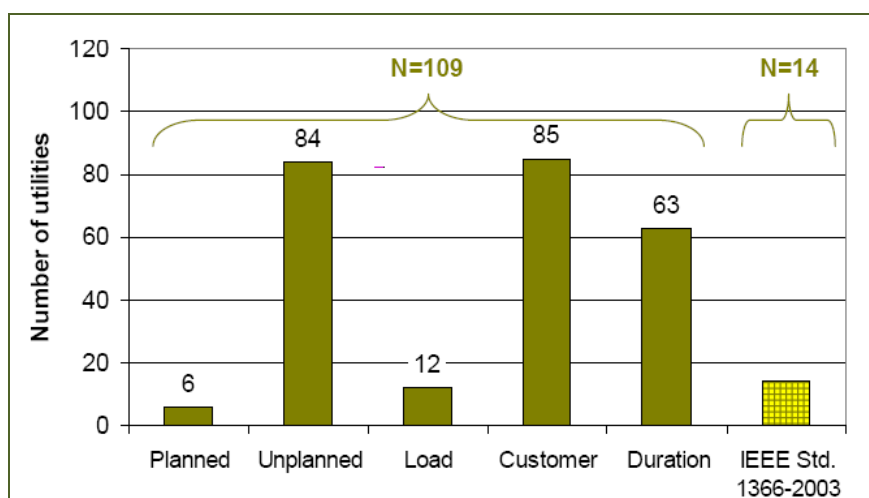
مثال ۲:

"حوادث قابل حذف" از شرایط غیر طبیعی نظیر طوفان‌ها، سونامی، زلزله، سیل و خرابی تجهیزات بحرانی ناشی می‌شود که یک خرابی تک پیشامدی است و سبب قطع برق به میزان ۱۰٪ بار پیک می‌شود.

مثال ۳:

یک حادثه بحرانی، حادثه‌ای است که در یک روز ۱۰٪ از مشتریان یک شرکت توزیع قطعی را تجربه می‌کنند. حادثه بحرانی زمانی تمام می‌شود که تعداد مشتریان قطع شده به کمتر از ۱۰٪ برسد.

شکل ۱-۱۷ دسته‌بندی تعاریف حوادث بحرانی را بر اساس مشخصات بالا و برای همه شرکت‌ها نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۷: نمودار معیارهای مختلف در نظر گرفته شده توسط شرکت‌ها برای تعریف حوادث بحرانی

از آنجا که هر شرکت بیشتر از یک معیار را برای تعریف حوادث بحرانی استفاده کرده است تعداد این فاکتورها از تعداد شرکت‌هایی که اطلاعات آنها در دسترس است بیشتر است. این مطالعه نشان می‌دهد که بیشتر تعاریف حوادث بحرانی تنها بر روی قطعی‌های برنامه‌ریزی نشده تمرکز کرده‌اند و برای نشان دادن بزرگی از شاخص تعداد مشتریان تحت تاثیر استفاده نموده‌اند. تعداد زیادی از تعاریف ارائه شده نیز بر مدت زمان قطعی تاکید دارند [۴].

^۱- The county emergency operation center

۱۷-۱-۵-۱- بررسی مفاهیم موثر بر محاسبه شاخص‌ها در گزارشات قابلیت اطمینان

الف- ثبت حوادث^۱

منظور از ثبت اطلاعات در نظر گرفتن حوادثی است که سبب قطع مشتری شده است. سیستم کامل، سیستمی است که سنسورهای ولتاژ بر روی هر مشتری داشته باشد و به صورت اتوماتیک وقوع یک حادثه را در پایگاه داده ثبت کند. در عمل، این‌گونه سیستم‌ها، مقرون به صرفه نیستند و ثبت اطلاعات می‌بایست از روش‌های عملی‌تری انجام شود.

برای شرکت‌هایی که در ایالت‌های با الزامات گزارش‌دهی واقع شده‌اند، معمول‌ترین روش برای دریافت و ثبت اطلاعات استفاده از سیستم SCADA و مراکز تلفن^۲ است. زمانی که یک مشتری برای گزارش قطعی با مرکز تلفن تماس می‌گیرد، یا نماینده شرکت این اطلاعات را هم به سیستم پیگیری^۳ وارد می‌کند و یا اینکه این اطلاعات به صورت اتوماتیک و بدون دخالت انسان به سیستم پیگیری وارد می‌شود. در هر حالت، هم اطلاعات مشتری و هم زمان تماس او ثبت می‌شود [۴۴].

بسیاری از تجهیزات اصلی سیستم توزیع به شبکه ارتباطاتی که به آن SCADA گفته می‌شود متصل هستند، اگر یک کلید فیدر به SCADA متصل باشد و باز شود، یک پیغام وقوع حادثه به صورت اتوماتیک تولید می‌شود و به دیسپاچر^۴ منتقل می‌شود.

در گذشته بسیاری از شرکت‌ها برای ثبت اطلاعات حوادث به پرکردن فرم‌های کاغذی توسط کارکنان که به آنها کارت‌های خاموشی^۵ گفته می‌شود متکی بودند. در این موارد، پر نشدن کارت، گم شدن آنها یا استفاده نشدن از آنها یک امر معمول بوده است. این موضوع سبب می‌شود که حوادث ثبت نشده در محاسبه شاخص‌های قابلیت اطمینان وارد نشوند. با وجود اینکه این روش ثبت حوادث هنوز هم وجود دارد اما بیشتر شرکت‌های مطرح در این تحقیق اطلاعات حوادث را در کمتر از ۲۴ ساعت به پایگاه داده الکترونیکی خود وارد می‌کنند [۴۴].

بیشتر شرکت‌ها از برخی از حوادثی که سبب قطع مشتری می‌شوند صرف نظر می‌کنند. برای مثال اگر تجهیز متعلق به مشتری سبب قطعی شود، در اطلاعات حوادث قابلیت اطمینان وارد نمی‌شود. برخی شرکت‌ها از حوادثی که به دلیل خرابی در

1- Event Capture
2- Call Centers
3- Tracking System
4- Dispatcher
5- Outage ticket

سطوح دیگر مثل تولید یا انتقال رخ می‌دهد نیز صرف نظر می‌کنند. حوادث برنامه‌ریزی شده و قطع اجباری بار به دلیل مشکلات تولید یا انتقال نیز از مواردی است که برخی از شرکت‌های توزیع در اطلاعات خود وارد نمی‌کنند.

ب- زمان شروع^۱

زمان شروع به زمانی گفته می‌شود که مشتری بی‌برق می‌شود. زمان‌های شروع دقیق زمانی قابل حصول است که اطلاعات SCADA موجود باشد. ولی درصد زیادی از حوادث از طریق SCADA قابل تشخیص نیستند و در این موارد زمانی که اولین مشتری تماس می‌گیرد به عنوان زمان شروع قطع برق ثبت می‌شود. از آنجا که مشتریانی که بی‌برق شده‌اند فوراً با مرکز تماس نمی‌گیرند بنابراین استفاده از اطلاعات ثبت شده توسط مرکز تلفن مقدار SAIDI را کمتر از میزان واقعی نشان می‌دهد [۴۴-۴۶].

زمان شروع ممکن است تحت تاثیر روشی که به وسیله آن اطلاعات وارد سیستم پیگیری می‌شود نیز متفاوت باشد. اگر ورودی‌ها هم از طریق SCADA و هم از طریق مرکز تلفن وارد شود میزان خطا به اندازه قابل توجهی کاهش می‌یابد. اگر لازم باشد که اطلاعات از طریق دیسپاچر استخراج شود، وقوع خطا محتمل‌تر خواهد بود. بنابراین بدترین سیستم‌ها انواعی هستند که ثبت اطلاعات شروع خرابی در آنها تنها از طریق کارت‌های کاغذی خرابی انجام می‌شود.

ج- تعداد مشتریان^۲

به دست آوردن تعداد صحیح مشتریانی که به دلیل وقوع خرابی بی‌برق شده‌اند برای محاسبه شاخص‌های SAIDI، SAIFI و CAIDI ضروری است. از آنجا که تنها کسری از مشتریان بی‌برق شده با شرکت برای گزارش خرابی تماس می‌گیرند به همین دلیل شمارش مشتریان از این طریق امکان‌پذیر نیست.

سیستم‌های پیشرفته از مدل‌های real time استفاده می‌کنند که قادرند ترانسفورماتورهای توزیع را که به دلیل عمل کردن تجهیزات حفاظتی بی‌برق شده‌اند، پیگیری کنند. این سیستم‌ها به مرکز اطلاعات مشتریان شرکت توزیع متصل هستند [۴۵]. بعضی از سیستم‌هایی که شرکت‌های توزیع از آنها استفاده می‌نمایند از روش‌های تخمینی سلسله‌مراتبی بهره می‌برند. در این سیستم‌ها، هر مشتری به یک ترانسفورماتور بالادستی وابسته می‌شود، هر ترانسفورماتور به یک تجهیز حفاظتی مثل فیوز وابسته شده و این روند تا رسیدن به کلید فیدر اصلی همچنان ادامه می‌یابد. اینگونه مدل‌ها قادرند تخمین نسبتاً خوبی در زمانی

1- Start Time

۲- Customer count

که سیستم در شرایط عادی قرار دارد، ارائه دهند. در صورتی که توپولوژی سیستم به دلیل تعمیرات، یا خرابی و یا مسائل دیگری به صورت موقت بازآرایی شود، این روش دقت مناسبی نخواهد داشت و سبب ایجاد خطا در محاسبات می‌شود. با این وجود خواه شرکت توزیع از روش‌های تخمینی سلسله مراتبی استفاده کند، خواه از مدل اتصالات، تعداد مشتریان بی برق شده از روش مبتنی بر قواعد^۱ محاسبه می‌شود. برای مثال اگر تنها یک مشتری تماس بگیرد، شرکت توزیع فرض را بر این می‌گیرد که تنها یک مشتری بی برق شده است. اگر دو مشتری مربوط به یک ترانسفورماتور تماس بگیرند شرکت توزیع می‌تواند این تفسیر را داشته باشد که این ترانسفورماتور از سرویس خارج شده است. اگر دو ترانسفورماتور روی یک فیدر فرعی بی‌برق شده باشند شرکت توزیع برداشت می‌کند که کل فیدر فرعی بی‌برق شده است. این روش به آسانی قابل اعمال است اما قواعد و قوانین آن در شرکت‌های توزیع متفاوت است. در گذشته، شرکت‌های توزیع بانک‌های اطلاعاتی لازم در خصوص اینکه مشتریان به کدام یک از ترانسفورماتورها متصل هستند، در اختیار نداشتند. به همین دلیل تخمین تعداد مشتریانی که در اثر وقوع خطا بی‌برق شده‌اند به آسانی قابل انجام نبود و با استفاده از اندازه ترانسفورماتورها تخمین زده می‌شد [۴۵].

د- بازیابی جزئی بار^۲

بازیابی جزئی بار به بازیابی تعدادی از مشتریان قبل از رفع خرابی و بازگرداندن سیستم به وضعیت عملکرد عادی گفته می‌شود. برای مثال بعضی از فیدرهای شبکه از طریق کلیدهایی که در حالت عادی باز هستند به چند بخش قابل کلیدزنی تقسیم بندی می‌شوند. این حالت سبب می‌شود که بتوان محل وقوع خطا را ایزوله کرد. هنگامی که یک خطا ایزوله می‌شود، همه مشتریان بالادست این خطا را می‌توان مجدداً برق‌دار کرد. مشتریان واقع در پایین دست خطا را هم می‌توان با استفاده از انتقال آنها به فیدرهای اطراف یا استفاده از منابع تولید پراکنده مجدداً برق‌دار نمود [۴۸].

بیشتر سیستم‌های پیشرفته گزارش‌دهی به صورت دینامیکی توپولوژی سیستم را دنبال می‌کنند و قادرند هر بار بازیابی جزئی را محاسبه و اثر آن بر روی مشتریان را ارزیابی نمایند. سیستم‌هایی که تا این حد پیشرفته نیستند اثر بازیابی جزئی بار را بر اساس مدل اتصالات پایه سیستم استنباط می‌نمایند. در سیستم‌های دیگر اثر بازیابی جزئی بار توسط تیم تعمیرات تخمین زده می‌شوند و بقیه شرکت‌ها بازیابی بار و اثرات آن را در گزارشات خود وارد نمی‌کنند.

۱- Rule based method

۲- Step Restoration (or Partial Restoration)

کلیدزنی اتوماتیک یکی از مواردی است که می‌تواند مسائلی را برای سیستم‌های گزارش‌دهی قابلیت اطمینان ایجاد نماید. وجود یک طرح اتوماسیون که از طریق آن بعد از رخداد خطا در شبکه برخی از مشتریان به صورت اتوماتیک و از طریق بازیابی جزئی برقدار می‌شوند، در شرکت‌های توزیع امری غیر عادی نیست. شاید ساده‌ترین مثال در این خصوص سیستم‌های اتوماتیک انتقال بار هستند که در صورتیکه ولتاژ در یک فیدر از حد مجاز کمتر باشد تعدادی از مشتریان را به فیدرهای مجاور منتقل می‌نماید [۴۹].

بیشتر سیستم‌های گزارش‌دهی قابلیت اطمینان قادر نیستند به صورت خودکار کلیدزنی‌های اتوماتیک را در محاسبات خود وارد نمایند و به دخالت dispatcher برای تخمین اثر آن نیاز دارند. برای مثال اگر تعداد زیادی از مشتریانی که روی یک فیدر قرار دارند با مرکز خرابی تماس بگیرند بسیاری از سیستم‌ها این استنباط را می‌کنند که کلید اصلی فیدر باز شده است و کل فیدر از سرویس خارج گردیده است. اگر بخشی از فیدر هیچ تماسی نداشته باشند dispatcher استنباط می‌کند که اتوماسیون رخ داده است و گزارش خرابی خود را بر این اساس اصلاح می‌نماید. کیفیت انجام این فرایند، تابعی از شناخت dispatcher از توپولوژی سیستم، استفاده از اتوماسیون و الگوهای تماس برای گزارش خرابی است [۷۳].

اتوماسیون از این جهت که قادر است بر SAIFI نیز مثل SAIDI و CAIDI تاثیرگذار باشد عامل مهمی محسوب می‌شود. با وجود اینکه هر یک از مفاهیم گزارش‌دهی قابلیت اطمینان می‌تواند بر SAIDI و CAIDI تاثیرگذار باشند اما تنها مفاهیم ثبت خطاها، تعداد مشتریان و اتوماسیون است که در محاسبه SAIFI موثر هستند. اثر اتوماسیون بر روی SAIFI به این صورت است که در صورتی که اتوماسیون بتواند مشتریان را به سرعت پس از قطعی برقدار نماید به صورتی که مدت زمان بی-برق بودن آنها از مقدار تعیین شده برای ثبت خطاهای دائمی کمتر باشد سبب کاهش SAIFI می‌گردد. اما همانطور که گفته شد تعداد زیادی از شرکت‌ها از اتوماسیون در سطح وسیع استفاده نمی‌کنند.

و- زمان بازیابی بار

زمان بازیابی بار به زمانی گفته می‌شود که آخرین مصرف‌کننده که در اثر وقوع یک خطا بی‌برق شده است مجدداً برقدار گردد. به طور معمول تنها یک نفر مسئول بازیابی بار مشتری و رفع خرابی است و نحوه عملکرد او به این ترتیب است: (۱) توجه به زمانی که آخرین مشتری نیز برقدار شده است. (۲) به یاد داشتن این زمان (۳) ثبت صحیح این زمان و یا انتقال این زمان به dispatcher. به این ترتیب دقت زمان بازیابی بار به تجربه و آگاهی شخص مسئول وابسته است که این خود موضوع مهمی

است. با وجود اینکه دانستن زمان واقعی بازپایی بار برای موضوعات مختلفی مورد نیاز است اما این اطلاعات بیشتر از همه برای محاسبه شاخص‌های قابلیت اطمینان که می‌بایست گزارش شوند مفید هستند.

ه- ممیزی حوادث

بسیاری از شرکت‌های توزیع دارای فرایندی برای ممیزی اطلاعات قبل از بکار بردن آنها در گزارشات قابلیت اطمینان هستند. این فرایند اجازه می‌دهد در صورتی که ثبت وقوع یک حادثه از قلم افتاده باشد و یا اینکه به هر صورت غیرمعمول به نظر بیاید با dispatcherهای تیم‌های تعمیراتی و ساختمانی تماس گرفته شود. بعضی فرایندها از بخشی از اطلاعات خرابی‌ها نمونه‌گیری می‌کنند. این نمونه‌گیری‌ها بر اساس معیارهایی از قبیل گزارش‌های تولید شده با کامپیوتر، خرابی‌هایی که بیش از حد معمول مشتریان را تحت تاثیر قرار داده‌اند، همه خرابی‌های در حد فیدرها و نمونه‌گیری‌های تصادفی را شامل می‌شوند. بر این اساس ممیزی اطلاعات بخش مهمی از فرایند گزارش‌دهی قابلیت اطمینان را در بر می‌گیرد [۹].

ی- محاسبه شاخص‌ها

وقتی اطلاعات اولیه خرابی‌ها به پایگاه داده شرکت وارد شد، شاخص‌های قابلیت اطمینان می‌بایست محاسبه شوند. بهترین سیستم‌های گزارش‌دهی سیستم‌هایی هستند که این محاسبات را به صورت اتوماتیک انجام می‌دهند. در این سیستم‌ها تغییرات شاخص‌های قابلیت اطمینان را می‌توان به صورت روزانه دنبال کرد [۸].

به این نکته باید توجه شود که محاسبه شاخص‌های قابلیت اطمینان از روی اطلاعات ورودی به هیچ وجه فرایند پیش پا افتاده‌ای نیست. از آنجا که با حجم وسیعی از داده‌ها مواجه هستیم، انجام دستی محاسبات امکان‌پذیر نیست و سیستم‌های محاسبه شاخص‌ها باید به صورت اتوماتیک عمل نمایند. از این گذشته اطلاعات اولیه جمع‌آوری شده معمولاً شامل اطلاعاتی هستند که نیازی نیست تمامی آنها در محاسبات شاخص‌های قابلیت اطمینان وارد شوند. چگونگی خارج کردن آنها از فرایند محاسبات تاثیر زیادی بر مقادیر شاخص‌های قابلیت اطمینان دارد.

استفاده از یک نفر متخصص به عنوان آنالیزکننده شاخص‌های قابلیت اطمینان می‌تواند موجب انعطاف‌پذیری در سیستم شود. از معایب استفاده از نفر متخصص، مشکل در تعقیب روش در صورت جایگزینی این فرد با شخص دیگر است. اگر نفر جدید روش محاسبه شاخص‌ها را تغییر دهد ممکن است شاخص‌های جدید محاسبه شده قابل مقایسه با شاخص‌های قبلی نباشند. بنابراین محاسبه اتوماتیک شاخص‌ها دارای ارجحیت است زیرا پایداری فرایند را تضمین می‌نماید [۸].

ز- حوادث بحرانی

حوادث بحرانی و تعاریف آن از مهم‌ترین مسائل مطرح و تاثیرگذار در گزارش‌های قابلیت اطمینان شرکت‌های توزیع است که به طور مفصل در بخش قبل توضیح داده شده است.

در این بخش معیارهای امتیازدهی بر اساس ۸ مفهوم مطرح در گزارشات قابلیت اطمینان توضیح داده می‌شود. ارزیابی با اختصاص دادن امتیازهای بهترین، خوب، متوسط، ضعیف و یا بدترین در خصوص هر مفهوم به شرکت‌های توزیع انجام می‌گردد. این محدوده فعالیت‌های شرکت‌های توزیع در خصوص گزارشات پایایی را در بر می‌گیرد. خلاصه‌ای از معیارهای امتیازدهی در ادامه ارائه شده است [۸].

ثبت حوادث:

بهترین: سیستمی است که اطلاعات را به صورت اتوماتیک هم از طریق تماس مشتریان و هم از طریق سیستم SCADA دریافت می‌کند. (به عنوان مثال یک رابط الکترونیکی بین SCADA و سیستم مدیریت خاموشی برقرار است).

خوب: اطلاعات قبل از ارسال تیم تعمیراتی دریافت و ثبت می‌شود.

متوسط: اطلاعات به صورت دستی پس از ارسال تیم تعمیراتی ثبت می‌شود.

ضعیف: اطلاعات از طریق برگه‌های کاغذی به صورت روزانه جمع‌آوری و ثبت می‌شود.

بدترین: اطلاعات از طریق برگه‌های کاغذی به صورت ماهانه جمع‌آوری و ثبت می‌شود [۸].

زمان شروع:

بهترین: سیستمی است که اطلاعات مربوط به زمان شروع قطعی را به صورت اتوماتیک هم از طریق تماس مشتریان و هم از طریق سیستم SCADA تولید می‌کند و نیازی به انجام کارهای دستی ندارد.

خوب: اطلاعات مربوط به زمان شروع قطعی را به صورت اتوماتیک هم از طریق تماس مشتریان و هم از طریق سیستم

SCADA تولید می‌کند اما به رونوشت دستی مسئول سرویس مشتریان یا dispatcher هم نیاز دارد.

متوسط: اطلاعات را به صورت اتوماتیک از SCADA دریافت می‌کند اما اطلاعات تماس‌های مشتریان از طریق تلفن به

dispatcher ارسال می‌گردد.

ضعیف: سیستم SCADA به کلیدهای فیدرهای اصلی متصل نیست و قطعی این فیدرها می‌بایست از طریق تماس‌های

مشتریان گزارش داده شود.

بدترین: اطلاعات از طریق برگه‌های کاغذی جمع‌آوری می‌شوند [۹].

تعداد مشتریان:

بهترین: سیستمی که بر اساس مدل دینامیکی اتصالات شبکه و با دسترسی مستقیم به سیستم اطلاعات مشتریان به علاوه یک واسط منطقی طراحی شده است.

خوب: بر اساس سلسله مراتب تجهیزات طراحی شده است که به صورت دوره‌ای بر اساس تغییرات توپولوژی شبکه به روز رسانی می‌شود. به علاوه از یک واسط منطقی نیز استفاده می‌کند.

متوسط: بر اساس الگوهای تماس مشتریان عمل می‌کند و هیچ فیدبکی از واسط منطقی دریافت نمی‌کند.

ضعیف: با توجه به توان ترانسفورماتورها استنباط می‌شود.

بدترین: بوسیله تیم‌های تعمیراتی حدث زده می‌شود [۸].

بازیابی جزئی بار:

بهترین: کلیه تغییرات توپولوژیکی سیستم به صورت real time به dispatcher یعنی کسی که مدل اتصالات شبکه را به روزرسانی می‌کند، منتقل شود در این صورت قادر است به صورت دقیق همه بازیابی‌ها را دنبال نماید. همچنین نقشه‌های اتوماسیون روی مدل سیستم تعبیه می‌شود.

خوب: بازیابی جزئی بار در سطح مشتریان بر اساس مدل نرمال سیستم و نه حالت دینامیکی آن دنبال می‌شود.

متوسط: بازیابی جزئی بار به صورت درصدی از مشتریان بازیابی شده ثبت می‌شود و همه مشتریان به صورت واقعی ثبت نمی‌شوند.

ضعیف: بازیابی جزئی بار در گزارشات وارد نمی‌شود.

بدترین: بازیابی جزئی بار به صورت تصادفی ثبت می‌شود. بعضی از آنها به طور صحیح و برخی به اشتباه ثبت شده و برخی دیگر اصلاً ثبت نمی‌شوند.

زمان بازیابی بار:

بهترین: ارتباطات رادیویی برای کلیه اعمال کلیدزنی در سطح فیدرها در نظر گرفته شده است و ترمینال‌های اطلاعاتی سیار برای حوادث در سطوح پایین‌تر در نظر گرفته شده‌اند [۸].

خوب: ارتباطات رادیویی برای کلیه اعمال کلیدزنی در سطح فیدرها در نظر گرفته شده است ولی ترمینال‌های اطلاعاتی سیار برای حوادث در سطوح پایین‌تر در نظر گرفته نشده‌اند.

متوسط: ارتباطات رادیویی برای کلیه اعمال کلیدزنی در سطح فیدرها در نظر گرفته شده است ولی حوادث در سطوح پایین‌تر بر روی برکه‌های کاغذی ثبت می‌شوند.

ضعیف: زمان بر روی برکه‌های کاغذی به صورت روزانه ثبت می‌شود.

بدترین: زمان بر روی برکه‌های کاغذی به صورت ماهانه ثبت می‌شود.

ممیزی حوادث:

بهترین: همه حوادث به صورت روزانه آزمایش می‌شوند.

خوب: اکثر حوادث به صورت روزانه آزمایش می‌شوند.

متوسط: منطق گزارش استثنا لیستی از حوادث مشکوک تولید می‌کند به بعد مجدداً بررسی می‌شوند.

ضعیف: حوادث به صورت موردی در زمانی که گزارشات قابلیت اطمینان تولید می‌شوند بررسی می‌گردند.

بدترین: حوادث بررسی مجدد نمی‌شوند.

محاسبه شاخص‌ها:

بهترین: شاخص‌ها به صورت اتوماتیک از پایگاه داده سیستم محاسبه می‌شوند.

خوب: شاخص‌ها توسط یک سیستم مجزای دیگر که اطلاعات را به صورت دوره‌ای از سیستم مدیریت خاموشی دریافت

می‌کند محاسبه می‌شوند.

متوسط: شاخص‌ها از طریق جستجوی استاندارد که به صورت مستقیم به سیستم مدیریت خاموشی دسترسی دارد محاسبه

می‌شوند.

ضعیف: شاخص‌ها با استفاده از یک آنالیزکننده قابلیت اطمینان با استفاده از کارت‌های خاموشی جمع‌آوری شده از

جستجوهای پایگاه داده خاموشی‌ها محاسبه می‌شوند.

بدترین: شاخص‌ها مستقیماً از برکه‌های کاغذی محاسبه می‌شوند [۸].

حوادث بحرانی:

بهترین: همه حوادثی که در محاسبه شاخص‌های قابلیت اطمینان گزارش شده‌اند، شامل خواهند شد. هر حادثه بحرانی که

استفاده از سیستم‌ها و رویه‌های محاسباتی را تغییر می‌دهد از شاخص‌های گزارش شده حذف می‌گردد.

خوب: سیستم‌ها و فرایندها قادر به کنترل کردن شرایط ناشی از حوادث بحرانی هستند اما گزارش کردن حوادث ممکن است نیاز به قراردادهای همکاری و یا استخدام موقت کارکنان جدید داشته باشد [۹].

متوسط: سیستم‌ها به صورت بحرانی در زمان طوفان‌ها تغییر می‌کنند که در نتیجه آن روش‌های جمع‌آوری اطلاعات نیز دچار تغییر می‌شود.

ضعیف: در طول وقوع حوادث و همچنین در حین گزارش آنها، از ظرفیت سیستم تجاوز می‌شود. در این موارد سیستم می‌بایست خاموش شده و حوادث به صورت دستی ثبت گردند.

بدترین: هیچ استثنایی مجاز نیست و اطلاعات خاموشی‌ها در طول طوفان‌ها ثبت نمی‌شود.

۱۸-۱-۵-۱- بررسی وضعیت قابلیت اطمینان در ایالات مختلف آمریکا

در این بخش فعالیت‌های قابلیت‌اطمینان مربوط به ایالت‌های زیر به‌طور خاص مورد بررسی قرار می‌گیرد.

ایالت New York: اولین ایالتی که رگولاتوری قابلیت اطمینان را تصویب کرد.

ایالت New Jersey: اولین ایالتی که سیستم مدیریت خاموشی را وضع کرد.

ایالت Texas: اولین ایالتی که شرکت توزیع را بر اساس عملکرد آن جریمه کرد.

ایالت Illinois: این ایالات محکم‌ترین الزامات مربوط به گزارش‌دهی قابلیت‌اطمینان را در سطح آمریکا دارا است.

هم‌اکنون نیز بسیاری از ایالت‌ها، فعالیت‌های رگولاتوری ایالت‌های یاد شده را بررسی می‌کنند تا از این طریق بتوانند قوانین مربوط به خود را وضع نمایند. برآورده ساختن بسیاری از قوانین در این بخش توسط شرکت‌های توزیع بسیار مشکل است. برای اینکه رگولاتورها بتوانند به صورت اصولی و منصفانه قانون‌گذاری کنند، شرکت‌های توزیع نقش برجسته‌ای دارند. اگر شرکت‌ها نتوانند این نقش را به درستی ایفا نمایند این احتمال وجود دارد که عمل به قوانین قابلیت اطمینان، سرمایه‌گذاری زیادی را برای نیل به این اهداف نیاز داشته باشند که مشتریان خواهان پرداخت آنها نخواهند بود [۷۴].

اکثر قوانین قابلیت‌اطمینان به یکی از ۴ دلیل زیر وضع شده‌اند:

- ✓ شکایات زیاد مشتریان
- ✓ یک یا چند حادثه بحرانی
- ✓ وقوع چند حادثه همزمان

✓ تجدید ساختار

الف) ایالت New York

کمیته خدمات عمومی^۱ ایالت نیویورک یکی از پیشروان پیگیری وضعیت قابلیت اطمینان نسبت به قانون‌گذاری سال ۱۹۹۰ (قانون 90-E-1119) در دوره مدرن رگولاتوری است. این قانون شرکت‌های توزیع را ملزم به ارائه بخش عمده‌ای از اطلاعات سالانه قابلیت اطمینان به PSC می‌کند. PSC حوزه گزارش‌دهی را در سال ۱۹۹۵ با قانون case 95-E-0165 کاهش داد و بعداً با قوانین سال ۱۹۹۷ نیز این محدوده بهبود پیدا کرد (case 96-E-0979) [۴۵].

معیارهای سنجش قوانین NYS به شرح زیر هستند:

- شاخص‌های SAIFI و CAIDI
- ۴۷ حوزه‌کاری مختلف با ۱۸۴ معیار مرتبط با قابلیت اطمینان
- حوادث بحرانی تعریف شده و مجزا می‌شوند.
- زمانی در قوانین، جریمه و پاداش وجود داشت. اما اکنون فقط جریمه وجود دارد.
- رگولاتوری قابلیت اطمینان PSC به دلیل شکایات زیاد مشتریان آغاز شد. موضوعات کیفیت توان نیز زمان وضع اولین قانون مورد توجه قرار گرفت اما گنجاندن آن در قوانین مشکلاتی ایجاد کرده بود.

خدمات الکتریکی توسط شش شرکت توزیع خصوصی ارائه می‌شود و گروه خدمات عمومی ایالت نیویورک NYSPSC قانون‌گذاری و سامان‌دهی این شرکت‌ها را بر عهده دارد. شرکت‌های توزیع به ۱۸ میلیون نفر خدمات ارائه می‌کنند و گستره جغرافیایی عظیمی را دربردارند که شامل مناطق شهری بسیار متراکم نیز می‌شود. نظارت بر کیفیت خدمات و پایایی سیستم توزیع نیز از وظایف NYSPSC است. در سال ۱۹۹۱، NYSPSC قانونی را تصویب کرد که بر اساس آن اختیارات خود و نیز قوانین لازم برای نظارت بر پایایی سیستم توزیع را نظام‌مندتر و مستحکم‌تر ساخت. این قانون روش‌های نظارت بر پایایی سیستم توزیع را به صورت شفاف‌تری شرح می‌دهد؛ به طور مثال، استانداردهای معینی را برای شاخص‌های SAIFI و SAIDI وضع نموده است. NYSPSC طرح PBR خاصی را برای هر شرکت توزیع وضع نموده است [۴۴-۴۶].

NYSPSC بر پایایی سیستم توزیع به دو روش نظارت می‌کند:

۱- Public Service Commissions (PUC)

• شرکت‌های توزیع موظف‌اند هر شش ماه یک بار داده‌های مربوط به قطعی‌های برق خود را به NYPSC ارائه کنند. کارکنان NYPSC این داده‌ها را بر اساس تقسیم‌بندی‌های جغرافیایی برای محاسبه SAIFI و CAIDI استفاده می‌کنند، زیرا برای نواحی مختلف مقادیر استاندارد SAIFI و CAIDI متفاوتی وجود دارد. این مسئله به دلیل وجود انتظارات متفاوت از کیفیت خدمات در قسمت‌های مختلف این ایالت است. به‌طور مثال، در Con Edison (شرکت توزیع شهر نیویورک) شرایط سیستم باید به‌گونه‌ای باشد که قطعی‌های بسیار کم و با مدت زمان کوتاه اتفاق بیفتند، زیرا در گذشته نیز به دلیل وجود سیستم زمینی و نیز مسیرهای پشتیبان برای برق‌رسانی به مشترکین، این مقادیر بسیار کم بوده است. علاوه بر این، شرکت‌های توزیع موظف‌اند که تحلیلی از روند تغییرات خروجی‌های سیستم خود، برنامه‌ها و طرح‌های بهبود پایایی و تحلیل فیدرهای با بیشترین قطعی خود ارائه کنند. در نهایت، در صورتی که شرکت توزیع عملکردی مطابق با استانداردها نداشته باشد، موظف است طرحی برای بهبود وضعیت پایایی سیستم خود ارائه کند. با این وجود، هیچ جریمه مالی برای برآورده نکردن این استانداردها به صورت مستقیم وجود ندارد، اما در روش دیگر نظارت NYPSC، به طور غیرمستقیم چنین جریمه‌ای در نظر گرفته شده است [۳۶-۳۸].

• در طرح قیمت‌گذاری بر اساس عملکرد PBR، پایایی سیستم توزیع به عنوان قسمتی از طرح تعیین نرخ فروش خدمات در نظر گرفته شده است. این طرح‌ها برای هر شرکت توزیع متفاوت است و تنها در صورت انحراف از میزان عملکرد مورد پذیرش، جریمه‌ای را برای شرکت توزیع وضع می‌کند و پرداخت‌های تشویقی برای پایایی بالا در نظر گرفته نشده است. در PBR، استانداردهای پایایی به‌صورت ناحیه‌ای وضع نشده‌اند، بلکه سعی شده است که میانگین کل سیستم مورد بررسی قرار گیرد. با این وجود، تعریف و گستره‌ی تعدادی از استانداردهای مورد تعریف، متفاوت با طرح گزارش دهی NYPSC است [۲۵].

به عنوان مثالی از طرح‌های نظارت NYPSC بر پایایی سیستم توزیع، وضعیت شرکت Con Edison بررسی می‌شود. این شرکت باید هر سال گزارش گسترده‌ای را از وضعیت پایایی سیستم توزیع خود ارائه کند. این گزارش به تفکیک نواحی مختلف و دارای تحلیل وضعیت بدترین فیدر نیز است. NYPSC این گزارش را مرور کرده و در صورت لزوم اقدامات اصلاحی را برای هر شرکت توزیع پیشنهاد می‌کند. از طرفی طرح PBR این توزیع‌کننده شامل هشت قسمت است [۲۵]:

- استانداردهایی در مورد مقادیر SAIFI، CAIDI، تعداد خروجی در سیستم (تعداد خروجی در هر ۱۰۰۰ مشتری و باز و بسته شدن خودکار فیذر در طول تابستان) و میانگین مدت زمان خروجی.
- شاخصی از خروجی‌های اصلی
- استاندارد برای تعمیر دکل‌های آسیب‌دیده
- استاندارد برای حذف مسیرهای موازی موقت.
- استاندارد برای تعمیر چراغ‌های راهنمایی و روشنایی‌های خیابان‌ها
- استاندارد برای تعویض کلیدهای قدرت فرسوده
- شاخص میزان کنترل و نظارت از راه دور بر سیستم
- شاخص عملکرد بازیابی^۱ توان

ارائه شاخص‌های پایایی توسط شرکت‌های توزیع تنها برای شرایط کاری عادی ضروری است. به‌طور مثال، طوفان‌های سهمگین که موجب خروج تعداد زیادی از مشترکین در ساعات طولانی می‌شود، در محاسبه این شاخص‌ها لحاظ نمی‌شوند. این شرایط برای همه توزیع‌کنندگان یکسان در نظر گرفته شده است. با این وجود، به‌طور مثال، شرکت Con Edison به این مسئله اعتراض داشته است. این توزیع‌کننده بیان داشته است که برای برآورد استاندارد طرح کنترل و نظارت از راه دور نیاز به سیم‌کشی مجدد در قسمت‌های خاصی از سیستم خود دارد و بنابراین قسمتی از نواحی کاری خود دارای شرایط عادی نیست. از طرفی، در حوادث خاص NYSPC از توزیع‌کننده‌ها درخواست گزارش می‌کند و ممکن است مشاورهای مستقلی را برای بررسی نحوه مقابله شرکت‌های توزیع با حوادث غیرعادی بکار گیرد [۷۲].

ب) ایالت New Jersey

در سال ۲۰۰۰ قوانینی برای رگولاتوری قابلیت اطمینان وضع شد که عناصر آن به شرح زیر هستند:

- شاخص‌ها: SAIFI و CAIDI
- مجموعه اهداف قابلیت اطمینان با توجه به هر حوزه فعالیت وضع شده است.
- شاخص‌های سطح شبکه و مدارهای با عملکرد ضعیف مشخص شده‌اند.
- الزام وجود سیستم مدیریت خاموشی‌ها

- پیگیری تاریخچه تعمیرات و قطعی‌ها
- وضع جریمه‌ها
- قانون مربوط به OMS: "سیستم مدیریت خاموشی می‌بایست حداقل یک سیستم کامل متصل به GIS، واحد پیشرفته پاسخگوی صوتی (VRU)، نرم افزار راه انداز OMS و سیستم مدیریت SCADA/EMS را شامل باشد."

این قانون بار مالی زیادی به همراه دارد. وضع این قانون ناشی از وقوع حوادث بحرانی مثل موج‌های گرم تابستان ۱۹۹۹ بود [۷۲].

ج) ایالت Texas

کمیته خدمات عمومی تگزاس (PUCT) رگولاتوری قابلیت اطمینان را در سال ۱۹۹۸ وضع کرد. اجزا اصلی این قانون که تنها بر یک شرکت اعمال شد به شرح زیر هستند:

- شاخص‌ها: SAIFI و CAIDI
- بررسی شاخص‌ها در سطح مدارهای مختلف شبکه
- توجه به بخش‌هایی از شبکه که به صورت ضعیف عمل می‌کنند.
- خدمات مشتریان (زمانی که برای پاسخگویی به مشتریان طول می‌کشد)
- حوادث بحرانی

از آن زمان تاکنون تگزاس قوانین و احکام خود را برای اعمال به همه شرکت‌ها تغییر داده است. SAIFI و SAIDI هنوز شاخص‌های مورد استفاده هستند. قانون تگزاس به شرح زیر است:

"هر شرکت توزیع می‌بایست از سیستم توزیع خود به‌صورتی بهره‌برداری و نگهداری کند که در سال ۲۰۰۰ مقدار شاخص SAIFI آن از ده درصد SAIFI استاندارد تجاوز نکند. این قانون برای سال ۲۰۰۱ و بعد از آن به پنج درصد مقدار SAIFI استاندارد تغییر داده شد."

د) ایالت Illinois

کمیته اقتصادی Illinois (ICC) قانونی را در سال ۱۹۹۹ به تصویب رساند که بر اساس یک دوره سه ساله بود. این موضوع به اثبات رسیده است که شرکت‌های توزیع در سال اول دچار مشکل می‌شوند، در سال دوم آن مشکل را بر طرف می‌کنند و نتایج آن را در سال سوم می‌بینند. این قانون گزارش‌دهی در اولین روز هر سال را اجبار کرده است. اجزا اصلی این قانون به شرح زیر هستند [۷۸]:

- شاخص‌ها: SAIFI و CAIDI و CAIFI
- الزام در گزارش‌دهی وضعیت قابلیت اطمینان
- توجه به مشتریانی که در ولتاژهای 15KV و کمتر تغذیه می‌شوند.
- توجه به مدارهای با عملکرد ضعیف

ه) ایالت کالیفرنیا

گروه خدمات عمومی کالیفرنیا (CPUC^۱)، مسئول قانون‌گذاری و سامان‌دهی شرکت‌های توزیع است. در سال ۱۹۹۵، با وقوع طوفان‌های شدید در این ایالت، CPUC پایایی سیستم‌های توزیع را به صورت جدی‌تری مورد بررسی قرار داد. در این تحقیقات مشخص شد که تعدادی از اقدامات شرکت‌های توزیع - به‌طور خاص تعداد کم کارکنان موجود، تعمیرات و نگهداری کم و سیستم پاسخ‌گویی ناکارآمد به مشترکین - منجر به مقابله نامناسب با شرایط حاد شده است. در این زمان، CPUC شروع به ارزیابی مجدد روش‌های خود برای بهبود سطح پایایی سیستم‌های توزیع نمود. به‌طور خاص، پتانسیل توافق در زمینه سطح خدمات با به وجود آمدن رقابت در سطح بازار الکتریکی (به علت تجدید ساختار) وجود دارد [۷۲]. به این ترتیب، CPUC توزیع‌کننده‌ها را ملزم به ارسال گزارش‌های منظم برای ارزیابی سطح پایایی سیستم نمود. علاوه بر این، با وجود استانداردهایی برای تضمین حداقل سطح پایایی، نیاز به برنامه‌هایی خاص برای تشویق به بهبود آن وجود خواهد داشت. بنابراین، طرح‌هایی برای اضافه کردن پایایی به PBR ارائه شد. قسمتی از PBR که مرتبط با پایایی سیستم توزیع بود ساز و کار مشوق پایایی (RIM)^۲ نام گرفت. همچنین، در سال ۲۰۰۶ بنا به درخواست شرکت‌های توزیع استفاده از استاندارد IEEE-1366 برای محاسبه شاخص‌های پایایی تصویب شد. در این سال، قسمت مرتبط با پایایی در PBR تغییر پیدا کرد و تمرکز به سمت

^۱-California Public Utilities Commission

^۲-Reliability Incentive Mechanism

برنامه‌هایی که پایایی را دراز مدت افزایش می‌دهند، هدایت یافت. به‌طور مثال، در مورد یکی از توزیع‌کنندگان، توصیه برای ارتقاء سیستم‌های فرسوده به عنوان پروژه‌ای مهم در زمینه PBR در نظر گرفته شد [۷۱].

در سال ۲۰۰۶، CPUC در RIM تجدید نظر و آن را با برنامه‌ای با عنوان طرح تشویقی سرمایه‌گذاری پایایی (RIIM)^۱ جایگزین کرد. هدف از RIM حفظ شاخص‌های کوتاه مدت پایایی بود. در مقابل با طرح جدید، توزیع‌کنندگان به سرمایه‌گذاری در پروژه‌هایی که در بلند مدت پایایی را افزایش می‌دهند، تشویق می‌شوند. به این ترتیب، CPUC سطح مجازی را برای سرمایه‌گذاری در تعویض زیرساخت‌های سیستم توزیع و تعمیرات پیشگیرانه تعیین کرده است. اگر شرکت توزیع نتواند ثابت کند که سرمایه‌گذاری مجاز را در شبکه انجام داده است، باید درآمد خود را با کاهش تعرفه سیستم توزیع کاهش دهد. با این وجود، CPUC همچنان به دریافت گزارش‌های سالانه پای‌ایی از شرکت‌های توزیع ادامه می‌دهد [۷۳].

۲-۵-۱- ارزیابی پایایی

در آمریکا، گرچه ممکن است قانون‌گذاری معینی در مورد سطح پایایی سیستم توزیع انجام نشود، اما در بسیاری از ایالات الزامات گزارش‌دهی خاصی وجود دارد. این الزامات علاوه بر قطعی‌ها ممکن است شامل گزارش‌دهی اجباری حوادث کیفیت توان نیز باشد [۷۳]. سیستم‌های توزیع تحت پوشش الزامات گزارش‌دهی دپارتمان انرژی آمریکا (DOE) باید در هنگام دست دادن بارهای ثابت سیستم، کاهش ولتاژ، آسیب‌پذیری‌هایی که ممکن است کفایت یا پایایی سیستم قدرت بزرگ را تحت تأثیر قرار دهند، یا دیگر حوادث غیرطبیعی یا اضطراری و یا کمبود منبع سوخت گزارش‌هایی به این سازمان ارسال نمایند. الزامات گزارش‌دهی سالانه در مورد پایایی در هر ایالت متفاوت است. موسسه IEEE تعاریف استاندارد را برای گزارش‌دهی و تحلیل پایایی تعیین نموده است [۷۴]. با این وجود، بسیاری از تعاریف مرتبط با خرابی‌ها در سیستم قدرت در الزامات گزارش‌دهی هر ایالتی متفاوت است؛ به‌طور مثال، مطالعات نشان می‌دهد تعدادی از نهادهای قانون‌گذاری، گزارش‌دهی وقفه‌های دائمی را الزامی نموده‌اند؛ در حالی که تعریف مشخصی برای قطعی دائمی وجود ندارد. الزامات دیگری نیز در مورد ثبت شرایط استثنائی وجود دارد. کالیفرنیا شرایط استثنائی را به‌عنوان قطعی ۵۰۰ مشتری برای یک ساعت یا از دست رفتن ظرفیت ۲۰۰ MW و بیشتر برای مدت ۱۵ دقیقه تعریف کرده است. تعدادی از ایالت‌ها تنها ارائه اطلاعات مرتبط با پایایی را در هنگام درخواست آن از طرف گروه خدمات عمومی (PUC) اجباری نموده‌اند [۷۵].

^۱-Reliability Investment Incentive Mechanism

الزامات گزارش‌دهی برای شرکت‌های برق در مرجع [۷۶] به تفصیل ارائه شده است. شرکت‌های برق موظفاند گزارشی سالانه که عملکرد آن‌ها را از لحاظ پایایی تحلیل می‌کند به PUC یا گروه خدمات عمومی (PSC) ارائه کنند. این گزارش باید موضوعات زیر را پوشش دهد:

- ارزیابی کلی عملکرد شرکت برق در ارتباط با پایایی
- شرح و توصیف پروژه‌ها و سرمایه‌گذاری‌هایی که برای ارتقای سطح پایایی سیستم در نظر گرفته شده است.
- مقادیر شاخص‌های پایایی در سال گذشته و نحوه تغییرات آن نسبت به سال‌های قبل و تحلیل نتیجه برنامه‌های اصلاحی

• برنامه‌های پایایی که کیفیت توان الکتریکی یا عملکرد مدارات الکتریکی را بهبود می‌دهد.

PSC در این ناحیه استانداردهایی را وضع می‌کند که سطح الزامی شاخص‌های پایایی را تعیین می‌نماید. این مقادیر در نواحی مختلف، متفاوت است. همچنین، تعاریف مرتبط با مفاهیم و شاخص‌های پایایی، نحوه ثبت داده‌ها و ارائه گزارش در استاندارد مربوطه شرح داده شده است. شرکت‌های برق موظفاند گزارشی در مورد نحوه مواجهه با قطعی‌های اساسی در سیستم خود ارائه دهند [۷۴].

اداره خدمات عمومی ایالت نیویورک، گزارش‌های سالانه‌ای منتشر می‌کند که در آن وضعیت پایایی را در شرکت‌های توزیع این ایالت بررسی می‌کند. این بررسی شامل ارائه اطلاعات آماری در مورد شاخص‌های پایایی و دلایل وقوع خطا می‌شود. مرجع [۷۶] گزارش سال ۲۰۱۳ این سازمان در مورد پایایی شرکت‌های توزیع است.

واحد برنامه‌ریزی انرژی ایالت نیویورک در گزارش [۷۳] به بررسی پایایی کلی سیستم انتقال و توزیع ایالت نیویورک پرداخته است. این بررسی شامل موارد زیر می‌شود:

- وضعیت فعلی و آینده سیستم قدرت از لحاظ پایداری در یک دوره برنامه‌ریزی. این ارزیابی شامل بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها مانند ارتقای تجهیزات، انجام تعمیر و نگهداری و توسعه تجهیزات می‌شود.
- تأثیر احتمالی تولیدات پراکنده به‌طور خاص تولیدات انرژی‌های تجدیدپذیر، افزایش بازدهی انرژی و کاهش مصرف، اقدامات مدیریت بار و کاهش پیک، ساز و کارهای جدید تعیین درآمد شرکت‌های توزیع و توسعه‌ی ناشی از صنایع جدید

- این بررسی در سال ۲۰۱۲ انجام شده و اقدامات مؤثر در زمینه افزایش پایایی سیستم‌های توزیع را نیز برشمرده است [۷۶].
- گزارش‌های سالانه‌ای که CPUC از شرکت‌های برق دریافت می‌کند، شامل اطلاعات زیر می‌گردد:
- مدت و فرکانس خروجی‌های پایدار و موقت با استفاده از SAIFI، SAIDI و MAIFI با و بدون احتساب حوادث اصلی در ۱۰ سال گذشته.
 - ۱۰ حادثه خروجی بزرگ سیستم، به استثنای بلایای طبیعی، حالت‌های اضطراری اعلام شده، یا حوادث جدی که بیشتر از ۱۰٪ از مشترکین را تحت تأثیر قرار داده است.
 - فیدرهایی که در آن مشترکین بیشتر از ۱۲ خروجی دائمی را در یک سال تجربه کرده‌اند [۷۴].

۱-۲-۵-۱- هزینه‌های خاموشی

بخش‌های اقتصادی، بر اثر وقوع خاموشی متحمل خسارت می‌شوند که مقدار آن متأثر از وابستگی فعالیت‌های هر بخش به انرژی الکتریکی می‌باشد [۵]. محاسبه مقدار خسارت وارد شده به مشترکان مختلف بر اثر قطع برق از جهات مختلف حائز اهمیت است که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ✓ آگاهی مصرف‌کنندگان از نقش و جایگاه انرژی الکتریکی در فعالیت‌های جاری ایشان
 - ✓ فراهم آمدن معیار و مبانی پرداخت خسارت توسط عرضه‌کننده برق به مشترکان در صورت وقوع خاموشی
 - ✓ امکان قیمت‌گذاری برق بر اساس هزینه نهایی توسط عرضه‌کننده که در این صورت مشترک می‌تواند انرژی الکتریکی را با قابلیت اطمینان مورد نظر و در ازای پرداخت هزینه مربوطه در دسترس داشته باشد.
 - ✓ فراهم آمدن امکان برنامه‌ریزی میان مدت و بلند مدت و توسعه بهینه شبکه تولید برق کشور
- منبع توان نامطمئن موجب از دست رفتن رفاه و آسایش خواهد شد. البته تحقیقات محدودی تاکنون روی هزینه‌های اقتصادی قطع توان در کشورهای در حال توسعه انجام شده است. زیرا اطلاعات اقتصادی اندکی از نحوه واکنش و پاسخ مصرف‌کنندگان مختلف به نبود منبع توان قابل اطمینان در دسترس می‌باشد.
- در این بخش جنبه‌های مختلف هزینه‌های تحمیل شده ناشی از خاموشی بیان می‌گردد. دسته‌بندی‌های مختلفی برای این موضوع پیشنهاد شده است. بر اساس مراجع [۴۷-۵۰] ضررهای اقتصادی ناشی از قطعی‌های توان را می‌توان در سه دسته تقسیم‌بندی نمود:

❖ هزینه‌های مستقیم نشان دهنده بخشی از ضررهای اقتصادی می‌باشند که نتیجه مستقیم وقوع خرابی هستند، برای مثال هزینه‌های تعمیرات زیرساخت‌های آسیب دیده الکتریکی. این نوع هزینه‌ها معمولاً محدود بوده و می‌توانند به صورت دقیق محاسبه شوند.

❖ هزینه‌های غیرمستقیم از نگاه اقتصادی دارای اهمیت فراوانی می‌باشند. این نوع هزینه‌ها نیز ارتباط مستقیمی با وقوع خرابی دارند و شامل بخشی از کل ضررهای اقتصادی می‌شوند که با نبود انرژی الکتریکی بعد از وقوع خرابی تحمیل می‌شود. برای مثال هزینه‌های مربوط به توقف تولید، اتلاف نیروی انسانی و هزینه‌های فرصت‌های از دست رفته از نوع هزینه‌های غیرمستقیم می‌باشند. این نوع هزینه‌ها بخش عظیمی از کل ضررهای اقتصادی را شامل می‌شوند [۴۷].

❖ دسته سوم ضررهای اقتصادی منجر به اثرات کلان اقتصادی در بلند مدت، ناشی از تغییر در رفتار بازیگران بازار در نتیجه کاهش امنیت شبکه، خواهد شد. افزایش هزینه‌های تولید به دلیل نیاز به سیستم‌های پشتیبان و یا تاثیر امنیت شبکه در انتخاب محل برای فعالیت تجاری نمونه‌ای از این اثرات می‌باشد. برای ارزیابی این هزینه‌ها سه روش عمده پروکسی، روش‌های مبتنی بر بازار و روش ارزیابی تصادفی در مقالات ارائه شده است [۴۸].

همچنین مقدار کل هزینه خاموشی برق در یک بخش اقتصادی با توجه به جنبه‌های تعادل عمومی (تحلیل‌های که چندین بازار را در بر می‌گیرد)، می‌تواند بسیار بیشتر از مقدار هزینه تعادل جزئی (تحلیل‌های که فقط یک بازار را در بر می‌گیرد) برآورد شده در آن بخش اقتصادی باشد. از این رو عدم توجه به جنبه‌های تعادل عمومی خاموشی برق در تحلیل‌های سیاستی، می‌تواند اثرات این خاموشی‌ها را بسیار کم اهمیت جلوه داده و بنابراین تصمیم‌گیری درستی در حوزه عرضه برق و تامین آن صورت نپذیرد. مفهوم اثرات تعادل عمومی یا کل اثرات خاموشی برق بسیار پیچیده‌تر از اثرات تعادل جزئی می‌باشد، زیرا این اثرات عکس‌العمل‌های زنجیروار پیچیده‌ای از فعل و انفعالات قیمت و مقدار را در جریان‌های دایره‌وار مصرف‌کنندگان و عرضه‌کنندگان فعالیت‌های متأثر از خاموشی برق را محاسبه می‌کنند [۵۰].

یکپارچگی اقتصاد موجب می‌شود که کاهش تولید ناشی از خاموشی، موجی در اقتصاد ایجاد کند و از این رو نتایج تحلیل‌های که چندین بازار را در بر می‌گیرد، نسبت به تحلیل‌های تعادل جزئی از اطمینان بیشتری در امر برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری برخوردار است.

اگر چه نقش و اهمیت داده‌ها و اطلاعات در مورد هزینه خاموشی برق، ناشی از کاهش عرضه، کاملاً آشکار است، اما شرایط پیچیده و اثرات گسترده خاموشی برق، برآورد هزینه‌های آن را مشکل می‌سازد و نتایج همیشه تحت تاثیر تفسیر آنها قرار می‌گیرند. رویکردهای متفاوتی برای ارزیابی و برآورد هزینه‌های ناشی از خاموشی بر مورد استفاده قرار گرفته است. مهمترین این رویکردها عبارتند از: ارزیابی پرسشنامه‌ای مصرف‌کننده، مطالعات موردی، رویکردهای مبتنی بر بازار یا ترجیحات آشکار شده و رویکرد تابع تولید. روش رویکرد تابع تولید به این علت که برآوردی از کل هزینه‌ها بدون نیاز به بررسی مصرف‌کنندگان به طور جداگانه محاسبه می‌کند، از مقبولیت بیشتری برخوردار است. معمولاً هزینه‌های مستقیم خاموشی برق به چهار روش عمده نمایان می‌شوند [۴۹]:

الف) کاهش تولید

ب) خرابی تجهیزات یا هزینه‌های راه اندازی مجدد

ج) ضایعات مواد اولیه

د) هزینه فرصت بیکار شدن عوامل تولید

علاوه بر موارد فوق، برای جلوگیری از زیان‌های بالقوه خاموشی، اقدامات احتیاطی مانند خریداری ژنراتورهای اضطراری، تغییرات دائمی در طراحی تولید و گسترش ظرفیت تاسیسات برای افزایش انعطاف‌پذیری، هزینه‌هایی بر مصرف‌کننده برق تحمیل می‌کند. اما در نهایت باید هزینه این اقدامات احتیاطی با هزینه‌های بالقوه خاموشی برق برابر باشد. یکی از روش‌های اندازه‌گیری هزینه‌های خاموشی برق به جای اندازه‌گیری هزینه‌های مستقیم، برآورد هزینه‌ها از طریق ارزیابی اقدامات احتیاطی انجام شده برای پیشگیری از هزینه‌های بالقوه است، اما این معیار به تنهایی برای محاسبه هزینه‌های خاموشی کافی نیست و احتمال اشتباه در محاسبه هزینه خاموشی وجود دارد [۵۰-۴۷].

نتایج مطالعه‌ای که توسط ایالت متحده در سال ۲۰۰۱ انجام شده، نشان می‌دهد که خاموشی در بیش از نصف فعالیت‌های تولیدی کوچک کالیفرنیا در ژانویه ۲۰۰۱، منجر به اختلال در فعالیت شده است. از این میزان فعالیت مختل شده، ۳۴/۲٪ کاهش تولید بوده، که به طور میانگین حدود ۶/۳٪ کل فروش ماه ژانویه آنها می‌باشد. همچنین نتایج این بررسی حاکی از این است که خاموشی‌های برق، هزینه‌های غیرمستقیم قابل توجهی به دنبال داشته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در حدود ۱۵/۲٪ از فعالیت‌های تولیدی در کالیفرنیا و ۱۰/۵٪ در لس‌آنجلس، به دلیل اثرات وقوع خاموشی، ارائه خدمات ارائه شده با تاخیر صورت گرفته است. همچنین فروش تولیدات به میزان ۱۳/۷٪ در کالیفرنیا و ۷/۷٪ در لس‌آنجلس، کاهش داشته

است، که دلیل آن تاثیر مستقیم خاموشی بر مصرف‌کنندگان بوده است. در این مطالعه برآورد شده که هزینه غیر مستقیم خاموشی‌ها، ۱۶/۹٪ مقدار تولید فعالیت‌ها، هزینه بر جای گذاشته است. این مقدار بیشتر از دو برابر هزینه‌های مستقیم (۶/۳٪) تحمیل شده بر آنها می‌باشد. تعداد قابل توجهی از فعالیت‌ها نیز محتمل هزینه‌های بلند مدت خاموشی برق هم شده‌اند. به عنوان مثال به میزان ۱۳/۶٪ از استخدام‌های جدید نیروی کار کاهش پیدا کرده است و یا برخی از سرمایه‌گذاری‌ها به تاخیر افتاده‌اند. همچنین ۱۲/۸٪ از مدیران فعالیت‌ها در کالیفرنیا و ۱۳/۳٪ در لس‌آنجلس اظهار کرده‌اند که مشکلات عرضه برق باعث شده است که آنها تصمیمات جدی برای انتقال کسب و کارشان به خارج از کالیفرنیا بگیرند [۵۰-۴۷].

در مطالعه [۵۵] که به بررسی هزینه‌های خاموشی برق، ناشی از زلزله نورتیج پرداخته‌اند، از یک مدل شبیه‌سازی ساده برای تخمین هزینه‌های مستقیم استفاده شده است. مقدار اختلال عرضه برق شبیه‌سازی شده در این مطالعه ۸٪/۳ بوده است. مقدار برآورد آنها از هزینه‌های مستقیم ۰/۴۲٪ تولید می‌باشد. همچنین آنها از یک مدل داده-ستانده برای تخمین کل هزینه‌های خاموشی برق ناحیه مورد بررسی استفاده کرده‌اند که نتایج، حاکی از آن است که کل هزینه‌ها ۰/۵۵٪ تولید است.

در زیر نمونه‌ای از مطالعات انجام شده در مورد هزینه‌های خسارت قطع برق، رضایت مشتریان و غیره که توسط انستیتو تحقیقاتی برق از مشترکین شرکت برق Duke در آمریکا انجام شده است، آورده شده است. این شرکت در آمریکا بیش از دو میلیون مشترک را سرویس‌دهی می‌کند. در این تحقیق در مورد هزینه‌های خاموشی برق و رضایت مشتریان از در دسترس بودن برق، از ۲۱۷۸ مشترک خانگی، ۲۲۲۹ مشترک صنعتی بزرگ و ۲۷۹۸ مشترک صنعتی متوسط و تجاری نظر خواهی شده است. مقدار خسارت تحمیلی ناشی از خاموشی به هر مشترک با توجه به نوع مصرف متفاوت می‌باشد. در این بررسی میزان هزینه خسارت بهای هر کیلووات ساعت انرژی در بعد از ظهر روز تابستان برای سال ۱۹۹۲ معادل ۷/۷۹ دلار برآورده شده است. در این تحقیق مشخص شده است که حدود ۵ درصد از هزینه‌های خسارت خاموشی کمتر از ۵/۳۸ دلار و یا بالاتر از ۱۰/۱۰ دلار در هر کیلووات ساعت می‌باشد. با توجه به برآورد فوق ملاحظه می‌گردد که خسارت خاموشی‌ها چه تاثیر مخربی در اقتصاد دارد [۵۵].

همچنین موسسه تحقیقاتی شبکه قدرت الکتریکی (EPRI) میزان ضرر شرکت‌های برق در این کشور ناشی از این خاموشی‌ها را ۲۶ میلیارد دلار در سال تخمین زده است. این ضررهای اقتصادی ناشی از خاموشی‌ها گاهی تا حدود ۱۰۰ میلیارد دلار نیز می‌رسد. صنایع سنگین تمایل زیادی به رفع این خاموشی‌ها دارند. برای نمونه صنایع روباتیک شرکت توشیبا، بعد از

تجربه خاموشی ۰/۴ ثانیه متحمل ضرر اقتصادی معادل ۵۰۰ میلیون دلار شد. زیرا وقوع خاموشی موجب از دست رفتن سنکرونیزم هر ربات و خراب شدن چیپ‌های الکترونیکی آنها شد [۵۶].

تحقیقات متعددی در بخش خانگی بر روی اثرات خاموشی انجام شده است [۶۲-۶۴]. در تحقیقات انجام شده در مرجع [۶۲] در نیویورک مشخص گردید که به ازای ۴ ساعت خاموشی تقریباً ۴-۶ دلار خسارت برای هر کیلووات ساعت وارد می‌شود. همچنین در تحقیقات انجام شده توسط [۶۳] در کانادا، هر خانوار کانادایی برای جبران خسارت خاموشی در ساعات عصر در فصول زمستان برای هر ۴ ساعت در ماه تقریباً ۶/۶ دلار هزینه می‌نماید. در مطالعات [۶۴] در کالیفرنیا نیز این رقم معادل ۵/۴ دلار اعلام گردیده است.

همچنین در مرجع [۶۵] مشخص شد که خسارت و هزینه خاموشی در فصول زمستان در بخش‌های صنعتی و تجاری به ویژه صبح‌ها بیشتر می‌باشد. لیکن در بخش خانگی ساعات عصر، نسبت به خاموشی صبح و بعدازظهرها هزینه خاموشی بیشتر است. نتایج نشان داد که مصرف‌کنندگان بهای زیادی برای خدمات جاری الکتریسیته قائل هستند و حاضر نیستند آن را از دست بدهند، مگر آنکه تخفیف‌های قیمتی به اندازه کافی بزرگتر از بار روانی ناشی از دست دادن برق باشد.

بر اساس اطلاعات به دست آمده از [۶۵] مشخص شد که آگاهی قبلی هزینه‌های خاموشی را تا ۴۰ درصد کاهش می‌دهد. در این تحقیقات بین یک ساعت خاموشی با آگاهی قبلی و بدون آگاهی قبلی ۱/۲۲ دلار تفاوت وجود دارد. همچنین مشخص گردید که اثرات خاموشی بسته به ساختار جمعیت مصرف‌کننده متفاوت است. بدین معنی که تغییر در ساختار جمعیت مصرف‌کننده تغییرات عمده‌ای بر هزینه خاموشی وارد می‌سازد. مثلاً استفاده‌کنندگان بزرگ که وسایل برقی گرمایشی، سرمایشی، پخت و پز قابل توجهی دارند، نسبت به استفاده‌کنندگان کوچک که مالک این گونه وسایل برقی نیستند، احتمالاً خسارات بیشتری متحمل می‌گردند. همچنین ساکنان شهری که از وسایل الکترونیکی در سطح گسترده‌ای استفاده می‌کنند نسبت به سایر مصرف‌کنندگان که از این نوع وسایل کمتر استفاده می‌کنند، ارزش بالاتری برای قابلیت اطمینان سرویس برق قائل هستند. به علاوه خانوارهایی که برخی از فعالیت‌های کاری خود را درون منزل انجام می‌دهند، و یا در خانه از وسایل پزشکی برای مداوا استفاده می‌کنند و نیز چنانچه خانواده، گسترده‌تر باشد، با هزینه و خسارات خاموشی بالاتری مواجه هستند [۶۵].

در این قسمت خلاصه‌ای از نتایج بدست آمده از تحقیقات انجام شده در مورد ارزیابی ارزش خدمات قابلیت اطمینانی برای مصرف‌کنندگان انرژی الکتریکی در ایالت متحده آورده شده است [۶۶]. این نتایج بر اساس ۲۸ مطالعه انجام شده توسط ۱۰

شرکت برق در ایالت متحده طی ۱۶ سال از ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۵ می‌باشد. با جمع‌آوری نتایج مطالعات انجام شده، می‌توان هزینه‌های خاموشی مشترک را بر حسب فصل، روز هفته، ساعات روز و مناطق جغرافیایی مختلف برای گروه‌های مختلف صنعتی، تجاری و خانگی برآورد نمود.

در جدول زیر میزان متوسط هزینه‌های خاموشی برای سال ۲۰۰۸ نشان داده شده است. این هزینه‌ها خاموشی‌های با مدت زمان کمتر از ۵ دقیقه تا ۸ ساعت را شامل می‌شوند. همچنین این هزینه‌ها سه گروه از مصرف‌کنندگان شامل مصرف‌کنندگان صنعتی و تجاری بزرگ (مصرف بیشتر از ۵۰۰۰۰ کیلووات ساعت در سال)، مصرف‌کنندگان صنعتی و تجاری کوچک و مصرف‌کنندگان خانگی را شامل می‌شوند. در این جدول، زمان خاموشی، عصر یک روز کاری در فصل تابستان، در نظر گرفته شده است. در جداول بعدی نیز هزینه‌های خاموشی انواع مصرف‌کنندگان، در فصول مختلف زمستان و تابستان، به ازای روزهای کاری و غیر کاری هفته و در طول ساعات مختلف روز آورده شده است [۶۶].

جدول ۲-۱: متوسط هزینه‌های خاموشی مشترکین در ایالت متحده در سال ۲۰۰۸ بر اساس نوع مصرف‌کننده و نوع خاموشی بر حسب دلار

هزینه خاموشی	مدت زمان خاموشی				
	گذرا	۳۰ دقیقه	۱ ساعت	۴ ساعت	۸ ساعت
صنایع و مراکز تجاری بزرگ و متوسط					
متوسط هزینه در هر خاموشی	۱۱۷۵۶	۱۵۷۰۹	۲۰۳۶۰	۵۹۱۸۸	۹۳۸۹۰
متوسط هزینه به ازای هر کیلووات	۱۴/۴	۱۹/۳	۲۵/۰	۷۲/۶	۱۱۵/۲
متوسط هزینه هر کیلووات ساعت انرژی تامین نشده	۱۷۳/۱	۳۸/۵	۲۵/۰	۱۸/۲	۱۴/۴
صنایع و مراکز تجاری کوچک					
متوسط هزینه در هر خاموشی	۴۳۹	۶۱۰	۸۱۸	۲۶۹۶	۴۷۶۸
متوسط هزینه به ازای هر کیلووات	۲۰۰/۱	۲۷۸/۱	۳۷۳/۱	۱۲۲۹/۲	۲۱۷۳/۸
متوسط هزینه هر کیلووات ساعت انرژی تامین نشده	۲۴۰/۱	۵۵۶/۳	۳۷۳/۱	۳۰۷/۳	۲۷۱/۷
بخش خانگی					
متوسط هزینه در هر خاموشی	۲/۷	۳/۳	۳/۹	۷/۸	۱۰/۷
متوسط هزینه به ازای هر کیلووات	۱/۸	۲/۲	۲/۶	۵/۱	۷/۱
متوسط هزینه هر کیلووات ساعت انرژی تامین نشده	۲۱/۶	۴/۴	۲/۶	۱/۳	۰/۹

جدول ۳-۱: متوسط هزینه‌های خاموشی مشترکین در ایالت متحده در سال ۲۰۰۸ برای انواع فعالیت‌های تجاری در بعدازظهر تابستان یک روز کاری برحسب دلار

هزینه خاموشی	مدت زمان خاموشی				
	گذرا	۳۰ دقیقه	۱ ساعت	۴ ساعت	۸ ساعت
صنایع و مراکز تجاری بزرگ و متوسط					
کشاورزی	۴۳۸۲	۶۰۴۴	۸۰۴۹	۲۵۶۲۸	۴۱۲۵۰
معدن	۹۸۱۴	۱۲۸۸۳	۱۶۳۶۶	۴۴۷۰۸	۷۰۲۸۱
ساخت و ساز	۲۷۰۴۸	۳۶۰۹۷	۴۶۷۳۳	۱۳۵۳۸۳	۲۱۴۶۴۴
تولید	۲۲۱۰۶	۲۹۰۹۸	۳۷۲۳۸	۱۰۴۰۱۹	۱۶۴۰۳۳
مخابرات	۱۱۲۴۳	۱۵۲۴۹	۲۰۰۱۵	۶۰۶۶۳	۹۶۸۵۷
تجارت و داد و ستد	۷۶۲۵	۱۰۱۱۳	۱۳۰۲۵	۳۷۱۱۲	۵۸۶۹۴
مراکز خدماتی	۸۲۸۳	۱۱۲۵۴	۱۴۷۹۳	۴۵۰۵۷	۷۱۹۹۷
صنایع و مراکز تجاری کوچک					
کشاورزی	۲۹۳	۴۳۴	۶۱۵	۲۵۲۱	۴۸۶۸
معدن	۹۳۵	۱۲۸۵	۱۷۰۷	۵۴۲۴	۹۴۶۵
ساخت و ساز	۱۰۵۲	۱۴۳۶	۱۸۹۵	۵۸۸۱	۱۰۱۷۷
تولید	۶۰۹	۸۶۳	۱۱۱۰	۳۵۱۵	۶۱۲۷
مخابرات	۵۸۳	۸۱۰	۱۰۸۵	۳۵۶۰	۶۲۸۶
تجارت و داد و ستد	۴۲۰	۵۷۵	۷۶۰	۲۳۸۳	۴۱۳۸
مراکز خدماتی	۳۳۳	۴۶۵	۶۲۵	۲۰۸۰	۳۶۹۱

جدول ۴-۱: متوسط هزینه‌های خاموشی مشترکین در ایالت متحده در سال ۲۰۰۸ بر اساس نوع مصرف‌کننده، مدت زمان خاموشی، فصل و روز هفته برحسب دلار

هزینه خاموشی	مدت زمان خاموشی				
	گذرا	۳۰ دقیقه	۱ ساعت	۴ ساعت	۸ ساعت
صنایع و مراکز تجاری بزرگ و متوسط					
روز کاری تابستان	۱۱۷۵۶	۱۵۷۰۹	۲۰۳۶۰	۵۹۱۸۸	۹۳۸۹۰
آخر هفته تابستان	۸۳۶۳	۱۱۳۱۸	۱۴۸۲۸	۴۴۶۵۶	۷۱۲۲۸
روز کاری زمستان	۹۳۰۶	۱۲۹۶۳	۱۷۴۱۱	۵۷۰۹۷	۹۳۳۶۱
آخر هفته زمستان	۶۳۴۷	۸۹۷۷	۱۲۲۲۰	۴۲۰۲۵	۶۸۵۴۳
صنایع و مراکز تجاری کوچک					
روز کاری تابستان	۴۳۹	۶۱۰	۸۱۸	۲۶۹۶	۴۷۶۸
آخر هفته تابستان	۲۶۵	۳۷۸	۵۱۹	۱۸۶۶	۳۴۱۴
روز کاری زمستان	۵۹۲	۸۴۶	۱۱۶۴	۴۲۲۳	۷۷۵۳
آخر هفته زمستان	۳۴۳	۵۰۴	۷۱۱	۲۸۴۶	۵۴۴۳
خانگی					
روز کاری تابستان	۲/۷	۳/۳	۳/۹	۷/۸	۱۰/۷
آخر هفته تابستان	۳/۲	۳/۹	۴/۶	۹/۱	۱۲/۶
روز کاری زمستان	۱/۷	۲/۱	۲/۶	۶	۸/۵
آخر هفته زمستان	۲	۲/۵	۳/۱	۷/۱	۱۰

جدول ۱-۵: متوسط هزینه‌های خاموشی مشترکین در ایالت متحده در سال ۲۰۰۸ بر اساس نوع مصرف‌کننده، مدت زمان خاموشی، فصل و ساعات روز

هزینه خاموشی	مدت زمان خاموشی				
	گذرا	۳۰ دقیقه	۱ ساعت	۴ ساعت	۸ ساعت
صنایع و مراکز تجاری بزرگ و متوسط					
صبح	۸۱۳۳	۱۱۰۳۵	۱۴۴۸۸	۴۳۹۵۴	۷۰۱۹۰
بعد از ظهر	۱۱۷۵۶	۱۵۷۰۹	۲۰۳۶۰	۵۹۱۸۸	۹۳۸۹۰
عصر و شب	۹۲۷۶	۱۲۸۴۴	۱۷۱۶۲	۵۵۲۷۸	۸۹۱۴۵
صنایع و مراکز تجاری کوچک					
صبح	۳۴۶	۴۹۲	۶۷۳	۲۳۸۹	۴۳۴۸
بعد از ظهر	۴۳۹	۶۱۰	۸۱۸	۲۶۹۶	۴۷۶۸
عصر و شب	۱۹۹	۲۹۹	۴۳۱	۱۸۸۱	۳۷۳۴
خانگی					
صبح	۳/۷	۴/۴	۵/۲	۹/۹	۱۳/۶
بعد از ظهر	۲/۷	۳/۳	۳/۹	۷/۸	۱۰/۷
عصر و شب	۲/۴	۳	۳/۷	۸/۴	۱۱/۹

۲-۲-۵-۱- نرم‌افزارهای مورد استفاده

در این قسمت یکی از نرم‌افزارهایی که برای ارزیابی قابلیت اطمینان در ایالت متحده در سطح توزیع استفاده می‌شود، مرور شده است.

DISREL ❖

نرم‌افزار DISREL برنامه‌ای برای محاسبه شاخص‌های قابلیت اطمینان برای سیستم توزیع الکتریکی است. این نرم‌افزار می‌تواند از اطلاعات سیستم مدیریت توزیع (DMS) شبکه برای بهبود مطالعات بهره‌برداری و برنامه‌ریزی استفاده کند [۱۹]. طراحان شبکه‌ها بین گزینه‌های مختلف در پروژه‌ها، گزینه‌ای را انتخاب می‌کنند که بیشترین منافع را داشته باشد. در صورتی که برنامه‌ها منجر به ارتقا کیفیت سرویس‌دهی بشود، مشترکین نیز راغب به شرکت در تامین هزینه‌ها می‌شوند. محاسبه‌ی قابلیت اطمینان سیستم به اپراتورهای سیستم کمک می‌کند تا نقشه راه قابلیت اطمینان سیستم را طراحی کنند و قیمت‌دهی را براساس خدمات انجام دهند.

نرم‌افزار DISREL در زمینه‌های زیر کاربرد دارد:

- محاسبه‌ی شاخص‌های قابلیت اطمینان سیستم
- تعیین تاثیر هزینه خروج مشترک
- اندازه‌گیری منفعت سیستم‌های توزیع و تغییر ساختار فیدر خودکار
- مقایسه‌ی بین گزینه‌های مختلف از نظر هزینه‌ی خروج
- کمک به شبکه برای برنامه‌ریزی، طراحی و بهره‌برداری از تجهیزات سیستم توزیع به صورت اقتصادی
- کمک به پایش برنامه‌ها و اهداف رتبه‌بندی براساس عملکرد (PBR^۱)
- آماده‌سازی مبانی آنالیز سود/ریسک تجهیزات
- بهبود تصمیم‌گیری برای سهمیه‌بندی سرمایه‌های محدود
- آماده‌سازی داده خروج عادی برای تجهیزات مختلف
- مقایسه‌ی بین گزینه‌های مختلف استراتژی‌های کلیدزنی با توالی زمانی

این نرم‌افزار قابلیت مدل‌سازی پیشرفته‌ای دارد که به کمک آن قابلیت اطمینان سیستم توزیع را پیش‌بینی می‌کند. آنالیز قابلیت اطمینان برای سیستم توزیع الکتریکی، از نظر کمک به صاحبان شبکه برای برنامه‌ریزی، طراحی و بهره‌برداری از تجهیزات توزیع به صورت بهینه، مهم می‌باشد. این نرم‌افزار همچنین دارای قابلیت مدل‌سازی اجزای اصلی یک سیستم توزیع است [۱۹].

این نرم‌افزار شاخص‌های ASAI، SAIDI، SAIFI و انرژی تغذیه نشده را در دو حالت بعد از شناسایی منابع جایگزین برای انتقال بار و بعد از انجام عملیات کلیدزنی مناسب، محاسبه می‌کند. علاوه بر شاخص‌های بیان شده، این نرم‌افزار شاخص‌های بازه، مدت زمان و میزان بار/انرژی قطع شده را محاسبه می‌کند. این شاخص‌ها در مورد زمان کلیدزنی خودکار/دستی، برای ایزوله کردن اجزای معیوب از سیستم سالم و یا انتقال بارها به یک منبع جایگزین، تاثیرگذار می‌باشند. با توجه به قابلیت انعطاف‌پذیری بالای نرم‌افزار در مورد آنالیز سیستم‌های توزیع، کاربر می‌تواند عملیات کلیدزنی با زمان اعمال آنها را مشخص کند و قابلیت اطمینان سیستم را محاسبه کند.

این نرم‌افزار اندیس هزینه‌ی خروج را در صورتی که اطلاعات هزینه خروج مشترکین معین شده باشد، محاسبه می‌کند. این اندیس تاثیر بازه، مدت زمان و میزان بار قطع شده، بر روی مشترکین را نشان می‌دهد. در این نرم‌افزار از استاندارد IEEE Std 493-1990 و IEEE Std P1366 استفاده شده است [۱۹].

۳-۲-۵-۱- جمع‌آوری داده‌ها در صنعت توزیع برق

امروزه به طور کلی مورد پذیرش واقع شده است که در محیط بهره‌برداری، شرکت‌های برق باید به دقت اطلاعات مربوط به تعداد قطعی، مدت زمان آنها و تعداد مشتریان تحت تاثیر از آن را ثبت کنند [۵]. رویکردها و روش‌ها بسته به وجود و پیچیدگی سیستم‌های اطلاعاتی نصب شده مانند سیستم اطلاعات مشتری (CIS^۱)، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS^۲)، کنترل نظارت و سیستم جمع‌آوری داده‌ها (SCADA^۳) و سیستم مدیریت قطعی (OMS^۴) متفاوت است. به طور کلی، سیستم گزارش-دهی قطعی‌های شرکت برق از اطلاعات کلیدی به دست آمده از این سیستم‌ها برای بهبود کامل و صحت اطلاعات قابلیت اطمینان استفاده می‌کند.

مقایسه‌ی آمار قابلیت اطمینان بین شرکت‌های برق به دلیل عوامل بسیاری، به دلیل فرآیندها و پروسه‌های متفاوت جمع-آوری داده‌ها متفاوت است. در طول فرآیند محک‌زنی، ضروری است که به سطح جمع‌آوری داده‌ها و حالت پیاده‌سازی و اجرای این سیستم‌ها و فرآیندهای مرتبط با آنها توجه شود. حتی در میان شرکت‌های برق که سیستم‌های مشابه دارند، مانند سیستم مدیریت قطعی یک توزیع کننده خاص، تفاوت‌های عملکردی به احتمال زیاد به دلیل سفارشی‌سازی برای یک شرکت برق منحصر به فرد و یا تفاوت‌های پروسه رخ می‌دهد و این تفاوت‌ها ممکن است قابل توجه باشند. بدون چنین ملاحظاتی، مقایسه‌ی عملکرد نادرست خواهد بود [۷].

۱- Customer information system (CIS)

۲- Geographic information system (GIS)

۳- Supervisory control and data acquisition system (SCADA)

۴- Outage management system (OMS)

۴-۲-۵-۱- سیستم‌های جمع‌آوری اطلاعات به صورت دستی

به طور معمول، یک شرکت برق که اطلاعات سیستم را به طور منسجم روی کامپیوتر ندارد و با استفاده از نرم‌افزار آنها را مورد مطالعه قرار نمی‌دهد، از یک رویکرد جمع‌آوری به طور کامل دستی استفاده خواهد کرد. پرسنل در محل، تعداد مشتریان تحت تاثیر قرار گرفته در طول یک قطعی را برآورد می‌کنند. شرکت‌های برق این برآوردها را با تخمین زمان آغاز قطعی مشتریان برای تعیین تاثیر هر رویداد بر مشتریان ترکیب می‌کنند. این رویکرد نقطه‌ی شروعی را برای بیشتر شرکت‌های برق در مسیر تکامل آنها برای دستیابی به یک سیستم کاملا یک‌پارچه شکل می‌دهد، چرا که بسیاری از شرکت‌های برق برای کمک به بازسازی سریع‌تر سیستم شروع به جمع‌آوری اطلاعات عملکرد قابلیت اطمینان کرده‌اند [۶].

داده‌های جمع‌آوری شده با این سیستم‌ها کمک می‌کند که شرکت برق، مناطق را شناسایی و ردیابی کند به خصوص در سیستم‌هایی که نگرانی قابلیت اطمینانی وجود دارد. این نگرانی‌ها می‌تواند شامل قطعی‌های مکرر و کاهش رضایت مشتریان در معرض خاموشی باشد. به طور کلی، سیستم گزارش‌دهی دستی تنها قطعی‌های پایدار را ردیابی می‌کند و قطعی‌های گذرا ثبت نمی‌شوند. در استفاده از این روش، تلاش‌های بازیابی صحیح بسیار دشوار می‌باشد و زمان قطعی مشتریان به طور مناسبی کاهش نمی‌یابد [۷].

بدون یک مدل یک‌پارچه که اتصال هر مشتری به دستگاه‌های حفاظتی بالادست در فیدر را فراهم می‌کند، کارکنان شرکت برق باید به طور دستی تماس‌های مشتریان را به طور منطقه‌ای دسته‌بندی کنند و سپس این اطلاعات را در اختیار پرسنل در محل برای بازیابی قرار دهند. استفاده از این روش ممکن است منجر به تامین برق مشتریان از طریق دستگاه‌های مختلف که به طور نامناسب گروه‌بندی شده‌اند، گردد که در نتیجه‌ی اشتباه، زمان بازیابی افزایش خواهد یافت. در این مورد، پرسنل در محل باید با هر مشتری تماس بگیرند تا مطمئن شوند همگی آنها بازیابی شده‌اند. اگر فرض بر این است که همه مشتریان در منطقه بازیابی شده‌اند، بنابراین برخی مشتریان ممکن است لازم باشد برای گزارش قطعی پیوسته‌ی خود با نهاد مربوط تماس حاصل کنند [۱۴].

به طور معمول، سوابق قطعی توسط پرسنل به صورت دستی با درجات مختلفی از به هنگام بودن وارد یک دیتا شیت یا پایگاه داده می‌شوند و در طول زمان حفظ می‌گردند. بسیاری از این سیستم‌ها دارای فرم رایگان می‌باشند، که در نتیجه خطاهای گزارش شده به سیستم صرفاً از عمل ثبت داده‌ها به دست می‌آید. علاوه بر این، سطح دقت اطلاعات ثبت شده برای

هر قطعی محدود خواهد شد و ممکن است که همیشه شامل اطلاعاتی از قبیل دلیل قطعی، دستگاه تحت تاثیر، محل و گستره- ای از انواع مفیدی از اطلاعات نباشد [۲۲].

با سیستم دستی، جمع‌آوری و وارد کردن داده‌ها، تحت تاثیر علایق پرسنل در محل قرار خواهد گرفت که آنها صرفاً می-توانند بهترین تخمین در محل باشند، که در نتیجه می‌توانند محافظه کارانه ثبت شده باشند (یا بیش از حد خوش بینانه، یا بیش از حد بدبینانه). با این توصیف، ماهیت این نوع رویکرد، تنها روندهای کلی را فراهم می‌کند و باید توسط شرکت برق برای مقایسه‌ی داخلی مورد استفاده قرار گیرد و نباید برای عملکرد محک‌زنی با دیگر شرکت‌های برق مورد استفاده قرار گیرد، مگر اینکه نتایج به وضوح مشخص شده باشند [۱۹].

۵-۲-۵-۱- سیستم قطعی کاملاً خودکار

در سوی دیگر، طیف جمع‌آوری داده‌های خرابی سیستم‌هایی هستند که از یک مدل اتصال کامل از مشتریان به ترانسفورماتورها، دستگاه‌های حفاظتی جانبی، دستگاه‌های حفاظتی خط اصلی و در نهایت بازگشت به سیستم حفاظتی پست (برای مثال مدار شکن‌ها) و به سیستم انتقال استفاده می‌کنند. در این سیستم‌های پیشرفته، سیستم مدیریت قطعی (OMS)^۱ اغلب بر مبنای یک سیستم اطلاعات جغرافیایی کامل عمل کرده و در برخی موارد ممکن است شامل اطلاعات فراهم شده توسط یک سیستم گزارش‌دهی قطعی دستگاه پست زمان واقعی از طریق SCADA باشد. با استفاده از این سیستم کاملاً یک‌پارچه، شرکت برق دارای این پتانسیل است که شمارش دقیقی از تعداد مشتریان تحت تاثیر هر خرابی و همچنین مدت زمان هر وقفه در خدمات داشته باشد. علاوه بر نصب این سیستم‌ها، شرکت‌های برق باید کارکنان خود را آموزش دهند تا کارکنان به طور مناسب تمام سیستم‌های جدید را مورد بهره‌برداری قرار دهند و تاثیر اقدامات خود را درک کنند. این فرایند به همان اندازه مهم می‌باشد که سیستم تکنولوژی اطلاعات در به دست آوردن اطلاعات دقیق قابلیت اطمینان مهم است [۳۰].

استفاده از چنین سیستم‌هایی ارائه‌ی نتایج به موقع از معیارهای عملکرد سیستم و روند عملکرد را تسهیل می‌بخشد. تجزیه و تحلیل ممکن است برای دستگاه‌های خاص و در برخی موارد برای سطح مشتری^۲ انجام شود. با مدل کامل اتصال به مشتری^۳، شرکت‌های برق نه تنها اطلاعات دقیق‌تری برای ساخت آمار و ارقام قابلیت اطمینان خود خواهند داشت، بلکه توانایی

۱- Outage management system (OMS)

۲- Individual customer level

۳- Full customer connectivity model

ترکیب کردن تماس‌های مشتری را به طور خودکار دارند و در نتیجه خرابی‌های تجهیزات در یک زمان بررسی می‌گردند. هنگامی که مشکل حل شد و دستگاه بازیابی گردید، تمام مشتریان از طریق این دستگاه دوباره بازیابی شده در نظر گرفته می‌شوند. مدل اتصال به شرکت‌های برق اجازه می‌دهد تا به بازیابی جزئی یا گام به گام بخش‌هایی از فیدر پردازند و به درستی مدت زمان قطعی هر مشتری در سراسر فعالیت‌های بازیابی مشخص می‌کند [۳۲].

بیشتر شرکت‌های برق که مدل اتصال و سیستم مدیریت قطعی دقیق‌تر و پیچیده‌تری را پیاده‌سازی کرده‌اند دریافته‌اند که آمار و ارقام قابلیت اطمینان بدتر شده است. در بسیاری از موارد، سیستم‌های جدید، شرکت‌های برق را قادر می‌سازند تا به طور کامل تعداد مشتریان تحت تاثیر هر قطعی خدمات و همچنین مدت زمان قطعی خدمات را به دلیل ثبت زمان‌های دقیق شروع و پایان قطعی‌ها محاسبه کنند. به جای اینکه دلیلی برای پیاده‌سازی نکردن چنین سیستم‌هایی در نظر گرفته شود، روش‌های دقیق‌تر، قابلیت‌های بسیاری برای شرکت برق به منظور توسعه‌ی یک تصویر بهتر از ناحیه‌ی خرابی و همچنین بزرگی قابل مقایسه‌ی خرابی‌ها برای اولویت‌بندی ارائه می‌کنند. علاوه بر این، این سیستم‌ها کمک خواهند کرد که شرکت برق هزینه‌های خود را بهینه کند و پاسخ‌گوی چالش‌های فزاینده‌ی ناشی از بررسی موشکافانه‌ی مقرراتی و مشتریان باشد.

۶-۲-۵-۱- پیاده‌سازی سیستم‌های قطعی مختلف

تکنولوژی‌ها، سیستم‌ها و فرآیندهای کنونی استفاده شده توسط شرکت‌های برق مختلف بر مبنای محرک‌های مختلف خاص شرکت برق و در نتیجه‌ی سال‌ها بهره‌برداری از سیستم‌های برق می‌باشند. تا زمان دسترسی گسترده به سیستم‌های مدیریت قطعی در سال ۱۹۹۰، بهره‌برداری دستی از سیستم کافی در نظر گرفته می‌شد. همان‌طور که کمیسیون‌های خدمات عمومی و مشتریان خواستار اطلاعات بهتر می‌شدند، شرکت‌های برق توسعه‌ی سیستم‌های پیشرفته که قابل پیاده‌سازی بودند را درخواست می‌کردند. بسیاری از این سیستم‌ها میلیون‌ها دلار هزینه و سال‌ها زمان برای پیاده‌سازی نیاز داشتند. بدون توجه به دلیل برای پیشرفت در اجزای فرایند مدیریت قطعی شرکت برق، شرکت باید این پیشرفت‌ها را برای ارائه‌ی بهبود دقت و زمان پاسخ اعمال می‌کرد [۲۳].

همان‌طور که یک شرکت برق پیشرفت‌های سیستم را برای نقشه‌برداری، سیستم اطلاعات مربوط به مشتری، امکانات ردیابی، مدیریت کار یا دیگر سیستم‌های مرتبط در نظر می‌گیرد، باید مزایای اضافه شده و پیشرفت‌هایی که می‌تواند با ایجاد یا ادغام این سیستم‌ها با سیستم مدیریت قطعی به دست آید را در نظر بگیرد.

همه‌ی سیستم‌های مدیریت قطعی بر روی چند مولفه‌ی کلیدی تکیه می‌کنند:

- مدل اتصال از مشتری به منبع تغذیه، اعم از:
 - (۱) ارتباط بین ترانسفورماتور، دستگاه‌ها و مشتریان
 - (۲) مدل GIS کامل و دقیق، از جمله توقف تدریجی^۱
- گزارش قطعی و خرابی مشتری از:
 - (۱) تماس نماینده‌ی خدمات مشتری
 - (۲) واحد تشخیص صدا (تلفن گویا)^۲
 - (۳) گزارش خرابی پشتیبانی شده از برنامه‌های کاربردی وب
 - (۴) دستگاه گزارش خرابی خودکار
- اسکادا (SCADA)
 - (۱) دستگاه‌های اتوماسیون پست
 - (۲) دستگاه‌های اتوماسیون توزیع
- دستگاه خواندن گزارش خرابی خودکار
- تجزیه و تحلیل گزارش وقایع خرابی یا قابلیت‌های گروه‌بندی، به عنوان مثال، گروه‌های مشتری، گروه‌های ترانسفورماتور و یا گروه‌های دستگاه‌های حفاظتی
 - (۱) از طریق بلیط‌های خرابی نسخه‌ی چاپی
 - (۲) از طریق پایگاه الکترونیکی با ورودی:
 - از طریق پایانه‌های داده‌های تلفن همراه
 - از طریق وارد کردن حوادث به طور دستی

۱- Phasing

۲- Interactive voice recognition unit (IVR)

همه‌ی مولفه‌های کلیدی بالا برای یک سیستم مدیریت قطعی می‌تواند در بسیاری از روش‌های مختلف، با سطوح مختلف دقت و کامل بودن فراهم گردد. بیشتر شرکت‌های برق زمانی که مدل‌ها یا سیستم‌های پیچیده‌تر را پیاده‌سازی می‌کنند، آمار و ارقام قابلیت اطمینان‌شان به دلیل افزایش دقت جمع‌آوری داده‌ها بدتر می‌گردد [۱۲].

نیاز به داشتن نقشه‌های دقیق در قالب الکترونیکی می‌تواند محرکی برای پیاده‌سازی فرآیندهای جدید یا بهبود فرایند جمع‌آوری خرابی‌ها باشد. با پیاده‌سازی یک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)^۱، شرکت برق می‌تواند این اطلاعات را برای بهبود بیشتر مدل اتصال و فرایند مدیریت قطعی مورد استفاده قرار دهد. توجیه هزینه برای GIS و سیستم مدیریت قطعی، توانایی استفاده از مزایای اضافه شده‌ی این سیستم‌ها که با یکدیگر به منظور بهبود راندمان شرکت برق و خدمات به مشتریان می‌گردد در نظر گرفته می‌شود [۶۲].

از سوی دیگر، برای آن دسته از شرکت‌های برق که در حال حاضر دارای چنین سیستم‌هایی نیستند و یا نمی‌توانند هزینه‌ی خرید و پیاده‌سازی یک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) را توجیه کنند، ایجاد اتصال توسط خود شرکت بر مبنای قابلیت گروه‌بندی تماس‌های خرابی که می‌تواند بهره‌وری پرسنل اعزام شده را بهبود بخشد و زمان‌های بازیابی خرابی را کاهش دهد ممکن است توجیه گردد [۲۳].

جمع‌آوری به موقع و منظم اطلاعات خرابی موضوع کلیدی می‌باشد. حتی پیچیده‌ترین سیستم‌های مدیریت خرابی و به طور کامل کامپیوتری شده^۲ تنها می‌توانند خرابی‌های مشتری وارد شده در سیستم را تجزیه و تحلیل و گروه‌بندی کنند. در صورتی که محدودیت در تعداد تماس‌های مشتری که نمایندگان خدمات مشتری یا سیستم‌های تلفن گویا می‌توانند در یک دوره‌ی معین وارد سیستم کنند وجود داشته باشد، یا تماس‌های خرابی وارد شده در سراسر قلمرو پراکنده باشد، OMS ممکن است تعداد بلیط‌ها یا دستورهای مشکل را برای دیسپاچینگ و ردیابی کاهش ندهد. شرکت‌های برق با توانایی‌های گزارش‌دهی خرابی محدود ممکن است به راحتی قادر به توجیه هزینه‌ی بودجه برای تعداد افزایش یافته‌ی نمایندگان خدمات مشتری یا پیاده‌سازی سیستم‌های تلفن گویا (IVR) باشند [۲۲].

علاوه بر این، همان‌طور که شرکت‌های برق مدل اتصال و روش‌های گزارش‌دهی خرابی خود را بهبود می‌دهند، تاکید بیشتر می‌تواند به توجیه گسترش قابلیت‌های سیستم مدیریت قطعی (OMS) بیانجامد. سیستم مدیریت قطعی (OMS) هم

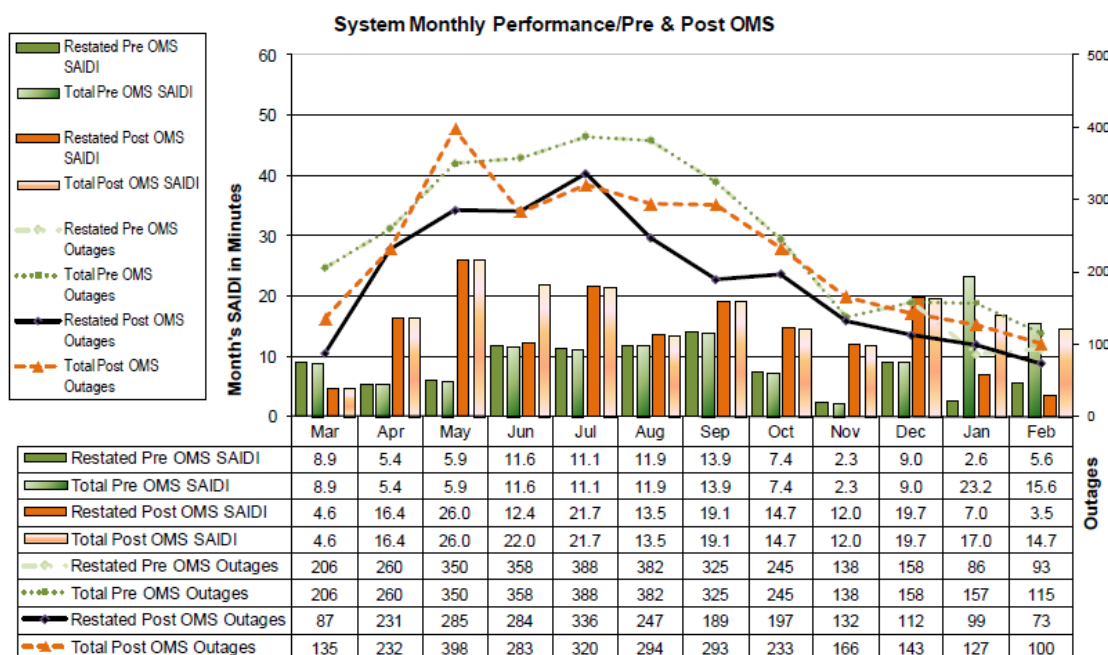
۱- Geographic information system (GIS)

۲- Fully-computerized

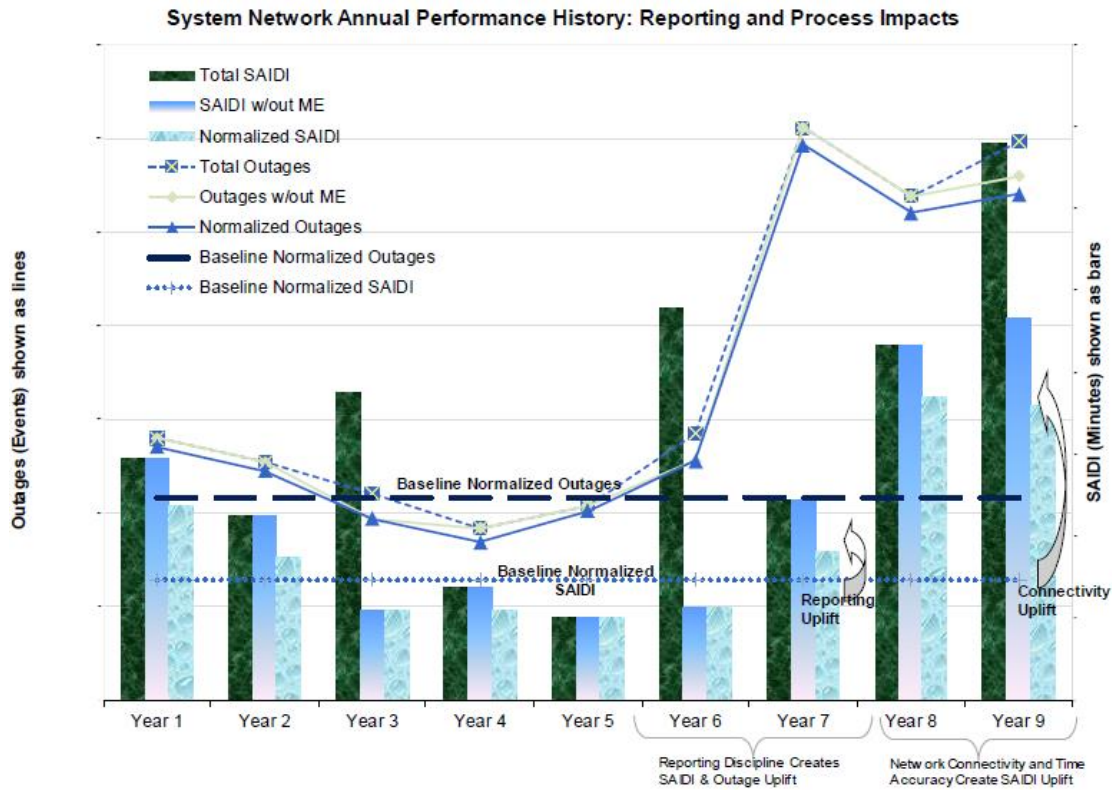
می‌تواند در سطح خانه به طور مستقیم توسط شرکت برق پیاده‌سازی و توسعه داده شود و هم توسط یک ارائه دهنده‌ی OMS که می‌تواند بهترین استفاده را از مدل اتصال و فرایند گزارش‌دهی قطعی موجود شرکت برق برد، تهیه گردد [۵].

۷-۲-۵-۱- ارزیابی تاثیر تغییرات فرایند مدیریت خرابی

به محض پیاده‌سازی یک سیستم مدیریت خرابی خودکار، شاخص‌ها به احتمال زیاد در نتیجه‌ی روش‌های متفاوت در اندازه‌گیری حوادث قطعی برق تغییر خواهند کرد. بنابراین، سطوح شاخص ممکن است بدتر بودن سیستم را نشان دهد که این موضوع ناشی از جمع‌آوری داده‌هایی است که قبلاً جمع‌آوری نشده بودند و یا ممکن است به دلیل دقت بیشتر در فرآیند جمع‌آوری داده‌ها باشد. روش‌های گوناگونی پیاده‌سازی شده‌اند که سعی در اندازه‌گیری اثر تغییر فرایند دارند [۵]. همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده است، تاثیر OMS در معیارها آشکار است. این موضوع ممکن است به نوعی در گزارش "بالا بردن" در نظر گرفته شود. به عبارت دیگر، در حالی که سیستم همان کار را انجام می‌دهد، تاثیر نتایج فرآیند در معیارهای عملکرد ظاهراً متفاوت است. در شکل ۱-۱۸، بالا آمدگی (uplift) که می‌تواند به نظم و انضباط گزارش نسبت داده شود نشان داده شده است [۶].



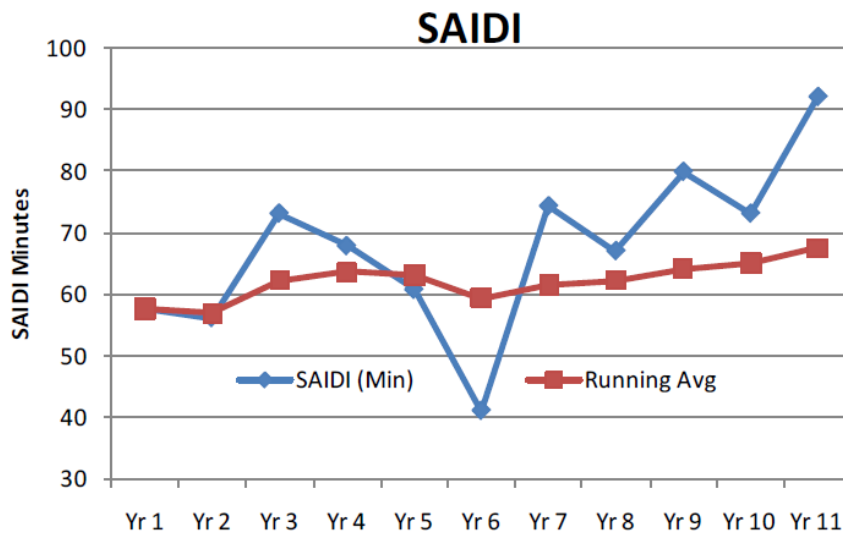
شکل ۱-۱۸: مقایسه ماهانه قبل و بعد از پیاده‌سازی OMS: قطعی‌ها و SAIDIهای ماهانه



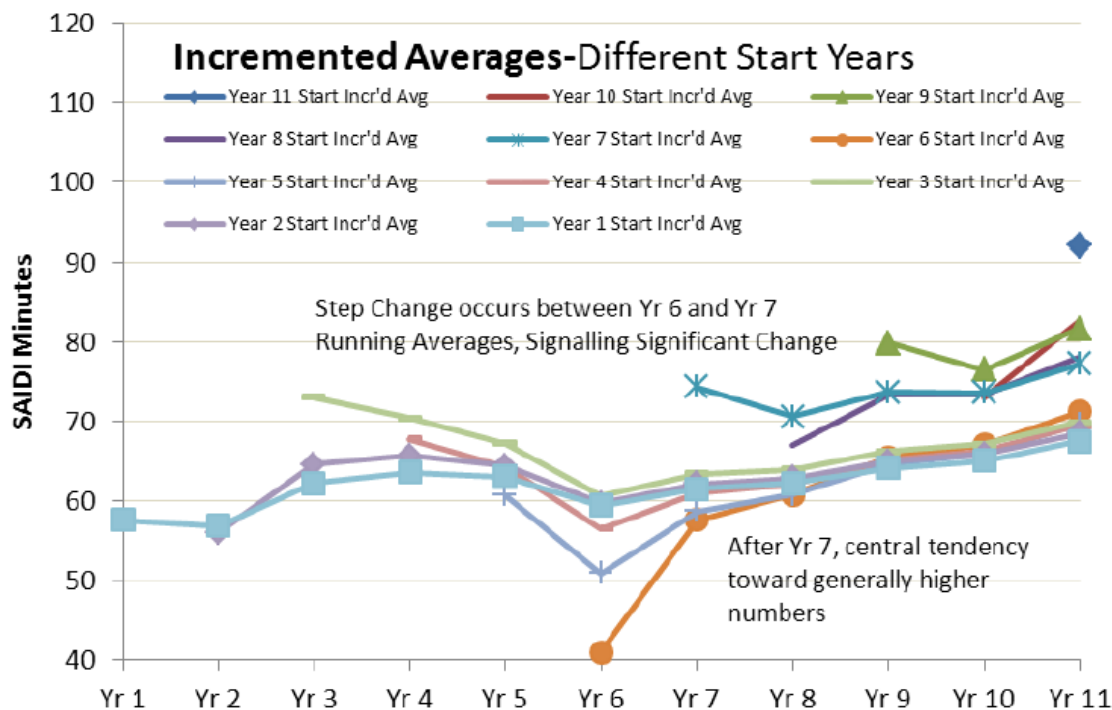
شکل ۱-۱۹: تاریخچه عملکرد قبل و بعد از بالآمدگی SAIDI و قطعی‌ها

یکی دیگر از روش‌های ارزیابی تاثیر تغییرات گزارش‌دهی سیستم، افزایش میانگین می‌باشد. برای استفاده از روش افزایش

میانگین، میانگین جاری عملکرد هر سال محاسبه می‌شود.



شکل ۱-۲۰: میانگین جاری SAIDI



شکل ۱-۲۱: میانگین افزایش یافته SAIDI: شروع سال‌های مختلف

۸-۲-۵-۱- ریسک و ارزیابی ریسک

بسیاری از کارایی‌های مرتبط با مدیریت ریسک در شبکه توزیع انجام شده بر مباحث قابلیت اطمینان تمرکز کرده‌اند که این موضوع قابل درک است زیرا برق از طریق ساختار شبکه توزیع انتقال می‌یابد و این بخش برای مراجع تنظیم‌کننده این کشورها بسیار مهم است. اما شرکت‌های توزیع با معیارهای تصمیم‌گیری مهم دیگری در رابطه با ریسک کسب کار خود مواجه هستند که معمولاً شامل ریسک غیر محسوس مثل ایمنی، اثرات محیطی و اعتبار شرکت است [۴].

شرکت‌های توزیع تایید می‌کنند که آنها با شکل‌های مختلف ریسک برخورد دارند. مطالعاتی در مورد ریسک‌های که شرکت توزیع با آن مواجه هستند صورت گرفته است. نتیجه این مطالعات در جدول نشان داده شده است. تمام این ریسک‌ها در موقعیت فعلی قابل اعمال نیستند اما دسته بندی بدست آمده از تمام ارزیابی ریسک‌ها را هنگام پرداختن به ریسک شرکت‌های توزیع، بایستی در ذهن نگه داشت [۴].

جدول ۱-۶: دسته بندی پیامدهای ریسک

دسته بندی پیامدهای ریسک

- ریسک اقتصادی
- ریسک ایمنی
- ریسک محیطی
- ریسک کیفیت تغذیه
- ریسک خوشنامی
- ریسک آسیب پذیری
- ریسک قانون گذار

ریسک‌های مختلف می توانند دارای اثر متفاوت باشند. می توان برای دسته بندی ارائه شده ریسک‌ها سه نوع اثر تعریف کرد:

- اثر محلی : بیانگر حالتی است که یک المان مشخص تصادف یا حادثه‌ای متمرکز را بوجود آورد.
- اثر در مقیاس سیستم: بیانگر حالتی است که خرابی یک المان یا بخشی از سیستم، اثر گسترده‌ای را بر بخش وسیعی از سیستم بوجود می‌آورد.
- اثر در مقیاس شرکت: بیانگر ریسک‌هایی است که بر روی پایه های تجاری اثر می‌گذارد. که می‌تواند در نتیجه یک اثر محلی با سیستمی باشد و یا در اثر یک پیشامد مستقل بوجود آید.

روش‌های اصلی آنالیز ریسک در جدول (۷-۱) نشان داده شده‌اند. برای روش‌های آنالیز مبتنی بر مدل روش‌های متنوعی با

توجه به سناریوی مورد مطالعه وجود دارد.

جدول ۱-۷: دسته بندی روش‌های آنالیز ریسک

روش های نمونه	شرح	نوع آنالیز	دسته بندی
آنالیز خام ریسک، جلسات سیالسازی ذهن	آنالیز غیر رسمی ریسک مثل بحث گروهی، سیال سازی ذهن ^۱	کیفیتی	روش‌های ساده شده آنالیز ریسک
آنالیز ریسک با استفاده از HAZOP ماتریس ریسک	روش‌های رسمی تر آنالیز ریسک استفاده میشود	کیفیتی و کمیتی	روش‌های استاندارد آنالیز ریسک
آنالیز درخت اتفاقات، آنالیز قابلیت اطمینان شبکه bayesian، روش‌های محک زنی	روش‌های رسمی	کمیتی	روش‌های مبتنی بر مدل آنالیز ریسک

۳-۵-۱- بهبود پایایی

بخش پایایی انرژی و توزیع توان^۱ در دپارتمان انرژی آمریکا، برنامه‌ای را با عنوان سرمایه‌گذاری در شبکه هوشمند تحت یکی از ماده‌های قانونی تصویبی در سال ۲۰۰۹ در نظر گرفت. این برنامه شامل ۹۹ پروژه با به‌کارگیری فناوری‌های شبکه هوشمند، ابزارها و روش‌های نوین برای انتقال و توزیع توان و نیز سیستم‌های اندازه‌گیری پیشرفته بود. از میان ۹۹ پروژه، ۴۸ پروژه مرتبط با ارتقای پایایی سیستم توزیع بودند. به‌طور کلی این پروژه‌ها یکی از اهداف زیر را دنبال می‌کنند [۶۵-۷۰]:

۱- کاهش فرکانس قطعی‌های دائمی و موقت

۲- کاهش مدت‌زمان قطعی‌ها

۳- کاهش هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری مرتبط با مدیریت خروجی‌ها

در اینجا، اطلاعات خلاصه‌ای از این پروژه‌ها ارائه می‌گردد. این پروژه‌ها با هدف اتوماسیون شبکه توزیع است که شامل یکپارچه‌سازی شبکه‌های مخابراتی، سیستم‌های کنترلی، اطلاعاتی و افزارهای میدانی می‌شود. علاوه بر این، تست و ارزیابی کلی برای اتوماسیون این شبکه ضروری است. به‌طور مثال رله‌های هوشمند، کلیدهای خودکار در فیدرها و سیستم‌های مدیریت توزیع می‌تواند برای یافتن محل خطا، ایزوله کردن آن و بازیابی توان به کار گرفته شود. بنابراین یکپارچه کردن و هماهنگی این تجهیزات و نیز اطمینان حاصل کردن از عملکرد صحیح هر تجهیز به‌صورت جداگانه بخشی از برنامه کاربرد آن‌ها است [۷۳].

۱-۳-۵-۱- شبکه‌های مخابراتی

شبکه‌های مخابراتی برای سیستم‌های توزیع امکان جمع‌آوری داده از سنسورها، تحلیل آن‌ها و نیز ارسال سیگنال‌های کنترلی را برای بهره‌برداری از تجهیزات فراهم می‌کنند. بنابراین اپراتورهای شبکه با استفاده از این شبکه‌ها قادرند پخش بار و توزیع توان را در شبکه کنترل و به مسائل پایایی رسیدگی کنند.

اغلب شرکت‌های توزیع قادرند از سیستم‌های چند لایه برای ایجاد ارتباط بین سیستم‌های کنترلی و اطلاعاتی استفاده کنند. معمولاً لایه اول بین سیستم‌های مدیریت توزیع و پست ارتباط برقرار می‌کند و شامل سیستم‌های مخابراتی مایکروویو، فیبر

نوری و سرعت بالا می‌شود. تعدادی از شرکت‌های برق از سیستم‌های نظارت بر جمع‌آوری داده و کنترل^۱ استفاده می‌کنند. لایه دوم شبکه معمولاً پست‌ها را به افزارهای میدانی متصل می‌کند و از بی‌سیم یا مخابرات تله موج^۲ استفاده می‌کند [۷۵].

۲-۳-۵-۱- سیستم‌های کنترلی و اتوماسیون

اتوماسیون توزیع امکان نظارت و کنترل تجهیزات از راه دور در شبکه توزیع شرکت‌های برق را فراهم می‌آورد و این امکان از طریق تصمیم‌گیری خودکار، عیب‌یابی سریع‌تر و موثرتر و بازیابی سیستم قابل انجام خواهد بود. اتوماسیون توزیع متشکل از سیستم‌های مرکزی کنترل و نظارت، از قبیل سیستم‌های توزیع اسکادا یا سیستم‌های مدیریت توزیع می‌باشد. تجهیزات این کارایی شامل واحدهای ترمینال از راه دور، دستگاه‌های هوشمند الکترونیکی مانند قطع‌کننده مدار، کلیدها، خازن‌ها و ترانسفورماتورها می‌باشد. مهم‌ترین هدف اتوماسیون توزیع، کاهش سطح ولتاژ در سمت مصرف‌کننده نهایی است. آنها همچنین برای ایزوله کردن خطا نیز عمل می‌کنند به نحوی که اثرات منفی آن بر بخش‌های دیگر از شبکه اعمال نشود. اتوماسیون توزیع قابلیت‌های جدیدی هم‌چون ثبت آلام و سوئیچینگ خودکار را ارائه می‌دهد، که منجر به بهبود بخشیدن در تشخیص خطا، ایزوله نمودن و بازیابی شبکه می‌شود، که به نوبه خود کمک خواهد کرد که تعداد و طول مدت خاموشی مشتری کاهش یابد [۷۳].

❖ سطوح اتوماسیون شبکه‌های توزیع

در قسمت قبل راجع به اتوماسیون سیستم توزیع و کاربرد آن در جدا کردن خطا و بازیابی سیستم مطالبی ذکر شد. اجرای سیستم اتوماسیون را می‌توان در سه سطح طبقه‌بندی کرد. این سه سطح عبارتند از پست، فیدر و مشترکین.

• اتوماسیون در سطح پست‌ها

با داشتن سیستم تولید و انتقال قابل اطمینان، نخستین گام برای بهبود کیفیت منبع، اتوماسیون در سطح پست توزیع می‌باشد. اتوماسیون پست شامل کنترل ولتاژ باس، کنترل جریان باس، کنترل جریان در ترانسفورماتورهای موازی پست، جبران سازی افت ولتاژ خط و بستن مجدد کلیدها به طور اتوماتیک می‌باشد. این عملیات بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده از

۱-SCADA

۲-Power Line Carrier

وسایل موجود در پست‌ها انجام می‌گیرد. عمل پردازش توسط کنترل کننده پست (RTU هوشمند) صورت می‌گیرد. همچنین اتوماسیون پست و قراردادن RTU در پست، قابلیت مانیتورینگ ولتاژ باس و نیز میزان جریان عبوری را فراهم می‌کند [۷۵].

- اتوماسیون در سطح مشترکین

اخیراً در بین شرکت‌های توزیع جهت جلب رضایت مشتریان رقابت شدیدی به وجود آمده و هر شرکت سعی در جلب رضایت هر چه بیشتر مشتریان دارد. با بهبود سرویس دهی خصوصاً در مورد بارهای صنعتی مهم و حساس و نیز مشترکان تجاری، می‌توان رضایت مشترکین را بالا برد. این کار با اجرای سیستم اتوماسیون در سطح مشترکین صورت می‌گیرد. این کار از طریق نصب سیستم AMR انجام می‌شود. این تجهیزات علاوه بر اندازه‌گیری داده‌ها، اطلاعات مربوط به اعلام قطعی و بازبایی را تهیه می‌کنند و پیغام قطعی و تأیید بازبایی را به صورت زمان واقعی ارسال می‌کنند. همچنین تعداد خاموشی‌های گذرای صورت گرفته در طول یک دوره زمانی مشخص در سیستم توزیع را ثبت می‌کنند. کاربرد این سیستم در زمینه مدیریت اتفاقات، ارسال پیغام رخداد خاموشی و بازبایی به مرکز کنترل می‌باشد [۷۴].

- اتوماسیون در سطح فیدر

اتوماسیون فیدر توزیع شامل مانیتورینگ و کنترل دستگاه‌های قرار گرفته بر روی فیدرها است. این تجهیزات عبارتند از: ریکلوزرهای خط، سویچ‌های قطع بار، سکشنالایزرها، بانک‌های خازنی و رگولاتورهای خط. از کاربردهای اصلی اتوماسیون فیدر می‌توان سویچینگ اتوماتیک فیدر را نام برد. از سویچینگ اتوماتیک برای مکان‌یابی خطا، جدا کردن آن، تشخیص خطاهای فیدر، بازبایی توان به قسمت‌های سالم فیدر استفاده می‌شود.

اتوماسیون فیدر شامل جداسازی اتوماتیک فیدر هنگام عیب‌یابی، ایزوله کردن محل خطا، برقراری مجدد سرویس، تجدید ساختار فیدر می‌باشد. به طور کلی کنترل و مانیتورینگ فیدرهای توزیع این قابلیت را به اپراتور می‌دهد که وضعیت فیدرها را بر روی کامپیوتر مشاهده کرده و ریکلوزرها، سکسیونرها و همچنین کلیدهای ارتباطی را کنترل کند. به علاوه کنترل از راه دور کلیدهای تقسیم کننده و کلیدهای ارتباطی این امکان را فراهم می‌کند که بار بین ترانس‌ها به صورتی تقسیم شود که بار روی هر ترانس بیشتر از ظرفیت آن نباشد. در بین سطوح اتوماسیون در شبکه توزیع، اتوماسیون در سطح فیدر برای تشخیص و مکان‌یابی خطا، جدا کردن قسمت خطادار و بازبایی توان از اهمیت خاصی برخوردار است، بنابراین در این قسمت راجع به این سطح از اتوماسیون و کاربرد آن در سیستم مدیریت اتفاقات بیشتر بحث خواهد شد [۷۳].

کلیدزنی خودکار در فیدرها از طریق ایزوله کردن خودکار و بازآرایی بخش‌هایی از فیدر توزیع با استفاده از سنسورها، کنترل‌ها، کلیدها و سیستم‌های مخابراتی انجام می‌شود. کلیدهای خودکار فیدرها می‌توانند در پاسخ به شرایط خطا که به صورت محلی یا از طریق اطلاعات کنترلی ارسال شده از مکان‌های دیگر شناسایی شده است، عمل کنند. استفاده از این تجهیزات خودکار موجب کاهش تعداد مشترکینی که در اثر خطا دچار قطعی دائمی شده‌اند می‌شود و یا اینکه میانگین مدت قطعی را به‌طور کلی کاهش می‌دهد. این کاربرد بستگی به عواملی همچون چیدمان فیدرها (شعاعی، حلقه‌ای و شبکه‌ای)، شرایط بارگذاری، تعداد بخش‌هایی از فیدرها که تحت تأثیر قرار گرفته است و روش‌های کنترلی مورد استفاده دارد [۷۲].

به‌طور کلی، روش‌های خودکارسازی به دو دسته تقسیم می‌شوند: مرکزی و غیرمرکزی. کلیدزنی مرکزی شامل سیستم‌های مدیریت توزیع یا SCADA می‌شود تا عملکرد افزارهای خودکار را در میان چندین فیدر هماهنگ کند. کلیدزنی غیرمرکزی (که گاهی کلیدزنی مستقل یا توزیع شده نیز نامیده می‌شود) از اطلاعات کنترلی محلی استفاده می‌کند تا تجهیزات خودکار را بر اساس منطق کلیدزنی از پیش تعیین شده بهره‌برداری کند. بسیاری از پروژه‌ها از ترکیب این دو روش استفاده می‌کنند [۷۴].

زمانی که برای انجام این اقدامات صرف می‌شود بستگی به توالی حوادث، افزارهای میدانی و میزان تأخیر در سیستم‌های مخابراتی دارد. سیستم‌های مرکزی فاکتورهای بیشتری را در تعیین استراتژی کلید زنی در نظر می‌گیرند و مدت طولانی‌تری برای انجام آن صرف خواهد شد. سیستم‌های توزیع شده معمولاً بین فیدرهای از پیش تعیین شده کلیدزنی می‌کنند و اقدامات مربوطه را سریع‌تر انجام می‌دهند. انتخاب تجهیزات و نیز روش پیاده‌سازی اتوماسیون بستگی به پروژه و اهداف آن دارد. پروژه‌هایی که در ارتباط با مشتریان اندک اما حساس به قطعی هستند، معمولاً از روش توزیع شده استفاده می‌کنند. درحالی‌که پروژه‌های که هدف آن‌ها بهبود پایایی برای گروه بزرگ‌تری از مشترکین است، معمولاً از روش مرکزی بهره‌مند می‌شوند. جنبه‌های دیگر مدرن کردن سیستم توزیع مانند کنترل ولتاژ، کنترل توان راکتیو و مدیریت تجهیزات بر تصمیمات سرمایه‌گذاری در روش‌های کلیدزنی فیدرها مؤثر خواهد بود [۷۳-۷۵].

بسیاری از شرکت‌های برق در حال مجهز کردن کلیدهای توزیع به کنترل اتوماسیون هستند و یا اینکه کلیدهای جدید را با کلیدهایی دارای این قابلیت تعویض می‌کنند. پکیج‌های کنترلی شامل کامپیوترها، واسط‌های کاربر و سیستم‌های مخابراتی می‌شود که تجهیزات را قابل برنامه‌ریزی و کنترل از راه دور می‌نماید. این افزارها دارای این قابلیت هستند که از سنسورهای جریان و ولتاژ برای تشخیص خطا استفاده کنند. کنترل‌کننده‌ها کلیدها را به صورت مستقل و یا در ترکیب با سایر کلیدها باز و بسته می‌کنند. این قابلیت برای متعادل‌سازی بار فیدرها در طول عملیات و جلوگیری از آسیب به تجهیزات ضروری است [۷۲].

پکیج‌های کنترلی می‌توانند به وسیله اپراتورها یا سیستم‌های مدیریت توزیع از راه دور مورد بهره‌برداری قرار گیرند. بسته به نیازهای خاص، پکیج‌های کنترلی می‌توانند الگوریتم‌های پیچیده‌ای داشته باشند که به شرایط متغیر سیستم یا اهداف بهره‌برداری پاسخ دهند. به‌طور مثال در هنگام وقوع طوفان‌های جدی، باز و بست کلیدها می‌تواند غیرفعال شود زیرا اکثر خطاها در این زمان با باز و بست رفع نمی‌شود و تنها جریان خطا چندین مرتبه از سیستم عبور می‌کند.

سیستم‌های مدیریت توزیع منابع مختلف داده از سنسورها، مانیتورها و دیگر تجهیزات میدانی را جمع‌آوری می‌کنند تا شرایط شبکه را ارزیابی و کنترل کنند. این سیستم‌ها معمولاً برای مانیتور کردن تجهیزات فیدرها در هنگام عملیات کاربرد دارند. همچنین مدل دینامیکی سیستم توزیع را به صورت به‌هنگام به اپراتور عرضه می‌دارد تا شرایط سیستم را بهتر کنترل کند. ابزارهای دیداری امکان رؤیت تغییر در بار سیستم، خروجی و مسائل تعمیرات و نگهداری را به اپراتورهای سیستم می‌دهد. این سیستم‌ها قابلیت استفاده برای کنترل توان راکتیو و ولتاژ را دارند و به این ترتیب تعمیر و بهره‌برداری از سیستم را کاراتر می‌سازد [۶۹].

سیستم‌های مدیریت خروجی، ابزارهای مدیریت اطلاعاتی هستند که گزارش‌های خروجی را تحلیل می‌کنند تا گستره خروجی‌ها و محل خطا را تعیین کنند. این سیستم اطلاعات را بر اساس محل و زمان تماس‌های مشترکین، هشدارهای کنترلهای هوشمند و اطلاعات خطا از پست‌ها و تجهیزات نظارتی بر خطوط فیدرها ارزیابی می‌کند. به‌طور معمول، این سیستم از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی استفاده می‌کنند. خروجی‌های این سیستم به اپراتورهای تعمیر و بهره‌برداران شبکه در زمان مواجهه با خطا کمک شایانی می‌نماید. این سیستم را می‌توان با سیستم مدیریت توزیع یکپارچه کرد.

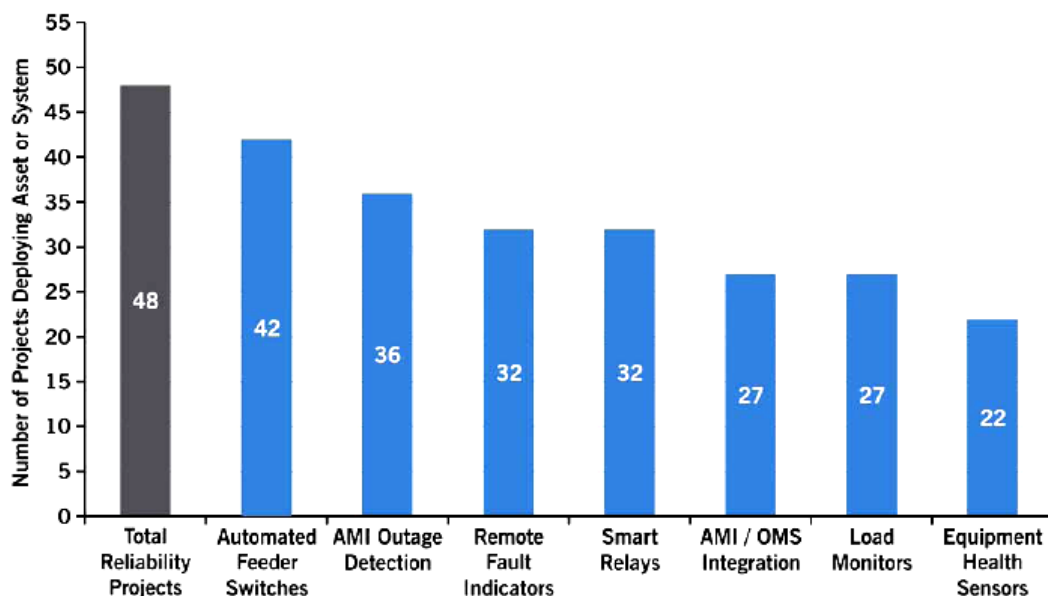
تجهیزات میدانی مجموعه‌ای از فناوری‌ها را شامل می‌شود که در فیدرها و پست‌ها نصب می‌شود تا جریان توان را در شبکه مدیریت کند. بهره‌برداری از این تجهیزات می‌تواند با سیستم‌های مدیریت اطلاعات برای نیل به اهداف مورد نظر در پایایی سیستم یکپارچه شود [۶۹].

رله‌های هوشمند و دستگاه‌های تحلیل خطا به همراه سیستم‌های مدیریت توزیع دقت زیادی را در یافتن محل خطا و تشخیص دلیل آن فراهم می‌کنند. نشان‌گرهای خطای راه دور به اپراتورهای شبکه در هنگام خطا هشدار می‌دهند. رله‌های هوشمند اطلاعات دقیق‌تری را در مورد خطا فراهم می‌کنند. در قطعی‌های موقت، شرکت‌های برق می‌توانند از اطلاعات جمع‌آوری شده از خطا استفاده کنند تا اقدامات اصلاحی (مثلاً کلیدزنی خودکار یا مدیریت پوشش گیاهی) را انجام دهند و بدین ترتیب احتمال وقوع خطاهای دائمی را کاهش دهند.

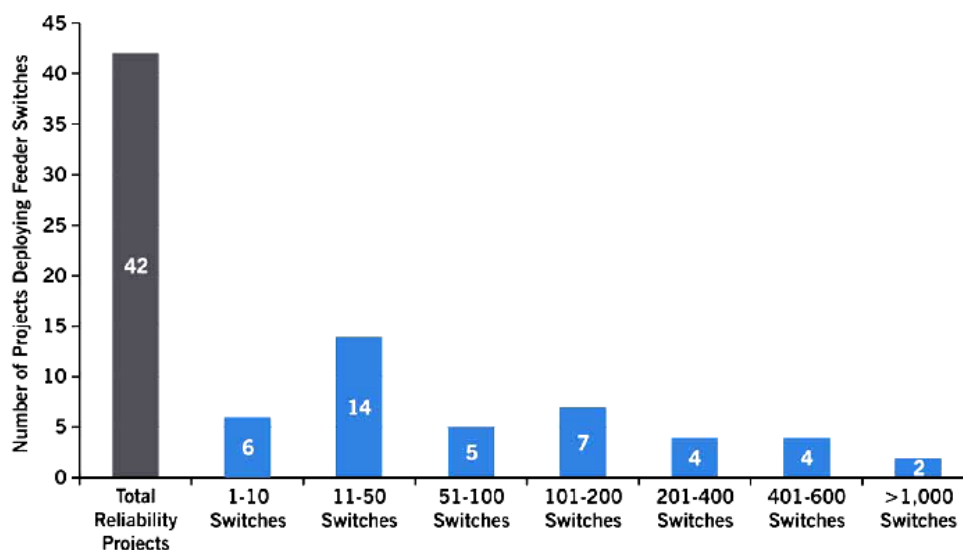
حس‌گرهای سلامت تجهیزات بر شرایط آن‌ها نظارت و پارامترهایی مرتبط را اندازه‌گیری می‌کند، مثلاً حس‌گرهای اندازه‌گیری دمای روغن ترانسفورماتور که خرابی‌های آینده را پیش‌بینی می‌کند. این افزارها معمولاً در پست‌ها و تجهیزاتی نصب می‌شود که خرابی آن‌ها منجر به تأثیرات جدی برای مشترکین و شرکت توزیع می‌گردد. یک مثال دیگر از این تجهیزات، حس‌گر اندازه‌گیری بار در فیدری خاص است که در هنگام عبور از مرز تعیین شده هشدارهایی را به اپراتورهای شبکه اعلام می‌کند [۶۹]. کنتورهای هوشمند نیز قابلیت ارسال هشدار خروجی واحدها را به سیستم مدیریت خروجی دارند. این قابلیت امکان استفاده بهتر از کارکنان تعمیرات تجهیزات و صرفه‌جویی در وقت و هزینه را فراهم می‌کند. با کاربرد این دستگاه نیازی به تماس مشترکین و استفاده از داده‌های مرتبط با آن‌ها برای ارزیابی گستره خطا نیست.

شکل ۱-۲۲ خلاصه‌ای از تعداد پروژه‌هایی که در زمینه تجهیزات مختلف در حال انجام است را نشان می‌دهد. همان‌طور که از این شکل قابل دریافت است، رویکرد شرکت‌ها به سمت کلیدهای خودکار در فیدرها بوده است. در بسیاری از پروژه‌ها، از تعداد محدودی کلید خودکار قبل از تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری بیشتر در اتوماسیون شبکه توزیع استفاده کرده‌اند [۶۸].

شکل ۱-۲۳ تعداد کلیدهای به‌کاربرده شده در پروژه‌های مختلف را نشان می‌دهد. همان‌طور که این شکل نشان می‌دهد، بیشتر شرکت‌های توزیع از تعداد کلید محدودی، به‌طور مثال ۲-۳ کلید در هر فیدر استفاده کرده‌اند تا یکپارچگی سیستم‌های اطلاعاتی و کنترلی خود را بررسی کنند. نمونه‌ای از برنامه‌های اتوماسیون شبکه توزیع در بخش بعدی ارائه می‌گردد.



شکل ۱-۲۲: تعداد پروژه‌های بهبود پایایی با هوشمند کردن سیستم توزیع



شکل ۱-۲۳: تعداد کلیدهای خودکاری که شرکت‌های توزیع مختلف برای بهبود پایایی سیستم خود به کار برده‌اند.

در این قسمت، تعدادی از برنامه‌های بهبود پایایی شرکت‌های توزیع مختلف که تحت نظارت NYISO یا CPUC فعالیت می‌کنند، مرور می‌شود [۷۰].

۳-۳-۵-۱- طراحی سیستم توزیع در جزایر لانگ

در گزارشی که توسط LIPA تهیه شده است، معیارها و روش‌های برنامه‌ریزی سیستم در این ناحیه شرح داده شده است. این شرکت مالک سیستم انتقال این منطقه و نیز نهاد خدمت رسانی به بار است که تحت نظارت NYISO، ISO-NE و PJM فعالیت می‌کند. روش‌های اتخاذ شده توسط این شرکت باید با الزامات NERC، NPCC، NYSRC، NYISO، ISO-NE و PJM منطبق باشد [۷۲]. در هنگام برنامه‌ریزی سیستم توزیع گزینه‌های زیر برای هر نیاز مشخص در نظر گرفته می‌شود:

- افزایش سطح ولتاژ سیستم توزیع (به‌طور مثال از 4 kV به 13 kV)
- تولید پراکنده
- بار قابل کنترل
- افزارهای ذخیره انرژی

در این قسمت معیارهای طراحی پست‌ها و خطوط در این شرکت توزیع بیان و سپس برنامه‌هایی که این شرکت برای

ارتقای پایایی سیستم توزیع خود و نیز پاسخگویی به نیازهای مشترکین در نظر گرفته است، شرح داده می‌شود [۷۱].

❖ معیارهای طراحی

ترانسفورماتورهای پست توزیع در مقدار نامی خود میزان بارگذاری معینی مطابق استاندارد ANSI دارند که بر اساس میزان مجاز وجود نقاط داغ داخلی و دمای روغن تعیین می‌شود. اطلاعات تست کارخانه سازنده و منحنی بارگذاری ۲۴ ساعت هر تجهیز در یک برنامه کامپیوتری برای محاسبه سطح مجاز بارگذاری استفاده می‌شود. مقادیر نامی ترانسفورماتور برای بارگذاری نرمال، اضطراهای طولانی مدت و کوتاه مدت بر اساس مدت زمان تعیین شده برای عمر ترانسفورماتور و منحنی بار تعیین می‌شود [۷۱].

در هنگام اضطراهای مرتبط با وقوع خطا در ترانسفورماتور توزیع، بار ترانسفورماتور به ترانسفورماتور مجاور منتقل می‌شود. در این هنگام برای جلوگیری از اضافه باری ترانسفورماتور مجاور، بار باید از طریق شش کلید دستی یا بیشتر به قسمت‌های دیگر منتقل شود. کل شبکه باید پس از ۲۴ ساعت در مقادیر کمتر از مقدار نامی خود بهره‌برداری شود. اگر انتقال بار به ترانسفورماتور مجاور منجر به بارگذاری بیشتر از اضطرار کوتاه مدت آن شود، لازم است بار تا میزان کمتر از این مقدار قطع شود [۷۱].

در سمت فشارضعیف ترانسفورماتور توزیع، کلید باید در حالت معمولاً باز به کاربرده شود. در این حالت سیم‌های کمتری در حین وقوع اتصال کوتاه آسیب می‌بینند. فیدرهای سیستم توزیع معمولاً در حالت حلقه باز طراحی شده‌اند به گونه‌ای که قابلیت انتقال بار بین فیدرها وجود داشته باشد. این انتقال حتی می‌تواند بین فیدرهای دو پست نیز باشد. طراحی سیستم باید به گونه‌ای باشد که بارگذاری هیچ فیدری از ظرفیت هادی‌های خط فراتر نرود. در هنگام وقوع خطا در یک فیدر یا حتی کلید ابتدای فیدر (با ماکزیمم سه جابجایی بار) همه بارهای قطع شده باید بعد از یک ساعت به مدار برگردند [۷۲].

تجهیزات سکشنالایزر در همه مدارها برای جداکردن قسمت خطا دیده استفاده می‌شوند. کلیدهای معمولاً باز، بین مدارهای مجاور برای مجاز کردن انتقال بار در هنگام وقوع خطاها در نظر گرفته می‌شوند. برای کلیدزنی بین خطوط اصلی قوانینی وجود دارد که در مرجع [۷۳] ارائه شده است. تحت شرایط بهره‌برداری معمول، افت ولتاژ بین اولین و آخرین ترانسفورماتور مدار (سطح ثانویه) در بیشترین بارگذاری نباید از ۵ ولت بیشتر باشد. در شرایط وقوع حادثه افت ولتاژ بین این دو ترانسفورماتور نباید از ۸ ولت بیشتر باشد [۶۹].

❖ طراحی خطوط

LIPA با توجه به معیارهای طراحی بیان شده برنامه‌هایی برای افزایش ظرفیت سیستم در نظر گرفته است تا پایایی سیستم خود را افزایش و به نیاز در حال رشد بار پاسخ دهد. این برنامه‌ها برای تقویت و نیز ارتقای خطوط توزیع طراحی شده‌اند و عبارتند از:

✓ برنامه تبدیل و تقویت: این برنامه شامل احداث فیدهای جدید برای افزایش ظرفیت مدار توزیع یا افزایش قابلیت ظرفیت جابجایی بین پست‌ها است.

✓ برنامه ارتقای مدار: این برنامه شامل تحلیل دلایل وقوع وقفه در مدارهایی است که سطح پایایی آن‌ها کمتر از سطح میانگین سیستم می‌باشد. بازدیدهای میدانی قسمت مهمی از این برنامه است. راه‌حل‌هایی که برای این مدارها در نظر گرفته می‌شود می‌تواند شامل برنامه‌های قطع درختان، نصب برق‌گیر، تعویض مقره‌های بدون پایه و اتصالات سیم‌ها باشد.

✓ برنامه نصب کلید: کلیدهای خودکار سکشنالایزر برای جداکردن قسمت خطا دیده به کار برده می‌شوند.

✓ برنامه تعویض کابل‌های زمینی: با توجه به شرایط میدانی کابل‌ها و عوامل ریسک گذشته خطوط، تعدادی از آن‌ها سالانه تعویض می‌شوند.

✓ برنامه خازن‌های توزیع: بر اساس پیش‌بینی بار سالانه، تعدادی خازن به شبکه اضافه می‌گردد. با اضافه شدن بارهای جدید به سیستم، نیاز به خازن‌های جدید نیز وجود خواهد داشت.

بیش از ۹۰٪ از وقفه‌هایی که در سیستم توزیع این شرکت رخ می‌دهد، در خطوط هوایی رخ می‌دهد و داده‌های خروج نشان می‌دهد که سیستم زمینی دارای پایایی بسیار بالاتری است. با این وجود، تعمیر مدارهای زمینی زمان بیشتری نیاز دارد. بنابراین شاخص CAIDI به طور مثال در هر دو نوع مدار تقریباً یکسان است. در هر حال، مدارهایی که بدترین عملکرد را از لحاظ پایایی دارند (بسیار کمتر از مقدار میانگین سیستم توزیع) شناسایی می‌شوند و هزینه هر یک از برنامه‌های بهبود پایایی و نیز میزان کاهش شاخص‌های پایایی برای آن‌ها محاسبه می‌شود [۷۲]. اگر هیچ یک از این برنامه‌ها قابلیت کاهش شاخص‌های پایایی به مقدار مجاز را نداشتند، بازدهی پروژه (هزینه بر میزان کاهش وقفه) در هنگام تبدیل مدار به مدار زمینی محاسبه می‌شود. اگر پایایی فیدر افزایش قابل توجهی داشت و هزینه پروژه نیز در محدوده پذیرفته شده بود، این مدار به مدار زمینی تبدیل می‌گردد.

پس از این محاسبات، تأثیرات تبدیل مدار در بهره‌برداری سیستم، تعمیر و نگهداری و بر مشترکین بررسی می‌گردد و در صورتی که این تأثیرات چشم‌گیر باشد مدار به مدار زمینی تبدیل نمی‌شود [۷۴].

❖ طراحی پست‌ها

هنگامی که یکی از ترانسفورماتورهای پست دچار خطا می‌شود، شش عملیات کلیدزنی ظرف دو ساعت برای کاهش بارگذاری ترانسفورماتور دیگر به مقدار مجاز در شرایط اضطراری پذیرفته است. برنامه‌های تقویت و تبدیل برای حل مشکلات مربوط به این معیار در نظر گرفته شده‌اند. به‌هرحال، ترانسفورماتورها به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند که در هنگام وقوع خطا در یکی از آن‌ها ترانسفورماتور دیگر پست بتواند به کار خود ادامه دهد. در هنگام احداث پست‌های جدید از برنامه کامپیوتری ارزیابی پایایی استفاده می‌شود تا نحوه آرایش شینه‌های پست و نیز تعداد ترانسفورماتورها محاسبه شود. این برنامه هزینه خروجی و نیز شاخص‌های پایایی را به ازای آرایش‌های مختلف پست محاسبه می‌کند [۷۴].

۴-۳-۵-۱- برنامه‌های ارتقای پایایی در شرکت آب و برق لس‌آنجلس

شرکت آب و برق لس‌آنجلس در سال‌های ۲۰۰۳ الی ۲۰۰۵ با روند صعودی شاخص‌های پایایی سیستم توزیع خود مواجه شد. به همین دلیل، برنامه‌ای با عنوان برنامه پایایی سیستم توزیع برای کاهش قطعی‌ها در نظر گرفت. این برنامه شامل اقدامات اصلاحی مختلفی می‌شود، که خلاصه‌ای از آن‌ها ارائه می‌گردد:

- حذف فیدهای موقت: گرچه مدارهای موقت می‌توانند برق‌رسانی در هنگام وقوع خطا را سرعت بخشند اما استفاده دائمی از آن‌ها می‌تواند منجر به اضافه باری و خطاهای وسیع‌تر در سیستم گردد. بنابراین، این شرکت توزیع برنامه‌ای را جهت شناسایی مدارهای موقت و کاهش تعداد آن‌ها پیاده کرد تا سیستم در حالت نرمال خود بهره‌برداری شود.
- شناسایی مدارهایی که بدترین عملکرد را داشته‌اند: این شرکت توزیع طی تحقیقاتی که انجام داد دریافت که SAIFI در طول ۵ سال، با کاهش قطعی‌ها به نیمی از مقدار گذشته در ۲۰ مداری که بدترین عملکرد را دارند، کاهش پیدا خواهد کرد.

- طراحی سیستم با توجه به افزایش بار: پیش‌بینی افزایش بار و در نظر گرفتن تمهیدات لازم به گونه‌ای که سیستم بتواند پاسخگوی نیازهای جدید باشد موجب کاهش اضافه باری در سیستم و نیز افزایش پایایی می‌شود. بنابراین، شرکت آب و برق لس‌آنجلس رویه برنامه‌ریزی خود را اصلاح کرد [۷۴].
 - انجام تعمیرات پیشگیرانه در پست‌ها: این تعمیرات موجب جلوگیری از وقوع خطاها می‌شود. مثال‌هایی از این تعمیرات تست‌های الکتریکی و فیزیکی، روغن‌کاری و تمیز کردن منظم کلیدها و سایر اجزا است. برنامه این شرکت افزایش نسبت تعمیرات پیشگیرانه به تعمیرات کلی از مقدار ۱۰٪ به ۶۰٪ بود.
 - ترانسفورماتورهای توزیع: تعویض و یا ارتقای ترانسفورماتورهایی که دچار اضافه باری شده‌اند، از دیگر برنامه‌های این شرکت بود.
 - بریدن و یا کوتاه کردن درختان: این برنامه موجب کاهش خروجی‌ها در سیستم شد.
 - ✓ تعویض مدارهای هوایی (دکل‌ها و سخت‌افزارها): در این منطقه ۴۸٪ دکل‌ها دارای عمر بیش‌تر از ۵۰ سال هستند. علاوه بر تعویض دکل‌ها، سایر تجهیزات مرتبط (بازوها، آویزها و قاب‌ها) که سیم‌ها را نگه‌می‌دارند نیز باید تعویض شوند. معمولاً در هنگام تعویض دکل‌ها، دکل‌های بلندتری استفاده می‌شوند تا امکان عبور ولتاژهای بالاتر و یا کاهش اضافه‌باری فراهم شود.
 - تعویض پست‌ها: تعویض ترانسفورماتور پست‌ها هر ۴۵ سال یک بار صورت می‌گیرد. اما تعویض کلیدهای مدار بر اساس ارزیابی شرایط آن‌ها و نه بر اساس بازه زمانی انجام می‌شود.
 - تبدیل مدارهای هوایی به زمینی: این تبدیل نه تنها از لحاظ زیبایی شناختی مطلوب است بلکه می‌تواند با هدف ارتقای سطح پایایی صورت گیرد.
- تغییر سطح ولتاژ: این شرکت امکان تغییر ولتاژ اولیه ۸/۴ kV خود را به ۱۲ kV بررسی کرده است. این مطالعات نشان داده که این تغییر از لحاظ مالی به صرفه نیست و در صورت عدم کاربری دستگاه‌های اتوماسیون کافی، پایایی سیستم را نیز کاهش خواهد داد [۷۵].
- نتایج پیاده‌سازی این برنامه‌ها موجب کاهش تعداد قطعی‌ها در سال ۲۰۰۹ شد. اما به دلیل محدودیت‌های مالی، این شرکت توزیع سرمایه‌گذاری در پروژه‌های ارتقای پایایی را متوقف کرد که مجدداً افزایش شاخص‌های پایایی آن را نتیجه داد. در گزارش سال ۲۰۱۲ این شرکت عنوان شده است که از برنامه‌های آن، افزایش سرمایه‌گذاری بر این پروژه‌ها و نیز استفاده از

فناوری‌های جدید مانند شبکه هوشمند، سیستم‌های مدیریت توزیع و ذخیره انرژی برای بهبود پایایی است. این شرکت توزیع در نظر دارد که از روش‌های مدیریت دارایی و تحلیل‌های پایایی برای اولویت‌بندی بین برنامه‌های خود استفاده کند [۷۴].

۵-۳-۱-۵- برنامه‌های ارتقای پایایی در شرکت Con Edison

شرکت توزیع Con Edison که تحت نظر PSC ایالت نیویورک فعالیت می‌کند، قراردادی را با موسسه تحقیقاتی با عنوان NYSERDA وضع نموده است تا با همکاری یکدیگر بتوانند مشوق‌های کافی برای کاهش بار از طرف مشتریان فراهم کنند و در نهایت پایایی تأمین توان را افزایش دهند. این برنامه شامل ترویج کاربرد سیستم‌های تولید همزمان گرما و توان نیز می‌شود [۶۹].

۶-۳-۱-۵- پیاده‌سازی شبکه‌های هوشمند

در چند سال گذشته مباحث مختلفی در مورد این که چطور می‌توان زیرساخت‌های کهنه‌ی شبکه قدرت را به بهترین نحو به‌روز کرد، صورت گرفته است. اجماع عمومی بر این محور شکل گرفته که شبکه‌ی به‌روز شده نه تنها باید قابلیت اطمینان مناسب در برابر افزایش تقاضای برق را تأمین نماید، بلکه باید بهره‌وری کلی شبکه را نیز بالا ببرد. نیاز به طراحی و پیاده‌سازی شبکه‌ای با ویژگی‌های منحصر به فرد و با مولفه‌های جدید می‌توانست این نیاز را برآورده سازد. ایده شبکه‌ی هوشمند در همین راستا مطرح و به‌شدت مورد استقبال قرار گرفت.

به‌طور قطع تکنولوژی‌ها و برنامه‌های زیادی در پیشبرد شبکه‌های برق به‌سمت هوشمندتر شدن نقش خواهند داشت که شامل اندازه‌گیرهای دیجیتالی پیشرفته، اتوماسیون سیستم‌های توزیع، سیستم‌های کارآمد انتقال داده و منابع انرژی پراکنده خواهند بود. در حال حاضر، پروژه‌های زیادی در زمینه‌های مرتبط در حال انجام است که اهمیت این بحث را در ساختار مدیریتی و تصمیم‌گیری تأیید می‌کند. برای مثال، استفاده از پهنای باند مخابراتی برای انتقال داده‌های سیستم توزیع، سیستم‌های حلقه بسته برای استفاده از ادوات حفاظتی پیشرفته و استفاده گسترده از منابع انرژی پراکنده در راستای هدف مذکور تعریف شده‌اند [۶۴-۶۹].

دستیابی به برنامه‌های مذکور از طریق تکنولوژی‌های نوین، یک سوال را بر جای می‌گذارد: آیا هوشمندشدن شبکه‌ها بر روی طراحی سیستم‌های قدرت تاثیر شگرفی خواهد گذاشت؟ شرکت‌ها چگونه باید این تغییرات را اعمال نمایند تا شبکه از حالت فعلی به سوی شبکه‌های هوشمند در آینده حرکت نماید؟

در حال حاضر تحقیقات گسترده‌ای به منظور پاسخ‌گویی به این سوالات در حال انجام است که در ادامه به طور خلاصه به چند نمونه پرداخته خواهد شد.

❖ EPRI Intelligrid

این مرکز توسط EPRI در سال ۲۰۰۱ به منظور طراحی زیرساخت‌های انتقال قدرت الکتریکی، تجهیزات پیشرفته در ارتباطات مخابراتی، محاسبات و ادوات الکترونیکی بنیاد گردید. توسعه، بهینه‌سازی و طراحی تجهیزات جدید به منظور افزایش بازده، تامین انرژی مشترکین با هزینه کمتر و قابلیت اطمینان بالاتر از عمده‌ترین وظایف این مرکز می‌باشد. در حال حاضر پروژه شبکه هوشمند در این شرکت مبتنی بر ۵ زیر گروه کلی است: معماری شبکه هوشمند، افزایش سرعت مدل‌سازی و شبیه‌سازی، ارتباطات برای منابع تولید انرژی، ارتباط با مشترکین و سیستم‌های پایش پیشرفته [۶۴-۶۵].

❖ EPRI Advanced Distribution Automation

پروژه این مرکز در راستای طراحی سیستم توزیع برای آینده است. از مهم‌ترین اهداف این مرکز می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: بهبود قابلیت اطمینان و کیفیت توان، کاهش هزینه‌های بهره‌برداری، بهبود زمان بازیابی، افزایش خدمات مشترکین و توسعه منابع تولید پراکنده.

❖ Modern Grid Initiative

این مرکز توسط DOE تاسیس شده و برنامه‌های آن بر روی معرفی شبکه‌ای مدرن به‌عنوان مدل جدیدی از ساختار انتقال انرژی به‌منظور بهبود مدیریت دارایی متمرکز شده است.

❖ Grid Wise

ماموریت ویژه این مرکز مدرنیزه نمودن شبکه‌های توزیع در بخش زیرساخت‌ها و بهره‌برداری، از پست‌های توزیع تا مشترکین نهایی با توزیع دوطرفه انرژی الکتریکی و اطلاعات است.

❖ Grid Works

تحقیقات این مرکز مبتنی بر افزایش سطح قابلیت اطمینان در سیستم توزیع از طریق طراحی مدرن تجهیزاتی نظیر کابل‌ها، پست‌های توزیع، سیستم‌های حفاظتی و ادوات الکترونیک خواهد بود [۶۵].

❖ Distribution Vision 2010

هدف این مرکز بهبود مدیریت خاموشی از طریق ترکیب انتقال اطلاعات سرعت بالا، تجهیزات سوئیچینگ، کنترل‌کننده‌های هوشمند و بازآرایی فیدرها خواهد بود. این خدمات موجب می‌شود که مشترکین به ازای قطعی اکثر فیدرها دچار خاموشی نشوند. همچنین در این مرکز طرح‌هایی برای افزایش سطح قابلیت اطمینان مشترکین از طریق پرداخت پول اضافه نیز در حال بررسی است.

پس از بررسی پروژه‌ها و گرایش مطالعاتی شرکت‌های توزیع، مسیرهای تحقیقاتی در شبکه‌های هوشمند را در ۵ گرایش می‌توان تقسیم‌بندی نمود: قابلیت اطمینان، منابع تجدیدپذیر، پاسخ‌گویی بار، ذخیره‌سازهای انرژی و خودروهای برقی. این ابتکارات توسط کمیسیون تنظیم انرژی فدرال (FERC) شناسایی و معرفی شده و اخیراً دپارتمان انرژی DOE نیز بر روی گسترش آن تحقیق می‌کند [۶۴-۶۹].

۷-۳-۵-۱- مدیریت دارایی

مدیریت دارایی با یک هدف تجاری یا سازمانی آغاز می‌شود و شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌های مرتبط جهت شناخت دارایی‌های مورد نیاز، تهیه و تدارک، پشتیبانی و نگهداری و از رده خارج کردن یا نو کردن آنها بصورت موثر و بهینه در جهت برآورده کردن اهداف از پیش تعیین شده می‌شود.

دستورالعمل بین المللی مدیریت زیرساخت‌ها، مدیریت دارایی را این چنین تعریف کرده است: مدیریت دارایی ترکیبی از شیوه‌های مدیریتی، مالی، اقتصادی و مهندسی است که با هدف فراهم کردن سطح مورد نیاز خدمات به صورت مقرون به صرفه، به دارایی‌ها اعمال می‌شود [۶].

دارایی‌ها به سه دسته تقسیم شده‌اند، دارایی‌های فیزیکی (ساختمان‌ها و تجهیزات)، دارایی‌های مالی (اسناد مالی، سهام سرمایه گذاری) و دارایی‌های نامحسوس (پروانه بهره برداری، دانش و مهارت نیروی کار). مدیریت دارایی شامل مدیریت این سه دسته از دارایی‌ها است. این تعریف‌ها منعکس کننده دیدگاه‌های متفاوت آکادمیک، مدیران، متخصصان صنعتی و اقتصادی است [۶-۹].

آنچه که تحت مدیریت دارایی در بخش توزیع مطرح می‌شود، بیشتر مربوط به مدیریت دارایی‌های فیزیکی است. مدیریت

دارایی برای دارایی‌های فیزیکی را می‌توان در سه سطح کاربردی دسته بندی کرد [۱۰]:

- مدیریت دارایی در سطح تجهیزات
- مدیریت دارایی در سطح فرایند
- مدیریت دارایی در سطح استراتژیک

مدیریت دارایی در سطح تجهیزات شامل فعالیت‌های آنالیز مد خرابی، توسعه مانیتورینگ وضعیت تجهیزات و ارزیابی عمر باقیمانده تجهیزات است. در سطح فرایند تمرکز بر روی دوره عمر کارگاه گسترده می‌شود و فرایندهای نگهداری قابلیت اطمینان محور، تعیین هزینه دوره عمر، روش‌های بهینه‌سازی تعمیرات و نگهداری، سیستم‌های مدیریت تعمیرات و نگهداری، توجیه اقتصادی مانیتورینگ به هنگام و بهینه‌سازی موجودی اقلام مازاد را در بر می‌گیرد. سطح استراتژیک مدیریت دارایی بر گسترش سیاست‌ها و اقداماتی تاکید می‌کند که هدف‌های کوتاه مدت و بلند مدت سازمان را در جهت دستیابی به گستره وسیعی از محرک‌ها پشتیبانی می‌کنند [۱۰].

با روی آوردن صنعت برق به سوی محیط تجدید ساختار، تغییرات عمده‌ای در این صنعت شکل گرفت، انگیزه‌های فنی جای خود را به انگیزه‌های اقتصادی سپرده و این پارامترهای اقتصادی هستند که در این تصمیم‌گیری‌ها نقش ایفا می‌کنند. در یک نگاه کلی مدیریت دارایی یک روش تجاری برای همراستا کردن مدیریت هزینه‌های مرتبط با دارایی‌ها با اهداف شرکت است. هدف گرفتن تمام تصمیمات زیر ساختاری با توجه به یک مجموعه معیارهای سهام‌دار محور است. نتیجه مجموعه‌ای از تصمیم‌های هزینه‌ای است که موجب برگشت بیشترین مقدار پول از سرمایه‌گذاری‌های موجود برای سهامداران است [۲۴].

مدیریت دارایی امری جدا از مالکیت دارایی‌ها و بهره‌برداری از آنها می‌باشد. مالکان دارایی‌ها مسئول تنظیم معیارهای مالی، تکنیکی و ریسک می‌باشند. مدیران دارایی مسئول ترجمه این معیارها به برنامه‌های اجرایی می‌باشند. سرویس دهندگان دارایی مسئول اجرای این تصمیمات و دادن بازخورد از هزینه و ریسک واقعی می‌باشند (شکل ۱-۲۴).

همانطور که در این شکل دیده می‌شود ساختار جداگانه باعث می‌شود تا هر یک از بخش‌های سه گانه فوق دارای یک وظیفه اصلی باشد:

- مالکان دارایی اهداف را بر حسب هزینه، عملکرد و ریسک تنظیم می‌کنند. (Objective Corporate)
- مدیران دارایی بهترین راه برای رسیدن به این اهداف را شناسایی کرده و آن را در برنامه ریزی چند ساله می‌آورند (Asset Plan).

- سرویس دهندگان برنامه‌ریزی‌ها را در حد امکان اجرا کرده و اطلاعات دارایی‌ها و عملکرد را به صورت فیدبک در اختیار پروسه مدیریت دارایی قرار می‌دهند (Data Reporting).

از آنجایی که فاکتورهای متعددی بر قابلیت اطمینان سیستم توزیع اثر می‌گذارند، برنامه‌ریزی دارایی توزیع بایستی فراتر از هزینه سرمایه، اثر قابلیت اطمینان هزینه‌های بهره‌برداری و هزینه‌های تعمیرات نگهداری را در نظر بگیرد [۸].



شکل ۱-۲۴: چارچوب مدیریت دارایی در شرکت های توزیع

مدیریت دارایی در شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی بر اساس بازه زمانی اجرا، قابل تقسیم به سه بخش می‌باشد [۹-۵]:

- مدیریت دارایی کوتاه مدت^۱
- مدیریت دارایی میان مدت^۲
- مدیریت دارایی بلند مدت^۳

این سه بخش کاملاً به هم مرتبط می‌باشند. به طوری که استراتژی‌های اتخاذ شده در مدیریت دارایی کوتاه مدت سیگنال‌های مفیدی را برای بهبود و ارتقاء سطح استراتژی‌های اتخاذ شده در مدیریت دارایی میان مدت و بلند مدت تولید می‌کنند. بنابراین

۱-Short term asset management

۲-Mid term asset management

۳-Long term asset management

لازم است که مدیریت دارایی به طور همه جانبه در تمامی بازه‌های زمانی آنالیز شود تا امکان رسیدن به استراتژی‌های بهینه مدیریت دارایی در بازه‌های زمانی مختلف بیشتر شود [۸].

مدیریت دارایی کوتاه مدت که از آن به عنوان مدیریت بهره برداری^۱ نیز یاد می‌شود، مربوط به بهره‌برداری و کنترل شبکه می‌باشد. در واقع مهمترین وظیفه شرکت‌های توزیع بهره‌برداری و کنترل شبکه برای حصول اطمینان از امنیت تغذیه مشترکین می‌باشد. پایش سیستم^۲، پیگیری وضعیت تجهیزات بصورت بلادرنگ^۳ و بازیابی خطای رخ داده در تغذیه مشترکین از مهمترین وظایف شرکت‌های توزیع انرژی الکتریکی برای نیل به مقاصد فوق می‌باشد. لذا مدیریت دارایی کوتاه مدت با دو مسئله زیر مرتبط می‌باشد:

- پایش شبکه و پیگیری وضعیت تجهیزات
- بازیابی خطا^۴

مدیریت دارایی میان مدت که از آن به عنوان مدیریت تعمیرات نیز یاد می‌شود به تعمیرات و نگهداری از تجهیزات مربوط می‌شود. شاید یکی از مهمترین بخش‌هایی که مدیریت دارایی خود را نشان می‌دهد همین مسئله تعمیرات و علی‌الخصوص تعمیرات پیشگیرانه می‌باشد [۲۲].

تا به امروز سه روش در زمینه طراحی تعمیرات پیشگیرانه به منظور دستیابی به نقطه بهینه مطرح شده است که این روش‌ها عبارتند از:

- تعمیرات پیشگیرانه زمان محور^۵ (TBM):

بر اساس این روش تعمیراتی، تعمیرات در فواصل زمانی منظم و برنامه‌ریزی شده و بر اساس پیشینه قطعات و تجربیات پرسنل انجام می‌گرفت. ایراد این روش آن بود که اولاً دسترسی به اطلاعات مربوط به پیشینه قطعات کار آسانی نبود و ثانياً از آنجایی که شرایط عملکرد قطعات تابع عوامل مختلفی از جمله شرایط محیطی می‌باشد، از این رو تصمیم‌گیری بر اساس اطلاعات مربوط به پیشینه قطعات همواره با درصدی از خطا روبه رو بود. لذا این روش تعمیراتی قادر به کمینه کردن هزینه‌ها

۱-Operational management

۲-Network monitoring

۳-Real time

۴-Fault restoration

۵-Time Based Maintenance

نبود و اجرای این روش با هزینه‌های گزافی همراه بود. بنابراین روش تعمیراتی دیگری به نام تعمیرات پیشگیرانه شرایط محور جایگزین این روش تعمیراتی شد [۹-۶].

• تعمیرات پیشگیرانه شرایط محور^۱ (CBM):

در روش تعمیرات پیشگیرانه شرایط محور، در فواصل زمانی معین وضعیت فرسایش قطعات بررسی شده و هنگامی که میزان فرسایش یک قطعه از حد معینی فراتر می‌رود، تعمیرات پیشگیرانه بر روی آن قطعه انجام می‌گردد. این روش تعمیراتی در مقایسه با تعمیرات پیشگیرانه زمان محور از بازدهی بیشتری برخوردار بود ولی به علت عدم در نظر گرفتن مسئله احتمال خرابی دستگاه و از آن مهم‌تر عدم در نظر گرفتن نتیجه وقوع خرابی قادر به تضمین نقطه بهینه نبود. برای مثال بر اساس این روش ممکن است دو بریکر همانند تحت شرایط یکسان کاری دارای مراقبت‌های یکسانی باشند غافل از اینکه یکی از دو بریکر بر روی فیدری قرار دارد که به تنهایی مشترکین را تغذیه می‌کند و در صورت خرابی آن مشترکین بی‌برق می‌شوند و دیگری بر روی فیدری قرار دارد که به صورت موازی با فیدر دیگری در حال تغذیه مشترکین می‌باشد و در صورت خرابی بریکر، مشترکین بی‌برق نمی‌شوند. این مسئله باعث شد تا صنایعی که مسئله قابلیت اطمینان در آنها حائز اهمیت بود به سمت تعمیرات پیشگیرانه قابلیت اطمینان محور متمایل شوند [۷].

• تعمیرات پیشگیرانه قابلیت اطمینان محور^۲ (RCM):

تعمیرات پیشگیرانه قابلیت اطمینان محور بر هر دو روش قبلی برتری دارد، زیرا هم احتمال خرابی قطعات را در نظر می‌گیرد و هم نتیجه خرابی آنها را و لذا بر اساس آنالیز سود و هزینه می‌تواند رسیدن به نقطه بهینه منحنی هزینه را تضمین کند. منطق کلی تعمیرات پیشگیرانه قابلیت اطمینان محور از یک آنالیز سه سطحی تشکیل شده است که در زیر ارائه می‌گردد [۷].

(۱) آنالیز قابلیت اطمینان سیستم:

هدف از آنالیز قابلیت اطمینان سیستم آن است که میزان تاثیر خرابی قطعات بر قابلیت اطمینان سیستم تعیین گردیده و نهایتاً با ارائه رتبه‌بندی از قطعات سیستم بر اساس تاثیر خرابی قطعات بر قابلیت اطمینان سیستم، قطعات بحرانی سیستم که خرابی آنها دارای بیشترین تاثیر بر قابلیت اطمینان سیستم می‌باشد مشخص شوند.

(۲) آنالیز قابلیت اطمینان قطعه:

۱-Condition Based Maintenance

۲-Reliability Centered Maintenance

هدف از آنالیز قابلیت اطمینان قطعه آن است که تاثیر استراتژی‌های تعمیراتی، که متناسب با عوامل خرابی قطعه اتخاذ می‌شوند، بر قابلیت اطمینان قطعه مشخص شود.

۳) آنالیز سود و هزینه:

هدف از آنالیز سود و هزینه آن است که با تعریف شاخص بازدهی برای استراتژی‌های تعمیراتی، لیست اولیتهای استراتژی‌های تعمیراتی ارائه گردد تا نهایتاً بهینه‌ترین استراتژی‌های تعمیراتی تعیین شوند. واضح است که لازمه داشتن یک استراتژی تعمیراتی قابلیت اطمینان محور، بهره‌گیری از بانک اطلاعاتی می‌باشد که اطلاعات بدست آمده از بازرسی‌های ادواری، آزمایش‌های تشخیصی خطا و سایر اطلاعات مربوط به پایش تجهیزات را در بر داشته باشد.

مدیریت دارایی بلند مدت که از آن تحت عنوان برنامه‌ریزی‌های استراتژیک نیز یاد می‌شود به یافتن برنامه‌هایی برای گسترش و ارتقاء سطح تجهیزات به منظور تامین بار مشترکین در سال‌های آتی مربوط می‌شود [۷].

در گذشته برنامه‌های توسعه شرکت‌های توزیع تنها با در نظر گرفتن مسئله رشد بار و با انجام آنالیز سود و هزینه مشخص می‌شد، اما امروزه علاوه بر مسئله رشد بار مسائل دیگری نظیر محیط تقاضا، مسائل مربوط به تولید پراکنده، کیفیت توان و مسائل زیست محیطی مورد نظر شرکت‌های توزیع قرار می‌گیرد. با توجه به ماهیت شعاعی بودن شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی پر واضح است که سطح قابلیت اطمینان آنها ارتباط مستقیمی با وضعیت بدترین تجهیز شبکه دارد. لذا در برنامه‌ریزی‌های استراتژیک باید وضعیت تجهیزات و قابلیت اطمینان آنها مورد بررسی قرار بگیرد و بر اساس آنها تصمیمات توسعه اتخاذ گردد [۶].

برای موفقیت در مدیریت دارایی بایستی به اطلاعات جامع، مرتبط و بروز با در نظر گرفتن اینکه چه داده‌های بایستی گردآوری شود، چگونه گردآوری شوند و چگونه اندازه‌گیری شوند و چگونه با داده‌های دیگر آنالیز شوند و چگونه تفسیر و نتایج آن در جهت توسعه و عمق دادن به مدیریت دارایی استفاده شود [۱۰].

روش‌های زیادی برای کسب اطلاعات در سیستم قدرت وجود دارد از جمله استفاده از پایش بهنگام، اجرای تست‌ها و آزمایش‌ها بروی تجهیزات و... اما بخاطر حجم زیاد دارایی در سیستم توزیع تنها روش قابل استفاده برای کسب اطلاعات جمع‌آوری داده‌های مربوط به وضعیت تجهیز مانند داده‌های خرابی و نگهداری و تعمیر و... است.

بهترین شرکت‌های مدیریت شده اطلاعات حیاتی دارایی را از طریق بازدیدها، تست‌های تعمیرات و نگهداری و فعالیت‌های عملیاتی جمع‌آوری و ثبت می‌کنند. مثالی از اطلاعات جمع‌شده معمول در جدول (۸-۱) آمده است.

جدول ۱-۸: خلاصه‌ای از اطلاعات مورد نیاز مدیریت دارایی

نوع اطلاعات	نمونه‌ها
اطلاعات عمومی	محل، نوع، سطح ولتاژ، ظرفیت، عمر و ...
وضعیت	بازدیدها، تست‌ها، سابقه نگهداری و تعمیر، سطوح بارگیری و ...
عملکرد	سابقه خرابی، محک‌زنی‌ها و ...
اهمیت	تعداد مشترکین، اولویت مشترکین، بار، محیط و ...
هزینه‌ها	نگهداری و تعمیر، نوسازی، از رده خارج کردن، جایگزینی و ...

در سال‌های اخیر مفهوم تازه‌ای بنام " فرایند مدیریت دارایی قابلیت اطمینان محور " شکل گرفته است هدف این فرایند آنالیز و سنجش جنبه‌های فنی و اقتصادی بهره‌برداری شبکه و بدست آوردن استراتژی‌های مدیریت دارایی توسعه یافته برای کلاس‌های مختلف تجهیزات است. یعنی تعیین کردن استراتژی برای چگونگی و فواصل زمانی اقدامات تعمیرات و نگهداری و همچنین تعیین مشخصات چرخه عمر فنی تجهیزات. در تعریف کلاس‌های مختلف تجهیزات (مثلا یک کلاس سویچگیر و یا مجزا شده به بریکرها ، جدا کننده‌ها و...)، بایستی فواید نتایج کامل‌تر در مقابل میزان دسترسی به داده‌های ورودی مناسب و تلاش‌های فزاینده‌تر ارزیابی شود [۱۱].

فرایند RCAM به سه مرحله اصلی تقسیم می‌شود که هر یک به نوبه خود به چند بخش مجزا شده‌اند:

- آنالیز فرایند مدیریت دارایی فعلی

- مشخصات مبسوطی از اقدامات مدیریت دارایی مربوط به اقدامات نگهداری و تعمیر برای کلاس‌های مختلف تجهیزات (مثل بازرسی، اصلاح) با جزییات محتوی مربوطه و منابع لازم (پرسنل، هزینه‌ها،...) همچنین استراتژی‌های جایگزینی و مشخصات عمر تعریف می‌شوند.
- آنالیز حالات بالقوه خرابی: در سطح تجهیزات مدهای خرابی مربوطه و تاثیر آنها شرح داده شود. علائمه بر آن اثر خرابی هر تجهیز بر کل سیستم مشخص می‌شود [۱۴-۱۱].
- آنالیز اقدامات تعمیر و نگهداری اگر اطلاعات مناسب از اقدامات گذشته به شکل سیستماتیک برای کلاس‌های مختلف تجهیزات فراهم باشد پیشامدهای مدهای مختلف خرابی آنالیز می‌شوند.

- آنالیز سیستماتیک شبکه

- معیارهای برنامه‌ریزی و آنالیز شبکه: برای داشتن توفیق در مدیریت دارایی بایستی معیارهای مناسب برنامه‌ریزی مشخص باشند و سناریوهای مرتبط برای توسعه شبکه تعریف شوند. نیازمندی‌های فنی و اقتصادی در نظر گرفته شوند. معیارهای برنامه‌ریزی تعریف شده راهنمای توسعه شبکه و جایگزینی تجهیزات هستند.

- محاسبه اهمیت تجهیزات: ابتدا اهمیت تجهیزات بایستی به روش مناسب تعریف شود یعنی با استفاده از اندیس‌های احتمالاتی قابلیت اطمینان شبکه.

- تعریف اندیس مناسب برای وضعیت بسیار حیاتی است. خواص و فاکتورهای وزنی تعیین شوند. برای حداقل بعضی از تجهیزات، داده‌های وضعیت مورد نیاز باید در سایت ارزیابی شوند.

- استنتاج استراتژی‌های مدیریت دارایی بهینه شده

- تشخیص عملکرد خرابی تجهیز: مدلی برای تشخیص قابلیت اطمینان تجهیز وابسته به فاکتورهای تاثیر گذار مثل عمر و سابقه تعمیرات و نگهداری، لوازم مورد نیاز در ایجاد استراتژی مدیریت دارایی موفق هستند [۱۳].

- ایجاد استراتژی‌های مدیریت دارایی بهینه: با استفاده از نتایجی که بوسیله ماژول‌های قبلی فراهم شده‌اند (بخصوص با توجه به تعریف اقدامات مناسب، الویت‌بندی تجهیزات مبتنی بر اهمیت و وضعیت تجهیزات و تشخیص عملکرد خرابی تجهیزات) اثرهای اقتصادی و فنی تصمیم‌های استراتژی می‌تواند ارزیابی شود. این قدم اطلاعات مورد نیاز برای پشتیبانی فرآیندی‌های تصمیم‌گیری جهت تعیین استراتژی‌های مدیریت دارایی بهینه را ارائه می‌کند.

- مشاهدات آماری: اثرات اتفاقی پیشامدهای خروج بروی تجهیز و کل سیستم با ضبط آماری اطلاعات مربوط به آنها برای فهمیدن روند و علت‌های ممکن آنها تا جایی که میسر باشد انجام می‌گیرد. علاوه بر این توسعه بانک اطلاعاتی در کل برای مدیریت دارایی بسیار مهم است.

در کاربردهای واقعی انجام این روش ماژولار با اجرای بند بند مراحل میسر نیست و این به خاطر عدم وجود اطلاعات کافی و مدل مناسب باشد. تنها کار ممکن قرار دادن فرض‌های قابل قبول بجای نتایج بخش‌های معین است.

در مرجع [۷۳] در مورد نحوه انجام تعمیرات در شبکه‌های توزیع توضیحاتی بیان شده است. برطبق این مرجع شاخه‌زنی بهترین عملیات تعمیر و نگهداری برای یک شرکت توزیع محسوب می‌شود. همچنین این مرجع بیان می‌کند که اکثر تجهیزات شبکه توزیع - چون ترانسفورماتورها، خازن‌ها، سیم‌ها و مقره‌ها - نیاز به تعمیر خاصی ندارند. کلیدهای روغنی، ریکلوزرها و رگولاتورها نیز هر از گاهی نیاز به تعمیرات دارند. عمده تعمیراتی که در شبکه توزیع انجام می‌شود مربوط به تعویض تجهیزات فرسوده و یا خراب است. این مرجع همچنین در مورد منحنی وانی شکل نرخ خرابی نیز توضیحاتی بیان می‌دارد. برای کاهش خرابی‌ها در دوره اول منحنی پیشنهاد که نیروی انسانی خصوصا کسانی که تجهیز نصب شده توسط آنها خرابی بیشتر داشته آموزش بیشتر ببینند. در مورد دوره سوم منحنی که دوره استهلاک و فرسودگی است نیز نشان داده شده است در برخی تجهیزات برخی کارخانه‌های سازنده افزایش نرخ خطاهمراه با افزایش عمر تجهیز مشهودتر است.

به طور کلی در مرجع [۷۳] بر پیگیری و آنالیز عوامل ایجاد خطای هر تجهیز تاکید شده است. معمولا اکثر خطاهای رخ داده در شبکه‌های هوایی بدلیل عوامل بیرونی بوده است و معمولا فقط بین ۱۰-۲۰٪ خطاها بعلت خرابی خود تجهیز بوده است. این در حالی است که در شبکه‌های زیرزمینی خطاهای رخ داده عمدتا بدلیل خرابی در تجهیزات شبکه بوده و نقش عوامل خارجی کمتر است. لذا نمونه برداری و بازرسی دوره‌ای، پایش وضعیت تجهیزات شبکه و تعویض قطعات ضعیف در شبکه‌های زیرزمینی به بهبود شبکه کمک می‌کند.

برخی از عملیات تعمیر و نگهداری ارائه شده در مرجع [۷۳] به شرح زیر است.

بازرسی چشمی^۱: در مورد تجهیزات شبکه هوایی مثل دکل‌ها، تیرها، مقره‌ها و هادی‌ها انجام می‌شود.

دمانگاری مادون قرمز^۲: حدود ۴۰٪ شرکت‌ها در ایالت متحده از این روش استفاده می‌کنند، هر چند برخی شرکت‌ها معتقد این روش مقرون به صرفه نیست. از طریق این روش شبکه هوایی و زمینی بازرسی می‌شود و دمای بالاتر از ۳۰ درجه سلیسوس بیانگر لزوم انجام تعمیر بر روی نقاط بحرانی چون اتصالات سست است.

تعداد عملکرد: تعداد عملکرد ریکلوزرها و تپ چنجر رگولاتورها خوانده می‌شود و براساس آن نیاز به تعمیر یا تعویض تجهیز تعیین می‌گردد.

تست روغن: برخی شرکت‌ها از این روش استفاده می‌نمایند هر چند که این روش هزینه‌بر است.

۱-Visual inspections

۲-Infrared thermography

روش‌هایی که در مرجع [۷۴] برای انجام تعمیرات پیشگیرانه ارائه شده است عمدتاً برپایه روش اول (زمان محور) و یا روش دوم (شرایط محور) و یا ترکیبی از این دو روش است.

- ریکلوزر روغنی:

روشی که برای انجام تعمیرات پیشگیرانه مربوط به ریکلوزرهای روغنی بیان شده است به این صورت است که هر شش ماه ریکلوزرها چک می‌شوند اگر تعداد عملکرد آنها بیشتر از ۱۰۰ تا بود و یا عمر آنها از ۴ سال تجاوز نمود باید تعویض شوند.

- دکل‌های برق در شبکه توزیع

روش ارائه شده بر اساس نمونه‌گیری است به این صورت با توجه به سن دکل‌ها تعداد از آنها بررسی می‌شوند اگر وضعیت قابل قبولی داشتند که نیازی به بازرسی سایر دکل‌ها نیست اما اگر تعداد دکل‌های معیوب یا نیازمند به تعمیر سهم قابل ملاحظه‌ای داشتند سایر دکل‌ها نیز باید بازرسی شوند. معمولاً زمان مناسب برای اولین بازرسی ۲۰-۳۰ سال پس از نصب دکل و زمان بازرسی‌های دوره‌ای پس از اولین بازرسی ۲-۱۰ سال است. جدول یک نمونه از برنامه‌ریزی تعمیرات دوره‌ای دکل‌ها را نشان می‌دهد [۷۴].

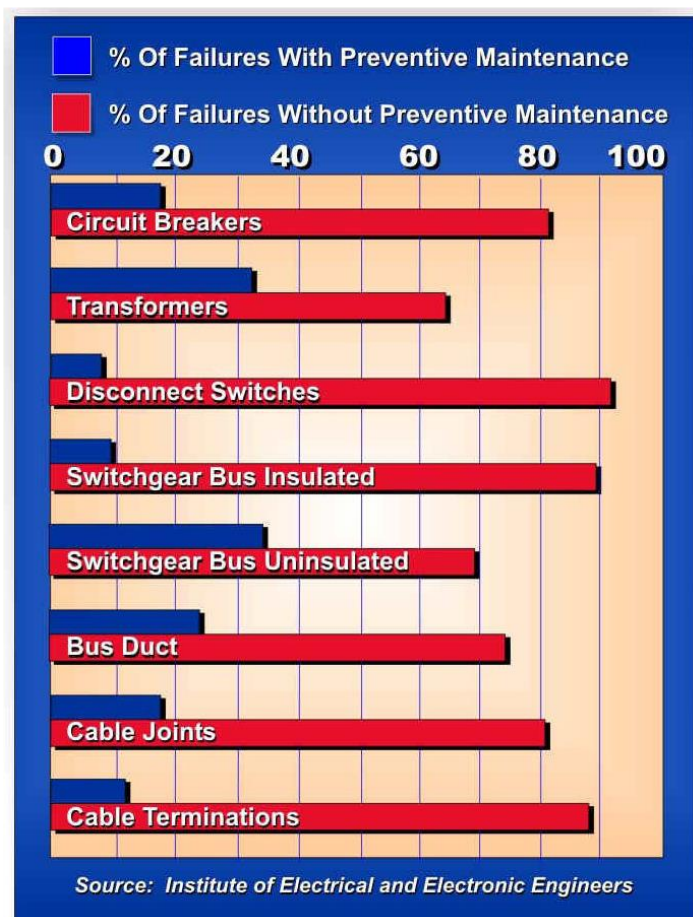
- تست زمین کردن

مناطق روستایی هر ده سال یک بار و مناطق شهری هر شش سال یکبار به صورت تصادفی دو نمونه را انتخاب می‌کنند و برپایه صحت یا خرابی آن دو نمونه تصمیم‌گیری در مورد سایر سیستم‌های زمینی انجام می‌شود.

مرجع [۷۵] مطالعات انجام شده و روش‌هایی که توسط شرکت‌ها در حال حضور مورد استفاده قرار می‌گیرد را مورد بررسی قرار می‌دهد. در این مقاله بیان می‌دارد که در اکثر شرکت‌ها از روش تعمیرات پیشگیرانه زمان محور و شرایط محور استفاده می‌کنند و کمتر از آنالیزهای ریاضی در انجام عملیات تعمیرات پیشگیرانه کمک گرفته می‌شود. این در حالی هست که برای تعیین میزان اثربخشی عملیات تعمیر و نگهداری بر قابلیت اطمینان سیستم و نیز برای بهینه کردن این عملیات نیاز به مدل‌سازی ریاضی است.

در این مقاله خطاها را به دو دسته تقسیم می‌کند: خطاهای تصادفی و خطاهایی که بر اثر استهلاک و پیری تجهیز بوجود می‌آیند. همانگونه که از شکل مشاهده می‌گردد انجام تعمیرات بهبودی بر روی خطاهای نوع اول ندارد چون که خطا در هر زمانی ممکن است رخ دهد چه تعمیر انجام شود و چه تعمیر انجام نشود. ولی انجام عملیات تعمیر و نگهداری سبب کاهش خطاهای نوع دوم می‌گردد.

در مرجع [۷۶] به نقل از موسسه IEEE بیان شده است که با انجام تعمیرات پیشگیرانه موثر می‌توان میزان خاموشی‌های را به ۶۶٪ کاهش داد. در شکل ۱-۲۵ میزان کاهش ریسک با انجام تعمیرات پیشگیرانه به ازای هر تجهیز آورده شده است.



شکل ۱-۲۵: میزان کاهش ریسک با انجام تعمیرات پیشگیرانه به ازای هر تجهیز

اینکه میزان تعمیرات تا چه اندازه باید باشد بستگی به شرایط هر تجهیز دارد و نمی‌توان یک نسخه واحد را برای همه جا

پیچید [۷۶].

- میزان تاثیر خرابی آن تجهیز بر قابلیت اطمینان سیستم
- ملاحظات جغرافیایی و آب و هوایی
- شرایط محیطی که تجهیز در آن عمل می‌کند مثل میزان رطوبت، گرد و خاک
- میزان تولید آن تجهیز
- هزینه انجام تعمیر
- نوع عملکرد و روش نت
- عمر تجهیز

- احتمال از دست رفتن تجهیز در صورت عدم انجام تعمیر
- تاثیر بر کیفیت توان

برطبق این مرجع نیروی کاری که انجام امور تعمیر و نگهداری را انجام می‌دهند باید مهارت بیشتری نسبت به سایر قسمت‌ها داشته باشند و بتوانند در ایمنی کامل عملیات بازرسی، تست، سرویس نگهداری، تعمیر و یا تعویض را انجام دهند، خصوصا هنگام انجام عملیات بر روی خطوط گرم لزوم داشتن مهارت بیشتر به چشم می‌آید. عملیات نت هم در محل تجهیز انجام می‌گیرد و هم ممکن است که تجهیز به مکان دیگری منتقل شوند. باید نیروی کار توانایی انجام کار در هر دو محل را داشته باشند تا هر تجهیز در محلی که مناسب‌تر است تعمیر شود [۷۶].

بازرسی و تعمیرات پیشگویانه چون دمانگاری^۱، فوق صوت^۲ و آنالیزهای روغن موادی است که در برنامه تعمیرات بسیار اهمیت دارند اما کافی نیستند. حداقل هر سه سال یکبار لازم است که خط بی‌برق شده و سرویس و نگهداری بر روی تجهیزات بحرانی انجام شود. تمیز کاری، روغن کاری، تست رله‌ها و بریکرها بر روی خطوط گرم قابل انجام نیست. باید در درون تجهیز ملاحظه شود و چک شود که آیا اتصالات کابل‌ها و باس ایجاد کننده گشتاور^۳ مشکلی ندارند. پیمانکار یا گروهی که بازرسی و تعمیرات پیشگویانه را انجام می‌دهد و تجهیزاتی را که نیاز به عملیات نت دارند را مشخص می‌کند خود باید عملیات نت را انجام دهند تا پس از پایان کار تست و بررسی کنند که آیا مشکل برطرف شده است یا خیر [۷۶].

یک برنامه یا نرم‌افزار کامپیوتری برای مدیریت عملیات نت لازم است. داشتن این برنامه این اطمینان را به کاربر می‌دهد که بداند عملیات تعمیری لازم بر روی همه تجهیزات انجام شده است. همچنین در هر زمان که لازم باشد کاربر می‌تواند تاریخچه‌ای از تصویرهای دمانگاری ثبت در زمان‌های مختلف را مشاهده کند و روند عملکرد شبکه را آنالیز کند.

۸-۳-۵-۱- مدیریت سمت مصرف

یکی از رایج‌ترین مراحل که توسط شرکت‌های برق در راستای ایجاد یک شبکه برق هوشمند اجرا می‌شود، اجرا و پیاده‌سازی برنامه‌های سمت مصرف می‌باشد. پاسخ به تقاضا، کاهش مصرف انرژی الکتریکی توسط مشتریان در واکنش به افزایش قیمت برق و یا به اضافه باری سیستم است [۷۴]. پاسخ به تقاضا می‌تواند به میزان قابل توجهی بارهای پیک را کاهش دهد، به

۱-Thermographic

۲-Ultrasonics

۳-Torque bus connection

عنوان مثال کمیسیون تنظیم مقررات انرژی فدرال ایالت متحده (FERC) اخیراً تخمین زده است که میزان صرفه‌جویی با استفاده از کاربری پاسخ به تقاضا و برنامه‌های سمت مصرف در ایالت متحده، حدود ۴۱۰۰۰ مگاوات در سال ۲۰۰۸ بوده است، که این میزان حدود ۵/۸ درصد از میزان پیک تقاضا در تابستان آن سال بوده است.

برنامه‌های مدیریت سمت مصرف را می‌توان در سطوح عمده فروشی و خرده فروشی اجرا نمود. در سطح عمده فروشی به طور معمول اپراتورهای مستقل سیستم و سازمان‌های برق منطقه‌ای و در سطح خرده‌فروشی شرکت‌های توزیع برق این کاربری را اداره می‌کنند.

پاسخ به تقاضا در سطح خرده فروشی می‌تواند به دو صورت فعال و غیرفعال صورت پذیرد. در حالت غیر فعال، با آگاه نمودن مشتری از قیمت‌گذاری پویا آنها تشویق می‌شوند تا به صورت داوطلبانه میزان مصرف برق خود را در زمان اوج بار کاهش دهند. در پاسخ به تقاضای فعال مشترک موافقت می‌نماید تا در زمان اوج بار در شبکه، تجهیزات هوشمند به صورت خودکار بی‌برق شوند. یکی دیگر از انواع پاسخ به تقاضا استفاده از برق منابع تولید پراکنده در محل مشتری به صورت offloaded است [۴۶].

شرکت‌های توزیع برق به دلایل بسیاری مجبور شده‌اند عملکردشان را از مکانیسم‌های با ساختار یک‌پارچه عمودی برای باز کردن فضای سیستم بازار تغییر دهند و تجدید ساختار یابند. همراه با بازسازی و مقررات‌زدایی (آزادسازی) از صنعت برق، فلسفه عملیاتی سیستم نیز تغییر کرده است. در حالی که فلسفه‌ی کلاسیک تامین تقاضای مورد نیاز (هر زمان که به وقوع می‌پیوست) بود، فلسفه جدید بیان می‌کند که سیستم کارآمدترین عملکرد خود را خواهد داشت در صورتی که نوسانات در تقاضا به اندازه‌ی ممکن کوچک نگه داشته شود [۴۴].

این موضوع مورد اتفاق همگان است که عملکرد قابل اعتماد سیستم برق مستلزم تعادل کامل بین عرضه (منبع) و بار در هر لحظه از زمان است. دستیابی به این تعادل کار آسانی نیست با توجه به این واقعیت که هر دو سطح عرضه و تقاضا می‌توانند به سرعت و به طور غیر منتظره با توجه به دلایل بسیاری، از قبیل واحدهای تولید ناچار به قطع، قطع خطوط انتقال و توزیع و تغییرات ناگهانی بار، تغییر کنند. با در نظر گرفتن این موضوع که زیرساخت‌های سیستم برق بسیار سرمایه‌بر هستند؛ پاسخ‌گویی بار یکی از منابع ارزان در دسترس برای به‌کارگیری در سیستم با توجه به فلسفه‌ی جدید است [۵۱].

پاسخ‌گویی بار (DR) را می‌توان به عنوان تغییرات در مصرف برق توسط مشتریان نهایی از الگوهای مصرف عادی خود در پاسخ به تغییر در قیمت برق در طول زمان تعریف کرد. پاسخ‌گویی بار به اقداماتی اشاره می‌کند که مشتریان در پاسخ به

سیگنال‌های قیمت، مشوق‌ها، یا دستورالعمل‌های شبکه، مصرف‌کنندگانی خود را تغییر می‌دهند. پاسخ‌گویی بار شامل تمام تغییرات عمدی برای الگوهای مصرف برق مشتریان نهایی که برای تغییر زمان مصرف، سطح تقاضای لحظه‌ای، یا مصرف کلی برق در نظر گرفته شده است، می‌باشد. علاوه بر این، پاسخ‌گویی بار می‌تواند همچنین به عنوان پرداخت‌های تشویقی طراحی شده برای القای کاهش مصرف برق در زمان‌های قیمت‌های بالای بازار و یا زمانی که قابلیت اطمینان سیستم در مخاطره قرار گرفته تعریف گردد [۵۱-۵۵].

سه رویکرد عمومی وجود دارد که توسط آن می‌توان پاسخ مشتری را به دست آورد. هر کدام از این رویکردها شامل هزینه و اقدامات صورت گرفته توسط مشتری می‌باشد. اولین رویکرد این است که مشتری می‌تواند مصرف برق خود را در طول دوره‌ی پیک بحرانی کاهش دهد، زمانی که قیمت‌ها بدون تغییر الگوی مصرف در دوره‌های دیگر بالا می‌باشد. این گزینه شامل از دست دادن موقت آسایش است. نمونه‌ای از این پاسخ هنگامی به دست می‌آید که تنظیم ترموستات بخاری یا سیستم‌های تهویه مطبوع ب‌ه‌طور موقت تغییر کند. در دومین رویکرد، مشتریان ممکن است به قیمت‌های بالای برق با جابه‌جایی برخی از مصرف‌های پیک تقاضا به دوره‌های خارج از پیک پاسخ دهند. به عنوان مثال می‌توان به جابه‌جایی برخی از فعالیت‌های خانگی (از جمله ماشین‌های ظرفشویی، پمپ‌های استخر) به دوره‌ی خارج از پیک اشاره کرد. مشتری مسکونی در این مورد هیچ ضرر و هزینه‌ای را متحمل نمی‌شود. با این حال، این مورد که اگر یک مشتری صنعتی تصمیم گرفت تا دوباره برخی از فعالیت‌های خود را برنامه‌ریزی کند تا خدمات از دست رفته را جبران کند (که در آن هزینه برنامه‌ریزی مجدد به وجود می‌آید) جزء این دسته محسوب نخواهد شد [۵۳]. نوع سوم پاسخ مشتری استفاده از تولید در محل (مشتری متعلق به تولید پراکنده) می‌باشد. با استفاده از تولید در محل، مشتریان ممکن است هیچ تغییری و یا تغییر بسیار کمی را در الگوی مصرف برق خود تجربه کنند، با این حال، از دید شبکه الگوی مصرف برق به طور قابل توجهی تغییر خواهد کرد و تقاضا کوچک‌تر ظاهر خواهد شد [۵۲].

برنامه‌های مختلف پاسخ‌گویی بار شامل برنامه‌های مبتنی بر تشویق ۱ (IBP) و برنامه‌های مبتنی بر قیمت ۲ (PBP) یا نرخ-های زمان مبنای ۳ می‌باشند. IBP بیشتر به برنامه‌های کلاسیک (سنتی) و برنامه‌های مبتنی بر بازار تقسیم شده است. IBP کلاسیک شامل برنامه‌های کنترل مستقیم بار و برنامه‌های قابل قطع/ قابل محدود کردن می‌باشد. IBP بر مبنای بازار شامل برنامه‌های پاسخ‌گویی بار اضطراری، مناقصه‌ی تقاضا، بازار ظرفیت، بازار خدمات کمکی می‌باشد. در IBP کلاسیک، مشتریان

۱-Incentive-Based Programs (IBP)

۲-Priced Based Programs (PBP)

3-Time-based rates

شرکت‌کننده پرداخت‌های مشارکتی معمولاً به عنوان یک لایحه اعتباری یا نرخ تخفیف برای مشارکت‌شان در برنامه‌ها دریافت می‌کنند. در برنامه‌های مبتنی بر بازار، شرکت‌کنندگان برای عملکرد خود بسته به میزان کاهش بار در دوره‌ی شرایط بحرانی وجه نقدی و پول به عنوان پاداش دریافت می‌کنند [۵۳].

برنامه‌های کنترل مستقیم بار (DLC) به برنامه‌هایی اشاره می‌کند که در آن اپراتور یک شرکت برق یا سیستم قدرت از راه دور خاموشی می‌دهد یا تجهیزات الکتریکی مشتری را در کوتاه مدت کنترل می‌کند تا در ازای پرداخت تشویقی یا وجه اعتباری، به پیشامدهای احتمالی قابلیت اطمینان سیستم یا شبکه‌ی محلی پاسخ دهد.

DLC در عمل حداقل برای دو دهه مورد استفاده قرار گرفته است. انواع شرکت‌های برق برنامه‌های بزرگ در اواخر دهه‌ی ۱۹۶۰ توسعه و مستقر کردند، و در طول دوره‌ی ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰، این برنامه‌ها به طور قابل توجهی گسترش یافتند. در سال ۱۹۸۵، ۱۷۵ پروژه‌ی کنترل مستقیم بار مشتری مسکونی و ۹۹ پروژه‌ی تجاری در شرکت‌های برق صورت گرفت. نظر سنجی FERC نشان داد که ۲۳۴ شرکت برق برنامه‌ی کنترل مستقیم بار را گزارش دادند. شرکت قدرت فلوریدا بزرگ‌ترین برنامه راه، با ۷۴۰،۵۷۰ مشتری، اجرا کرده است [۶۳].

رایج‌ترین شکل برنامه DLC این است که عملکرد وسایلی مانند دستگاه‌های تهویه مطبوع یا آب‌گرمکن‌ها کنترل می‌شود. در این برنامه، یک سوئیچ یک-طرفه از راه دور (که همچنین به عنوان یک گیرنده دیجیتال شناخته می‌شود) به واحد تغلیظ تهویه هوا یا به عنصر غوطه‌ور در آب گرمکن متصل می‌شود. با خاموش کردن از راه دور بارهای لوازم خانگی، بار پیک را می‌توان کاهش داد. اگرچه کاهش‌های واقعی با اندازه دستگاه لوازم خانگی، الگوهای مصرف مشتری، و آب و هوا تغییر می‌کند، اما کاهش تقاضا برای هر دستگاه تهویه در حدود ۱ کیلووات و برای آب‌گرمکن‌ها حدود ۰/۶ کیلووات می‌باشد [۶۶]. عملکرد سوئیچ از طریق سیگنال‌های رادیویی (برای سیستم‌های قدیمی‌تر) و یا از طریق پیام‌های دیجیتالی کنترل می‌شود. بسته به نوع چرخه‌ی کار انتخاب شده، سوئیچ واحد تغلیظ یا عنصر را برای مدت زمان کامل یک رویداد یا برای بخش‌های مختلف در حدود یک ساعت (به عنوان مثال، یک چرخه کار متداول ۱۵ دقیقه در مدت یک ساعت خاموش است) خاموش می‌کند [۶۴].

در حالی که DLC جزء برنامه‌های مهم پاسخ‌گویی بار برای سال‌های زیادی بوده است و در حالی که چندین شرکت برق به تازگی آن را پیاده‌سازی کرده‌اند و یا اندازه‌ی برنامه‌های خود را افزایش داده‌اند، چندین شرکت برق، برنامه‌های DLC خود را کنار گذاشته‌اند یا به صورت تدریجی آن‌ها را متوقف کرده‌اند.

مشتریان در "نرخ‌های قابل قطع/ محدود" در ازای موافقت با کاهش دادن بار در پیشامدهای احتمالی سیستم، نرخ تخفیف یا وجه اعتباری دریافت می‌کنند. اگر مشتریان بار خود را محدود نکنند، می‌توانند جریمه شوند. تعرفه‌های قابل قطع/ محدود متفاوت از پاسخ‌گویی بار اضطراری و جایگزین‌های برنامه - ظرفیت هستند چون آن‌ها به طور معمول توسط یک شرکت برق ارائه شده است و شرکت برق توانایی اجرای برنامه را در صورت لزوم دارد [۵۲].

تعرفه‌های قابل قطع/ محدود به طور کلی تعرفه‌های واصل با کمیسیون نظارتی هستند و به بزرگترین مشتریان شرکت برق ارائه می‌شود. نمونه حداقل اندازه‌ی مشتری واجد شرایط برای تعرفه‌های قابل قطع/ محدود از ۲۰۰ کیلووات برای برنامه‌ی قطع پایه در کالیفرنیا تا ۳ مگاوات در قلمرو خدمات اوهایو در شبکه برق قدرت آمریکا^۱ (AEP) تغییر می‌کند. مشتریانی که با این نرخ موافقت می‌کنند یا یک بلوک خاص از بار الکتریکی را کاهش می‌دهند و یا مصرف خود را به یک سطح از پیش مشخص شده محدود می‌کنند. مشتریان با این نرخ‌ها به طور معمول باید در عرض ۳۰ تا ۶۰ دقیقه پس از اطلاع رسانی (ابلاغ) شرکت برق بار خود را محدود کنند. تعداد دفعات یا ساعاتی که یک شرکت برق می‌تواند وقفه را فراخوانی (ابلاغ) کند دارای یک مقدار ماکزیمم می‌باشد (به عنوان مثال، AEP- اوهایو مشتریان قابل قطع/ محدود خودش را بیش از ۵۰ ساعت در طول هر فصل فرا نمی‌خواند) [۵۳]. در ازای تعهد به محدود کردن بار، مشتریان تعرفه‌ی قابل قطع/ محدود زمانی که بار خود را محدود می‌کنند، نرخ تخفیف یا وجه اعتباری دریافت می‌کنند.

در حالی که تعرفه‌های قابل قطع/ قابل محدود برای چندین دهه پیاده‌سازی شده‌اند، نگرانی‌هایی در مورد این که آیا تعرفه‌های قابل قطع/ قابل محدود یک منبع قابل اعتماد و پایدار ارائه می‌کنند یا خیر وجود دارد. تعداد مشتریان شرکت‌کننده در برنامه‌های تعرفه‌های قابل قطع/ قابل محدود در دهه‌ی گذشته کاهش یافته است. علت این کاهش، ترکیبی از اثرات تجدید ساختار، کاهش‌ها در تخفیف‌های قیمت مرتبط با تعرفه‌های قابل قطع/ قابل محدود به دلیل ظرفیت بیش از حد کنونی و خروج مشتریان به دلیل خطر درک شده است [۵۲].

برنامه‌های پاسخ‌گویی بار اضطراری در دهه گذشته توسعه یافته است. برنامه‌های پاسخ‌گویی بار اضطراری پرداخت‌های تشویقی به مشتریان ارائه می‌کنند به این منظور که بارهای خود را در حین رویدادهایی کاهش دهند، اما فروگاهی (محدود کردن) بار داوطلبانه است. مشتریان می‌توانند انتخاب کنند که از دریافت پرداخت تشویقی خودداری کنند و هنگامی که

1-American Electric Power's (AEP) Ohio service territory

فراخوانده می‌شوند بار خود را محدود نکنند. اگر مشتریان مصرف خود را محدود نکنند، جریمه نخواهد شد. سطح پرداخت تشویقی به طور معمول از قبل مشخص شده است.

در حالی که برنامه‌های اضطراری توسط شرکت‌های برق ارائه می‌گردد، این برنامه‌ها نزدیک‌ترین ارتباط را با مصرف آنها در اپراتورهای سیستم مستقل / سازمان‌های انتقال منطقه‌ای (ISO/RTO) دارد. برای مثال به طور خاص، برنامه پاسخ‌گویی بار اضطراری (EDRP) در اپراتور سیستم مستقل نیویورک (NYISO) در دست‌یابی به سطح بالایی از مشارکت موفق بوده است و بهره‌برداری از EDRP در طول دوره‌ی کمبود ذخیره در نیویورک یک منبع کلیدی در طی چند سال گذشته ارائه کرده است. [۵۳].

در برنامه‌های بازار-ظرفیت، مشتریان متعهد به ارائه‌ی کاهش مقدار بار از پیش تعیین شده می‌باشند زمانی که پیشامدهای احتمالی سیستم به‌وجود می‌آیند، و اگر هنگامی که فراخوانده می‌شوند بار خود را محدود نکنند، مشمول جریمه خواهند شد. شرکت‌کنندگان معمولاً یک روز جلوتر اطلاعیه‌ی وقایع را دریافت می‌کنند و هنگامی که به فراخوانی کاهش بارگذاری پاسخ نمی‌دهند جریمه می‌شوند. برنامه‌های بازار-ظرفیت می‌توانند به عنوان شکلی از بیمه در نظر گرفته شوند. در ازای موظف بودن به محدود کردن بار، شرکت‌کنندگان پرداخت‌های تضمین شده (به عنوان مثال، حق بیمه) دریافت می‌کنند. درست همانند بیمه، در بعضی از سال‌ها محدودیت‌های بار فراخوانده نخواهد شد، حتی اگر به شرکت‌کنندگان در برنامه هزینه پرداخت شود. برنامه‌های بازار-ظرفیت معمولاً توسط ارائه‌دهندگان بازار عمده فروشی از قبیل ISOs/RTOs که بازارهای ظرفیت را اداره می‌کنند، ارائه می‌شوند [۵۴].

علاوه بر موافقت با تعهد به محدود کردن بار، واجد شرایط بودن برنامه بازار-ظرفیت بر مبنای یک ارائه، که کاهش‌ها پایدار و دست‌یافتنی هستند، می‌باشد. به عنوان مثال، الزامات مورد نیاز برای دریافت پرداخت‌های ظرفیت در برنامه منابع مورد ویژه NYISO عبارتند از: حداقل کاهش‌های بار ۱۰۰ کیلووات، حداقل کاهش چهار ساعت، دو ساعت اطلاع‌رسانی، و در معرض بودن یک آزمایش و یا ممیزی در هر دوره‌ی قابلیت. این الزامات طراحی شده‌اند تا اطمینان حاصل شود که این کاهش‌ها را می‌توان پس از زمانی که آنها فراخوانده می‌شوند به حساب آورد.

برنامه‌های ظرفیت ISO/RTO منابع مهمی در سال‌های اخیر بوده است. NYISO برنامه منابع مورد خاص را در طول حادثه‌ی کمبود رزرو ۳۰ جولای سال ۲۰۰۲ به کار گرفت، و بعد از آن به منابع مورد ویژه تکیه زده شد تا به بازگرداندن سیستم پس از خاموشی سراسری ۱۴ آگوست ۲۰۰۳ کمک کند [۵۵].

بسیاری از ارائه‌دهندگان خدمات و مشتریان این برنامه‌ها را ترجیح می‌دهند چرا که پرداخت‌های تضمین شده ارائه می‌کنند، به جای این که چشم‌اندازی از پرداخت‌های نامشخص جلوی دیدگان مشتری قرار دهند. اپراتورهای شبکه به برنامه‌های ظرفیت علاقه دارند چرا که آنها یک منبع ثابت که می‌تواند به سرعت پیاده‌سازی گردد ارائه می‌کنند. سطح پرداخت‌های ظرفیت که در NYISO ارائه شده است (به عنوان مثال، ۱۴ دلار به ازای هر کیلووات-ماه در برنامه‌ی مکمل زمستان "2005-06 ISO") به افزایش منافع مشتری کمک کرده است [۵۳].

نرخ‌های قیمت‌گذاری لحظه‌ای (RTP) به طور پیوسته در طول روز تغییر می‌کنند، و به طور مستقیم منعکس کننده‌ی قیمت عمده‌فروشی برق، بر خلاف طرح‌های نرخ از قبیل زمان مصرف و یا CPP که تا حد زیادی بر مبنای قیمت‌های از پیش تعیین شده می‌باشند متغیر با زمان هستند. RTP قیمت‌های ساعت به ساعت را به تغییرات ساعتی روزانه (لحظه‌ای) و یا هزینه‌ی روز قبل برق مرتبط می‌کند. ارتباط مستقیم بین قیمت‌های عمده‌فروشی و نرخ‌های خرده‌فروشی مفهوم پاسخ‌گویی قیمت به بازار خرده‌فروشی را معرفی می‌کند، و آن را برای فراهم کردن ارتباط‌های مهم بین بازارهای عمده‌فروشی و خرده‌فروشی به کار می‌گیرد. چندین شکل RTP در سراسر ایالات متحده وجود دارد - قیمت‌گذاری همان روز در مقابل یک روز قبل (DA-RTP)، قیمت‌گذاری یک بخشی در مقابل دو بخشی، و اجباری در برابر داوطلبانه. نرخ RTP دو بخشی شکل شایع‌تری از به اشتراک-گذاری قیمت ریسک است؛ با این حال، بزرگ‌ترین مشتریان در ایالت دلاور^۱، مریلند^۲ و نیوجرسی^۳ بر مبنای RTP اجباری همان روز در طرح‌های بازار خدمات پیش فرض شروع به فعالیت می‌کنند [۵۲].

اولین برنامه‌های RTP، در اواسط دهه‌ی ۱۹۸۰، در کالیفرنیا به عنوان یک استراتژی جدید برای نشست اهداف مدیریت سمت تقاضا (DSM) و آزمون‌هایی در مورد پذیرش مشتری و پاسخ قیمت معرفی شد. شرکت‌های برق از قبیل شرکت برق موهاک نیآگارا^۴ (در حال حاضر بخشی از شبکه ملی) شامل اولین تعرفه‌های قیمت‌گذاری لحظه‌ای بودند. با توجه به یک گزارش درباره‌ی RTP انجام شده توسط آزمایشگاه ملی لارنس برکلی^۵، بیش از ۷۰ شرکت برق در ایالات متحده تعرفه‌های RTP داوطلبانه را هم بر مبنای حالت آزمایشی و هم به طور دائمی ارائه داده‌اند. انگیزه‌ی این شرکت‌ها برای اجرای RTP

۱- Delaware

۲- Maryland

۳- New Jersey

4- Niagara Mohawk Power Co.

۵- Lawrence Berkeley National Laboratory

متفاوت بود: یا برای ارتقای توسعه‌ی بازار خرده‌فروشی و یا برای کاهش نیاز به ساخت ژنراتورهای تولید در دوره‌ی پیک اضافی بود [۵۲].

به مشتریان DA-RTP اطلاعاتی یک روزه از قیمت‌ها برای هر ۲۴ ساعت روز بعد داده می‌شود. به این ترتیب، مشتریان، اگر نمی‌توانند تقاضای خود را محدود کنند، زمان برای برنامه‌ریزی پاسخ‌های خود، از قبیل جابه‌جایی زمان مصرف (اغلب با جابه‌جایی بار به ساعت‌های خارج از پیک یا با استفاده از تولید در محل) دارند و یا این‌که با تولید محصولات دیگر از قیمت‌های روز قبل در امان بمانند. موهاک نیاگارا جزء اولین ارائه‌کنندگان DA-RTP پیش فرض برای بزرگ‌ترین مشتریان خود می‌باشد. به تازگی، تجربه‌های خود را با TOU و RTP به عنوان مبنایی برای تصمیم‌گیری‌های عمومی نیویورک^۱ (NYPSC) در فاز RTP پیش فرض برای همه مشتریان بزرگ به کار بسته است [۵۳].

چندین ایالت تجدید ساختار یافته RTP را پیشنهاد استاندارد خدمات (پیش فرض) برای بزرگترین کلاس مشتری برگزیدند، مگر این‌که آنها یک منبع جایگزین دیگر را انتخاب کنند. ایالت‌های دلاور، نیوجرسی، پنسیلوانیا^۲، مریلند، اوهایو، نیویورک، و ایلینویز^۳ ابتکارات هدف‌مندی در پیاده‌سازی RTP پیش فرض برای بزرگ‌ترین مشتریان دارند. تعرفه‌های پیش فرض در نیویورک و ایلینویز قیمت‌های ساعتی را برای قیمت‌های ISO یک روز قبل فهرست می‌کند، در حالی که دلاور، نیوجرسی، مریلند، و برخی از شرکت‌های برق پنسیلوانیا برای قیمت‌های ISO ساعتی لحظه‌ای فهرست می‌کند. در طول آوریل ۲۰۰۶، RTP پیش فرض برای مشتریان بزرگ تجاری و صنعتی (C&I) توسط ۱۱ شرکت برق در چهار ایالت اجرا شده بود، و برای ۱۵ شرکت برق اضافی دیگر پیشنهاد یا برنامه‌ریزی شد [۶۳].

۹-۳-۵-۱- منابع تولید پراکنده

تقاضا برای بهبود کیفیت توان و قابلیت اطمینان سیستم، افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی و نگرانی‌های زیست محیطی سبب افزایش استفاده از منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو در سمت مصرف‌گرددیده و در نتیجه نقش این ادوات در بهبود عملکرد شبکه‌های توزیع اهمیت فراوانی یافته است. معمولاً تاثیر این ادوات بر روی شبکه توزیع به محل اتصال این منابع به

۱- New York Public Service Commission (NYPSC)

۲- Pennsylvania

۳- Illinois

سیستم وابسته است. بنابراین نیاز به ابزارها و روش‌هایی جهت ارزیابی تاثیر این منابع بر عملکرد شبکه به ازاء سناریوهای مختلف و انواع تکنولوژی‌های موجود می‌باشد [۷۵].

با توجه به اهمیت فراوان انرژی در جوامع صنعتی امروزی، هزینه‌ها، در دسترس‌پذیری و مسائل زیست محیطی مرتبط با آن، این سازمان در [۷۶] به معرفی برنامه‌های فدرال در زمینه منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو پرداخته است. معرفی انواع تکنولوژی‌های موجود در این زمینه، بررسی انواع مشوق‌های مستقیم و غیرمستقیم جهت افزایش بازدهی انرژی، صرفه‌جویی در مصرف و بررسی تاثیر این تکنولوژی‌ها بر شبکه‌های قدرت از جنبه قابلیت اطمینان و تلفات از دیگر اهداف این گزارش می‌باشد.

با تدوین ساختار جدید در صنعت برق، تمایل به ایجاد فضای رقابتی مناسب، موجب تفکیک وظایف توزیع و انتقال از وظیفه تولید گردید. در نتیجه این کار، بازار برق از انحصار چند واحد در هر کشور خارج شده و هزاران تولیدکننده جای آن‌ها را خواهند گرفت. با تحقق این امر و تجدید ساختار صنعت برق، مصرف‌کنندگان به منابع توان رقابتی دست یافته و این امکان را خواهند داشت که تامین‌کننده برق خود را انتخاب کنند. امروزه تولید و مصرف در یک فضای رقابتی با یکدیگر قرار گرفته‌اند و تجهیزات و ملزومات این صنعت باید در جهت تقسیم کاربردها و فعالیت‌های خود حرکت نمایند تا بدین طریق صنعت برق در زمینه تجاری نیز کارایی بیشتری داشته باشد [۳۷-۳۸].

علاوه بر این، بحران نفت در سال ۱۹۷۳ موجب شد که بسیاری از کشورهایی که در صنعت خود به سوخت‌های فسیلی وابسته بودند، در پی یافتن جایگزینی مناسب برای آن‌ها باشند. همچنین با افزایش آگاهی عمومی در مورد مسائل زیست محیطی، یافتن جایگزینی مناسب برای سوخت‌های فسیلی اهمیت بیشتری پیدا کرد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که انرژی‌های تجدیدپذیر شامل انرژی خورشید، باد، آب، زیست توده، زمین گرمایی و ...، که از نظر زیست محیطی تمیز هستند، می‌توانند جایگزین مناسبی برای سوخت‌های فسیلی باشند [۵].

بدین ترتیب در سال‌های اخیر عواملی همچون بهینه‌سازی و تغییر سیستم‌های قدرت از ساختار سنتی به ساختاری جدید یا به عبارتی تجدید ساختار آن‌ها و حرکت در جهت افزایش رقابت و همچنین افزایش تعداد بازیگران عرصه صنعت برق (ورود بخش خصوصی)، لزوم حفظ محیط زیست با بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر و امکان راه‌اندازی نیروگاه‌های کوچک با استفاده از این منابع، کاهش ریسک خرید و تامین انرژی الکتریکی در بازارهای انرژی، مشکلات احداث خطوط انتقال جدید، کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی و آلاینده، نیاز به افزایش ظرفیت سیستم با توجه به افزایش روزافزون مصرف انرژی

الکتریکی و احساس نیاز به بهبود و توسعه سیستم قدرت، همراه با پیشرفت تکنولوژی ساخت منابع کوچک و امکان استفاده از این گونه منابع انرژی در مراکز مصرف (که خود باعث کاهش تلفات در شبکه توزیع و انتقال می‌گردد) و اقتصادی بودن ساخت واحدهای تولیدی کوچک در مقایسه با واحدهای تولیدی بزرگ، فرصت‌هایی را برای رشد و پیشرفت تکنولوژی‌های تولید انرژی الکتریکی فراهم نموده و پایه و اساس معرفی یک پدیده نو جدید در صنعت برق و شبکه‌های تجدید ساختار شده با نام تولیدات پراکنده بوده و باعث تشویق و توجه روزافزون مهندسين و اندیشمندان به موضوع تولیدات پراکنده شده است [۳۷-۳۸].

به دلیل ماهیت غیر مجتمع این روش تولید انرژی، آن را تولید پراکنده یا تولید توزیع شده می‌نامند. این تولیدات عمدتاً به شبکه‌های توزیع متصل شده و نیازی به احداث خطوط انتقال جدید ندارند. امروزه تکنولوژی سیستم‌های قدرت به سمت تنوع بیشتر و انعطاف‌پذیری بالاتر پیش می‌رود، تا انرژی الکتریکی بتواند بدون محدودیت، تولید، منتقل و توزیع شود. یک گام برای رسیدن به چنین سیستم‌هایی، استفاده از واحدهای تولید پراکنده در سیستم قدرت است.

در عصر حاضر به دلایل متعددی، تولید در حال تغییر ماهیت به سمت تولیدات پراکنده است. بر خلاف روش‌های تولید متمرکز که در آن از ژنراتورهایی با ظرفیت چند کیلووات تا چندین گیگاوات استفاده می‌شود، در تکنولوژی‌های جدید تولید برق واحدهای تولید توان الکتریکی از ژنراتورهایی با ظرفیت چند کیلووات تا چند مگاوات در محل بارها استفاده می‌کنند [۵].

واحدهای تولید پراکنده به صورت محلی واقع شده و می‌توانند توان الکتریکی را برای یک محدوده مشخص یا موقعیت خاص فراهم آورند؛ همچنین می‌توانند مازاد تولید خود را به صورت مستقیم وارد شبکه کنند. این منابع در مقایسه با ژنراتورهای بزرگ و نیروگاه‌ها، حجم و ظرفیت تولید کمتری داشته و با هزینه پایین‌تری راه اندازی می‌شوند. فناوری به کار رفته برای تولید در آن‌ها، متفاوت و بسیار متنوع است [۳۷].

استفاده از تولیدات پراکنده مزیت‌هایی را به همراه دارد. حضور این منابع در سیستم توزیع، قابلیت اطمینان شبکه را افزایش داده و امکان کاهش قیمت توان راکتیو را فراهم می‌آورد. مزیت دیگری که می‌توان برای تولیدات پراکنده برشمرد، عملکرد مطلوب آن‌ها در بهینه سازی کنترل ولتاژ و توان راکتیو است.

اغلب تولیدات پراکنده از منابع نوین انرژی برای تولید الکتریسیته استفاده می‌کنند. برخی از مولدها شکل کوچک شده ژنراتورهای مورد استفاده در شبکه هستند. با این حال تمام انواع تولیدات پراکنده در ویژگی اتصال به شبکه توزیع مشترکند. تولید پراکنده در واقع شامل آرایشی از واحدهای تولیدی مائولار کوچک به صورت پراکنده در میان مصرف‌کنندگان می‌باشد. نزدیکی ظرفیت‌های تولید به نواحی تقاضا، انعطاف پذیری شبکه را بالا برده و نیز کیفیت توان تولیدی را افزایش می‌دهد [۳۸].

رغبت به تولید پراکنده، به‌خاطر محدودیت‌های طول عمر و ظرفیت شبکه‌های انتقال و تولید متمرکز موجود در مقایسه با تکنولوژی‌های اقتصادی کارای تولید پراکنده و همچنین تجهیزات پیشرفته مدیریت سیستم در به‌کارگیری این واحدها می‌باشد. بررسی‌های صورت‌گرفته نشان می‌دهد که تولید به روش پراکنده گسترش روزافزونی در سرتاسر جهان یافته و در واقع نقش اصلی را در تهیه نیازهای آینده انرژی ایفا خواهد کرد.

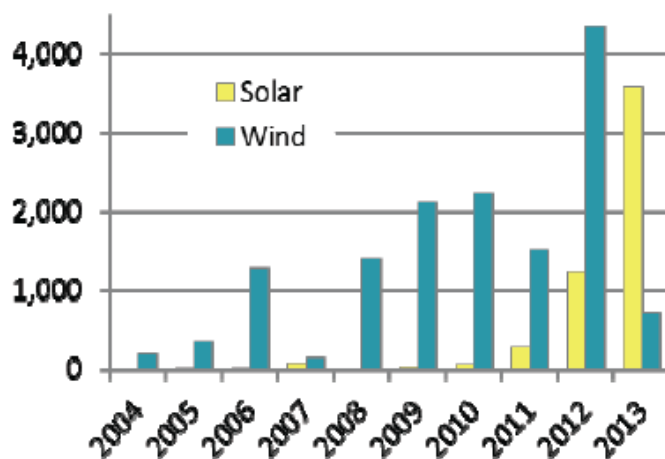
با قبول واقعیت توسعه تولیدات پراکنده به عنوان ساختار جدید صنعت برق در هزاره سوم، متخصصین با انبوه مسائل جدیدی روبرو می‌شوند که ناشی از فناوری‌های جدید در بخش تولید، انتقال و توزیع می‌باشد. بالطبع این تغییر تاثیر زیادی را بر مسائل حفاظتی و بهره‌برداری از شبکه خواهد داشت. با توجه به مطالب بیان شده، بررسی دقیق‌تر تولیدات پراکنده، تاثیر بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت و مسائل مرتبط با آن از اهمیت بسیاری برخوردار است. از دیدگاه سیستم قدرت، حضور DG از چند جهت قابلیت اطمینان سیستم را تحت تاثیر قرار می‌دهد [۳۸]:

- باتوجه به اینکه بهره‌گیری از منابع تولید پراکنده غالباً با کاهش بارگذاری تجهیزات سیستم همراه بوده و از سوی دیگر نرخ وقوع خطا در تجهیزات با بارگذاری آنها رابطه مستقیم دارد، می‌توان انتظار داشت حضور DG موجب کاهش احتمال وقوع خطا در تجهیزات شده و احتمال خاموشی در سیستم را کاهش دهد.
- واحدهای DG (در صورتی که امکان تغذیه بار به‌صورت ایزوله را دارا باشند) در هنگام بروز خطا می‌توانند بخشی از بار قطع‌شده سیستم را به‌طور جدا از شبکه تغذیه نمایند و از این طریق قابلیت اطمینان سیستم را افزایش دهند. باید توجه داشت که در این حالت DG می‌بایست توانایی‌های لازم را برای تأمین بار در کل بازه زمانی مورد نظر دارا باشد. در این مورد DG همانند یک نقطه مانور عمل می‌کند [۳۷].
- اگر DG به هر دلیلی دارای امکان تغذیه بار به‌صورت جدا از شبکه نباشد، بهره‌گیری از آن در کنار نقاط مانور سیستم می‌تواند موجب افزایش قابلیت تغذیه نقاط مانور شده و از این طریق امکان تغذیه بخش بیشتری از بار قطع‌شده سیستم فراهم می‌شود. این اثر می‌تواند نیاز سیستم به داشتن نقاط مانور با قابلیت تغذیه بالا را کاهش دهد [۷۰].

از آنجایی که تعدادی از تولیدات پراکنده دارای مالکیت خصوصی و یا مبتنی بر منابع انرژی متغیر همچون توربین‌های بادی و انرژی خورشیدی هستند، تضمینی برای تولید پیوسته آنها وجود ندارد. در این حالت اگر استانداردهای مخصوص برای کنترل، نصب و جایابی آنها وجود نداشته باشد، ممکن است تاثیر منفی و معکوس بر بهره‌برداری سیستم قدرت داشته باشند. این امر در شبکه‌های امروزی که اکثر تولید توان توسط نیروگاه‌های بزرگ تأمین می‌شود، زیاد جدی نیست. ولی با توجه اینکه سیستم‌ها

به سمت افزایش سهم تولید منابع پراکنده و بهره‌برداری به صورت جزیره‌ای پیش می‌روند، این موضوع اهمیت بالا پیدا می‌کند [۷۰].

در سال‌های اخیر نفوذ تولیدات متغیر در سیستم‌های تولید برق افزایش قابل توجهی داشته است. بیشترین افزایش مربوط به انرژی بادی بوده است. هر چند که رشد سلول‌های خورشیدی در دو سال اخیر در بعضی از کشورها چون ایالات متحده از انرژی بادی پیش گرفته است. نمودار مربوط به افزایش نفوذ منابع بادی و خورشیدی در ایالات متحده در شکل ۱-۲۶ نشان داده شده است.



شکل ۱-۲۶: نفوذ تولیدات متغیر بادی و خورشیدی در آمریکا (بر حسب MW)

در سال‌های اخیر نفوذ DG ها در سیستم روبه افزایش بوده است به خصوص سلول‌های خورشیدی که در سال ۲۰۱۳ رشد آن‌ها در ایالات متحده حتی از منابع بادی بیشتر بوده است. عوامل مؤثر در رشد استفاده از تولید پراکنده و نیز توجه به اثر بخشی این تولیدات در طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت در ایالت متحده را می‌توان در سه بخش زیست محیطی، تجاری و سیاست‌های کلان دسته‌بندی نمود [۷۰].

✓ عوامل زیست محیطی

کاهش گازهای گلخانه‌ای: محدود کردن آلودگی‌های ناشی از گازهای گلخانه‌ای یکی از عوامل عمده‌ی رشد DG محسوب می‌شود البته باید توجه داشت که این عامل عمدتاً در بهره‌گیری از تولیدات پراکنده مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر و نیز CHP تأثیرگذار است و روی رشد استفاده از دیگر فناوری‌ها اثر کمتری دارد.

- اجتناب از احداث خطوط انتقال و نیروگاه‌های بزرگ: احداث خطوط و نیروگاه‌های جدید همواره با مخالفت‌های عمومی روبرو است و ممانعت از احداث این تجهیزات یکی دیگر از عوامل زیست محیطی رشد استفاده از DG به شمار می‌آید. با پیشرفت تکنولوژی، امروزه تولید و نصب ژنراتورهای کوچک و متوسط برای کاربردهای خانگی امکان‌پذیر شده و می‌تواند تا حدی مشکلات زیست محیطی احداث نیروگاه‌های بزرگ را کاهش دهد [۷۱].

✓ عوامل تجاری

- کاهش ریسک سرمایه‌گذاری: عدم قطعیت‌های ناشی از بازار برق، استفاده از واحدهای تولیدی کوچک را جذاب ساخته است. یکی از نتایج تجدید ساختار و ایجاد رقابت در صنعت برق، افزایش ریسک پیش‌روی عوامل زنجیره‌ی این صنعت است. با توجه به هزینه‌ی سرمایه‌گذاری بسیار بالای مورد نیاز جهت احداث نیروگاه‌های جدید و وجود عدم قطعیت در فضای بازار برق، احداث واحدهای نیروگاهی کوچک‌تر که نسبتاً ریسک سرمایه‌گذاری کمتری دارند را جذاب ساخته است [۷۲].

- بهره‌گیری برای بهبود کیفیت برق‌رسانی: DG یک راه مقرون به صرفه برای بهبود کیفیت سرویس‌دهی به مشترکان است. حضور DG نزدیک به مراکز بار می‌تواند تأثیرات مثبتی روی کیفیت برق و قابلیت اطمینان سرویس‌دهی به‌جای بگذارد. این تأثیرات عمدتاً روی بهبود پروفیل ولتاژ و کاهش تعداد و مدت تداوم خاموشی‌ها است به خصوص اگر DG بتواند در زمان خاموشی شبکه به صورت جدا از شبکه برق را تأمین کند [۷۲].

✓ عوامل ناشی از سیاست‌های کلان

- تنوع منابع انرژی و بهبود امنیت انرژی: اخیراً بحث امنیت انرژی در مقوله‌ی سیاست‌گذاری‌های کلان انرژی مورد توجه خاصی قرار گرفته است. جوامع پیشرفته و مدرن امروزی آن چنان به منابع انرژی به خصوص در بخش برق وابسته‌اند که یک وقفه در این منابع می‌تواند عواقب هولناکی در زمینه‌های سیاسی، اقتصادی و اجتماعی را به دنبال داشته باشد بنابراین بحث امنیت و تداوم انرژی جایگاه ویژه‌ای در سیاست‌گذاری‌های کلان کشورها یافته است. در این خصوص DG یکی از گزینه‌های مهم به شمار می‌رود چراکه این واحدهای تولیدی می‌توانند به‌طور گسترده در شبکه و نزدیک به مصرف‌کننده نصب و بهره‌برداری شوند و از این رو بروز خطا در یک واحد تولیدی در مقایسه با خطای یک نیروگاه بزرگ یا خط انتقال، تأثیرات محدودتری را بر سیستم به‌جای می‌گذارد. از سوی دیگر با توجه به

تنوع در منابع اولیه‌ی انرژی مورد نیاز در فناوری‌های مختلف DG و به خصوص استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، به کار گرفتن تولیدات پراکنده به دولت‌ها امکان کنترل بهتر انرژی را می‌دهد. چراکه سوخت‌های فسیلی مورد نیاز نیروگاه‌های بزرگ در جهان محدود و در اختیار کشورهای خاصی بوده و این امر می‌تواند ریسک‌های غیر قابل پیش‌بینی را به دنبال داشته باشد [۷۳].

- بهبود سیاست رقابتی در بازار برق: یکی از نتایجی که همواره در خصوص بحث تجدید ساختار در صنایع برق مطرح می‌شود این است که رقابت در تولید و انتخاب مشترک موجب کاهش هزینه‌ی برق و افزایش کیفیت سرویس‌دهی می‌شود. یکی از پیش‌نیازهای محقق شدن رقابت کارا این است که تعداد بازیگرهای بازار به حد کافی زیاد باشد. تولید پراکنده در این امر می‌تواند بسیار تأثیرگذار باشد چراکه هزینه‌ی سرمایه‌گذاری پایین واحدهای DG امکان رقابت برای تعداد بیشتری از سرمایه‌گذاران را در صنعت فراهم می‌آورد (که می‌تواند علاوه بر بازار انرژی در بازار سرویس‌های جانبی نیز شرکت کنند) البته باید توجه داشت که دستیابی به این قابلیت DG مستلزم وجود آرایش مناسب برای تولید پراکنده در مکانیسم بازار برق است [۷۲].

ایالت‌های مهم آمریکا دارای شرکتهای برق جداگانه‌ای هستند. هر کدام از ایالت‌ها دارای قوانین و نیازمندی‌های منحصر بفردی در زمینه اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه می‌باشند. هرچند که قوانین واحدی نیز برای این ایالت‌ها تعریف شده است. تولید پراکنده در ایالات متحده آمریکا با عنوان منابع انرژی پراکنده و شامل منابع تولید پراکنده و منابع ذخیره‌ساز انرژی شناخته می‌شود. همچنین این کشور در بحث تولید پراکنده بر روی دو موضوع تولید همزمان برق و حرارت - که منبع انرژی بخش عمده‌ای از آن گاز طبیعی می‌باشد - و انرژی‌های تجدیدپذیر تمرکز کرده است.

حرکت سیاسی ایالات متحده آمریکا و دنیا به سمت ایجاد یک اقتصاد جهانی است که به طور فزاینده‌ای به سمت یکپارچه سازی انرژی‌های نو می‌باشد، که این روند حاکی از رشد خوب سرمایه‌گذاری در انرژی‌های پاک است. برای مثال در سال ۲۰۱۴ ایالات متحده آمریکا و چین که دو اقتصاد بزرگ جهان هستند توافق نامه‌ای را امضا نمودند که در آن هر دو کشور متعهد گردیدند تا پذیرش و تصویب انرژی‌های تجدیدپذیر را سرعت بخشند [۷۰].

همچنین در سال ۲۰۰۹ نمایندگان کالیفرنیا مصوبه‌ای را ثبت نموده‌اند که در آن مقرر شد تا سهم منابع تجدیدپذیر از ۲۰٪ به ۳۳٪ در سال ۲۰۲۰ برسد. دستیابی به این هدف تنها در صورتی محقق خواهد شد که فناوری‌های کنترل و حفاظت هوشمند به شبکه قدرت اضافه شود. سیستم قدرت فعلی برای پذیرش اتصال منابع تجدیدپذیر با این ظرفیت طراحی شده

است. برای مثال باید از فناوری ذخیره‌سازهای انرژی در شبکه به منظور کاهش اثر عدم قطعیت منابع تجدیدپذیر استفاده شود

[۷۰].

فصل دوم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور

کانادا

مقدمه

کشور کانادا از ۱۰ ایالت تشکیل شده است که بر اساس قانون اساسی کانادا مسئولیت‌های مهم در حوزه‌های کلیدی مانند برق و منابع طبیعی بر عهده این ایالت‌ها گذاشته شده است. با توجه به این مسئله و همچنین وجود تفاوت در سیاست و محیط طبیعی هر ایالت تفاوت‌های مهمی در ساختار صنعت برق ایالت‌های مختلف وجود دارد [۷۷].

۱-۲- مسئولیت‌های قانون‌گذاری انرژی در کانادا

در حالت کلی می‌توان سازمان‌های قانون‌گذاری انرژی کشور کانادا را به دو دسته فدرالی و ایالتی تقسیم‌بندی کرد.

۱-۱-۲- سازمان‌های فدرالی

در صنعت برق، مسئولیت تبادلات بین‌المللی و بین ایالتی انرژی الکتریکی بر عهده فدرال است. وظایفی نظیر ساخت و بهره‌برداری خطوط انتقال بین‌المللی و همچنین قانون‌گذاری صادرات برق به ایالات متحده بر عهده هیئت ملی انرژی (NEB^۱) به عنوان یکی از قانون‌گذارهای فدرال است. قانون‌گذاری صنعت انرژی هسته‌ای نیز توسط کمیته ایمنی هسته‌ای کانادا (CNSC^۲)، وابسته به فدرال، انجام می‌پذیرد [۷۷].

۲-۱-۲- سازمان‌های ایالتی

مسئولیت بیشتر سیاست‌گذاری‌ها و قانون‌گذاری‌های صنعت برق به استثناء موارد عنوان شده در بخش قبل، در حوزه فعالیت‌های ایالتی قرار دارد. هر ایالت قانون‌گذار مربوط به خود را دارد که نهادها و سازمان‌هایی را برای اداره کردن صنعت برق

۱-National Energy Board

۲-Canadian Nuclear Safety Commission

منصوب می‌کند. ایالت آلبرتا دارای بازار برق خرده‌فروشی و عمده‌فروشی کاملاً رقابتی است. ایالت اونتاریو دارای سیستم انتقال با دسترسی باز و بازار برق خرده‌فروشی و عمده‌فروشی است اما هنوز به مقدار زیادی بصورت سنتی (تجدید ساختار نشده) باقی مانده است. در ایالت بریتیش کلمبیا و نیوبرونزویک بخش تولید و انتقال از هم تفکیک شده‌اند. سایر ایالت‌ها به صورت سنتی بهره‌برداری می‌شوند. در بیشتر ایالت‌ها گرایش به سمت ایجاد تولیدکننده‌های مستقل به ویژه انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد. در ادامه وضعیت قانون‌گذاری صنعت برق ایالت آلبرتا به عنوان نمونه بررسی می‌شود. در ایالت آلبرتا طی قانون^۱ EUA گام‌های مهمی به سمت تجدید ساختار و سرمایه‌گذاری در صنعت برق برداشته شد و سازمان PPA^۲ نیز به همین منظور تشکیل شده است. سیستم انتقال ایالتی تحت قوانین و معیارهای EUA و PPA برای دسترسی تمام افراد، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان، واردکنندگان و صادرکنندگان برق آزاد است [۷۸].

در ایالت آلبرتا چهار مالک شبکه انتقال وجود دارد. شرکت الکتریکی ATCO، شرکت قدرت ENMAX، شرکت انتقال EPCOR، و شرکت AltaLink L.P. شرکت AltaLink مالک بیش از نیمی از سیستم انتقال آلبرتا بوده و ۸۵ درصد مشترکین را تغذیه می‌کند. مجموعه سیستم انتقال ایالت آلبرتا توسط سازمان مستقل بهره‌بردار سیستم الکتریکی آلبرتا (AESO)^۳ مدیریت می‌شود. این سازمان مسئولیت نظارت بر مبادلات برق در ایالت آلبرتا را بر عهده دارد و توسط یک هیئت مستقل در وزارت انرژی این ایالت، اداره می‌شود. از دیگر وظایف سازمان AESO برنامه‌ریزی‌های کوتاه مدت و بلند مدت توسعه سیستم انتقال، پیش‌بینی کوتاه مدت و بلند مدت بار، پیش‌بینی نیازمندی‌های فنی سیستم برای تامین بار، تضمین پایایی سیستم و تعیین هزینه سالانه سیستم و مقدار تعرفه‌ها است [۷۸].

AUC^۴ یک سازمان مستقل در ایالت آلبرتا است که ارائه سرویس توسط شرکت‌های برق و گاز به صورت مناسب و منصفانه را تضمین می‌کند. این سازمان به عنوان قانون‌گذار برای شرکت‌های برق و گاز عمل می‌کند تا انرژی به صورت امن و قابل اطمینان به مشترکین ارائه شود. همچنین AUC بر ساخت و عملکرد تجهیزات بصورت کارا و سازگار با طبیعت نظارت

۱-Electric Utilities Act

۲-Power Pool of Alberta

۳-Alberta Electric System Operator

۴-Alberta Utilities Commission

دارد. EUB^۱ یک سازمان مستقل تحت نظر دولت آلبرتا است که مسئولیت قانون‌گذاری سیستم توزیع الکتریکی برای تضمین دستیابی مشترکین به برق ایمن و قابل اطمینان را بر عهده دارد [۷۹].

در حوزه پایایی سیستم قدرت، ایالت‌های مختلف، وظایف مختلفی را بر عهده دارند. در ایالت‌های اونتاریو، آلبرتا، نیوبرنزیو و بریتیش کلمبیا به ترتیب بهره‌برداران مستقل سیستم انتقال AESO، IESO، NBSO و BCTC و در ایالت‌های کبک، منیتوبا و ساسکاچوان به ترتیب شرکت‌های برق Hydro-Quebec، TransEnergie، Manitoba Hydro و SaskPower موظف هستند تحت نظر قانون‌گذار ایالت خود، وضعیت پایایی را پایش و ارزیابی کنند و بر روند اجرای استانداردهای NERC نظارت کنند. به عنوان نمونه در ایالت اونتاریو IESO با استفاده از برنامه برآورده شدن پایایی اونتاریو (ORCP^۲) بر وضعیت پایایی اونتاریو و بر اجرای استانداردها نظارت می‌کند. IESO فعالیت‌های خود در زمینه اعمال استانداردهای پایایی را تحت نظارت OEB (قانون‌گذار انرژی اونتاریو) انجام می‌دهد و در این پروسه نیازمند تایید این سازمان است [۸۰].

نظارت کلی بر پایایی سیستم قدرت کانادا توسط سازمان NERC انجام می‌پذیرد. این سازمان مسئولیت تضمین پایایی الکتریکی در آمریکای شمالی را با همکاری سازمان‌های ملی ایالات متحده و کانادا بر عهده دارد. NERC دارای شوراهایی منطقه‌ای بوده که هر کدام چند ایالت از ایالات متحده و کانادا را در بر می‌گیرند. در این میان ۳ شورا، ایالت‌های کانادا را نیز در بر می‌گیرند: WECC^۳، MRO^۴ و NPCC^۵.

از زمانی که NERC به عنوان سازمان پایایی منصوب شد، انجمن برق کانادا (CEA^۶) به طور گسترده‌ای با برنامه‌های آن در ارتباط بوده است. CEA به همراه سازمان U.S. trade به عنوان ناظر کمیته اعضای نمایندگان (MRC^۷) که یکی از ارکان‌های اساسی NERC است، فعالیت می‌کند و هر جایی که لازم باشد پیشنهاداتی در رابطه با مسائل مرتبط با پایایی از جمله استانداردها ارائه می‌کند [۸۰].

۱-Energy Utilities Board

۲-Ontario Reliability Compliance Program

۳-Western Electricity Coordinating

۴-Midwest Reliability Organization

۵-Northeast Power Coordinating Council

۶-Canadian Electricity Association

۷-Member Representative Committee

در جدول زیر حوزه فعالیت هر یک از موسسه‌های منطقه‌ای NERC در ایالت‌های کانادا مشخص شده و موسسات مسئول

تضمین پایایی در هر یک از این ناحیه‌ها عنوان شده‌اند [۸۰].

جدول ۱-۲: سازمان‌های مسئول پایایی در ایالت‌های مختلف کانادا

سازمان	ایالت	استاندارد	اعمال قوانین
NEB	کل کانادا	استانداردی تهیه نمی‌کند	NERC در رابطه با اعمال قوانین NEB گزارش می‌دهد. جریمه مالی اعمال نمی‌شود.
WECC	بریتیش کلمبیا	BCUC ^۱ درخواست اعمال استانداردهای NERC را می‌دهد.	BCUC
	آلبرتا	AUC AESO	AESO MSA ^۲ , AUC
MRO	ساسکاچوان	-	-
	مانیتوبا	فرماندار	NERC و PUB ^۳
NPCC	اونتاریو	OEB ^۴	IESO ^۴
	کبک	Regie	NPCC
	نیوبرانزویک	NBEUB ^۷ و NBSO	NBSO ^۶
	نوا اسکوتیا	UARB ^۸	UARB و NERC
	پرینس ادوارد	-	-

۲-۲- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید

در این بخش به بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه پایایی بخش تولید در کشور کانادا پرداخته می‌شود. در ابتدا

خلاصه‌ای از وضعیت این کشور در زمینه ظرفیت تولید، میزان انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در سال‌های اخیر ارائه

می‌شود. همچنین به طور اجمالی به انواع ظرفیت‌های تولید و درصد مشارکت هر کدام در ظرفیت کل اشاره می‌شود [۷۸].

۱-British Columbia Utilities Commission

۲-Market Surveillance Administrator

۳-Public Utilities Board

۴-Independent Electricity System Operator

۵-Ontario Energy Board

۶-New Brunswick System Operator

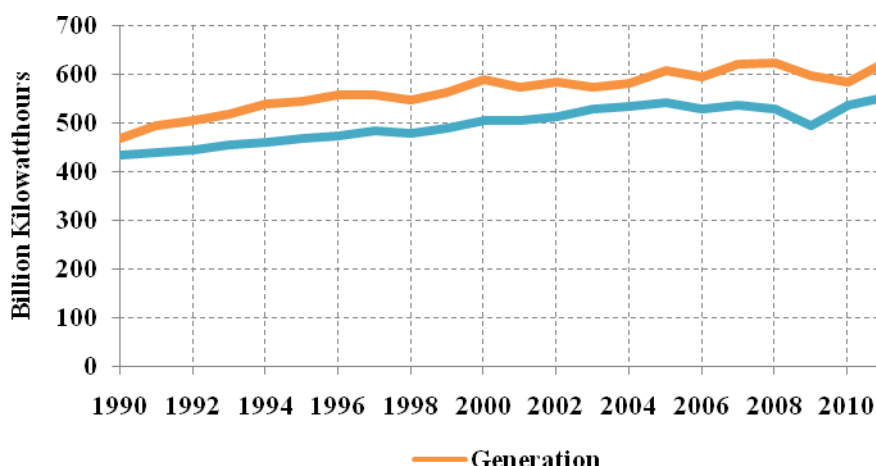
۷-New Brunswick Energy & Utilities Board

۸-Utility and review Board

در سال ۲۰۱۰ انرژی الکتریکی تولیدی کانادا در حدود ۵۸۰ بیلیون کیلووات ساعت بوده که ۶۰ درصد از آن از طریق نیروگاه‌های برق‌آبی تولید شده است. کشور کانادا از نظر میزان تولید برق‌آبی پس از چین و برزیل در رده سوم دنیا قرار دارد. بقیه انرژی الکتریکی مورد نیاز کانادا عمدتاً از طریق نیروگاه‌های حرارتی تامین می‌شود. مطابق آمار آژانس بین‌المللی انرژی (IEA^۱) تقریباً دو سوم از ظرفیت تولید حرارتی کانادا با سوخت زغال‌سنگ کار می‌کند و بقیه آن توسط گاز طبیعی و مقدار کمی هم توسط نفت تغذیه می‌شود. در سال ۲۰۰۹ ظرفیت نصب شده تولید کانادا به طور تقریبی ۱۳۲ گیگاوات بوده است. در این میان انرژی برق‌آبی ۷۵ گیگاوات را به خود اختصاص داده است. کشور کانادا همچنین به دلیل سیاست‌های فدرالی و ایالتی، از تولیدکنندگان بزرگ و در حال رشد انرژی بادی است. بنابر آمارهای موسسه انرژی بادی کانادا در سال ۲۰۱۲ ظرفیت انرژی بادی این کشور ۵/۵ گیگاوات بوده است که تا نیمه سال ۲۰۱۴ به بیش از ۸/۵ گیگاوات افزایش یافته است [۸۱].

شبکه برق کانادا و ایالات متحده به طور گسترده‌ای با هم در ارتباط هستند و به طور کلی کانادا صادرکننده برق به ایالات متحده است. در سال ۲۰۱۰ کانادا ۴۳/۸ بیلیون کیلووات ساعت برق به ایالات متحده صادر کرده، در حالیکه ۱۸/۵ بیلیون کیلووات ساعت وارد کرده است.

شکل ۱-۲ نمودار میزان انرژی الکتریکی تولیدی و انرژی مصرفی سالانه کانادا (بر حسب بیلیون کیلووات ساعت) را برای سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ نشان می‌دهد [۸۲].



شکل ۱-۲: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در کانادا

۱-۲-۲- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

شرکت‌های کانادایی دارای تجهیزات تولید/انتقال و بهره‌برداران مستقل سیستم انتقال، الزاماتی در مورد گزارش‌دهی اطلاعات پایایی به قانون‌گذارهای ایالتی دارند. با این وجود در مورد چگونگی گزارش اطلاعات و میزان دسترس‌پذیری عموم به این اطلاعات، سازگاری چندانی میان ایالت‌های مختلف وجود ندارد. شرکت‌های مختلف برق اطلاعات زیادی در مورد شاخص‌های پایایی در سطح توزیع‌کننده ارائه می‌دهند، در حالی که اطلاعات کمی در مورد عملکرد سیستم تولید و انتقال گزارش می‌کنند. در اونتاریو که شرکت‌های تولید، انتقال و توزیع از هم تفکیک شده‌اند، با توجه به قوانین IESO، شرکت Hydro One به عنوان شرکت اصلی انتقال ایالت اونتاریو و وظیفه دارد اطلاعات پایایی را به طور منظم گزارش دهد. این اطلاعات شامل تغییرات ولتاژ، فلیکر (کیفیت توان)، اطلاعات خروجی، حوادث اضطراری و عملکرد سیستم در محل تحویل توان به مصرف‌کننده است. BCTC^۱ به عنوان شرکت اصلی انتقال ایالت بریتیش کلمبیا اطلاعاتی شامل مدیریت رزرو، کنترل ولتاژ، مدیریت خروج (برنامه‌ریزی شده و برنامه‌ریزی نشده) و داده‌های پخش بار را گزارش می‌کند [۸۳].

شرکت‌های کانادایی گزارش‌های پایایی خود را به سازمان NERC نیز ارائه می‌دهند. این گزارش‌ها به سه شورای منطقه‌ای NERC که حوزه آن‌ها کانادا را در بر می‌گیرد، ارائه می‌شود. NPCC برای ایالت‌های مریتم، کیبک و اونتاریو؛ MRO برای ایالت‌های مَنیتوبا و ساسکاچوان؛ و WECC برای آلبرتا و بریتیش کلمبیا. بسته به ایالت، شرکت گزارش‌دهنده می‌تواند شرکت‌های انتقال، شرکت‌های یکپارچه و یا بهره‌برداران سیستم باشند. موارد گزارش شده، برای شرکت‌های کانادایی و شرکت‌های ایالات متحده یکسان است. سازمان‌های کانادایی گزارش‌دهنده هر یک از موسسات منطقه‌ای NERC به شرح زیر هستند. در برخی از ایالت‌ها بهره‌برداران مستقل سیستم انتقال و در برخی دیگر شرکت‌های برق این وظیفه را بر عهده دارند [۸۴].

NPCC – NBSO, Hydro-Quebec TransEnergie, IESO

MRO – Manitoba Hydro, SaskPower

WECC – AESO, BCTC

^۱-British Columbia Transmission Company

سازمان CEA نیز به عنوان مرکز مطالعات ملی برق کانادا گزارش اطلاعات پایایی را از اعضای خود دریافت می‌کند. CEA این اطلاعات را تحلیل کرده و در سه مرحله در سال به چاپ می‌رساند. گزارش وضعیت تجهیزات تولید، شامل داده‌های ۸۵۰ واحد تولید در کانادا است که حاوی اطلاعاتی مانند عمر، نرخ ماکزیمم پیوستگی، نوع واحد، ۵ دلیل اصلی خروج و ۱۰ مجری اصلی واحدهای تولید در سال است. همچنین جزئیاتی مانند فاکتورهای بهره‌برداری واحدها و نوع سوخت به همراه آمار خروجی‌ها و دلایل آن‌ها نیز ارائه می‌شود [۸۵].

در نهایت همان‌طور که اشاره شد شوراهای منطقه‌ای NERC با همکاری بهره‌برداران مستقل سیستم انتقال و شرکت‌های اصلی برق ایالت‌ها مسئولیت مانیتورینگ، نظارت و تضمین اجرای استانداردهای اجباری تعیین شده را بر عهده دارند.

۲-۲-۲- ارزیابی پایایی

انجمن برق کانادا (CEA) در سال ۱۸۹۱ تاسیس شده است. CEA مرکز ملی مطالعات برق کانادا و بخش پیشرو در زمینه تجارت انرژی الکتریکی در این کشور است. اعضای این سازمان متشکل از شرکت‌های توزیع و انتقال انرژی الکتریکی، تولیدکنندگان مستقل توان، شرکت‌کنندگان در بازار انرژی الکتریکی و تولیدکنندگان می‌باشند که در حفظ پویایی صنعت برق این کشور مشارکت فعالی دارند. تامین ایمن، پایدار و قابل اطمینان انرژی الکتریکی با قیمتی کاملاً رقابتی از اهداف این سازمان می‌باشد [۸۶].

ارزیابی کمی پایایی سیستم قدرت نیازمند مدل‌های ریاضی و آمارهای واقعی خرابی و تعمیر تجهیزات سیستم است. آمارهای خرابی و تعمیر به طور معمول از داده‌های گذشته تجهیزات استخراج می‌شود. به همین دلیل جمع‌آوری داده یکی از بخش‌های ضروری آنالیز پایایی سیستم قدرت است. همه شرکت‌های مهم کانادایی، در برنامه جمع‌آوری و آنالیز داده سازمان CEA مشارکت می‌کنند. این برنامه، سیستم اطلاعات پایایی تجهیز (ERIS^۱) نامیده می‌شود. CEA از سال ۱۹۷۷ جمع‌آوری داده‌های خروج مربوط به بخش تولید و انتقال را آغاز کرده است و گزارش‌هایی را منتشر کرده است. CEA همچنین پروسه‌ای برای ارزیابی پایایی سیستم قدرت الکتریکی (EPSRA^۲) دارد. این پروسه شامل آمارهایی از اغتشاش‌های سیستم، عملکرد تحویل توان توسط سیستم و پیوستگی سرویس به مشترکین است [۸۶].

۱-Equipment Reliability Information System

۲-Electric Power System Reliability Assessment

اهداف سازمان CEA عبارتند از:

- فراهم نمودن تصویری جامع و دقیق از عملکرد سیستم الکتریکی در کل کشور کانادا
- کمک به فعالان موجود در این حوزه جهت بهبود عملکرد سیستم و تجهیزات، افزایش کارایی عملیاتی، افزایش ایمنی کارکنان، رضایت مصرف‌کننده و کاهش هزینه‌ها.
- پایگاه‌های اصلی داده و حوزه‌های گزارش‌دهی این سازمان شامل موارد زیر می‌باشد:
 - تجهیزات تولید توان (وضعیت عملکرد پیوسته، خطاها و خرابی‌ها)

این بخش گزارشاتی در رابطه با عملکرد واحدهای تولیدی ارائه می‌دهد. این اطلاعات می‌تواند جهت محک زدن عملکرد واحدهای تولیدی، تصمیم‌گیری در مورد توسعه سیستم تولید و یا بهبود آن، اجرای بهتر برنامه‌های تعمیر و نگهداری واحدهای تولیدی و برنامه‌ریزی سیستم قدرت جهت بهره‌مندی حداکثری از آن مورد استفاده قرار گیرد.
- تجهیزات انتقال توان (خرابی خطوط، ترانسفورماتورها، کلید و دلایل خرابی)
- این بخش گزارشاتی در رابطه با عملکرد تجهیزات شبکه انتقال در کشور کانادا تهیه می‌نماید. این اطلاعات می‌تواند جهت محک زدن عملکرد خطوط شبکه انتقال، تصمیم‌گیری در مورد ساخت و توسعه خطوط انتقال موجود، برنامه‌های تعمیر و نگهداری واحدهای تولیدی و برنامه‌ریزی سیستم قدرت به منظور عملکرد بهینه مورد استفاده قرار گیرد.
- تداوم خدمات رسانی شبکه توزیع (تعداد وقوع، مدت و دلایل خاموشی‌ها، شاخص‌های پایایی)
- این بخش گزارشاتی در رابطه با پایایی شبکه توزیع و تجهیزات موجود در آن ارائه می‌دهد [۸۱]. با استفاده از این اطلاعات، شرکت‌های توزیع می‌توانند اهدافی را جهت بهبود پایایی سیستم خدمت‌رسانی مشخص نموده، و برنامه‌هایی را در حمایت از برنامه‌های تعمیر و نگهداری تجهیزات سیستم توزیع و تضعیف دلایل ایجاد خطا تعیین نمایند. شاخص‌های SAIDI^۱، SAIFI^۲ و CAIDI^۳ از جمله شاخص‌هایی هستند که در این گزارش‌ها از آن‌ها استفاده می‌شود. از این گزارش می‌توان جهت محک زدن عملکرد شرکت‌های توزیع در مورد کیفیت خدمات ارائه شده به مشترکین مورد استفاده قرار گیرد.
- سیستم قدرت (خاموشی شبکه به هم پیوسته انتقال و تولید)

۱-System Average Interruption Duration Index

۲-System Average Interruption Frequency Index

۳-Customer Average interruption Duration Index

این بخش اطلاعاتی را در مورد خرابی‌های محل اتصال شبکه توزیع به سیستم قدرت ارائه می‌دهد. با تجزیه و تحلیل خرابی‌های موقتی و دائمی، از این گزارش‌ها می‌توان جهت محک زدن عملکرد شرکت‌های برق منطقه‌ای در مورد کیفیت خدمت‌رسانی شبکه انتقال موجود در حوزه آنها استفاده نمود.

با توجه به روابط گسترده کشورهای ایالت متحده و کانادا، امنیت در حوزه انرژی الکتریکی برای این دو کشور به صورت امنیت در بازار انرژی الکتریکی آمریکای شمالی قابل تعریف می‌باشد. سیستم قدرت آمریکای شمالی که بازارهای انرژی الکتریکی ایالت متحده و کانادا را به هم متصل می‌نماید، یکی از پیچیده‌ترین و مطمئن‌ترین شبکه‌های قدرت الکتریکی است که دارای تنوع گسترده منابع سوختی و شبکه‌های انتقال به هم پیوسته می‌باشد. پیوستگی شبکه‌های قدرت این دو کشور زمینه تجارت گسترده‌تر و امنیت انرژی بالاتر را فراهم می‌نماید [۸۷].

بدین منظور در مرجع [۸۸] به بررسی چالش‌های موجود در زمینه پیوستگی بازارهای انرژی الکتریکی این دو کشور و تاثیر آن بر امنیت شبکه برق آمریکای شمالی پرداخته شده است. همچنین این سازمان در مرجع [۸۹] به بررسی استفاده از تکنولوژی‌های نو در زمینه تولید انرژی الکتریکی پرداخته و این مساله را از جنبه‌های گوناگونی مانند هزینه و تاثیر بر امنیت شبکه برق مورد توجه قرار داده است.

در ایالت اونتاریو IESO به عنوان بهره‌بردار مستقل سیستم انتقال، به بررسی برخی مسائل مطرح در چشم‌انداز پایایی اونتاریو می‌پردازد و با توجه به شرایط جدید اصلاحات لازم را اعمال می‌کند. یکی از این شرایط، تجربیات جدید در رابطه با تقاضا و عرضه در ماه‌های تابستان است. IESO با توجه به تجربیات بدست آمده در هر تابستان فرضیاتی را برای ارزیابی کفایت منبع در نظر می‌گیرد. این ارزیابی‌ها مشخص می‌کند که چه مقدار ظرفیت جدید برای برآوردن بار نیاز است. با در نظر گرفتن این کمبود ظرفیت، نیاز است به منظور حفظ پایایی آینده سیستم، برنامه‌های دولت برای تعطیل کردن نیروگاه‌های زغال‌سنگ به تاخیر بیافتند [۹۰].

IESO در جهت برنامه‌های پایایی سازمان NPCC ارزیابی‌هایی در مورد کفایت منبع انجام می‌دهد. در ارزیابی انجام شده در سال ۲۰۱۲ بازه مورد مطالعه سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۷ در نظر گرفته شده است. IESO سطح پایایی اونتاریو را با استفاده از برنامه شبیه‌سازی پایایی چند ناحیه‌ای (MARS^۱) تعیین می‌کند. ارزیابی انجام شده در سال ۲۰۱۲ نشان داد که نیاز است تغییراتی در فرضیات ارزیابی سال ۲۰۰۹ ایجاد شود. این تغییرات شامل شرایط سیستم و تجهیزات، دسترس‌پذیری منابع تولید،

پیش‌بینی بار و قانون‌گذاری‌های حوزه برق است. ارزیابی سال ۲۰۱۲ نشان داد که اوتاریو قادر است شاخص کفایت پایایی NPCC که نیازمند $LOLE^1$ کمتر از ۰/۱ روز در سال است را برآورده کند. انتظار می‌رود با خارج شدن واحدهای زغال‌سنگ از سرویس، سایر برنامه‌ها قادر به جبران این کمبود و حفظ پایایی سیستم اوتاریو باشند. از جمله این برنامه‌ها می‌توان به اضافه شدن ظرفیت تولید برنامه‌ریزی شده و همچنین کاهش تقاضای پیش‌بینی شده از طریق صرفه‌جویی و مدیریت بار اشاره کرد. مسائلی که در این ارزیابی‌ها لحاظ می‌شوند شامل شاخص کفایت، مدل پایایی، مدل بار، نرخ رشد بار، ظرفیت‌های تولید جدید، ظرفیت‌های تولید خارج شده، ارتباطات با سایر ناحیه‌ها، پروسه‌های اضطراری، دسترس‌پذیری واحد، صرفه‌جویی/مدیریت مصرف و تولید پراکنده می‌باشد [۹۱].

در ایالت آلبرتا AESO به عنوان بهره‌بردار مستقل سیستم انتقال، ارزیابی‌های احتمالاتی بلند مدتی را در مورد وضعیت پایایی تولید این ایالت انجام می‌دهد. این ارزیابی‌ها سه بخش مهم را در بر می‌گیرند. حالت پایه؛ آنالیز حساسیت؛ زمان‌بندی موثر اعمال تغییرات در بازار برق آلبرتا [۹۲].

حالت پایه: ارزیابی احتمال از دست رفتن بار (LOLP)، انرژی تغذیه نشده مورد انتظار (EUE) و حد رزرو مورد انتظار در آینده، مشخصه‌های مهم بازار برق آلبرتا را بدست می‌دهند. همچنین ارزیابی وضعیت این پارامترها برای پنج سال گذشته نیز سودمند خواهد بود. AESO معتقد است LOLP، EUE و حد رزرو در برنامه‌ریزی تضمین پایایی بسیار مهم هستند و برای شناسایی و اولویت‌بندی اقدامات مورد نیاز مورد استفاده قرار می‌گیرند. شاخص‌های دیگری نیز وجود دارند که AESO می‌تواند بررسی کند اما فعالیت‌های مشاوران تنها این سه شاخص را لحاظ می‌کنند.

آنالیز حساسیت: ارزیابی تاثیر تغییرات زیر در بازار برق آلبرتا بر LOLP، EUE و حد رزرو:

- بررسی تفاوت میان حالت "بهینه" برنامه‌های تعمیر و نگهداری و حالت مورد انتظار یا مورد مشاهده
- مقدار کمتر یا بیشتر تعمیر و نگهداری‌های برنامه‌ریزی نشده
- پیش‌بینی‌های مختلف بار
- حذف کردن ظرفیت از بازار انرژی برای استفاده در سرویس‌های فرعی بازار (۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ مگاوات)
- اثر بیشتر پاسخ سمت تقاضا

- اثر سرویس‌های اعمال خاموشی

زمان‌بندی موثر اعمال تغییرات در بازار برق آلبرتا: بررسی اینکه چه زمانی برای اعمال تغییرات مشخص در بازار

برق آلبرتا به منظور دستیابی به بیشترین سود با کمترین قیمت مناسب است. این بخش از کار به تغییرات زیر در بازار محدود می‌شود [۸۹].

- تعهدات کفایت - چه مقدار ظرفیت برای دستیابی به سطوح مختلف پایایی مورد نیاز است؟

- سقف قیمت افزایش یافته - چه مقداری از سقف قیمت و اعمال آن در چه زمان‌هایی برای دستیابی به سطوح

مختلف پایایی مورد نیاز است؟

- سرویس اعمال خاموشی - اعمال چه مقدار خاموشی برای دستیابی به سطوح مختلف پایایی مورد نیاز است؟

AESO انتظار ندارد که این ارزیابی‌ها وضعیت دقیق پایایی منبع را در آینده پیش‌بینی کنند، بلکه به دنبال یک ارزیابی

یکپارچه حالت پایه و مقایسه تاثیر نسبی هر یک از تغییرات بالقوه بازار است [۸۷].

۳-۲-۲- بهبود پایایی

کشور کانادا در جهت گسترش و متنوع‌سازی منابع ظرفیت توان به سمت استفاده بیشتر از منابع تجدیدپذیر مانند برق‌آبی، بادی، خورشیدی، زیست توده، زمین گرمایی و غیره حرکت می‌کند. در کشور کانادا در حالیکه ظرفیت برق‌آبی گسترش زیادی داشته است، انرژی‌های بادی و خورشیدی بیشترین سرعت رشد را دارا بوده‌اند. سرعت متوسط رشد سالانه برای هر دوی انرژی‌های بادی و خورشیدی در دهه گذشته به ۴۰ درصد رسیده است [۸۱]. انرژی برق‌آبی به همراه ذخیره‌سازهای مناسب، شرایط را برای استفاده بهتر از انرژی‌های متغیر مانند بادی فراهم کرده است. رشد انرژی‌های بادی در دهه اخیر به حدی بوده است که در سال ۲۰۱۲ ظرفیت بادی به ۶/۲ گیگاوات رسیده است. به علاوه تخمین زده شده است که این ظرفیت تنها ۵ درصد از ظرفیت انرژی بادی بالقوه کانادا است. در حال حاضر تمام ایالت‌ها دارای مزارع بادی هستند و ظرفیت بادی سه ایالت اونتاریو، آلبرتا و کبک از مرز ۱۰۰۰ مگاوات عبور کرده است [۹۳].

سازمان IESO در گزارش‌های خود ابراز کرده است که اتصال انرژی‌های بادی جدید و همچنین سایر انرژی‌های

تجدیدپذیر به نحوی در حال انجام است که تاثیر نامطلوبی بر پایایی سیستم الکتریکی نداشته باشد. IESO اعلام کرده است

که با وجود خروج برخی از ظرفیت‌های تولید زغال‌سنگی، با استفاده از ظرفیت‌های بادی و خورشیدی جدید فشار تقاضای پیک بر سیستم کاهش یافته و پایایی سیستم حفظ می‌شود [۹۲].

بسته به نوع مصرف‌کنندگان غالب در یک ایالت و اینکه پیک بار در چه ماهی از سال اتفاق می‌افتد، برنامه‌های متفاوتی برای صرفه‌جویی در مصرف قابل پیاده‌سازی است. به عنوان نمونه در ایالت آلبرتا به دلیل اینکه بخش صنعتی مصرف‌کننده غالب است و اینکه پیک بار در ماه‌های زمستان اتفاق می‌افتد، قدرت مانور کمتری در صرفه‌جویی وجود دارد. AESO از برنامه‌های افزایش بهره‌وری و انرژی‌های تجدیدپذیر در راستای استراتژی ایالتی انرژی بهره می‌برد. یکی از این برنامه‌ها استفاده از تجهیزات اندازه‌گیری پیشرفته (اندازه‌گیری هوشمند) در منازل، مصرف‌کننده‌های تجاری کوچک و بخش کشاورزی است. به طور کلی این برنامه‌ها می‌توانند به صورت زیر دسته‌بندی شوند [۹۲]:

- افزایش بازدهی انرژی
- پاسخ به تقاضا
- استفاده از سوخت‌های جایگزین
- تولید پراکنده

در مورد برنامه‌های گسترش ظرفیت‌های تولید در آلبرتا انواع مختلفی از ظرفیت‌ها شامل انرژی بادی، برق‌آبی، گازی و زمین گرمایی مطرح هستند. به منظور انجام انتخاب مناسب می‌بایست در بررسی‌ها هزینه‌های سرمایه‌گذاری، هزینه‌های بهره‌برداری، سودها و طرح‌های تشویقی موجود لحاظ گردند. در آلبرتا پروژه‌های بادی به ویژه در ناحیه شمال غربی ایالت در مقیاس مصرف‌کننده‌های تجاری تقریباً (به صورت مرزی) اقتصادی هستند. پروژه‌های فتوولتائیک خورشیدی بسیار هزینه‌بر بوده و برای مناطقی با پیک بار زمستانی، با توجه به کمبود تابش در زمستان، چندان مناسب نیستند. در آلبرتا گزینه‌هایی که در برنامه‌ریزی‌های ظرفیت تولید مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل موارد زیر هستند [۹۳]:

- نیروگاه‌های زغال‌سنگ بحرانی که قادر به فعالیت در دما و فشار بالاتر از نقطه بحرانی آب هستند و در نتیجه بازدهی بیشتری دارند.
- سیکل ترکیبی گاز طبیعی
- سیکل ترکیبی گازی یکپارچه

در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر به برخی از پروژه‌ها اهمیت بیشتری داده می‌شود در حالیکه برخی دیگر از پروژه‌ها با محدودیت‌های منطقه‌ای و سیستم انتقال مواجه هستند. یکی از بزرگترین پروژه‌ها مربوط به سیستم برق‌آبی رودخانه اسلیو با ظرفیت ۱۲۵۰ مگاوات است. این نیروگاه برق‌آبی برای اینکه کاملاً به شبکه متصل شود به خطوط انتقال جدید نیاز دارد. همان‌طور که اشاره شد ناحیه شمال غربی آلبرتا منابع بادی مناسبی دارد اما محدودیت سیستم انتقال این ناحیه ساخت مزارع بادی بزرگ را محدود می‌کند. انرژی‌های تجدیدپذیر در مقیاس کوچک و همچنین منابع سوخت دیگر در صورتیکه به طور محلی تولید و مصرف شوند، می‌توانند گزینه‌هایی برای رفع مشکل محدودیت سیستم انتقال باشند [۹۴].

با وجود محدودیت‌های بیان شده برای گسترش تولید بادی در ایالت آلبرتا، در سال‌های اخیر ظرفیت بادی این ایالت افزایش قابل توجهی یافته است. در نوامبر سال ۲۰۱۲ مقدار ظرفیت نصب شده بادی ایالت ۱/۰۹ گیگاوات از ۱۶ مزرعه بادی بوده که ۷/۵ درصد از ظرفیت کل ایالت را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین علاقه زیادی برای گسترش این ظرفیت وجود دارد و در حال حاضر بیش از ۳/۲ گیگاوات ظرفیت بادی در حال ساخت است. برنامه‌ریزی‌های بلندمدت نشان می‌دهند که تا سال ۲۰۲۰ ظرفیت بادی قابل استفاده در حدود ۲/۵ گیگاوات می‌باشد. با این وجود اضافه شدن ظرفیت‌های جدید به سیستم قدرت آلبرتا به‌خصوص به دلیل تغییرپذیری این انرژی‌ها محدودیت‌هایی نیز به همراه دارد. به همین منظور AESO بررسی‌های گسترده‌ای در رابطه با مواجهه با تغییرپذیری انرژی بادی انجام می‌دهد. در این بررسی‌ها به طور مرتب و به صورت لحظه به لحظه اطلاعات تمام مزارع بادی گردآوری شده و سپس قوانینی برای کنترل خروجی توان آن‌ها وضع می‌شود [۹۴].

۳-۲- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال

پیشینه قابلیت اطمینان در کانادا به اواسط سال ۱۹۶۰ باز می‌گردد. در این دوره تامین امنیت شبکه بر عهده شرکت‌های تامین‌کننده برق بود. در سال ۱۹۶۵ یک خاموشی در شمال شرق کانادا اتفاق افتاد. این خاموشی منجر به تشکیل سازمان‌های محلی (RRO)^۱ برای تامین امنیت شبکه تشکیل شد [۹۵].

در سال ۱۹۶۸ با سازمان NERC تشکیل شد. در دهه ۱۹۹۰ با تجدید ساختار صنعت و بازار، استانداردهای قابلیت اطمینان الزامی شد. در سال ۱۹۹۹ سیستم مدیریت قابلیت اطمینان اجرا شد. با خاموشی گسترده سال ۲۰۰۳ کشور کانادا به سازمان NERC پیوست و این سازمان در این کشور به رسمیت شناخته شد.

۱-Regional Reliability Organizations

قوانین قابلیت اطمینان در کشور کانادا تابع NERC است و شرکت‌های برق بخش‌های مختلف تابع این سازمان می‌باشند. اجرای قوانین قابلیت اطمینان برای بهره‌برداران، صاحبان شبکه و مشتری‌های شبکه الزامی است [۹۵].

۱-۳-۲- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

۱-۳-۱-۱- مدیریت قابلیت اطمینان

صنعت برق در کانادا از شرکت‌های برق ایالت‌های مختلف تشکیل شده است. بنابراین اقدامات و استانداردهای لازم در قابلیت اطمینان به طور عمده درون این شرکت‌های ایالتی انجام می‌گیرد. در بیشتر ایالت‌ها استاندارد NERC به عنوان استاندارد مرجع شناخته می‌شود. اما در بعضی ایالت‌ها از جمله اونتاریو استانداردهای محلی وجود دارد. به طور مثال در ایالت اونتاریو عدم رعایت این قوانین و استانداردهای محلی منجر به جریمه شدن می‌شود [۹۴].

به طور کلی شرکت‌های ایالتی، فدرال تحت نظارت وزارت انرژی بر روی مشکلات موجود در قابلیت اطمینان شبکه انتقال همکاری می‌کنند. در آگوست ۲۰۰۳ پروژه‌های مشترک بین این شرکت‌ها انجام شد. در گزارش منتشر شده تعدادی از سرمایه‌گذاری‌های در بخش انتقال کانادا مورد بررسی قرار گرفت تا اینکه مشخص شود آیا لازم است ظرفیت‌های انتقال افزایش یابد و یا اینکه از پروژه‌های بخش تولید حمایت به عمل بیاید. در گزارش منتشر شده، به این نتیجه رسیده شده بود که مهمترین موانع در سرمایه‌گذاری در بخش انتقال، عدم قطعیت در بازار و پروژه‌های اقتصادی است و قوانین اقتصادی مانع بعدی می‌باشند. همچنین در گزارش آورده شده است، با اینکه استفاده از تکنولوژی‌های جدید لزوم سرمایه‌گذاری در انتقال را کاهش می‌دهد اما به عنوان گزینه‌ای برای کاهش محدودیت‌های انتقال قابل اعتماد نیست [۹۶].

۲-۳-۱-۲- نقش دولت فدرال در سیاست‌های قابلیت اطمینان در حوزه انتقال

دولت فدرال کانادا مسئول سیاست‌گذاری بین ایالتی و هم‌چنین بین‌المللی می‌باشد. این سیاست‌ها شامل سیاست‌ها و استانداردهای قابلیت اطمینان نیز است. مهمترین دپارتمان‌های دولت فدرال، دپارتمان منابع طبیعی کانادا و دپارتمان مبادلات بین‌المللی است.

دولت فدرال مقررات ساخت و بهره‌برداری از خطوط بین‌المللی را بر عهده دارد. دولت فدرال هنگام طراحی خط جدید و تبادلات بین‌المللی، قوانین قابلیت اطمینان را نیز در نظر می‌گیرد. برای اعمال این قوانین باید مطالعات تاثیر خط جدید بر روی قابلیت اطمینان ایالت‌هایی که خط از آنها می‌گذرد و هم چنین ایالت‌های مجاور انجام شود. وظیفه دیگر دولت فدرال رویت بازار برق کانادا در دراز مدت و ارزیابی این بازار برای تعادل بین تولید و مصرف است. این مطالعه فقط جهت بررسی کفایت منابع بوده و قوانینی بر اساس این مطالعه وضع و اعمال نشده است [۹۶].

۳-۱-۳-۲- استانداردهای اجباری قابلیت اطمینان در کانادا

شرایط به وجود آمده به دلیل تجدید ساختار در صنعت برق، منجر به این شد که استانداردهای اجباری در زمینه قابلیت اطمینان به وجود بیاید. سازمان برق کانادا از این استانداردها حمایت می‌کند. البته بعضی از ایالت‌ها خود دارای قوانین و محدودیت‌های قابلیت اطمینانی بیشتر هستند.

با وقوع خاموشی گسترده در بخشی از آمریکا و کانادا در سال ۲۰۰۳ قوانین و استانداردهای بیشتری در زمینه قابلیت اطمینان توسط NERC تدوین و اجرا شد [۹۷].

این استانداردها دارای ۱۲ بخش می‌باشد. به طور کلی این استانداردها شامل دو بخش قابلیت اطمینان عملی و کفایت منابع می‌باشد. بخش اول شامل اندازه‌گیری عملکرد سیستم و بخش دوم پیش‌بینی منابع متناسب با پیش‌بینی بارها است.

دوازده بخش استاندارد شامل موارد زیر می‌باشد:

- متعادل کردن بار و منابع،
- حفاظت تجهیزات در مواقع بحرانی،
- ارتباطات،
- آمادگی برای مواقع اورژانسی و اضطراری،
- طراحی و نگهداری ادوات،
- تبادلات، برنامه‌ریزی و همکاری،
- قوانین قابلیت اطمینان اتصالات و هماهنگی تجهیزات،
- مدل کردن سیستم، اطلاعات و آنالیز اطلاعات،

- آموزش پرسنل،
- حفاظت و کنترل،
- عملیات بهره‌برداری،
- برنامه‌ریزی انتقال
- ولتاژ و توان راکتیو.

۲-۳-۲- ارزیابی پایایی

۱-۲-۳-۲- شاخص‌های ارزیابی قابلیت اطمینان در انتقال

در گزارشات منتشر شده در مورد قابلیت اطمینان در کشور کانادا، قابلیت اطمینان از دو جنبه بررسی شده است. جنبه اول کفایت منابع است، به این معنی که ظرفیت تولید و انتقال کافی برای تامین نیازهای سیستم وجود داشته باشد. جنبه اول به قابلیت اطمینان در تولید مربوط می‌شود. جنبه دوم، قابلیت اطمینان کوتاه مدت و یا قابلیت اطمینان عملی می‌باشد [۹۲]. قابلیت اطمینان کوتاه مدت که به شبکه انتقال مربوط می‌باشد، به این معنی است که سیستم در شرایط وجود اغتشاش و یا رخدادی در شبکه همچنان توانایی تولید بارها را داشته باشد. حتی اگر سیستم‌های متصل شده به سیستم اصلی دچار مشکل شود، این توانایی باید وجود داشته باشد. این هدف با پشتیبانی کردن شبکه با رزرو تولید و انتقال قابل تحقق می‌باشد [۹۸].

این دو جنبه قابلیت اطمینان دارای اثر متقابل هستند. به عنوان مثال، در هنگام وقوع رخدادی در شبکه، بهره‌بردار شبکه از تولید رزرو برای اینکه از بارها نگاهد، استفاده می‌کند. این روش کفایت منابع را افزایش می‌دهد، اما با کم شدن حاشیه رزرو سیستم را نسبت به رخدادهای بعدی آسیب‌پذیر می‌کند که این به معنی کاهش قابلیت اطمینان عملی می‌باشد. برنامه‌ریزان شبکه کانادا سعی دارند که منابع تولیدکننده توان را نزدیک به بارها قرار بدهند تا به طور همزمان قابلیت اطمینان عملی و کفایت منابع را تامین کنند و قابلیت اطمینان را در حوزه تولید و انتقال به طور همزمان افزایش دهد.

در صنعت روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری و شاخص‌گذاری قابلیت اطمینان شبکه انتقال ارایه شده است. به عنوان مثال برای برآورد قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه انتقال، از شاخص‌هایی چون فرکانس خروج ادوات خاص (به طور مثال خروج ترانسفورماتورها) و یا اندازه‌گیری‌های گسترده‌تر از جمله عملکرد سیستم در نقاط تحویل به شبکه توزیع می‌توان نام برد [۹۹].

شرکت برق کانادا^۱ اطلاعاتی را بر حسب نحوه کارکرد شبکه تولید، انتقال و توزیع را منتشر می‌کند. در جدول زیر بعضی از اندازه‌گیری‌های رایج قابلیت اطمینان در حوزه انتقال این کشور نشان داده شده است.

جدول ۲-۲: تعدادی از اندازه‌گیری‌های رایج قابلیت اطمینان در حوزه انتقال

شاخص اندازه‌گیری	پارامتر اندازه‌گیری شده	میانگین در کانادا
شاخص قابلیت اطمینان (IOR ^۲)	بخشی از زمان که سیستم در دسترس است.	۰,۹۹۹۵
شاخص میانگین فرکانس وقفه سیستم (SAIFI ^۳)	تعداد وقفه‌ها	۲,۴ در سال
شاخص میانگین فرکانس وقفه مشتری (CAIFI ^۴)	میانگین زمان وقفه	۱,۸ ساعت
شاخص میانگین زمان وقفه سیستم (SAIDI ^۵)	تعداد ساعت وقفه	۴,۴ در سال

۲-۲-۳-۲- برنامه‌ریزی و بهره‌برداری قابلیت اطمینان

طراحان شبکه در کانادا معیاری را که برای برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری کردن در زمینه قابلیت اطمینان در نظر گرفتند، شاخصی است که برای داشتن شبکه ایمن در هر ده سال بیشتر از یک روز نباید مدت زمان خاموشی باشد. بهره‌برداران شبکه برای رسیدن به این شاخص از مدل‌های دقیق شبکه، برای ایجاد بستری جهت رسیدن به این سطح از قابلیت اطمینان، استفاده می‌کنند. قابل ذکر می‌باشد که این برنامه‌ریزی و بهره‌برداری مربوط به شبکه انتقال و توزیع است [۹۸].

۲-۳-۲-۳- مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان

شرکت‌ها برای سرمایه‌گذاری در بخش قابلیت اطمینان روش‌های مختلفی را در رسیدن به هدف مطلوب مقایسه می‌کنند و کم هزینه‌ترین روش را انتخاب می‌نمایند. در این روش‌ها مقدار حاشیه رزرو تولید و مقدار ظرفیت شبکه انتقال بررسی شده و بر اساس آنها برای قابلیت اطمینان سیستم برنامه‌ریزی می‌شود.

روش دیگر که در کشور کانادا برای بررسی مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان استفاده می‌شود، مقایسه میزان هزینه خاموشی در شبکه با هزینه ناشی از ارتقاء قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه انتقال است. هنگامی که سطح قابلیت اطمینان در

۱-Canadian Electricity Association (CEA)

۲-Index of reliability

۳-System Average Interruption Duration Index

۴-System Average Interruption Duration Index

۵-System Average Interruption Duration Index

شبکه انتقال پایین باشد، احتمال خاموشی بیشتر است و تاثیرات منفی خاموشی روی مصرف‌کنندگان افزایش می‌یابد. در این روش برنامه‌ریزان شبکه سعی دارند، حدی از قابلیت اطمینان را پیدا کنند که هزینه نهایی کمینه گردد. نکته مهم در این روش این است که سرمایه‌گذاری در زمینه قابلیت اطمینان تا حدی دارای سود می‌باشد، اما از حدی به بعد این سرمایه‌گذاری مقرون به صرفه نیست [۹۶].

۴-۲-۳-۲- مطالعات خاموشی در حوزه انتقال

از مهمترین مطالعات خاموشی انجام شده در کانادا، مطالعات خاموشی گسترده سال ۲۰۰۳ در شرق و شمال شرق آمریکا و ایالت اونتاریو کانادا می‌باشد. میزان خسارت ناشی از این خاموشی در آمریکا بین ۴ تا ۱۰ میلیارد دلار و در کانادا ۲,۳ میلیارد دلار برآورد شده است. در گزارش منتشر شده راجع به این خاموشی، علت این خاموشی بررسی شده است. از جمله این علت‌ها می‌توان فراهم نبودن رزرو مناسب و مطابق با استاندارد، تعریف نشدن منطقه‌های تحت کنترل مراکز کنترل به طور دقیق و عدم تامین توان راکتیو و افت ولتاژ اشاره نمود. از موارد گفته شده سه مورد آخر مربوط به شبکه انتقال است. در این گزارش مطالعات انجام شده برای تعیین علت خاموشی در هر ایالت و منطقه به طور جداگانه بررسی شده است. از جمله این مطالعات می‌توان مطالعات پایداری شبکه، بررسی شبکه قبل و بعد از وقوع خاموشی، نحوه عملکرد نیرگاه‌های اتمی در هنگام وقوع خاموشی، نحوه عملکرد سیستم حفاظتی، نحوه واکنش پرسنل و علت‌های تریپ کردن سلسله مراتبی خطوط و ژنراتورها نام برد. سپس در این گزارش برآوردی از مقدار هزینه این خاموشی انجام شده است و پیشنهاداتی برای بالا بردن قابلیت اطمینان شبکه مطرح شده است [۹۶].

۵-۲-۳-۲- شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو

تکنولوژی‌های جدید نقش بسیار مهمی در افزایش قابلیت اطمینان سیستم دارند. این تکنولوژی‌ها به طور مستقیم می‌توانند کفایت و ظرفیت سیستم را افزایش دهند. این بهبود می‌تواند با افزایش بازده انتقال از طریق ادوات FACTS یا نصب تجهیزات که ظرفیت انتقال خطوط را به طور دقیق اندازه‌گیری می‌کنند، محقق شود. هزینه استفاده از این تکنولوژی‌ها بالاست، بنابراین برای نصب آنها در شبکه باید مطالعات اقتصادی لازم را نیز انجام داد.

تکنولوژی دیگری که برای افزایش قابلیت اطمینان کاربرد دارد، نصب نیروگاه‌ها در نزدیکی بار می‌باشد. برخی از واحدهای صنعتی بزرگ در کانادا توانایی تامین بار خود را دارند و هم چنین در صورت وجود شرایط لازم به شبکه هم برق می‌دهند [۹۵]. هم چنین با نصب تجهیزات جدید در شبکه امکان کنترل و مانیتورینگ پیوسته شبکه انتقال وجود دارد. این کنترل پیوسته شبکه منجر به این می‌شود که قبل از وقوع رخداد‌های غیر مترقبه در شبکه، آنها را پیش‌بینی نمود و اقدامات لازم را انجام داد.

۲-۳-۲-۶- ساختار سلسله مراتبی سیستم قدرت در ارزیابی قابلیت اطمینان

صنعت برق کشور کانادا متشکل از چندین شرکت برق ایالتی می‌باشد. هر کدام از این شرکت‌های ایالتی دارای ساختار سلسله مراتبی در ارزیابی قابلیت اطمینان می‌باشند. در این بخش ساختار بخش انتقال ایالت بریتیش کلمبیا و آلبرتا در ارزیابی قابلیت اطمینان آورده شده است [۹۵].

- شرکت انتقال بریتیش کلمبیا (BCTC)

BCTC مسئول برنامه‌ریزی، بهره‌برداری و مدیریت شبکه انتقال ایالت بریتیش کلمبیا می‌باشد. شرکت BC Hydro صاحب بسیاری از شرکت‌ها می‌باشد، بنابراین قراردادهای زیادی بین BCTC و BC Hydro منعقد شده است. در شرکت BCTC از دید قابلیت اطمینان بهره‌برداری، این شرکت مسئول مدیریت رزرو، کنترل ولتاژ و برنامه خاموشی در حوزه انتقال می‌باشد. این شرکت به عنوان یک ناظر قابلیت اطمینان انتقال، اهدافی را برای عملکرد سیستم در نظر می‌گیرد. از جمله آنها می‌توان شاخص‌های SAIFI و SAIDI و شاخص ارزیابی ریسک سلامت شبکه را نام برد.

- شرکت بهره‌بردار سیستم آلبرتا^۱ (AESO)

شرکت AESO مسئولیت بهره‌برداری، کنترل، بهره‌برداری اشتراکی از توان و تنظیمات بار بخش انتقال ایالت آلبرتا می‌باشد. شرکت AESO وظایف مختلفی برای سامان‌دهی قابلیت اطمینان سیستم انتقال دارد. این شرکت با برنامه بلند مدت سیستم را به نحوی هدایت می‌کند که بتواند نیازهای شرکت کنندگان در بازار را تامین و سیستم انتقال به نحوی برنامه‌ریزی و بهره‌برداری شود که شبکه انتقال دارای بازده و قابلیت اطمینان بالا باشد [۹۵].

از دیدگاه قابلیت اطمینان بهره‌برداری AESO، برنامه کوتاه مدت شرکت شامل تدارکات و مدیریت رزرو، کنترل ولتاژ، مدیریت خروج اضطراری می‌باشد. برای اجرای این برنامه‌ها شرکت با صاحبان نیروگاه‌ها، خطوط و بارها همکاری دارد.

۳-۳-۲- بهبود پایایی

برای بهبود قابلیت اطمینان سرمایه‌گذاری‌های مختلفی در زیر ساخت‌ها و تکنولوژی‌های شبکه انتقال می‌توان انجام داد. البته هزینه سرمایه‌گذاری باید با مزایایی که از بهبود قابلیت اطمینان حاصل می‌شود، مقایسه کرد تا از لحاظ اقتصادی به صرفه باشد [۹۹].

۱-۳-۳- سیستم‌های کنترل نظارتی SCADA و سیستم‌های اتوماسیون

در مراکز کنترل شبکه کانادا مدل اطلاعات مشترک^۱ (CIM) اجرا شده است. این استاندارد کنترل هر دو عملیات توزیع و انتقال را در بر می‌گیرد. CIM در زبان UML^۲ اجرا می‌شود که امکان یکپارچه‌سازی سیستم و جمع‌آوری اطلاعات را فراهم می‌کند. همچنین CIM یک دسته واسط تعریف می‌کند که برای مبادله اطلاعات بین سیستم‌های مخابراتی و اطلاعاتی می‌باشد.

پروفایل‌های CIM بخشی از استانداردهای IEC-61968 و IEC-61970-4xx هستند. این استانداردها نحوه عملکرد المان‌ها برای مبادله اطلاعات با یکدیگر و یا نحوه دستیابی به اطلاعات شبکه انتقال و توزیع را بررسی می‌کند. استاندارد پیام‌ها و سرویس‌های واسط اطلاعاتی را مشخص می‌کند. در بخش ۴۵۲ استاندارد IEC 61970 در مدل استاتیک انتقال پروفایل CIM، کلاس‌ها، ویژگی کلاس‌ها و نحوه برآورد کردن حالت شبکه در مطالعات پخش بار پیش‌بینی شده است. NERC و گروه تبادل اطلاعاتی^۳ آن و گروه مدل‌سازی سیستم قدرت^۴ اطلاعات اولیه لازم برای پروفایل‌های CIM را تامین می‌کند [۹۹].

۲-۳-۳- تبادلات داده SCADA بین مراکز کنترلی و تجهیزات میدانی

سیستم‌های نظارتی و کنترلی SCADA برای دریافت اطلاعات از تجهیزات و تبادل اطلاعات با مراکز کنترلی می‌باشند. برای مراکز کنترلی، CIM باید این وظیفه را انجام دهد. در حال حاضر سرورهای SCADA از استاندارد IEC 61850 برای

۱-Common Information Model

۲-Unified Modeling Language

۳-Data Exchange Working Group (DEWG)

۴-Common Power System Modeling group(CPSM)

دسترسی به اطلاعات پست و تجهیزات استفاده می‌کنند. سیستم SCADA با استفاده از استانداردهای IEC 61970 مانند یک سرور برای تبادل اطلاعات بین مراکز کنترلی عمل می‌کند.

۳-۳-۲- مدیریت سمت تقاضا^۱ (DSM)

نحوه مصرف برق تاثیر بسیار زیادی روی تعادل تولید و بار دارد. اجرای DSM در دهه ۱۹۹۰ شروع شد. شرکت‌های برق منطقه‌ای از برنامه‌های حفاظت از محیط زیست و استفاده از وسایل الکتریکی با بازده بالاتر حمایت کردند. این منجر به کاهش هزینه برق مشترکین می‌شود، از طرف دیگر هزینه‌های سرمایه‌گذاری شرکت‌های برق منطقه‌ای را کاهش می‌دهد. با ظهور شبکه هوشمند، بهره‌بردار شبکه می‌تواند سیگنال‌هایی از کم بودن عرضه برق در ساعاتی از شبانه‌روز به مصرف‌کننده ارسال کند. شرکت‌های برق منطقه‌ای British Columbia و Mantoba از این روش برای مدیریت تقاضا استفاده می‌نمایند [۹۸].

با ظهور بازارهای رقابتی در برق، برنامه‌های پاسخ تقاضا^۲ (DR) به وجود آمده‌اند. این برنامه‌ها به مصرف‌کننده این امکان را می‌دهد که مصرف خود را در ساعات پیک مصرف که هزینه برق هم بالاتر است، کاهش دهند.

در برنامه‌های پاسخ تقاضا، شرکت برق به مشترکینی که توانایی جابجایی بار به ساعات کم مصرف و همچنین دستگاه‌ای اندازه‌گیری لازم را دارند، مزایایی ارائه می‌دهد. به طور مثال شرکت برق Ontario دو برنامه برای مدیریت تقاضا دارد. این برنامه‌ها توسط بهره‌بردار مستقل بازار (IMO^۳) اجرا می‌شود. در برنامه اول، شرکت برای مشترکینی که بار خود را به غیر زمان پیک جابجا کنند، مشوق‌هایی در نظر می‌گیرد. برنامه دوم یا مدیریت بارها که به عمده فروشان برق این اجازه را می‌دهد مقدار واقعی بار را نسبت به مقدار پیش‌بینی شده تغییر دهند و منتظر دستورات IMO بمانند و سپس بر اساس این دستورات اقدامات لازم را انجام می‌دهند.

مزایای برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا برای ارتقاء قابلیت اطمینان، با مزایای قیمت‌گذاری تکمیل می‌شوند. در بازار برق‌های رقابتی مثل اونتاریو و آلبرتا در کانادا، قیمت برق در ساعات پیک توسط گرانترین تولیدکننده تعیین می‌شود. بنابراین، کاهش کم در تقاضا، منجر به افت زیاد در قیمت می‌گردد [۹۸].

۱-Demand Side Management

۲-Demand Response

۳-Independent Electricity Market Operator

۴-۲- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع

شرکت‌های توزیع مالک سیستم توزیع و مسئول ساخت، بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری از آن هستند. در ایالت آلبرتا از کشور کانادا شرکت‌های توزیع وظیفه تأمین دسترسی آزاد به شبکه توزیع را برای همه مشترکین نهایی دارند. همچنین اندازه‌گیری و مدیریت داده‌ها و تأمین توان تحت شرایطی خاص برای مشترکین از دیگر مسئولیت‌های این شرکت‌ها است. به طور کلی، خرده‌فروش‌ها تأمین توان برای مشترکین نهایی را بر عهده دارند، اما در شرایطی خاص شرکت‌های توزیع تأمین توان مشترکین نهایی را انجام می‌دهند. کمیته خدمات آلبرتا^۱ قانون‌گذار اداره‌های برق، گاز و آب و نماینده دولت آلبرتا است. این سازمان بر نرخ خدمات شرکت‌های توزیع و شرایط ارائه آن نظارت دارد. هیئت انرژی انتاریو^۲ (سازمان OEB) نیز وظایف مشابهی را در ایالت انتاریو انجام می‌دهد. این سازمان وظیفه صدور مجوز یا قیمت‌گذاری برای بهره‌بردار سیستم برق، مرجع توان انتاریو، واحد اندازه‌گیری هوشمند، شرکت‌های توزیع، ژنراتورها، خرده‌فروش‌ها و عمده‌فروش‌ها را دارد [۱۰۰]. در انتاریو نظام‌نامه سیستم توزیع وجود دارد [۱۰۱].

۱-۴-۲- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

سازمان OEB خدمات آلبرتا در گذشته از مدل هزینه خدمات برای تنظیم تعرفه استفاده از شبکه توزیع استفاده می‌کرد. در این مدل، شرکت‌های توزیع درخواست بازیافت هزینه‌هایی که در شبکه توزیع متحمل شده بودند را از طریق تعرفه این شبکه درخواست می‌کردند و سازمان AUC درخواست آن‌ها را مورد بررسی قرار می‌داد. از اوایل سال ۲۰۱۰، سازمان OEB خدمات آلبرتا روش جدیدی را برای تنظیم نرخ شرکت‌های توزیع اتخاذ کرد. این روش نرخ‌گذاری بر مبنای عملکرد نام دارد و در آن نرخ ارائه خدمات هر ساله صورت ضربی از نرخ سال گذشته تعیین می‌گردد. این ضریب با توجه به تورم و نرخ افزایش بهره‌وری معین می‌شود. این نرخ برای انواع مشترکین به صورت جداگانه تنظیم می‌شود [۱۰۲]. سپس کیفیت خدمات ارائه شده از طریق شاخص‌های پایایی ارزیابی می‌شود و در صورتی که عدم تطابق با استانداردها تشخیص داده شود، شرکت توزیع جریمه می‌شود. این جریمه به معنای کاهش سود شرکت توزیع در سال آینده خواهد بود [۱۰۳]. قانون ۰۰۲ الزامات گزارش دهی و نیز کیفیت خدمات شرکت‌های توزیع این ایالت را برای تطابق با طرح قیمت‌گذاری بر اساس عملکرد معین می‌کند [۱۰۴]. سازمان

۱-Alberta Utilities Commission

۲-Ontario Energy Board

AUC ابتدا این طرح را برای یکی از شرکت‌های توزیع پیاده و از سال ۲۰۱۳ تعرفه‌ی همه‌ی شرکت‌های توزیع را به این روش تعیین کرد [۱۰۵]. موسسه ملی تحقیقات اقتصادی با سازمان AUC برای طراحی برنامه PBR طی پروژه‌ای تحقیقاتی همکاری کرده است [۱۰۶].

هیئت انرژی انتاریو تعرفه ۷۷ شرکت توزیع را تعیین می‌کند. شرکت‌هایی که از سیستم توزیع بهره‌برداری می‌کنند. هزینه توزیع توان تقریباً ۲۰٪ تا ۲۵٪ از کل قبض برق مشترکین را تشکیل می‌دهد. سیستم توزیع در انتاریو شامل هزینه سرمایه‌گذاری بالایی می‌شود. سازمان OEB در سال ۲۰۱۲ نحوه تعرفه‌گذاری برای شرکت‌های توزیع را به دلیل تغییر سیاست‌های دولتی، فرسودگی تجهیزات، دغدغه‌های مشترکین نسبت به افزایش هزینه برق، رشد صنایع و نیاز به هماهنگ کردن سیاست‌های برنامه‌ریزی و قیمت‌گذاری سازمان OEB تغییر داد [۱۰۰].

این ساختار قیمت‌گذاری جدید برای پشتیبانی از برنامه‌ریزی و بهره‌برداری بهینه اقتصادی سیستم توزیع طراحی شده است. در تعیین این ساختار سازمان OEB از نظرات و پیشنهادهای شرکت‌های توزیع بهره برده و نتایج این سیستم مشاوره در وبسایت سازمان OEB موجود است. سازمان OEB قیمت‌گذاری تشویقی را از سال ۲۰۰۱ آغاز کرد که شامل قیمت‌گذاری بر اساس هزینه بود. بر اساس این روش هزینه‌ها و درآمد پیش‌بینی شده برای تعیین میزان درآمد مبنای شرکت توزیع در سال آینده مورد استفاده و در تعیین این هزینه نرخ تورم و میزان مورد انتظار از افزایش کارایی نیز مد نظر قرار می‌گیرد. از ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۲ این روش سه بار مورد تغییر قرار گرفت. در آخرین مدل این سیستم قیمت استفاده از خدمات شرکت توزیع با احتساب تورم و تأثیر عملکرد شرکت محاسبه شده است. عملکرد شرکت‌ها بر اساس مقایسه با سایر شرکت‌ها و روش میانگین‌گیری^۱ مشخص می‌شود. در ساختار جدید قیمت‌دهی تأیید برنامه چند ساله، تمرکز بر پایایی، افزایش کارایی و انعطاف‌پذیری بیشتر در دوره بین بازبینی هزینه خدمات مورد هدف قرار گرفت. در این ساختار سه مدل قیمت‌گذاری ارائه شده است که شرکت‌ها می‌توانند از میان آن‌ها طرح مد نظر خود را انتخاب کنند. در این طرح‌ها عملکرد شرکت توزیع بر اساس امتیازات آن‌ها ارزیابی می‌شود [۱۰۷].

سازمان OEB برای تسهیل ارزیابی عملکرد شرکت‌ها و نیز مقایسه کارآمد آن‌ها امتیازاتی به شرکت‌ها اختصاص می‌دهد. این امتیازات شامل عملکرد پنج سال گذشته هر شرکت توزیع می‌شود تا دید بلند مدتی نسبت به عملکرد شرکت‌های توزیع ایجاد شود. هدف این سازمان از این ساختار دستیابی به چهار هدف کلی است که عبارتند از: مشتری‌گرایی، کارایی عملی،

^۱-Benchmarking

پاسخ‌گویی به سیاست عمومی و بازدهی مالی. با این روش، شرکت‌های توزیع به دنبال ارتقای خدماتی که برای مشترکین ارزشمند است، خواهند بود؛ زیرا شرکت‌های توزیع مورد مقایسه رقابتی^۱ قرار می‌گیرند. سیستم امتیازدهی به‌گونه‌ای طراحی شده است که مشترکین بتوانند از آن‌ها اطلاعات لازم در مورد شرکت‌های توزیع را دریابند و آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کنند. جدول زیر ارتباط بین اهداف سازمان OEB و معیارهای ارزیابی شرکت‌های توزیع را نشان می‌دهد [۱۰۱].

جدول ۲-۳: ارتباط بین اهداف سازمان OEB و معیارهای ارزیابی آن

معیارهای ارزیابی عملکرد	دسته‌بندی نحوه عملکرد	خروجی‌های عملکردی
مشترکین جدید به‌سرعت به شبکه متصل می‌شوند و خدمات را دریافت می‌کنند.	کیفیت خدمات	تمرکز بر مشتری خدمات به‌گونه‌ای ارائه شده است که به خواسته‌های شناخته شده مشترک پاسخ می‌دهد.
به درخواست‌های تلفنی به‌موقع پاسخ داده می‌شود.	رضایت مشترک	
دقت در صدور قبض		
نتایج بررسی آماری از رضایت مشترکین		
ایمنی عمومی	ایمنی	
میانگین تعداد ساعت‌هایی که توان مشترک قطع شده است.	پایایی سیستم	کارایی عملکردی
پیشرفت پیاده‌سازی برنامه سیستم توزیع	مدیریت دارایی	دست یافتن به افزایش دائمی در کارایی، کاهش هزینه‌ها، پایایی سیستم و کیفیت خدمات
مدیریت بازدهی	کنترل هزینه‌ها	
هزینه کل هر مشترک		
هزینه هر کیلومتر از خط		
ذخیره از پیک تقاضای سالانه (درصدی که از مقدار مورد انتظار به‌دست آمده است)	صرفه‌جویی و مدیریت تقاضا	پاسخ‌دهی به سیاست عمومی توزیع‌کنندگان بر اساس قوانینی که توسط دولت تعیین شده است. خدمات خود را تحویل می‌دهند.
کل انرژی که ذخیره شده است (درصدی که از مقدار مورد انتظار به‌دست آمده است)		
ارزیابی تأثیر اتصال تولید تجدید پذیر	اتصال تولید تجدید پذیر	

توزیع‌کنندگان موظفانند مقادیر مورد نظر سازمان OEB برای معیارهای مختلف را برآورده کنند و تنها در مورد معیارهای جدید هنوز چنین مقادیری وجود ندارد [۱۰۱].

یک ابزار مهم مشترکان برای ارزیابی ارزش خدماتی که آن‌ها از شرکت‌های توزیع دریافت می‌دارند، سیستم ارزش‌دهی و ارائه گزارش عمومی از عملکرد شرکت توزیع به شیوه‌ای شفاف است. آن‌ها به این وسیله می‌توانند عملکرد شرکت توزیع خود را با سایر شرکت‌های توزیع مقایسه کنند. بنابراین باید امکان مقایسه توزیع‌کنندگان را با معیارهای یکسان فراهم کرد. بیشتر معیارهایی که در سیستم ارزش‌دهی مورد استفاده هستند، تعاریفی دارند که توسط سازمان OEB از پیش تعیین شده‌اند. سازمان

OEB این معیارها را با مشورت با شرکت‌های توزیع تعیین کرده است. بنابراین شرکت‌های توزیع با ساختار منسجم و معیارهای یکسان به سازمان OEB گزارش می‌دهند. در مورد پایایی سیستم توزیع دو شاخص SAIFI و SAIDI مورد استفاده هستند [۱۰۶].

سازمان OEB در نهایت تعاریف ثابتی را برای معیارهای جدید نیز تعیین می‌کند تا از یکسان بودن گزارش‌ها و امکان مقایسه نتایج سازمان OEB اطمینان حاصل کند. در حال حاضر، سازمان OEB به شرکت‌های توزیع این اختیار را می‌دهد که تعاریف و پیاده‌سازی خود را در مورد معیارهای جدید داشته باشند. بنابراین نتایج و گزارش‌های ارائه شده از آن‌ها یکنواخت نخواهد بود. اما سازمان OEB در نظر دارد که از تجارب شرکت‌های توزیع برای تصویب تعاریف این معیارها استفاده کند. با این حال، سازمان OEB در نظر دارد که تمامی معیارها بعد از ۲۰۱۸ (زمانی که حداقل داده‌های سه سال دریافت شده باشد) تعاریف یکسانی داشته باشند، به طوری که نتایج شرکت‌های توزیع قابل مقایسه باشد. به طور مثال، در مورد مدیریت دارایی سیستم توزیع شرکت‌های توزیع موظف‌اند برنامه خود را سالانه شرح دهند، اما هنوز معیار و تعریف یکسانی برای مقایسه عملکرد شرکت‌های توزیع وجود ندارد [۱۰۷].

۲-۴-۲- ارزیابی پایایی

مطابق قانون ۰۰۲ ایالت آلبرتا شرکت‌های توزیع موظف‌اند هر سه ماه یک‌بار و به صورت سالانه به سازمان AUC گزارش ارائه کنند. در این گزارش‌ها، شاخص‌های SAIFI، SAIDI با احتساب حوادث اصلی^۱ و بدون احتساب آن‌ها ارائه می‌شود [۱۰۸].

شرکت‌های توزیع موظف‌اند نتایج عملکرد خود را سالانه به سازمان OEB از سال ۲۰۱۴ گزارش کنند. از آنجایی که تعدادی از معیارهای تعریف شده توسط سازمان OEB برای سیستم ارزش‌دهی جدید تاکنون وجود نداشته است، تا سال ۲۰۱۵ گزارش‌دهی اجباری وجود ندارد تا این شرکت‌ها بتوانند اطلاعات مرتبط را جمع‌آوری کنند [۱۰۹]. الزامات گزارش‌دهی در [۱۰۹] ارائه شده است.

۱- تعریف حوادث اصلی در مرجع ارائه شده است.

واحد بازبینی قانون‌گذاری و نظارت^۱ در سازمان OEB در پاسخ به درخواست سازمان OEB برای ارزیابی وضعیت مدیریت دارایی در شرکت‌های توزیع مطالعاتی در این شرکت‌ها انجام داده است. فرایندهای اصلی که در این مطالعات برای مدیریت دارایی شناسایی شده‌اند عبارت‌اند از [۱۱۰]:

- فرایندهای بازبینی و تعمیر و نگهداری
- برنامه‌ریزی هزینه‌ها^۲
- فرایندهای مالی
- فرایندهای مدیریت اطلاعات

سازمان OEB برای سیاست‌گذاری‌های آینده خود به این اطلاعات نیازمند بوده است [۱۱۱].

سازمان OEB با گروه پژوهش اقتصادی^۳ (PEG) پروژه‌ای برای مشاوره در زمینه تعیین استانداردهای پایایی اجرا کرده است. وظیفه PEG تجزیه و تحلیل داده‌های در دسترس در مورد شرکت‌های توزیع انترایو بود تا استانداردهای عملکردی درستی برای شرکت‌های توزیع مشخص شود. همچنین از PEG خواسته شد تا در زمینه‌ی منطقه‌ای، عمومی و یا اختصاصی بودن استانداردها نیز تحقیق کند. PEG نتایج تحقیقات خود را در گزارشی منتشر کرد [۱۱۲]. پروژه دیگری که در این زمینه PEG برای سازمان OEB انجام داده است، شامل بررسی نحوه تعیین معیارهای پایایی مختص انواع مشترکین در دیگر حوزه‌های قضایی، بوده است [۱۱۳].

۳-۴-۲- بهبود پایایی

سازمان AUC وضعیت شبکه هوشمند آلبرتا را به وزارت انرژی گزارش کرده است. وزارت انرژی برای سیاست‌گذاری در زمینه‌ی انرژی این ایالت درخواست چنین اطلاعاتی را نموده است. سازمان AUC روش هزینه-سود را برای بررسی مزایای شبکه هوشمند به کار برده و نتایج را به دولت گزارش نموده و تلاش کرده است که نظرات و ایده‌های صاحبان سرمایه را نیز به دولت ارائه کند. سازمان AUC برای این گزارش از شرکت‌های توزیع درخواست کرده است که فعالیت‌های خود را در رابطه با شبکه هوشمند شرح دهند. به‌طور کلی، شرکت‌ها بیان داشتند که استفاده از تجهیزات هوشمند منجر به کنترل و بهره‌برداری

۱-Office of Chief Regulatory Auditor

۲-Capital Expenditure Planning

۳-Pacific Economics Group Research

سیستم به صورت خودکار شده‌اند. اهدافی که آن‌ها از سیستم توزیع خودکار انتظار داشته‌اند، پایایی بیشتر (کاهش تعداد و مدت زمان قطعی)، بهره‌برداری کارا تر (کنترل بهتر ولتاژ و فرکانس، کاهش تلفات خطوط) و مدیریت دارایی ارتقا یافته بوده است. فعالیت تعدادی از شرکت‌های توزیع این ایالت در زمینه‌ی مدرن‌سازی شبکه توزیع و استفاده از صنایع هوشمند عبارت است از [۱۱۴]:

✓ انجمن برق‌رسانی به مناطق روستایی^۱: ۹۰٪ شرکت‌های توزیع عضو این انجمن، طرح قرائت هوشمند کنتورها را پیاده کرده‌اند. این مسئله منجر به کاهش هزینه‌های آن‌ها شده است. برنامه‌ریزی برای شناخت تجهیزاتی که نیاز به ارتقا دارند نیز انجام می‌شود.

✓ شرکت توزیع ATCO: این شرکت سیستم قرائت از راه دور، طرح اتوماسیون سیستم توزیع، سیستم مدیریت خروجی، سیستم مدیریت اطلاعات و استاندارد اسکادای توزیع را پیاده کرده است.

✓ شرکت توزیع EPCOR: سیستم اطلاعات جغرافیایی این شرکت اطلاعات مربوط به محل و اتصال تجهیزات شبکه را حفظ می‌کند. این شرکت توانسته است از سیستم مدیریت توزیع برای ایزوله کردن خطاها با سرعت بالا استفاده کند. EPCOR اولین سیستم مدیریت خروجی خود را در سال ۲۰۰۸ نصب نمود [۱۱۴].

وزارت انرژی انتاریو در سال ۲۰۱۱ سرمایه مالی ۵۰ میلیون دلار را به پروژه‌هایی که فناوری‌های شبکه هوشمند را توسعه می‌دهند و یا تست می‌کنند، اختصاص داد. از این سرمایه تاکنون ۱۴ میلیون دلار صرف ۹ پروژه در این زمینه شده است [۱۱۴]. برای دریافت این کمک هزینه مالی پروژه باید شرایط خاصی داشته باشد [۱۱۵].

وزارت انرژی انتاریو در سال ۲۰۱۰ به هیئت انرژی انتاریو فرمان داده است که دستورالعملی برای همه‌ی نهادهایی که تحت نظارت و کنترل سازمان OEB هستند، فراهم کند تا مطابق آن، این نهادها فعالیت‌های خود را در زمینه‌ی شبکه هوشمند آغاز کنند. هدف وزارت انرژی این بوده است که این دستورالعمل انتظارات سازمان OEB از واحدهای مورد کنترل را در مورد شبکه هوشمند بیان کند و روشی را که سازمان OEB برای ارزیابی میزان موفقیت برنامه‌های شبکه هوشمند در انتاریو دارد شرح دهد. در واقع سرمایه‌گذاری در شبکه هوشمند مطابق [۱۱۶] در محاسبه تعرفه‌های شرکت‌های توزیع لحاظ خواهد شد. از آنجایی که اهداف سازمان OEB و وزارت انرژی در مورد شبکه هوشمند یکسان بوده است، سازمان OEB دستورالعمل

پیاده‌سازی برنامه‌های شبکه هوشمند را به‌عنوان قسمتی از پیاده‌سازی طرح نرخ‌گذاری برحسب عملکرد منتشر کرده است. سازمان OEB دارای کارگروه خاصی با عنوان شبکه هوشمند است [۱۰۸].

سازمان OEB سیاست‌های خود را در ارتباط با برنامه‌ریزی کلی، نوآوری و هماهنگی به‌گونه‌ای تنظیم کرده است که با پیاده‌سازی شبکه هوشمند هماهنگ باشد. در مورد برنامه‌ریزی، سازمان OEB از شرکت‌های توزیع درخواست کرده است که برنامه پنج ساله خود را برای پشتیبانی از نرخ برق پیشنهادی خود ارائه کنند. شرکت‌های توزیع برنامه‌ریزی یکپارچه‌ی همه طرح‌های سرمایه‌گذاری خود را انجام می‌دهند که شامل گسترش و نوسازی شبکه، اتصال منابع تجدیدپذیر، توسعه شبکه هوشمند و زیرساخت‌های منطقه‌ای می‌شود. این طرح‌ها باید نشان دهد که اهداف سیاست‌گذاری سازمان OEB در برنامه‌ریزی نیازهای آینده شبکه و هزینه‌های آن لحاظ شده است

در طرح قیمت‌گذاری بر اساس عملکرد، سازمان OEB در نظر داشته است که فرصتی برای به‌کارگیری ابتکارات فناوری‌های جدید در عمل ایجاد کند و بنابراین بخش ویژه‌ای را به آن اختصاص داده است. اقدامات مرتبط با شبکه هوشمند نیز به دلیل مدرن کردن شبکه و ارتقای آن از مهم‌ترین فناوری‌های موردنظر بوده است [۱۱۵].

در زمینه‌ی هماهنگی، کاربرد مؤثر برنامه‌ریزی زیرساخت‌های محلی و در نظر گرفتن نیازهای منطقه‌ای یکی از مهم‌ترین پیش‌نیازهای پیاده‌سازی موفقیت‌آمیز شبکه هوشمند است [۱۱۶]. یکی از معیارهای ارزیابی برنامه‌های شبکه هوشمند بر طبق مرجع [۱۱۶] میزان افزایش پایایی سیستم است.

شرکت توزیع Hydro One که بزرگ‌ترین شرکت توزیع در ایالت انتاریو است، گزارش برنامه‌های پیاده‌سازی شبکه هوشمند خود را به سازمان OEB ارائه کرده است. این برنامه‌ها شامل سیستم مدیریت توزیع، طرح قطعی بار، استفاده از سیستم ذخیره انرژی، تعمیرات و نگهداری شرایط محور و قرائت خودکار کنتورها می‌شود. در ارزیابی مزایای شبکه هوشمند این شرکت ارزش افزایش پایایی را در انواع مشترکین برآورد نموده است [۱۱۶].

فصل سوم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور

انگلستان

مقدمه

در این فصل وضعیت پایایی بریتانیا و ایرلند شمالی (UK^۱) در حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع توان الکتریکی و فعالیت‌های انجام شده در این کشور در محورهای قانون‌گذاری، ارزیابی و بهبود پایایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. ساختار برق بریتانیای کبیر (GB^۲) (انگلیس، اسکاتلند، ولز) به صورت کاملاً رقابتی و آزاد است. بریتانیا فعالیت در زمینه آزادسازی صنعت برق را از سال ۱۹۸۳ آغاز کرده و در این مسیر پیشتاز بوده است. در برنامه‌های خصوصی‌سازی در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰، انگلیس و ولز در حوزه بازار عمده‌فروشی (که در آن تولیدکنندگان برق به صورت بلادرنگ برق را برای تامین تقاضا فراهم می‌کنند) پیشتاز بوده‌اند [۱۱۷].

۱-۳- شرکت‌های برق بریتانیا و ایرلند شمالی

شرکت‌های اصلی تولید انرژی الکتریکی در بریتانیا و ایرلند شامل Scottish Power، RWE، E.ON، EDF Energy، SSE، Centerica، Drax Pwer ltd، International Power، Intergen، ESBI هستند. در بخش انتقال، شرکت (NGET^۳) بهره‌بردار سیستم انتقال الکتریکی در بریتانیا است. مالکین شبکه انتقال در بریتانیا و ایرلند به شرح زیر هستند [۱۱۷]:

NGET مالک سیستم انتقال در انگلیس و ولز است. SHET^۴ مالک شبکه انتقال اسکاتلند شمالی است. SPT^۵ مالک شبکه انتقال مرکز و جنوب اسکاتلند است. NIE^۱ مالک شبکه انتقال ایرلند شمالی است و بهره‌بردار سیستم انتقال آن SONI^۲ است.

۱-United Kingdom

۲-Great Britain

۳-National Grid Electricity Transmission

۴-Scottish Hydro Electric Transmission

۵-SP Transmission

در بریتانیا ۶ بهره‌بردار شبکه توزیع (DNO^۳) دارای مجوز وجود دارد که هر کدام مسئول سیستم توزیع یک ناحیه جغرافیایی هستند. به علاوه ۶ بهره‌بردار مستقل شبکه توزیع (IDNO^۴) وجود دارند که مالک و بهره‌بردار شبکه‌های کوچک‌تر در حوزه‌های DNOها هستند و اساساً مشترکین خانگی و تجاری جدید را تغذیه می‌کنند. در بریتانیا ۳۴ و در ایرلند شمالی ۱۴ تامین کننده برق^۵ دارای مجوز وجود دارد [۱۱۷].

۲-۳- مراجع قانون‌گذاری

دپارتمان انرژی و تغییرات آب و هوایی (DECC^۶) یک دپارتمان وزارتی است که با سایر آژانس‌ها و سازمان‌های عمومی از جمله Ofgem^۷ کار می‌کند. DECC تلاش می‌کند که انگلیس، اسکاتلند و ولز به منابع ایمن، پاکیزه و مقرون به صرفه دست یابند. در مورد ایرلند شمالی، دپارتمان اقتصاد، تجارت و سرمایه‌گذاری (DETI^۸) وظایف مشابهی را بر عهده دارد. در بریتانیا مرجع بازار برق و گاز (GEMA^۹) مسئولیت اولیه بخش انرژی را بر عهده دارد. این سازمان با ترکیب قانون‌گذار برق و قانون‌گذار گاز شکل گرفته است. GEMA مسئولیت اجرای روزانه فعالیت‌های خود را به Ofgem می‌دهد. وظیفه اولیه Ofgem حفظ منافع مشترکین در موارد روبرو است: حفظ رقابت سالم میان شرکت‌کنندگان در بازار برق، حفظ ایمنی منابع گاز و برق، جلوگیری از ایجاد صنعت تک قطبی، و قانون‌گذاری اجتماعی و زیست محیطی تولیدات گاز و برق [۱۱۸].

دفتر قانون‌گذاری هسته‌ای (ONR^{۱۰}) مسئول کل بخش هسته‌ای در بریتانیا است. ONR در سال ۲۰۱۱ و به عنوان یک آژانس ایمنی و سلامت تشکیل شد [۱۱۸].

۱-Northern Ireland Electricity

۲-System Operator Northern Ireland

۳-Distribution Network Operator

۴-Independent Distribution Network Operator

۵-Electricity Supplier

۶-Department of Energy and Climate Change

۷-Office of Gas & Electricity Markets

۸-Department of Enterprise, Trade and Investment

۹-Gas and Electricity Markets Authority

۱۰-Office of Nuclear Regulation

شرکت NGET مالک و بهره‌بردار شبکه انتقال الکتریکی انگلیس و ولز است. NGET انرژی الکتریکی را به تامین‌کننده‌های برق می‌رساند و خطوط شبکه انتقال انگلیس و ولز را بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری می‌کند. NGET می‌کوشد که انرژی الکتریکی را با پایایی بالا به دست مشترکین برساند [۱۱۹].

۳-۳- ساختار قانون گذاری

چهارچوب قانون گذاری انرژی در بریتانیای کبیر توسط یک قانون گذار مستقل مسئول و از طریق مجوزها و کدهای صنعت پایه گذاری شده است. چهارچوب اصلی تصویب شده از قانون برق^۱ ۱۹۸۹ برگرفته شده است [۱۲۰]:

- برقراری یک سازمان قانون گذار مسئول
- تعیین وظایف مرجع بازارهای برق و گاز (GEMA)، که از طریق دفتر بازارهای برق و گاز (Ofgem) و دپارتمان انرژی و تغییرات آب و هوایی (DECC) عمل می‌کند.

برای فعالیت در حوزه‌های تولید، انتقال، توزیع، تامین بار و بهره‌برداری از خطوط الکتریکی ارتباطی، نیاز به مجوز است. قانون برق ۱۹۸۹ با منع کردن سازمان‌های فعال در هر یک از زمینه‌های فوق از فعالیت در سایر حوزه‌ها، بر جداسازی این حوزه‌ها از هم تاکید دارد. به عنوان مثال شرکت NGET به عنوان بهره‌بردار سیستم انتقال بریتانیای کبیر و همچنین تمام زیرمجموعه‌های آن، از فعالیت در حوزه‌های تولید و توزیع منع شده‌اند [۱۲۱].

۱-۳-۳- سایر قوانین^۲ تصویب شده

قانون شرکت‌های برق ۲۰۰۰، قانون انرژی ۲۰۰۴، قانون انرژی پایدار و تغییرات آب و هوایی ۲۰۰۶، قانون انرژی ۲۰۰۸، قانون انرژی ۲۰۱۰، قانون انرژی ۲۰۱۱، قانون انرژی ۲۰۱۳ [۱۲۱].

۱-Electricity Act

۲-Acts

۲-۳-۳- دستورالعمل‌های صنعتی

دستورالعمل‌های صنعتی اساسی زیر در قانون‌گذاری برق استفاده می‌شوند. کد اتصال و استفاده از سیستم، کد بالانس (تعادل) و توافق، کد شبکه، کد مالک شبکه انتقال و بهره‌بردار سیستم، کد توافق اتصال شبکه توزیع و استفاده از سیستم، کد شبکه توزیع [۱۲۲].

۴-۳- پایایی در بریتانیای کبیر

در بریتانیای کبیر در برنامه‌ریزی روزانه، مسئولیت برقراری تعادل میان تولید و تقاضا، پایایی شبکه انتقال و همچنین گزارش‌دهی در این زمینه بر عهده بهره‌بردار سیستم انتقال (TSO) یعنی NGET است. در حوزه برنامه‌ریزی میان‌مدت و بلندمدت ظرفیت تولید، مسئولیت کفایت تولید به ترتیب بر عهده سازمان Ofgem و دولت است [۱۲۳].

در بریتانیا و ایرلند قوانین پایایی اساساً در مجموعه قوانین تهیه شده در زمان ایجاد بازارهای رقابتی برق گنجانده شده‌اند. این قوانین به تمام جزئیات نیازمندی‌های فنی مربوط به بهره‌برداری و برنامه‌ریزی شبکه قدرت می‌پردازند. همچنین نیازمندی‌های مشخصی برای اتصال شرکت‌کنندگان بازار برای اتصال به شبکه قدرت و تبادل اطلاعات مربوط به پایایی برای تضمین قابل اطمینان بودن سیستم قدرت وجود دارد. این قوانین با نام کُد شبکه^۲ شناخته شده و توسط بهره‌بردار شبکه انتقال اجرا می‌شوند [۱۲۲]. سازمان Ofgem طرح‌های تشویقی را به مالکین شبکه انتقال ارائه می‌دهد تا بدین وسیله وضعیت پایایی شبکه و تداوم برق‌رسانی به مشترکین بهبود یابد [۱۲۳].

۵-۳- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید

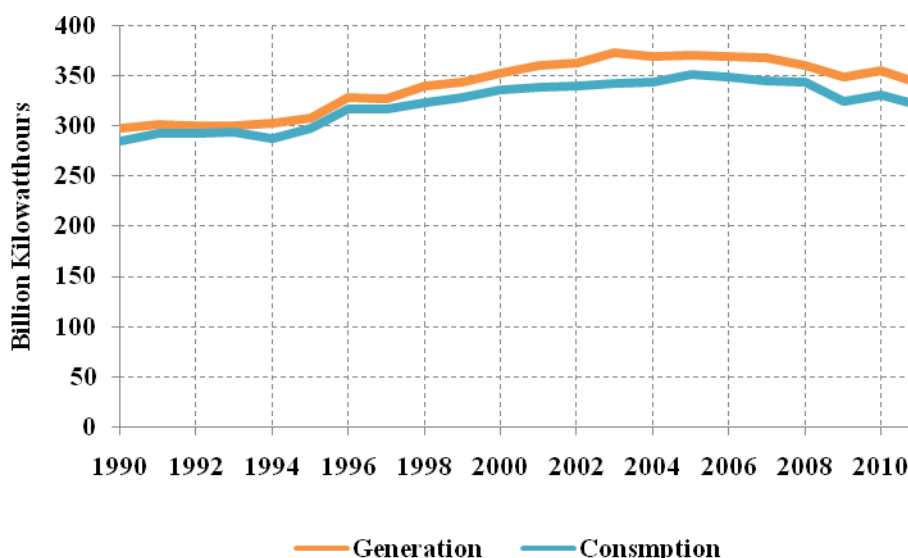
بریتانیای کبیر و ایرلند شمالی (UK) خصوصی‌سازی صنعت برق را از سال ۱۹۹۰ آغاز کرده و در حال حاضر دارای یکی از رقابتی‌ترین بازارهای برق است. بنابر آمار DECC، ظرفیت نصب شده تولید UK در سال ۲۰۱۲ در حدود ۸۹ گیگاوات بوده است. از سال ۲۰۱۰ با تعطیل شدن چند نیروگاه ظرفیت تولید کاهش یافت. اطلاعات منتشر شده توسط DECC نشان می‌دهد

۱-Transmission System Operator

۲-Grid Code

در سال ۲۰۱۳ انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی UK به ترتیب ۳۵۷ و ۳۵۱ بیلیون کیلووات ساعت بوده که به میزان اندکی از سال قبل کمتر بوده است [۱۱۷].

شکل ۱-۳ میزان انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی سالانه UK بر حسب بیلیون کیلووات ساعت را برای سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در UK

درصد عمده این انرژی الکتریکی از سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود (۶۴ درصد). نیروگاه‌های هسته‌ای ۲۰ درصد، برق آبی ۲ درصد، و سایر انرژی‌های تجدیدپذیر ۱۵ درصد از کل ظرفیت تولید را تشکیل می‌دهند [۱۱۸].

از سال ۲۰۰۵ میزان تقاضای برق در حوزه صنعتی کاهش یافت. این کاهش عمدتاً ناشی از تغییرات سیستم اقتصادی بود. همچنین بهبود بازده نیز بر این مسأله بی‌تأثیر نبوده است. به دنبال رکود جهانی اقتصاد، رشد تولیدات داخلی کند شد و به این ترتیب تقاضای برق باز هم کاهش یافت. به این ترتیب عوامل نامبرده باعث شدند که مصرف برق از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ در حدود ۱۳ درصد کاهش یابد. دولت UK به منظور افزایش میزان تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر یک سری قوانین وضع کرده است، و طوری برنامه‌ریزی شده است که در سال ۲۰۲۰ انرژی‌های تجدیدپذیر ۳۰ درصد از کل ظرفیت تولید را به خود اختصاص دهند. در سال ۲۰۱۳ انرژی‌های تجدیدپذیر در حدود ۱۵ درصد از ظرفیت کل را تشکیل می‌دادند. اگرچه برنامه‌ریزی‌های انجام شده شامل انرژی برق آبی نیز می‌شوند، با این حال تمرکز اصلی بر روی انرژی باد است. UK در

نیروگاه‌های بادی نزدیک به ساحل^۱ در دنیا پیشتاز است و اخیراً دولت UK ساخت بزرگترین نیروگاه بادی نزدیک به ساحل جهان به ظرفیت ۱/۲ گیگاوات را تصویب کرده است [۱۲۴].

۱-۵-۳- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

بازار ظرفیت تولید تلاش می‌کند کفایت منبع را تأمین کند و به همین منظور به استاندارد برای پایایی نیاز دارد. هیچ سیستم قدرتی نمی‌تواند به پایایی ۱۰۰ درصد دست یابد و همیشه باید میان هزینه ظرفیت پشتیبان اضافی و سطح پایایی، مصالحه‌ای صورت پذیرد. استاندارد پایایی این مصالحه را انجام می‌دهد. این استاندارد میزان ریسک قابل قبول برای مصرف‌کننده را بیان می‌کند. این ریسک از کافی نبودن ظرفیت تولید ناشی می‌شود. استاندارد مورد بحث، در قالب شاخص انتظار از دست رفتن بار (LOLE^۲) (تعداد ساعت/دوره در سال که از نظر آماری انتظار می‌رود تولید نتواند بار را تأمین کند)، بیان می‌شود. البته این بدین معنا نیست که در این ساعات شبکه با خاموشی عمده‌ای مواجه می‌شود، بلکه در بیشتر موارد، از دست رفتن بار قبل از اینکه بر روی مشترکین زیادی تأثیر بگذارد، کنترل می‌شود [۱۲۴].

بهره‌بردار سیستم تعیین می‌کند که چه مقدار ظرفیت برای برآوردن استاندارد پایایی مورد نیاز است. مقدار ظرفیت مورد نیاز به عوامل مختلفی از جمله روند تغییرات بار و نوع ظرفیت تولید مورد استفاده بستگی دارد. به عنوان مثال در شرایط رشد اقتصادی و رشد تقاضای برق نیاز به ظرفیت تولید بیشتر برای برآوردن استاندارد به همان میزان قبل است. همچنین در صورتی که از انرژی‌های تجدیدپذیر هم استفاده شده باشد، نسبت به حالتی که انرژی‌های تجدیدپذیر در کار نباشند، برای دستیابی به یک سطح پایایی یکسان، به علت دسترس‌پذیری کمتر و همچنین متغیر بودن این نوع انرژی نیاز به استفاده از ظرفیت تولید بیشتری است. در استاندارد پایایی برای بازار برق بریتانیا، LOLE برابر با ۳ ساعت در سال است، که به معنی سطح ایمنی ۹۹،۹۷ درصد برای سیستم تولید است [۱۲۵].

دولت بریتانیا به منظور تعیین موثرترین استاندارد پایایی، آنالیزهایی در رابطه با هزینه ظرفیت مورد نیاز و همچنین مزیت بالا رفتن امنیت منبع انجام می‌دهد. پارامتری که برای لحاظ کردن هزینه ظرفیت تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد، میزان سود مورد انتظار از یک نیروگاه در یک سال به منظور تأمین هزینه کلی نیروگاه در طول عمر آن است. این پارامتر معادل هزینه

۱-Offshore

۲-Loss of Load Expectation

ورود یک شرکت‌کننده جدید (CONE^۱) در بازار است که پارامتر مهمی به شمار می‌رود. امنیت برق مصرف‌کنندگان از طریق شاخص ارزش بار از دست رفته (VoLL^۲) سنجیده می‌شود. EMR^۳ به همراه Ofgem مطالعاتی در رابطه با این شاخص انجام داده‌اند و با در نظر گرفتن عوامل و شرایط مختلف، برای آن یک مقدار تعیین کرده‌اند [۱۲۵].

در بهره‌برداری روزانه و همچنین بلادرنگ، مسئولیت ارزیابی تعادل بار و تولید بر عهده بهره‌بردار سیستم انتقال یعنی شرکت شبکه ملی (NGET) است. مسئولیت پایش کوتاه مدت (ماهانه، فصلی)، میان مدت (۲ تا ۶ سال) و بلندمدت (بالا تر از ۶ سال) به ترتیب بر عهده NGET، سازمان قانون‌گذاری ملی (Ofgem) و DEEC است. مسئولیت‌های ارزیابی کفایت تولید معمولاً دارای ارتباط منطقی با هم هستند و معمولاً همان سازمان مسئول پایش پایایی، مسئولیت تهیه گزارش در این مورد را نیز بر عهده دارند و در بریتانیا نیز به همین صورت است.

در برنامه‌ریزی‌های پایایی بریتانیا، DEEC استانداردهایی برای پایایی تولید تهیه و اجباری می‌کند. در ایرلند سازمان قانون‌گذاری ملی (NRA^۴) وظیفه تهیه استانداردها را بر عهده دارد. در استانداردها از شاخص‌های احتمالاتی LOLP، LOLE و انرژی تغذیه نشده مورد انتظار استفاده شده است [۱۲۵].

۲-۵-۳- ارزیابی پایایی

سازمان Ofgem از سال ۲۰۱۲ هر سال گزارشی در رابطه با ارزیابی امنیت شبکه تولید الکتریکی به DEEC ارائه می‌دهد و در این ارزیابی‌ها از مشاوره‌های شرکت شبکه ملی (NGET) نیز بهره می‌گیرد. ارزیابی‌های سال ۲۰۱۲ نشان دادند که ریسک امنیت در ۶ زمستان آینده افزایش خواهد یافت. یکی از دلایل این مسأله فرسوده شدن تجهیزات تولید و شبکه است. همچنین عدم قطعیت‌هایی در رابطه با کاهش پیش‌بینی شده تقاضا وجود دارد. در ارزیابی‌های سال ۲۰۱۳ نیز تایید شده است که در ۵ سال آینده ریسک قطعی مصرف‌کنندگان افزایش خواهد یافت. تخمین دقیق سطح امنیت که توسط بازار مشخص می‌شود نیز به دلیل عدم قطعیت‌های تقاضا، تصمیمات تجاری در مورد نیروگاه‌ها و مقدار توان جاری شده در اتصالات بین کشوری امکان‌پذیر نیست. تکنیک به کار رفته برای محاسبه ریسک ایمنی شبکه تولید شامل یک روش احتمالاتی به همراه آنالیز

۱-Cost of New Entry

۲-Value of Lost Load

۳-Electricity Market Reform

۴-National Regulatory Authority

حساسیت است [۱۲۳]. روش احتمالاتی استفاده شده عدم قطعیت‌های مربوط به تولیدهای متغیر، خطاهای نیروگاه‌ها و اثر آب و هوا بر تقاضا را در نظر می‌گیرد. عدم قطعیت‌های مرتبط با رشد اقتصادی در آینده و شرایط سیاسی تاثیرگذار بر تقاضا را نمی‌توان در نظر گرفت. برای بیان ریسک امنیت شبکه تولید از دو شاخص آماری پرکاربرد استفاده شده است. شاخص اول انتظار از دست رفتن بار (LOLE) و شاخص دیگر انرژی تغذیه نشده مورد انتظار (EEU^1) است. تعریف شاخص LOLE استفاده شده در این مطالعه به مقدار جزئی با تعریف آن در مراجع آکادمیک تفاوت دارد. در مطالعات آکادمیک شاخص LOLE بیان کننده احتمال قطعی بعد از اجرای تمام اقدامات جبران‌سازی امکان‌پذیر توسط بهره‌بردار سیستم است در حالیکه در این مطالعه فرض شده است که یک سیستم کارا تا وقتی امن محسوب می‌شود که از اقدامات جبرانی در آن استفاده نشده باشد، بنابراین در این مطالعه LOLE بیان‌کننده احتمال بروز شرایطی است که در آن نیاز به انجام اقدام جبرانی باشد، خواه با اجرای این اقدامات مشترکی دچار قطعی بشود یا نشود [۱۲۶].

ارزیابی کفایت تولید نیازمند تعریف یک یا چند سناریو برای لحاظ کردن اثر تولید و بار است. در بریتانیا سه سناریو مختلف با شرایط مختلف نوع و مقدار بار و ظرفیت نصب شده آینده در نظر گرفته می‌شود. سناریو با فرض مصرف کم، سناریو پایه و سناریو نفوذ انرژی‌های تجدیدپذیر. همچنین این سناریوها از نظر بازه زمانی نیز در حالت‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت مورد بررسی قرار می‌گیرند [۱۲۶].

۱-۲-۵-۳- فرضیات بار

سازمان Ofgem به منظور لحاظ کردن اثر نرخ رشد بار در ارزیابی‌های پایایی کفایت تولید، به آنالیز بار می‌پردازد. در این بررسی‌ها سه سناریو تقاضای کم، تقاضای مرجع و تقاضای زیاد در نظر گرفته می‌شود. پارامترهایی که در این سناریوها به عنوان ورودی لحاظ می‌شوند شامل قیمت سوخت، تغییرات دما، مدیریت مصرف، رشد اقتصادی و ... است. در پیش‌بینی بار مصرف‌کننده‌ها به سه دسته مختلف مشترکین خانگی، تجاری و صنعتی تقسیم‌بندی می‌شوند [۱۲۶].

یکی از مسائل تاثیرگذار بر پروفیل بار پاسخ‌گویی بار^۲ است. پاسخ‌گویی بار می‌تواند به عنوان توانایی تقاضا به پاسخ دادن به سیگنال‌های مختلف مانند سیگنال قیمت یا سیگنال مستقیم از بهره‌بردار سیستم تعریف شود. از آنجائی که پاسخ‌گویی بار بر

۱-Expected Energy Un-serves

۲-Demand Response

منحنی بار تاثیرگذار است، لحاظ کردن آن در پیش‌بینی بار می‌تواند مفید باشد. در بعضی از کشورها پاسخ‌گویی بار به عنوان یک فاکتور مستقل در نظر گرفته نمی‌شود و اثر آن به طور غیرمستقیم در منحنی بار دیده می‌شود، چراکه اگر در پیش‌بینی بار از منحنی‌های واقعی گذشته تقاضا استفاده شود خواه ناخواه اثر پاسخ‌گویی بار در کاهش بار لحاظ می‌گردد. در بریتانیا پاسخ‌گویی بار به عنوان یک فاکتور جداگانه در نظر گرفته می‌شود. بنابر گزارش Ofgem پاسخ تقاضا بر اساس ظرفیت‌های بالقوه سمت بار در هر سناریو به ویژه در سناریو بار زیاد، برآورد می‌شود و اطلاعات مورد نیاز برای انجام این کار توسط NGET فراهم می‌شود [۱۲۶].

۲-۲-۵-۳- فرضیات تولید

پیش‌بینی تولید بر اساس اطلاعات واحدهای تولید موجود و واحدهای جدید (که قرار است در آینده ساخته شوند)، انجام می‌شود. آنالیزها معمولاً به صورت بلند مدت (بیش از ۵ سال) بوده و بر اساس احتمال توسعه واحدها انجام می‌شود. اطلاعات مورد نیاز از واحدهای تولید معمولاً از طریق TSO انتقال داده می‌شود.

انرژی‌های تجدیدپذیر بدلیل ماهیت متغیر بودنشان بصورت جداگانه در نظر گرفته می‌شوند. بسته به میزان نفوذ تولیدات متغیر، روش‌های مختلفی برای مدل‌سازی آن‌ها وجود دارد. در برخی از کشورها درصد کمی از ظرفیت این تولیدات، به عنوان ظرفیت در دسترس و قابل اطمینان در نظر گرفته می‌شود. در بریتانیا با توجه به نفوذ بالای مزارع بادی، از مدل‌های دقیقتری بر اساس داده‌های آب و هوا، ارتفاع توربین‌ها و ارتباط و هماهنگی واحدهای قرار گرفته در مکان‌های مختلف استفاده می‌شود [۱۲۵].

۳-۲-۵-۳- ارزیابی کیفیت تولید

در بیشتر ارزیابی‌های ریسک از روش‌هایی برای بررسی اینکه مقدار تولید کافی برای انرژی مصرفی مورد انتظار وجود دارد یا نه، استفاده می‌شود. این روش‌ها می‌توانند بر اساس رویکرد احتمالاتی (روش پایایی آماری^۱) باشد. در این رویکرد احتمال یک معیار پایایی (LOLE) در یک دوره زمانی معین تخمین زده می‌شود. همچنین می‌توان از رویکردهای قطعی (روش پایایی

حاشیه‌ای^۱) استفاده کرد که به تخمین مقدار از پیش تعریف شده توان می‌پردازند. در بیشتر کشورهای اروپایی از جمله بریتانیا از روش‌های احتمالاتی استفاده می‌شود [۱۲۶].

گزارش‌های کفایت تولید شامل یک مطالعه خاص به عنوان آزمون استرس سیستم هستند که در آن به ارزیابی توانایی منبع به تأمین بار در شرایط اضطراری می‌پردازند. در این شرایط میزان تولید و همچنین پروفیل تقاضا تغییر می‌کند [۱۲۶]. در بازار به هم پیوسته برق اروپا اتصالات بین کشوری نقش مهمی را در تضمین امنیت منبع بازی می‌کنند، چراکه می‌توانند در استفاده بهینه از منابع برق در سرتاسر اروپا به ویژه در شرایط اضطراری مورد استفاده قرار گیرند. در روش‌های ارزیابی کفایت تولید در بریتانیا تاثیر ارتباطات بین کشوری لحاظ شده و سیستم به صورت به هم پیوسته در نظر گرفته می‌شود. به منظور مدل‌سازی ظرفیت بالقوه ناشی از ارتباطات بین کشوری، عمدتاً از داده‌های گذشته استفاده می‌شود.

۴-۲-۵-۳- دسترس پذیری نیروگاه‌ها در UK

انرژی هسته‌ای یک روش تولید برق پایدار و قابل اطمینان است. در شرایط عادی ۷۵ درصد از ظرفیت هسته‌ای UK می‌تواند در لحظات پیک بار در دسترس باشد. این نیروگاه‌های هسته‌ای در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ ساخته شده‌اند و نیروگاه‌های جدیدتر باز هم قابل اطمینان‌تر هستند.

نیروگاه‌های با سوخت گاز و زغال‌سنگ در UK از قابل اطمینان‌ترین نیروگاه‌ها به شمار می‌روند. در شرایط عادی ۹۰ درصد از ظرفیت این نیروگاه‌ها در بازه‌های پیک بار در دسترس هستند. نیروگاه‌های گازی همچنین به خوبی برای پاسخ به تغییرات بار مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین نیروگاه‌های گاز و زغال‌سنگ کمک شایانی در بهبود پایایی تولید در UK می‌کنند. نیروگاه‌های با سوخت نفت نیز نقش مهمی در پایایی کلی تولید دارند اما این نیروگاه‌ها تا سال ۲۰۱۵ بدلیل قوانین جدید اتحادیه اروپا در مورد آلاینده‌ها از مدار خارج خواهند شد [۱۲۳].

در سال‌های اخیر رشد روزافزونی در توسعه نیروگاه‌های بادی در بریتانیا وجود داشته است. سرعت باد در UK در ماه‌های زمستان نسبت به تابستان و در ساعات روز نسبت به شب بیشتر است. مطالعات نشان داده است که تغییرات قدرت باد در UK دارای همبستگی مثبت ضعیفی با منحنی بار است. شاخصی که برای دسترس‌پذیری تولید بادی تعریف می‌شود فاکتور ظرفیت^۲

۱-Reliability margin methodology

۲-Capacity Factor

است. فاکتور ظرفیت برای تولید بادی بیانگر میزان انرژی الکتریکی تولیدی توسط توربین نسبت به خروجی تئوری ماکزیمم توربین در شرایط ایده‌آل باد است. در UK فاکتور ظرفیت سالانه برای انرژی بادی بین ۲۴ تا ۳۱ درصد متغیر بوده و دارای مقدار متوسط بلندمدت ۲۷ درصد است. در این آمارها تعمیر و نگهداری‌های برنامه‌ریزی شده و خروج‌های برنامه‌ریزی نشده نیز در نظر گرفته شده‌اند. فاکتور ظرفیت در UK به نسبت سایر کشورها به عنوان نمونه دانمارک (حدود ۲۰ درصد) و آلمان (حدود ۱۵ درصد) مقدار مطلوب‌تری دارد. این امر نشان از این دارد که UK دارای منابع بادی نسبتاً مناسب‌تری است [۱۲۲].

یکی از مهمترین چالش‌ها در استفاده از انرژی باد، متغیر بودن آن است. به دلیل ثابت نبودن شدت وزش باد، توربین‌های بادی نمی‌توانند همیشه توان ثابتی را تولید کنند و میزان تولید آن‌ها در زمان پیک بار غیر قابل پیش‌بینی است. مطالعات نشان می‌دهد که تنها ۱۰ درصد از ظرفیت تولید بادی UK در زمان پیک بار در دسترس است. این فرض بسیار محافظه‌کارانه است و هنگام پیش‌بینی بار و منبع توسط شبکه ملی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در UK در سال ۲۰۱۰ فاکتور ظرفیت نیروگاه‌های بادی واقع شده در خشکی و در دریا به ترتیب حدود ۲۱ و ۲۹ درصد بوده است [۱۲۲].

۳-۵-۳- بهبود پایایی

همانطور که در بخش قبل اشاره شد یکی از کاستی‌های تاثیرگذار انرژی بادی دسترس‌پذیری کم و تصادفی آن است. به منظور رفع این مشکل، تلاش‌هایی صورت گرفته است. به عنوان نمونه ایجاد تنوع در موقعیت جغرافیایی مزرعه بادی می‌تواند امکان دسترس‌پذیری به انرژی بادی بیشتری را در هر لحظه خاص فراهم سازد. همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، دولت UK برنامه‌ریزی کرده است که تا سال ۲۰۲۰ ظرفیت انرژی‌های تجدیدپذیر خود را به میزان ۱۵ درصد ظرفیت کل تولید افزایش دهد. مطابق برنامه درصد زیادی از این ظرفیت را نیروگاه‌های بادی توزیع شده در سراسر UK تشکیل خواهند داد. بنابراین تا سال ۲۰۲۰ خروجی کلی انرژی بادی در UK دارای تغییرات کمتری خواهد بود. استراتژی پیشنهادی دیگر این است که انرژی‌های تجدیدپذیر UK و سایر کشورهای اروپا با هم ترکیب شوند و یک سوپر-شبکه را تشکیل دهند. به این ترتیب در یک زمان خاص انرژی می‌تواند از مناطقی با بار کم و تولید زیاد به مناطقی با بار زیاد و تولید کم منتقل شود [۱۲۶].

یکی دیگر از روش‌های جبران متغیر بودن تولید بادی ذخیره انرژی الکتریکی است. قدیمی‌ترین روش برای ذخیره انرژی در مقدار بالا ایستگاه‌های ذخیره پمپی برق‌آبی است. اما در حال حاضر در UK از تمام ظرفیت و شرایط مناسب برای این روش استفاده شده است و توسعه بیشتر این ایستگاه‌ها امکان‌پذیر نیست. یک روش دیگر که در حال پیشرفت است، ذخیره انرژی در

هوای فشرده (CAES) است. تاکنون تنها دو ایستگاه CAES در دنیا ساخته شده است؛ ایستگاه ۱۱۰ مگاواتی در آلاباما و ایستگاه ۲۹۰ مگاواتی در آلمان [۱۲۶].

در UK برنامه‌هایی برای جایگزینی نیروگاه‌های هسته‌ای وجود دارد. مطابق برنامه ۹ عدد از ۱۰ نیروگاه هسته‌ای فعلی UK تا سال ۲۰۲۳ از مدار خارج خواهند شد. البته بعضی از آن‌ها در صورتیکه امنیت‌شان توسط سازمان ONR تایید شود می‌توانند باز هم به فعالیت خود ادامه دهند اما سرانجام می‌بایست جایگزین شوند. انتظار می‌رود که نیروگاه‌های جدیدی که جایگزین نیروگاه‌های قبلی می‌شوند دارای دسترس‌پذیری در حدود ۹۰ درصد باشند. امروزه تقریباً دو سوم نیروگاه‌های هسته‌ای دارای ضریب بار بالای ۷۵ درصد هستند و یک چهارم آنها دارای ضریب بار بالاتر از ۹۰ درصد هستند. نسل جدید نیروگاه‌های هسته‌ای برنامه‌ریزی شده در UK دارای دوره‌های خروج کوتاه‌تر و مصرف سوخت کمتر به ازای هر کیلووات ساعت برق بوده و بنابراین دارای بازه‌های زمانی طولانی‌تر میان دو سوخت‌گیری هستند.

نیروگاه‌های با سوخت نفت بدلیل انعطاف‌پذیریشان در تولید و قابلیت تغییر سریع خروجیشان می‌توانند برای جبران تغییرپذیری انرژی‌های تجدیدپذیر مورد استفاده قرار گیرند. اما با توجه به قوانین اتحادیه اروپا در رابطه با آلاینده‌ها، نیروگاه‌های بزرگ با سوخت نفت تا آخر سال ۲۰۱۵ از مدار خارج خواهند شد و این کمبود می‌بایست به نحو مناسب توسط سایر انرژی‌ها برطرف شود [۱۲۶].

۳-۶- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال

به‌طور کلی سه شرکت بهره‌بردار سیستم انتقال در بریتانیا وجود دارد که شرکت‌های Scottish Power Transmission، SSE (Scottish Hydro Electricity Transmission) و National Grid هستند [۱۲۷]. در سال ۲۰۱۲ پایایی سیستم انتقال بریتانیا برابر با ۹۹/۹۹۹۷۵٪ بوده است [۱۲۸].

۳-۶-۱- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

در سال ۲۰۰۴ دو قطعی در سیستم انتقال انگلستان رخ داد که منجر به قطع انرژی ۵۱۸ MWh شد. در پی این اتفاق، Ofgem تصمیم به وضع مشوق‌های مالی برای شرکت‌های بهره‌بردار سیستم برای به وجود آمدن کمترین قطعی ممکن در

سیستم انتقال گرفت. Ofgem ساختار پیشنهادی خود را با تمرکز بر شرکت National Grid در سال ۲۰۰۴ منتشر کرد. این طرح جریمه یا پاداشی را برای National Grid بر اساس میزان انرژی تامین نشده قرار می‌دهد. میزان مورد نظر از انرژی تامین نشده بر اساس میانگین این شاخص از سال ۱۹۹۱ بوده است. حداکثر ۱,۵٪ از درآمد این شرکت بر اساس میزان عملکرد آن کاهش داده خواهد شد و ۱٪ از درآمد آن قابل افزایش است [۱۲۹].

در حال حاضر، صنعت برق وارد دوره‌ای شده است که رشد فروش آن منفی خواهد بود درحالی‌که نیاز به سرمایه‌گذاری‌های زیادی خواهد داشت. به دلیل تنوع تولید و به وجود آمدن پاسخگویی بار شبکه قدرت نیاز به تقویت زیرساختی جدی خواهد داشت. بهره‌برداران شبکه باید از فناوری‌های نوین شبکه هوشمند استفاده کنند تا بتوانند بارهای پاسخگو به قیمت و حتی اتصال خودروهایی الکتریکی را مدیریت کنند. به صورت مستقیم یا غیرمستقیم این مسئله همه قسمت‌های صنعت برق را دگرگون خواهد کرد. تأثیر این تغییرات بر شبکه انتقال بسیار قابل توجه خواهد بود زیرا نسبت بالایی از هزینه‌های آن‌ها ثابت شده است. قیمت یا درآمد این شرکت‌ها توسط مراجع قانونی تعیین می‌شود. این شرکت‌ها دولتی هستند و سیاست‌های عمومی آن‌ها را موظف به ارائه خدماتی خاص از جمله بازدهی انرژی بیشتر یا استفاده از انرژی تجدیدپذیر می‌کند [۱۲۴].

با توجه به شرایط بیان شده، Ofgem روش جدیدی را برای قانون‌گذاری برق و گاز با عنوان RIIO پیاده کرده است. RIIO مخفف رابطه زیر است:

$$\text{درآمد} = \text{مشوق‌ها} + \text{ابتکار} + \text{خروجی}$$

این روش همان قیمت‌گذاری بر اساس عملکرد است که تغییراتی در آن ایجاد شده است. در این ساختار، Ofgem در نظر دارد که به سمت اقتصادی با تولید کربن کمتر حرکت کند تا ارزش بیشتری برای مصرف‌کنندگان انرژی در بلند مدت فراهم کند.

اصلی‌ترین قسمت RIIO نوعی طرح کسب و کار است که هر یک از شرکت‌های توزیع و بهره‌برداران سیستم انتقال باید به Ofgem ارائه کنند. شرکت‌ها در این طرح باید برنامه‌ی خود را برای برآوردن اهداف Ofgem و مواجهه با عدم قطعیت‌ها شرح دهند. علاوه بر آن شرکت‌ها پذیرفته‌اند که تعدادی از شاخص‌های عملکردی تعیین‌کننده میزان جریمه و پاداش آن‌ها باشد. ضمن اینکه، درآمد آن‌ها در هشت سال دارای سقف معینی خواهد بود. عملکرد شرکت‌ها از طریق شاخص انرژی تامین‌نشده ارزیابی می‌شود که حوادث خاص در محاسبه آن مستثنا واقع می‌شوند. رضایت مشترکین و میزان مشارکت دادن سهام‌داران از مطالعات خاص ارزیابی می‌شود [۱۲۹].

۲-۶-۳- ارزیابی پایایی

استانداردهای امنیت و کیفیت شبکه ملی انتقال و تولید^۱ معیارهایی را برای طراحی سیستم انتقال معرفی می‌کنند که سیستم به‌صورت ایمن بهره‌برداری شود. این استانداردها حداقل شرایط امنیت و کیفیت خدمات تأمین را معین می‌کنند. در این استاندارد، سطح پایایی N-2 توصیه شده است. این استاندارد حاوی اطلاعاتی در زمینه‌ی حداقل ظرفیت شبکه در هنگام برنامه‌ریزی، حداقل ظرفیت در دسترس در هنگام بهره‌برداری، نحوه برنامه‌ریزی برای بهره‌برداری از شبکه هنگام خطا و نحوه هماهنگی تعمیرات است.

با این وجود، نظام‌نامه بهره‌برداری سیستم انتقال هماهنگی انجام برنامه‌ریزی بین سه TO این کشور را انجام می‌دهد. این نظام‌نامه تعهدات، حقوق و رویه‌های تبادل اطلاعات را در زمینه‌های برنامه‌ریزی، بهره‌برداری و اتصال شرح می‌دهد. علی‌رغم اینکه این استاندارد از معیار قطعی و پیش‌بینی مرکزی بار در پیک زمستانی بهره برده است اما بهره‌بردار سیستم در بریتانیا شروع به ارائه اطلاعات احتمالی از شبکه آینده نموده است تا فعالان صنعت برق سرمایه‌گذاری‌های خود را بر این اساس انجام دهند [۱۳۰].

همان‌طور که پیش از این شرح داده شد، مالکان سیستم انتقال^۲ (TOS) موظفاند طرح‌های کاری منظمی را به Ofgem ارائه دهند. گزارش شرکت NationalGrid در مرجع [۱۳۱] ارائه شده است.

۳-۶-۳- بهبود پایایی

گروه استراتژی شبکه برق^۳ (ENSG) انجمن رده بالای است که سهام‌داران عمده در شبکه برق را جمع‌آوری نموده تا از دولت در برآوردن اهداف خود در زمینه‌ی تغییرات آب‌وهوایی و اطمینان از انرژی ایمن، پاک و اقتصادی حمایت کند. گروه به صورت مشترک توسط واحد انرژی و آب و هوا^۴ و Ofgem اداره می‌شود و اهداف آن شامل شناخت و هماهنگی استراتژی‌های لازم برای پاسخگویی به مسائل استراتژیک است که بر شبکه برق برای تبدیل به آینده کم‌کربن تأثیر می‌گذارد [۱۲۹].

۱-National Electricity Transmission System Security and Quality of Supply Standards

۲-Transmission Owners

۳-Electricity Networks Strategy Group

۴-Department of Energy and Climate Change

مالکان سیستم انتقال با همکاری ENSG گزارشی در رابطه با تصویر آینده شبکه انگلیس در سال ۲۰۲۰ منتشر کرده‌اند که در پاسخ به سناریوهای تولید در این سال است. این سناریوها شامل تأمین ۳۰٪ از مصرف انگلیس از منابع تجدیدپذیر تا سال ۲۰۲۰ است که در برنامه شبکه سبز انگلیس موجود است. در این گزارش برنامه‌های آینده TOها با زمان‌بندی ارائه شده است. طرح‌های توسعه شبکه انتقال مطابق با الزامات پایایی استانداردهای امنیت سیستم انتقال شبکه ملی و کیفیت تأمین تدوین شده است که با طرح‌های کاری ارائه شده به Ofgem در RIIO-T1 توسط مالکان سیستم انتقال مطابقت دارد. در نهایت از مطالعات هزینه-فایده برای بررسی گزینه‌ها استفاده شده است [۱۳۲].

سازمان Ofgem سالانه رقابتی برای شناخت طرح‌های استفاده از فناوری‌های جدید در شبکه قدرت برگزار می‌کند. به‌طور مثال طرح‌هایی که در سال‌های گذشته در این رقابت انتخاب شده‌اند، عبارت است از به‌کارگیری فناوری‌های هوشمند به جای احداث خطوط جدید انتقال و راه‌کارهای بهبود سیستم کنترل فرکانس در هنگام نفوذ بیشتر منابع تولید تجدیدپذیر. طرح‌های برتر کمک مالی قابل‌توجهی دریافت می‌کنند. طرح‌هایی که به بهره‌برداران شبکه کمک خواهد کرد تا آنچه برای فراهم کردن منافع زیست‌محیطی، کاهش هزینه‌ها و امنیت تأمین لازم است را بشناسند [۱۳۳].

شرکت NationalGrid در گزارش خود، یکی از روش‌های ارتقای پایایی سیستم قدرت را استفاده از فناوری‌های نوین معرفی کرده است. مثال‌هایی از استفاده از این فناوری‌ها در شبکه بریتانیا عبارت است از:

۱- استراتژی مدیریت تجهیزات که توانایی TOها را در مدیریت اجزای شبکه افزایش می‌دهد. این مسئله با همکاری تبادل اطلاعاتی بین بهره‌بردار سیستم و TOها صورت می‌گیرد.

۲- پروژه Humber SmartZone در حال ارتقای مدیریت تجهیزات انتقال با استفاده از فناوری‌های جدید است. این پروژه شامل استفاده از PMU برای فراهم کردن اطلاعات مرتبط با شبکه است. تجهیزات اندازه‌گیری جدید استفاده کاراتر از ظرفیت شبکه را به وسیله اندازه‌گیری‌های به‌هنگام موجب می‌شوند. در این زمینه تحلیل‌های امنیت بهره‌بردار سیستم و تحلیل ظرفیت به‌هنگام باید هماهنگ شود.

مطابق گزارش شرکت NationalGrid، این شرکت روش جدیدی را برای مدل‌سازی تعویض تجهیزات شبکه به‌کار برده است. این شرکت با همکاری Ofgem و TOهای اسکاتلندی ساختار جمع‌آوری خروجی‌های شبکه را تدوین کرده است. این مدل بر اساس ریسک (شرایط یک تجهیز به عنوان معیاری از وقوع خرابی) و میزان ضرورت (عواقب احتمالی خراب شدن

تجهیز) کار می‌کند. کاربرد این مدل‌سازی NationalGrid را قادر ساخته است تا حدی از تعمیرات بی‌دلیل جلوگیری کند. هدف از انجام تعمیرات و نگهداری در این شرکت موارد زیر عنوان شده است [۱۳۴]:

✓ تعداد، جدیت و عواقب احتمالی خرابی‌ها در محدوده قابل پذیرش باشد.

✓ طرح‌های جایگزینی بلند مدت باید بدون به وجود آمدن تأثیر غیر قابل پذیرش بر پایایی، دسترس‌پذیری، کیفیت خدمات و تأثیر بر محیط انجام شود.

✓ سرمایه بلند مدت در محدوده قابل پذیرش باشد.

در طراحی برنامه‌های تعمیرات و نگهداری از شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای محاسبه انرژی تأمین نشده استفاده شده است.

مدل در نظر گرفته شده از ورودی‌های زیر استفاده می‌کند [۱۳۴]:

- توزیع نرمال حوادث انرژی تأمین نشده سالانه
- توزیع متناسب MWhrs قطعی بین هر حادثه

۷-۳- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع

شرکت‌های توزیع^۱ از شبکه توزیع برق بهره‌برداری می‌کنند و توان را از شبکه انتقال به خانه‌ها و مشاغل منتقل می‌کنند. شبکه‌های توزیع منطقه‌ای انگلیس شامل حدود ۸۰۰,۰۰۰ کیلومتر کابل‌های زیرزمینی و خطوط هوایی می‌شود. شرکت‌های توزیع در صنعت رقابتی نیستند و تحت نظارت و قانون‌گذاری ofgem فعالیت می‌کنند. شرکت‌های توزیع با خرده‌فروش‌ها متفاوت هستند [۱۳۵].

۱-۷-۳- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

در انگلیس ۱۴ سیستم توزیع وجود دارد که مالکیت آن‌ها به ۷ شرکت تعلق دارد. این سیستم‌ها شامل مناطق شهری با تراکم بالا و نیز مناطق روستایی و کم تراکم می‌شود. در حال حاضر، سه طرح اصلی برای تشویق شرکت‌های توزیع به برآوردن سطح خاصی از پایایی وجود دارد. اداره بازار گاز و برق^۲ (Ofgem) مجوز شرکت‌های توزیع را صادر می‌کند که در آن قراردادهای تشویقی پایایی نیز تعیین می‌شود؛ اما استانداردهای پایایی که مرتبط با پرداخت‌های مشترکین است، در قانون‌های

۱-Distribution Network Operator

۲-Office of the Gas and Electricity Markets

ثانویه‌ای تعیین می‌شود که دارای ابزارهای قانونی^۱ لازم است. تغییر در قوانین تشویقی از طریق بازبینی کنترل قیمت‌های توزیع^۲ اعلام می‌گردد و هر ۵ سال یک بار رخ می‌دهد. کنترل قیمت‌های توزیع برای تعیین درآمد که هر شرکت توزیع می‌تواند، به عنوان مشوقی برای سرمایه‌گذاری در ظرفیت سیستم یا ارائه سطح قابل قبولی از پایایی، امنیت و کیفیت از مشترکین خود دریافت کند به کار می‌رود [۱۳۳]. شرکت‌های توزیع قابلیت ارائه پیشنهاد برای بهبود طرح‌های کنترل قیمت را دارا می‌باشند. Ofgem بر اساس مطالعاتی که از مشترکین انجام می‌دهد (WTP)^۳، میزان پایایی مورد نظر را برای شرکت‌های توزیع مختلف را تعیین می‌کند و بر همین اساس نرخ‌های تشویقی و جریمه‌ای را معین می‌کند. علاوه بر این Ofgem، شرکت‌های توزیع را موظف می‌کند که در هنگام برآورده نساختن حداقل سطح پایایی مورد نظر، پرداخت‌هایی را به مشترکین انجام دهند. این استانداردها مستقیماً ویژگی‌هایی مانند سرعت در وصل دوباره سیستم بعد از وقوع قطعی، هشدار به مشترکین قبل از قطعی‌های برنامه‌ریزی شده، مدت زمان بررسی شکایت‌های مشترکین و زمان پرداخت به مشترکین را مد نظر قرار می‌دهند. تعدادی از این پرداخت‌ها تا زمانی که مشترک شکایتی نکرده باشد، صورت نمی‌گیرد (پرداخت‌های غیر اتوماتیک) و میزان آن‌ها برای انواع مشترکین متفاوت است [۱۳۵].

در طرحی دیگر، شرکت‌های توزیع برای مشترکینی که بیشترین قطعی را داشته‌اند^۴، مبلغی خاص را دریافت می‌کنند. هدف از این طرح آن است که شرکت‌های توزیع مشوق کافی برای بهبود پایایی را در مناطقی که به طور مثال تراکم کمی وجود دارد داشته باشند. تعریف مشترک با بیشترین قطعی این است که حداقل پنج قطعی در هر سال در طول سه سال گذشته تجربه کرده باشند. Ofgem کمک هزینه ارتقای سطح پایایی این مشترکین را معین می‌کند و سپس این مقدار بر اساس تعداد آن‌ها تقسیم می‌شود. شرکت‌های توزیع زمانی می‌توانند از این منبع مالی کمک دریافت کنند که یا در طی سه سال بتوانند شاخص‌های پایایی این مشترکین را به میزان ۲۵٪ کاهش دهند یا شواهد کافی ارائه کنند که سرمایه‌گذاری کافی برای بهبود قطعی‌ها انجام شده است [۱۳۶].

۱-Statutory Instrument

۲-Distribution Price Control Review

۳-این مطالعات برای بررسی میزانی که مشترکین برای پایایی بیشتر متمایل به پرداخت هستند انجام می‌شود. Willingness to pay

۴-Worst-served Customer

۲-۷-۳- ارزیابی پایایی

سازمان ofgem در سال ۲۰۰۷ سندی منتشر نمود که در آن الزامات گزارش دهی را برای همه شرکت‌های توزیع معین نمود. این الزامات مرتبط با طرح تنظیم قیمت ارائه نمودن خدمات توزیع متناسب با سطح پایایی فراهم شده بود. این دستورالعمل‌ها، به شرکت‌های توزیع راهنمایی‌های لازم در مورد چگونگی تأمین اطلاعات و واردکردن آن‌ها را در سیستم ارائه می‌کند [۱۳۷]. در سال ۲۰۱۴ نسخه جدیدتری از این سند منتشر شد [۱۳۸].

۳-۷-۳- بهبود پایایی

اندازه‌گیری هوشمند یکی از برنامه‌های ملی کشور انگلیس است. هدف از اجرای این برنامه آن است که ۳۵ میلیون کنتور هوشمند گاز و برق برای همه مشترکین خانگی و کنتورهای هوشمند پیشرفته در مشترکین غیر خانگی تا سال ۲۰۲۰ نصب شود. برنامه اندازه‌گیری هوشمند در دو مرحله پیاده‌سازی می‌شود. در ابتدا در سال ۲۰۱۱، دولت با صنعت، گروه‌های مصرف‌کنندگان و دیگر گروه‌های درگیر تلاش نمود تا اطمینان حاصل شود که پیش‌زمینه‌های لازم برای نصب کنتورهای هوشمند فراهم شده باشد. این مرحله تا سال ۲۰۱۲ طول کشید و تعدادی از موانع در این مرحله برطرف شد. برخی از این موانع عبارت‌اند از [۱۳۸]:

- صدور مجوز برای شرکت‌های اندازه‌گیری داده و فراهم‌کنندگان خدمات مخابراتی^۱ (DCC) مورد نیاز
- تعیین استاندارد انرژی هوشمند
- تصویب روش قانون‌گذاری و نظارت بر بازار با مبنای هوشمند
- قانون‌گذاری در مورد دسترسی به داده‌ها
- انجام تحقیقات در زمینه نحوه نگرش مصرف‌کنندگان به اندازه‌گیری هوشمند

وظیفه دولت در این پروژه آن است که از تحقق همه‌ی مزایای اندازه‌گیری هوشمند اطمینان حاصل کند. به همین دلیل دولت نقش بنیادینی در مرحله ابتدایی داشته است که از سال ۲۰۱۱ با تعیین سیاست، قانون‌گذاری و نظارت و چارچوب تجاری آغاز شد. اما این وظیفه‌ی تأمین‌کنندگان انرژی است که برنامه‌ریزی و عملیات پیاده‌سازی این طرح را در چارچوبی که دولت

معین نموده است، انجام دهند. از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ که مرحله پیاده‌سازی این پروژه آغاز می‌گردد نقش دولت نظارت و ارزیابی نحوه انجام آن خواهد بود. ضمن اینکه می‌تواند از مناسب بودن چارچوب طراحی شده اطمینان حاصل کند [۱۳۸].

نقش تأمین‌کنندگان در این پروژه، برنامه‌ریزی و اجرای نصب دستگاه‌های اندازه‌گیری هوشمند برای مشترکین است. تأمین‌کنندگان باید آمادگی‌های لازم را برای نصب کنتورهای هوشمند ایجاد کنند که این شامل ارتقای سیستم‌های داخلی برای به‌کارگیری داده‌های کنتور هوشمند، تهیه تجهیزات و آموزش کارکنان (برای نصب کنتورها به‌طور مثال) می‌شود [۱۳۶].

وظایف شرکت‌های توزیع عبارت است از:

- فراهم کردن داده‌های ثبت کنتورها برای کمک به شرکت‌های اندازه‌گیری داده
- فراهم کردن پشتیبانی عملی در فرایند نصب
- در نظر گرفتن برنامه‌هایی برای جمع‌آوری و کدگذاری اطلاعات مصرف
- استفاده از کنتورهای هوشمند برای ارتقای نحوه بهره‌برداری از سیستم
- ارتقای کیفیت خدمات و کاهش هزینه برای مشترکین تا حد امکان

قابلیت ارتباط و تبادل داده از ویژگی‌های اصلی کنتور هوشمند است. زمانی که تأمین‌کنندگان انرژی کنتورهای هوشمند را نصب می‌کنند، باید راه‌حلی برای برقراری ارتباط این کنتورها فراهم کنند. اما در نصب انبوه این کنتورها وجود یک راه‌حل یکپارچه و نیز سیستم‌های جمع‌آوری داده مرکزی ضروری است. به همین دلیل دولت این کشور تصمیم گرفت که شرکت‌های DCC تأسیس شوند و Ofgem بر آن‌ها نظارت داشته باشد. مزایای این طرح عبارت است از به وجود آمدن امکان تغییر تأمین‌کننده برای مشترک، قابلیت اشتراک داده‌ها بین شرکت‌های مختلف و بنابراین مدیریت بهتر شبکه، به وجود آوردن این توانایی برای مشترک که امکان دسترسی سایر قسمت‌ها به داده‌های خود را داشته باشد، به طور مثال به عنوان قسمتی از مشاوره انرژی یا برای مقایسه تعرفه‌ها [۱۳۹].

وزارت انرژی و شرایط اقلیمی^۱ و Ofgem گروه شبکه هوشمند را تشکیل دادند. این گروه نمایندگانی از شرکت‌های شبکه برق، گروه‌های مصرف‌کننده، تأمین‌کنندگان انرژی و صنایع دیگر گردآوری کرد. در این گروه مسائل نظارتی، تجاری و فنی مربوط به شبکه هوشمند بررسی می‌گردد تا از تبدیل انگلیس به کشوری دارای صنایع انرژی با تولید کم‌کربن، امن و با هزینه کم پشتیبانی کند. این گروه چشم‌انداز و نقشه‌ی راه شبکه هوشمند را در سال ۲۰۱۴ منتشر نموده است [۱۳۹]. بر اساس

گزارش یک نهاد تحقیقاتی اروپایی [۱۴۰] انگلیس در اروپا کشور پیشرو در به‌کارگیری شبکه هوشمند بوده است. یکی از محرک‌های استفاده از فناوری‌های شبکه هوشمند، کمک هزینه در نظر گرفته شده برای شبکه‌های با تولیدات کربن پایین^۱ بوده است که از شرکت‌های توزیع در زمینه استفاده از تجهیزات جدید و به‌کارگیری آن‌ها در زمینه بهره‌برداری شبکه پشتیبانی نموده است [۱۴۱].

فصل چهارم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور استرالیا

مقدمه

برای ارائه‌ی نمایی کلی از حجم بازار برق استرالیا، اطلاعاتی در مورد میزان انرژی الکتریکی مصرفی و تقاضای این کشور ارائه می‌شود. مصرف برق خالص استرالیا در ناحیه NEM در سال ۲۰۱۰ برابر با ۲۱۰ TWh، بیشترین تقاضای توان تا این سال، ۶/۳۵ GW و مجموع ظرفیت نصب شده شبکه، ۶/۴۵ GW بوده است [۱۴۱].

برای درک نحوه قانون‌گذاری و ساختار نظارت بر سیستم قدرت استرالیا، لازم است ابتدا سیستم سیاست‌گذاری و تعیین قانون کلی این کشور بررسی شود.

استرالیا از شش ایالت تشکیل شده است. مطابق قانون اساسی، قدرت سیاسی و قانونی این کشور بین دولت فدرال و مراجع تقسیم شده است. قانون اساسی، برای قانون‌گذاری در مواردی خاص مانند مالیات، سرمایه‌گذاری خارجی و سیستم‌های مالی، قدرت را به مجلس فدرال واگذار نموده است. ایالت‌ها قادرند در موارد دیگری نیز قانون‌گذاری و نظارت کنند. شش ایالتی که در این کشور وجود دارند عبارت‌اند از کوئینزلند^۱، نیوساوت‌ولز^۲، ویکتوریا^۳، تاسمانی^۴، استرالیای جنوبی و استرالیای غربی. دولت فدرال دو قلمرو قانون‌گذاری مستقل تحت کنترل خود ایجاد کرده است. این دو قلمرو، قلمرو مرکزی استرالیا^۵ (ACT) و قلمرو شمالی استرالیا هستند [۱۴۱]. قلمروها دارای قدرت قانون‌گذاری کمتری نسبت به ایالت‌ها هستند [۱۴۲].

هر ایالت استرالیا از لحاظ قانونی این توانایی را دارد که قوانین مربوط به برق خود را با توجه به ویژگی‌های منطقه خود تعیین کند. در سال‌های اخیر ایالات کوئینزلند، نیوساوت‌ولز، ویکتوریا، تاسمانی، استرالیای جنوبی و ACT برای تشکیل یک بازار

۱-Queensland

۲-New South

۳-Victoria

۴-Tasmania

۵-Australian Capital Territory

سراسری انرژی (بازار برق ملی^۱ NEM) متحد شده‌اند. این بازار تحت قوانین و ساختار نظارتی یکسانی در همه قسمت‌ها و ایالت‌های تحت پوشش خود فعالیت می‌کند. استرالیای شمالی و قلمرو غربی استرالیا تحت نظارت این بازار فعالیت نمی‌کنند [۱۴۳]. اصلی‌ترین قانونی که این بازار تحت آن عمل می‌کند، قانون ملی برق^۲ (NER) است.

این قانون توسط شورای دولت استرالیا^۳ (COAG) تصویب شده است. به‌طور کلی، تعیین سیاست‌ها و قوانین مرتبط با انرژی از طرف COAG به شورای انرژی و منابع^۴ (SCER) واگذار شده است که پیش از این بر عهده وزارت انرژی^۵ این کشور بود. در واقع شورای انرژی و منابع جایگزین وزارت انرژی شده است. وظایف شورای انرژی و منابع عبارت است از [۱۴۴]:

سهولت در نظارت ملی و هماهنگی بخش‌های حکومتی مختلف، توسعه سیاست و مدیریت برنامه برای پاسخگویی به فرصت‌ها و چالش‌های انرژی و منابع بخش‌های مختلف استرالیا در آینده.

- ارائه رهبری ملی در مورد مسائل کلیدی استراتژیک و ارائه یکپارچه این اولویت‌های استراتژیک به دولت برای تصمیم‌گیری در رابطه با بخش‌های انرژی و منابع

- افزایش قوام ملی بین چارچوب‌های قانونی برای کاهش هزینه و بهبود بهره‌برداری از بخش‌های انرژی و منابع [۱۴۵].

وظیفه بررسی تأثیرات تغییر قوانین بر عهده گروه بازار انرژی استرالیا^۶ (AEMC) است. این گروه به صورت مستقل عمل می‌کند و قوانین را برای برآوردن اهداف قانون ملی برق بررسی می‌کند. همچنین در مورد ساختار بازار و نحوه عملکرد آن پیشنهادهایی به SCER ارائه می‌کند. AEMC توانایی بسیار محدودی برای شروع تغییرات قوانین دارد؛ بلکه به درخواست قسمت‌های دیگر مانند SCER، شرکت‌کنندگان بازار، نظارت‌کننده بر بازار و مشترکین نهایی پاسخ می‌دهد [۱۴۶]. AEMC دارای بخش ویژه‌ای برای نظارت، بررسی و گزارش دهی امنیت و پایایی شبکه برق ملی است. بررسی و تعیین استانداردها و دستورالعمل‌هایی که به حفظ سیستم قدرت امن و پایا کمک می‌کند، از وظایف این بخش است. AEMC از این بخش برای مشاوره در مورد بررسی‌های خود کمک می‌گیرد. این بخش استانداردها را هر چهار سال بررسی می‌کند و با توجه به اهداف بازار

۱-National Electricity Market

۲-National Electricity Law

۳-Council of Australian Governments

۴-Standing Council on Energy and Resources

۵-Ministerial Council on Energy

۶-Australian Energy Market Commission

ملی برق، توصیه‌هایی در مورد آن‌ها اعلام می‌دارد. تنظیمات پایایی بازار شامل سقف قیمت بازار^۱، آستانه قیمت تجمعی^۲ و حداقل قیمت بازار است. این تنظیمات، سیگنال‌های سرمایه‌گذاری تولید جدید را در مقابل خطرات مالی شرکت در بازار متعادل می‌کنند. آخرین نسخه این بررسی در سال ۲۰۱۴ به پایان رسیده است.

این بخش موظف به بررسی و تعیین استانداردها و دستورالعمل‌های امنیت و پایایی سیستم قدرت (از جمله استاندارد پایایی و استاندارد بهره‌برداری سیستم از لحاظ میزان فرکانس استاندارد برای NEM) است. همچنین، استاندارد راه‌اندازی مجدد سیستم در هنگام وقوع خاموشی سراسری را تعیین می‌کند. نظارت و گزارش دهی در مورد استاندارد سیستم و استانداردهای دسترسی برای کاربران شبکه مانند ژنراتورها و یا مشتریان بزرگ از دیگر وظایف این بخش است.

توسعه و تعیین دستورالعمل‌های مختلف برای نحوه عملکرد اپراتور بازار در مدیریت جنبه‌های امنیت سیستم قدرت و پایایی تأمین، شامل نحوه مدیریت حوادث کمبود برق، بخشی از فعالیت‌های این سازمان است.

این بخش گزارش بررسی عملکرد سالانه بازار را هر سال ارائه می‌دهد. این گزارش در مورد مسائل کلی پایایی سیستم قدرت، از جمله نحوه بهره‌برداری آن مطابق با استانداردها و دستورالعمل‌های مختلف پایایی است. علاوه بر این، در مورد حوادث مهم سیستم قدرت گزارش می‌دهد و ممکن است اقداماتی را برای کاهش حوادث مشابه در آینده توصیه کند [۱۴۷].

نظارت‌کننده انرژی استرالیا^۳ (AER) سازمان دولتی است که گرچه قسمتی از گروه رقابت و مصرف‌کننده استرالیا^۴ (ACCC) است، اما به صورت مستقل عمل می‌کند. AER بر صاحبان شبکه و نحوه اجرای قوانین نظارت می‌کند. مهم‌ترین وظیفه این سازمان تعیین میزان مجاز درآمد ناشی از شبکه است (که از طریق میزان حداکثر و یا قیمت درآمد مجاز تعیین می‌شود). AER بر تطابق با قوانین نظارت می‌کند و اطلاعاتی را در مورد بازار انرژی جمع‌آوری می‌کند [۱۴۸]. بنابراین وظایف این سازمان عبارت است از [۱۴۸]:

- تعیین قیمت کاربری شبکه انرژی (خطوط انتقال و لوله‌های گاز)
- نظارت بر بازار برق برای اطمینان حاصل کردن از اینکه تأمین‌کنندگان با قوانین انطباق کامل دارند و اتخاذ اقدامات اجرایی برای تطابق با قوانین

۱-Market Price Cap

۲-Cumulative Price Threshold

۳-Australian Energy Regulator

۴-Australian Competition and Consumer Commission

- تنظیم بازارهای انرژی خرده‌فروشی در ACT، استرالیای جنوبی، تاسمانی (برق تنها) و ولز جنوبی جدید شامل پیاده کردن تطابق با قوانین خرده‌فروشی، صدور مجوز برای فروش انرژی، تصویب سیاست‌های خرده‌فروشان برای روبرویی با مشکلات احتمالی با مشتریان، بررسی گزارش عملکرد خرده‌فروش‌ها، آموزش مصرف‌کنندگان و کسب و کارهای کوچک در مورد حقوق انرژی آن‌ها و نحوه استفاده از وب سایت مقایسه مدیریت قیمت انرژی^۱

© انتشار اطلاعات بازار انرژی، از جمله گزارش سالانه بازار انرژی و گزارش‌های مفصل‌تر بازار و انطباق آن با قوانین برای کمک به شرکت‌کنندگان و جامعه

- کمک به ACCC در مورد مسائل مربوط به انرژی و قانون رقابت و مصرف‌کننده [۱۴۹]

بهره‌بردار بازار انرژی استرالیا^۲ (AEMO) بهره‌برداری از بازار و توسعه شبکه را بر عهده دارد. این سازمان نقش هماهنگ‌کننده را برای نظارت بر امنیت شبکه برق NEM در هنگام بیش‌تر بودن تقاضا نسبت به تولید دارد. پیشنهادهای خرید و فروش به این سازمان ارسال می‌شود و او قیمت‌های گره‌ای را تعیین می‌کند. علاوه بر این، در ویکتوریا برنامه‌ریزی شبکه انتقال نیز به عهده این سازمان است. در دیگر مناطق، دولت ایالتی یا فراهم‌کننده خدمات انتقال^۳ این مسئولیت‌ها را بر عهده دارند. مالکیت AEMO بین اعضای دولتی (۶۰٪ آرا) و اعضای مربوط به صنعت (۴۰٪ آرا) تقسیم شده است. دولت‌های ایالتی و قلمرویی و نظارت‌کنندگان^۴ آن‌ها نقش زیادی در تعیین استانداردهای پایایی و خرده‌فروشی در NEM دارند [۱۵۰].

در قلمرو شمالی استرالیا، به دلیل کم بودن جمعیت و دور از دسترس بودن منطقه تنها یک سازمان یکپارچه برای فراهم کردن خدمات الکتریکی وجود دارد [۱۵۱]. این سازمان، گروه خدمات^۵ ناحیه شمالی مجوز فروش خدمات الکتریکی را برای تولیدکنندگان مستقل توان صادر می‌کند. وظایف اصلی آن عبارت است از [۱۵۱]:

- تنظیم قیمت ارائه خدمات انحصاری (این خدمات می‌تواند شامل تولید، بهره‌برداری از خطوط شبکه، خرده‌فروشی و کنترل سیستم باشد)

- صدور مجوز برای بخش‌های مختلف ارائه خدمات

۱- مصرف‌کنندگان دارای این توانایی هستند که تأمین‌کننده برق خود را تعویض کنند. آن‌ها می‌توانند از این وب‌سایت اطلاعاتی در مورد تأمین‌کنندگان مختلف استخراج کنند.

۲-Australian Energy Market Operator

۳-Transmission Service Provider

۴-Regulators

۵-Utilities Commission

- تعیین استانداردها و نظارت بر نحوه اجرای آن‌ها در ارائه خدمات الکتریکی و تأمین توان
- رسیدگی به شکایات مربوط به نحوه فعالیت شرکت‌هایی که دارای مجوز از این سازمان هستند.
- ارائه اطلاعات به مصرف‌کنندگان
- ارائه گزارش و پیشنهاد به وزارت انرژی [۱۵۲]

نظارت بر پایایی شبکه و تعیین استانداردهای مرتبط با آن از وظایف سازمان گروه خدمات^۱ ناحیه شمالی است [۱۵۳].

سیستم قدرت جنوب غربی استرالیا سیستمی است که استرالیای غربی را پوشش می‌دهد و بازار آن، بازار غرب استرالیا^۲ (WEM) نام دارد [۱۵۳]. این بازار شامل قسمت‌های زیر می‌شود:

- بهره‌بردار مستقل سیستم^۳ (IMO) که مسئول بهره‌برداری و توسعه WEM است و فرایند تغییر قوانین را مدیریت می‌کند. این واحد، برنامه‌ریزی کفایت تولید بلند مدت (۱۰ ساله) را انجام می‌دهد تا از ظرفیت رزرو اطمینان حاصل کند.
- مدیریت سیستم که بهره‌بردار سیستم نیز می‌باشد. این سازمان برنامه‌ریزی کوتاه مدت و میان مدت سیستم شامل برنامه‌ریزی خروج و پخش بار را در تطابق با قوانین بازار انجام می‌دهد.
- بهره‌بردار شبکه که بهره‌برداری از قسمتی از شبکه توزیع یا انتقال را بر عهده دارد. بهره‌برداران شبکه می‌توانند واحدهای اندازه‌گیری داده نیز باشند که این داده‌ها را به IMO ارائه می‌کنند.
- تولیدکننده که یکی از تأسیسات تولید را بهره‌برداری می‌کند.
- Synergy که در گذشته بخش خرده‌فروشی یکی از شرکت‌های الکتریکی بخش استرالیای غربی (Western Power) بوده است. این سازمان، تنها خرده‌فروشی است که می‌تواند به مشترکینی بدون کنتورهای بازه‌ای^۴ خدمات رسانی کند [۱۵۴].

سازمان مقررات اقتصادی^۱، سازمان مستقل نظارت‌کننده^۲ اقتصادی استرالیای غربی است. این سازمان، با هدف دنبال کردن

منافع بلند مدت استرالیا غربی برای ترویج فضای تجاری رقابتی کارآمد و عادلانه در صنایع گاز، برق، آب و راه‌آهن فعالیت

۱-Utilities Commission

۲-Western Australia Market

۳-Independent Market Operator

۴-Interval Meters

می‌کند. این سازمان، همچنین به دولت در مسائل مهم اقتصادی پیشنهادهایی ارائه می‌کند [۱۵۵]. وظایف این سازمان در حوزه برق عبارت‌اند از:

- تأیید فرایندهایی که IMO در تعیین حداکثر قیمت ظرفیت رزرو، ارزش‌های حاشیه‌ای^۳ و حداکثر قیمت بازار انرژی روز بعد به کار برده است.
- تصویب هزینه‌های کارآمد برای عملکرد IMO و سیستم مدیریت
- نظارت بر بازار و به‌طور خاص قدرت بازار. این فعالیت‌ها در همکاری با IMO انجام می‌شود.
- نظارت و گزارش به وزارت انرژی استرالیا غربی در ارتباط با کارایی و اثربخشی بازار، از جمله کارایی IMO و سیستم مدیریت.

لازم به ذکر است که سازمان مقررات اقتصادی تنها بر اجرای قوانین نظارت دارد و پیشنهادهایی را در ارتباط با تغییر آن‌ها به وزارت انرژی استرالیا غربی ارائه می‌کند. این قوانین شامل استانداردهای پایایی نیز می‌شود [۱۵۶].

با وجود اینکه در سطح فدرال تمایل به جداسازی بخش انتقال از بخش‌های تولید و توزیع بوده است، اما در سطح ایالتی تمایل به یکپارچه‌سازی و مالکیت سراسری وجود داشته است. در ACT، استرالیا جنوبی و تاسمانی تنها یک شبکه توزیع وجود دارد و در کوئینزلند، نیوساوت‌ولز و ویکتوریا با وجود اینکه شامل چندین شبکه هستند، اما همچنان سرویس‌دهنده انحصاری در این مناطق وجود دارد. به‌طور مثال، دو شرکت سرمایه‌گذاری مالک ۵۱٪ از دو شبکه توزیع ویکتوریا هستند. همچنین، شرکت‌های توزیع دولتی و خصوصی به‌طور همزمان در حال فعالیت هستند. اما شرکت‌های توزیع خصوصی دارای روند رو به رشدی هستند [۱۵۷]. به‌طور خلاصه:

- شبکه انتقال و پنج شبکه توزیع در ویکتوریا مالکیت خصوصی دارند.
- شبکه‌های توزیع و انتقال در ACT ترکیبی از مالکیت دولتی و خصوصی دارند.
- شبکه‌های توزیع و انتقال در کوئینزلند، نیوساوت‌ولز و تاسمانی مالکیت دولتی دارند [۱۵۸].

۱-۴- سازمان‌های تحقیقاتی مرتبط با سیستم قدرت و پایایی

در این قسمت اطلاعاتی در مورد مؤسسات تحقیقاتی مرتبط با سیستم قدرت و پایایی ارائه می‌شود:

۱-۱-۴- موسسه تحقیقات انرژی استرالیا

تحقیقات این موسسه بر ایجاد زیرساخت انرژی پایدار و مقاوم متمرکز است [۱۵۴]. محورهای تحقیقات آن عبارت است از:

- فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر
- سوخت‌های لازم برای فضای پاک
- سیستم‌های تولید پراکنده و شبکه‌های هوشمند
- سیستم‌های انرژی کارا
- بازارهای انرژی و اقتصاد
- تأثیرات اجتماعی انرژی
- تحلیل سیاست و قانون‌گذاری [۱۵۵]

۲-۱-۴- مرکز انرژی‌های تجدیدپذیر و سیستم قدرت در استرالیا

چشم‌انداز مرکز انرژی‌های تجدیدپذیر و سیستم قدرت، انجام تحقیق و آموزش در سطح جهانی و پیشرو بودن در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر و سیستم‌های قدرت است. این مرکز در دانشکده مهندسی دانشگاه تاسمانی در سال ۲۰۰۷ تأسیس شده است.

هدف این موسسه، پژوهش بنیادی و کاربردی در سیستم‌های قدرت و انرژی در استرالیا با ایجاد یک سازمان و ساختار هماهنگ است که در آن تحقیقات بر برنامه‌های تعریف شده متمرکز می‌شود. مرکز انرژی تجدیدپذیر و سیستم‌های قدرت دارای تحقیقات کاملاً یکپارچه از ترکیب برق، مهندسی عمران و مکانیک است. این سازمان به زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر شرکت‌های تاسمانیا دسترسی دارد [۱۵۶].

این سازمان در حال حاضر بر برنامه‌های تحقیقاتی زیر تمرکز دارد:

- برنامه توان الکتریکی: این برنامه بر روی مشکلات و چالش‌های پیش روی صنعت برق در قرن ۲۱ تمرکز دارد. مرکز به‌ویژه به مشکلات فنی مرتبط با به‌کارگیری تولید پراکنده و انرژی تجدید پذیر در شبکه‌های برق موجود، سیستم‌های ترکیبی^۱ قدرت، کنترل، امنیت و بهره‌برداری شبکه، مدل‌سازی بار، شبکه‌های هوشمند و کاربرد سیستم‌های هوشمند در سیستم قدرت علاقه‌مند است.
- برنامه سیستم‌های انرژی: این برنامه بر بهینه‌سازی بازده و غلبه بر چالش‌های مربوط به انتقال و تبدیل انرژی متمرکز است. حوزه‌های پژوهش شامل توربین و توربوماشین‌ها، ذخیره‌سازی انرژی و حمل و نقل انرژی در اشکال مکانیکی، آب، گرما و هوای فشرده است. این مرکز علاقه‌مند به استفاده بهینه از انرژی در تولید همزمان و یا سیستم ترکیب گرما و قدرت است. روش‌های ذخیره‌سازی انرژی برای ایجاد کردن پایداری و توانایی فراهم کردن بار پایه در سیستم‌های تولید تجدیدپذیر مورد بررسی قرار گرفته است [۱۵۶].

۳-۱-۴- مراکز تحقیقاتی دانشگاهی

دانشگاه ویکتوریا، دارای مرکز تحقیقاتی انرژی هوشمند است [۱۵۷]. زمینه‌های تحقیقاتی این مرکز عبارت‌اند از:

- سیستم‌های کنترل و اتوماسیون
- سیستم‌های هوشمند و پردازش اطلاعات
- تکنیک‌های تشخیص خطا
- تحقیق در عملیات
- پردازش سیگنال و تصویر [۱۵۷]

دانشگاه سیدنی نیز دارای مرکز تحقیقاتی است که در مورد سیستم‌های انرژی آینده تحقیق می‌کند. زمینه‌های تحقیقاتی

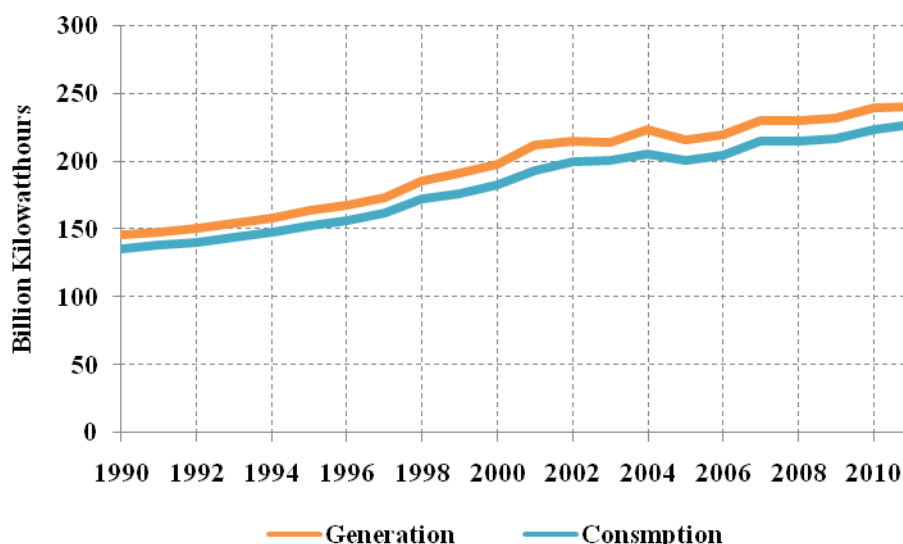
این مرکز عبارت است از:

- بهره‌برداری و برنامه‌ریزی شبکه‌های برق انعطاف‌پذیر
- کنترل توزیع شده برای شبکه‌های برق هوشمند

- به‌کارگیری فناوری‌های جدید در شبکه قدرت و تولید واسط‌های لازم برای آن. فناوری‌هایی مانند منابع انرژی تجدید پذیر، وسایل نقلیه الکتریکی، ادوات ذخیره‌سازی و دستگاه‌های جدید و الکترونیکی فشار ضعیف [۱۵۸].

۲-۴- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید

تولید برق در استرالیا در دو دهه اخیر به دلیل رشد اقتصادی و رشد در حوزه معدن به طور پیوسته در حال افزایش بوده است. از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۱ تولید انرژی الکتریکی ۱۴ درصد افزایش یافته است. با این وجود سرعت رشد تولید از سال ۲۰۰۷ بدلیل افزایش هزینه انرژی الکتریکی و رشد اقتصادی کمتر کاهش یافت. شکل ۴-۱ میزان انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی سالانه استرالیا بر حسب بیلیون کیلووات ساعت را برای سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ نشان می‌دهد [۱۵۹].



شکل ۴-۱: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در استرالیا

بخش عمده‌ای از تولید برق استرالیا از سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود که در این میان زغال‌سنگ نقش مهمی را ایفا می‌کند. بر اساس آمار سازمان BREE^۱ در سال ۲۰۱۱، انرژی الکتریکی تولیدی از زغال‌سنگ ۶۹ درصد از انرژی کل را تشکیل داده است. از سال ۲۰۰۹ سهم گاز طبیعی و انرژی‌های تجدیدپذیر افزایش یافت. نیروگاه‌های گازی عمدتاً برای پوشش دادن تغییرات بار و تأمین بار پیک بکار می‌روند و ۲۰ درصد از تولید کل را تشکیل می‌دهند. BREE پیش‌بینی کرده است که سهم گاز طبیعی در تولید انرژی الکتریکی باز هم افزایش یافته و تا سال ۲۰۳۵ به ۳۶ درصد می‌رسد. نیروگاه‌های برق‌آبی در

حدود ۷ درصد و سایر انرژی‌های تجدیدپذیر مانند باد، خورشید و زیست توده تقریباً ۴ درصد از تولید کل در سال ۲۰۱۱ را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به برنامه‌ریزی‌های بلندمدت تولید توسط انرژی‌های تجدیدپذیر، هدف این است که درصد سهم این انرژی‌ها در سال ۲۰۲۰ به ۲۰ درصد برسد [۱۵۹].

۱-۲-۴- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

کمیته پایایی کمیسیون بازار انرژی استرالیا (AEMC^۱) استانداردهای پایایی را برای بازار ملی برق (NEM^۲) تنظیم می‌کند. مطابق این استاندارد ظرفیت تولید و انتقال باید به اندازه‌ای باشد که در دراز مدت در هر ناحیه NEM کمتر از ۰/۰۰۲ تقاضای هر مشترک ریسک تأمین نشدن انرژی را داشته باشند. به منظور برآوردن این استاندارد بهره‌بردار بازار انرژی استرالیا (AEMO^۳) میزان ظرفیت رزرو مورد نیاز در هر ناحیه را (موجود در همان ناحیه و یا از طریق اتصالات با نواحی دیگر) تعیین می‌کند. این رزرو برای جبران پیک‌های ناخواسته بار و قطعی واحدهای تولید مورد نیاز است [۱۶۰].

کمیته پایایی AEMC می‌بایست هر دو سال یک بار مکانیزم‌ها و استانداردهای پایایی را بازبینی کند. به علاوه AEMC کارآمد بودن مقررات پایایی و امنیت NEM را در شرایط حوادث طبیعی شدید بررسی می‌کند. بازبینی انجام شده در آوریل ۲۰۱۰ موارد زیر را نیز مورد ارزیابی قرار داد:

- بررسی مطابقت استانداردهای پایایی موجود با انتظارات عمومی از پایایی شبکه تولید
- اثر سقف قیمت بازار^۴ بر پایایی و هزینه پرداختی مشتریان
- اینکه پروسه تعیین استاندارد پایایی و حد قیمت بازار نیازمند تغییر است یا خیر

۲-۲-۴- ارزیابی پایایی

کمیته پایایی هر ساله گزارش‌هایی در رابطه با عملکرد بخش تولید در زمینه استانداردهای پایایی و حداقل رزرو تعیین شده توسط AEMO ارائه می‌دهد. در عمل بخش تولید بسیار قابل اطمینان بوده است. حدود رزرو به ندرت نقض شده‌اند و ظرفیت تولید در تمام نواحی بازار برای تأمین بار پیک و تأمین میزان رزرو قابل قبول کافی بوده است.

۱-Australian Energy Market Commission

۲-National Electricity Market

۳-Australian Energy Market Operator

۴-Market price cap

از زمان آغاز به فعالیت NEM در سال ۱۹۹۸ عملکرد تولیدکنندگان در تأمین رزرو به ویژه در جنوب استرالیا و ویکتوریا بهبود یافته است. جدول ۴-۱ عملکرد بخش‌های تولید هر ناحیه در مورد استاندارد پایایی را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود درصد انرژی تأمین نشده در تمام نواحی در محدوده استاندارد ۰/۰۰۲ درصد قرار دارد [۱۶۰].

جدول ۴-۱: مقدار متوسط بلندمدت انرژی تأمین نشده، دسامبر ۱۹۹۸ تا ژوئن ۲۰۰۹

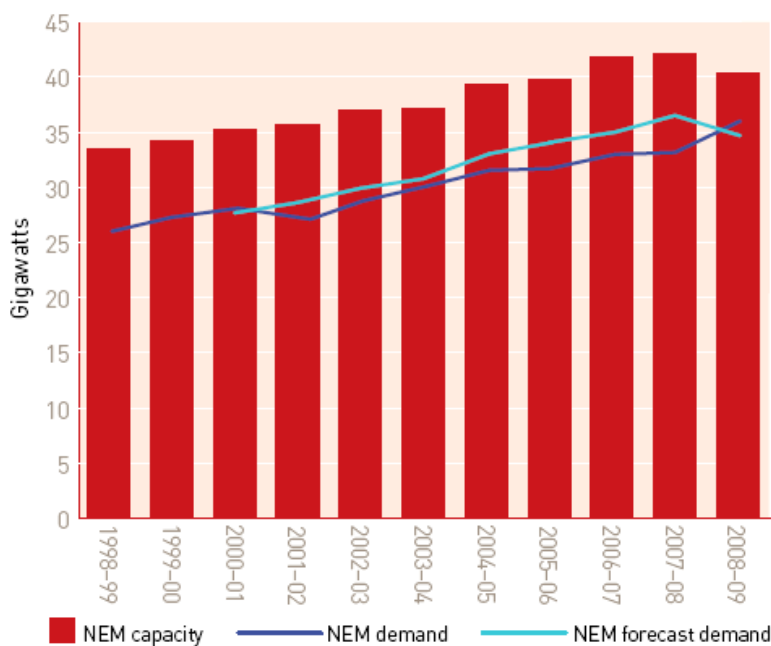
منطقه	انرژی تأمین نشده (%)
کویینزلند	۰/۰۰۰۰۰
نیوساوت ولز	۰/۰۰۰۱۰
ویکتوریا	۰/۰۰۰۴۴
استرالیای جنوبی	۰/۰۰۰۵۱

از زمان آغاز به فعالیت NEM تا آخر ماه ژوئن سال ۲۰۰۹ سه مورد پیش آمده است که ظرفیت تولید برای برآوردن بار کافی نبوده است. مورد اول در سال ۲۰۰۰ در ویکتوریا و استرالیای جنوبی اتفاق افتاد. همزمانی چند فعالیت صنعتی، تقاضای بالا و از دست رفتن موقتی واحدهای تولید منجر به خاموشی شد. با توجه به آخرین گزارش AEMC در سال ۲۰۰۷ با عنوان بازبینی جامع پایایی، استاندارد پایایی اصلاح شده و از آن پس دیگر این استاندارد، انرژی تغذیه نشده به دلیل رویدادهای ناشی از فعالیت صنعتی و حوادث تجهیزات انتقال ناشی از بلایای طبیعی را شامل نمی‌شود. حادثه دوم در یکم دسامبر سال ۲۰۰۴ در ولز جنوبی به دلیل قطعی یک ژنراتور در اوج بار اتفاق افتاد. بازیابی ۱۰ دقیقه بعد آغاز شد. جدیدترین مورد عدم کفایت تولید در اواخر ژانویه سال ۲۰۰۹ در ویکتوریا و استرالیای جنوبی اتفاق افتاد. افزایش شدید دما منجر به افزایش بیش از حد معمول تقاضا در ویکتوریا و آفریقای جنوبی شد. خروجی برنامه‌ریزی نشده منجر به قطعی در دو روز متوالی شد [۱۶۰].

سیستم قدرت به گونه‌ای بهره‌برداری می‌شود که فقط بتواند تک پیشامدها را تحمل کند. برخی از قطعی‌های سیستم ناشی از پیشامدهای چندگانه هستند، که می‌توانند ناشی از وقوع چندین پیشامد تنها به صورت همزمان یا به صورت زنجیروار باشند. به عنوان مثال چندین واحد ژنراتور ممکن است در یک زمان از مدار خارج شوند و یا همزمان با قطعی یک ژنراتور، در خط انتقال نیز یک خطا اتفاق بیافتد. مقاوم کردن سیستم در برابر این نوع اتفاقات کارآمد نخواهد بود. به علاوه سرمایه‌گذاری بیشتر در بخش تولید و انتقال لزوماً مانع وقوع این رویدادها نمی‌شود. به همین دلیل، این وقایع از محاسبات پایایی خارج می‌شوند

در حالیکه NEM از مکانیزم‌های مختلف برای مدیریت مساله ظرفیت تولید در کوتاه‌مدت استفاده می‌کند، منابع توان قابل اطمینان برای دوره‌های بلندمدت‌تر نیازمند سرمایه‌گذاری کافی در بخش تولید است.

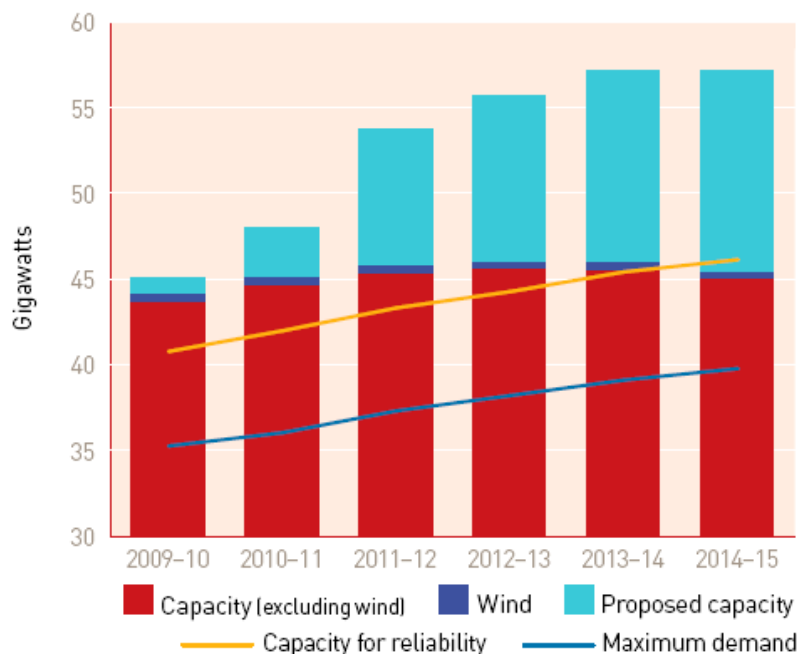
وضعیت کفایت تولید در دهه گذشته قابل قبول بوده است. در شکل ۲-۴ ظرفیت تولید کل با پیک تقاضای کل از زمان آغاز به فعالیت NEM مقایسه شده است. همچنین تقاضای واقعی با تقاضای پیش‌بینی شده توسط AEMO مقایسه شده است. داده‌ها نشان می‌دهند که سرمایه‌گذاری‌های NEM در دهه اخیر نسبت به رشد تقاضا مناسب بوده است و ظرفیت تولید دارای حاشیه امنیت مناسبی بوده و پایایی سیستم قدرت قابل قبول است. از سال ۲۰۰۰، در دوره ۲۰۰۸-۲۰۰۹ برای اولین بار تقاضای واقعی از تقاضای پیش‌بینی شده بیشتر شده است [۱۶۰].



شکل ۲-۴: تقاضای پیک و ظرفیت تولید بازار ملی برق (NEM)

در ارزیابی‌های صورت گرفته وضعیت پایایی در چند سال آینده نیز بررسی شده است. ارتباط میان تقاضای آینده و ظرفیت تولید موجود، قیمت برق و پایایی سیستم قدرت پیش رو را تعیین می‌کند. شکل ۳-۴ تقاضای پیک پیش‌بینی شده توسط NEM را نسبت به ظرفیت نصب شده، ظرفیت پیشنهادی و برنامه‌ریزی شده نشان می‌دهد. در این شکل ظرفیتی که توسط AEMO برای برآوردن پایایی مورد نیاز پیش‌بینی شده و مقدار تقاضای متناسب با آن نشان داده شده است. لازم به ذکر است که تولید بادی به صورت جداگانه در نظر گرفته شده است. چراکه به دلیل متغیر بودن انرژی بادی تمام ظرفیت آن نمی‌تواند در هنگام پیک در دسترس باشد و تنها چند درصد از آن را می‌توان به عنوان ظرفیت موجود در لحظه پیک لحاظ کرد. به عنوان

نمونه در استرالیا، جنوبی فرض شده است که ۳ درصد از کل ظرفیت بادی می‌تواند در هنگام پیک در دسترس باشد. در ویکتوریا این عدد ۸ درصد در نظر گرفته می‌شود [۱۶۰].



شکل ۳-۴: تقاضای و ظرفیت تولید تا سال ۲۰۱۴-۲۰۱۵

شکل ۳-۴ نشان می‌دهد که ظرفیت موجود و ظرفیت برنامه‌ریزی شده برای برآوردن پیک تقاضا و همچنین تضمین پایایی حداقل تا دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۳ کافی بوده است. اگرچه نتایج این نوع بررسی‌ها دارای عدم قطعیت است، با این وجود می‌تواند برای آگاهی حدودی از ظرفیت مورد نیاز مفید باشد. شکل ۳-۴ نشان می‌دهد که در دوره ۲۰۱۴-۲۰۱۵ برای برآوردن نیازمندی پایایی، ظرفیت پیشنهادی (نشان داده شده با رنگ آبی روشن) نیز مورد نیاز است. حتی اگر بخش کوچکی از پروژه‌های مورد نیاز برای اضافه شدن این ظرفیت پیشنهادی نیز تکمیل شوند، نیازمندی‌های پایایی برآورده می‌شوند [۱۶۰].

۳-۲-۴ - بهبود پایایی

کمیته پایایی با تنظیم سقف قیمت بازار عمده‌فروشی، سرمایه‌گذاری کافی در جهت ایجاد ظرفیت تولید جدید برای تضمین استاندارد پایایی را تحریک می‌کند. بررسی‌های انجام شده در سال ۲۰۰۷ در مورد پایایی منجر به تصمیم‌گیری برای افزایش حد قیمت بازار از ۱۰۰۰۰ دلار به ازای هر مگاوات ساعت به ۱۲۵۰۰ هزار دلار شد [۱۶۰].

NEM ترکیبی از مکانیزم‌های مختلف را برای تضمین سطح بالای پایایی منبع مورد استفاده قرار می‌دهد. AEMO پیش‌بینی‌هایی برای بار و دسترس‌پذیری ژنراتورها انجام می‌دهد تا ژنراتورها بتوانند به شرایط بازار پاسخ دهند و برنامه‌های تعمیر و نگهداری خود را مشخص کنند. اگر پیش‌بینی‌های ظرفیت تولید نشان دهد که احتمال کافی نبودن ظرفیت تولید برای برآوردن حداقل رزرو مورد نیاز وجود دارد، اما اقدامی در این زمینه صورت نگیرد، ممکن است فعالیت بازار مختل شود. مکانیزم خرید و فروش رزرو اضطراری و پایایی (RERT^۱) این امکان را برای AEMO فراهم می‌کند که قراردادهای رزرو را با ژنراتورها منعقد کند تا استاندارد پایایی در مورد رزرو مورد نیاز برآورده شود [۱۶۰].

۳-۴- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال

در این بخش، فعالیت‌های صورت گرفته در حوزه‌های مختلف پایایی در سطح انتقال ارائه می‌گردد.

۳-۴-۱- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

عامل اصلی طراحی شبکه، عملکرد و هزینه در شبکه‌های انتقال در بازار برق ملی استرالیا (NEM) تعیین سطح مورد انتظار از پایایی است. تنظیم پایایی در شبکه انتقال با مشکلات ذاتی روبرو است که در شبکه‌های توزیع این مشکلات وجود ندارد. از جمله این مشکلات، ارتباط منطقه‌ای بین ارائه‌دهندگان خدمات، پیش‌بینی سطح پایایی و هزینه‌های بالای وقوع خروجی در شبکه است. ویژگی‌های خاص شبکه‌های انتقال ایجاب می‌کند که برای رسیدن به نتایج کارآمد، مقررات تشویقی همراه با استانداردهای پایایی (به‌جای اهداف پایایی که در شبکه‌های توزیع توصیه می‌شود) استفاده شود. در حال حاضر سه استاندارد کاملاً متفاوت پایایی در NEM استفاده می‌شود: استانداردهای قطعی^۲، برنامه‌ریزی احتمالی و ترکیب این دو. همه‌ی این استانداردها دارای نقاط ضعف خاصی هستند [۱۶۱].

در NEM، یک چارچوب برنامه‌ریزی جداگانه برای تنظیم استانداردهای پایایی شرکت‌های ارائه‌کننده خدمات انتقال دارد (جدول ۴-۲). این چارچوب‌ها در ویژگی‌های زیر با یکدیگر متفاوت هستند:

- نوع اعمال استانداردها و سطح اختیار شرکت‌ها در نحوه پیاده‌سازی آن‌ها

^۱-Reliability and emergency reserve trader

^۲-Deterministic

- ۱ سطح استاندارد، تفاوت در سطح استانداردها می‌تواند هم داخل یک حوزه باشد و هم در بین حوزه‌های مختلف. به‌طور مثال معمولاً در نواحی صنعتی سطح بالاتری از پایایی مورد انتظار است.
- سازمان مسئول تعیین استانداردها و ابزاری که در بیان این استانداردها استفاده می‌کند، از جمله نظام‌نامه، شرایط داشتن مجوز فعالیت، قوانین و برنامه‌های مدیریت شبکه.

جدول ۴-۲: مروری بر استانداردهای پایایی در ایالت‌های مختلف استرالیا

ایالت	منبع استاندارد	استاندارد	نوع استاندارد
نیوساوت‌ویلز	در استاندارد پایایی و طراحی سیستم انتقال توسط واحد صنعت برنامه‌ریزی ارائه شده است.	معیار N-1 به‌جز در ناحیه مرکزی سیدنی که باید معیار N-2 برقرار باشد.	قطعی
ویکتوریا	قانون برق ملی	استاندارد بستگی به ارزش پایایی مشترک در هر نقطه اتصال دارد؛ مثلاً ناحیه مرکزی ملبورن بیشترین ارزش مشترک و بالاترین میزان تعیین‌شده برای پایایی را در استاندارد دارد.	احتمالی
کوئینزلند	مرجع انتقال ^۱ که تحت فرمان قانون برق کوئینزلند تشکیل شده است.	N-1 که شامل تولید نیز می‌شود.	قطعی
استرالیای جنوبی	نظام‌نامه سیستم توزیع که توسط گروه خدمات ضروری ^۲ استرالیای جنوبی با توصیه از AEMO تصویب می‌شود.	بسته به ارزش پایایی برای مشترک شش نوع استاندارد در هر نقطه اتصال تعیین می‌شود؛ که از N تا N-2 بر اساس ظرفیت ترانسفورماتور و خط تغییر می‌کند.	با عنوان قطعی مطرح می‌شود اما بر اساس تحلیل‌های احتمالی تغییراتی در آن اعمال می‌شود.
تاسمانی	قوانین توسط واحد برنامه‌ریزی شبکه و پایایی تاسمانی ^۳ از سازمان قانون‌گذار انرژی تاسمانی ^۴ توصیه می‌شود و دولت تاسمانی آن‌ها را تصویب می‌کند.	برای سیستم سالم: N-1 برای اتصالات بیشتر از ۲۵ MW عدم وقوع خرابی که منجر به قطعی بیشتر از ۸۵۰ MW می‌شود. عدم وقوع شرایطی که منجر به قطع انرژی بیشتر از ۳۰۰۰ MWh می‌شود.	قطعی و بر اساس عملکرد به صورتی که بر اساس محدوده بار قطع شده و مدت زمان قطعی استاندارد تعیین شده است.

تعیین سطح مورد انتظار از پایایی در شبکه‌های انتقال در چهارچوب وسیع‌تری از اعمال برنامه‌ریزی شبکه، بهره‌برداری و عملکرد قرار دارد که شامل تعیین پایایی شبکه‌های انتقال در کوتاه‌مدت (در بازه زمانی آنی تا چند ماه) و در بلندمدت (در

۱-Transmission Authority

۲-Essential Service Commission

۳-Tasmanian Reliability and Network Planning Board

۴-Tasmanian Energy Regulator

یک بازه زمانی برنامه‌ریزی اعم از چند ماه تا چند دهه در آینده) می‌شود. این استانداردها همچنین تعیین می‌کنند که چگونه TSPها به وقوع قطعی در شبکه پاسخ می‌دهند [۱۶۱].

چارچوب‌های برنامه‌ریزی پایایی باقیمانده سیستم اداره برق در هر حوزه قبل از تشکیل NEM است. گزارش نهایی شورای دولت‌های استرالیا (COAG) پس از بررسی بازار انرژی در سال ۲۰۰۲، حساسیت دولت را نسبت به پایایی برق منعکس کرد و به همین دلیل حوزه‌های قضایی نسبت به واگذاری نهادهای کنترل سطح پایایی در شبکه خود راغب نبودند [۱۶۲].

بحث در مورد یک چارچوب ملی برای نظارت و قانون‌گذاری پایایی سیستم انتقال در استرالیا از سال ۲۰۰۲ آغاز شد. اصلی‌ترین دغدغه‌های رایج در زمینه پایایی سیستم انتقال، نیاز به سرمایه بالاتر و کاهش سطح پایایی بوده است. در تعدادی از ایالت‌های استرالیا مالکیت سیستم انتقال برای دولت است و استانداردهای پایایی منجر به هزینه سرمایه‌گذاری بالایی شده است. البته نقش قانون‌گذاری AER در این زمینه بی‌تأثیر نیست. چراکه تعیین مشوق‌ها و درآمد TSPها از سمت AER منجر به سرمایه‌گذاری بیشتر از طرف TSPها خواهد شد. از طرفی در صورتی که ساختار مناسبی برای تنظیم پایایی تدوین نشود، TSPها (به‌طور خاص شرکت‌های خصوصی) برای کاهش هزینه سرمایه‌گذاری به دلیل وجود قیمت‌گذاری بر مبنای عملکرد سطح پایایی شبکه را کاهش می‌دهند [۱۶۲].

ویژگی‌هایی از شبکه انتقال که تدوین ساختار تنظیم پایایی را در آن با شبکه توزیع متفاوت می‌سازد عبارت است از:

- برنامه‌ریزی در کل شبکه NEM باید انجام شود. این بدان معنا است که سرمایه‌گذاری در شبکه انتقال و تعیین استانداردهای پایایی در یک حوزه می‌تواند سایر قسمت‌ها را نیز تحت تأثیر قرار دهد و بنابراین برای ارتقای پایایی در یک حوزه، سرمایه‌گذاری در سایر حوزه‌های کارآمدتر باشد.
- نتایج سطح پایین پایایی در سیستم انتقال در هنگام حوادث اصلی با تأخیر آشکار می‌شود؛ زیرا تعداد زیادی از قطعی‌هایی که مشترکین تجربه می‌کنند، ناشی از وقوع خطا در سیستم توزیع است. در مقابل سیستم انتقال سطح بالاتری از پایایی را ارائه می‌کند. در واقع سیستم انتقال "ذاتاً پایا" نام‌گرفته است. از طرفی این موضوع ممکن است منجر به خوش‌بینی نسبت به آینده سیستم انتقال شود، در حالی که هرگونه قطعی در شبکه انتقال می‌تواند نتایج بسیار گسترده داشته باشد؛ بنابراین هر سیستم انتقال باید به‌گونه‌ای طراحی شود که خطر وقوع قطعی‌های اصلی در شبکه کاهش یابد [۱۶۲].

این ویژگی‌های شبکه انتقال باعث می‌شود که تنها، استفاده از قانون‌گذاری تشویقی که در گذشته برای تنظیم سطح پایایی شبکه انتقال به کار می‌رفت، منجر به ایجاد پایایی موردنظر نشود؛ زیرا TNSP بر مبنای منطقه‌ای فعالیت می‌کنند و تنها سرمایه‌گذاری‌هایی که منجر به تأثیر مستقیم بر سیستم خود می‌شود را انجام می‌دهند و در واقع هزینه‌های مربوط به قطعی‌های پی‌درپی و یا سرمایه‌گذاری کارا در کل NEM را در نظر نمی‌گیرند. از طرفی TNSPها تنها بر اساس ریسک‌های تجاری که از پرداخت به مشترکین به دلیل وقوع قطعی، از بین رفتن اعتبار و امکان از دست دادن مجوز فعالیت خود سرمایه‌گذاری می‌کنند؛ اما به‌طور کلی مسئولیت چندانی ندارند [۱۶۲]. این مسئله باعث کاهش انگیزه آن‌ها در سرمایه‌گذاری‌های بزرگ که از حوادث اصلی با احتمال کم اما بسیار زیان‌بخش جلوگیری می‌کنند، می‌شود. حوادثی که همه‌ی هزینه‌های آن‌ها را شرکت‌ها متحمل نمی‌شوند؛ بنابراین به‌طور کلی بین محاسبات هزینه و سود در کل اجتماع و آنچه یک شرکت انجام می‌دهد تفاوت وجود دارد. از طرفی TNSPهای خصوصی برنامه‌های پیشنهادی پروژه‌های بزرگ را به قانون‌گذاران ارائه می‌کنند تا در تعیین درآمد آن‌ها تأثیر داشته باشد و سپس این سرمایه‌گذاری‌ها را به تعویق می‌اندازند. همچنین قطعی‌هایی در شبکه انتقال وجود دارد که TNSPها مسئول رخداد آن‌ها نیستند بلکه حوادث خارج از کنترل این شرکت‌ها منجر به وقوع آن‌ها می‌شود (به‌طور مثال حوادث طبیعی). سازمان AEMC برآورد نموده است که حرکت به یک چارچوب پایایی انتقال گسترده در NEM که بر مبنای بررسی احتمالاتی هزینه-فایده استانداردها قرار داشته باشد، منجر به سود ناشی از افزایش کارایی ۲,۲ میلیارد دلار تا ۳,۸ دلار در طول ۳۰ سال خواهد شد. در نهایت پس از بررسی گسترده مدل‌های مختلف یک چارچوب ملی برای قانون‌گذاری و نظارت بر پایایی تدوین شده است. چارچوب پیشنهادی گروه کارایی^۱ (مدل PC) برای اجرا در کل NEM شامل موارد زیر می‌شود [۱۶۳]:

- چارچوب جدید پایایی که در آن بهره‌بردار بازار انرژی استرالیا (AEMO)، از روش برنامه‌ریزی احتمالی و ارزش پایایی برای مصرف‌کننده‌ها استفاده می‌کند تا در سطوح پایین‌تر استانداردهای مبتنی بر هزینه و سود تدوین و طرح توسعه شبکه انتقال ملی را معین کند.

- ارائه‌دهندگان خدمات انتقال^۲ (TSP) در هنگام تقویت و جایگزینی قسمت‌های مختلف شبکه که نیازمند سرمایه‌گذاری‌های زیاد است، تجزیه و تحلیل هزینه و سود انجام می‌دهند [۱۶۳].

۱-Productivity Commission

۲-Transmission Service Provider

۱. این امر می‌تواند از طریق افزایش آزمون‌های لازم برای پذیرش سرمایه‌گذاری^۱ (RIT-T) انجام شود به این معنا که AER با دریافت اطلاعات از AEMO تنظیم درآمد مجاز ارائه‌کنندگان خدمات انتقال را قبل از انجام سرمایه‌گذاری انجام می‌دهد.

۲. پروژه‌هایی که سرمایه لازم برای پیاده‌سازی آن‌ها کمتر از میزان خاصی است از طریق درآمد مجازی که AER به‌طور کلی تصویب نموده است تأمین بودجه می‌شوند و در معرض برنامه‌های ایجاد مشوق AER است.

- در قسمت‌هایی از شبکه که سرمایه‌گذاری ناکافی منجر به تأثیر شدید در سطح پایایی خواهد شد، AEMO به عنوان برنامه‌ریز وارد عمل خواهد شد.

- اگر استانداردها در حوزه‌های قضایی مختلف تعیین شود، مزایای مدل PC به شدت تضعیف خواهد شد. در این صورت وارد شدن AEMO به عنوان برنامه‌ریز کل شبکه منجر به نتایج بهتری خواهد شد [۱۶۳].

۲-۳-۴- ارزیابی پایایی

AEMO اضافه شدن ۸/۸۸ GW تولید بادی به NEM را تا سال ۲۰۲۰ در گزارش توسعه شبکه انتقال ملی سال ۲۰۱۲ خود پیش‌بینی کرده است. به این ترتیب تولید بادی این ناحیه در کل برابر با ۱۱/۵ GW خواهد بود. مهم‌ترین چالش‌های بهره‌برداری این میزان از تولید بادی عبارت است از:

۱. کاهش اینرسی سیستم

۲. پیش‌بینی سیستم جدیدی برای کنترل فرکانس

۳. کاهش ظرفیت خطوط بین ناحیه‌ای

۴. افزایش سطح خطا در سیستم

گزینه‌هایی که برای پاسخگویی به این چالش‌ها با کمترین تغییر در سیستم‌ها و کنترل‌های موجود در نظر گرفته شده است، کاهش تولید بادی در مرکز پخش بار با توجه به اینرسی شبکه و یا حتی نگه داشتن تعدادی از ژنراتورهای سنکرون بوده است. گزینه‌های دیگر شامل تغییراتی در رویه‌ها، سیستم‌ها و ابزارهای قانون‌گذاری هست.

تولیدات تجدیدپذیر معمول سطح خطا را پایین می‌آورند و بنابراین همیشه باید میزان معینی از ژنراتور سنکرون در شبکه باشد. AEMO مطالعاتی را در شبکه NEM انجام داده است تا تأثیر افزایش منابع تولید تجدیدپذیر را در پایداری ولتاژ، سطح خطای شبکه، اینرسی شبکه و پایداری گذرای آن بررسی کند [۱۶۴].

۳-۳-۴ - بهبود پایایی

AEMO بررسی استراتژیکی از توسعه‌ی بهینه شبکه انتقال ملی (NEM) برای دوره طراحی ۲۵ ساله انجام می‌دهد. AEMO موظف به انجام این بررسی بر اساس قانون ملی برق این کشور است و این بررسی مطابق با استانداردهای پایایی و کاربرد آن‌ها در مدیریت تجهیزات انجام می‌شود. همچنین تحلیل خدمات کمکی مورد نیاز در دوره پنج‌ساله برای تعیین ظرفیت سیستم انتقال صورت می‌گیرد [۱۶۴].

AEMO تا سال ۲۰۱۲ طرح خدمات کمکی کنترل بارگذاری خط را برای یک خط ۳۳۰ kV ناحیه خود انجام می‌داد و به این ترتیب از ظرفیت این خط استفاده بیشتری می‌کرد. این طرح شامل قطع ۳۵۰ MW از بار در هنگام وقوع پیک و رسیدن به حد حرارتی این خط بود؛ اما مالک سیستم انتقال در این ناحیه درخواستی برای انجام (RIT-T) ارائه کرده است تا به این وسیله ظرفیت خط این ناحیه را افزایش دهد. هدف از RIT-T محاسبه ارزش فعلی طرح‌های سرمایه‌گذاری در شبکه انتقال است تا گزینه‌هایی که بیشترین ارزش را برای تولیدکنندگان، منتقل‌کنندگان و مصرف‌کنندگان توان ایجاد می‌کنند، انتخاب شود. AEMO گزارش نهایی خود را از بررسی این طرح منتشر کرده است. در این گزارش مقایسه روش‌های شبکه‌ای و غیر شبکه‌ای مانند پاسخگویی بار انجام شده است و در نتیجه آن، پیاده‌سازی روش‌های مدیریت بار را توصیه کرده است. این گزارش شامل برآورد هزینه انرژی تأمین نشده است که با استفاده از ارزش پایایی برای مشترک محاسبه می‌شود. این ارزش معادل هزینه پرداختی به مشترک در هنگام قطعی توان است [۱۶۴].

ظرفیت موردنیاز خطوط برای برآوردن پایایی مورد نظر، حداقل سطح رزرو ۱۰٪ بار پیش‌بینی شده است. همچنین بر اساس پیش‌بینی انجام شده ۷٪ از ظرفیت کل را تولیدات بادی تأمین خواهد کرد [۱۶۴].

۴-۴ - فعالیت‌های انجام شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع

در این بخش، فعالیت‌های صورت گرفته در حوزه‌های مختلف پایایی ارائه می‌گردد.

۱-۴-۴- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

در سال ۲۰۱۱، قیمت برق در مناطقی از استرالیا افزایش قابل توجهی پیدا کرد. وزارت انرژی استرالیا مهم‌ترین دلیل این افزایش را سرمایه‌گذاری در شبکه‌های توزیع تشخیص داد. به‌طور خاص در ایالت نیوساوت‌ولز، سازمان دولتی محلی (سازمان قضایی نظارت و قیمت‌گذاری^۱) سرمایه‌گذاری زیاد در زیرساخت‌های شبکه توزیع برای برآوردن استانداردهای پایایی سیستم توزیع را دلیل افزایش قیمت‌های خرده‌فروشی عنوان کرد و حتی افزایش بیشتر قیمت‌ها را پیش‌بینی نمود. در واکنش به این مسئله، وزارت انرژی استرالیا به AEMC فرمان بررسی استانداردهای پایایی سیستم توزیع را در سطح ملی و به‌طور خاص در ایالت نیوساوت‌ولز صادر کرد [۱۶۵].

در نتیجه‌ی این فرمان، AEMC از گروه Brattle درخواست نمود تا روش‌ها و نتایج قانون‌گذاری را در حوزه‌های قضایی مختلف در سراسر دنیا و استرالیا بررسی نماید و نهایتاً پیشنهادهایی را در این مورد برای سیستم استرالیا فراهم کند. در اینجا قسمت‌هایی از این گزارش برای شناخت روش‌های تنظیم و گزارش‌دهی پایایی ارائه می‌شود.

در مجموع، پانزده سیستم توزیع با مشخصات بسیار متفاوت در استرالیا وجود دارد و تنها سه ایالت بیشتر از یک توزیع‌کننده دارند. برخی از قوانین تصویب شده در ارتباط با پایایی سیستم‌های توزیع در این کشور ملی هستند و در قانون ملی برق این کشور لحاظ شده‌اند؛ درحالی که استانداردهای ایالتی نیز وجود دارند [۱۶۶]. NER شامل ساز و کار تشویقی پایایی (طرح تشویقی عملکرد برق‌رسانی مورد نظر^۲ STPIS) است که در آن عملکرد پایایی با معیارهای^۳ استاندارد اندازه‌گیری می‌شود (به‌طور مثال SAIDI) و مطابق با آن پرداخت تشویقی و یا دریافت جریمه انجام می‌پذیرد. هیچ‌گونه استانداردی در NER در ارتباط با نحوه ایجاد میزان مورد نظر پایایی وجود ندارد؛ با این وجود، در ایالت‌هایی که مالکیت سیستم توزیع دولتی است، امکان صرف سرمایه برای پایایی بالاتر بدون وجود استاندارد ملزم‌کننده وجود دارد؛ به‌طور مثال در کوئینزلند، پروژه‌های تحقیقاتی دولتی برای مقابله با پایایی ضعیف سیستم توزیع تعریف شد و با توجه به نتایج آن، تغییراتی در سیستم توزیع این ایالت ایجاد گردید. یکی از این موارد، برنامه‌ریزی سیستم بر اساس معیار N-1 بود [۱۶۶]. جدول ۳-۴ اطلاعاتی در مورد روش‌های مورد استفاده برای بالا بردن سطح پایایی و نهادهای مرتبط با تعیین استانداردهای پایایی در ایالت‌ها و قلمروهای

۱-Independent Pricing and Regulatory Tribunal

۲-The Service Target Performance Incentive Scheme

۳-Metric

مختلف ارائه کرده است. با وجود اینکه بسیاری از ایالت‌ها دارای مشوق پایایی STPIS هستند، اما استانداردهای پایایی در آن‌ها متفاوت است.

جدول ۳-۴: نظام مدیریتی و نهادی در استرالیا

مشوق پایایی	سازمان موظف به تعیین مشوق‌های پایایی	سازمان موظف به تعیین استانداردهای پایایی	حوزه
STPIS	AER	دولت این بخش استاندارد خاصی با عنوان کد توزیع برق (استاندارد مرتبط با تأمین برق) وضع نموده است.	ACT
STPIS	AER	وزارت خدمات عمومی ^۱	نیوساوت‌ولز
STPIS	AER	وزارت خدمات عمومی	کوئینزلند
STPIS	AER	گروه خدمات ضروری ^۲	استرالیای جنوبی
STPIS	AER	قانون‌گذار اقتصادی تاسمانی ^۳	تاسمانی
STPIS	AER	گروه خدمات ضروری - استاندارد وضع‌شده شرکت‌های توزیع را موظف می‌دارد که هدف پایایی خود را معین کنند.	ویکتوریا
مشوق معینی وجود ندارد.	سازمان معینی وجود ندارد.	وزارت انرژی	استرالیای غربی
مشوق معینی وجود ندارد.	گروه خدماتناحیه شمالی	استاندارد خاصی در این زمینه وجود ندارد.	قلمرو شمالی

این استانداردها به‌طور مثال، در مورد نحوه اندازه‌گیری شاخص‌ها متفاوت است. در گزارشی که گروه بهره‌وری^۴ استرالیا در مورد وضعیت شبکه برق و قانون‌گذاری آن تهیه کرده است، عنوان شده که تفاوت استانداردها در ایالت‌ها و قلمروهای مختلف و از طرفی وجود طرح STPIS یکسان برای ناحیه NEM، موجب افزایش هزینه و دشواری برنامه‌ریزی برای شرکت‌های توزیع‌شده است. به همین منظور لازم است که یک استاندارد ملی برای پایایی شبکه توزیع این نواحی تعیین شود [۱۶۶].

طرح STPIS که در بسیاری از ایالت‌ها پیاده‌سازی می‌شود، تنها راهبرد AER برای ارتقای سطح پایایی سیستم توزیع در استرالیا است. طرح STPIS به توزیع‌کنندگان مشوق مالی ارائه می‌کند تا سطح پایایی سیستم خود را افزایش دهند. این پرداخت تشویقی یا جریمه می‌تواند به‌اندازه ۷٪ از کل درآمد تنظیم‌شده توزیع‌کننده باشد. STPIS چهار بخش اصلی دارد:

۱-Minister for Utilities

۲-Essential Services Commission

۳-Tasmanian Economic Regulator

۴-Productivity Commission Inquiry on Electricity Network Regulation

پایایی منبع، کیفیت تأمین (هنوز اجرا نشده است)، خدمات مشترکین و سطح تضمین شده‌ای از خدمات^۱ (GSL). هر پنج سال یک بار، STPIS به عنوان قسمتی از فرایند تعیین سود قابل قبول برای هر توزیع‌کننده اجرا می‌شود. در این طرح، عملکرد سال گذشته هر توزیع‌کننده از طریق شاخص‌های SAIFI، SAIDI و MAIFI ارزیابی می‌شود که به معنای مقایسه با میانگین پنج سال گذشته این مقادیر است. این ارزیابی ممکن است در شرایطی خاص انجام شود؛ یعنی، به‌طور مثال روزهایی که در آن‌ها حادثه‌هایی خاص، مانند آب و هوای نامساعد وجود داشته است، ممکن است در هنگام محاسبه شاخص حذف شوند. همچنین، در این محاسبات معمولاً قطعی‌های کمتر از یک دقیقه حذف می‌شوند. معمولاً از ارزش پایایی مشتری^۲ برای تعیین جریمه‌ها یا پرداخت‌های تشویقی استفاده می‌گردد که به معنای ارزش MWh تأمین نشده است. بخش GSL در STPIS، توزیع‌کنندگان را موظف می‌دارد که پرداخت‌هایی را به هر یک از مشتریانی که در اثر قطعی تحت تأثیر قرار گرفته‌اند، صورت دهند. بخش خدمات مشترکین طرح STPIS مربوط به خدمات پاسخ به مشترک، تعمیرات روشنایی‌های شهری، اتصالات جدید و پاسخ به درخواست‌های کتبی است [۱۶۶].

لازم به ذکر است که شاخص‌های پایایی که شرکت‌های برق موظف به گزارش آن هستند، در ایالت‌های مختلف استرالیا متفاوت است؛ ضمن اینکه بسیاری از شرکت‌های برق موظف‌اند گزارش‌هایی نیز از روش‌های برنامه‌ریزی و طراحی خود در سیستم برای بهبود پایایی ارائه کنند. همچنین، در بسیاری از مناطق میزان هزینه‌ای که به مشترکین در اثر پایایی ضعیف باید پرداخت شود متفاوت است؛ به‌طور مثال، در مناطق شهری سطح پایایی بالاتری برای مشترکین تعیین شده است. همچنین، در تعدادی از ایالت‌ها شرکت‌های توزیع^۳ موظف‌اند گزارشی از فیدرهایی که بدترین خدمات را ارائه کرده‌اند تهیه کنند و در مقابل مشترکین این فیدرها هزینه‌ای را از آن‌ها دریافت می‌کنند [۱۶۷].

AEMC پس از گزارش گروه Brattle، یک مقاله^۴ در مورد نحوه بیان و گزارش دهی نتایج پایایی سیستم توزیع در سطح ملی و یک گزارش در مورد هزینه‌ها، مزایا و سطح پایایی (شامل ارزش پایایی مصرف‌کننده) در نیوساوت‌ولز منتشر کرد [۱۶۷]. پس از آن، AEMC بعد از دریافت نظر قسمت‌های مختلف، گزارش خود را در مورد مزایای تعیین یک چارچوب ملی برای تشریح، نظارت و گزارش دهی در مورد پایایی ارائه کرد.

۱-Guaranteed Service Level

۲-Value of Customer Reliability

۳-Distributors

۴-Issue Paper

در سال ۲۰۱۰، AEMC تحقیقاتی در مورد امنیت و پایایی NEM در شرایط آب و هوایی نامساعد انجام داده بود و در ادامه‌ی این بررسی از SCER درخواست نموده بود تا AEMO تحقیقاتی در مورد ارزش پایایی مشترک انجام دهد. بررسی‌های AEMO در سال ۲۰۱۳ آغاز شد. نتایج این بررسی قسمتی از چارچوب ملی تعیین سطح پایایی خواهد بود زیرا این پایایی بستگی به ارزش آن برای مشترک در قسمت‌های مختلف خواهد داشت.

همان‌طور که پیش از این ذکر شد، سازمان منابع عمومی در سال ۲۰۱۲، از گروه بهره‌وری استرالیا درخواست می‌کند که در زمینه ساختار شبکه الکتریکی بررسی‌هایی انجام دهد. گزارش نهایی این سازمان در سال ۲۰۱۳ منتشر شد و در این گزارش روشی کلی برای تعیین یک ساختار ملی پایایی سیستم توزیع شرح داد که در آن استانداردهای نواحی مختلف با طرح STPIS سازمان AER جایگزین می‌شود. دولت حمایت خود را از مبنای این طرح که ارتباط بین درآمد و سطح پایایی باشد، اعلام کرد و بررسی‌های بیشتر را به AEMC واگذار کرد. درنهایت، AEMC گزارش نهایی خود را در ارتباط با ساختار ملی تنظیم و نظارت بر پایایی سیستم توزیع در سال ۲۰۱۳ منتشر کرد که در آن مراحل پیاده‌سازی این طرح نیز ارائه شده‌اند [۱۶۸]. SCER این تغییرات را تأیید نموده است و مراحل پیاده‌سازی آن آغاز شده است [۱۶۸].

۲-۴-۴- ارزیابی پایایی

همان‌طور که پیش از این ذکر شد، در استرالیا در حال حاضر AER و هر حوزه قضایی نحوه اندازه‌گیری پایایی را تعریف می‌کند که این مسئله موجب دشواری مقایسه عملکرد شرکت‌های توزیع مختلف شده است. بنابراین، شورای انرژی (SCER) از AEMC درخواست کرد که تعاریفی یکسان برای پایایی سیستم توزیع برای استفاده در NEM تهیه کند. از نظر شورای انرژی COAG این یک ابزار مفید برای تسهیل سرمایه‌گذاری کارآمد، افزایش شفافیت و بهبود نتایج نظارتی خواهد بود. این درخواست مشاوره در ادامه بررسی AEMC در مورد چارچوب ملی پایایی توزیع انجام شده است [۱۶۶].

شورای انرژی COAG از AEMC درخواست نمود که در تدوین معیارها و شاخص‌های پایایی با AER، شرکت‌های توزیع برق، نهادهای نظارتی اداری و قضایی و دولت همکاری کند. همچنین از AEMC درخواست شد که از شرکت‌های فراهم‌کننده خدمات انتقال و AEMO نیز در مورد معیارهای تدوین‌شده بازخورد دریافت گردد.

در پیش‌نویس گزارش AEMC، تعاریف یکسانی برای معیارهای پایایی ارائه شده است. همچنین تعاریفی برای حوادث اصلی و حوادثی که در محاسبه شاخص‌ها مورد استثنا قرار می‌گیرند، نوع فیدرها و فیدرهایی که بدترین خدمات را دریافت

نموده‌اند، ارائه کرده است. سازمان AEMC تلاش نموده است که تعاریف تا حد امکان با تعاریف طرح STPIS سازمان AER یکسان باشد تا به این ترتیب از اعمال هزینه‌های اضافه به شرکت‌های توزیع جلوگیری گردد [۱۶۹].

۳-۴-۴- بهبود پایایی

در این قسمت برنامه‌های پایایی دو شرکت توزیع در استرالیا مرور می‌شود:

۱-۳-۴- شرکت SP AUS

شرکت SPI Electricity طی گزارشی نحوه برآوردن تقاضای پیش‌بینی شده و نیز ارتقای سطح پایایی را در سیستم توزیع خود شرح می‌دهد. این گزارش در پاسخ به یکی از الزامات نظام‌نامه توزیع برق^۱ است. این شرکت مسئول توزیع برق در ملبورن و قسمت‌هایی از شمال ویکتوریا است. برنامه‌های بهبود پایایی این شرکت به طور کلی شامل بهبود و تقویت موارد زیر می‌شود [۱۷۰]:

- پایش
 - به‌کارگیری و جمع‌آوری اطلاعات
 - جلوگیری از حوادث تأثیرگذار بر پایایی
 - مدیریت حوادث پایایی
 - تمرکز سرمایه‌گذاری بر کاهش حوادث پایایی
- این موارد در ادامه توضیح داده می‌شود.

✓ پایش

SP AUS به‌طور پیوسته خروجی‌های سیستم را که بر قسمتی از شبکه توزیع هوایی یا زمینی تأثیر می‌گذارد، پایش می‌کند. نظارت شامل ثبت دلایل اصلی وقوع خطا، تجهیزات مورد تأثیر و فرایند بازنشانی توان می‌شود. با استفاده از این داده‌ها در نهایت شاخص‌های پایایی محاسبه و گزارش می‌شوند. یکی از ضعف‌های پایش سیستم توزیع، نبود امکان ثبت فازی که هر مشتری به آن متصل است، است. بنابراین ممکن است درحالی که تنها ۳۳٪ از مشترکین تحت تأثیر یک خطا قرار گرفته‌اند، این

تأثیر به همه مشترکین یک مدار عمومیت پیدا کند. این شرکت در حال نصب تجهیزاتی برای فائق آمدن بر این مشکل است [۱۶۹].

✓ اطلاعات

این شرکت تلاش دارد که اطلاعات پایایی شبکه و نیز میزان ارتقای آن را در اثر پروژه‌های مختلف در اختیار مشترکین قرار دهد.

✓ جلوگیری از حوادث

بازرسی تجهیزات و نیز اقدامات مربوط به تعمیر و نگهداری این شرکت توزیع، ترکیبی از تعمیر و نگهداری قابلیت اطمینان محور^۱ RCM و نیز زمانی است. اطلاعاتی که از پایش سیستم توزیع جمع‌آوری می‌شود، داده ورودی RCM و ایجاد استراتژی‌های بعدی مدیریت و تعمیر تجهیزات^۲ است.

برنامه‌های بررسی فضای سبز، قطع کردن درختان در صورت ایجاد خطاهای مکرر و بررسی تجهیزات و تعمیر و نگهداری آن‌ها همه بر اساس شرایط تجهیز و ریسک خروجی آن‌ها اولویت‌بندی می‌شود. سرمایه‌گذاری مؤثر و کارا در سیستم در نهایت برای برآوردن نیازهای مشترکین انجام می‌شود. این مسئله با انجام برنامه‌های مدیریت تجهیزات قابل پیاده‌سازی است [۱۶۹].

✓ مدیریت حوادث

SP Aus به‌طور روزانه فرکانس و تأثیرات خروجی‌های برنامه‌ریزی شده و غیر منتظره را نظارت می‌کند. خروجی‌هایی که مکرراً اتفاق می‌افتند و یا مدارهایی که در آن‌ها میزان قطعی فراتر از حد استاندارد باشد، شناسایی و اقدامات تعمیر و نگهداری در مورد آن‌ها پیاده می‌شود. استانداردهایی که در زمینه مدیریت تجهیزات پیاده می‌شوند عبارت است از ISO 9001، ISO14001 و AS4801.

✓ سرمایه‌گذاری متمرکز

هرساله داده‌های مربوط به شکایت‌های مشترکین و پرداخت‌های سطح تضمین شده برای شناخت مدارهایی که احتمال خرابی بیشتر در آن‌ها وجود دارد، بررسی می‌شود. این مدارها مورد ارزیابی مهندسی قرار می‌گیرند تا گزینه‌های ارتقای پایایی در

۱-Reliability Centered Maintenance

۲-Asset Management

آن‌ها بررسی شود. از سال ۲۰۰۱ مشوق‌های مالی برای ارتقای سطح پایایی افزایش یافته‌اند که یکی از آن‌ها طرح STPIS است. همچنین در طرح حداقل سطح خدمات لازم است همه شرکت‌های توزیع به مشترکینی که بدترین سطح خدمات را داشته‌اند، پرداخت‌هایی انجام دهند [۱۵۹].

تیم ارتقای سطح پایایی این شرکت مسئول پایش، برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی طرح‌های ارتقای سطح پایایی است. این تیم پنج برنامه کلیدی برای ارتقای سطح پایایی سیستم دارد:

- برنامه‌های مدیریت تجهیزات با مبنای STPIS: این برنامه‌ها برای حداقل کردن وقوع خطا با شناخت فیدهای کلیدی و نیز اولویت‌بندی بازبینی‌ها و پایش‌ها است.
- اتوماسیون در فیدها
- افزایش بخش‌بندی فیدها با نصب کلید
- بهبود پاسخ به خروجی‌ها

در زمینه برنامه‌ریزی سیستم توزیع، معیارهای طراحی و برنامه‌ریزی که در سیستم در نظر گرفته می‌شود تا حد زیادی تعیین‌کننده هزینه‌های آن هستند. هزینه‌هایی که مربوط به اتصالات تأسیسات جدید به سیستم توزیع است، معمولاً شامل دو قسمت است [۱۶۰]:

- هزینه مستقیم خدمات
- هزینه غیرمستقیم خدمات که شامل ضررهای پرداختی توسط مشترکین به دلیل وقوع خطا است.

در هنگام تعیین استانداردهای طراحی و معیارهای سرمایه‌گذاری، شرکت SP AusNet تجهیزات شبکه را به‌گونه‌ای انتخاب می‌کند که هر دو هزینه را حداقل کند.

در برنامه‌ریزی سیستم توزیع، شرکت SP AUS مجموع ارزش حاضر را در نظر می‌گیرد و به این ترتیب می‌تواند گزینه‌هایی شامل مدیریت تقاضا و تولید پراکنده را نیز در برنامه‌ریزی شبکه توزیع لحاظ کند.

AEMO برنامه‌ریزی شبکه انتقال ویکتوریا را با روش‌های احتمالی انجام می‌دهد. به همین دلیل، شرکت SP AUS برای مطابقت با روش برنامه‌ریزی سیستم بالادست خود و نقاط اتصال آن، برنامه‌ریزی به روش احتمالی را انجام می‌دهد. این روش به طور ضمنی امکان قطعی بار مشترکین را در زمان‌هایی خاص برخلاف روش N-1 می‌پذیرد. همچنین برای تعیین چیدمان بهینه سیستم از لحاظ اقتصادی لازم است پایایی منبع تأمین توان از نظر مشترک ارزش‌گذاری شود. گزارش SP AUS هزینه

قطعی انرژی بر اساس گزارش AEMO، افزایش ظرفیت و نیز سایر داده‌های آماری مربوط به هر یک از پست‌های فوق توزیع ناحیه مورد خدمات آن را دربر دارد. سپس گزینه‌های ممکن برای جلوگیری از قطعی و یا اضافه باری در این پست‌ها و فیدرها ارائه و از لحاظ هزینه بررسی شده است [۱۷۱].

۲-۳-۴- شرکت Energetics

این شرکت مالک قسمتی از سیستم توزیع ایالت کوئینزلند است که به بیش از ۱/۳ میلیون مشترک برق‌رسانی می‌کند. شرکت Energetics پایایی را وابسته به دو معیار کفایت و امنیت می‌داند. بر اساس معیار امنیت تعریف شده، سیستم باید بتواند در شرایط عادی ظرفیتی بیشتر از بار پیش‌بینی شده داشته باشد [۱۷۲].

Energetics برنامه‌ریزی شبکه توزیع را به صورت مشترک با فراهم‌کنندگان خدمات انتقال و سایر فراهم‌کنندگان خدمات توزیع (شرکت توزیع) انجام می‌دهد. فرایند برنامه‌ریزی به این صورت است که با تشخیص و پایش زود هنگام محدودیت‌های شبکه، راه‌حل‌هایی به عنوان پیشنهاد در نظر گرفته می‌شود. پس از بررسی اولیه پیشنهادها، در مراحل بعدی تعدادی از آنها با تحلیل‌های دقیق‌تر فنی، اقتصادی و محیطی حذف می‌شوند. معمولاً Energetics فرایند برنامه‌ریزی را سال‌ها قبل از تصمیم سرمایه‌گذاری به منظور برطرف کردن محدودیت‌های شبکه آینده انجام می‌دهد. مطابق قانون ملی برق، Energetics گزینه‌های برنامه‌ریزی خود را با هزینه تخمین شده در اسناد تست نظارتی^۱ منتشر می‌کند. به‌طور کلی فرایند برنامه‌ریزی شامل موارد زیر می‌شود [۱۷۲]:

- پیش‌بینی بار
- ارزیابی ظرفیت سیستم موجود
- تشخیص محدودیت‌های سیستم
- فرمول‌بندی گزینه‌های شبکه برای غلبه بر این محدودیت‌ها و شناسایی هر راه‌حل غیر شبکه‌ای از افراد صاحب نظر^۲
- مقایسه گزینه‌ها بر اساس ملاحظات فنی و اقتصادی
- انتخاب گزینه‌های توسعه

۱-Regulatory Test Documents

۲-Proponents

- انجام مشاوره عمومی در پروژه‌هایی که ارزش بیشتر از ده میلیون دارند.
- تصویب پروژه و آغاز اقدامات پیاده‌سازی

تحلیل فیدرهای توزیع در حالات کاری نرمال^۱ برای تعیین میزان کاربری آن‌ها انجام می‌شود. حداکثر کاربری فیدر به این صورت است که باید بار هر چهار فیدر هنگام وقوع خطا قابل انتقال به سه فیدر باشد. در مورد نقاط مانور نیز این تحلیل انجام می‌شود که ظرفیت لازم برای انتقال بار فیدرهای مجاور را داشته باشد. تحلیل سطح خطا^۲ در همه باس‌ها و فیدرهای 11kV و بالاتر انجام می‌شود. پس از انجام شبیه‌سازی‌ها بدترین اتصال کوتاه‌ها برای محاسبه جریان سیستم در نظر گرفته می‌شوند [۱۷۲].

همچنین در مورد همه پست‌ها و فیدرهای فوق توزیع میزان بار پیش‌بینی شده، ظرفیت و محدودیت‌های آن‌ها در شرایط عادی و اضطراری محاسبه می‌شود. فیدرهای توزیع در شرایط عادی شبیه‌سازی می‌شوند. لازم به ذکر است که تأثیر سلول‌های خورشیدی در نظر گرفته نمی‌شود. اما تأثیر تولیدات پراکنده دیگر به صورت مورد به مورد بررسی می‌شود زیرا تعداد این ژنراتورها بسیار کم است. با این وجود این شرکت تشخیص داده است که وجود تولیدات پراکنده در فیدرهای فشار ضعیف به‌گونه‌ای بوده است که بار تعدادی از فیدرها را به شدت کاهش داده است و در این زمینه بررسی‌های بیشتر ضروری است. در زمینه بهبود پایایی، به دلیل تغییرات ویژگی‌های شبکه و سایر عوامل تأثیرگذار Energex هدف خود را حداقل سطح خدمات استاندارد^۳ قرار نداده است. بلکه برای در نظر گرفتن ریسک کمتر از یک بار در ده سال عدم مطابقت با استاندارد، میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد کمتر از استاندارد را مورد هدف قرار داده است. این اهداف بر اساس شبیه‌سازی مونت کارلوی پنج سال گذشته از SAIDI و SAIFI قرار داده شده است [۱۷۲].

پیش‌بینی عملکرد شبکه در انواع خروجی‌های برنامه‌ریزی شده، غیر طوفانی برنامه‌ریزی نشده و طوفانی برنامه‌ریزی نشده انجام می‌شود. سپس تأثیر فاکتورهای همچون فرسودگی تجهیزات در پایایی و نیز برنامه‌های بهبود پایایی در نظر گرفته می‌شود. در صورت تفاوت مقادیر پیش‌بینی شده و اهداف پایایی اقدامات اصلاحی صورت می‌گیرد. در این زمینه پیش‌بینی سود دریافتی از طریق افزایش حد درآمد مجاز STPIS نیز در نظر گرفته می‌شود [۱۷۲].

۱-Normal Cyclic Condition

۲-Fault Level Analysis

۳-Minimum Service Standards

در زمینه تعمیرات تجهیزات، تجهیزات در فواصل زمانی برنامه‌ریزی شده برای یافتن موارد فیزیکی که نشان‌دهنده افت بیش از حد کیفیت باشد، بازرسی می‌شوند تا وقوع خرابی در آن‌ها پیش‌بینی شود. نمونه‌های معمول از فعالیت‌های بازرسی و نظارت بر شرایط عبارت‌اند از:

- تحلیل روغن ترانسفورماتور قدرت برای پایش گازهای تولید شده توسط اشکالات داخلی.
- سرویس کردن خطوط
- بررسی میزان پوسیدگی چوب در تیرهای برق چوبی برای تعیین مقاومت آن‌ها
- بازرسی از بازوهای چوبی برای تعیین وجود علائم قابل مشاهده تخریب.

به‌طور خاص، Energex دارای یک برنامه بازرسی دکل برای پاسخگویی به الزامات قانونی است. تمام دکل‌ها در یک برنامه پنج‌ساله بازرسی می‌شوند. Energex دارای نرخ خرابی دکل هفت شکست در سال است که به طور قابل توجهی کمتر از حد قانونی است [۱۷۲].

خرابی عایق خطوط قدرت ممکن است از لحاظ ایمنی خطرناک باشد. برای کاستن از این خطر، Energex یک برنامه بازرسی برای ارزیابی شرایط و یکپارچگی تأسیسات خط سرویس ایجاد کرده است.

پوشش گیاهی که فاصله کافی از خطوط انتقال نیرو هوایی نداشته باشد، ممکن است خطرات ایمنی برای عموم مردم و کارگران Energex ایجاد کند. پوشش گیاهی نزدیک به خطوط انتقال نیرو هوایی عامل مهمی در قطع شبکه در هنگام وقوع طوفان و بادهای تند است.

Energex برای حفظ ایمنی و ارتقای پایایی شبکه، یک برنامه مدیریت پوشش گیاهی جامع طراحی کرده است. برای مدیریت این خطر، Energex یک برنامه دوره‌ای، برای بریدن پوشش گیاهی در تمام مسیرهای خطوط هوایی با دوره‌های ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماه بسته به شرایط محلی مانند نرخ تراکم و رشد شهری به کار برده است [۱۷۱].

در زمینه مدیریت وضعیت دارایی، Energex از روش مدیریت ریسک بر اساس شرایط^۱ CBRM برای ارزیابی شرایط تجهیزات استفاده می‌کند. CBRM یک فرایند ساختار یافته است که ترکیبی از اطلاعات مربوط به دارایی‌ها، دانش مهندسی و تجربه عملی را برای تعریف وضعیت فعلی و آینده، نحوه عملکرد و ریسک مقابل تجهیزات شبکه به کار می‌برد. CBRM برای

آن دسته از تجهیزات که در آن‌ها اطلاعات کافی برای تولید شاخص سلامت، احتمال شکست و ارزش ریسک در دسترس است، بکار برده می‌شود [۱۷۲].

فصل پنجم: فعالیت‌های انجام شده مرتبط با پایایی در کشور

هلند

مقدمه

برای ارائه‌ی کلی از حجم بازار برق هلند، اطلاعاتی در مورد میزان انرژی مصرفی و تقاضای این کشور ارائه می‌شود. در سال ۲۰۱۰، مصرف برق خالص هلند معادل ۱۲۰۳/۹۲ TWh، بیشترین تقاضای توان تا این سال ۱۷/۷۳ GW و مجموع ظرفیت نصب شده شبکه ۲۵/۴۷ GW بوده است [۱۷۳].

بازار برق هلند از سال ۲۰۰۴، فضایی کاملاً باز برای رقابت فراهم کرده است. رقابت برای مصرف‌کنندگان نهایی نسبتاً قوی است. سیستم انتقال برق تحت مالکیت دولت ملی قرار دارد. قانون‌گذاری در مورد قیمت‌های انرژی در شبکه توزیع وجود ندارد و این قیمت‌ها از قیمت معمول انرژی در اروپا بیشتر است. هلند در مجموع واردکننده برق از کشورهای همسایه است و قیمت برق در این کشور از کشورهای مجاور بیشتر است، زیرا تولید برق در هلند عمدتاً بر مبنای سوخت گازی قرار دارد. چهار شرکت بزرگ تولیدکننده توان در این کشور ۶۰٪ ظرفیت نصب شده را مالک هستند و ۸۰٪ بازار خرده‌فروشی را در دست دارند. شرکت‌های کوچکی که تنها به عنوان واسطی در خرید توان در بازار فعال هستند نیز در بازار برق هلند شرکت دارند. این شرکت‌ها ممکن است صاحب هیچ ظرفیت تولید و یا بخشی از شبکه نباشند [۱۷۳].

نهاد قانون‌گذاری انرژی در این کشور، اداره قانون‌گذاری انرژی هلند^۱ است که تحت نظارت مرجع بازار و مصرف‌کنندگان^۲ این کشور فعالیت می‌کند. مرجع بازار و مصرف‌کنندگان از ترکیب مرجع مصرف‌کنندگان هلند، مرجع پست و ارتباط از راه دور و مرجع رقابت^۳ این کشور ایجاد شده است. مرجع بازار و مصرف‌کنندگان از سال ۲۰۱۳ تشکیل شده است و وظیفه‌ی آن بهره‌برداری از بازار انرژی مطابق با استانداردهای قاره اروپا، ایجاد محیط سرمایه‌گذاری پایدار، تأمین توان الکتریکی به صورت پایا و محافظت از منافع مصرف‌کنندگان است. این سازمان بر تطابق بازار و ویژگی‌های فنی آن با قوانین صنعت برق نظارت

۱-Dutch Office of Energy Regulation

۲-Authority for Consumers and Markets

۳-Netherlands Competition Authority (NMa)

دارد. اما امنیت تأمین توان، مدیریت منابع ملی و تعیین شرایط دسترسی به شبکه انتقال و تنظیم مقررات آن دسترسی از وظایف وزارت اقتصاد^۱ است. وزارت اقتصاد به‌گونه‌ای تنها تعیین‌کننده سیاست‌های کلی و تبادلات انرژی است. اما تعیین تعرفه‌های دسترسی به شبکه انتقال و نظارت بر در دسترس بودن آن برای همه قسمت‌ها از وظایف ACM است.

بهره‌بردار سیستم انتقال در این کشور، شرکت TenneT است و کاملاً دارای مالکیت دولتی است. TenneT برقراری تعادل بین تولید و مصرف را نیز بر عهده دارد. همچنین ۸ بهره‌بردار سیستم توزیع DSO وجود دارد [۱۷۴] و همه‌ی این هشت DSO مالکیت جداگانه‌ای دارند، بجز دو شرکت که همچنان دارای مالکیت یکپارچه با شرکت‌های تأمین انرژی هستند [۱۷۴]. این شرکت‌ها تنها بهره‌بردار از شبکه توزیع را بر عهده دارند، اما تأمین توان برای مشترکین بر عهده شرکت‌های تأمین انرژی است. مشترکین می‌توانند از بین شرکت‌های تأمین انرژی، تأمین‌کننده مصرف خود را انتخاب کنند و تأمین‌کننده قبلی خود را تغییر دهند.

اخیراً دولت هلند به‌شدت بر افزایش بازدهی انرژی تمرکز کرده است و سیاست‌های خاصی در نظر گرفته است که منجر به اتخاذ قانون حفاظت از انرژی شده است [۱۷۵].

۱-۵- سازمان‌های تحقیقاتی مرتبط با سیستم قدرت و پایایی

در این قسمت، اطلاعاتی در مورد سازمان‌های تحقیقاتی مرتبط با پایایی سیستم قدرت ارائه می‌گردد. این سازمان‌ها عبارت‌اند از:

۱-۵-۱- مرکز تحقیقات انرژی هلند^۲ (ECN)

این موسسه بزرگ‌ترین موسسه تحقیقات انرژی در هلند است. این سازمان در پروژه‌های داخل و خارج از کشور، در تلاش‌های مشترک با صنعت، مقامات دولتی و مؤسسات تحقیقاتی به فعالیت می‌پردازد. ECN حوزه‌های تحقیقاتی خود را برای انجام فعالیت‌های اساسی برای دوره‌های آینده به صورت زیر تعیین نموده است. در هر یک از این حوزه‌ها، امکان بهره‌مندی از مزایای مربوطه وجود دارد [۱۷۵]. این حوزه‌ها عبارت‌اند از:

- انرژی خورشیدی

^۱-Minister of Economic Affairs

^۲-Energy research Centre of the Netherlands

- انرژی باد
- زیست‌توده
- بهره‌وری انرژی
- محیط‌زیست و مهندسی انرژی
- مطالعات سیاست: که در آن مهندسان، اقتصاددانان، محققان علوم اجتماعی، کارشناسان محیط‌زیست و بخش‌های فنی با همکاری یکدیگر به ارائه طرح‌های استراتژیک می‌پردازند [۱۷۶].

۲-۱-۵- شرکت DNV GL

در سال ۲۰۱۲، دو شرکت DNV و KEMA برای ساخت یک شرکت مشاور جهانی برای آزمایش، تأیید و مدیریت ریسک برای بخش انرژی با هم ترکیب شدند. DNV GL با بالغ بر ۲۳۰۰ متخصص در بیش از ۳۰ کشور در سراسر جهان با هدف حرکت جهان به سمت آینده انرژی امن، قابل اطمینان، کارآمد و پاکیزه فعالیت می‌کند. بخش مرکزی این شرکت در آرهام هلند واقع شده است [۱۷۷]. زمینه فعالیت‌های این سازمان عبارت است از:

- تولید فناوری
- صنایع دریایی
- نفت و گاز
- انرژی
- مدیریت کسب و کار
- تولید نرم‌افزار

در این قسمت اطلاعاتی در مورد پروژه‌هایی که مرتبط با تحقیقات در سیستم توزیع است، به‌طور خلاصه ارائه می‌شود: پروژه‌ی NL IOP-EMVT: هدف از این پروژه تحقیقاتی افزایش خلاقیت عنوان شده است. EMVT قسمت خاصی از این پروژه با عنوان هوشمندی در شبکه قدرت است [۱۷۶]. این پروژه با همکاری دانشگاه دلفت، Eindhoven و موسسه تحقیقات انرژی انجام شده است. قسمت اول این پروژه مربوط به سیستم انتقال پایدار و تأثیر تولید پراکنده بر دینامیک و

پایداری سیستم قدرت بوده است. قسمت دوم در ارتباط با مدیریت شبکه توزیع، واسط‌های الکترونیک قدرت برای کاربرد تولید پراکنده در شبکه قدرت و تأثیر رفتار تصادفی منابع تولید پراکنده در بهره‌برداری از شبکه توزیع بوده است. قسمت سوم، شبکه‌های توزیع با قابلیت کنترل خودکار و تأثیر آن‌ها بر کیفیت توان و قسمت چهارم کیفیت توان بهینه بوده است. وزارت اقتصاد از این پروژه حمایت نموده است [۱۷۶]. در قسمتی از این پروژه، یک نمونه پست هوشمند که قابلیت حفظ کیفیت توان را در هنگام به وجود آمدن تغییرات تولید و تقاضا دارد، در آزمایشگاه تحقیقاتی KEMA ساخته شده و در یک شبکه توزیع به صورت آزمایشی نصب شده است [۱۷۸].

پروژه EOS: این پروژه برنامه هلند برای انجام تحقیقات در زمینه انرژی است و شامل موارد زیر می‌شود:

- فراهم کردن زمینه برای ایده‌های جدید در حوزه انرژی
- تحقیقات بنیادی بلندمدت
- تولید فناوری‌های نو

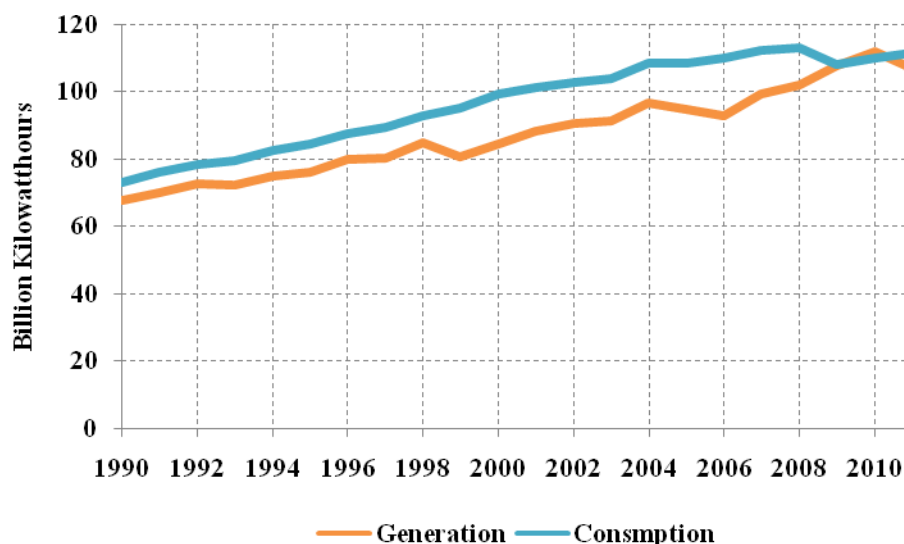
این پروژه در دو زمینه تحقیقاتی اصلی انجام می‌شود. زمینه اول، تبدیل شبکه به شبکه‌ای با قابلیت به کارگیری انرژی‌های پایدار است. این تبدیل از طریق کنترل شبکه با استفاده از تجهیزات الکترونیک قدرت، هوشمندی و شبکه‌های DC انجام خواهد شد. زمینه دیگر، بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری شبکه از طریق ذخایر کمکی و روش‌های شناسایی نوین خواهد بود [۱۷۸].

۲-۵- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید

بخش عمده‌ای از انرژی الکتریکی تولیدی در هلند از سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود. در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸ در حدود ۱۳ تا ۱۵ درصد از برق مصرفی هلند از کشورهای همسایه تأمین شده است، که این مقدار در سال‌های بعد کاهش یافته است. در سال ۲۰۰۹ میزان انرژی الکتریکی تولیدی از انرژی‌های تجدیدپذیر ۱۰/۷ درصد از کل انرژی تولیدی را تشکیل داده که این مقدار تقریباً سه برابر انرژی تأمین شده از سوخت‌های هسته‌ای بوده است [۱۷۹]. ظرفیت نصب شده تولید توان در سال ۲۰۱۰ در هلند ۴۱۸۴ مگاوات بوده است [۱۷۹]. در سال ۲۰۰۹ سوخت‌های فسیلی ۸۱/۵ درصد، واردات ۴/۲ درصد، انرژی هسته‌ای ۳/۶ درصد و انرژی‌های تجدیدپذیر ۱۰/۷ درصد از تولید کل را به خود اختصاص دادند [۱۸۰].

شکل ۵-۱ میزان انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی سالانه هلند بر حسب بلیون کیلووات ساعت را برای سال‌های ۱۹۹۰

تا ۲۰۱۱ نشان می‌دهد.



شکل ۵-۱: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در هلند

۱-۲-۵- قانون گذاری در حوزه پایایی

در بهره‌برداری روزانه و همچنین بلادرنگ، مسئولیت ارزیابی تعادل بار و تولید بر عهده بهره‌بردار سیستم انتقال یعنی TenneT است. مسئولیت‌های کوتاه مدت (ماهانه، فصلی)، میان مدت (۲ تا ۶ سال) و بلند مدت (بالاتر از ۶ سال) و همچنین تهیه گزارش کفایت تولید نیز برعهده همین سازمان است [۱۸۱].

در کشور هلند در زمینه پایایی تولید استانداردهایی وجود دارد که در حال حاضر تنها جهت ارزیابی پایایی مورد استفاده قرار می‌گیرند و حالت اجباری ندارند. این استانداردها توسط وزارت^۱ EZ تهیه می‌شوند. استانداردهای تهیه شده بر مبنای ارزیابی های احتمالاتی بوده و در آنها از شاخص‌های LOLP، LOLE و انرژی تغذیه نشده مورد انتظار استفاده شده است. استاندارد LOLE در هلند ۴ ساعت در سال است [۱۸۱].

۲-۲-۵- ارزیابی پایایی

ارزیابی کفایت تولید نیازمند تعریف یک یا چند سناریو برای لحاظ کردن اثر تولید و بار است. این سناریوها می‌توانند از نظر دوره‌های زمانی، مشخصه‌های بار و تولید، عدم قطعیت‌ها و ... با هم تفاوت داشته باشند. همچنین مقایسه آنالیز انجام شده با اطلاعات گذشته و حتی حال مفید باشد. در هلند سه سناریو مختلف با شرایط مختلف نوع، مقدار بار و ظرفیت نصب شده آینده در نظر گرفته می‌شود: سناریو با فرض مصرف کم، سناریو پایه و سناریو نفوذ انرژی‌های تجدیدپذیر. همچنین این سناریوها از نظر بازه زمانی نیز در حالت‌های کوتاه مدت و میان مدت مورد بررسی قرار می‌گیرند [۱۸۲].

به منظور ارزیابی کفایت تولید، وضعیت تغییرات بار و تولید بررسی می‌شود. سازمان KEMA به منظور لحاظ کردن اثر نرخ رشد بار در ارزیابی‌های پایایی کفایت تولید، به آنالیز بار می‌پردازد. اساس روش‌های پیش‌بینی بار بر مبنای روند تغییرات بار در گذشته و سپس لحاظ کردن عوامل تاثیرگذار بر بار مانند رشد اقتصادی، رشد نرخ تولیدات داخلی و غیره است. در این بررسی‌ها دو سناریو تقاضای کم و تقاضای زیاد در نظر گرفته می‌شود. پارامترهایی که در این سناریوها به عنوان ورودی در نظر گرفته می‌شوند شامل قیمت سوخت، تغییرات دما، مدیریت مصرف، رشد اقتصادی و ... است. پیش‌بینی تولید بر اساس اطلاعات واحدهای تولید موجود و واحدهای جدید (که قرار است در آینده ساخته شوند)، انجام می‌شود. آنالیزها معمولاً به صورت بلندمدت (بیش از ۵ سال) بوده و بر اساس احتمال توسعه واحدها انجام می‌شود. اطلاعات مورد نیاز از واحدهای تولید معمولاً از طریق TSO داده می‌شود. بسته به میزان نفوذ تولیدات متغیر، روش‌های مختلفی برای مدل‌سازی آن‌ها وجود دارد. در هلند درصد کمی از ظرفیت تولیدات متغیر به عنوان کل ظرفیت در دسترس و قابل اطمینان این تولیدات در نظر گرفته می‌شود [۱۸۳].

در ارزیابی‌های ریسک برای تخمین اینکه مقدار تولید کافی برای انرژی مصرفی مورد انتظار وجود دارد یا نه، از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. این روش‌ها می‌توانند بر اساس رویکرد احتمالاتی (روش پایایی آماری^۱) باشد. در این رویکرد احتمال یک معیار پایایی (LOLE) در یک دوره زمانی معین تخمین زده می‌شود. همچنین می‌توان از رویکردهای قطعی (روش پایایی حاشیه‌ای^۲) استفاده کرد که به تخمین مقدار از پیش تعریف شده توان می‌پردازند. در بیشتر کشورهای اروپایی از جمله هلند از روش‌های احتمالاتی استفاده می‌شود. گزارش‌های کفایت تولید شامل یک مطالعه خاص به عنوان آزمون استرس سیستم هستند که در آن به ارزیابی توانایی منبع به تأمین بار در شرایط اضطراری می‌پردازند. در این شرایط میزان تولید و همچنین

۱-Stochastic reliability methodology

۲-Reliability margin methodology

منحنی تقاضا تغییر می‌کنند. در بازار به هم پیوسته برق اروپا اتصالات بین کشوری نقش مهمی را در تضمین امنیت شبکه تولید بازی می‌کنند، چرا که می‌توانند در استفاده بهینه از منابع برق در سراسر اروپا به ویژه در شرایط اضطراری مورد استفاده قرار گیرند. در روش‌های ارزیابی کفایت تولید در هلند تاثیر ارتباطات بین کشوری لحاظ شده و سیستم به صورت به هم پیوسته در نظر گرفته می‌شود. به منظور مدل‌سازی ظرفیت بالقوه ناشی از ارتباطات بین کشوری، عمدتاً از داده‌های گذشته استفاده می‌شود [۱۸۴].

سازمان TenneT هر ساله امنیت بلند مدت شبکه تولید را به عنوان بخشی از فعالیت همیشگی تسهیل بازار خود پایش می‌کند. پیش نیاز انجام این مانیتورینگ جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز است. TenneT با استفاده از این بررسی‌ها برای دوره‌های چند ساله گزارش‌هایی تهیه می‌کند. در گزارش پایش امنیت شبکه تولید برای سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۶ میزان ظرفیت مورد نیاز برای تأمین کل تقاضای کشور بررسی شده است. این گزارش نشان می‌دهد که ظرفیت تولید انرژی الکتریکی از سال ۲۰۱۰ افزایش خواهد یافت و بررسی شده است که خطوط انتقال بین کشوری تا چه حد توانایی انتقال و صادر کردن توان را دارند. TenneT به طور تنگاتنگی با بهره‌بردارهای سیستم انتقال (TSO) آلمان، فرانسه، بلژیک و لوگزامبورگ در ارتباط است. در گزارش‌های تهیه شده توسط TenneT از شاخص LOLE به عنوان استاندارد برای ارزیابی کفایت تولید انرژی الکتریکی استفاده شده است. یک دلیل مهم برای استفاده از ارزیابی‌های مبتنی بر LOLE این است که این روش با مدل‌ها و روش‌های آنالیز استفاده شده در سایر کشورها همسو است [۱۸۴].

۳-۲-۵- بهبود پایایی

به منظور طرح ریزی اقدامات مورد نیاز جهت بهبود پایایی نیروگاه‌ها، داده‌های قطعی مربوط به آن‌ها جمع‌آوری و ثبت می‌شود. داده‌های آماری برای سال ۱۹۷۶ به بعد در سازمان NRG^۱ موجود است. از سال ۱۹۸۸ داده‌های قطعی همواره توسط KEMA آنالیز شده و مورد بحث قرار گرفته است. این داده‌ها به طور گسترده‌ای در بهینه‌سازی دسترس‌پذیری و فرآیند تعمیر و نگهداری نیروگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. داده‌های پایایی می‌بایست در دوره‌های ساخت، تولید، و تعمیر و نگهداری نیروگاه مد نظر قرار بگیرند. این داده‌ها در موارد زیر استفاده می‌شوند [۱۸۴].

- برنامه‌ریزی محل نیروگاه

- Benchmarking
- بهبود تجهیزات نیروگاه
- ریسک‌های مربوط به تعمیر و نگهداری
- تعمیر و نگهداری پایایی محور (RCM^۱)
- قطعی‌های با احتمال کم اما دارای تاثیر زیاد (HILP^۲)
- بهینه‌سازی اجزای یدکی
- بازبینی طراحی
- افزودن بهینه
- پایایی ساختاری
- معیارهای RAM^۳

موارد بالا به ترتیبی که ذکر شدند از بالا به پایین دارای اولویت بیشتری هستند. قطعی‌ها بر روی خود واحد و همچنین بر روی سیستم/تجهیزات تاثیرگذارند. در پایگاه داده NRG تاکید بر روی داده‌های قطعی سیستم/تجهیزات است. برای هر قطعی داده‌های زیر حداقل داده‌هایی هستند که باید جمع‌آوری شوند [۱۸۲].

- زمان شروع و زمان پایان
- تجهیز تحت تاثیر قرار گرفته
- مدت زمان قطعی، حداکثر توان غیر قابل دسترسی، انرژی تأمین نشده
- توصیف مراحل حادثه منجر به قطعی

برای قطعی‌های مهم موارد دیگری مانند مدت قطعی، علت، اقدامات پیشگیری صورت گرفته، مولفه‌های مختلف زمان تعمیر و ... نیز مد نظر قرار می‌گیرند.

اهمیت ندادن به پروسه تعمیر و نگهداری می‌تواند منجر به تحمیل هزینه‌های زیادی شود. با توجه به هزینه‌های روز افزون سوخت، مالکین نیروگاه‌ها می‌بایست مطمئن شوند که کارایی نیروگاه حداکثر است و تعمیر و نگهداری در زمان مناسب انجام

۱-Reliability Centered Maintenance

۲-High Impact Low Probability

۳-Reliability, Availability and Maintainability

می‌گیرد. در مبحث تعمیر و نگهداری مسأله اصلی هزینه تعمیر نیست بلکه هزینه از دست رفته به علت عدم تولید است. توسعه فنی نیروگاه‌ها در ده سال اخیر بسیار گسترده بوده است. نیروگاه‌ها و تجهیزات بسیار پیچیده و پیشرفته شده‌اند و بنابراین بیش از پیش به پرسنل نیروگاهی با کفایت نیاز است. جهت اطمینان از دسترس‌پذیر بودن کافی نیروگاه‌ها مالکین آنها می‌توانند از دو استراتژی استفاده کنند. استراتژی اول این است که در دوره انجام تعمیر و نگهداری توسط یک شرکت دیگر، بهره‌برداری نیروگاه توسط متخصصین خود نیروگاه انجام شود. استراتژی دوم این است که در دوره مورد نظر، بهره‌برداری نیز توسط همان شرکت انجام‌دهنده تعمیر و نگهداری صورت بگیرد. در هر صورت می‌بایست در زمینه‌های منابع نیروی انسانی، قطعات یدکی و سرویس‌های کارگاهی توجه کافی مبذول گردد [۱۸۴].

۳-۵- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال

در هلند، تنها یک بهره‌بردار سیستم انتقال دولتی با عنوان TenneT وجود دارد. این سازمان مسئول پایش تعادل بین تولید و مصرف و نیز تعمیر و نگهداری و توسعه شبکه است. قیمت‌گذاری استفاده از سیستم انتقال، سیگنال‌های منطقه‌ای کمی را شامل می‌شود و سیستم انتقال به‌شدت دچار انباشتگی است. برنامه‌ریزی سیستم انتقال به صورت مرکزی انجام می‌شود و به شدت تحت تأثیر سیاست‌های اتخاذ شده است [۱۸۳].

ACM نقش مستقیم در سرمایه‌گذاری و یا دادن مجوز به تولید جدید ندارد؛ بنابراین هیچ مکانیزمی برای تشویق ساخت نیروگاه‌های جدید به صورت مستقیم وجود ندارد. TSO به وزارت امور اقتصادی در مورد امنیت تأمین گزارش می‌دهد و اگر لازم باشد، این وزارت از شبکه ایمنی^۱ به عنوان ساز و کار افزایش ظرفیت استفاده می‌کند. شبکه ایمنی به معنای این است که TSO باید با تولید بیشتری برای چند سال قرارداد داشته باشد تا مشوقی برای سرمایه‌گذاری در تولید ایجاد شود. تاکنون این برنامه فعال نشده است، نه در سال‌هایی مانند سال ۲۰۱۲ که هلند تولید داخلی کافی داشته است و نه در سال‌های قبل از ۲۰۰۸ که هلند به شدت به دیگر قسمت‌های اروپا وابسته بوده است [۱۸۳].

در حال حاضر بیش از ۸ GW ظرفیت تولید اضافه در داخل هلند وجود دارد که در ترکیب با ظرفیت تولید سایر کشورهای متصل به هلند در بازار داخلی شرکت می‌کند.

TenneT در حال افزایش ظرفیت سیستم انتقال خود با سه پروژه اصلی است. این پروژه‌ها اتصال خطوط جدیدی با ولتاژ ۳۸۰ kV است. همچنین پروژه اتصال AC بین آلمان و هلند در فاز آماده‌سازی است و TenneT در حال تحقیق بر روی احداث خط HVDC بین هلند و دانمارک است [۱۸۵].

۱-۳-۵- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

ACM تعرفه سیستم انتقال را بر اساس روش مقایسه^۱ و رشد کارایی TSOها در سایر کشورها تعیین می‌کند. کیفیت خدمات باید مطابق با استانداردهای مرتبط باشد و در این زمینه از ابزارهای اقتصادی استفاده نمی‌شود. TSO برای توسعه شبکه، طرح پیشنهادی خود را به ACM ارائه می‌کند و درخواست افزایش تعرفه می‌کند [۱۸۶]؛ بنابراین تنظیم کیفیت با ابزارهای اقتصادی در سطح انتقال در هلند وجود ندارد [۱۸۶].

نظام‌نامه شبکه انتقال هلند شرایط مدیریت شبکه و مشترکین آن را با توجه به موارد زیر شرح می‌دهد [۱۸۶]:

- بهره‌برداری از شبکه
- فراهم کردن شرایط اتصال به شبکه
- انجام خدمات انتقال در کل شبکه
- انتقال برون‌مرزی

نظام‌نامه شبکه معیارهای طراحی زیر را برای شبکه ۲۲۰ kV و ۳۸۰ kV در نظر گرفته است:

- معیار A

شبکه انتقال باید بتواند انتقال توان را به‌گونه‌ای که اجزای متصل به شبکه نیاز دارند، حتی زمانی که یکی از اجزا خراب شود، انجام دهد (معیار N-1).

- معیار B

زمانی که مدار، ترانسفورماتور، واحد تولید یا مصرف‌کننده بزرگی به دلیل تعمیرات در دسترس نیست، شبکه باید بتواند انتقال توان مورد نیاز قسمت‌های مختلف را انجام دهد حتی در شرایطی که یکی از اجزا دچار خرابی شود. لازم به ذکر است که مجوز انجام تعمیرات تنها در شرایط خاص به قسمت‌های مختلف داده می‌شود.

• معیار C

در هنگامی که خرابی در مدار، ترانسفورماتور، دو واحد تولید یا هر مصرف‌کننده بزرگ رخ می‌دهد، باید بتوان سیستم را به شرایطی که معیار N-1 در آن برقرار باشد، برگرداند. در این شرایط می‌توان تولید ژنراتورها را تغییر داد [۱۸۷].

۲-۳-۵- ارزیابی پایایی

بهره‌بردار سیستم در این کشور موظف است گزارش کیفیت و ظرفیت را هر دو سال یک بار ارائه کند. این گزارش باید مطابق قوانین وزارت امور اقتصادی در زمینه کیفیت شبکه برق باشد و توسط ACM مورد بررسی قرار گیرد. این گزارش شامل موارد زیر است [۱۸۸]:

- سطح کیفیت توانی که مورد نظر TenneT است و میزانی که در سال‌های گذشته فراهم کرده است.
 - سیستم مدیریت کیفیتی که این سازمان به کار برده است.
 - نتیجه تخمین تقاضای کل برای سیستم انتقال برای دوره بین ۲۰۲۱-۲۰۱۲
 - مشکلات ظرفیت و راه‌حلهایی که برای پاسخ به تقاضا در سال‌های آینده در نظر گرفته شده است [۱۸۷].
- معیارهای انجام تعمیرات و نگهداری و تعویض تجهیزات

۳-۳-۵- بهبود پایایی

موسسه تحقیقاتی Instituto de Investigacion Tecnologica طی پروژه‌های تحقیقاتی با اداره قانون‌گذاری انرژی هلند^۱ روش‌های ایجاد امنیت تأمین در بازار انرژی را بررسی کرده است. این بررسی در سال ۲۰۰۳ انجام شده است [۱۸۹].

TenneT طی گزارشی دورنمای^۲ شبکه ملی ۲۲۰ kV و ۳۸۰ kV هلند را در سال ۲۰۳۰ توصیف کرده است. این سازمان گزارش خود را هر چهار سال تصحیح می‌کند. در این گزارش، TenneT چهار سناریوی بلندمدت برای توسعه شبکه برق هلند تا سال ۲۰۳۰ در نظر گرفته است. بر اساس این سناریوها، تعدادی از طرح‌های توسعه شبکه انتقال و ظرفیت آن‌ها برای ارزیابی انعطاف‌پذیری مورد تست قرار گرفته است.

مرکز تحقیقات هلند^۱ طی پروژه‌های تحقیقاتی به درخواست TenneT تأثیر احتمالی تکنولوژی‌های جدید آینده را بر زیرساخت‌های شبکه انتقال بررسی کرد. تفاوت بین سه سناریوی TenneT و نتایج این تحقیق بسیار کوچک بود به گونه‌ای که TenneT طرح توسعه شبکه خود را تغییر نداد [۱۸۹].

با این وجود، مرکز تحقیقات هلند نتیجه گرفت که تکنولوژی‌های جدید ممکن است بر پارامترها و مقادیر یکی از سناریوهای TenneT با عنوان انقلاب سبز تأثیر بسیاری داشته باشد. بر اساس پتانسیل‌های موجود و پیشرفت‌های پیش‌بینی شده در بازار تا سال ۲۰۳۰، احتمال اینکه ظرفیت تولید تجدیدپذیر به ۲۰٪ بیشتر از پیش‌بینی TenneT برسد، وجود دارد. این تغییر، تأثیری در کلیت شبکه پیش‌بینی شده توسط TenneT نخواهد داشت، اما ممکن است رشد تولیدات پراکنده بر سرعت و مرحله‌بندی این طرح تأثیرگذار باشد، به گونه‌ای که نیاز به ارتقای سیستم به تعویق افتد [۱۸۸].

نتایج این گزارش شروع خوبی برای انجام تجزیه و تحلیل و آنالیز حساسیت است. این یافته‌های مرتبط با حوادث آینده می‌تواند بر تصمیم‌گیری‌ها سیاست‌های اعمالی تأثیرگذار باشد. همچنین امکان انجام تحلیل‌های اجتماعی هزینه و سود نیز وجود خواهد داشت، به عنوان مثال، تعیین اینکه آیا هزینه‌ای که جامعه (سرمایه‌ی مورد نیاز برای توسعه شبکه) می‌پردازد با منافع آن (امنیت تأمین طولانی‌مدت، در دسترس بودن سریع ظرفیت اتصال مناسب، حرکت آرام به سمت اقتصاد پایدار انرژی، تجهیزات تولید جدید و غیره) توجیه می‌شود یا خیر، با استفاده از نتایج این دورنمای سال ۲۰۳۰ ممکن خواهد بود [۱۹۰].

۴-۵- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع

در این قسمت، فعالیت‌های انجام شده در سه محور پایایی در سطح توزیع ارائه می‌شود.

۱-۴-۵- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

در هلند، ۸ توزیع‌کننده وجود دارد و تأمین ۹۰٪ از مجموع ۹۵ TWh مصرف شبکه را در سال ۲۰۱۰، سه شرکت توزیع بر عهده داشته‌اند. بیشتر سیستم توزیع در این کشور زمینی است. در سطح فشار قوی تنها ۴۰٪ سیستم زمینی وجود دارد. هلند به طور کلی سطح بالایی از قابلیت اطمینان را در سطح توزیع داشته است. یک دلیل این مسئله آن است که سیستم نسبتاً کوچک است و منطقه روستایی و دورافتاده ندارد. با این وجود، طی تحقیقاتی که توسط قانون‌گذار هلندی^۱ انجام شد،

اغلب توزیع‌کنندگان اطلاعات کافی از اینکه وضعیت فیزیکی سیستمشان چگونه است ندارند و به همین ترتیب قابلیت ارزیابی نیاز به سرمایه‌گذاری برای تعویض تجهیزات را ندارند. بنابراین به‌عنوان یک اولویت، قانون‌گذار تصمیم گرفته است توزیع‌کننده‌ها را ملزم به ارزیابی شرایط سیستم خود کند [۱۹۰].

مرجع رقابت هلند^۲ مسئولیت نظارت بر مطابقت با قوانین کلی رقابت و قوانین مرتبط با انرژی و انتقال را بر عهده دارد^۳. یک قسمت از این سازمان با عنوان اداره قانون‌گذاری و نظارت بر انرژی و حمل و نقل^۴ مسئول تنظیم بازار انرژی است که شامل سرپرستی توزیع‌کنندگان ناحیه‌ای انرژی نیز می‌شود. این سازمان وظیفه تعیین درآمد مجاز برای هر شرکت توزیع را دارد و برای توزیع‌کنندگانی که شاخص‌های SAIFI و CAIDI بهتر از میانگین دارند، درآمد مجاز بیشتری در نظر می‌گیرد؛ درحالی که برای توزیع‌کنندگانی که خدمات ضعیف‌تر از حد میانگین ارائه کرده‌اند، درآمد کمتری را معین می‌کند [۱۹۰]. محاسبه مقادیر میانگین این شاخص‌ها با ضریب وزنی نوع مشترک (خانگی یا غیر خانگی) و تعداد آن محاسبه می‌شود. این میزان تغییر درآمد بر مبنای مطالعات WTP تعیین می‌گردد. لازم به ذکر است که در نظر گرفتن مشوق‌ها بر اساس میانگین عملکرد توزیع‌کننده‌ها، تنها قابلیت پیاده‌سازی در سیستمی با ویژگی‌های یکسان را دارد. در نهایت میزان مجاز تغییر درآمد شرکت توزیع ۵٪ است. علاوه بر آن، همه توزیع‌کنندگان موظف‌اند برای قطعی‌های بیشتر از ۴ ساعت به مشترکین هزینه‌هایی پرداخت کنند. توزیع‌کنندگان موظف‌اند طرح کیفیت و ظرفیت^۵ خود را هر دو سال یک بار ارائه کنند. این طرح شامل هفت سال آینده می‌شود. توزیع‌کنندگان باید سطح مورد نظر خود از شاخص‌های SAIFI، SAIDI و CAIDI را ارائه کنند و شرح دهند که چه برنامه‌ای برای رسیدن به این مقدار دارند. این برنامه‌ها بررسی و بازبینی می‌شود [۱۹۱]. در سال ۲۰۰۹، مرجع رقابت هلند جریمه‌ای خاص برای دو شرکت بهره‌بردار توزیع معین نمود. این جریمه‌ها به این دلیل وضع شد که این دو شرکت طرح کیفیت و ظرفیت خود را به‌موقع ارائه نکرده بودند و برنامه‌های قبلی آن‌ها استانداردهای لازم را در مورد برآوردن ویژگی‌های شبکه برای ظرفیت لازم رعایت نکرده بود. همچنین برنامه‌های مدیریت ریسک آن‌ها مطابق با الزامات مرجع رقابت هلند نبوده است [۱۹۱].

۱-Dutch Regulator

۲-Netherlands Competition Authority

۳-در سال ۲۰۱۳، سازمان جدیدی برای این نظارت تشکیل شده است (رجوع کنید به مقدمه)

۴-Office of Energy and Transport Regulation

۵-Quality and Capacity Plan

۲-۴-۵- ارزیابی پایایی

سازمان تحقیقاتی DNV GL ماژول نرم‌افزاری تولید کرده است که قابل استفاده در تحلیل قابلیت اطمینان سیستم توزیع است. کاربر می‌تواند با استفاده از این نرم‌افزار فیدرهای با ضعیف‌ترین عملکرد را از لحاظ قابلیت اطمینان معین کند و بین تجهیزات اتوماسیون اولویت‌بندی انجام دهد [۱۹۲].

۳-۴-۵- بهبود پایایی

همان‌طور که پیش از این ذکر شد، اخیراً دولت هلند بر پروژه‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر تمرکز نموده است. وزارت اقتصاد این کشور طی گزارشی بر پایداری مدیریت انرژی و کمتر شدن وابستگی به سوخت‌های فسیلی تأکید کرده و انرژی را به‌عنوان یکی از عناصر اصلی اقتصاد برشمرده است. این گزارش سیاست انرژی هلند را دارای عناصر اساسی زیر دانسته است [۱۹۳]:

- حرکت به سمت منابع پاک انرژی
 - تمرکز بر جنبه‌های اقتصادی بخش انرژی
 - اطمینان حاصل کردن از تامین پایایی انرژی: در این قسمت، بیان داشته است که هلند باید منابع گازی خود را به همراه انرژی هسته‌ای به عنوان ظرفیت رزروی برای منابع تجدیدپذیر ارائه کند و اقتصاد خود را بهبود ببخشد [۱۹۴].
- در این قسمت برنامه‌های دو شرکت بهره‌بردار شبکه در هلند در زمینه بهبود قابلیت اطمینان ارائه می‌شود. شرکت Enexis یکی از بهره‌برداران شبکه در هلند است که به حدود ۲,۷ میلیون مشترک برق‌رسانی می‌کند. این شرکت در سال ۲۰۰۹ از یکی از تولیدکنندگان انرژی بر اساس قانون تجدید ساختار هلند جدا شد. در گزارش سالانه سال ۲۰۰۹ خود عنوان داشته است که به دنبال استفاده از فناوری‌های هوشمند در شبکه توزیع خود است تا بتواند جریان انرژی را کنترل کند و بر پایایی سیستم نظارت داشته باشد. از دیگر مزایای این تجهیزات کاهش نیاز به سرمایه‌گذاری‌های جدید برای افزایش ظرفیت شبکه است. این سازمان دارای سیستم مدیریت تجهیزات بر مبنای ریسک است و برنامه‌های تعمیرات و نگهداری خود را بر اساس این نرم‌افزار انجام می‌دهد [۱۹۴]. این شرکت توانسته است سیستمی برای مدیریت ترانسفورماتورهای خود نصب کند. همچنین سیستم اسکادای خود را با نسل جدید سیستم مدیریت توزیع تعویض نموده است. همچنین با همکاری KEMA سیستمی را برای کابل‌های

زیرزمینی خود نصب کرده است که می‌تواند شرایط آن‌ها را ارزیابی کند بدون آنکه نیاز باشد که منبع تغذیه از کار بایستد. در زمینه کنتورهای هوشمند در این سال، شرکت‌های توزیع در مرحله تهیه استاندارد برای این کنتورها بوده‌اند [۱۹۵].

شرکت Enexis تا سال ۲۰۱۳ به نصب آزمایشی کنتورهای هوشمند ادامه داد و از سال ۲۰۱۴ شروع به نصب تدریجی این کنتورها نمود. این شرکت برنامه‌ریزی نموده است که تا سال ۲۰۲۰ برای همه مشترکین خود کنتور نصب کند. همچنین از سال ۲۰۱۶ سیستم‌های ارتباط از طریق خطوط شبکه قدرت^۱ را برای استفاده کارتر از کنتورهای هوشمند آغاز خواهد کرد. شرکت Enexis از دستگاه آزمایشی استفاده کرده است که داده‌های کنتور هوشمند را برای مشترک به نمایش می‌گذارد و امکان ارتباط شرکت توزیع را با مشترک برای ارائه راهنمایی در مورد نحوه کاهش مصرف فراهم می‌کند. این دستگاه در سال ۲۰۱۳ برای ۱۲۵ مشترک نصب شد و در سال ۲۰۱۴ برای ۲۰۰۰ مشترک نصب خواهد شد [۱۹۳]. این شرکت برای انجام برنامه تعمیرات خود از داده ۲۵ سال گذشته خود استفاده می‌کند و با دیجیتال کردن داده‌های مربوط به موقعیت و شرایط تجهیزات شبکه، اولویت‌بندی بین تعمیرات خود را انجام می‌دهد. البته به دلیل گسترده بودن شبکه‌های زیرزمینی در هلند، این شرکت توجه خاصی به وضعیت کابل‌ها و عملیات‌های حفر زمین برای جلوگیری از قطعی دارد.

شرکت Enexis نقشه دیجیتالی از شبکه گاز و شبکه فشار متوسط و ضعیف خود تهیه کرده است که اتصالات خانگی نیز به صورت منطقی به آن متصل هستند. این نقشه در محاسبات بهینه‌سازی شبکه و در هنگام وقوع قطعی در شبکه مورد کاربرد است. به این ترتیب همه‌ی شرکت‌هایی که قصد انجام عملیات حفر زمین را دارند، می‌توانند از این نقشه برای مسیریابی خطوط برق استفاده کنند. این نقشه به صورت کامل‌تر (به همراه اطلاعات روشنایی خیابان‌ها) در آینده به صورت آنلاین ارائه خواهد شد. شاخص زمان سالانه قطعی که میانگین زمانی است که مشترک قطعی تجربه کرده است در سال ۲۰۱۳ برابر با ۲۳٫۶ دقیقه بوده است و میانگین ملی این متغیر ۲۳٫۴ بوده است. دلیل این تفاوت وقوع آتش‌سوزی در یکی از پست‌های این شرکت بوده است [۱۹۵].

شرکت Enexis دو پروژه آزمایشی برای شبکه هوشمند داشته است که از اواخر سال ۲۰۱۲ شروع شده است. این پروژه‌ها به همراه قیمت‌گذاری دینامیک پیاده شده است. هدف Enexis این بوده است که با این پروژه‌ها بتواند دریابد که آیا رفتار مشترکین در درازمدت از قیمت‌های متغیر و تولید محلی تأثیر می‌پذیرد یا خیر. این پروژه شامل ۲۳۹ مشترک بوده است [۱۹۶].

شرکت Allianderz بزرگ‌ترین شرکت بهره‌بردار شبکه در هلند است و به ۳,۵ میلیون مشترک برق‌رسانی می‌کند. مدت‌زمان میانگین قطعی در شبکه برای این شرکت ۲۳,۴ بوده است. Allianderz دارای برنامه نصب کنتور هوشمند برای همه مشترکین خود تا سال ۲۰۲۰ است. این شرکت برای کاهش هزینه‌های نصب این دستگاه‌ها، برنامه‌های آزمایشی بسیاری را برای یافتن برنامه بهینه نصب پیاده کرده است. همچنین در حال گسترش امکانات ارتباطات هوشمند برای قرائت کنتورهای هوشمند است [۱۹۷-۱۹۸].

فصل ششم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور

ایتالیا

مقدمه

بازار برق ایتالیا توسط مرجع قانون‌گذاری انرژی و گاز^۱ (AEEG) مدیریت و قانون‌گذاری می‌شود. این سازمان یک مرجع مستقل است که توسط پنج عضو هیئت مدیره اداره می‌شود که دولت آن‌ها را با رأی دو سوم اکثریت مجلس ایتالیا تعیین می‌کند [۱۹۹]. با این وجود تصمیمات و ارزیابی‌هایی این شرکت مستقل از دولت است، گرچه باید در چارچوب قانون اساسی و مصوبات مجلس این کشور و برنامه‌های توسعه مالی و اقتصادی آن باشد [۱۹۹]. AEEG مسئول سرپرستی و نظارت بر دسترسی بهره‌برداران بازار به شبکه انتقال، تعیین تعرفه دسترسی به این شبکه، ترویج روش‌های رقابت عادلانه، محافظت از منافع مشترکین، ارتقای سطح شفافیت بازار و بازدهی انرژی است. AEEG ممکن است قوانینی تعیین کند که برای همه بهره‌برداران بازار اجباری باشد و یا اینکه تصمیماتی اتخاذ کند که تنها با یک گروه از بهره‌برداران مرتبط باشد. منبع اصلی قانون‌گذاری در بازار انرژی، قوانین ایالتی، منطقه‌ای و قوانین مصوب AEEG است [۱۹۹]. تعیین تعرفه‌ها و استانداردهای کیفیت خدمات از دیگر وظایف این سازمان است. هزینه‌های این سازمان از سود عایدی فراهم‌کنندگان خدمات تأمین می‌شود [۲۰۰].

بازار برق این کشور با تصویب قانونی در سال ۱۹۹۰ آغاز به تجدیدساختار کرد و در سال ۲۰۰۷ کاملاً آزادسازی^۲ شد [۲۰۰]. در حوزه تولید در سال ۲۰۱۰، بزرگ‌ترین تولیدکنندگان در بازار شرکت ENEL^۳ (۲۷/۹٪ از کل تولید)، Edison (۱۱ درصد) و ENI^۴ (۱۰ درصد) بوده است. شرکت ENEL تا حدی خصوصی‌سازی شده است اما همچنان ۳۱٪ از سهام آن متعلق به وزارت اقتصاد ایتالیا است. همچنین تنها ۳۰٪ از سهام شرکت ENI متعلق به دولت ایتالیا است. بیشترین سهام شرکت Edison متعلق

۱-Regulatory Authority for Electricity and Gas

۲-Liberalization

۳-Ente Nazionale per l'energia Elettrica

۴-Ente Nazionale Idrocarburi

به یک شرکت برق^۱ فرانسوی است. به طور کلی، ۶۷/۲ درصد از تقاضا توسط ژنراتورهای سنتی که سوخت‌های فسیلی وارداتی استفاده می‌کرده‌اند، تأمین شده است. در حوزه انتقال، بهره‌برداری و مالکیت شبکه فشار قوی HV و فوق فشار قوی EHV و نیز توزیع توان^۲ شبکه قدرت به عهده‌ی شرکتی با عنوان Terna است. Terna شرکتی عمومی^۳ است که ۲۹٪ از سهام آن متعلق به شرکت سرمایه‌گذاری دولتی^۴ است [۲۰۱].

شبکه توزیع این کشور توسط ۱۴۴ بهره‌بردار توزیع مدیریت می‌شود و این شرکت‌ها دارای مدیریت انحصاری هستند. بزرگ‌ترین شرکت توزیع این کشور ENEL است که ۸۶٪ از کل شبکه توزیع را مدیریت می‌کند. مشترکین می‌توانند بین قراردادهای آزاد برای خرید توان و نیز انواع خدمات را انتخاب کنند. مدیریت تبادلات و قراردادهای الکتریکی بر عهده سازمان GME^۵ است. این قراردادها توسط ژنراتورها، تولیدکنندگان یا واردکنندگان و خریداران واحد (که واسط بین توزیع‌کننده و بازار برق هستند) صورت می‌گیرد [۲۰۲].

بنابراین به‌طور خلاصه سازمان‌هایی که در ساختار قانون‌گذاری این کشور مشارکت دارند عبارت‌اند از:

- Terna که بهره‌بردار سیستم انتقال است و واحدهای تولید، واردات و توزیع توان حداکثر می‌توانند ۵٪ از سهام این شرکت را داشته باشند. این واحد وظیفه انجام خدمات مربوط به خطوط انتقال، پخش بار، تعادل بین مصرف و تولید، مدیریت گرفتگی^۶، خدمات رزرو و ارتقای خطوط انتقال را به عهده دارد [۲۰۳]. گزارش سالانه این سازمان در مرجع [۲۰۳] ارائه شده است.
- بهره‌بردار خدمات الکتریکی (GSE): این سازمان مسئولیت ارتقا و توسعه منابع تجدیدپذیر را دارد و توان تولیدی این منابع را خریداری و به بازار می‌فروشد. این شرکت برای منابع تولید تجدیدپذیر گواهی‌نامه فعالیت صادر می‌کند [۲۰۳].
- بهره‌بردار بازار (GME): مدیریت اقتصادی همه بازارهای برق ایتالیا را بر عهده دارد [۲۰۴].

۱-Power Utility

۲-Power Dispatch

۳-Public

۴-CassaDeposit e PrestitiSpA (the Italian state investment arm)

۵-GestoredeiMercatiEnergeticiSpA

۶-Congestion

• تک خریدار^۱ (AU^۲): وظیفه تأمین توان برای مشترکین آسیب‌پذیر مانند خانگی و تجاری کوچک را دارد. این سازمان توان را در بهترین شرایط از بازار برق خریداری و به توزیع‌کنندگان می‌فروشد [۲۰۵]. مالکیت این سازمان در اختیار وزارت اقتصاد ایتالیا است.

• بهره‌برداران سیستم توزیع با خرید توان از تک خریدار، انرژی مورد نیاز مشترکین سطح توزیع را فراهم می‌کنند [۲۰۶].

لازم به ذکر است که همه سازمان‌های ذکر شده تحت قانون‌گذاری AEEG هستند، زیرا استاندارد و کد بهره‌برداری سیستم توسط آن معین می‌شود. همچنین تعرفه‌ی بهره‌برداران سیستم توزیع و نیز Terna توسط AEEG تعیین می‌شود [۲۰۷].

۱-۶- سازمان‌های تحقیقاتی مرتبط با سیستم قدرت و پایایی

در این قسمت، اطلاعاتی در مورد سازمان‌های تحقیقاتی مرتبط با پایایی سیستم قدرت ارائه می‌گردد. این سازمان‌ها عبارتند از:

۱-۱-۶- سازمان ملی فناوری‌های نو و توسعه انرژی و اقتصادی پایا^۳

این سازمان تحت نظارت وزارت توسعه اقتصادی، آموزش و تحقیق و وزارت محیط‌زیست فعالیت می‌کند. فعالیت‌های این سازمان بر بازدهی انرژی، انرژی‌های نو، انرژی هسته‌ای، محیط زیست، امنیت و سلامت، فناوری‌های جدید و سیستم قدرت متمرکز است. این سازمان پروژه‌های با مدت‌زمان سه سال، از وزارت توسعه اقتصادی دریافت کرده است که هدف از آن نوین کردن شبکه قدرت سراسری، کاهش هزینه‌های برق برای مشتریان نهایی، افزایش پایایی و کیفیت خدمات، کاهش تأثیر سیستم الکتریکی بر سلامت انسان‌ها و محیط‌زیست و به وجود آوردن شرایط مناسب برای توسعه پایدار در کشور بوده است. هزینه این پروژه از مشترکین نهایی دریافت می‌شود و این هزینه را REEG تعیین می‌کند [۲۰۳]. این پروژه توسط مؤسسات و دانشگاه‌های تحت نظر سازمان انجام می‌شود و به‌طور کلی دارای بخش‌های زیر است:

- ذخیره توان الکتریکی

۱-Single Buyer

۲-AcquirenteUnico

۳-Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development (ENEA)

- انرژی‌های تجدیدپذیر
- زمینه‌های هسته‌ای
- افزایش بازدهی انرژی [۲۰۰]
- شورای تحقیقات ملی

۲-۱-۶- شورای تحقیقات ملی^۱

این موسسه یک سازمان عمومی است که وظیفه آن انجام تحقیق در زمینه‌های اصلی رو به رشد دانش و کاربرد آن برای توسعه کشور است. این سازمان بر چندین موسسه که بر انرژی تحقیق می‌کنند، نظارت دارد [۲۰۱].

۳-۱-۶- سازمان تحقیق بر سیستم‌های انرژی^۲

این سازمان، یک شرکت سهامی عام است که تحقیقات در زمینه انرژی الکتریکی را با تمرکز خاصی بر پروژه‌های استراتژیک ملی انجام می‌دهد. وزارت توسعه اقتصادی این سازمان را حمایت مالی می‌کند [۲۰۵].

۲-۶- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید

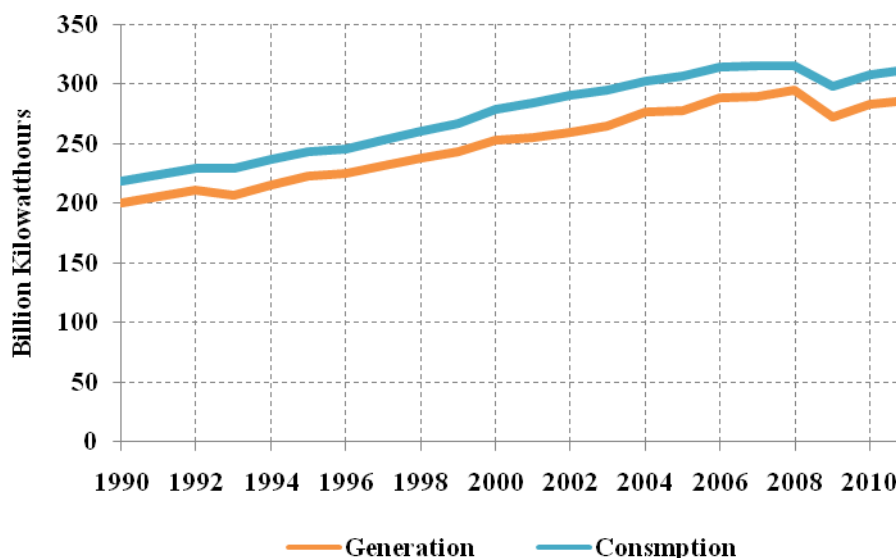
ظرفیت نصب شده تولید توان الکتریکی در ایتالیا در سال ۲۰۱۱ در حدود ۱۱۸ گیگاوات بوده است [۲۰۸]. درصد عمده‌ای از این ظرفیت را نیروگاه‌های با سوخت فسیلی تشکیل می‌دهند. در سال ۲۰۰۹ در حدود ۶۵/۸ درصد از انرژی الکتریکی مصرفی در ایتالیا از سوخت‌های فسیلی، ۲۰/۷ درصد از منابع تجدیدپذیر و ۱۳/۵ درصد از واردات از کشورهای دیگر تأمین شده است [۲۰۷]. بعد از حادثه چرنوبیل در سال ۱۹۸۷ انرژی هسته‌ای تقریباً به طور کامل از دور خارج شد و مقدار آن هیچ وقت از تنها چند درصد از ظرفیت کل تجاوز نکرده است [۲۰۸]. بر اساس برنامه‌ریزی ملی انرژی در ایتالیا، قرار است در سال ۲۰۲۰ درصد مشارکت انرژی‌های تجدیدپذیر در انرژی کل تولیدی به ۲۶ برسد [۲۰۹].

^۱-Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

^۲-Research on Energy Systems (RSE SpA)

شکل ۶-۱ میزان انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی سالانه ایتالیا بر حسب بلیون کیلووات ساعت را برای سال‌های ۱۹۹۰

تا ۲۰۱۱ نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱: نمودار تغییرات انرژی تولیدی و مصرفی در ایتالیا

۱-۲-۶- قانون گذاری در حوزه پایایی

در بهره‌برداری روزانه و همچنین بلادرنگ، مسئولیت ارزیابی تعادل بار و تولید بر عهده بهره‌بردار سیستم انتقال یعنی Terna است. همچنین پایش کوتاه‌مدت (ماهانه، فصلی)، میان مدت (۲ تا ۶ سال) و بلندمدت (بالتر از ۶ سال) نیز بر عهده همین سازمان است. مسئولیت فراهم کردن اطلاعات مورد نیاز برای تهیه گزارش پایایی تولید بر عهده AEEG^۱ است و انتشار آن توسط وزارت MSE^۲ صورت می‌گیرد [۲۰۹].

۲-۲-۶- ارزیابی پایایی

ارزیابی کفایت تولید نیازمند تعریف یک یا چند سناریو برای لحاظ کردن اثر تولید و بار است. این سناریوها می‌توانند از نظر دوره‌های زمانی، مشخصه‌های بار و تولید، عدم قطعیت‌ها و ... با هم تفاوت داشته باشند. همچنین مقایسه آنالیز انجام شده با اطلاعات گذشته و حتی حال مفید باشد. در ایتالیا سه سناریو مختلف با شرایط مختلف نوع و مقدار بار و ظرفیت نصب شده

۱-Authority for Electricity, Gas and Water

۲-Ministry of Economic Development

آینده در نظر گرفته می‌شود. سناریو با فرض مصرف کم، سناریو پایه و سناریو نفوذ انرژی‌های تجدیدپذیر. همچنین این سناریوها از نظر بازه زمانی نیز در حالت‌های کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت مورد بررسی قرار می‌گیرند. سازمان AEEG به منظور لحاظ کردن اثر نرخ رشد بار در ارزیابی‌های پایایی کفایت تولید، به آنالیز بار می‌پردازد. در این بررسی‌ها دو سناریو تقاضای کم و تقاضای زیاد در نظر گرفته می‌شود که پارامتر متغیر در این دو سناریو، رشد اقتصادی است. در پیش‌بینی بار مصرف‌کننده‌ها به چهار دسته مختلف مشترکین خانگی، صنعتی، کشاورزی و خدمات عمومی تقسیم‌بندی می‌شوند [۲۱۰].

پاسخ تقاضا می‌تواند به عنوان توانایی تقاضا به پاسخ دادن به سیگنال‌های مختلف مانند سیگنال قیمت یا سیگنال مستقیم از بهره‌بردار سیستم تعریف شود. از آنجائی که پاسخ تقاضا بر منحنی بار تاثیرگذار است، لحاظ کردن آن در پیش‌بینی بار می‌تواند مفید باشد. در بعضی از کشورها پاسخ تقاضا به عنوان یک فاکتور مستقل در نظر گرفته نمی‌شود و اثر آن به طور غیرمستقیم در منحنی بار دیده می‌شود، چراکه در پیش‌بینی بار از منحنی‌های واقعی گذشته تقاضا استفاده می‌شود و خواه ناخواه اثر پاسخ تقاضا در کاهش بار لحاظ گردیده است.

پیش‌بینی تولید بر اساس اطلاعات واحدهای تولید موجود و واحدهای جدید (که قرار است در آینده ساخته شوند)، انجام می‌شود. آنالیزها معمولاً به صورت بلند مدت (بیش از ۵ سال) بوده و بر اساس احتمال توسعه واحدها انجام می‌شود. اطلاعات مورد نیاز از واحدهای تولید معمولاً از طریق TSO انتقال داده می‌شود [۲۱۰].

بسته به میزان نفوذ تولیدات متغیر، روش‌های مختلفی برای مدل‌سازی آن‌ها وجود دارد. در برخی از کشورها درصد کمی از ظرفیت تولیدات متغیر به عنوان کل ظرفیت در دسترس و قابل اطمینان این تولیدات در نظر گرفته می‌شود. در ایتالیا از همین روش استفاده می‌شود.

برخی از روش‌های ارزیابی ریسک دارای رویکرد احتمالاتی (روش پایایی آماری^۱) هستند. در این رویکرد احتمالاتی یک معیار پایایی (LOLE) در یک دوره زمانی معین تخمین زده می‌شود. همچنین می‌توان از رویکردهای قطعی (روش پایایی حاشیه‌ای^۲) استفاده کرد که به تخمین مقدار از پیش تعریف شده توان می‌پردازند. در بیشتر کشورهای اروپایی از جمله ایتالیا از روش‌های احتمالاتی استفاده می‌شود [۲۰۹].

۱-Stochastic reliability methodology

۲-Reliability margin methodology

گزارش‌های کفایت تولید شامل یک مطالعه خاص به عنوان آزمون استرس سیستم هستند که در آن به ارزیابی توانایی منبع به تأمین بار در شرایط اضطراری می‌پردازند. در این شرایط میزان تولید و همچنین منحنی تقاضا تغییر می‌کنند [۲۱۲].

در بازار به هم پیوسته برق اروپا اتصالات بین کشوری نقش مهمی را در تضمین امنیت بازی می‌کنند، چرا که می‌توانند در استفاده بهینه از منابع برق در سرتاسر اروپا بویژه در شرایط اضطراری مورد استفاده قرار گیرند. در روش‌های ارزیابی کفایت تولید در ایتالیا تاثیر ارتباطات بین کشوری لحاظ شده و سیستم به صورت به هم پیوسته در نظر گرفته می‌شود. به منظور مدل‌سازی ظرفیت بالقوه ناشی از ارتباطات بین کشوری، عمدتاً از داده‌های گذشته استفاده می‌شود.

۳-۲-۶- بهبود پایایی

به منظور تأمین مداوم و بدون وقفه برق دو عامل ضروری وجود دارد: موجود بودن منابع کافی انرژی در دراز مدت و زیرساخت انتقال و توزیع انرژی الکتریکی به صورت ایمن و قابل اطمینان. نیروگاه‌های شرکت ENEL که بر اساس ترکیب متعادلی از منابع سنتی با بازده بالا و منابع عظیمی از انرژی‌های تجدیدپذیر فعالیت می‌کنند، دسترس‌پذیری بلندمدت به منابع انرژی را برای شبکه الکتریکی ایتالیا تضمین می‌کنند [۲۱۳].

شرکت ENEL توجه ویژه‌ای به منابع تجدیدپذیر انرژی و تحقیق و توسعه در زمینه تکنیک‌های جدید سازگار با محیط زیست دارد. این شرکت گروه EGP^۱ را برای مدیریت تولید توان از انرژی‌های تجدیدپذیر منصوب کرده است. در سال ۲۰۱۳ بیش از ۴۶ درصد (۸/۹ گیگاوات) از توان تولیدی توسط شرکت ENEL بدون کربن بوده است [۲۱۴].

۳-۶- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال

تجدید ساختار برق در این کشور منجر به جدا شدن مالکیت و بهره‌برداری تجهیزات شبکه برق ملی شد. شبکه برق ملی این کشور شامل تجهیزات فشارقوی و فشار متوسط می‌شود که مالکیت آن برای Terna است. بهره‌برداری از سیستم برق به عهده سازمان GRTN است.

قانون تنظیم فعالیت‌های صنعت انتقال این کشور در سال ۱۹۹۹ GRTN را به در نظر گرفتن اهداف افزایش ایمنی، پیوستگی تأمین، پایایی و کیفیت خدمات انتقال، بازدهی و کاهش محدودیت‌های ظرفیت و گرفتگی شبکه در هنگام توسعه شبکه موظف نمود.

با این وجود، مشکلاتی در زمینه هماهنگی Terna و GRTN به دلیل جدا بودن مالکیت و بهره‌برداری سیستم انتقال این کشور به وجود آمد. دو حادثه در سال ۲۰۰۳ (عدم کفایت تولید در شرایط پیک‌بار و در نتیجه قطع بار گسترده و نیز قطع بار به دلیل کم باری در بار شب) منجر به این شد که دولت پیشنهاد یکی شدن بهره‌بردار سیستم انتقال و نیز مالکیت آن را ارائه کند. در نهایت Terna شاخه‌ای از GRTN را که مسئول فعالیت‌های پخش بار بود، مالک شد [۲۱۵].

۱-۳-۶- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

در قانون ۲۵۰ صنعت برق ایتالیا در سال ۲۰۰۴، بهره‌بردار سیستم انتقال موظف به ثبت قطعی‌های گذرا، کوتاه مدت و بلند مدت توان شد به صورتی که برای هر قطعی دلیل، منبع، زمان شروع و پایان قطعی برای هر مشترک تحت تأثیر و وضعیت شبکه باید ثبت می‌شد. پارامترهایی که پیوستگی اتصال را تعریف می‌کردند در این سال تعریف شدند که شامل زمان متوسط قطعی^۱، انرژی تأمین نشده^۲، SAIFI، MAIFI و انرژی که از سمت تولیدکننده تأمین نشده است، بود [۲۱۴]. در این لیست اندازه‌گیری کیفیت ولتاژ که شامل تغییرات ولتاژ منبع، تغییرات سریع ولتاژ، افت ولتاژ^۳، بیش ولتاژ، فلیکر، اختلالات هارمونیک، عدم تعادل ولتاژ و انحرافات فرکانسی می‌شد بر عهده بهره‌بردار سیستم انتقال گذاشته شد. همچنین Terna موظف شد که بر اساس داده‌های گذشته خود در مورد کیفیت انتقال، هر سال سطح کیفیت مورد نظر خود را منتشر کند. این مقدار باید توسط AEEG تأیید شود. این سطح کیفیت تنها مرتبط با حوادثی که در سیستم انتقال اتفاق می‌افتد، می‌باشد. در سال ۲۰۰۷، Terna اولین گزارش خود را در مورد کیفیت سیستم انتقال منتشر کرد، اطلاعاتی در مورد کیفیت توان در سال ۲۰۰۶ ارائه داد و سطح کیفیت توان در سال ۲۰۰۶ را با آنچه به عنوان سطح مورد انتظار خود ارائه کرده بود، مقایسه نمود [۲۱۶].

۱-Average Interruption Time

۲-Energy Not Supplied

۳-Dips

با اجرای این طرح تا سال ۲۰۰۷، قانون‌گذار انرژی ایتالیا توانست داده‌های مرتبط با قطعی در سیستم انتقال را جمع‌آوری و اطلاعاتی در مورد نحوه نظارت بر کیفیت سیستم انتقال کسب کند. به همین ترتیب، AEEG با روند زیر به سمت قیمت‌گذاری تشویقی حرکت کرد [۲۱۷]:

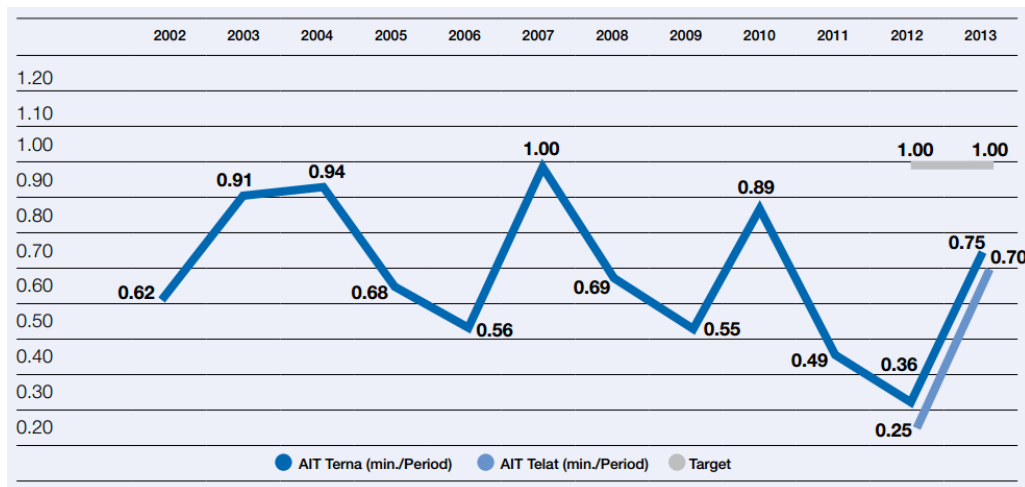
- انتشار سند مشاوره‌ای با ارائه اهداف این سازمان و ارزیابی تأثیرات این تصمیم
- برگزاری کارگاه مباحثه‌ای برای کسب نظرات بهره‌برداران و صاحبان سهام
- انتشار پاسخ بهره‌برداران به سند اولیه
- مشاوره برای بار دوم با ارائه گزینه‌های منتخب و مقادیر پیشنهادی برای پارامترهای فنی - اقتصادی
- کارگاه عمومی دوم
- مشاوره برای بار سوم با ارائه پیش‌نویس نهایی
- تصمیم‌گیری و ارائه گزارش بررسی تأثیرات تصمیم [۲۱۷]

در حال حاضر، سازمان AEEG تعرفه‌های سالانه Terna را بر اساس قوانینی که هر چهار سال تعیین می‌شود، تصویب می‌کند. این تعرفه‌ها همراه با برنامه‌های پاداش و جریمه خاصی است که هدف بهبود کیفیت خدمات را دنبال می‌کند [۲۱۵]. تا ۵۰٪ جریمه برای بیشتر از ۳۰٪ انحراف شاخص انرژی استفاده نشده از مقدار مرجع در نظر گرفته می‌شود [۲۱۶].

۲-۳-۶- ارزیابی پایایی

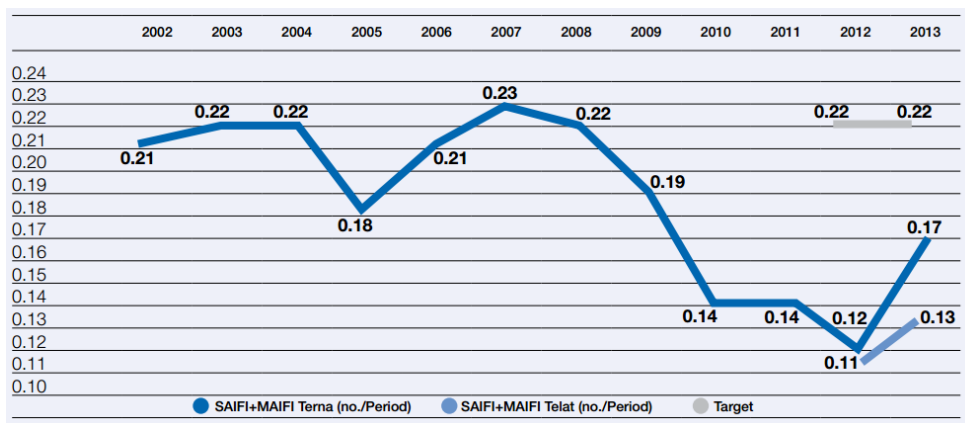
پیوستگی معیار مهم ارزیابی خدمات الکتریکی است. هر مرحله از سیستم برق - تولید، انتقال و توزیع - در نتیجه نهایی کیفیت خدمات الکتریکی مؤثر است. Terna کیفیت خدمات را از طریق شاخص‌های مختلفی ارزیابی می‌کند و هدف سالانه پیشرفت خود را با رویه‌هایی خاص تعیین می‌کند. AEEG و نظام‌نامه شبکه Terna شاخص‌هایی را که در ادامه ارائه می‌شود، تعریف کرده است. تغییرات این شاخص‌ها در طول زمان قابل توجه نبوده است [۲۱۵].

- شاخص دسترس‌پذیری - ASA^1 : میزان مورد نظر برای این شاخص ۹۹/۰۵ درصد بوده است. شکل زیر تغییرات این شاخص را نشان می‌دهد.



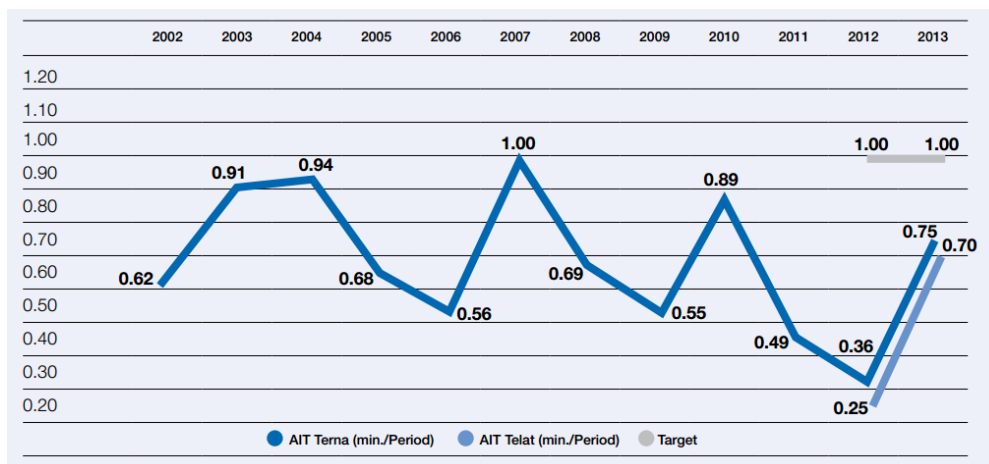
شکل ۶-۲: تغییرات شاخص ASA در طول زمان - از سال ۲۰۱۲ این شاخص برای Terna و Telat به صورت جداگانه محاسبه شده است.

▪ شاخص پیوستگی - SAIFI+MAIFI: میزان مطلوب برای این شاخص ۰/۲۲ بوده است.



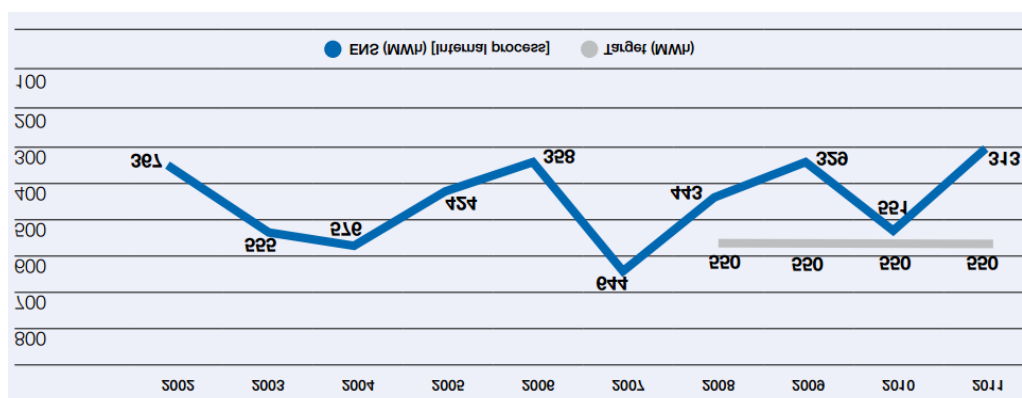
شکل ۶-۳: تغییرات نسبت SAIFI به MAIFI - از سال ۲۰۱۲ این شاخص برای Terna و Telat به صورت جداگانه محاسبه شده است.

▪ شاخص پیوستگی سیستم - AIT^۱: میزان مورد نظر برای این شاخص ۱ بوده است.



شکل ۴-۶: شاخص AIT. از سال ۲۰۱۲ این شاخص برای Terna و Telat به صورت جداگانه محاسبه شده است.

▪ شاخص پیوستگی خدمات - انرژی تامین نشده: مقدار مورد نظر این شاخص ۵۵۰ بوده است.

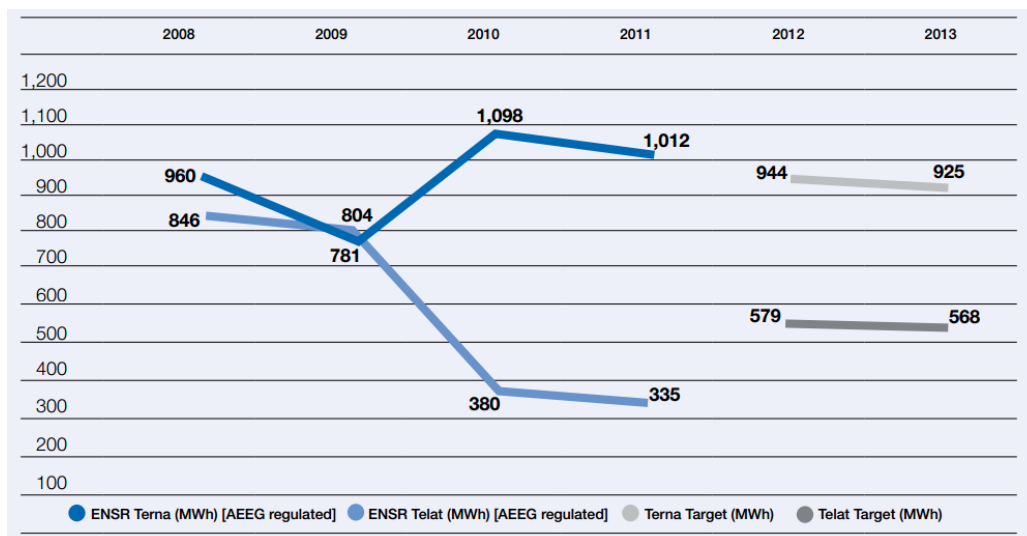


شکل ۴-۵: انرژی تامین نشده.

▪ انرژی تامین نشده مورد انتظار: AEEG کیفیت خدمات را با ساز و کار پاداش و جریمه خود کنترل می‌کند. شاخص

مورد استفاده در این سازوکار ENS بوده است که در دو شبکه Terna و Telat به صورت جداگانه محاسبه شده است

[۲۱۵].



شکل ۶-۶: انرژی تامین نشده مورد انتظار

۳-۳-۶- بهبود پایایی

سازمان Terna مسئولیت حفظ امنیت سیستم برق ایتالیا را که به شبکه اروپا متصل شده است، بر عهده دارد. این سازمان مسئولیت خود را با ارزیابی دائمی ریسک‌های بهره‌برداری موجود در شبکه انجام می‌دهد. هدف اصلی حفظ احتمال وقوع خروجی در شبکه در محدوده مجاز و جلوگیری از نتایج منفی وقوع چنین حوادثی در شبکه است. Terna ریسک‌های بهره‌برداری سیستم را به وسیله پایش و محافظت از یکپارچگی شبکه، آماده کردن طرح‌های دفاعی برای محدود کردن تأثیر خروجی‌ها، ارتقای کنترل به‌هنگام، آموزش اپراتورها، توسعه روش‌های جدید برای پشتیبانی از کنترل و برنامه‌ریزی، افزایش پایایی منابع پشتیبان و هماهنگی مدیریت اتصال شبکه انتقال ایتالیا با کشورهای همسایه انجام می‌دهد [۲۱۳-۲۱۵].

پروژه‌های اصلی سرمایه‌گذاری سیستم برق ایتالیا در گزارش طرح امنیت برای سیستم برق ارائه می‌شود و وزارت توسعه اقتصادی آن را تأیید می‌کند. این طرح، هر سال برای دوره برنامه‌ریزی چهار ساله ارائه می‌شود. طرح امنیت در ساختار فعلی خود هشت فعالیت برنامه‌ریزی، کنترل، قانون‌گذاری و نظارت، بازنشانی و پایش سیستم برق و همین‌طور بهره‌برداری امن و بهینه منابع تجدیدپذیر را شامل می‌شود [۲۱۴].

پروژه‌هایی که در این طرح ارائه می‌شود، معمولاً مرتبط با اهداف کوتاه مدت تا میان مدت با هدف افزایش امنیت سیستم و با اهداف میان مدت تا بلند مدت مرتبط با تحلیل و تحقیق در سناریوهای جدید بهره‌برداری سیستم است. تحلیل سناریوهای جدید منجر به راه‌حل‌های جدید بهره‌برداری از سیستم خواهد شد.

پروژه‌های کوتاه مدت تا میان مدت زیادی برای ایمن کردن تولید پراکنده از تغییرات غیرقابل کنترل منابع تجدیدپذیر تعریف شده است. به‌طور مثال طرح امنیت سال ۲۰۱۳ روش‌های جدیدی برای تنظیم ولتاژ و کنترل فرکانس در جزیره‌ها ارائه کرده است [۲۱۳].

Terna برای ارتقای سطح پایایی شبکه انتقال خود از تکنیسین‌های داخلی کشور ایتالیا برای پایش و تحلیل وضعیت نیروگاه‌ها و تجهیزات انتقال استفاده می‌کند. Terna از همکاری سازندگان و دانشگاه‌ها نیز استفاده می‌کند. در سال ۲۰۱۳، Terna مواد جدیدی را برای تولید نوعی از کابل‌های انتقال به کاربرد. این کابل در یکی از خطوط ۱۵۰ kV این کشور به‌کاربرده شد.

Terna توانسته است سیستم‌های پایش جدیدی تولید کند که در اجزای مختلف شبکه قابل استفاده است به‌طور مثال در اجزای خطوط، کابل‌های فشارقوی برای بررسی تخلیه جزئی و سایر ماشین‌آلات و تجهیزات پست‌ها. این سیستم تاکنون در یکی از پست‌های ۱۳۲ kV ایتالیا نصب شده است. همچنین تجهیزات پایش ۱۱ نیروگاه تاکنون تکمیل شده است. به‌طور خاص در یکی از پست‌ها دستگاه پایش نصب تخلیه جزئی در ترانسفورماتورها نصب شده است [۲۱۴]. همچنین پست‌های فشرده جدیدی در حال نصب است. تاکنون یک پست ۱۵۰ kV و یک پست ۳۸۰ kV فشرده احداث شده است.

۱-۳-۳-۶- انتقال هوشمند

Terna تلاش کرده است که شبکه انتقال ایتالیا را دینامیک بسازد یعنی این شبکه را به‌گونه‌ای تغییر دهد که قابلیت تغییر سریع و کارایی شبکه را در پاسخ به شرایط متغیر و غیرقابل پیش‌بینی فراهم کند. در طرح توسعه شبکه، Terna پروژه‌هایی تعیین کرده است که امنیت، پایایی و کارایی سیستم برق را در شرایط کاری مختلف تأمین کند [۲۱۲]؛ درحالی که استفاده کارا و منعطف از زیرساخت موجود یکی از اهداف این پروژه‌ها است. به همین ترتیب، سیستم قدرت باید قابلیت به‌کارگیری انرژی تجدیدپذیر را داشته باشد. پروژه‌هایی که در طرح توسعه در نظر گرفته شده، عبارت است از [۲۱۷]:

- نصب تجهیزات الکتریکی (ترانسفورماتورهای تغییر فاز) برای کنترل توان عبوری در شبکه‌های فوق فشارقوی و فشارقوی
- نصب کاندنسورهای سنکرون برای ارتقای پایداری و امنیت بهره‌برداری سیستم
- نصب راکتور و کاندنسور برای مدیریت توان راکتیو در شبکه به‌گونه‌ای که هزینه بازار کاهش یابد.

- استفاده از هادی‌های با ظرفیت بالا برای بیشتر کردن ظرفیت انتقال خطوط موجود و استفاده از بارگذاری بر اساس دما.
 - به‌کارگیری سیستم‌های ذخیره انرژی برای بیشتر کردن مزایای انرژی‌های تجدیدپذیر
 - استفاده از فناوری‌هایی که برای بهتر کردن پیش‌بینی تولید و کنترل تولیدات پراکنده بکار می‌رود.
- این راه‌حل‌ها به‌طور کلی تأثیرات محیطی کمی دارند (از تجهیزات فعلی بیشترین استفاده می‌شود) و هزینه و زمان پیاده‌سازی آن‌ها بسیار کمتر از آنچه برای شبکه جدید ضروری است، می‌باشد. همچنین راه‌حل‌های زیر نیز در نظر گرفته شده است [۲۱۷]:

- شرکت در پروژه به‌کارگیری منابع انرژی تجدیدپذیر در شمال مدیترانه^۱ GREEN-ME: این پروژه در کمیسیون اروپا به‌عنوان قسمتی از طرح اتصال تاسیسات اروپا توسط بهره‌برداران سیستم انتقال و شرکت‌های توزیع ایتالیا و فرانسه مطرح شد. این پروژه شامل توسعه سیستم برای به‌کارگیری تولید پراکنده از جنوب فرانسه تا شمال ایتالیا بوده است. این پروژه بستگی به حمایت مالی کمیسیون اروپا خواهد داشت.
 - ارتقای سیستم‌های دیجیتال کنترل و شناسایی شبکه: استفاده از تجهیزات دیجیتال برای فراهم کردن مستقیم اندازه‌گیری‌ها برای تحلیل و پایش کیفیت خدمات در شبکه [۲۱۷]
 - پایش شبکه: افزایش تأثیر نفوذ منابع تجدیدپذیر در شبکه توزیع نیازمند جمع‌آوری داده و مدل‌سازی شبکه است تا دید بهتری نسبت به تولید/بار در سیستم توزیع برای بهره‌برداری همزمان با شبکه انتقال فراهم کند.
- Terna در حال حاضر بر روی پروژه اتصال جریان مستقیم بین ایتالیا و فرانسه کار می‌کند. این پروژه در طرح توسعه ده ساله شبکه اروپا ENTSO-E قرار داده شده است. این خط با کابل زیرزمینی و در طول ۱۹۰ km ساخته خواهد شد. Terna عضو بهره‌بردار سیستم انتقال شبکه اروپا^۲ (ENTSO-E) است [۲۱۷].

۴-۶- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع

در این قسمت، فعالیت‌های انجام‌شده در سه محور پایایی در سطح توزیع ارائه می‌شود.

^۱-Grid Integration of Renewable Energy Sources in North-Mediterranean

^۲-European Network of Transmission System

۱-۴-۶- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

در ایتالیا ۱۴۴ توزیع‌کننده وجود دارد، به‌گونه‌ای که تعداد مشترکینی که این شرکت‌ها به آن‌ها برق‌رسانی می‌کنند، بسیار متفاوت است. یکی از این شرکت‌ها (ENEL) ۸۰٪ مصرف کل این کشور را تأمین می‌کند. درحالی‌که ۵۰ شرکت کوچک تنها به کمتر از ۱۰۰۰ مشترک برق‌رسانی می‌کنند. AEEG مسئول تعیین حداقل سطح کیفیت خدمات در بازار برق و نظارت بر مطابقت استانداردهای مربوطه است. AEEG طبق قانون موظف است از اینکه مشترکین در هنگام دریافت خدمات با کیفیت ناکافی هزینه‌های جبرانی دریافت می‌کنند، اطمینان حاصل کند [۲۱۸]. AEEG در دو زمینه استانداردهای کیفیتی خود را اعمال می‌کند: تداوم سرویس‌دهی و کیفیت تجاری^۱. تداوم سرویس‌دهی شامل تصویب مشوق‌هایی برای بهبود قابلیت اطمینان توان تأمین شده می‌شود. کیفیت تجاری با زمان پاسخ به درخواست‌های مشترکین مرتبط است. AEEG با انجام مطالعات WTP، میزان پرداخت تشویقی یا جریمه هر توزیع‌کننده را معین می‌کند. ضمن اینکه شاخص‌های مبنای SAIFI و SAIDI برای توزیع‌کننده‌ها و انواع مشترکین متفاوت تعیین می‌شود. برای تشویق توزیع‌کننده‌ها به تمرکز بر افزایش قابلیت اطمینان در آن نواحی که فاصله زیادی با مقدار مورد نظر دارند، پرداخت اضافه‌ای در نظر گرفته شده است [۲۱۸]. نحوه تغییر شاخص‌های مورد ارزیابی AEEG برای تعیین تعرفه‌های توزیع‌کنندگان با روند زیر تغییر یافته است [۲۱۹]:

- از سال ۲۰۰۰ شاخص SAIDI

- از سال ۲۰۰۶ حداکثر تعداد وقفه‌های بلندمدت برای مشترکین فشار متوسط

- از سال ۲۰۰۸ SAIDI، SAIFI، MAIFI

- از سال ۲۰۰۹ وقفه‌های طولانی مدت [۲۱۸]

مشترکین شبکه فشار متوسط تنها زمانی برای دریافت غرامت‌های ناشی از قطعی واجد شرایط هستند که الزامات فنی تعیین شده را برآورده سازند [۲۱۹].

در سیستم‌های فشار متوسط، AEEG ابتکاراتی را برای نظارت بر کیفیت ولتاژ به‌کار برده است. اطلاعات مربوط به کیفیت توان از سال ۲۰۰۶ جمع‌آوری شده است و پایگاه داده حاصل در معرض دید عموم قرار داده شده است. شرکت در پایگاه داده توسط توزیع‌کنندگان اجباری نیست؛ اما AEEG سعی در ایجاد مشوق‌های لازم داشته است. در این پایگاه داده، اطلاعاتی در

مورد فرورفتگی^۱ یا برآمدگی^۲ ولتاژ، مدت زمان و درصد افزایش یا کاهش ولتاژ برای هر توزیع‌کننده موجود است. توزیع‌کنندگان می‌توانند قراردادهای کیفیت توان با مشترکان خود امضا کنند که آن‌ها را متعهد می‌سازد که سطح معینی از کیفیت توان را فراهم کنند [۲۱۹]. لزومی به تأیید AEEG در مورد قراردادهای کیفیت توان نیست؛ با این وجود AEEG قوانینی در این مورد تصویب نموده است. هدف از قراردادهای کیفیت تجاری آن است که مسائل مربوط به اندازه‌گیری و منبع توان پوشش داده شود و پس از خصوصی‌سازی بازار برق، از منافع مصرف‌کنندگان، به طور خاص مشترکین کوچک محافظت کند. این استاندارد الزاماتی را در مورد زمانی که به درخواست‌های مشترک در مورد اتصال، فعال‌سازی و بررسی‌های فنی پاسخ داده می‌شود تعیین می‌کند. AEEG پرداخت‌هایی را برای مشترکین در هنگامی که توزیع‌کننده نتوانسته است الزامات را برآورده سازد، در نظر گرفته است [۲۲۰].

به‌طور کلی، بازار ایتالیا به‌خوبی توانسته است طرح‌های تشویقی را برای بهبود قابلیت اطمینان پیاده‌سازی کند. این مسئله به دلیل این است که سطح قابلیت اطمینان مورد نظر با توجه به عملکرد گذشته هر توزیع‌کننده حاصل می‌شود. با وجود این، طرح‌های تشویقی فاقد توضیح شفاف در مورد ارتباط بین حداکثر سود مجاز برای توزیع‌کننده و مشوق‌های قابلیت اطمینان است [۲۲۰].

۲-۴-۶- ارزیابی پایایی

سازمان تحقیق بر سیستم‌های انرژی، در زمینه تعمیرات مبتنی بر شرایط تجهیزات سطح انتقال و توزیع، روش‌های تشخیص وضعیت آن‌ها را شناسایی کرده است. این روش‌ها شامل موارد زیر است:

- اندازه‌گیری‌های توزیع میدان الکتریکی
- اندازه‌گیری دی الکتریکی
- مطالعات انتشار کرونا
- اندازه‌گیری ضریب تلفات

۱-Voltage dip

۲-Sag

بر اساس این روش‌ها حس‌گرهای جدیدی با به‌کارگیری فناوری نوری و لیزری طراحی و به کار گرفته شدند. هدف این سازمان تحقیقاتی از این پروژه افزایش قابلیت اطمینان سیستم الکتریکی و کاهش هزینه‌ها بوده است [۲۲۰]. شورای قانون‌گذاران انرژی اتحادیه اروپا^۱ (CEER)، کارگروهی تحت عنوان کیفیت توان دارد که در سال ۲۰۰۳ دومین گزارش خود را در مورد استانداردها و معیارهای کیفیت توان^۲ منتشر کرده است. پس از گسترش دامنه پوشش اتحادیه اروپا و پیوستن اعضای جدید به آن، امکان انجام مقایسه‌ای گسترده‌تر و جامع‌تر فراهم شد. به این ترتیب CEER از این کارگروه درخواست کرد که گزارش جدیدی در این باره منتشر کند [۲۲۰].

در این گزارش ابتدا تعدادی از شاخص‌های پایایی به عنوان معیاری از تداوم پیوستگی توان ارائه شده است. این شاخص‌ها شامل SAIDI، SAIFI، MAIFI، ENS و AIT می‌شود. کشورها از لحاظ در دسترس بودن داده برای انجام ارزیابی‌ها بررسی شده‌اند. به‌طور مثال، ایتالیا دارای داده‌ی کافی برای ارزیابی تغییرات این شاخص‌ها، تحلیل سیگنال ولتاژ و تغییرات آن، تحلیل منطقه‌ای و یافتن مشترکینی که بدترین خدمات را دریافت نموده‌اند، است. همچنین در ایتالیا، داده‌های مربوط به وقفه همه سطوح ولتاژ ثبت می‌گردد. در حالی که در تعداد زیادی از کشورهای اروپایی تنها وقفه‌های سطوح فشار قوی و متوسط ثبت می‌گردد [۲۲۰]. بنابراین داده‌های اندازه‌گیری شده، وقفه‌های واقعی که مشترکین آن‌ها را تجربه کرده‌اند را منعکس نمی‌کند. همچنین در کشورهای اروپایی که تنها دارای یک شرکت توزیع هستند، داده‌های منطقه‌ای در دسترس نیست (به‌طور مثال در ایرلند). اما در کشورهای دیگر داده‌های مناطق دسته‌بندی می‌شود و برای مقایسه مسائلی همچون تأثیر شبکه هوایی و زمینی و یا مناطق شهری و غیرشهری استفاده می‌شود.

در ایتالیا از شاخص‌های SAIDI، SAIFI و MAIFI در هر سه سطح ولتاژ استفاده می‌شود. همچنین شرکت‌های توزیع موظف‌اند گزارشی در مورد مشتریانی که بدترین خدمات را دریافت داشته‌اند، به صورت سالانه به AEEG ارائه کنند. در این گزارش جدولی همانند شکل ۶-۷ ارسال می‌شود که محدوده‌ی تعداد قطعی‌ها برای مناطق مختلف، متفاوت است. این جدول برای مناطق شهری است [۲۲۰].

AEEG قوانین خاصی را برای نحوه ثبت خطاها وضع نموده است. این قوانین شامل فناوری مورد استفاده، ثبت دلیل خرابی و دسته‌بندی آن و ارزیابی تعداد مشترکین تحت تأثیر می‌شود. در زمینه ارزیابی مشترکین تحت تأثیر، دستگاه‌های

^۱-Council of European Energy Regulators

^۲-2nd Benchmarking report on quality of supply

خودکار ثبت وقفه (سیستم SCADA) در همه خطوط فشار قوی و متوسط نصب شده‌اند. ثبت پیکربندی شبکه در هنگام وقفه‌های بلندمدت وظیفه شرکت توزیع است. اما در مورد مشترکین فشار ضعیف، از روش میانگین‌گیری برای ثبت تعداد مشترکین استفاده می‌شود [۲۱۹].

Example of format for worst-served analysis used in Italy (urban districts)						
	Up to 1 long interr/year	2 long interr/year	3 long interr/year	4 long interr/year	5 or more long interr/year	Total
Up to 1 short interr/year						
2 or 3 short interr/year						
4 or 5 short interr/year						
6 or more short interr/year						
Total						

شکل ۶-۷: نمونه‌ای از نحوه ارائه داده در مورد مشترکینی که ضعیف‌ترین خدمات را دریافت نموده‌اند.

در مورد علت وقفه‌ها در ایتالیا، تعدادی از خرابی‌ها مورد استثنا قرار می‌گیرند و در محاسبات پاداش یا جریمه استفاده نمی‌شوند. مثلاً، خرابی‌هایی که در اثر نقص سیستم انتقال و یا تولید به وجود آمده‌اند، در هنگام محاسبه شاخص‌های پایایی شرکت‌های توزیع مورد محاسبه قرار نمی‌گیرند. استانداردهایی که باید تضمین شوند، شامل تعداد قطعی‌های برنامه‌ریزی نشده در هر مشترک فشار قوی و متوسط و زمان بازنشانی برق است [۲۲۰]. اما مقادیر این استانداردها و حتی مقادیر مورد نظر برای محاسبه جریمه و پاداش، به صورت منطقه‌ای و برحسب داده‌های گذشته هر شرکت تعیین می‌شود. با این وجود، به دلیل یکسان بودن نرخ تعرفه شرکت‌های توزیع در کل کشور، هزینه پاداش و یا جریمه بر کل مشترکین تقسیم می‌گردد. نرخ تشویقی از مطالعاتی که از مشترکین (مطالعات تمایل به پرداخت^۱ WTP) صورت می‌گیرد تعیین می‌شود که میزان ارزش انرژی تأمین شده را برای مشترکین نشان می‌دهد [۲۱۸]. به هر حال طرح پرداخت‌های تشویقی در اولین دوره پیاده‌سازی در سال ۲۰۰۰-۲۰۰۳ توانست فاصله بین ایتالیا و کشورهای با پایایی بالا در اروپا را پر کند. علاوه بر این، شاخص‌های پایایی مناطق مختلف ایتالیا نیز بسیار به یکدیگر نزدیک شد. در دور دوم پیاده‌سازی طرح در سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۷، تغییراتی اعمال شد که شامل تعیین سطح استاندارد تعداد وقفه و مقدار مورد نظر برای SAIDI، مقدار حداکثر و حداقل برای جریمه و پاداش و نیز تعریف متفاوت مقادیر تشویقی بر اساس نوع مشترکین خانگی و تجاری بود [۲۲۱].

۱-Willingness to pay

۳-۴-۶- بهبود پایایی

AEEG تاکنون حمایت‌های مالی بسیاری را از پروژه‌های اتوماسیون و مدیریت پیشرفته شبکه نموده است. همچنین وزارت توسعه اقتصادی بیش از ۲۰۰ میلیون یورو در پروژه‌های شبکه‌های هوشمند و مدرن کردن سیستم قدرت در نواحی جنوبی ایتالیا سرمایه‌گذاری کرده است [۲۲۲]. در این قسمت، نمونه‌های از پروژه‌های اتوماسیون شبکه قدرت که منجر به ثبت داده‌های مرتبط با پایایی و بهبود آن می‌شود، ارائه می‌شود [۲۲۳].

نصب کنتورهای هوشمند: ایتالیا یکی از اولین کشورهایی بود که حجم انبوهی از کنتورهای هوشمند را برای مشترکین خانگی نصب نمود. Enel اولین بار در سال ۲۰۰۱، این دستگاه‌ها را پیش از آزادسازی بازار برق امتحان نمود. نصب گسترده این دستگاه‌ها در سال ۲۰۰۲ آغاز شد. عواملی که Enel را تشویق به سرمایه‌گذاری در این فناوری جدید نمود، شامل سود مورد انتظار در زمینه بهره‌برداری و فروش توان و خدمات‌رسانی به مشترکین بود. دولت یا قانون‌گذار هیچ نقشی در برنامه Enel نداشتند [۲۲۳].

Enel در این پروژه نزدیک به دو میلیون یورو یا به‌طور معادل ۷۰ یورو برای هر مشترک سرمایه‌گذاری کرد و از سال ۲۰۰۶ که فرایند نصب کامل شد، سود ۵۰ میلیون یورویی آن آغاز شد. Enel اعلام کرد که سود حاصل‌شده بسیار به آنچه پیش‌بینی کرده بود نزدیک است [۲۲۳].

بر اساس موفقیت Enel در این پروژه، AEEG قانونی تعیین نمود که نصب کنتورهای هوشمند را برای همه مشترکین خانگی و غیر خانگی شبکه فشار ضعیف اجباری کرد. تعویض اجباری کنتورهای قدیمی‌تر در سال ۲۰۰۸ آغاز شد و تا چهار سال ادامه یافت. شرکت‌های توزیع ایتالیایی موظف به نصب کنتورهای هوشمند برای همه مشترکین فشار ضعیف که ظرفیت بالاتر از ۵۰kW دارند تا سال ۲۰۰۸ بودند [۲۱۹].

پروژه پیاده‌سازی اتوماسیون و حفاظت پیشرفته در شبکه‌های فشار متوسط: شرکت توزیع Enel این پروژه را پیاده‌سازی می‌کند. هدف از این پروژه، تست کردن مدل نوین حفاظت، اتوماسیون و مدیریت تولید توان در شبکه‌های توزیع برای به‌کارگیری کاراتر منابع انرژی تجدیدپذیر در شبکه توزیع است (ناحیه‌ای که در آن این پروژه پیاده‌سازی شده است، دارای پتانسیل بالایی برای استفاده از انرژی خورشیدی، آبی و گازهای طبیعی است). از دیگر اهداف این پروژه، مدیریت پایا و ایمن سیستم در همه شرایط کاری است. این پروژه اخیراً جایزه مالی از AEEG دریافت نموده است. این جایزه برای حمایت از

پروژه‌های خلاقانه شبکه هوشمند تعیین شده است [۲۲۲]. این پروژه، روش جدیدی برای مدیریت منابع تولید پراکنده پیشنهاد داده است که بر مشارکت فعال شرکت توزیع و مشترک نظارت دارد. نظارت از طریق اتصالات پهنای گسترده صورت می‌گیرد و منجر به نصب ۸۰۰۰ تجهیزات اطلاعات هوشمند برای مشترکین شبکه فشار ضعیف خواهد شد. این تجهیزات اطلاعاتی در مورد تغییرات قیمت انرژی دریافت می‌کنند و استفاده کارا از منابع انرژی را نتیجه خواهند داد. همچنین پروژه شامل نصب ایستگاه شارژ خودروهای الکتریکی که با سلول‌های خورشیدی و سیستم ذخیره انرژی یکپارچه شده‌اند، می‌شود. سیستم ذخیره انرژی قابلیت‌های فراوانی از جمله مدیریت خطوط فشار متوسط، از بین بردن پیک بار و مسطح نمودن آن خواهد داشت. این پروژه از سال ۲۰۱۱ آغاز شده است و تا سال ۲۰۱۴ ادامه می‌یابد و سرمایه‌ای در حدود ۷ میلیون یورو نیاز خواهد داشت [۲۲۳].

فصل هفتم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور

ژاپن

مقدمه

در این فصل به بررسی وضعیت پایایی کشور ژاپن در حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع توان الکتریکی پرداخته می‌شود و فعالیت‌های انجام‌شده در این کشور در محورهای قانون‌گذاری، ارزیابی و بهبود پایایی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

صنعت انرژی در ژاپن (شامل انرژی الکتریکی و گاز) توسط وزارت اقتصاد، تجارت و صنعت (METI^۱) قانون‌گذاری می‌شود. قانون داد و ستد برق (EBA^۲) منبع اصلی تصویب مقررات در حوزه‌های بازار تولید، انتقال و فروش (توزیع) انرژی الکتریکی است. در حوزه انرژی هسته‌ای بر اساس قانون بنیادی انرژی اتمی (AEFA^۳) عمل می‌شود. بر اساس قانون EBA، هر سازمانی که بخواهد در داد و ستد برق در حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع فعالیت کند می‌بایست مجوز لازم را از METI دریافت کند. طبق EBA، شرکت‌های برق مشمول قانون‌گذاری به پنج گروه دسته‌بندی می‌شوند [۲۲۴]:

- شرکت‌های عمومی برق: شرکت‌هایی که بار عمومی مورد نیاز مصرف‌کنندگان را تأمین می‌کنند.
- شرکت‌های عمده فروش برق: بهره‌برداران تجهیزات تولید که توان بالاتر از ۲ هزار مگاوات را به شرکت‌های عمومی برق تحویل می‌دهند.
- PPS^۴ها: شرکت‌هایی که توان بیش از ۵۰ کیلووات را از طریق خطوط متعلق به شرکت‌های عمومی برق تأمین می‌کنند.
- شرکت‌های برق خاص: شرکت‌هایی که از تجهیزات تولید توان و همچنین خطوط انتقال متعلق به خودشان برای رساندن برق به مشتریان استفاده می‌کنند.

۱-Ministry of Economy, Trade and Industry

۲-Electricity Business Act

۳-Atomic Energy Fundamental Act

۴-Power Producer suppliers

• تولیدکنندگان مستقل توان^۱ IPP: شرکت‌هایی که برای تأمین توان، توافقات بلندمدتی با شرکت‌های عمومی برق دارند [۲۲۴].

در میان موارد بالا، شرکت‌های عمومی برق نقش مهم‌تری را در تأمین انرژی الکتریکی ایفا می‌کنند. در حال حاضر ۱۰ شرکت عمده عمومی برق در ژاپن وجود دارد. در سال ۱۹۵۲، این شرکت‌ها به منظور ایجاد هماهنگی و توسعه فعالیت در صنعت، فدراسیون شرکت‌های توان الکتریکی (FEPC^۲) را پایه‌گذاری کردند. از آن زمان FEPC نقش مهمی را در ایجاد ارتباط میان شرکت‌های برق و همچنین فراهم آوردن فضایی باز برای تبادل ایده‌ها در رابطه با آینده صنعت برق ایفا کرده است. به علاوه، FEPC وظایف متعددی را برای تضمین عملکرد پایدار شبکه بر عهده دارد. لیست ۱۰ شرکت عمومی برق ژاپن در ادامه آورده شده است [۲۲۴]:

- Hokkaido Electric Power Co., Inc. (HEPCO)
- Tokyo Electric Power Co., Inc. (TEPCO)
- Chubu Electric Power Co., Inc. (CEPCO)
- Hokuriku Electric Power Co., Inc. (Hokuden)
- The Kansai Electric Power Co., Inc. (KEPCO)
- The Chugoku Electric Power Co., Inc. (Chuden)
- Shikoku Electric Power Co., Inc. (Yonden)
- Kyushu Electric Power Co., Inc. (Kyuden)
- The Okinawa Electric Power Co., Inc. (Okiden)
- Tohoku Electric Power Co., Inc. (Tohokuden)

تا سال ۱۹۹۵ تولید، انتقال و توزیع توان الکتریکی در ژاپن در قالب یک سیستم یکپارچه شامل ۱۰ شرکت عمده برق انجام می‌گرفته است. از سال ۱۹۹۵ به بعد، بخش تولید و فروش انرژی الکتریکی طی ۴ مرحله به صورت آزاد و رقابتی در آمد. لازم به ذکر است که سیستم انتقال هنوز هم عمدتاً توسط همان ۱۰ شرکت عمومی برق بهره‌برداری می‌شود [۲۲۵].

۱-Independent Power Producer

۲-Federation of Electric Power Companies

۱-۷- سازمان‌های مسئول تضمین پایایی در ژاپن

در حال حاضر در کشور ژاپن برای بهره‌برداری تجهیزات انتقال سازمان مستقلی مشابه ISO^۱ و یا RTO^۲ در آمریکا، وجود ندارد. در ژاپن شرکت‌های عمومی برق مالک و بهره‌بردار تجهیزات انتقال هستند و خود همین شرکت‌ها مسئول تضمین پایایی شبکه انتقال می‌باشند [۲۲۶].

شورای سیستم قدرت الکتریکی ژاپن (ESCJ^۳) که به عنوان تنها سازمان منصوب شده از سوی METI برای پشتیبانی سیستم انتقال و توزیع در ژاپن است، فراتر از محدوده محلی هر یک از شرکت‌های عمومی بر عملکرد مبادله برق در سراسر کشور برق نیز نظارت دارد. این سازمان از طرف METI مسئولیت نظارت بر اجرای قوانین پایایی توسط شرکت‌های عمومی برق را بر عهده دارد.

۲-۷- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید

کشور ژاپن یکی از بزرگترین مصرف‌کنندگان انرژی الکتریکی در آسیا به شمار می‌رود. اما با توجه به استفاده از منابع متنوع سوخت در نیروگاه‌ها و رعایت مسائل ایمنی و همچنین نرخ پایین رشد تقاضای برق در این کشور، تا سال ۲۰۱۱ مشکل عمده‌ای در رابطه با کفایت تولید مطرح نبوده است. در سال ۲۰۱۱ با وقوع زلزله و وارد آمدن آسیب جدی به یکی از نیروگاه‌های هسته‌ای این کشور، مسأله ایمنی نیروگاه‌های هسته‌ای و یافتن جایگزین مناسب برای این نیروگاه‌ها به منظور تأمین تقاضا به صورت ایمن، به یکی از مهمترین دغدغه‌های سال‌های اخیر این کشور تبدیل شد [۲۲۶].

بنا بر آمار مرکز اطلاعات سیستم قدرت الکتریکی ژاپن (JEPIC^۴) ظرفیت نصب شده تولید توان الکتریکی در ژاپن در سال ۲۰۱۱ در حدود ۲۸۶ گیگاوات بوده است، که در این میان سوخت‌های فسیلی با ۱۸۵ گیگاوات (۶۵ درصد) نقش مهمی را ایفا می‌کنند. ظرفیت هسته‌ای ۴۹ گیگاوات بوده که ۱۷ درصد از ظرفیت کل را تشکیل داده است. نیروگاه‌های برق‌آبی نیز در حدود ۱۷ درصد از ظرفیت تولید را تشکیل داده‌اند و سال‌هاست که به عنوان یک منبع مطمئن مورد استفاده قرار می‌گیرند. تا آن زمان انرژی‌های تجدیدپذیر درصد اندکی از ظرفیت تولید را به خود اختصاص داده بودند [۲۲۷].

۱-Independent System Operator

۲-Regional Transmission Organization

۳-Electric Power System Council of Japan

۴- Japan Electric Power Information Center

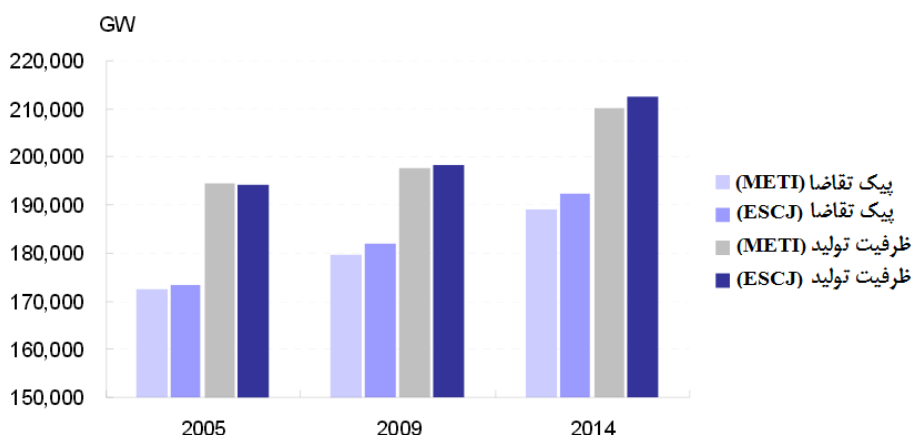
۱-۲-۷- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

در مقدمه این فصل به طور مختصر به برخی از سازمان‌های مسئول در زمینه پایایی اشاره شد. در این بخش به مسأله قانون‌گذاری حوزه پایایی در کشور ژاپن پرداخته می‌شود.

مسئولیت حفظ پایایی بر عهده شرکت‌های عمومی برق است و سازمان ESCJ وظیفه قانون‌گذاری و نظارت بر سیستم را برعهده دارد و دولت از طریق برنامه‌های سالانه، وضعیت کلی پایایی را پایش می‌کند.

از زمانی که ساختار صنعت برق به صورت رقابتی و آزاد درآمد، تغییری در مسئولیت تضمین پایایی به وجود نیامده و این مسئولیت همچنان بر عهده شرکت‌های عمومی برق باقی مانده است، به نحوی که این شرکت‌ها موظفند کفایت و امنیت ظرفیت تولید مسیر عبور انرژی را تأمین کنند. برقراری ارتباط و هماهنگی خطوط ارتباطی میان شرکت‌های برق، ارتباطات و هماهنگی برای مبادلات بازار برق و تهیه و تنظیم برنامه‌های ساخت خطوط ارتباطی درون ناحیه‌ای توسط ESCJ انجام می‌گیرد [۲۲۷].

برنامه‌ریزی بلندمدت برای اضافه کردن ظرفیت تولید، توسط دولت و سازمان ESCJ مدیریت می‌شود. هر یک از ۱۰ شرکت عمومی برق موظفند در پایان هر سال مالی برنامه ۱۰ ساله تأمین توان خود را به وزارت اقتصاد، تجارت و صنعت (METI) ارائه دهند. این برنامه‌ها توسط آژانس منابع طبیعی و انرژی (ANRE^۱) تهیه و هر ساله به عنوان "برنامه‌های تأمین برق" منتشر می‌شود. سازمان ESCJ نیز گزارشی در مورد "ارزیابی پایایی منبع" به وزارت METI ارائه می‌دهد. در شکل ۷-۱ خلاصه‌ای از نتایج ارزیابی‌های پیک تقاضا و ظرفیت تولید که توسط سازمان‌های ANRE و ESCJ ارائه شده است، نشان داده می‌شود، که بیان‌گر تفاوت اندکی در نتایج این دو ارزیابی است. در این ارزیابی‌ها مسأله کفایت تأمین توان از دید بلند مدت و کوتاه مدت مورد توجه قرار گرفته است. شایان ذکر است که در این ارزیابی‌ها سیستم به صورت HL1 مدل شده است و اثر بخش انتقال و توزیع نادیده گرفته شده است [۲۲۷].



شکل ۷-۱: پیش‌بینی ظرفیت تولید و تقاضا

جدول ۷-۱ نهادهای مسئول تضمین پایایی در ژاپن و آمریکا را با هم مقایسه می‌کند. با وجود اینکه در هر کشور شرایط متفاوتی حاکم است، شباهت‌هایی نیز وجود دارد. در هر دو کشور سازمان بی‌طرفی به منظور حفظ پایایی و ایجاد یک بازار برق با استفاده از قوانین و استانداردهای پایایی تشکیل شده است [۲۲۵].

جدول ۷-۱: چهارچوب برقراری پایایی در ژاپن و ایالات متحده آمریکا

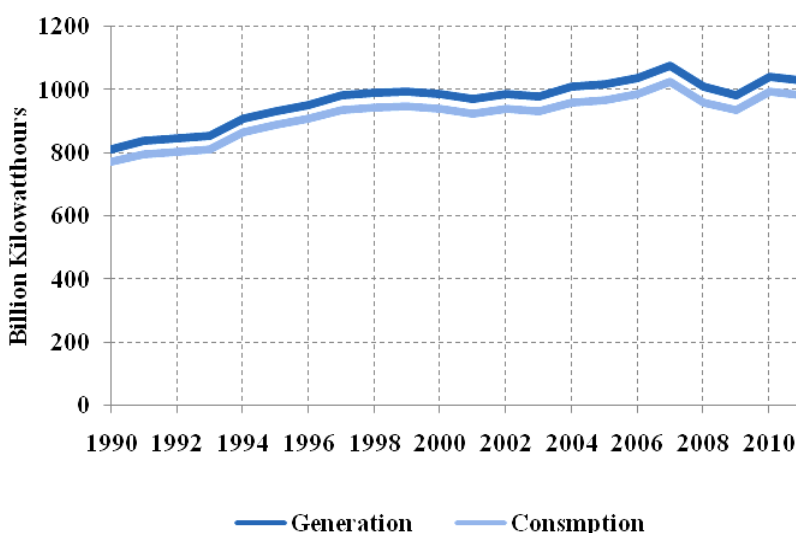
	ژاپن	ایالات متحده آمریکا
سازمان پایایی	ESCJ	NERC
قوانین پایایی	قوانین ESCJ	استانداردهای پایایی برای سیستم قدرت آمریکای شمالی
شروع فعالیت	سپتامبر ۲۰۰۴	آوریل ۲۰۰۵
مسئولیت پایایی	شرکت‌های عمومی برق	بین سازمان‌ها تقسیم شده
گزارش‌های ارزیابی پایایی	گزارش ارزیابی پایایی منبع (ESCJ) برنامه‌های تأمین برق (METI)	ارزیابی بلندمدت ارزیابی تابستان ارزیابی زمستان
فعالیت‌های اصلی	از بین بردن عدم توازن میان سازمان‌ها	هماهنگی میان سازمان‌های مختلف

۲-۲-۷- ارزیابی پایایی

اگرچه تقاضای برق در ژاپن رتبه دوم را در آسیا به خود اختصاص داده است، نرخ رشد تقاضا در این کشور بسیار پایین است. همچنین بنابر گزارش‌های FEPC و IEA^۱ ژاپن به هیچ یک از انواع منابع تولید توان به میزان بیش از ۳۰ درصد از ظرفیت کل وابسته نیست. بنابراین در این شرایط مشکل قابل توجهی در رابطه با مسأله کفایت تولید انرژی الکتریکی وجود نداشته است [۲۲۶].

شکل ۲-۷ نمودار میزان انرژی الکتریکی تولیدی و انرژی مصرفی سالانه ژاپن (بر حسب بلیون کیلووات ساعت) را برای

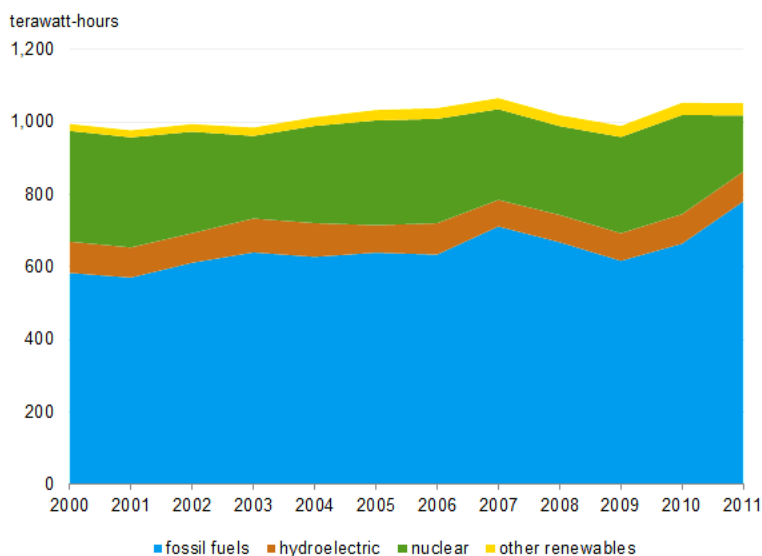
سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ نشان می‌دهد.



شکل ۲-۷: نمودار نرخ رشد انرژی تولیدی و مصرفی در ژاپن

از زمان وقوع حادثه زلزله و سونامی (فوکوشیما) در ژاپن، نیروگاه‌های هسته‌ای موقتاً از مدار خارج شده و شبکه برق با از دست رفتن ناگهانی بخش اعظمی از ظرفیت تولید مواجه شد. این ظرفیت طبق تخمین آژانس بین‌المللی انرژی اتمی در حدود ۳۰ درصد و طبق تخمین سازمان EPRI بین ۱۳ تا ۱۸ درصد از کل ظرفیت تولید این کشور را تشکیل می‌داد. از این رو کشور ژاپن با مشکل عدم تعادل میان تولید و تقاضا مواجه شد [۲۲۷].

شکل زیر میزان انرژی الکتریکی تولیدی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ ژاپن را بر حسب نوع سوخت نیروگاه نشان می‌دهد.



شکل ۷-۳: تولید انرژی الکتریکی در ژاپن بر حسب نوع سوخت

همانطور که در مقدمه این فصل عنوان شد، شرکت‌های عمده برق ژاپن ۱۰ مورد هستند. در ادامه به فعالیت‌های انجام شده توسط یکی از مهم‌ترین این شرکت‌ها یعنی KEPCO در زمینه ارزیابی وضعیت سوخت نیروگاه‌های هسته‌ای و حرارتی اشاره می‌شود [۲۲۸].

۷-۲-۲-۱- تامین پیوسته انرژی الکتریکی، سوخت نیروگاه‌ها

شرکت KEPCO تامین پیوسته و امن سوخت نیروگاه‌های هسته‌ای و حرارتی آینده را توسط پروژه‌های سوختی با در نظر گرفتن طرح کربن-پایین و قیمت بالای منابع محدود بررسی می‌کند.

۷-۲-۲-۲- تامین مداوم سوخت هسته‌ای

شرکت KEPCO تلاش‌های مصرانه‌ای برای بازیابی مجدد اعتماد به نیروگاه‌های هسته‌ای انجام می‌دهد و تامین پیوسته سوخت هسته‌ای را با لحاظ کردن مسائل اقتصادی و تعادل منطقه‌ای تضمین می‌کند [۲۲۹].

در بازار اورانیوم فاکتورهای وجود دارند که باعث افزایش قیمت می‌شوند، به عنوان نمونه افزایش تقاضا توسط کشورهای مصرف‌کننده جدید اورانیوم. در مقابل، عواملی نیز وجود دارند که باعث تنزل قیمت اورانیوم می‌شوند، به عنوان نمونه می‌توان به حادثه نیروگاه هسته‌ای فوکوشیما دایچی در توکیو اشاره کرد. بنابراین بازار دارای عدم قطعیت است. به منظور تضمین تامین مداوم اورانیوم، در سال ۲۰۰۶ شرکت KEPCO شروع به سرمایه‌گذاری بر روی پروژه معدن اورانیوم واقع در جمهوری

قزاقستان کرد. همچنین در پروژه اکتشاف اورانیوم و مطالعه امکان سنجی منابع اورانیوم در استرالیا از طریق شرکت توسعه منابع اورانیوم ژاپن-استرالیا مشارکت ورزید و از سال ۲۰۰۸ دارای سهام در این پروژه است. فعالیت برای اطمینان از تامین سوخت هسته‌ای همچنان ادامه خواهد داشت.

بعلاوه KEPCO به این امر واقف است که وجود سیکل سوخت هسته‌ای با قابلیت استفاده مجدد از سوخت مصرف شده و استفاده بهینه از پلوتونیم، اورانیوم و سایر سوخت‌های بازیافت شده در جهت صرفه‌جویی در مصرف منابع اورانیوم و سازگاری با محیط زیست دارای اهمیت زیادی است و در همین راستا در حال پیش بردن چنین سیستمی است. با وجود همه این مسائل با در نظر داشتن مناطق مسکونی در نزدیکی نیروگاه، اولویت اصلی، امنیت نیروگاه است [۲۲۹].

۳-۲-۷- تقویت زنجیره‌های تامین سوخت حرارتی

شرکت KEPCO در زمینه زنجیره تامین سوخت نیروگاه‌های حرارتی فعالیت‌های زیادی انجام داده است که به چند نمونه از آن اشاره می‌شود. در سال ۲۰۱۱ قراردادی برای واردات گاز LNG بسته شد و همچنین تحقیقاتی در زمینه استخراج LNG از گاز shale به عنوان یک ماده ناخالص انجام شده است. به علاوه در سال ۲۰۱۲ پروژه Pluto LNG آغاز به کار کرد. در زمینه نفت، به منظور توسعه زنجیره تامین، گستره نوع نفت قابل تهیه، توسعه داده شده است. در زمینه زغال‌سنگ، به منظور بهبود وضعیت اقتصادی، ترکیب بهینه‌ای از قراردادهای پرداخت بلند مدت و کوتاه مدت استفاده شده است. همچنین فعالیت‌هایی در جهت بهبود امنیت و کاهش هزینه‌های انتقال سوخت انجام شده است [۲۳۰].

در کشور ژاپن چند سازمان تحقیقاتی وجود دارند که در زمینه انرژی و برق فعالیت می‌کنند. بزرگترین موسسه تحقیقاتی فعال در زمینه قدرت الکتریکی سازمان CRIEPI^۱ است. در ادامه به برخی از فعالیت‌های انجام شده توسط این سازمان در زمینه طول عمر تجهیزات قدرت و همچنین امنیت نیروگاه‌های هسته‌ای ژاپن اشاره می‌شود [۲۲۹].

۴-۲-۷- شناسایی و ارزیابی طول عمر تجهیزات قدرت

سازمان CRIEPI با هدف کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری تجهیزات، تحقیقات زیادی در رابطه با تکنیک‌های پیشرفته شناسایی و روش‌های ارزیابی طول عمر مبتنی بر فرسودگی‌های حرارتی و الکتریکی برای تجهیزات قدرت نظیر

ترانسفورماتورها، سوئیچگیرهای با عایق گاز، ژنراتورهای برق‌آبی و کابل‌های XLPE انجام داده است. چند نمونه از نتایج حاصل از این بررسی‌ها به شرح زیر است [۲۳۱].

- مکانیزم فرسودگی کابل‌های XLPE با عمر بالا مشخص می‌شود و عمر باقیمانده این کابل‌ها تخمین زده می‌شود. مشخص شد که پروسه غالب فرسودگی کابل‌های XLPE با عمر بالا مربوط به "درخت آب" و گسترش آن در عایق است.
- به منظور پیاده‌سازی تکنیک شناسایی فرسودگی ژنراتورهای برق‌آبی، سیستم پایش تخلیه جزئی برای سیم‌پیچ استاتور بصورت آنلاین با نصب آسان تهیه شده است.
- روشی مبتنی بر فرسودگی حرارتی کاغذ عایق ناشی از جریان بار ترانسفورماتور، برای تخمین عمر ترانسفورماتور توزیع پیشنهاد شده است.
- برنامه‌های آینده: توسعه تکنیک‌های پیشرفته شناسایی فرسودگی و ارزیابی عمر باقیمانده تجهیزات قدرت و کابل‌های XLPE.

۵-۲-۷- مروری بر برخی از زمینه‌های پروژه‌های تحقیقاتی

CRIEPI با استفاده از توانایی‌های تحقیقاتی بدست آمده در طول ۶۰ سال، با استفاده از متخصصین مختلف در زمینه‌های

مختلف مهندسی به تحقیق و توسعه تکنولوژی‌های مربوط به تولید، تامین و استفاده از انرژی الکتریکی می‌پردازد [۲۳۱].

- مدیریت بهینه ریسک
- مطالعه امنیت سیستم‌های LWR
- بررسی خطرات طبیعی برای تجهیزات هسته‌ای
- ارزیابی مقاومت تجهیزات هسته‌ای در برابر حوادث طبیعی
- توسعه روش‌های ارزیابی انتشار و رفتار بلندمدت مواد رادیو اکتیو
- توسعه روش‌های برای بررسی آتش‌سوزی در تجهیزات هسته‌ای
- ریسک‌های تشعشع هسته‌ای

- ارزیابی عددی ریسک تشعشع هسته‌ای با دُز پایین و انعکاس آن به سیستم‌های حفاظت تشعشع
 - کاهش اثر بلایای طبیعی بر تجهیزات انتقال و توزیع
 - توسعه روش‌های پیش‌بینی تاثیر آب و هوا بر تجهیزات سیستم قدرت
 - روش‌های پیشگیری و جبران خسارات وارد شده به تجهیزات انتقال و توزیع به علت طوفان
 - مدیریت ریسک در برابر صاعقه
- زمینه‌های اصلی تحقیقات در آزمایشگاه تحقیقاتی تکنولوژی هسته‌ای شامل موارد زیر است [۲۳۲]:
- توسعه تکنولوژی‌هایی برای بهبود بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری راکتورهای آب سبک
 - تحقیق در رابطه با تکنولوژی‌های اساسی برای محل نیروگاه‌های با راکتور آب سبک، نظیر ارزیابی انتقال حرارت، جریان مایع و هسته/سوخت
 - تحقیقات اساسی برای بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری ریسکی راکتورهای آب سبک
 - توسعه روش‌هایی برای ارزیابی امنیت تشعشعات به طور منطقی
 - تحقیق برای اطمینان از درک صحیح تشعشعات با دُز پایین
 - توسعه تکنولوژی‌های هسته‌ای آینده

۳-۲-۷- بهبود پایایی

همان‌طور که در بخش قبل اشاره شد، با بروز مشکل برای نیروگاه‌های هسته‌ای ژاپن مسأله کفایت تولید برق با بحران مواجه شد و شکل تازه‌ای به خود گرفت. در ابتدا این مسأله به صورت موقت با کاهش داوطلبانه مصرف مشترکان صنعتی تا حدودی کنترل شد [۲۳۰]؛ همان‌طور که پیش از این نیز در شرایط اضطراری از این روش برای جبران افت موقت ظرفیت تولید استفاده شده بود. در اولین تابستان بعد از حادثه فوکوشیما، شرکت‌های برق خواستار کاهش مصرف توسط مشترکین شدند و به این ترتیب کاهش قابل توجهی در مصرف به وقوع پیوست. این رویداد نشان‌دهنده توانایی بالای شرکت‌های برق در برقراری ارتباط با مشترکان بود [۲۳۲].

روش کاهش داوطلبانه مصرف موقتی بود و می‌بایست برای جایگزینی ظرفیت از دست رفته به طور اساسی فکر می‌شد. با وجود این‌که نیروگاه‌های هسته‌ای مجدداً به وضعیت امن سابق خود بازگردانده شدند، به دلیل هراس از وقوع حوادث مشابه

فوکوشیما، احتمال باقی ماندن همه نیروگاه‌های هسته‌ای در مدار کم است. با توجه به وابستگی زیاد کشور ژاپن به واردات سوخت‌های فسیلی، در حال حاضر تنها جایگزین باقیمانده برای نیروگاه‌های هسته‌ای، انرژی‌های تجدیدپذیر هستند. حرکت گسترده به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر و تولیدات پراکنده با بازده بالا نیازمند وجود تکنولوژی شبکه هوشمند پیشرفته است. یکی دیگر از چالش‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر، هزینه اولیه بالای تجهیزات مورد نیاز و مسائل مربوط به بازار برق آزاد است [۲۳۲]. دولت با تخصیص تعرفه برای انرژی‌های نو سعی در تشویق سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری در حوزه‌های انرژی خورشیدی، بادی، زیست توده^۱، زمین گرمایی و برق آبی کوچک نموده است. همچنین دولت ژاپن متعهد شده است که در جهت هوشمندسازی ساختار شبکه گام‌های مهمی بردارد و به این ترتیب امکان پایش بلادرنگ^۲، قابلیت کنترل و پاسخ تقاضا و گسترش تولیدات پراکنده و ذخیره‌کننده‌های انرژی مانند سلول‌های سوختی و باتری فراهم شود. برنامه‌های ژاپنی‌ها برای گسترش انرژی‌های نو بسیار گسترده است. طبق گزارش EPRI هدف برنامه‌ریزی شده برای ظرفیت انرژی خورشیدی به تنهایی، ۲۸ گیگاوات تا سال ۲۰۲۰ و ۵۳ گیگاوات تا سال ۲۰۳۰ است، که ۸۰ درصد آن مربوط به پنل‌های نصب شده بر روی پشت بام‌ها خواهد بود. همچنین هدف این است که تا سال ۲۰۲۰ انرژی‌های تجدیدپذیر ۲۰ درصد از کل ظرفیت تولید را تشکیل دهند [۲۲۵].

برخی از فعالیت‌های انجام شده در راستای بهبود پایایی در صنعت برق ژاپن توسط سازمان CRIEPI به صورت زیر است:

۱-۳-۲-۷- ابزارهای مدیریت دارایی^۳ برای تجهیزات سیستم قدرت

در شرایط دشوار صنعت برق کنونی کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری تجهیزات الکتریکی توسط استراتژی‌های منطقی تعمیر و نگهداری تجهیزات با عمر بالا، امری ضروری است. بنابراین در بخش‌های مسئول تعمیر و نگهداری علاوه بر بهبود روش‌های شناسایی، تمایل زیادی به تکنیک‌های مدیریت دارایی لحاظ کننده شاخص‌های اقتصادی وجود دارد. داده‌های شرایط بهره‌برداری، داده‌های بازرسی و شناسایی از شرکت‌های برق جمع‌آوری شده و سعی می‌شود که از این اطلاعات در جهت بهبود استراتژی‌های تعمیر و نگهداری استفاده شود. مرکز تحقیقات CRIEPI به بررسی این استراتژی‌ها می‌پردازد و برنامه‌های موثری را برای تجهیزات خاص شبکه دنبال می‌کند. دو نمونه از نتایج این بررسی‌ها به شرح زیر است [۲۳۲].

۱-biomass

۲-Real-time monitoring

۳-Asset Management

- یک برنامه پشتیبانی آنالیز گاز حل شده در روغن برای ترانسفورماتورهای روغنی تهیه شده است، که در آن داده‌های بدست آمده از چند ترانسفورماتور از یک نوع با هم مقایسه شده‌اند و شاخص‌های آنها بدست آمده‌اند.
- برنامه‌هایی برای ارزیابی هزینه متوسط تعمیر و نگهداری تهیه شده است، که در آنها استراتژی‌های بهینه تعمیر و نگهداری با در نظر گرفتن آثار آن مشخص می‌شوند.
- برنامه‌های آینده: برنامه‌های پشتیبانی برای تعمیر و نگهداری و استراتژی‌های جدید با در نظر گرفتن مشخصه‌های منحصر به هر تجهیز در دست بررسی است.

برخی دیگر از زمینه‌های کاری به شرح زیر است:

- بهره‌برداری تجهیزات و تکنولوژی‌های تعمیر و نگهداری
- تعمیر و نگهداری نیروگاه‌های هسته‌ای
- ارزیابی صحت عایق کابل‌های استفاده شده در نیروگاه هسته‌ای
- ساخت، بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری تجهیزات تولید توان
- توسعه تکنولوژی‌های ارزیابی عمر برای تجهیزات با حرارت بالا

۲-۳-۲-۷- تلاش برای بهبود ایمنی و پایایی نیروگاه‌های هسته‌ای

KEPCO به منظور تضمین تامین انرژی الکتریکی به طور پیوسته، از تکنولوژی‌های پیشرفته مدیریت اطلاعات در پایش و کنترل مداوم نیروگاه‌ها استفاده می‌کند. همچنین برنامه‌های گسترده‌ای برای آموزش و تمرین برای مقابله با طوفان و سایر بلایای طبیعی دنبال می‌شوند. نتیجه این تلاش‌ها کاهش شدید در تعداد رویدادها و مدت زمان خاموشی به ازای هر مصرف‌کننده بوده است. به این ترتیب سیستم قدرت منطقه Kansai به یکی از بالاترین سطوح پایایی تامین انرژی الکتریکی دست یافته است.

پس از زلزله عظیم شرق ژاپن، شبکه قدرت Kansai برنامه‌های ضروری برای پیشگیری‌های امنیتی در نیروگاه‌های هسته‌ای خود را در پیش گرفت. به این ترتیب برنامه‌های فوق العاده‌ای ترتیب داده شد به نحوی که ضمانت می‌کرد که با وجود وقوع سونامی یا زلزله‌ای به همان شدت زلزله فوکوشیما، راکتورهای هسته‌ای آسیب نخواهد دید. دولت ملی کارایی این برنامه-

ها را با انجام آزمون‌های تنش و استرس در واحدهای ۳ و ۴ نیروگاه Ohi تایید کرد. با انجام این آزمون‌ها و همچنین با تایید سایر مقامات مسئول، این نیروگاه مجدداً راه‌اندازی شد [۲۳۰].

در سال ۲۰۱۳ قوانین جدیدی برای نیروگاه‌های هسته‌ای وضع شد. اما حتی قبل از آن هم سیستم قدرت Kansai نتایج تاییدیه رعایت قوانین نیروگاه‌های هسته‌ای مبتنی بر پیش‌نویس قوانین جدید مرجع قانون‌گذاری هسته‌ای (NRA)، در واحدهای ۳ و ۴ نیروگاه Ohi ارائه کرد. ارزیابی‌های NRA در رابطه با این نیروگاه این نتیجه را در برداشت که در حال حاضر تهدیدی در رابطه با وقوع مشکل بزرگی برای ایمنی وجود ندارد. پس از آن همچنین تاییدیه رعایت قوانین جدید در واحدهای ۳ و ۴ نیروگاه تاکاهاما نیز ارائه شد [۲۳۱].

۳-۷- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال

در حال حاضر شرکت‌های برق عمومی مسئول بهره‌برداری و ارائه خدمات انتقال، توزیع و مدیریت شبکه در ژاپن هستند و بنابراین این قسمت همچنان دارای ساختار عمود یکپارچه است [۲۳۳]. نه شرکت منطقه‌ای به عنوان شرکت‌های عمومی در این کشور فعالیت می‌کنند و فرکانس ناحیه شرق و غرب این کشور متفاوت است [۲۳۴].

به دلیل مشکلات یکپارچه بودن مدیریت سیستم توزیع و انتقال و نیز انحصاری بودن شرکت‌های عمومی منطقه‌ای، مرکز تجدید ساختار بازار برق در وزارت اقتصاد، تجارت و صنعت این کشور برنامه‌ریزی کرده است که در سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۰ بخش انتقال و توزیع از یکدیگر جدا شوند و تجدید ساختار در سایر قسمت‌ها نیز به صورت کامل انجام شود [۲۳۵].

۱-۳-۷- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

قوانین مرتبط با شبکه انتقال برق ژاپن از شش قسمت اصلی تشکیل شده‌اند که عبارت است از [۲۳۶]:

- قوانین توسعه سیستم
- قوانین دسترسی به سیستم قدرت
- قوانین بهره‌برداری از سیستم قدرت
- قوانین انتشار اطلاعات
- قوانین عمومی

- قوانین ارزیابی پایایی

مطابق قانون توسعه سیستم، در شرایطی که امنیت سیستم به دلیل افزایش تقاضا یا تغییر ژنراتورها مورد مخاطره قرار گیرد، یا سطح جریان خط بالاتر از حد مجاز برود و یا از لحاظ اقتصادی به صرفه باشد (مثلاً وجود تلفات در سیستم انتقال، تعمیر و نگهداری هزینه‌بر و غیره) توسعه سیستم انجام می‌شود.

بخش انتقال شرکت‌های برق ژاپن برنامه توسعه سیستم را بر اساس معیارهای زیر از بین گزینه‌های ممکن برای توسعه شبکه انتخاب می‌کنند [۲۳۶]:

- معیارهای اقتصادی که شامل هزینه بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری، تلفات انتقال و توسعه در آینده می‌شود.
- تطابق با محیط اجتماعی: ممانعت در کاربرد خطوط هوایی به دلیل قوانین، شرایط محل احداث
- سیستم بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری: سهولت تعمیرات و سهولت انجام اقدامات سریع در هنگام به وجود آمدن اضطرار

- میزان سختی احداث خط

شرکت‌ها پس از طراحی برنامه توسعه خود، زمان‌بندی و مرحله‌بندی آن را اعلام می‌کنند. یکی از مواردی که در هنگام طراحی برنامه توسعه باید در نظر گرفته شود، امنیت سیستم است. در هنگامی که همه تاسیسات در وضعیت عادی هستند، جریان عبوری نباید از ظرفیت نامی اجزای شبکه بیشتر شود. همچنین سطح ولتاژ باید در محدوده مجاز باشد. در هنگام وقوع یک خطا در سیستم، نباید خاموشی سراسری ایجاد شود، اما خاموشی در قسمت‌های خاصی از شبکه قابل پذیرش است. همچنین باید از خاموشی در نواحی پر بار و یا با تأثیرات اجتماعی زیاد جلوگیری شود. در هنگام وقوع دو خطا یا بیشتر، خروج تولید به میزان جزئی قابل پذیرش است. البته این شرکت‌ها برنامه خود را برای پاسخ دادن به شرایط وقوع دو خطا در سیستم اعلام می‌کنند [۲۳۷].

۲-۳-۷- ارزیابی پایایی

ESCJ گزارش‌هایی را از شرکت‌های عمومی برق در ارتباط با ارزیابی پایایی دریافت می‌کند. مواردی که در این گزارش‌ها

بررسی می‌شود، عبارت است از:

- تعادل تولید-مصرف: ESCJ گزارش‌هایی در این رابطه هر یک سال از شرکت‌ها دریافت می‌کند.

- حداکثر توان تولیدی: در این ارزیابی، حداکثر توان تولیدی واحدها برای پاسخ‌دهی به بار در هنگام خروج بزرگ‌ترین نیروگاه شبکه در نظر گرفته می‌شود.
- پایایی سیستم‌های متصل به یکدیگر
- گزارش‌های دریافتی باید شامل موارد زیر باشد [۲۳۷]:
- اطلاعات بار منطقه
- میزان توان تولیدی برنامه‌ریزی شده و نیز توان دریافتی از سایر مناطق
- برنامه‌ی احداث نیروگاه‌های جدید
- برنامه‌ی احداث خطوط جدید
- اطلاعات توان قابل تولید در شرایط اضطراری

۳-۳-۷- بهبود پایایی

موسسه تحقیقاتی صنعت برق ژاپن که نقشی همانند EPRI در آمریکا دارد، پروژه‌ای تحقیقاتی با عنوان تشخیص و ارزیابی طول عمر تجهیزات سیستم قدرت انجام داده است. این پروژه با استفاده از سیستم‌های پایش تخلیه جزئی در سیم‌پیچ استاتور ژنراتورهای آبی و مکانیزم ارزیابی عمر کابل‌های XLPE صورت گرفته است. این موسسه پروژه‌ای در رابطه با تعمیرات و نگهداری شرایط محور، پایش تجهیزات صنعت برق و مدیریت تجهیزات نیز انجام داده است [۲۳۸].

در این پروژه، ابتدا یک بررسی مطالعاتی روی شرکت‌های انتقال در اروپا و آمریکا در رابطه با پیاده‌سازی روش‌های مدیریت تجهیزات انجام شده است. سپس این بررسی بر روی شش شرکت ژاپنی صورت گرفته است. تجهیزات انتقال در این کشور دارای عمر قانونی ۲۰ سال هستند اما معمولاً در مدت زمان بیشتری به کار برده می‌شود. تعداد ترانسفورماتورها و کلیدهای با عمر ۵۰ سال در ۱۰ سال آینده بسیار زیاد خواهد شد. بر اساس برنامه‌ریزی شرکت‌ها زمان تعویض این تجهیزات حدود سال ۲۰۲۰ خواهد بود در حالی که تعویض یکجا و فشرده همه تجهیزات بار مالی و زمانی بسیار زیادی خواهد داشت. به همین دلیل موسسه تحقیقاتی صنعت برق ژاپن استفاده از تعمیرات شرایط محور و با ارزیابی ریسک را به این شرکت‌ها پیشنهاد نموده است [۲۳۹]. این موسسه در گزارش دیگری به بررسی پیاده‌سازی سیستم‌های کنترل از راه دور در تاسیسات انتقال این کشور

پرداخته است [۲۳۹].

۴-۷- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع

شرکت‌های توزیع عمومی^۱ در ژاپن دارای مالکیت انحصاری سیستم توزیع هستند و مسئولیت برآوردن تقاضای مشترکین کمتر از ۵۰ kW را بر عهده دارند [۲۴۰]. در حال حاضر ۱۰ شرکت توزیع در ژاپن وجود دارد. در این بخش، فعالیت‌های انجام شده در حوزه‌های مختلف پایایی در ژاپن مرور می‌شود [۲۳۹].

۱-۴-۷- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

در ژاپن، روش نرخ‌گذاری مبتنی بر عملکرد^۲ وجود ندارد و شرکت‌های توزیع عمومی تعرفه‌ها و شرایط تأمین توان را به وزارت اقتصاد، تجارت و صنعت ارائه می‌کنند. METI این تعرفه‌ها را برای برآوردن الزامات زیر بررسی می‌کند:

- تعرفه به منافع مشترکین این شرکت‌ها صدمه نمی‌زند.
- مشترکین، هیچ مشکلی در دریافت این خدمات نخواهند داشت.
- نرخ به وضوح به صورت ثابت تعیین شده است.
- نرخ‌ها برای هیچ یک از طرفین ناعادلانه و تبعیض‌آمیز نیست.

در صورتی که METI تشخیص دهد که نرخ ارائه شده از سمت شرکت توزیع عمومی معیارهای ذکر شده را برآورده نمی‌کند، شرکت توزیع عمومی باید نرخ جدیدی را اعلام کند [۲۴۱].

شرکت‌های دارای ساختار یکپارچه در ژاپن برای گسترش سیستم توزیع خود باید از قوانین ESCJ پیروی کنند. طبق این قوانین، تمام اجزای سیستم قدرت از نیروگاه تا پایان سیستم‌های توزیع باید برای حفظ امنیت سیستم هماهنگ شوند. این به بدان معنا است که بخش توزیع شرکت‌های دارای ساختار یکپارچه DSVIU باید به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی کنند که معیارهای امنیت سیستم (معیار N-1) برای همه تأسیساتی که خدمات دریافت می‌کنند فراهم شود [۲۴۱].

۱-General Electricity Utilities

۲-Performance-Based Regulation

۲-۴-۷- ارزیابی پایایی

طبق قوانین ESCJ، DSVIU نیاز به ارزیابی شرایط سیستم خود دارد تا از اینکه سیستم پس از توسعه در شرایط عادی و غیرطبیعی (پیشامد^۱ N-1) دارای امنیت کافی است، اطمینان حاصل کند. این ارزیابی باید با توجه به عواملی مانند رشد تقاضا، نصب ظرفیت جدید و کنار گذاشتن ژنراتورهای موجود به دلیل فرسودگی انجام شود [۲۴۱].

ارزیابی باید با توجه به بیشترین جریان ممکن انجام شود، یعنی در دوره تقاضای مورد بررسی میانگین تقاضا در سه روزی که دارای پیک هستند، در نظر گرفته می‌شود. در مورد ژنراتورها، تنها ژنراتورهای موجود و یا مواردی که احداث آن‌ها برنامه‌ریزی شده است، در محاسبات وارد می‌شوند. بیشترین تولید ممکن این ژنراتورها با توجه به خصوصیات آن‌ها محاسبه می‌شود. در مورد ظرفیت تجهیزات، ظرفیت نامی با حد دمایی که در آن، تجهیز می‌تواند در حالت دائمی کار کند و ظرفیت اضافه باری با حد دمایی که در آن تجهیزات در مدت زمان محدودی قابل استفاده هستند مشخص می‌شود. در هنگام وقوع یک خطا در سیستم تجهیزات می‌توانند در ظرفیت اضافه باری بکار روند. در نهایت DSVIU برنامه کلید زنی در شرایط اضطراری را برای اطمینان از امنیت شبکه منتشر می‌کند [۲۴۲].

۳-۴-۷- بهبود پایایی

شرکت برق توکیو^۲ که شرکتی دارای ساختار یکپارچه است، گزارشی در ارتباط با نحوه ارتقای سطح پایایی در سیستم توزیع خود منتشر کرده است. در این گزارش کلید زنی خودکار بین فیدها در شبکه‌های شهری به عنوان یکی از روش‌های بهبود پایایی معرفی شده است. از این کلیدها و نیز کابل‌های bypass برای جلوگیری از خروج بخشی از سیستم هنگام تعمیرات برنامه‌ریزی استفاده می‌شود. تولید پراکنده و خودروهای الکتریکی از دیگر روش‌های مورد استفاده این شرکت است. این گزارش در سال ۲۰۰۸ ارائه شده است [۲۴۳].

طبق گزارش سال ۲۰۱۳ این شرکت، برای ارتقای پایایی سیستم تعمیرات، بازیابی‌های مکرری انجام می‌شود. اما در صورت وقوع قطعی‌های گسترده در سیستم و آسیب به تجهیزات یا خروج منابع تولید به دلیل حوادث طبیعی این شرکت میزان عظیمی متضرر خواهد شد [۲۴۴].

۱-Contingency

۲-Tokyo Electric Power Company

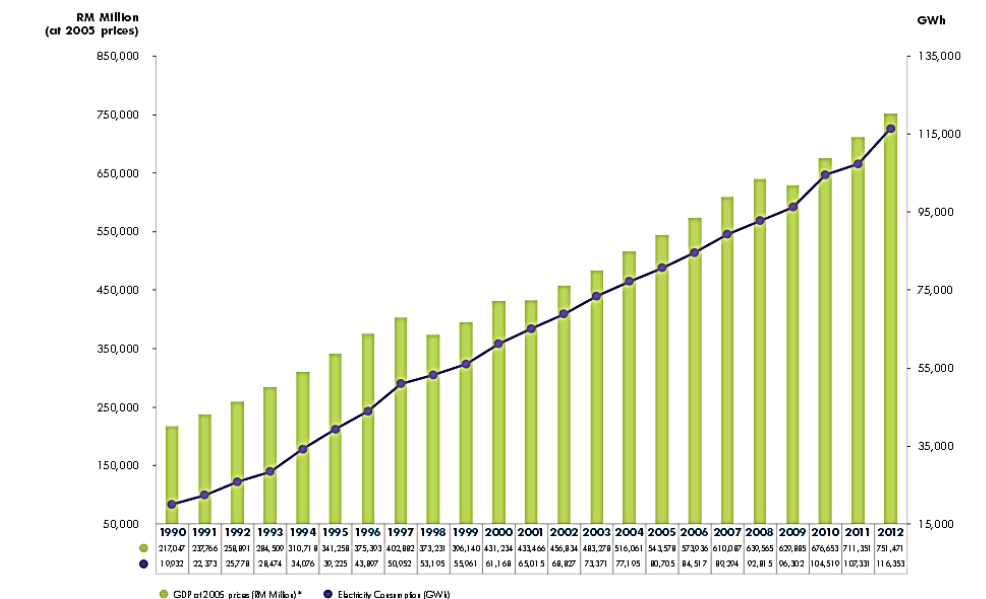
شرکت برق HEPCO به ناحیه Hokkaido برق‌رسانی می‌کند و دارای تأسیسات انتقال، توزیع و تولید در این منطقه است. این شرکت در گزارش سالانه خود بیان داشته است که علیرغم شرایط آب و هوایی و وسعت منطقه تحت پوشش خود توانسته است تعداد قطعی‌ها را با تعمیر و نگهداری مناسب تجهیزات و به‌کارگیری فناوری‌های جدید کاهش دهد. همچنین با به‌کارگیری سیستم جدیدی برای تشخیص خطا در سیستم انتقال و توزیع، بازنشانی توان را به‌سرعت انجام می‌دهد [۲۴۵].

فصل هشتم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور

مالزی

مقدمه

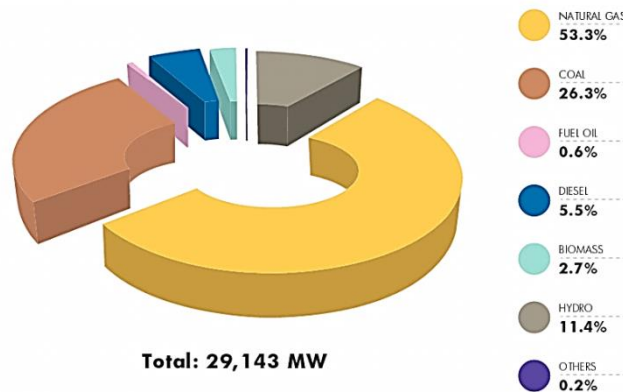
صنعت برق مالزی در طی ۲۰ سال گذشته پیشرفت‌های زیادی کرده است. در سال ۱۹۴۹ مصرف برق تنها ۱۴۱/۳ گیگاوات ساعت بوده [۲۴۶]، در حالی که همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده است، در سال ۲۰۱۲ این میزان به ۱۱۶۳۵۳ گیگاوات ساعت افزایش یافته است [۲۴۶]. علت اصلی این افزایش شدید مصرف، رشد اقتصادی کشور به خصوص در بخش صنعت و تولید می‌باشد [۲۴۷].



شکل ۸-۱: نمودار روند افزایش مصرف انرژی و رشد ناخالص ملی در مالزی [۲۴۷]

منابع عمده‌ی تولید توان الکتریکی در مالزی عبارت است از نفت، گاز، ذغال سنگ، انرژی برق آبی و منابع انرژی تجدید

پذیر. سهم هر کدام از این منابع در تولید برق مالزی در سال ۲۰۱۲ در شکل زیر نشان داده شده است [۲۴۷].

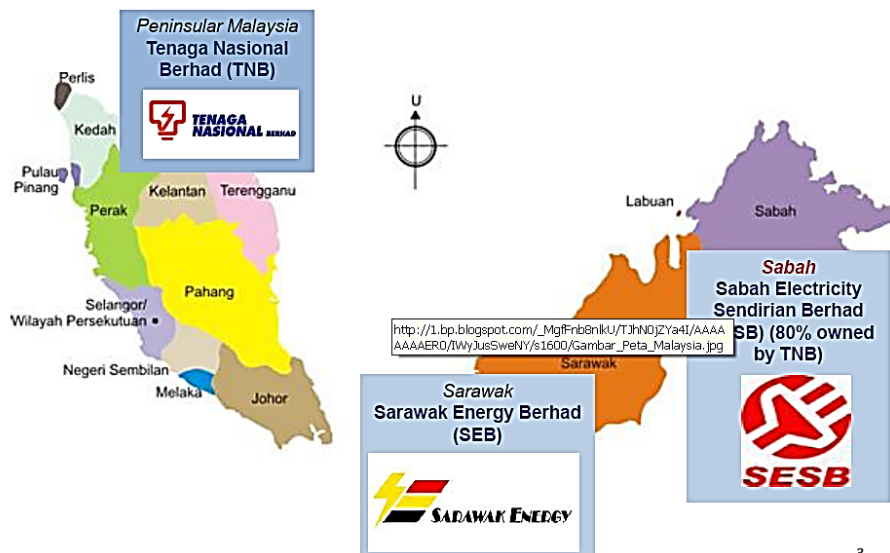


شکل ۸-۲: سهم منابع انرژی در تولید برق مالزی در سال ۲۰۱۲ [۲۴۷]

ساختار صنعت برق در مالزی یک ساختار تقریباً عمودی یکپارچه است که در آن سه شرکت برق اصلی تمامی وظایف مربوط به تولید، انتقال و توزیع را بر عهده دارند. حوزه‌ی فعالیت این سه شرکت بر اساس ناحیه‌های جغرافیایی تفکیک شده است که هر کدام در ناحیه‌ی جغرافیایی خود متولی انحصاری برق می‌باشند. این سه شرکت عبارتند از:

- Tenaga Nasional Berhad [TNB]
- Sarawak Electricity Supply Company [SESCO]
- Sabah Electricity Limited [SESB]

در شکل زیر حوزه‌های فعالیت این سه شرکت نشان داده شده است [۲۴۸].



شکل ۸-۳: زیر حوزه‌های فعالیت سه شرکت برق مالزی [۲۴۸]

هر سه شرکت متولی برق در مالزی از زمان حکمرانی انگلیسی‌ها و قبل از استقلال مالزی به وجود آمده‌اند و تاکنون به فعالیت‌های خود ادامه داده‌اند. البته شرکت SESB از سال ۱۹۹۸ تابع شرکت TNB شده است به طوری که هم اکنون TNB مالک ۸۰٪ سهام SESB است. در هر سه ناحیه جغرافیایی، انحصار فعالیت‌های شرکت‌های برق تنها به مقدار جزیی در بخش تولید گرفته شده است. بدین معنی که در هر سه منطقه تولیدکنندگان مستقل برق وجود دارند که بخشی از تولید را بر عهده دارند. تولیدکنندگان مستقل، برق خود را به شرکت‌های سه گانه تحویل می‌دهند تا از طریق خطوط انتقال آن‌ها به دست مصرف‌کنندگان برسد [۲۴۷].

هر سه شرکت برق مالزی وابسته به دولت هستند به این صورت که بیشترین سهم سهام آن‌ها در اختیار دولت است. و از طرف دیگر توسط نهادهای دولتی که در ادامه معرفی می‌شوند، کنترل می‌شوند. در نتیجه می‌توان گفت صنعت برق در مالزی تا حد زیادی در اختیار دولت است [۲۴۹]. میزان تولید و مصرف TNB در حدود ۲۰ برابر دو شرکت دیگر است [۲۴۹]. که این موضوع نشان دهنده‌ی بزرگتر بودن و اهمیت بیشتر TNB است. این شرکت دارای ۶ نیروگاه گرمایی و سه نیروگاه برق آبی است. شبکه‌ی انتقال تحت مالکیت TNB با نام National Grid شناخته می‌شود. این شبکه از شمال به تایلند و از جنوب به شبکه‌ی سنگاپور متصل است [۲۵۰].

صنعت برق در مالزی توسط سه نهاد کنترل و قانون‌گذاری می‌شود. اولین مقام دولتی کنترل‌کننده‌ی صنعت، وزارتخانه‌ی انرژی، تکنولوژی سبز و آب است. وظیفه‌ی این وزارتخانه در بحث انرژی الکتریسیته، سیاست‌گذاری، قانون‌گذاری و کنترل سرویس‌دهی مناسب و ارائه امکانات برای گسترش صنعت می‌باشد. وظایف مربوط به قانون‌گذاری و کنترل خدمات که بر عهده‌ی این وزارتخانه است، توسط کمیسیون انرژی انجام می‌شود. دومین مقام دولتی، مرجع برنامه‌ریزی اقتصادی^۱ است که وظیفه‌ی قانون‌گذاری، سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و کنترل پروژه‌ها و برنامه‌های مربوط به حوزه‌ی اقتصاد را در تمام صنایع زیرشاخه انرژی بر عهده دارد. در نهایت مرکز انرژی مالزی یا PTM^۲ نهاد مهم دیگری است که فعالیت‌های برنامه‌ریزی و تحقیقات صنعتی و توسعه‌ای را در بخش‌های مختلف حوزه‌ی انرژی هماهنگ می‌کند [۲۵۰].

مجموعه سیاست‌های انرژی هر پنج سال توسط بخش انرژی در مرجع برنامه‌ریزی اقتصادی تدوین می‌گردد که در واقع زیر مجموعه‌ی آن از "سند برنامه‌های پنج ساله‌ی مالزی" است. نخستین بار که در این سند از انرژی الکتریسیته و صنعت برق

۱-Economic Planning Unit (EPU)

۲-Pusta Tenaga Malaysia

صحبت شد مربوط به برنامه‌ی پنج ساله‌ی هفتم مربوط به سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۰۰ بود. در آن زمان نگرانی اصلی این صنعت تامین انرژی و نصب ظرفیت تولید کافی به منظور جلوگیری از قطعی بود. در سال‌های ۲۰۰۱-۲۰۰۵، تمرکز این سند در بحث برق روی بهبود بازدهی و استفاده از منابع تجدیدپذیر بوده است. در سند برنامه‌ی نهم نیز مجدداً روی همین مسائل تاکید شده است و مجموعه قوانینی مانند معافیت‌های مالیاتی و حمایت‌های دولتی برای عملی‌تر کردن استفاده از منابع تولید پراکنده آورده شده است [۲۵۰].

دانشگاه‌ها در مالزی نقش مهمی در فرایند تحقیق و توسعه ایفا می‌کنند و رابطه‌ی تنگاتنگی با صنعت در زمینه‌ی برق دارند. به عنوان نمونه می‌توان به دو دانشگاه ^۱UKM و ^۲UTM اشاره نمود. با وجود جستجوهای فراوان، مرکز تحقیقاتی در مالزی که به صورت تخصصی در زمینه‌ی مهندسی برق فعالیت کند، یافت نشد. تنها مورد موجود موسسه تحقیقاتی تکنولوژی هسته‌ای مالزی است که صرفاً روی موضوعات مختلف هسته‌ای از جمله نیروگاه‌های هسته‌ای تحقیق می‌کند.

در مالزی نیز همانند اکثر کشورهای آسیایی، نهاد و متولی خاصی برای قابلیت اطمینان سیستم قدرت وجود ندارد. با این وجود، بر خلاف دیگر کشورها، ارزیابی و تامین قابلیت اطمینان در این کشور دارای رویه‌ای مشخص است. در مالزی پنج مجموعه قوانین و دستورالعمل وجود دارد که به وسیله‌ی آن‌ها و نهادهای نظارت کننده بر اجرای آن، قابلیت اطمینان سیستم حفظ و ارزیابی می‌گردد. این قوانین و استانداردها عبارتند از [۲۵۰]:

- استاندارد قابلیت اطمینان تولید^۳
- استاندارد قابلیت اطمینان انتقال^۴
- استاندارد کیفیت توان انتقال^۵
- نظام‌نامه شبکه‌ی سراسری^۶
- نظام‌نامه‌ی شبکه توزیع^۷

۱-University Kebangsaan Malaysia

۲-University Technology Malaysia

۳-Generation Reliability Standard

۴-Transmission Reliability Standard

۵-Transmission System Power Quality Standard

۶-Grid Code

۷-Distribution Code

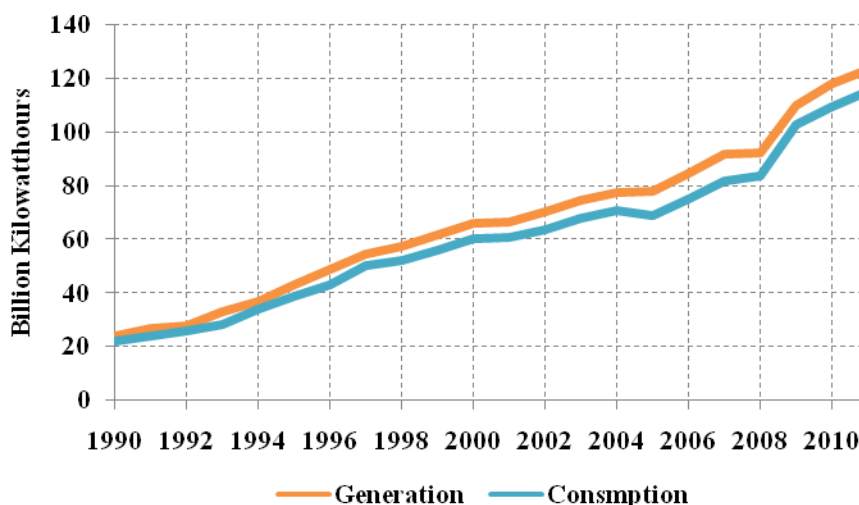
در سه استاندارد اول، نحوه‌ی برنامه‌ریزی، بهره‌برداری و تعمیرات سیستم قدرت با هدف حفظ قابل اطمینان سیستم تعیین می‌شود و بهره‌برداران و مالکان را ملزوم می‌دارد که به تمامی قوانین و رویه‌های این استانداردها آگاه باشند. اما نظام‌نامه‌ها وظیفه هماهنگی بخش‌های مختلف صنعت را دارند. به نحوی که کل سیستم به شکل هماهنگ، قابل اطمینان، کارآمد و اقتصادی برنامه‌ریزی و بهره‌برداری گردد. در متن این نظام‌نامه هرکجا لازم بوده است اشاراتی به استانداردهای قابلیت اطمینان شده است. به علاوه مقادیر و کمیت‌هایی که توسط هر کدام از بخش‌های صنعت باید در اختیار دیگری قرار گیرد تا قابلیت اطمینان کل سیستم حفظ یا ارزیابی شود نیز ذکر شده است.

مرجع تدوین، تغییر و تصحیح نظام‌نامه‌ی شبکه، کمیته‌ی نظام‌نامه‌ی شبکه، زیر مجموعه‌ی کمیسیون انرژی است. همچنین کنترل کننده و ناظر اجرای آن نیز کمیسیون انرژی است. در نتیجه می‌توان گفت مسئول تامین قابلیت اطمینان در شبکه‌ی مالزی شرکت‌های برق مالک و بهره‌بردار شبکه‌ی برق هستند و ناظر و کنترل کننده‌ی آن‌ها کمیسیون انرژی می‌باشد [۲۵۰].

۱-۸- فعالیت‌های انجام شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید

در این بخش به بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه پایایی بخش تولید در کشور مالزی پرداخته می‌شود. در ابتدا خلاصه‌ای از وضعیت این کشور در زمینه ظرفیت تولید، میزان انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در سال‌های اخیر ارائه می‌شود. همچنین به طور اجمالی به نوع ظرفیت‌های تولید این کشور و درصد مشارکت هر کدام در ظرفیت کل اشاره می‌شود. رشد اقتصادی و رشد جمعیت کشور مالزی در سال‌های اخیر باعث افزایش قابل توجه مصرف برق شده است، بطوری که تولید کل انرژی الکتریکی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ به میزان ۷۲ درصد افزایش یافته است. دولت مالزی پیش‌بینی کرده است که تقاضای برق تا سال ۲۰۲۰ با نرخ متوسط ۳/۱ درصد در سال رشد خواهد یافت. بر اساس گزارش‌های سازمان‌های دولتی، بخش صنعتی کشور بیشترین سهم (۴۴ درصد در سال ۲۰۱۱) مصرف انرژی الکتریکی را به خود اختصاص داده است. بخش تجاری با ۳۴ درصد و خانگی با ۲۱ درصد در رده‌های بعدی قرار دارند [۲۵۱].

شکل ۸-۴ میزان انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی سالانه مالزی (بر حسب بلیون کیلووات ساعت) را برای سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ نشان می‌دهد [۲۵۰].



شکل ۸-۴: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در مالزی [۲۵۱]

ظرفیت نصب شده کل مالزی در سال ۲۰۱۲ در حدود ۲۶/۴ گیگاوات بوده که غالباً در منطقه پنیسولای مالزی قرار دارد. به منظور برآوردن تقاضای رو به رشد کشور و همچنین با توجه به اینکه ۷/۷ گیگاوات از ظرفیت حال حاضر، در سال ۲۰۲۰ از مدار خارج خواهند شد، دولت اضافه کردن ۱۰/۸ گیگاوات ظرفیت جدید را تا سال ۲۰۲۰ در دستور کار خود قرار داده است. دولت قصد دارد به منظور دستیابی به این ظرفیت تعادل بیشتری را میان زغال‌سنگ و انرژی‌های تجدیدپذیر برقرار کند و گسترش کمتری در ظرفیت‌های تولید مبتنی بر گاز طبیعی ایجاد کند. بنابر آمارهای سال ۲۰۱۱، گاز طبیعی در حدود ۴۳ درصد از ظرفیت کل را تشکیل داده است. زغال‌سنگ ۴۵ درصد، برق آبی ۶ درصد و سایر انرژی‌های تجدیدپذیر تنها چند درصد از ظرفیت کل را به خود اختصاص داده‌اند [۲۵۲].

۱-۱-۸- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

مالزی دارای سیستم تأمین انرژی الکتریکی پایدار و قابل اطمینانی است که توسط دولت قانون‌گذاری می‌شود. کمیسیون انرژی کشور مالزی (EC^۱) زیر نظر وزارت انرژی، تکنولوژی سبز و آب (MEGW^۲)، به عنوان قانون‌گذار صنعت برق این کشور استانداردهایی برای تولید انرژی الکتریکی وضع کرده است. این استانداردها در برنامه‌ریزی‌ها، ظرفیت نصب شده، پیاده‌سازی و بهره‌برداری سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرند. استانداردها به گونه‌ای عمل می‌کنند که میان سرمایه‌گذاری انجام شده و عملکرد سیستم تعادل برقرار شود [۲۵۲].

۱-Energy Commission

۲-Ministry of Energy, Green Technology and Water

فعالیت‌های مختلف بخش تولید می‌بایست مطابق قوانین باشد. این فعالیت‌ها شامل برنامه‌ریزی کفایت تولید، اتصال به شبکه، بهره‌برداری، خروج واحدها و تعمیر و نگهداری، رزرو گردان، زمان‌بندی تولید و ... می‌باشد.

۲-۱-۸- ارزیابی پایایی

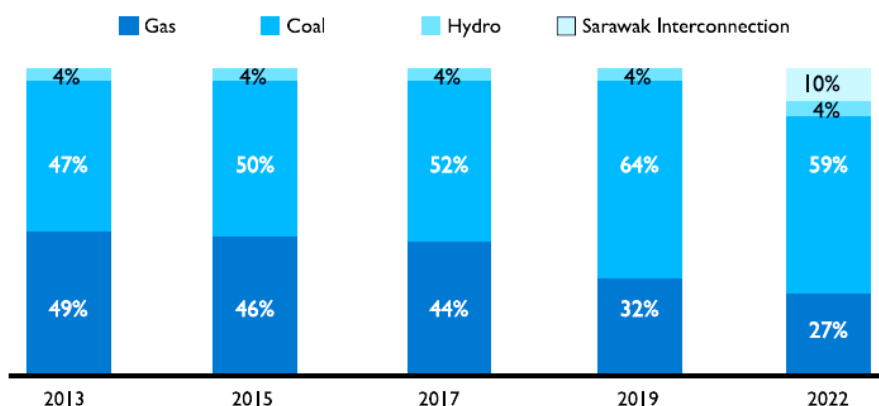
به منظور ارزیابی کفایت ظرفیت‌های برنامه‌ریزی شده برای آینده، به طور پیوسته مطالعات برنامه‌ریزی توسعه تولید انجام می‌گیرد. شاخص برنامه‌ریزی بر مبنای LOLE کمتر از یک روز در سال است. به منظور انجام شبیه‌سازی‌ها و لحاظ کردن پارامترهایی مانند قیمت سوخت، ترکیب سوخت‌ها، تکنولوژی مورد استفاده و پروفیل تقاضا از ابزارهای آنالیزگر قدرتمندی استفاده می‌شود [۲۵۲].

در پی فروپاشی آگوست ۱۹۹۶ مالزی، سازمان TNB^۱ به همراه شرکت توان الکتریکی توکیو (TEPCO) مطالعاتی را برای توسعه یک طرح جزیره‌ای کنترل شده برای جلوگیری از بروز فروپاشی کلی سیستم و تأمین مداوم انرژی الکتریکی انجام داد. با افزایش قیمت جهانی انرژی و کاهش تولید گاز به ویژه در پنیسولا، دولت مالزی در برنامه دهم توسعه خود بر تضمین امنیت مداوم منبع الکتریکی و ایجاد صنعت تأمین مداوم برق تأکید دارد. در این برنامه دولت همچنین قصد دارد میزان ظرفیت نصب شده و همچنین تنوع آن را افزایش دهد. به منظور دستیابی به این هدف از منابع دیگر انرژی مانند انرژی برق‌آبی استفاده خواهد شد و واردات زغال‌سنگ و گاز طبیعی مایع شده (LNG) افزایش خواهد یافت. در این راستا بزرگ‌ترین نیروگاه‌های در دست ساخت شامل موارد زیر هستند [۲۵۲].

- دو نیروگاه برق‌آبی با مجموع ظرفیت ۶۲۲ مگاوات در پنیسولا
- سه نیروگاه با مجموع ظرفیت ۷۰۰ مگاوات در سیاح، شامل دو نیروگاه گازی و یک نیروگاه زغال‌سنگ با تکنولوژی زغال‌سنگ تمیز
- نیروگاه برق‌آبی با ظرفیت ۲۴۰۰ در ساراواک

۳-۱-۸- بهبود پایایی

به منظور تضمین پایایی تولید، برنامه‌ریزی‌های زیادی برای ایجاد ظرفیت‌های تولید جدید در دستور کار قرار دارد. علاوه بر توجه به تأمین ظرفیت کافی برای برآوردن تقاضا، متنوع کردن نوع تولید نیز می‌تواند تاثیر مثبتی در بهبود پایایی تولید داشته باشد. در برنامه توسعه تولید پنیسولای مالزی تا سال ۲۰۲۲، به تنوع تولید نیز توجه شده است (شکل ۸-۵). از سال ۲۰۱۶ به علت به پایان رسیدن عمر چندین نیروگاه گازی درصد مشارکت این انرژی در تولید برق کاهش خواهد یافت و به منظور جبران این کمبود از دو منبع دیگر یعنی زغال‌سنگ و واردات برق از نواحی همسایه استفاده خواهد شد [۲۵۲].



شکل ۸-۵: تنوع تولید در برنامه توسعه [۲۵۳]

علاوه بر بهبودهای حاصل شده در امنیت منبع و همچنین برنامه‌های توسعه و متنوع‌سازی ظرفیت تولید، برنامه‌هایی نیز برای نفوذ بیشتر انرژی‌های تجدیدپذیر (به جز برق‌آبی) وجود دارد. با این وجود روند اجرای این برنامه‌ها به کندی در حال پیشرفت است. طی ۸ برنامه توسعه، دولت ظرفیت ۵ درصد (نسبت به ظرفیت کل) را برای انرژی‌های تجدیدپذیر تا سال ۲۰۰۵ در نظر گرفته بود اما تنها ۱ درصد از آن محقق شد. مجدداً در سال ۲۰۰۶ در برنامه نهم هدف ۵ درصد برای انرژی‌های تجدیدپذیر تعیین شد که آن هم به‌طور کامل اجرا نشد. در حال حاضر در کشور مالزی از انرژی‌های بادی، خورشیدی و سلول سوختی به میزان بسیار کم استفاده می‌شود و استفاده گسترده از آن‌ها در دست توسعه است. سیاست‌ها و برنامه‌های متنوع اجرا شده در این زمینه باعث آگاهی کلی از اهمیت این انرژی‌ها شده و دولت امیدوار است که در آینده در این زمینه به موفقیت‌های بیشتری دست یابد [۲۵۳].

۲-۸- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال

در کشور مالزی مطالعات مختلفی برای کارکرد قابلیت اطمینان در شبکه تدوین شده است. در این بخش قابلیت اطمینان در انتقال مورد بررسی قرار گرفته است. عملکرد جداگانه هر یک از بخش‌های شبکه و استانداردهای متناسب با آنها، در ایجاد بستری برای عملکرد شبکه با قابلیت اطمینان بالا سهیم می‌باشد.

شبکه انتقال باید به نحوی طراحی شود و عمل بکند که در شرایط معمولی یا تحت رخداد حادثه در شبکه، توان و ظرفیت کافی انتقال وجود داشته باشد، تا شبکه بتواند به شرایط معمولی بازگردد. منظور از عملکرد معمولی، عملکرد شبکه در محدوده‌های مجاز دمایی، ولتاژ و فرکانس می‌باشد [۲۵۴].

در این بخش ابتدا ضوابط موجود در برنامه‌ریزی و بهره‌برداری شبکه انتقال مالزی جهت افزایش قابلیت اطمینان، توضیح داده شده و سپس معیارها و شاخص‌های استفاده شده جهت ارزیابی قابلیت اطمینان بیان شده است. در واقع این بخش استانداردهای موجود در قابلیت اطمینان مالزی را ارائه می‌دهد.

۱-۲-۸- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

در این بخش سیاست‌ها و ضوابط موجود در استاندارد قابلیت اطمینان مالزی توضیح داده شده است.

۱-۱-۲-۸- استاندارد برنامه‌ریزی و بهره‌برداری در قابلیت اطمینان

برای تعیین شاخص بهره‌برداری در مطالعات قابلیت اطمینان در شبکه انتقال مالزی شروط زیر برای شبکه در نظر گرفته شده است [۲۵۵]:

- برای شبکه بدون خطا، پخش بار با توجه به ظرفیت پیش‌بینی شده قبل از وقوع هر گونه خطا و واقعه در شبکه انجام شود.
- شروط اعمال شده روی سیستم انتقال به نحوی تنظیم شود که در دوره بهره‌برداری یک ساله پیش‌بینی شده است. این شروط شامل دوره‌های پیش‌بینی بار، رژیم نوعی نیروگاه و ملاحظات در نظر گرفته شده در خروج ادوات شبکه انتقال می‌باشد.
- میزان آمادگی تولید توان راکتیو با توجه پیش‌بینی‌های سالانه در نظر گرفته شود.

• شرطی تحت عنوان میزان انتقال پیش‌بینی شده^۱ بدین صورت تعریف شده است که میزان توان نامی نیروگاه‌ها برابر با بار در زمان پیک به علاوه رزروهای گردان دینامیکی در نظر گرفته شده برای کنترل فرکانس و منهای توان وارد شده از شبکه‌های خارجی باشد [۲۵۲].

حداقل توانایی انتقال شبکه انتقال به نحوی تعریف می‌شود که با توجه به شرایط گفته شده در هنگام وقوع خطا یا رخداد دیگر در شبکه وقایع زیر رخ ندهد:

- بار تجهیزات شبکه به بیشتر از جریان نامی برسد.
- جریان اتصال کوتاه تجهیزات بیش از ۹۰٪ مقادیر نامی جریان اتصال کوتاه باشد.
- ولتاژها در حاشیه امنیتی تعیین شده قرار نگیرند.
- ناپایداری سیستم

۲-۱-۲-۸- ضوابط بهره‌برداری^۲

شبکه انتقال به نحوی بهره‌برداری می‌شود که تحت عملکرد عادی و طی رخداد خروج خط یا المانی از شبکه به دلیل خطا، جبران‌ساز توان راکتیو دچار موارد زیر نگردد:

- از دست رفتن ظرفیت،
- تغییرات شدید فرکانس،
- اضافه بار تجهیزات سمت اولیه شبکه انتقال،
- قرار گرفتن ولتاژ در ناحیه غیر مجاز،
- ناپایداری شبکه.

شبکه باید به نحوی تحت شرایط متداول عمل کند که رخدادهای زیر، تریپ کردن متوالی ادوات شبکه و یا ناپایداری شبکه را به دنبال نداشته باشد،

- خروج خط دو مداره هوایی (به استثنا خطوط ۵۰۰ kV و یا خطوط شعاعی ۲۷۵ kV)

۱-Planned transfer condition

۲-Operational criteria

- خروج خط تک مداره در شرایطی که قبل از آن خط انتقال دیگری خارج شده باشد. (به استثنا خطوط 500 kV و یا خطوط شعاعی 275 kV)
- خروج بخشی از باس بار یا مش.
- خروج خط تک مداره در شرایطی که قبل از آن واحد تولیدکننده، جبران‌ساز توان راکتیو و یا سایر تجهیزات توان راکتیو از مدار خارج شده باشد.

هنگام وقوع هر یک از رخداد‌های ذکر شده در بالا اقدامات اولیه بعد از خطا می‌توان انجام داد تا از اضافه بار تجهیزات سمت اولیه جلوگیری شود. این اقدامات پس از خطا لازم است روی مصرف‌کنندگان مناسب اعمال شود. به طور معمول قوانین کد شبکه^۱ اعمال می‌شود. اما در مواقع لازم اقدامات پس از خطا اضافی بر کد شبکه می‌تواند اعمال شود [۲۵۲].

پس از وقوع حادثه در شبکه اقداماتی لازم است تا شبکه در زمان عملیاتی قابل قبولی دوباره مطمئن شود و به ضوابط عملی مشخص شده در بالا برگردد. ضوابط عملیاتی در همه زمان‌ها و شرایط باید اعمال شوند به جز زمانی که در شرایط خاص شرکت TNB^۲ با مشورت با بهره‌بردار شبکه، ژنراتور یا مصرف‌کننده دستورات خاص بدهد [۲۵۳].

۲-۲-۸- ارزیابی پایایی

۱-۲-۲-۸- شاخص‌ها و روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان

در این بخش شاخص‌ها و روش‌ها مورد استفاده در ارزیابی قابلیت اطمینان در شبکه انتقال مالزی، بیان و توضیح داده می‌شوند.

شاخص‌های مطرح شده به صورت زیر می‌باشند [۲۵۶]:

- ولتاژ،
- حاشیه ولتاژ،
- محدودیت‌های فرکانس،
- محدودیت‌های پایداری شبکه،

- زمان رفع خطا،
- محدودیت اتصال کوتاه،
- محدودیت‌های عایقی،
- محدودیت‌های حرارتی تجهیزات شبکه انتقال.

۲-۲-۲-۸- محدودیت ولتاژ

شبکه انتقال با توجه به ضوابط مطرح شده در بخش قبل برنامه‌ریزی، بهره‌برداری و نگهداری می‌شود. محدودیت‌های ولتاژ قبل از خطا و شرایط غیر قابل قبول ولتاژ در ادامه توضیح داده می‌شوند. برای بهره‌برداری شبکه بازه‌های زمانی عملیاتی تعریف شده‌اند. در این بازه‌های زمانی شبکه به نحوی عمل می‌کند که در شرایط عملکرد عادی شبکه و یا وقوع رخداد در شبکه، ولتاژ در ناحیه مجاز باقی بماند. در شرایط نادر وقوع رخدادهای نا امن در شبکه، در بخش‌هایی از شبکه ممکن است ولتاژ از ناحیه مجاز تجاوز کند و یا حتی ولتاژ تغذیه‌کننده بخش‌هایی از شبکه قطع شود. محدوده مجاز ولتاژ قبل از خطای شبکه انتقال در جدول زیر آمده است [۲۵۷].

جدول ۸-۱: محدوده مجاز ولتاژ قبل از خطای شبکه انتقال

ولتاژ نامی (kV)	حداکثر	حداقل
۵۰۰	۵۲۵ kV ± (%۵)	۵۰۰ kV (-۰٪)
۲۷۵	۲۸۹ kV ± (%۵)	۲۷۵ kV (-۰٪)
۱۳۲	۱۳۹ kV ± (%۵)	۱۳۲ kV (-۰٪)
ولتاژهای کمتر	۱,۰۵ p.u ± (%۵)	۱ p.u (-۰٪)

جدول ۸-۲: محدوده مجاز ولتاژ

ولتاژ نامی (kV)	بازه زمانی برنامه‌ریزی		بازه زمانی عملیاتی	
	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل
۵۰۰	525kV (+5.0%)	475kV (-5.0%)	525kV (+5.0%)	450kV (-10.0%)
۲۷۵	289kV (+5.0%)	248kV (-10.0%)	303kV (+10.0%)	248kV (-10.0%)
۱۳۲	139kV (+5.0%)	بنابر توافق با مشترک	145kV (+10%)	119kV (-10%)
ولتاژهای کمتر	(+5.0%)	بنابر توافق با مشترک	(+6.0%)	(-6.0%)

محدودیت‌های ولتاژ با توجه به کلیدزنی تکرارپذیر و یا کلیدزنی تکرار ناپذیر بار، می‌تواند با توجه به جدول زیر توسط

مصرف کننده و یا شرکت TNB تغییر کند [۲۵۷].

جدول ۳-۸: محدودیت ولتاژ در کلیدزنی

کلیدزنی بار	محدوده تغییرات ولتاژ
کلیدزنی غیر تکرار شونده و یا کلید زنی بار(مثلا دوبار در روز) . شامل کلیدزنی خازن ها و راکتورها	۳٪
کلیدزنی متناوب بار (چندین بار در روز)	۱٪

بلافاصله بعد از خطا و خروج المان دچار خطا شده، از سیستم و قبل از رسیدن سیستم به حالت ماندگار، ولتاژ باید در

ناحیه‌های مجاز جدول زیر باشد.

جدول ۴-۸: محدوده مجاز ولتاژ بعد از وقوع خطا

ولتاژ حد پایین	ولتاژ حد بالا
۰,۷ p.u برای حداکثر ۴۰۰ ms	۱,۲ p.u برای حداکثر ۳۰ s

۳-۲-۲-۸- حاشیه ولتاژ

در مرحله برنامه‌ریزی توان شبکه، در شرایط عملکرد عادی شبکه، در هر نقطه‌ای از شبکه توان باید در اندازه‌ای باشد که

۱۵٪ از حداکثر توان قابل انتقال کمتر باشد. در شرایطی که رخدادی در شبکه بیفتد، این حاشیه امنیتی به ۵٪ می‌رسد [۲۵۸].

۴-۲-۲-۸- حدود فرکانس

در شرایط عملکرد عادی و حالت ماندگار شبکه، فرکانس باید در $\pm 1\%$ فرکانس نامی (بین ۴۹,۵ تا ۵۰,۵) باقی بماند. در

شرایط نادر و بحرانی شبکه فرکانس می‌تواند به ۵۲Hz افزایش و به ۴۷ Hz برسد. بنابراین طراحی نیروگاه و سایر ادوات شبکه

باید به نحوی باشد که بتواند بازه فرکانسی تعریف شده در جدول زیر را تحمل نماید [۲۵۹].

جدول ۵-۸: محدوده فرکانس

محدوده فرکانسی	مدت زمان عملکرد در این فرکانس
47.5Hz - 52Hz	به طور پیوسته
47Hz - 47.5Hz	در بازه زمانی ۱۰ ثانیه

۵-۲-۲-۸- زمان رفع خطا

تجهیزات حفاظتی شبکه انتقال باید زمان رفع خطا مطابق با جدول زیر داشته باشند.

جدول ۸-۶: زمان رفع خطا

ولتاژ سیستم (kV)	محل خطا	زمان رفع خطا (ms)
۵۰۰ و ۲۷۵	پست	۱۰۰
	خط	۱۰۰
۱۳۲	پست	۱۵۰
	خط	۱۵۰

۶-۲-۲-۸- محدودیت‌های اتصال کوتاه

سیستم انتقال باید به نحوی طراحی شود که جریان زیرگذرای خطای اتصال کوتاه سه فاز متقارن، از ۹۰٪ جریان قابل تحمل تجهیزات شبکه بیشتر نشود. برای خطای سه فاز و یا تک فاز به زمین جریان زیرگذرای طراحی شده، نباید از مقادیر نشان داده در جدول زیر بیشتر باشد [۲۵۸].

جدول ۸-۷: محدوده جریان زیرگذرای طراحی شده

ولتاژ سیستم (kV)	قدرت تحمل اتصال کوتاه بریکر
۵۰۰	۱ s ، ۵۰ (kA)
۲۷۵	۳ s ، ۴۰ (kA) برای پست بار
	۱ s ، ۵۰ (kA) برای پست ژنراتور
۱۳۲	۳ s ، ۳۱٫۵ (kA)
	۳ s ، ۴۰ (kA) برای پست ژنراتور
۳۳	۳ s ، ۲۵ (kA)
۶٫۶، ۲۲، ۱۱	۳ s ، ۲۰ (kA)
۰٫۲۴ و ۰٫۴۱۵	۳ s ، ۳۱٫۵ (kA)

۷-۲-۲-۸- سطح عایقی

سطح عایقی^۱ تجهیزات شبکه انتقال و توزیع مطابق با جدول زیر می‌باشد.

جدول ۸-۸: سطح عایقی تجهیزات

ولتاژ سیستم (kV)	BIL (kV)
۵۰۰	۱۵۵۰
۲۷۵	۱۰۵۰
۱۳۲	۶۵۰
۳۳	۱۷۰
۲۲	۱۲۵
۱۱ و ۶٫۶	۷۵

۸-۲-۲-۸- محدودیت‌های حرارتی

محدودیت‌های حرارتی در بازه‌های زمانی عملیاتی و برنامه‌ریزی مطابق با جدول زیر می‌باشد.

جدول ۸-۹: محدودیت‌های حرارتی تجهیزات شبکه انتقال

تجهیزات	برنامه‌ریزی	عملیاتی
خطوط	اضافه بار حرارتی مجاز نیست	۱۳۰٪ به مدت حداکثر ۳۰ دقیقه
کابل‌های زیرزمینی	رویت دقیق تجهیزات تحت جریان پیوسته	۱۲۵٪ به مدت حداکثر ۲۵ دقیقه
ترانسفورماتور	اضافه بار حرارتی مجاز نیست	۱۳۰٪ به مدت حداکثر ۳۰ دقیقه
کلیدها و تجهیزات عایقی	رویت دقیق تجهیزات تحت جریان پیوسته	بازه‌های زمانی محدود

۹-۲-۲-۸- شبکه هوشمند و تکنولوژی‌های نو

با توجه به عوامل زیر مسئولین شبکه برق مالزی بر آن شدند، که شبکه برق مالزی را طی برنامه‌ای ۲۵ ساله با نام "نقشه

راهبردی تحول صنعت برق مالزی" متحول و هوشمند نمایند [۲۶۰].

شرکت TNB دارای اهداف زیر است:

- سیستم برق رسانی با قابلیت اطمینان و بازده بالا،
- سیستم برق رسانی هوشمند،
- ارزش‌گذاری همه کالاها و محصولات برقی،

۱-Basic Insulation Level

- افزایش مدیریت محیط زیستی.

با توجه به اهداف ذکر شده در بالا، برای هوشمند کردن شبکه یکی از زیر ساختارهای ضروری بالا بردن قابلیت اطمینان شبکه هوشمند می‌باشد. بنابراین در سطوح مختلف انتقال توان (تولید، انتقال و توزیع) پروژه‌های مختلفی تعریف شده است [۲۶۰].

در حوزه انتقال فعالیت‌های صورت گرفته برای ارتقا قابلیت اطمینان، طبق جدول زیر آورده شده است.

جدول ۸-۱۰: فعالیت‌های صورت گرفته

وضعیت	پروژه
اجرا شده	سیستم خودکار عیب یابی شبکه
در حال اجرا	اتصال بهینه شبکه
اجرا شده	کنترل پیشرفته تجهیزات شبکه قدرت
اجرا شده	سلول های اضطراری و رزرو

۳-۲-۸- بهبود پایایی

فعالیت‌های مرتبط با بهبود پایایی در ادامه آورده شده است.

۱-۳-۲-۸- کاهش حادثه‌های غیر مطمئن در شبکه (اتفاقات شبکه و قابلیت اطمینان)

در شرایط نادر، از جمله خروج همزمان چند المان شبکه و خرابی تجهیزات، سیستم انتقال می‌تواند در حالت نا امن از لحاظ قابلیت قرار گیرد. این اتفاقات ممکن است بخشی از شبکه یا کل آن را دچار قطعی کند و ارسال توان به مصرف کنندگان را دچار مشکل کند. پیش بینی ماهیت این وقایع و سرمایه‌گذاری برای جلوگیری از وقوع چنین وقایعی به طور کامل امکان‌پذیر نیست. به همین دلیل این وقایع به نام اتفاقات نا امن^۱ در شبکه خوانده می‌شوند [۲۶۰].

۲-۳-۲-۸- نصب تجهیزات مانیتورینگ و حفاظتی

در عمل شرکت TNB با نصب تجهیزات حفاظتی خاص و مکانیزم‌های دفاعی شبکه را طوری مجهز کرده است که در هنگام وقوع اتفاقات نا امن تنها بخش کوچکی از شبکه دچار کمبود بار یا تولید گردد.

^۱-Unsecured Contingency Events

شبکه به نحوی برنامه‌ریزی شده و بهره‌برداری می‌شود که در صورت وقوع اتفاقات نا امن نه تنها شبکه دچار خاموشی نشود بلکه بعد از وقوع این گونه حوادث شبکه این توانایی را داشته باشد که به سرعت به شرایط عادی بازگردد. در مکانیزم‌های دفاعی پیش‌بینی شده قطع تعدادی از بارهای غیر ضروری برای پیش‌گیری از خاموشی باقی شبکه پیش‌بینی شده است [۲۶۱].

۳-۳-۲-۸- مدیریت اتفاقات شبکه

شرکت TNB به عنوان بخشی از برنامه‌ریزی شبکه، تاثیر و حساسیت سیستم را نسبت به وقوع رخدادها نا امن مورد مطالعه قرار می‌دهد. برای ارزیابی تاثیر این رخدادها روی شبکه در مرحله برنامه‌ریزی شبکه رخدادها نا امن زیر در نظر گرفته شده و مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. این رخدادها نا امن شامل موارد زیر است:

- از دست دادن یک باس بار،
- گیرکردن بریکر،
- از دست دادن دکل برق (منجر به قطع شدن یک یا بیشتر از یک خط دو مداره)
- از دست دادن پست.

این رخدادها در مرحله برنامه‌ریزی شبکه مورد مطالعه و شبیه‌سازی واقع می‌شوند. سیستم مدیریت در نظر گرفته شده در سیستم، هنگام وقوع این گونه اتفاقات، با توجه به نوع حادثه اقدامات لازم از جمله فرمان تعمیر و بازگرداندن سرویس، تخمین ناحیه قطع شده، برنامه زمان‌بندی قطعی، ارتباط با اتوماسیون توزیع، مدیریت قطعی، تعیین مکان قطعی، بازیابی توان، مدیریت خدمه، مدیریت روش سویچینگ و غیره را انجام می‌دهد [۲۶۲].

۳-۳-۲-۴- مدیریت سمت تقاضا

هدف از ایجاد ضوابط اتصال بار، برنامه‌ریزی اتصال بار به نحوی است که ترانسفورماتورها و سایر تجهیزات شبکه انتقال ظرفیت کافی برای انتقال توان را داشته باشند، تا در هنگام وقوع رخدادها نا امن از خاموشی‌های غیر ضروری اجتناب شود. این ضوابط به بخش انتقال شرکت TNB، بهره‌برداران شبکه و یا مشترکین متصل به شبکه این اختیار را می‌دهد که در چارچوب کد شبکه و استانداردهای قابلیت اطمینان و کیفیت توان، برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری مناسب در شبکه انتقال و توزیع را انجام دهند [۲۶۰].

در ادامه ضوابط لازم برای برنامه‌ریزی و ضوابط عملی باری اتصال بار به شبکه، توضیح داده شده است.

• شاخص و ضوابط در برنامه‌ریزی سمت تقاضا

هدف از برنامه‌ریزی در این بخش آن است که در نقطه اتصال بار به شبکه، تعداد اتصالات کافی برای متصل شدن بار مورد تقاضا به شبکه وجود داشته باشد، به نحوی که تقاضا در همه‌ی شرایط از جمله در شرایط خروج اضطراری المان‌های شبکه تامین شود.

بار رزرو هم به نحوی طراحی می‌شود که در شرایط عملکرد عادی شبکه و وقوع رخدادهایی از قبیل خروج خط تک مداره، جبران‌ساز توان راکتیو و یا ترانسفورماتور کاهنده‌ای طرف فشار قوی آن به شبکه انتقال و فشار ضعیف آن به شبکه توزیع متصل می‌باشد، تقاضای بار به طور کامل تامین شود و قطع باری صورت نپذیرد.

هم‌چنین در این ضوابط این اجازه داده شده است که در هنگام وقوع رخدادهای ذکر شده در قسمت‌های قبلی، با جابجایی بار و یا سایر روش‌ها در سطح ولتاژ توزیع کننده اقدامات لازم انجام بگیرد [۲۶۲].

• ضوابط عملی در سمت تقاضا

این ضوابط در صورتی که یکی از المان‌های شبکه از قبیل خط تک مداره، جبران‌ساز توان راکتیو و یا ترانسفورماتور کاهنده‌ای که طرف فشار قوی آن به شبکه انتقال و فشار ضعیف آن به شبکه توزیع متصل است، قطع شود، اجرا می‌شود. در صورت وقوع یکی از حوادث گفته شده در سیستم انتقال، مقداری از بار قطع می‌شود و کل تقاضای بار تامین نخواهد شد [۲۶۲].

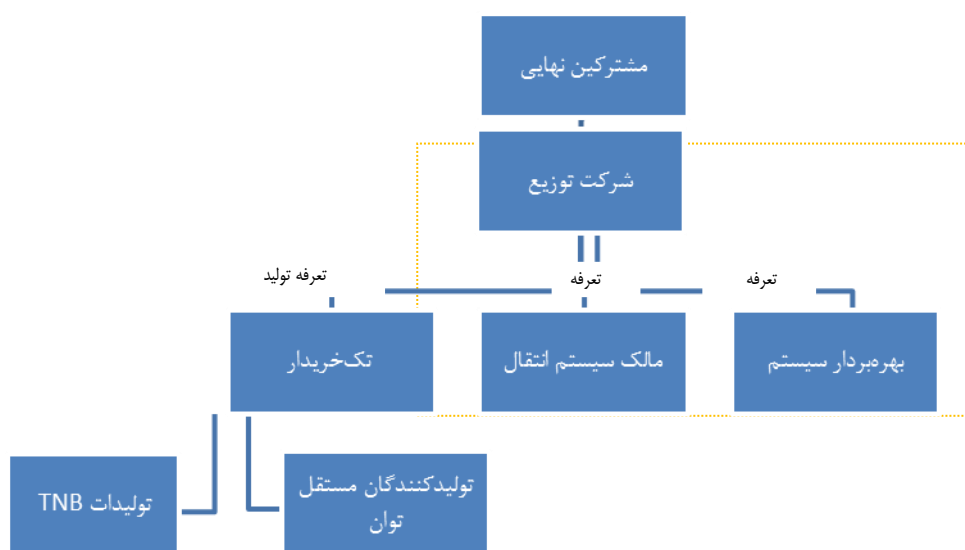
۳-۸- فعالیت‌های انجام شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع

شرکت‌های توزیع در مالزی وظیفه فروش انرژی به مشترکین سطح توزیع و مدیریت، تعمیر و نگهداری و توسعه سیستم توزیع را بر عهده دارند.

۱-۳-۸- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

در مالزی، شرکت‌های توزیع از مشترکین هزینه خدمات را دریافت می‌کنند و سهم تولیدکنندگان و صاحبان سیستم انتقال را پرداخت می‌کنند. با اعمال تغییراتی در این سیستم، تک خریدار و بهره‌بردار سیستم در مدل جدید بازار برق شرکت TNB ظاهر

شد که در آن تک خریدار وظیفه بخش تهیه انرژی سازمان TNB را ایفا می‌کند و برق را از شرکت‌های تولید خصوصی و تولیدات TNB خریداری می‌کند و توزیع توان^۱ را انجام می‌دهد. در این مدل نیز شرکت توزیع هزینه همه خدمات را از مشترکین سیستم توزیع دریافت می‌کند و سهم شرکت انتقال بهره‌بردار سیستم و تک خریدار را پرداخت می‌کند. این مدل در شکل ۸-۶ نشان داده شده است [۲۶۳].



شکل ۸-۶: ساختار کلی صنعت برق شرکت TNB

شورای انرژی^۲ مالزی که نهاد قانون‌گذاری انرژی در مالزی است، در سال ۲۰۱۱ طرحی برای پیاده‌سازی نرخ‌گذاری مبتنی بر عملکرد^۳ ارائه کرد. TNB از این مجموعه برای آماده کردن اصلاحاتی در زمینه نرخ تعرفه‌ها خود استفاده کرد و پیشنهاد تعیین تعرفه خود را در سال ۲۰۱۲ به شورا ارائه کرد [۲۶۱]. در نهایت با تأیید وزارتخانه‌ی انرژی، فناوری سبز و آب و واحد برنامه‌ریزی اقتصادی^۴ این پیشنهاد به مجلس این کشور راه یافت و تأیید شد. از سال ۲۰۱۴ این طرح در شرکت TNB پیاده می‌شود [۲۶۴]. هدف از این طرح، ارتقای بازدهی انرژی و کیفیت خدمات است. به‌طور کلی قانون‌گذار موظف است، کیفیت خدمات را به‌گونه‌ای تنظیم کند که سود مشترکین و شرکت توزیع در مقدار بهینه خود قرار بگیرد، همه مشترکین میزان معقولی از کیفیت توان را دریافت کنند و سطح قابل‌پذیرشی از خدمات حفظ شود. با هدف افزایش این ویژگی‌ها، طرح تعرفه‌گذاری جدید برای دوره‌ای سه ساله تعیین و سازوکار گزارش‌دهی شرکت‌های توزیع معین شد. در این طرح، حداکثر ۰/۳٪ از درآمد

۱-Dispatch

۲-Energy Commission

۳-Performance-Based Regulation

۴-Economic Planning Unit

شرکت توزیع در معرض جریمه یا تشویق برای افزایش پایایی قرار دارد. شاخص‌های پایایی در نظر گرفته شده برای سیستم توزیع SAIDI و SAIFI است [۲۶۵]. گروه انرژی در تعیین میزان حداقل و حداکثر سقف درآمد شرکت توزیع که در معرض جریمه و یا پاداش است و نیز شاخص‌های پایایی مورد استفاده روش‌های مورد استفاده در سایر کشورها را نیز مرور کرده است [۲۶۶]. TNB آمادگی‌های لازم را برای پیاده‌سازی این طرح انجام داده است. به‌طور مثال در سال ۲۰۰۵، دانشگاه ملی تنجا^۱ با این شرکت برای تهیه ارزش خاموشی بار مشترکین سیستم توزیع^۲ همکاری داشته است [۲۶۶].

۲-۳-۸- ارزیابی پایایی

شورای انرژی گزارشی سالانه منتشر می‌کند که در آن داده‌های مربوط به سیستم توزیع و انتقال این کشور را ارائه می‌دهد. شاخص‌های SAIDI و SAIFI از اطلاعات ارائه شده در این گزارش است [۲۶۷].

۳-۳-۸- بهبود پایایی

شرکت TNB در برنامه‌ریزی توسعه شبکه قدرت خود با چالش‌های زیر روبرو بوده است [۲۶۸]:

- افزایش رشد تقاضا
 - پایان یافتن منابع گاز طبیعی و جایگزین کردن آن با زغال‌سنگ تا سال ۲۰۲۰ که تولید هسته‌ای این کشور آغاز شود.
 - انتشار گاز CO₂ و انتظارات مشترکین در مورد سیستم مدیریت توزیع
- این چالش‌ها منجر به نیاز شدید TNB در استفاده بهینه از شبکه توزیع و انتقال خود شده است. به همین دلیل، نقشه راه کاربری فناوری خود را با هدف ایجاد سیستم پایا و پر بازده ایجاد کرد. گام ابتدایی این نقشه راه ایجاد منبع توان پایا در نظر گرفته شده است. از اقداماتی که در زمینه توزیع در این راستا انجام شده است، می‌توان به بازبینی تجهیزات بر مبنای ریسک احتمالی، پایش بر اساس شرایط، تولید مجموعه داده از تجهیزات شبکه توزیع، نصب سیستم GIS، ارتقای سیستم SCADA، استفاده از فناوری‌های جدید برای کابل‌ها و اتصالات و سیستم‌های اطلاعات مشتری یکپارچه شده اشاره کرد. از طرفی، پروژه شبکه هوشمند آزمایشی TNB در سال ۲۰۰۹ آغاز شد و TNB گروه خاصی را برای انجام این پروژه تعیین کرد. فاز اول این پروژه افزایش پایایی سیستم توزیع با اتوماسیون شبکه بوده است. با این روش، یافتن محل خطا، جدا کردن محل خطا، بازآرایی

۱- Univerisit Tenaga Nasional

۲- Value of Loss of Load

فیدرها و تهیه مجموعه داده در مورد اطلاعات مشترکین و خطاها به صورت خودکار انجام می‌شود. فاز یک این پروژه شامل پنج قسمت اصلی می‌شود [۲۶۹]:

- مطالعات برنامه‌ریزی سیستم: ارزیابی آماده بودن شبکه و تشخیص اجزایی که باید ارتقا داده شوند در آن انجام می‌شود. این ارزیابی با تعیین مکان PMUها در شبکه، انجام مطالعات پخش بار و تحلیل‌های اتصال کوتاه و اضطرار در شبکه صورت خواهد گرفت.
 - پیاده‌سازی سیستم مدیریت و اتوماسیون توزیع: امکان تشخیص خودکار محل خطا و جدا کردن آن، بهینه کردن چیدمان شبکه و پاسخ سریع به وجود خواهد آمد. در این قسمت سیستم اسکادا و مدیریت توزیع یکپارچه خواهد شد.
 - نصب سیستم‌های اندازه‌گیری از راه دور: وصل و قطع کردن تجهیزات از راه دور، مدیریت خروجی‌های سیستم فشار ضعیف و ارائه اطلاعات به مشترکین برای سیستم پاسخگویی بار با این روش ممکن خواهد بود.
 - یکپارچه کردن سیستم‌های اطلاعاتی: با این روش امکان استخراج داده و به‌کارگیری آن‌ها برای ارائه به قسمت‌های مختلف مانند مشترکین، کارکنان و مرکز کنترل ممکن خواهد بود.
 - ارزیابی شرایط سیستم به صورت به‌هنگام: تعدادی از تجهیزات برای ارزیابی به‌هنگام انتخاب می‌شوند و پایش شرایط آن‌ها برای بهینه‌سازی تعمیرات و نگهداری انجام می‌شود [۲۶۹].
- تاکنون TNB توانسته است قرائت از راه دور کنتورها را برای ۴۷۰۰ مشترک فشار متوسط و قوی و ۷۰۰۰۰ مشترک فشار ضعیف پیاده‌سازی کند و در نظر دارد پروژه‌ی آزمایشی برای نصب کنتورهای هوشمند انجام دهد [۲۶۹]. همچنین دانشگاه ملی تنجا طی پروژه‌ای سیستم مدیریت توزیع این شرکت را ارتقا داده است. همچنین پروژه‌ای تحقیقاتی در زمینه نحوه انجام تعمیرات و نگهداری مبتنی بر قابلیت اطمینان برای این شرکت انجام داده است [۲۶۹].

فصل نهم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور هند

مقدمه

برای ارائه‌ی نمایی کلی از سیستم قدرت کشور هند، اطلاعاتی در مورد میزان انرژی مصرفی و تقاضا در آن ارائه می‌شود. مصرف برق خالص این کشور در سال ۲۰۱۱ برابر با ۷۱۰۶۷۳ GWh، بیشترین تقاضای توان تا این سال ۱۴۰/۰۹ GW و مجموع ظرفیت نصب شده شبکه، ۱۹۹۸۷۷ MW بوده است [۲۷۰].

سیستم قدرت هند متشکل از سه شبکه سنکرون با اتصال خطوط HVDC است [۲۷۱]. به طور کلی هند پنجمین مصرف‌کننده بزرگ انرژی در دنیا است و ۴٪ از کل انرژی جهان در این کشور مصرف می‌شود. وزارت نیرو^۱ در این کشور مسئول قانون‌گذاری و نظارت بر سیستم قدرت و تولید توان در این کشور است [۲۷۲]. این سازمان برنامه‌ریزی چشم‌اندازها، سیاست‌گذاری، بررسی پروژه‌ها برای تأمین هزینه‌ها، نظارت بر پیاده‌سازی پروژه‌ها و نظارت بر اجرای قوانین انرژی الکتریکی را بر عهده دارد. مرجع برق مرکزی^۲ (CEA) که تحت نظارت وزارت نیرو فعالیت می‌کند، دارای بخش‌های زیر است [۲۷۲]:

- برنامه‌ریزی - وظایف این بخش عبارت‌اند از: تعیین سیاست‌های ملی انرژی الکتریکی، طراحی یکپارچه منابع، بهینه‌سازی بهره‌برداری از منابع، مطالعات پیش‌بینی بار، برنامه‌ریزی تأمین نیروی انسانی و منابع لازم، اطمینان حاصل کردن از در دسترس بودن سوخت و منابع با پشتیبانی فناوری‌های جدید، تحقیق و توسعه در صنعت برق، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و بررسی مسائل زیست محیطی پروژه‌های حرارتی و ...
- ∑ نیروگاه‌های آبی و حرارتی - وظایف این بخش عبارتند از: توسعه نیروگاه‌های آبی، ارزیابی و توسعه فناوری‌های حرارتی، طراحی و مهندسی پروژه‌های حرارتی، اطمینان از کیفیت پروژه‌ها و ...

۱-Ministry of Power

۲-Central Electricity Authority

- بهره‌برداری از سیستم قدرت و توزیع توان - وظایف این بخش عبارتند از: تعیین سیاست‌های لازم برای بهره‌برداری امن و اقتصادی از شبکه، یکپارچه‌سازی شبکه‌های منطقه‌ای، مطالعات تعادل تولید و مصرف و اغتشاشات شبکه، قوانین شبکه^۱، بهینه‌سازی شبکه توزیع، پشتیبانی از طرح توسعه و اصلاح ساختار شبکه برق^۲ (APDRP) و ...
 - بخش اقتصادی و تجاری - وظایف این بخش عبارتند از: ارزیابی اقتصادی پروژه‌های قدرت، تعیین تعرفه‌ها و بسته‌های حمایت مالی و ...
 - بخش سیستم قدرت - وظایف این بخش عبارتند از [۲۷۳]: توسعه و برنامه‌ریزی تأسیسات انتقال در انطباق با برنامه‌های ملی، نظارت بر برق‌رسانی به قسمت‌های غیرشهری، کاهش تلفات توزیع و انتقال و ...
بنابراین به طور خلاصه، مرجع مرکزی برق، وظیفه نظارت بر برنامه‌ریزی شبکه به منظور تأمین عرضه و تقاضا، ساخت نیروگاه‌ها و سیستم قدرت را بر عهده دارد [۲۷۳].
- سیستم قدرت کشور هند تا سال ۱۹۹۱ به طور کامل در مالکیت دولتی قرار داشت (بیش از ۹۵٪ بخش توزیع و ۹۸٪ از بخش تولید). در اواسط سال ۱۹۹۰ تجدید ساختار بخش ایالتی سیستم قدرت شروع شد. این فرآیند همراه با جداکردن سازمان‌های یکپارچه به سه بخش تولید، انتقال و توزیع و نیز خصوصی‌سازی شرکت‌های تولید و توزیع بوده است. همچنین تأسیس شورای مستقلی برای قانون‌گذاری و نظارت بر این سازمان‌ها از دیگر اهداف این فرآیند است. با این وجود، اقدامات جدی‌تر بعد از تصویب قانونی مرتبط در سال ۲۰۰۳ رخ داد. پس از تصویب این قانون بازارهای برق برای فروش توان الکتریکی ایجاد گردید [۲۷۴]. شورای قانون‌گذاری صنعت برق^۳ (CERC) از سال ۲۰۰۳ با هدف تعیین و قانون‌گذاری تعرفه در بخش‌های تولید و انتقال تشکیل شده است [۲۷۵]. وظیفه تعیین تعرفه‌ها و ایجاد مشوق برای سرمایه‌گذاری در صنعت برق توسط مرجع برق مرکزی به شورای قانون‌گذاری صنعت برق واگذار شده است. از طرفی گروه قانون‌گذاری برق ایالتی^۴ (SERC) نیز از سال ۲۰۰۱ با فرمان شورای قانون‌گذاری صنعت برق در ایالت‌های مختلف شروع به کار کرده است. وظیفه این

۱-Grid Code

۲-Accelerated Power Development & Reforms Program

۳-Central Electricity Regulatory Commission

۴-State Electricity Regulatory Commission

سازمان‌ها تعیین تعرفه‌های عمده و جزئی برق برای مشترکین و نظارت بر بهره‌برداری انتقال درون ایالتی شامل مراکز پخش بار ایالتی^۱ است [۲۷۳].

در بخش تولید سه نوع سازمان وجود دارد: سازمان‌های دولتی که مالکیت آن‌ها متعلق به دولت مرکزی است، سازمان‌های ایالتی و تولیدکنندگان بخش خصوصی. در بخش انتقال، شرکت شبکه قدرت هند^۲ (PGCIL) مسئول انتقال توان بین ایالت‌های مختلف و توسعه شبکه ملی است. واحدهای ایالتی مسئول توسعه زیرساخت‌های انتقال ایالت‌ها هستند. اخیراً بخش خصوصی نیز مجاز به مالکیت سیستم انتقال شده است. در بخش توزیع سازمان‌های ایالتی مالکیت ۹۵٪ از سیستم توزیع را دارا می‌باشند. اما با هدف کاهش تلفات بخش توزیع، خصوصی‌سازی بخش توزیع مورد هدف قرار گرفته است [۲۷۵].

کنترل شبکه قدرت این کشور در چهار سطح انجام می‌شود:

- مرکز ملی توزیع بار^۳
- مرکز منطقه‌ای^۴ توزیع بار
- مرکز ایالتی توزیع بار
- مرکز ناحیه‌ای^۵ توزی بار

در کل، ۵ شبکه منطقه‌ای، ۳۱ شبکه ایالتی و ۱۰۰ شبکه ناحیه‌ای در هند وجود دارد. شبکه‌های توزیع درون شبکه‌های ناحیه‌ای قرار دارند. بهره‌برداری از سیستم با هماهنگی بین مرکز توزیع بار منطقه‌ای و بهره‌بردار بازار انجام می‌شود [۲۷۵].

در سال ۲۰۱۳، CERC جهت محاسبه قابلیت اطمینان شبکه انتقال، به CEA فرمان تشکیل شورای ملی قابلیت اطمینان داده است. این شورا محاسبات ظرفیت کل را برای همه محورهای انتقال تأیید خواهد کرد. این شورا دارای نمایندگانی از سازمان‌های مختلف است [۲۷۱].

۱-State load Despatch Center

۲-Power Grid Corporation of India Ltd.

۳-National Load Dispatch Center

۴-Regional

۵-Area

۱-۹- سازمان‌های تحقیقاتی مرتبط با سیستم قدرت و پایایی

دولت هند، موسسه تحقیقاتی سیستم قدرت^۱ را در سال ۱۹۶۰ تأسیس نمود. این سازمان تحت نظارت وزارت نیروی کشور هند فعالیت می‌کند. پروژه‌های این سازمان عمدتاً شامل موارد زیر است:

- مشاوره به سایر سازمان‌ها در زمینه سیستم قدرت
- توسعه و تحقیق: این سازمان سهم عمده‌ای در ارتقای برنامه‌ریزی، بهره‌برداری و کنترل سیستم قدرت این کشور داشته است.
- تأیید محصولات مرتبط با صنعت برق و اطمینان از کیفیت آن‌ها

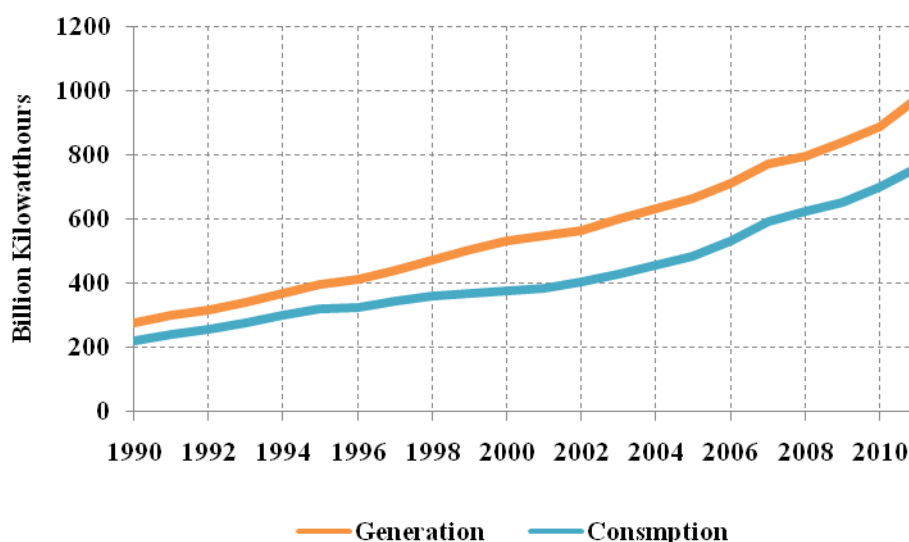
۲-۹- فعالیت‌های انجام شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید

در این بخش به بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه پایایی بخش تولید در کشور هند پرداخته می‌شود. در ابتدا خلاصه‌ای از وضعیت این کشور در زمینه ظرفیت تولید، میزان انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در سال‌های اخیر ارائه می‌شود. همچنین به طور اجمالی به نوع ظرفیت‌های تولید این کشور و درصد مشارکت هر کدام در ظرفیت کل اشاره می‌شود [۲۷۶].

بر اساس آمار مرکز مطالعات کانادا (CEA)، تا ماه می سال ۲۰۱۴ ظرفیت نصب شده اصلی متصل به شبکه تولید برق هند ۲۴۹ گیگاوات بوده است. بر اساس آمار آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) بخش عمده‌ای از ظرفیت تولید در بخش پرجمعیت غربی کشور هند را نیروگاه‌های با سوخت زغال‌سنگ و گاز طبیعی تشکیل می‌دهند. تا ماه می سال ۲۰۱۴ نیروگاه‌های با سوخت زغال‌سنگ، نیروگاه‌های برق‌آبی و نیروگاه‌های گاز طبیعی به ترتیب ۵۹، ۱۶ و ۹ درصد از ظرفیت کل را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین سایر انرژی‌های تجدیدپذیر ۱۳ درصد و انرژی هسته‌ای ۲ درصد از ظرفیت کل را تشکیل می‌دهند. در کشور هند در دهه گذشته به دلیل رشد سریع اقتصادی، بخش صنعتی سهم عمده‌ای را در مصرف برق داشته است [۲۷۷]. کشور هند به‌ویژه در ساعات پیک مصرف، دارای کمبود شدید برق می‌باشد و در بعضی مواقع، نواحی خاصی، ساعت‌ها بی‌برق هستند. این کشور از لحاظ تأمین سوخت برای نیروگاه‌ها و همچنین زیر ساخت انتقال و توزیع مناسب دچار مشکل است. تلفات

شبکه برق بیش از حد بالاست و سیستم از پایایی مناسبی برخوردار نیست. دولت به منظور رفع مشکل کمبود برق و همچنین متنوع‌سازی منابع تولید، برنامه‌هایی برای اضافه کردن ظرفیت‌های تولید انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. در حال حاضر برنامه پنج ساله‌ای برای اضافه کردن ۳۲ گیگاوات ظرفیت بادی، خورشیدی و زیست‌توده و همچنین برنامه‌ای برای اضافه کردن ۲۲ گیگاوات ظرفیت خورشیدی تا سال ۲۰۲۲ در این کشور وجود دارد [۲۷۷].

شکل ۹-۱ میزان انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی سالانه هند (بر حسب بلیون کیلووات ساعت) را برای سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ نشان می‌دهد.



شکل ۹-۱: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در هند [۲۷۷]

۱-۲-۹- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

همه تولیدکنندگان می‌بایست برنامه خروج پیشنهادی واحدهای خود برای سال آینده را به کمیته برق منطقه‌ای (RPC^۱) ارائه دهند. در این برنامه نوع واحد، زمان پیشنهادی برای هر خروج و مدت خروج و سایر اطلاعات مربوط به خروج مشخص می‌شود. RPC با استفاده از این اطلاعات یک برنامه خروج را برای سال آینده تهیه می‌کند که در آن واحدها را به صورت بهینه در نظر گرفته و استانداردهای ایمنی نیز رعایت می‌شوند. پس از نهایی شدن این برنامه‌های خروج، شرایط برقراری تعادل میان تولید و بار برآورده می‌شود. برنامه‌های خروج تعیین شده بصورت ماهانه توسط RPC و با همکاری تمام سازمان‌های درگیر

۱-Regional Power Committee

بازبینی شده و اصلاحات مورد نیاز اعمال می‌شود. تولیدکنندگان همچنین باید اتفاقات منجر به رعایت نشدن استانداردهای ایمنی سیستم را به RPC گزارش دهند [۲۷۸].

۲-۹-۲- ارزیابی پایایی

در برنامه چشم‌انداز ملی (NPP) کشور هند در زمینه انرژی الکتریکی توجه زیادی به برنامه‌ریزی ظرفیت‌های تولید شده است. به منظور دستیابی به پایایی مناسب سیستم، به ظرفیت رزرو کافی، در هر دو صورت گردان و غیرگردان نیاز است. در برنامه ملی، حد رزرو ۵ درصد برای سیستم در نظر گرفته شده است. به منظور برآورده ساختن این حد رزرو، اضافه نمودن ظرفیت‌های جدید ضروری است [۲۷۹].

مرکز مطالعات برق کانادا (CEA) مطالعات جامعی در رابطه با توسعه تولید انجام می‌دهد. در برخی از این مطالعات عملکرد سیستم قدرت بصورت احتمالاتی مدلسازی می‌شود. در بررسی بار سیستم اندازه و تغییرات آن لحاظ می‌شود. در مدل‌ها شاخص‌های پایایی ENS، LOLP و حد رزرو برای برنامه توسعه توان در نظر گرفته شده و هزینه کل حداقل می‌شود. در کشور هند تاکنون شاخص LOLP، یک درصد و ENS، ۰/۱۵ بوده که در این شرایط کشور با کسری شدید انرژی مواجه بوده است. اما انتظار می‌رود که این کمبود با توجه به برنامه‌های عمده کشور، برطرف شود. شاخص LOLP در ایالات متحده به عنوان یک کشور توسعه یافته ۰/۰۳ درصد و در برخی از کشورهای آسیای جنوبی ۰/۲۷ درصد است. بنابراین پیشنهاد گردیده است که برای کشور هند LOLP ۰/۲ درصد و انرژی تغذیه نشده (ENS) ۰/۰۵ درصد در برنامه‌ریزی‌ها مد نظر قرار گیرد [۲۸۰].

همان‌طور که در بخش‌های قبل اشاره شد بخش عمده‌ای از سوخت مورد استفاده در نیروگاه‌های هند را زغال‌سنگ و گاز طبیعی تشکیل می‌دهند. به نظر نمی‌رسد که گاز تولیدی از منابع گاز طبیعی هند در سال‌های بعد با رشد مواجه شوند چراکه منابع بهره‌برداری شده جدید احتمالاً تنها می‌توانند کاهش تولید ناشی از به اتمام رسیدن برخی از منابع پیشین را جبران کنند. در حال حاضر تقاضای گاز طبیعی (که عمدتاً صرف تولید برق می‌شود) بیشتر از تولید داخلی بوده و بخشی از تقاضا از طریق واردات تأمین می‌شود. منابع زغال‌سنگ قادر به تأمین نیاز این سوخت در کشور هستند. با این وجود منابع زغال‌سنگ داخلی به تنهایی قادر نیستند نیاز به سوخت برای تولید برق را برآورده کنند و بقیه کمبودها می‌بایست از طریق واردات زغال‌سنگ و گاز طبیعی جبران شود [۲۸۱].

در توسعه ظرفیت‌های تولید یکی از مسائل مهم تغییرپذیری انرژی‌های تجدیدپذیر است. به منظور حفظ پایایی سیستم، متغیر بودن انرژی تولیدی توسط باد و خورشید می‌بایست مد نظر قرار بگیرد. با این وجود این مسأله به دلیل وضعیت فعلی سیستم قدرت هند به نسبت سایر کشورها از اهمیت کمتری برخوردار است. شبکه برق هند از قبل نیز با تغییرات زیاد مواجه بوده است و به همین دلیل مسأله تغییرپذیری انرژی‌های نو برای این سیستم وضعیت جدیدی به حساب نمی‌آید. البته اضافه شدن مقدار گسترده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند مشکل تغییرپذیری را افزایش دهد. با این وجود هزینه توسعه تکنیک‌ها و روش‌های مورد نیاز برای مدیریت این تغییرپذیری نسبت به هزینه کل اضافه کردن ظرفیت تولید ناچیز است [۲۸۲].

موسسه تحقیقاتی مرکزی قدرت (CPRI) هند نیز مطالعاتی در زمینه پایایی سیستم قدرت به انجام رسانده است [۲۸۲].

فهرست این تحقیقات به شرح زیر است:

- جایابی بهینه منابع تولید پراکنده و سوئیچ‌های سکسیونر در شبکه توزیع برای بهبود پایایی سیستم
- مطالعه پایایی و پایداری سیستم قدرت با نفوذ بالای تولید بادی
- ارزیابی بهبود پایایی در شبکه توزیع
- بهبود پایایی، امنیت و عملکرد بلند مدت ترانسفورمرهای قدرت از طریق بهبود کیفیت روغن آن‌ها
- مشاوره در پروژه اتوماسیون و اسکادا در نیروگاه برقی

این سازمان سرویس‌های مشاوره‌ای زیر را نیز در زمینه تولید ارائه می‌دهد:

- پایش وضعیت و تست‌های شناسایی وضعیت عایق تجهیزات ولتاژ بالا
- آنالیز خرابی تجهیزات قدرت ولتاژ بالا
- مطالعات نوسازی و افزایش عمر نیروگاهی و حرارتی
- آنالیز خرابی کابل‌های قدرت
- آنالیز خرابی بانک‌های خازنی
- سرویس‌هایی برای تشخیص و مکان‌یابی تخلیه جزئی در تجهیزات مانند ترانسفورماتورها و خازن‌ها با استفاده از تکنیک‌های آکوستیک [۲۸۲]

۳-۲-۹- بهبود پایایی

در حال حاضر کشور هند فاقد ساختار برق ایمن بوده و بخش زیادی از کشور دچار کمبود برق در ساعات پیک می‌باشد. این کمبود عمدتاً به دلیل مدیریت نامناسب در بخش قدرت در بلندمدت بوده است، چراکه سیستم قدرت به جای اینکه به صورت اقتصادی بهره‌برداری شود به صورت دولتی و سیاسی اداره شده است [۲۸۲]. مشکلات ناشی از این سیاست شامل تلفات زیاد سیستم، اوضاع نامناسب سازمان‌های حوزه سیستم قدرت و عدم سرمایه‌گذاری کافی در این حوزه می‌باشد. قدم اول در ایمن‌سازی شبکه قدرت الکتریکی، تجدید ساختار سیستم است. خصوصی‌سازی صنعت برق هند ضروری است چرا که این کار باعث رشد سرمایه‌گذاری در این صنعت خواهد شد. عامل موثر دیگر که می‌تواند بخشی از نیاز به نصب ظرفیت جدید را برطرف سازد، مدیریت مصرف است. مدیریت مصرف می‌تواند با تغییر تعرفه‌های برق به انتقال بار از ساعات پیک به ساعات کم‌باری کمک کند. همچنین بهبود عملکرد نیروگاه‌های هند می‌تواند بازدهی حرارتی آن‌ها را از ۲۹ درصد به ۳۵ تا ۴۲ درصد افزایش دهد. با این کار بخشی از نیاز به واردات سوخت برطرف می‌شود. با افزایش اتصالات و ارتباطات الکتریکی با کشورهای همسایه غنی از نظر تولید برق مانند نپال و بوتان می‌توان بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز هند را تأمین کرد [۲۸۳].

پتانسیل انرژی برق‌آبی در هند بسیار بالاست اما افزایش سرمایه‌گذاری در این زمینه دشوار است و تنها ایجاد و توسعه مقدار محدودی ظرفیت برق‌آبی جدید امکان‌پذیر است. پروژه‌های گسترده‌تر نیروگاه برق‌آبی داخلی هند برای راه‌اندازی به زمان بیشتری نیاز دارند. بخشی از انرژی حاصل از ظرفیت‌های برق‌آبی کشورهای نپال و بوتان می‌تواند برای نیاز هند مورد استفاده قرار گیرند. انرژی‌های تجدیدپذیر نیازمند هزینه به نسبت بالایی است و برای کشورهای در حال توسعه مانند هند که برای سرمایه‌گذاری دارای محدودیت‌های زیادی هستند این کار دشوار است. ظرفیت کنونی انرژی تجدیدپذیر هند بسیار کم است و با وجود علاقه این کشور به افزایش این ظرفیت‌ها، به نظر نمی‌رسد که در سال‌های آینده افزایش چشم‌گیری در این زمینه حاصل شود [۲۸۴]. با این وجود در راستای گسترش ظرفیت‌های تولید، کشور هند علاقه زیادی به افزایش ظرفیت انرژی‌های تجدیدپذیر نشان داده است. این کشور حتی یک وزارت را فقط به انرژی‌های تجدیدپذیر (MNRE) اختصاص داده و برنامه‌ها و ماموریت‌های زیادی در رابطه با انرژی‌های تجدیدپذیر و پایا دارد [۲۸۴].

دولت اعلام کرده است که در قالب برنامه ملی، برنامه‌هایی با اهداف توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و مدیریت سمت تقاضا (DSM^۱) در دستور کار خود قرار داده است. یکی از این برنامه‌ها ماموریت ملی انرژی خورشیدی (NSM^۲) برای تأمین ۲۰ هزار مگاوات ظرفیت خورشیدی تا سال ۲۰۲۲ و برنامه دیگر ماموریت ملی افزایش بازدهی انرژی برای صرفه‌جویی ۱۰ هزار مگاوات از مصرف تا سال ۲۰۲۰ است. برنامه‌های دیگری نیز برای رفع کمبود برق و بهبود پایایی سیستم وجود دارد. در برنامه‌ریزی توسعه تولید در کشور هند از شاخص‌هایی برای آنالیز سناریوهای مختلف استفاده می‌شود. این شاخص‌ها می‌توانند در سه حوزه اقتصادی، پایایی و اثرات زیست‌محیطی دسته‌بندی شوند. در زمینه پایایی برنامه‌ریزی‌ها با هدف افزایش پایایی با در نظر گرفتن شاخص‌هایی مانند SAIFI، SAIDI و درصد تقاضای تأمین شده انجام می‌شود [۲۸۳].

کشور هند تا سال ۲۰۰۹ دارای ۱۹ راکتور هسته‌ای در حال بهره‌برداری با ظرفیت حدود ۴۰۰۰ مگاوات بوده که در حدود ۲ درصد از ظرفیت کل را شامل می‌شود. به علاوه چهار راکتور هسته‌ای در حال ساخت بوده و ۳۳ راکتور دیگر در مرحله برنامه‌ریزی و پیشنهاد هستند. مطابق برنامه‌ریزی‌ها کشور هند به دنبال دستیابی به ظرفیت هسته‌ای ۲۰ گیگاوات تا سال ۲۰۲۰ و ظرفیت ۶۳ گیگاوات تا سال ۲۰۳۲ است. همچنین هدف این است که تا سال ۲۰۵۰، ۲۵ درصد از ظرفیت کل را انرژی هسته‌ای تشکیل دهد [۲۸۴].

شرکت ABB چندین پروژه برای بهبود وضعیت پایایی شبکه برق هند به انجام رسانده است. فعالیت‌های انجام شده در زمینه بهبود پایایی سیستم‌های نیروگاهی به پیاده‌سازی و اصلاح سیستم‌های کنترلی و پایش نیروگاه‌ها مربوط می‌شوند. به عنوان نمونه در سال ۲۰۱۰ شرکت ABB به بهبود سیستم کنترلی نیروگاه برق‌آبی سراور با ظرفیت ۱۴۵۰ مگاوات به منظور دستیابی به پایایی بیشتر پرداخت، چرا که سیستم کنترلی پیشین دیگر دارای کارایی قابل قبولی نبوده و پایش و بهره‌برداری نیروگاه با دشواری‌هایی روبرو بود [۲۸۴].

۱-Demand-side management

۲-National Solar Mission

۳-۹- فعالیت‌های انجام شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال

منابع انرژی طبیعی (مانند زغال‌سنگ، نفت، گاز، باد، خورشیدی و زیست‌توده) برای تولید برق در هند به صورت ناهمگون توزیع شده‌اند و در مناطق خاصی متمرکز هستند. به علاوه توزیع منابع انرژی و مراکز مصرف نامتعادل است. این مسئله موجب نیاز به شبکه انتقال طولانی، فشارقوی و بین ایالتی شده است [۲۸۴].

تا سال ۲۰۱۳، مجموع طول خطوط ۲۷۰,۰۰۰ کیلومتر بوده است که ۴۰٪ از این خطوط ولتاژ ۴۰۰ kV AC دارند. ولتاژ ۷۶۵ kV بیشترین سطح ولتاژ این منطقه است؛ اما به دلیل افزایش نیاز به خطوط انتقال طولانی و برای اشغال حریم کمتر برای استفاده از سطوح ولتاژی بالاتر برنامه‌ریزی شده است. با این وجود، استفاده از تکنولوژی‌های جدید برای افزایش ظرفیت خطوط، پایایی سیستم و بهینه‌سازی کاربرد منابع ارزشمند مانند نیروی کار انسانی نیز برنامه‌ریزی شده است، مانند استفاده از جبران سری با استفاده از تریتور، خطوط با بارگذاری امپدانس مشخصه، هادی‌هایی با ظرفیت بالا و خطوط چند مداره. خطوط HVDC نیز در این کشور وجود دارد که در سطوح ولتاژی ۵۰۰ kV و ۲۰۰ kV کار می‌کنند.

شبکه برق هند از شبکه‌های جزیره‌ای به سیستم یکپارچه در سطح ایالتی، با تشکیل واحد برق ایالتی^۱، در سال ۱۹۴۰ تبدیل شد. در سال ۱۹۶۴، با هدف انجام برنامه‌ریزی بخش برق به صورت هماهنگ و در مقیاس گسترده، یکپارچه کردن شبکه‌های ایالتی و کاربرد بهینه منابع کشور به پنج بخش الکتریکی منطقه‌ای تقسیم شد: قسمت شمالی، غربی، جنوبی، شرقی و شمال شرقی. در حال حاضر تلاش می‌شود که این شبکه‌های منطقه‌ای که پیش از این به صورت آسنکرون بهره‌برداری می‌شدند، یکپارچه شوند و کل شبکه هند قرار است تا سال ۲۰۱۴ به صورت سنکرون بهره‌برداری شود.

شبکه هند در حال حاضر به صورت سنکرون به بوتان متصل است و ارتقای اتصال بین این دو این کشور برنامه‌ریزی شده است. همچنین طرح اتصال بین هند و نپال، هند و بنگلادش، هند و سریلانکا نیز در حال پیاده‌سازی است. این اتصالات تشکیل شبکه آسیای جنوبی را تسهیل خواهد کرد.

گزارش آژانس بین‌المللی انرژی چالش‌هایی که صنعت برق این کشور با آن روبروست، شرح داده است. این چالش‌ها شامل ساختار بهتر و کاراتر برای شرکت‌های مختلفی که در صنعت برق مشارکت دارند، سرمایه‌گذاری مالی، نهادهای مدیریتی و قیمت‌گذاری است [۲۸۵].

۱-۳-۹- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

هند و اتحادیه اروپا روابط چند جانبه‌ای در سال‌های اخیر در زمینه‌های مختلف برقرار کرده‌اند. روابط بین هند و اتحادیه اروپا در زمینه انرژی توسط واحد انرژی اروپایی- هندی مدیریت می‌شود. بر اساس تفاهمات این دو، تبادلات منظمی در زمینه امنیت انرژی انجام خواهد شد.

تجربه اتحادیه اروپا و نیز بهترین اقداماتی که در زمینه انرژی اتخاذ نموده‌اند می‌تواند به عنوان ورودی برای مطالعات امنیت انرژی هند به کار رود. به همین دلیل، اتحادیه اروپا پیشنهاد برگزاری کارگروهی برای بحث و فراهم کردن زمینه همکاری در رابطه با فناوری‌ها، فرایندها و جنبه‌های تجاری نموده است [۲۸۶].

کتابچه‌ای برای فراهم کردن پیش‌زمینه‌ای برای شرکت‌کنندگان ارائه شده است که از آن به عنوان مرجع این گزارش استفاده شده است. در رابطه با قانون‌گذاری سیستم انتقال، شورای قانون‌گذاری صنعت برق در سال ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ مکانیزم قانون‌گذاری جدیدی را آغاز کرد و قوانین جدیدی مانند قوانین دسترسی بلند مدت آزاد به سیستم انتقال بین ایالتی، اتصال و تقسیم هزینه‌های بین ایالتی تصویب کرد. در پی تصویب این قوانین مشکلاتی در زمینه پیاده‌سازی چند پروژه احداث خطوط انتقال و نیز بهره‌برداری سیستم ایجاد شد. به همین دلیل شورا برای تصویب قوانین جدیدی در زمینه برنامه‌ریزی سیستم انتقال، تقسیم هزینه‌ها و اختصاص ظرفیت نسخه پیش‌نویس قوانین را برای کسب نظرات قسمت‌های مختلف منتشر کرد. در این گزارش بررسی ارتباط بین پایایی شبکه و در واقع گرفتگی در خط انتقال با هزینه‌های شبکه و معیارهای برنامه‌ریزی بررسی شده است [۲۸۷].

۲-۳-۹- ارزیابی پایایی

بهره‌بردار بر اساس قانون صنعت برق هند، شرکت‌های بهره‌بردار سیستم انتقال گزارش وقوع خرابی در شبکه انتقال را باید به صورت سالانه به مرجع برق مرکزی (وزارت نیرو) ارسال کنند. مرجع برق مرکزی در نهایت جلسه‌ای با حضور همه متخصصین و نمایندگان مراکز تحقیقاتی و شرکت‌های برق مختلف برگزار می‌کند و در آن راه‌کارهای کاهش قطعی‌ها را بررسی می‌کند [۲۸۸].

از طرفی در رابطه با قطعی‌های اصلی در سیستم، وزارت نیرو کمیته‌ای را تشکیل می‌دهد که وظیفه آن‌ها بررسی علل وقوع حادثه و توصیه کردن اقدامات بعدی برای جلوگیری از حوادث مشابه است. مرجع نمونه‌ای از گزارش این کمیته در ارتباط با

قطعی سراسری در ناحیه شمالی، شرقی و شمال شرقی هند در سال ۲۰۱۲ است. در این خاموشی سراسری حدود MW ۴۸۰۰۰ از بار این نواحی قطع شده است [۲۸۹].

مرجع برق مرکزی گزارش مشابهی در رابطه با وقوع حادثه در برج‌های انتقال منتشر کرده است [۲۸۹].

شرکت PGCIL گزارشی در رابطه با پیش‌بینی تولیدات پراکنده و نیازهای آن‌ها در شبکه انتقال انجام داده است و به

بررسی نحوه تأمین سرمایه لازم برای ارتقای شبکه پرداخته است [۲۹۰].

۳-۳-۹- بهبود پایایی

در ادامه‌ی توصیه‌ی کمیته بررسی وقوع خاموشی سراسری در سال ۲۰۱۲، وزارت نیرو کارگروهی برای بررسی شرایط سیستم در هنگام وقوع اضطرار در شبکه قدرت تشکیل داد. این کارگروه تحلیل رفتار سیستم در شرایط نرمال و اضطرار، بررسی فلسفه عملکرد رله‌های حفاظتی، بررسی طرح‌های عملکرد جزیره‌ای و گزینه‌های استفاده از تکنولوژی را برای ارتقای عملکرد شبکه انجام داد. آن‌ها انجام تحلیل‌های منظم و شبیه‌سازی از شرایط شبکه را برای بار فصل‌های مختلف ضروری شمردند. همچنین انجام تحلیل‌های پایداری به‌هنگام با استفاده از سیستم اسکادا برای بررسی ظرفیت سیستم انتقال توصیه شد. از آنجایی‌که در برنامه‌های جزیره‌ای ساختن شبکه هند، نقاط زیادی برای جداسازی تعیین شده بودند، این کارگروه عدم امکان جداسازی سنکرون را تشخیص داد و بنابراین طرح‌های جایگزین جزیره سازی ارائه داده است.

این کارگروه استفاده از معیار پایداری بالاتری را برای بهره‌برداری سیستم پیشنهاد داده است. بر اساس قانون فعلی مرجع برق مرکزی معیار N-1 برای برنامه‌ریزی ارتقای سیستم انتقال توصیه شده است. البته بنا بر مطالعات این گروه تفاوت این دو معیار بهره‌برداری و برنامه‌ریزی منجر به خروج تعدادی از منابع تأمین توان خواهد شد که چندان نتیجه مناسبی نخواهد داشت. سایر توصیه‌های این گروه در مرجع [۲۹۰] ارائه شده است.

شبکه هند از ساختار بازار انحصاری به نوع رقابتی‌تر اما تحت نظارت تغییر کرده است؛ بنابراین بخش صنعت برق هند با موجی از تغییرات شامل افزایش ظرفیت انتقال و تولید، تعداد شرکت‌کنندگان، ظهور قسمت دسترسی آزاد و تبادلات توان، یکپارچه شدن شبکه و رشد تولیدات تجدیدپذیر مواجه بوده است. در این بین، نیاز به شبکه هوشمند بسیار واضح شده است. در اینجا تعدادی از اقداماتی که در زمینه هوشمند سازی شبکه انتقال هند صورت پذیرفته است به‌طور خلاصه ارائه می‌گردد:

- به‌کارگیری واحد اندازه‌گیری فازوری^۱ (PMU) و سیستم پایش سراسری

سیستم قدرت هند رشد پیوسته‌ای را به‌خصوص در دو دهه گذشته تجربه کرده است. با رشد این شبکه‌ها، پیچیدگی‌هایی به دلیل تغییر جهت عبور توان، تغییرات گسترده در عرضه و تقاضا و سطح اتصال کوتاه ایجاد شده است؛ بنابراین، رشد پیچیدگی در شبکه هند نیازمند آگاهی بیشتری نسبت حوادث شبکه و نیز داشتن تصویر جامعی از کل شبکه به صورت به‌هنگام در مرکز کنترل است. برای بررسی سلامت شبکه به‌صورت به‌هنگام، اندازه‌گیری زوایای ولتاژ ضروری خواهد بود [۲۹۰].

سیستم مدیریت انرژی و اسکادای موجود تنها قابلیت پایش وضعیت سیستم را در حالت دائمی دارد. اندازه‌گیری‌های انجام شده با استفاده از PMU منجر به اندازه‌گیری دینامیکی و در نتیجه اتخاذ اقدامات کنترلی مناسب می‌شود.

بنابراین سازمان PGCIL در پروژه WAMS آزمایشی خود، نه PMU نصب نموده است. WAMS شامل PMUها، مجموعه جمع‌آوری داده‌های فازوری، ابزارهای ارائه تصویر از شبکه، ماژول‌های تحلیلی و کاربردی و مجموعه داده می‌شود. WAMS امکان فرمول‌بندی اندازه‌گیری‌های به‌هنگام از حالات کلی شبکه^۲ (URTDSM) را برای بهره‌برداری پیشرفته سیستم فراهم می‌کند [۲۹۱].

- مرکز مدیریت تجهیزات شبکه انتقال ملی

شرکت PGCIL پروژه مرکز مدیریت تجهیزات شبکه انتقال ملی^۳ (NTAMC) را برای پاسخ به چالش‌های فنی و اقتصادی انجام داده است. چالش‌های فنی شامل نیاز به هماهنگی بیشتر در اتصال سنکرون بین شبکه‌های منطقه‌ای، تأخیر بین سیستم‌های لایه‌ای بهره‌برداری و جمع‌آوری اطلاعات در پست‌ها به‌صورت جداگانه است. به‌علاوه، دلایل اقتصادی مانند افزایش هزینه‌های انسانی در مقابل کاهش هزینه‌های سیستم‌های مخابراتی و ابزارهای فناوری اطلاعات فرصتی برای مدیریت پست‌ها با تکنولوژی‌های جدید و بدون دخالت انسان ایجاد کرده است [۲۹۰].

بنابراین، یکی از برنامه‌های شرکت PGCIL این است که مراکز کنترلی کامپیوتری به همراه سیستم‌های مخابراتی و تطابق با قسمت‌های مختلف پست برای ایجاد بهره‌برداری مرکزی و از راه دور و حتی کنترل و پایش سیستم انتقال پیاده شود. هدف از این پروژه این است که هزینه‌های بهره‌برداری و زمان خاموشی شبکه کاهش یابد و عمر تجهیزات افزایش یابد [۲۹۲].

۱-Phasor Measurement Unit

۲-Unified Real-Time Dynamic State Measurements

۳-National Transmission Asset Management Centre

بهره‌برداری از پست قرار است از مراکز کنترل متمرکز یعنی NTAMCها انجام شود. نه مرکز منطقه‌ای مدیریت تجهیزات انتقال تعمیر و نگهداری پست‌ها را هماهنگ می‌کنند و به‌عنوان پشتیبانی برای NTAMC عمل می‌کنند. فعالیت‌های تعمیر و نگهداری از طریق درگاه خدمات تعمیر و نگهداری^۱ انجام می‌شود به طوری که هر درگاه تعمیرات ۳-۴ پست را در اطراف خود در هماهنگی با مرکز منطقه‌ای مدیریت تجهیزات انتقال انجام می‌دهد.

تاکنون شرکت PGCIL نقش مدیریت پروژه‌های پیاده کردن فناوری‌های هوشمند را بر عهده داشته است. این شرکت پروژه آزمایشی نصب سیستم WAMS را در چهار منطقه انجام داده است. در حال حاضر در شبکه هند ۴۰ PMU در حال کار هستند. باهدف پیاده‌سازی کامل تکنولوژی WAMS در هند، طرح سیستم URTDSM برای یکپارچه‌سازی شبکه‌های مرکزی و ایالتی انجام شد [۲۹۳].

۹-۴- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع

بخش توزیع در کشور هند ضعیف‌ترین بخش زنجیره تأمین توان در این کشور است. مهم‌ترین مشکل این بخش وجود تلفات ۳۰٪ است که به دلیل برق دزدی، اندازه‌گیری ضعیف و وضعیت مالی نامناسب شرکت‌های توزیع است. به همین دلیل شرکت‌های توزیع قادر به تأمین سرمایه لازم برای ارتقای کیفیت شبکه خود نبوده‌اند. با این وجود، پس از تجدید ساختار سازمان‌های ایالتی انرژی الکتریکی^۲ (SEB) توجه بیشتری به بخش توزیع شده است. همچنین اقدامات جدیدی برای کاهش تلفات فنی و تجاری همراه با ساختار قانون‌گذاری معینی صورت گرفته است. قانون برق ۲۰۰۳، سیاست ملی انرژی الکتریکی سال ۲۰۰۵ و سیاست تعرفه ملی قوانین جدیدی است که به قانون‌گذاری بخش توزیع مرتبط است و هدف از آن ایجاد رقابت در سطح توزیع و افزایش خدمات به مشترکین نهایی است [۲۹۳].

دولت سرمایه‌گذاری‌های بسیاری را در بخش توزیع با طرح APDRP^۳ و RGGVY^۳ انجام داده است. هدف از این برنامه‌ها تأمین توان برای همه و نیز کاهش تلفات به سطحی معادل ۱۵٪ در کشور است. اخیراً فعالیت بخش خصوصی در سیستم توزیع این کشور مورد حمایت قرار گرفته است [۲۹۴].

۱-Maintenance Service Hubs

۲-State Electricity Board

۳-این برنامه‌ها در بخش‌های بعدی شرح داده خواهد شد.

۱-۴-۹- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

در آینده شرکت‌های توزیع در هند موظف به تغییر ساختارها و استانداردهای مرتبط با پایایی سیستم خود خواهند بود. یکی از محرک‌های کلیدی برای تغییرات بخش توزیع، قانون برق سال ۲۰۰۳ بوده است که گروه نظارت بر برق ایالتی (SERC) را ملزم داشته است که استانداردهای عملکردی شرکت‌های توزیع را معین کند. این سازمان باید جریمه و پاداش پرداختی را به قسمت‌هایی که سرویس با خدمات معینی دریافت نموده‌اند، معین کند. با خصوصی شدن بخش توزیع، اهمیت این استانداردها واضح‌تر خواهد شد. همچنین طرح‌های قیمت‌گذاری جدیدی با عنوان تعرفه با مبنای دسترس‌پذیری^۱ و تبادلات بدون زمان‌بندی^۲ مبنای خوبی برای اجرای استانداردهای شبکه است [۲۹۵].

۲-۴-۹- ارزیابی پایایی

موسسه تحقیقاتی سیستم قدرت هند دارای پروژه‌ای با عنوان ارتقای ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم توزیع است [۲۹۶].

۳-۴-۹- بهبود پایایی

وزارت نیروی کشور هند، برنامه R-APDRP را در برنامه پنج‌ساله توسعه خود در سال ۲۰۰۳ تصویب کرد. تمرکز این برنامه بر کاهش تلفات، تأسیس سیستم‌های خودکار و پایا برای جمع‌آوری داده‌های اندازه‌گیری و به‌کارگیری فناوری اطلاعات در محاسبات الکتریکی، برداشت اطلاعات از مشترکین و تقویت شبکه توزیع تمرکز داشته است [۲۹۵]. این پروژه تا سال ۲۰۰۸ به نتایج زیر دست یافته بود [۲۹۵]:

- ۵۷۱ پروژه تحت این طرح پیاده شده است. تلفات تا حدود ۲۰٪ کاهش داده شده است.
- کارایی قیمت‌گذاری و صدور قبض در سطح ملی از ۶۸٪ در سال ۲۰۰۲ به ۷۱٪ در سال ۲۰۰۷ افزایش یافته است.

در برنامه ۱۱ این طرح مورد تغییر قرار گرفت و هدف از پیاده‌سازی آن کاهش تلفات به ۱۵٪ قرار گرفت. این طرح دارای دو قسمت بوده است که عبارت‌اند از [۲۹۶]:

۱-Availability based Tariff

۲-Unscheduled Interchange

- قسمت اول: فراهم کردن داده‌های اولیه شامل وضعیت خدمت‌رسانی به مشترکین (شاخص‌های قابلیت اطمینان)، نقشه‌گذاری GIS، اندازه‌گیری در فیدرها و ترانسفورماتورهای توزیع و ثبت داده و سیستم‌های SCADA و مدیریت سیستم توزیع DMS برای شهرهای بزرگ.
 - قسمت دوم: تقویت و یا تعویض پست‌های سطح ۱۱ kV، ترانسفورماتورها، تعمیر و تعویض خطوط ۱۱kV و نصب بانک‌های خازنی [۲۹۴]
- شرکت‌های توزیع کشور هند تحت حمایت طرح APDRP توانسته‌اند از طریق استفاده از فناوری اطلاعات و اتوماسیون به اهداف زیر دست یابند:
- فهرست بندی مشترکین و پایگاه داده GIS: شرکت‌های توزیع توانسته‌اند از این طریق و با اندازه‌گیری توان ارسالی در پست‌ها و فیدرهای ۱۱ kV و مقایسه آن با آنچه مشترکین مصرف نموده‌اند، تلفات برق را شناسایی و از برق دزدی جلوگیری کنند.
 - محاسبات و واری انرژي: محاسبات انرژي و مصرف و نیز قابلیت واری آن به شرکت‌های توزیع کمک می‌کند تا قادر باشند بین اقدامات کاهش تلفات اولویت‌بندی کنند.
 - پایش قابلیت اطمینان در سیستم توزیع قدرت: با استفاده از فهرست بندی مشترکین، شرکت‌های توزیع قادر خواهند بود شاخص‌های قابلیت اطمینان را محاسبه کنند و به عنوان معیاری از رضایت مشترکین ارائه کنند.
 - سیستم‌های کنترل نظارتی و جمع‌آوری داده (SCADA): سیستم SCADA ای که به خوبی طراحی شده باشد نه تنها به شرکت توزیع کمک می‌کند تا کیفیت خدمات الکتریکی خود را از لحاظ پایایی و امنیت افزایش دهد بلکه به کاهش هزینه‌ها و دستیابی به رضایت بیشتر مشترکین و در نتیجه حفظ آن‌ها نیز کمک می‌کند [۲۹۴].
 - اتوماسیون توزیع: اتوماسیون توزیع در سطح بالاتری نسبت به SCADA و با استفاده از سیستم‌های ارتباطی می‌تواند به جمع‌آوری داده از مشترکین کمک کند. گرچه در حال حاضر اتوماسیون تنها در سطح پست‌ها انجام شده است.
 - سیستم‌های مدیریت خروجی: پیاده‌سازی این سیستم‌ها یکی از اهداف شرکت‌های توزیع بوده است. این سیستم‌ها می‌توانند اطلاعاتی در مورد خروجی‌ها و نیز ناحیه مورد پوشش آن‌ها بدهد.

U برنامه‌ریزی کارا: با استفاده از جمع‌آوری اطلاعات و نیز دریافت دید کلی نسبت به سیستم توزیع، شرکت‌های توزیع قادر خواهند بود پیش‌بینی بار دقیق‌تر و نیز انتخاب نقاط مهم سیستم را انجام دهند و به این ترتیب مبنایی درست برای برنامه‌ریزی شبکه خود داشته باشند [۲۹۶].

علاوه بر طرح APDRP، وزارت نیروی هند طرح RGGVY را با هدف برق‌رسانی به روستاها و مناطقی که تاکنون دسترسی به انرژی الکتریکی نداشته‌اند، دنبال کرده است [۲۹۵].

تاکنون، منابع مالی شرکت‌های توزیع برای هرگونه تغییر در سیستم توزیع خود شامل موارد زیر بوده است:

- طرح APDRP
- طرح RGGVY [۱۱]
- سازمان تأمین مالی توان^۱

• سازمان برق‌رسانی به مناطق شهری^۱

همچنین بانک‌های جهانی مانند بانک توسعه آسیا و بانک ژاپن نیز منابع مالی توسعه شبکه را در تعدادی از ایالت‌ها فراهم کرده‌اند.

اخیراً وزارت نیروی کشور هند، ۱۴ طرح آزمایشی شبکه‌های هوشمند را پیاده‌سازی نموده است. این پروژه‌ها بیشتر در مرحله دریافت پیشنهاد است، گرچه هدف کلی پروژه و ناحیه پیاده‌سازی آن مشخص است. پیشرفت‌های اخیر این پروژه‌ها در مرجع [۲۹۶] آمده است. شبکه‌های هوشمند در هند با هدف کلی جلوگیری از حجیم‌تر شدن شبکه و افزایش کارایی شبکه، به‌کارگیری انرژی‌های نو، استفاده از خودروهای الکتریکی و کاهش تلفات الکتریکی در سیستم توزیع پیاده‌سازی می‌شود. در نقشه راه شبکه هوشمند این کشور تأمین توان با پایایی بالا از اهداف شبکه‌های هوشمند عنوان شده است [۲۹۶].

فصل دهم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در کشور

ترکیه

مقدمه

در سال ۲۰۱۲ کل ظرفیت تولید ترکیه ۵۶,۱ میلیون کیلووات و کل تولید آن ۲۲۸ میلیارد کیلووات ساعت بوده است. تولید و مصرف برق در این کشور به علت تجدید ساختار صنعت برق پس از سال‌های ۱۹۹۰ گسترش یافته است، به گونه‌ای که طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ مصرف برق در ترکیه بیش از ۹۰٪ افزایش یافته است. منابع سوخت فسیلی و نیروی برق آبی منابع اصلی تولید برق در ترکیه هستند. سهم سوخت‌های فسیلی در تولید برق ۷۳٪ و سهم تولیدات برق آبی نزدیک ۲۷٪ است و در راس تمامی منابع انرژی، گاز طبیعی با ۴۵٪، بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است. اگرچه ترکیه در حال حاضر نیروگاه هسته‌ای ندارد، اما دولت در پی آن است که با نصب یک نیروگاه اتمی بتواند تنوع بیشتری در منابع تولید برق خود ایجاد کند [۲۹۷].

در گذشته مرجع قدرت برق ترکیه ^۱ TEK که یک شرکت دولتی با ساختار عمودی یکپارچه بود، تمامی بخش‌های تولید انتقال و توزیع برق را کنترل می‌کرد. این ساختار تا قبل از سال‌های ۱۹۸۰ که زمان وقوع تغییرات گسترده‌ی ساختاری در اقتصاد ترکیه بود ادامه داشت. در سال ۱۹۸۴ دولت اولین قانون مربوط به حضور سرمایه‌گذاران و شرکت‌کنندگان خصوصی در این صنعت را به تصویب رساند و پس از آن در سال ۱۹۹۳ اقدام به تفکیک بخش‌های صنعت برق و خارج کردن آن از ساختار عمودی یکپارچه کرد. در این سال با تصمیم شورای وزرای ترکیه، شرکت TEK به دو شرکت دولتی ^۲ TEAS و ^۳ TEDAS تقسیم شد [۲۹۷].

۱-Turkish Electricity Authority

۲-Turkish Electricity Generation and Transmission Corporation

۳-Turkish Electricity Distribution Company

در سال ۲۰۰۱ دولت ترکیه با به اجرا رساندن قوانین بازار برق قدم مهمی در تغییر ساختار صنعت برق برداشت. طبق این قانون TEAS به چهار شرکت مجزای تولید، انتقال، توزیع و بازرگانی تفکیک شد. این شرکت‌ها به ترتیب عبارتند از EUAS^۱، TEIAS^۲، EDAS^۳، TETAS^۴. هدف از تفکیک آن بود که در نهایت شرکت‌های تولید و بازرگانی خصوصی شوند [۲۹۸].

ترکیه در بحث بازار رقابتی عمده فروشی و خرده فروشی برق بسیار فعال بوده است و برنامه‌ریزی کرده است که تا سال ۲۰۱۵ این بازارها برای تمامی مصرف‌کنندگان باز و قابل شرکت باشد. علاوه بر این، تغییر مهم دیگری که بر مصرف‌کنندگان تاثیر زیادی داشته است آن است که هرگونه یارانه از تعرفه‌ی برق مصرف‌کنندگان برداشته شده و تعرفه‌ها کاملاً واقعی و منعکس‌کننده‌ی هزینه‌های تولید، انتقال و توزیع است [۲۹۹].

در سال ۲۰۰۱ علاوه بر تاسیس چهار شرکت ذکر شده، مرجع تنظیم مقررات بازار انرژی ترکیه نیز تاسیس شد. EMRA^۵ به عنوان تنظیم‌کننده‌ی بازار برق وظایف زیر را بر عهده دارد:

- صدور مجوز هر گونه فعالیت در بازار برق
- تعیین و تایید کردن تعرفه‌های بازار
- تعیین حدود صلاحیت شرکت در بازار
- همکاری در تهیه و تنظیم پیش‌نویس قوانینی که مرتبط به بازار برق هستند
- حل اختلافات بازار
- وضع جریمه برای تخلفی از قوانین بازار

در حال حاضر بزرگترین تولیدکننده‌ی برق در ترکیه شرکت دولتی EUAS است. سهم این شرکت در تولید برق ۵۰٪ است. ما بقی برق مورد نیاز از تولیدکنندگان مستقل و خصوصی تامین می‌شود. ورود سرمایه‌گذاران خصوصی به بخش تولید برق به آرامی صورت گرفته است. در اولین مرحله در سال ۱۹۸۴ دولت اجازه داد که بخش خصوصی با قراردادهای نوع TOR^۶

۱-Electricity Generation Company

۲-Turkish Electricity Transmission Company

۳-Turkish Electricity Distribution Company

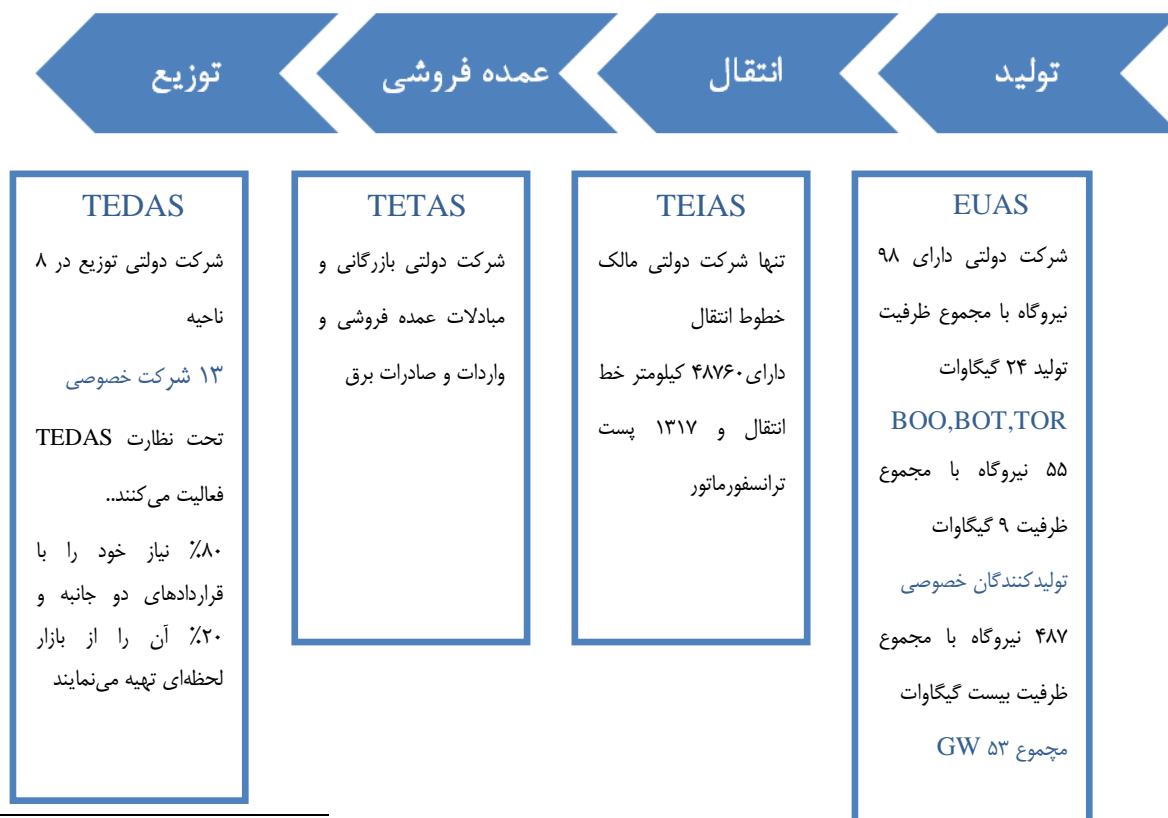
۴-Turkish Electricity Trading and Contracting Company

۵-Energy Markets Regulatory Authority

۶-Transfer of Operating Rights

وارد بخش تولید برق شود. بعد از آن به ترتیب در سال‌های ۱۹۹۴ و ۱۹۹۷ با قراردادهای BOT^۱ و BOO^۲ اولین نسل از نیروگاه‌های خصوصی ساخته شد. این سه نوع قرار داد در واقع قراردادهایی بودند که به سرمایه‌گذاران اجازه می‌دادند با حمایت‌های دولتی، نیروگاه خصوصی تاسیس و یا بهره‌برداری کنند. بعد از سال ۲۰۰۱ با وجود قوانین تازه وضع شده‌ی بازار آزاد برق و تاسیس رگولاتوری برای این بازار، رفته رفته فضا برای حضور نیروگاه‌های خصوصی بدون حمایت دولت نیز فراهم گردید. تا جایی که هم اکنون در حدود نیمی از تولید برق در ترکیه توسط نیروگاه‌های خصوصی انجام می‌گیرد [۳۰۰].

همانطور که پیش از این نیز اشاره شد، شبکه‌ی انتقال ترکیه در اختیار شرکت دولتی TEIAS است. بخش توزیع نیز در اختیار شرکت دولتی TEDAS می‌باشد. البته بخش توزیع به ۲۱ ناحیه تقسیم می‌شود که ۱۳ ناحیه آن به وسیله‌ی شرکت‌های خصوصی تحت نظارت و زیر مجموعه TEDAS گردانده می‌شود. در برنامه‌ریزی‌های نزدیک قرار است سایر ۸ ناحیه توزیع نیز به وسیله‌ی شرکت‌های خصوصی بهره‌برداری شود. البته این بدان معنا نیست که TEDAS موجودیت خود را از دست می‌دهد، بلکه همواره مالک تجهیزات توزیع خواهد بود [۳۰۰]. در نمودار زیر به صورت خلاصه چهار بخش مهم در صنعت برق ترکیه توضیح داده شده است [۳۰۱].



۱-Build Operate Transfer

۲-Build Own Operate

در ترکیه دو مرجع قانون‌گذاری در حوزه‌ی برق وجود دارد. اولین مرجع EMRA است که همانطور که اشاره شد یک مرجع مستقل قانون‌گذاری و نظارت بر بازار برق است که وظیفه دارد فضای رقابتی بازار را حفظ نماید. مرجع قانون‌گذاری دیگر وزارت‌خانه‌ی انرژی و منابع طبیعی است که قوانین، سیاست‌ها و برنامه‌های مربوط به انرژی را با همکاری سایر نهادها و شرکت‌های خصوصی و دولتی مرتبط، آماده و پیاده‌سازی می‌کند.

در ترکیه مرجع یا نهاد که مسئول قابلیت اطمینان سیستم باشد وجود ندارد. اما از لحاظ قانونی شرکت ملی انتقال TEIAS مسئولیت حفظ قابلیت اطمینان سیستم مطابق با استانداردهای جهانی را بر عهده دارد. این شرکت همچنین موظف است قابلیت اطمینان شبکه را به‌هنگام پیش‌کند و در صورت نیاز با خرید سرویس‌های جانبی قابلیت اطمینان را حفظ نماید [۳۰۱]. از جمله فعالیت‌های TEIAS برای حفظ قابلیت اطمینان و امنیت شبکه می‌توان به تدوین و اجرایی کردن دو استاندارد کیفیت و قابلیت اطمینان منابع سیستم انتقال^۱ و نظام نام‌های شبکه‌ی سراسری^۲ اشاره نمود [۳۰۰].

۱-۱۰- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید

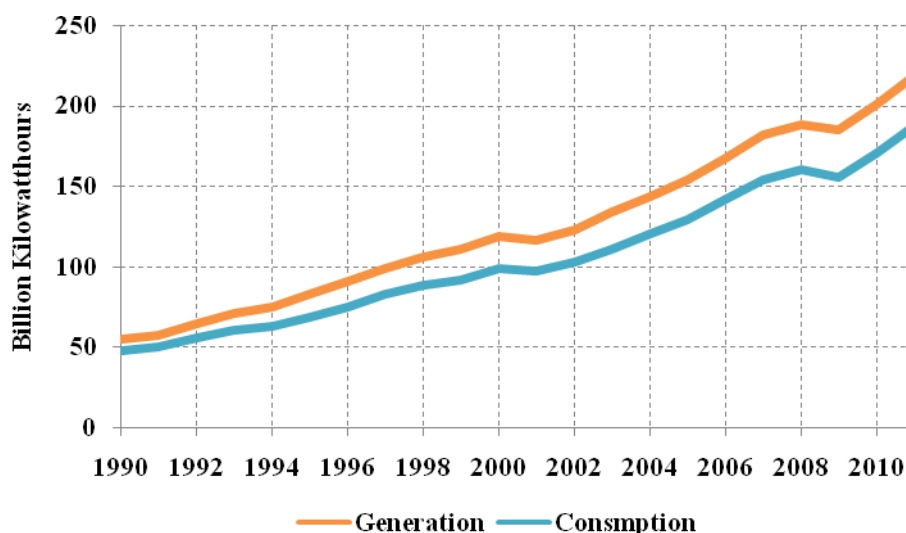
در این بخش به بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه پایایی بخش تولید در کشور ترکیه پرداخته می‌شود. در ابتدا خلاصه‌ای از وضعیت این کشور در زمینه ظرفیت تولید، میزان انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در سال‌های اخیر ارائه می‌شود. همچنین به طور اجمالی به نوع ظرفیت‌های تولید این کشور و درصد مشارکت هر کدام در ظرفیت کل اشاره می‌شود. در سال ۲۰۱۲ ظرفیت نصب شده تولید در ترکیه ۵۶/۱ هزار مگاوات و تولید خالص کل انرژی الکتریکی ۲۲۸ بیلیون کیلووات ساعت بوده است. مصرف برق در ترکیه در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ به میزان ۹۰ درصد افزایش یافته است که بیشترین رشد در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۸ بوده است. تقریباً تمام برق ترکیه از سوخت‌های فسیلی و تولید برق‌آبی تأمین می‌شود. در حال حاضر از انرژی هسته‌ای برای تولید انرژی الکتریکی استفاده نمی‌شود اما دولت ترکیه با هدف توسعه ظرفیت تولید و متنوع‌سازی آن برنامه‌هایی برای ساخت نیروگاه هسته‌ای دارد [۳۰۲].

۱-Transmission System Supply Reliability and Quality

۲-Grid Code

شکل ۱۰-۱ میزان انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی سالانه ترکیه (بر حسب بلیون کیلووات ساعت) را برای سال‌های

۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ نشان می‌دهد.



شکل ۱۰-۱: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در ترکیه [۳۰۳].

تا سال ۲۰۱۳ تقریباً ۶۳ درصد از ظرفیت نصب شده ترکیه متعلق به بخش خصوصی بوده است و این درصد در حال افزایش است. از لحاظ تنوع در سوخت مورد استفاده در نیروگاه‌ها در حال حاضر سه منبع گاز طبیعی، زغال‌سنگ و برق‌آبی بخش عمده انرژی الکتریکی ترکیه را تأمین می‌کنند. بنابر آمار وزارت انرژی و منابع طبیعی ترکیه (MENR) در سال ۲۰۱۲ درصد مشارکت منابع مختلف انرژی در تولید برق بدین شرح است: گاز طبیعی ۴۶ درصد، برق آبی ۲۵ درصد، زغال‌سنگ ۲۴ درصد، باد و زمین گرمایی ۲ درصد و سایر منابع ۳ درصد [۳۰۳].

۱-۱-۱- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

در کشور ترکیه با وجود اینکه تولیدکننده‌های خصوصی انرژی الکتریکی در حال گسترش هستند، بخش تولید هنوز غالباً در مالکیت دولت است. در این کشور مرکز قانون‌گذاری بازار انرژی (EMRA^۲) به عنوان مسئول قانون‌گذاری اتصالات و پایایی شبکه انتقال شامل قانون‌گذاری شبکه و پایایی منبع تأمین‌کننده توان به شبکه انتقال و همچنین قانون‌گذاری کیفیت توان است [۳۰۱]. مسائل فنی و استانداردهای مرتبط با سیستم انتقال و اتصالات در این قوانین گنجانده شده است. مطابق این

۱-Ministry of Energy and Natural Resources

۲-Energy Market Regulatory Authority

قوانین مسئولیت تضمین پایایی سیستم بر عهده سازمان^۱ TEIAS است. TEIAS وظیفه دارد اقدامات پیشگیری لازم را در مقابل هرگونه تهدید برای پایایی و امنیت سیستم انجام دهد [۳۰۴].

۲-۱-۱۰- ارزیابی پایایی

در برنامه‌ریزی‌های بلند مدت ظرفیت تولید دو سناریو تقاضای زیاد و تقاضای کم در نظر گرفته می‌شود. فرض بر این است که در فرمت کلی منحنی بار سالانه، تغییری ایجاد نمی‌شود و مقدار پیک سالانه بار نیز از طریق نرخ رشد سالانه بار تعیین می‌شود. در آنالیزها اثرات بحران اقتصادی نیز منظور می‌شود. مقدار توان ماکزیممی که یک نیروگاه می‌تواند تولید کند، تولید طرح‌ریزی شده^۲ و ظرفیت تولید قابل اطمینان، تولید پایا^۳ نامیده می‌شود. میزان رزرو، برای پایایی سیستم بسیار مهم است. با توجه به ارزیابی‌ها مشخص شد که با فرض ثابت ماندن ظرفیت تولید موجود (حالت اول)، تقاضای برق در سال ۲۰۱۵ نمی‌تواند به صورت پایا برآورده شود و در سال ۲۰۱۷ تمام ظرفیت تولید نیز قادر به تأمین تقاضا نخواهد بود. حالت دوم در نظر گرفتن ظرفیت‌های موجود به همراه ظرفیت‌های دولتی در دست ساخت بوده و حالت سوم در نظر گرفتن ظرفیت‌های موجود به همراه ظرفیت‌های دولتی در دست ساخت و ظرفیت‌های خصوصی در دست ساخت است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن تمام این ظرفیت‌ها، میزان رزرو تولید از سال ۲۰۱۵ به بعد قابل قبول نیست و می‌بایست باز هم ظرفیت‌های جدیدی احداث شوند. از لحاظ سوخت نیروگاه‌ها محدودیتی در رابطه با منابع سوخت وجود ندارد [۳۰۴].

در آینده با گسترش حضور منابع توان تجدیدپذیر مانند انرژی بادی و خورشیدی در شبکه برق ترکیه، به دلیل ماهیت تغییرپذیری این انرژی‌ها، اهمیت پایایی سیستم در بهره‌برداری شبکه بیش از پیش خواهد بود. انرژی‌های تجدیدپذیر در بیشتر مواقع در لحظات پیک در دسترس نیستند و وجود منابع ذخیره‌کننده انرژی مانند منابع تلمبه ذخیره‌ای برق‌آبی (PSH^۴) ضروری است [۳۰۴]. این نوع ذخیره‌کننده انرژی دارای سرعت راه‌اندازی بالایی بوده و قادرند خروجی خود را با تغییرات تقاضا مطابقت دهند. مرکز تحقیقات قدرت الکتریکی ایالات متحده اعلام کرده است که در سال ۲۰۱۲ منابع تلمبه ذخیره‌ای برق‌آبی جهان با ظرفیت ۱۲۷ هزار مگاوات ۹۹ درصد از ظرفیت کل ذخیره‌سازی برق جهان را به خود اختصاص داده‌اند. کشور ترکیه دارای

۱-Turkish Electricity Treansmission Coroporation

۲-Project Generation

۳-Firm Generation

۴-Pumped-Storage Hydroelectrically

اهداف بلند پروازانه‌ای در دستیابی به انرژی‌های تجدیدپذیر دارد و در نتیجه به تجهیزات ذخیره‌سازی عنوان شده نیاز دارد [۳۰۵].

۳-۱-۱۰- بهبود پایایی

ترکیه در میان کشورهای اروپایی دارای بیشترین پتانسیل برای انرژی برق‌آبی، بادی، زمین گرمایی، زیست‌توده و خورشیدی است. با وجود علاقه به گسترش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در سال‌های اخیر، سهم این انرژی‌ها در تولید کل افزایش نیافته است چراکه مصرف نیز در این سال‌ها به طور مداوم و یکنواخت در حال افزایش بوده است. با توجه به برنامه‌ریزی‌های انجام شده انتظار می‌رود ظرفیت تولید انرژی بادی از ۴۳۳ مگاوات در سال ۲۰۰۸ به ۱۱/۲ هزار مگاوات در سال ۲۰۲۵ افزایش یابد که به معنی افزایش درصد مشارکت در ظرفیت کل از ۰/۴ به ۳/۶ است. همچنین قرار است ظرفیت نصب شده انرژی برق‌آبی از ۱۳/۸ هزار مگاوات در سال ۲۰۰۸ به ۳۵ هزار مگاوات در سال ۲۰۲۰ برسد که به معنی افزایش درصد مشارکت این انرژی در ظرفیت کل از ۱۶/۷ به ۳۶/۵ است. سهم انرژی زمین گرمایی نیز که در حال حاضر ۱ درصد است، به ۳ درصد در سال ۲۰۲۰ افزایش خواهد یافت [۳۰۶].

پایایی نیروگاه‌های با سوخت گاز طبیعی در دهه اخیر افزایش یافته است و این نیروگاه‌ها درصد زیادی از کل تولید انرژی الکتریکی ترکیه را به خود اختصاص می‌دهند. همچنین مطابق برنامه‌ها قرار است نیروگاه‌های گازی دیگری نیز ساخته شود. البته این مسأله به سیاست‌های دولت و همچنین ظرفیت‌های گاز کافی بستگی دارد. اخیراً دولت اعلام کرده است که قصد دارد سهم گاز طبیعی در تولید را کاهش دهد (درصد مشارکت) و آن را توسط سایر منابع از جمله انرژی هسته‌ای و سوخت زغال‌سنگ جبران کند [۳۰۶].

ترکیه جهت ساخت اولین نیروگاه هسته‌ای خود در آکویو توافق‌نامه‌ای را در سال ۲۰۱۰ با روسیه امضا کرده است. نیروگاه دارای چهار واحد با ظرفیت کل ۴/۲ گیگاوات بوده و قرار است بهره‌برداری آن از سال ۲۰۲۰ آغاز شود. اما قبل از آغاز پروژه نیاز است چندین وزارت ترکیه رضایت خود را از این پروژه اعلام کنند. همچنین پس از وقوع حادثه در نیروگاه هسته‌ای فوکوشیما ژاپن، این پروژه مقداری به تاخیر افتاد [۳۰۵].

همانطور که در بخش قبل اشاره شد به منظور بهبود پایایی سیستم در حضور انرژی‌های تجدیدپذیر از ذخیره‌کننده‌های انرژی پمپی برق‌آبی (PSH) استفاده می‌شود. تحقیقات در زمینه PSH در ترکیه در سال ۲۰۰۹ آغاز شد و از متخصصین ژاپنی

برای تولید انرژی بادی به همراه PSH استفاده شد. نمونه‌های ۱۴۰۰ و ۱۸۰۰ مگاواتی برای بررسی امکان‌پذیری سیستم PSH ساخته شد. در حال حاضر پروژه دیگری با هدف برطرف کردن آثار نامطلوب تولیدات بادی در پایایی شبکه به وسیله سیستم PSH در حال انجام است که شامل ۴ توربین بادی با مجموع ظرفیت ۱۰ مگاوات و یک سیستم PSH با ظرفیت ۴ مگاوات است. ترکیه به اهمیت ذخیره‌کننده‌های انرژی در مقیاس بزرگ برای یک شبکه پایا پی برده است و به همین دلیل مطالعات زیادی در این زمینه توسط سازمان‌های دولتی انجام شده است. دولت ترکیه تسهیلات بسیار زیادی را به شرکت‌های تولیدکننده توان برق آبی پیشنهاد داده است [۳۰۶].

در سال ۲۰۱۲ ABB پروژه‌ای را در جهت اتوماسیون‌سازی یکی از نیروگاه‌های حرارتی ترکیه با ظرفیت ۲۹۰ مگاوات آغاز کرد. هدف از این پروژه بالا بردن کارایی و پایایی نیروگاه با استفاده از سیستم کنترلی طراحی شده است [۳۰۶].

۲-۱۰- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال

TEIAS تنها شرکتی است که در کشور ترکیه مالک و بهره‌بردار سیستم انتقال است و بهره‌برداری از بازار برق را نیز انجام می‌دهد. ترکیه همواره به دنبال سنکرون شدن با قاره اروپا بوده است. این اتصال از طریق یک خط سه مداره با کشور بلغارستان و یونان انجام شده است. برای فراهم کردن مقدمات این اتصال ترکیه نحوه کنترل فرکانس و نیز انجام بهره‌برداری و تعمیرات نگهداری خود را ارتقا داده است تا با الزامات ENTSO-E مطابقت یابد [۳۰۷]. به‌طور مثال، یکی از پروژه‌هایی که در این راستا انجام داده است، هماهنگ کردن نظام‌نامه سیستم انتقال ترکیه با الزامات فنی و اقتصادی بازار ENTSO-E است [۳۰۷]. همچنین برای اتصال به‌صورت غیر سنکرون با کشورهایی که عضو ENTSO-E نیستند، این کشور از اتصالات جریان مستقیم استفاده کرده است [۳۰۸].

۱-۲-۱۰- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

شرکت TEIAS وظیفه نظارت بر پایایی سیستم انتقال به صورت به‌هنگام و نیز خرید و تهیه خدمات جانبی را دارد. این خرید از طریق قراردادهای خدمات جانبی انجام می‌شود. همچنین این شرکت برای توسعه زیرساخت شبکه اتصالات بین‌المللی را ایجاد می‌کند [۳۰۹].

قانون بازار ترکیه تاکنون از تعرفه‌های سنتی استفاده کرده است اما در حال حرکت به سمت تعرفه‌های با مبنای هزینه است. تعرفه‌های بازار عمده فروشی در حال حاضر بر اساس هزینه در نظر گرفته می‌شود. تعرفه سیستم انتقال مطابق با قانون تنظیم تعرفه بازار مشخص می‌شود. بر طبق این قانون، تعرفه انتقال شامل قیمت استفاده از سیستم انتقال، هزینه بهره‌برداری از سیستم و قیمت بهره‌برداری بازار می‌شود. در نهایت، بر اساس تغییراتی که ممکن است در هزینه‌ها ایجاد شود، TEIAS تعرفه سیستم انتقال را به کارگروه انتقال در EMRA ارائه می‌کند و در صورت تأیید این تعرفه عملی می‌شود [۳۱۰].

مهم‌ترین قانون در ارتباط با پایایی شبکه انتقال، سند کیفیت تأمین و امنیت سیستم^۱ است که رویه‌ها و قوانین مرتبط با الزامات پایایی سیستم انتقال و کیفیت تأمین را با هدف بهره‌برداری ایمن و کم هزینه سیستم انتقال و تحویل انرژی کم هزینه، کافی و با کیفیت بالا شرح می‌دهد. TEIAS برنامه‌ریزی سیستم انتقال را بر اساس رویه‌های این قانون انجام می‌دهد [۳۱۱].

۲-۱۰-۲- ارزیابی پایایی

طبق قانون بازار برق ترکیه، شرکت TEIAS موظف به ارائه گزارش تحلیل ظرفیت تولید ده ساله برای ارائه به EMRA است. در این گزارش از پیش‌بینی بار وزارت انرژی و منابع طبیعی^۲ استفاده می‌شود. البته در آینده قرار است این پیش‌بینی توسط شرکت‌های توزیع انجام شود. آخرین گزارش ارائه شده برای سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۸ است. این گزارش برای حصول اطمینان از تعادل تقاضا و تولید بر اساس ظرفیت و انرژی است و از نیروگاه‌های موجود در حال ساخت و پروژه‌های پیش‌بینی شده بر اساس سناریوهای مختلف در آن استفاده شده است. در این گزارش تحلیل اینکه چگونه تقاضا به گونه‌ای ایمن برآورده شود، صورت گرفته است. بهره‌برداری از سیستم انتقال این کشور به کمک سیستم اسکادا و نرم‌افزار مدیریت انرژی انجام می‌شود [۳۱۲].

نظام‌نامه شبکه و نیز سند کیفیت تأمین و امنیت سیستم معیار برنامه‌ریزی سیستم را شرح می‌دهد. معیار اصلی برنامه‌ریزی شبکه، معیار N-1 است که مربوط به قطعی یک خط، ترانسفورماتور و یا ژنراتور می‌شود. در حالت قطعی یک خط یا ژنراتور، حد دمایی خطوط، کاهش ولتاژ بیش از حد، از بین رفتن پایداری و قطعی بار نباید به وجود بیاید.

۱-System Security and the Quality of Supply Document

۲-Ministry of Energy and Natural Resources

TEIAS احتمال وقوع حوادث N-1 را در نظر نمی‌گیرد و هیچ معیار فنی را در برنامه‌ریزی سیستم انتقال استفاده نمی‌کند. در برنامه‌ریزی از پخش بار، تحلیل امنیت، پخش بار بهینه و محاسبات اتصال کوتاه استفاده می‌شود. در این برنامه‌ریزی سرمایه‌گذاری‌های ممکن از لحاظ اقتصادی محاسبه نمی‌شود به این معنا که هزینه انرژی قطع شده در برنامه‌ریزی محاسبه نمی‌شود. عدم قطعیت‌هایی که مد نظر قرار می‌گیرند عبارتند از [۳۱۳]:

- اندازه و محل نیروگاه‌های جدید
- نحوه به‌کارگیری ژنراتورها
- شرایط آبی
- خروج و از کار انداختن نیروگاه‌های موجود
- پیش‌بینی بار
- دسترس‌پذیری خطوط
- مسائل قانون‌گذاری و بازار
- قراردادهای بازار
- تعادل بار کل کشور

تخمین ریسک در برنامه‌ریزی سیستم انتقال ترکیه انجام نمی‌شود [۳۱۴].

TEIAS اقداماتی جهت ارزیابی کیفیت ولتاژ در سطح سیستم انتقال ۳۸۰ kV در هنگام وقوع انواع خطا انجام داده است

[۳۱۵].

در این راستا، دستگاه‌هایی جهت پایش کیفیت توان در نقاط حساس شبکه نصب شده و تغییرات جریان توان اکتیو و راکتیو و نیز پارامترهای کیفیت توان به‌صورت آنلاین پایش می‌شود. این ارزیابی در ۴۰۰ فیدر و در تطابق با استاندارد IEC 61000-30-4 انجام می‌شود. سعی شده است که نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای کاربردی در این پروژه دارای انعطاف‌پذیری کافی باشند.

برای این پروژه مرکز ملی کیفیت توان در TEIAS ساخته شده است [۳۱۵].

۳-۲-۱۰- بهبود پایایی

در حال حاضر TEIAS در حال کار بر روی برنامه‌هایی برای تقویت شبکه انتقال برای اتصال انرژی‌های تجدیدپذیر به شبکه است. این برنامه برای مواجهه با نصب ۱۵ GW تولید بادی طراحی شده است [۳۱۵].

۳-۱۰- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع

سیستم توزیع کشور ترکیه اخیراً به ۲۱ قسمت تقسیم شده است و ۱۳ بخش از آن به بخش خصوصی واگذار شده است و هشت قسمت باقیمانده در حال جابجایی هستند. پس از این انتقال هیچ شرکت توزیعی توسط TEDAS بهره‌برداری نخواهد شد و TEDAS تنها مالک سیستم توزیع خواهد بود و حقوق بهره‌برداری از این شرکت را در بازه‌های معینی واگذار خواهد کرد. شرکت‌های توزیع مالک سیستم توزیع و مسئول ساخت، بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری از آن هستند. به طور کلی، ساختار قانون‌گذاری صنعت برق کشور ترکیه توسط قانون بازار برق شماره ۶۴۴۶ و قانون‌گذاری ERMA تعیین می‌شود [۳۱۶].

۱-۳-۱۰- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

بر اساس بخش ۲ و ۴ قانون صنعت برق ترکیه، شرکت‌های توزیع موظف‌اند امنیت و کیفیت فنی انرژی الکتریکی را تأمین نمایند. در صورتی که شرکت توزیعی این معیارها رعایت نکند اقدامات زیر انجام می‌شود [۳۱۷]:

- تغییر اعضای هیئت مدیره^۱ این شرکت‌ها
- در صورتی که ضرر مالی از رعایت نکردن این استانداردها ایجاد شود، از عواید و یا سرمایه‌های شرکت توزیع به نفع EMRA برداشته می‌شود.
- مجوز شرکت توزیع باطل می‌شود و به شرکت دیگری واگذار می‌شود [۳۱۸].

تعیین تعرفه شرکت‌های توزیع تا سال ۲۰۱۵ به صورت ملی و یکسان است و با در نظر گرفتن هزینه شرکت‌های توزیع محاسبه می‌شود. زیرا میزان تلفات و هزینه‌های بهره‌برداری شرکت توزیع در مناطق مختلف بسیار متفاوت است و تنظیم تعرفه‌ها به صورت ناحیه‌ای منجر به تغییر تعرفه شدیدی برای بعضی از مناطق می‌شود. در حال حاضر درآمد کل شرکت‌های

توزیع بین آن‌ها تقسیم می‌شود. در کنار اهداف تجدید ساختار صنعت برق این کشور، حرکت تدریجی به سمت قیمت‌گذاری ناحیه‌ای و بر مبنای هزینه‌ها [۳۱۸] و نیز تشویقی [۳۱۹] در نظر گرفته شده است.

فصل یازدهم: فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در

کشور عربستان

مقدمه

همانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه در خاورمیانه و آفریقای شمالی، عربستان سعودی نیز با رشد سریع مصرف برق روبه‌رو است. علل افزایش نیاز به برق در عربستان عبارت است از رشد جمعیت، پیشرفت‌های صنعتی، به خصوص در بخش پتروشیمی، نیاز شدید به تجهیزات تهویه و خنک‌کننده‌ی هوا در فصول گرم سال و یارانه‌های زیادی که به برق تعلق می‌گیرد و باعث ارزان شدن قیمت آن برای مصرف‌کننده می‌شود. در حال حاضر کشور عربستان سعودی برنامه‌ریزی نموده است که ظرفیت تولید خود را از ۵۵ گیگاوات در سال ۲۰۱۳ به ۱۲۰ گیگاوات در سال ۲۰۲۰ برساند. این مقدار سرعت رشد تولیدات در خاورمیانه بی سابقه است [۳۲۰].

در حال حاضر تمام ظرفیت تولید در این کشور مربوط به نیروگاه‌های گرمایی است که با سوخت نفت خام کار می‌کنند. البته برنامه‌هایی در دست اقدام هست که گوناگونی بیشتری در سوخت نیروگاه‌ها ایجاد نمایند تا بتوانند نفت بیشتری صادر کنند. بدین منظور در برنامه‌های توسعه‌ی نیروگاهی تاکید شده است که ۵۵ گیگاوات از ظرفیتی که تا سال ۲۰۲۰ قرار است به شبکه‌ی برق عربستان وارد شود، می‌بایست از منابع تجدیدپذیر باشد که در میان این منابع باید ۴۴ گیگاوات مربوط به نیروگاه‌های خورشیدی باشد. به علاوه قرار است تا سال ۲۰۳۲، ۱۷ گیگاوات ظرفیت تولید برق نیز از نیروگاه هسته‌ای تامین شود و ۳۷ گیگاوات نیز به وسیله‌ی روش‌های بهبود بازدهی از نیاز کل سیستم کم شود [۳۲۱].

۱-۱- ساختار حکومتی بخش برق

در عربستان دو وزارتخانه وظایف و امور مربوط به انرژی را انجام می‌دهند. وزارتخانه‌ی نفت و وزارتخانه‌ی آب و برق [۳۲۱]. شرکت برق سعودی^۱ SEC که زیر مجموعه‌ی بخش برق وزارت آب و برق است، بزرگترین تولیدکننده‌ی برق و تنها

مالک سیستم انتقال و توزیع در پادشاهی عربستان است که در حال حاضر ۴۹ نیروگاه در سرتاسر عربستان دارد که در مجموع ظرفیت تولید ۳۰۶۷۰ مگاوات را دارند. این شرکت در سال ۲۰۰۰ به دنبال حکم حکومتی ادغام شرکت‌های تلفیقی برق تاسیس شد. شرکت‌های تلفیقی که تا قبل از سال ۲۰۰۰ تولیدکنندگان انحصاری برق در عربستان بودند از ادغام جغرافیایی نیروگاه‌ها در چهار ناحیه مرکزی، شرقی، غربی و جنوبی به وجود آمده بودند [۳۲۰]. در حال حاضر بیشتر از یک چهارم این شرکت به فروش رفته به طوری که ۷۴٪ آن دولتی و ۱۹٪ سهام آن توسط مردم خریداری شده و ۷٪ باقی مانده نیز به وسیله‌ی Saudi Aramco خریداری شده است [۳۲۱].

SEC بزرگترین تولیدکننده‌ی برق عربستان است ولی تنها تولیدکننده نیست و بعد از آن شرکت SWCC^۱ که تامین کننده‌ی آب شیرین در اکثر مناطق عربستان است در مقام دوم تولید قرار دارد. نیروگاه‌های خصوصی نیز در تولید برق عربستان سهیم هستند.

شبکه انتقال عربستان سعودی با مجموع طول خط ۳۸۰۰۰ کیلومتر در سرتاسر کشور گسترده شده است و سطح ولتاژ ۱۱۰ کیلوولت تا ۳۸۰ کیلوولت دارد. در این شبکه ۵۷۰ پست فشار قوی و ۱۶۵۳ ترانسفورماتور ولتاژ قوی وجود دارد. علاوه بر افزایش ظرفیت تولید، عربستان نیاز به سرمایه‌گذاری وسیعی به منظور توسعه‌ی شبکه‌ی انتقال و توزیع خود دارد. مساحت زیاد کشور عربستان و آب و هوای نامناسب آن، نوع خطوط انتقالی که می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد تا چهار منطقه‌ی برق رسانی مرکزی، شرقی غربی و جنوبی را به هم متصل نماید، محدود کرده است. به همین دلیل SEC تصمیم گرفته است که بخش‌هایی از سیستم انتقال و توزیع که احتیاج به تجدید دارند و بخش‌هایی که تازه نصب می‌شوند تماما به صورت خطوط زمینی باشد. مطابق برآوردهای انجام شده، هزینه‌ی انجام این کار طی ۱۰ سال آینده معادل ۱۴.۷ میلیارد دلار برای شبکه انتقال و ۱۰.۷ میلیارد دلار برای شبکه‌ی توزیع خواهد بود [۳۲۲].

با توجه به مطالب عنوان شده و با توجه به حجم سرمایه‌گذاری‌های مورد نیاز در بخش برق، دولت عربستان سعودی به دنبال سرمایه‌گذاران خصوصی برای توسعه‌ی شبکه برق رسانی خود و همچنین ظرفیت تولید این شبکه است. به همین دلیل است که قدم‌های بلندی در راستای رقابتی کردن بازار برق خود برداشته است [۳۲۳]. عربستان سعودی به وسیله‌ی مجموعه‌ای از تغییرات فیزیکی، ساختاری و قانون‌گذاری به سمت بازار رقابتی برق در حرکت است. متولی تنظیم مقررات برق و تولیدات

همزمان^۱ ECRA که زیر مجموعه‌ی وزارتخانه‌ی آب و برق است، مجموعه قوانینی جدیدی را تالیف نموده است که از سال ۲۰۱۳ لازم‌الاجرا هستند. این قوانین این اجازه را به تولیدکنندگان مستقل برق می‌دهد که برق خود را به SEC بفروشند و در آینده‌ی نزدیک مستقیماً با مصرف‌کنندگان وارد معامله شوند. به علاوه، طبق این قوانین، SEC باید به سه شرکت ملی تولید، انتقال و توزیع تقسیم شود (هم اکنون شرکت ملی انتقال به نام شبکه‌ی ملی عربستان استقلال یافته و فعالیت‌های خود را آغاز نموده است [۳۲۴]). به مرور و بعد از به وقوع پیوستن این تقسیم‌بندی، شرکت ملی تولید برق خود باید به ۴ شرکت تقسیم شود که این چهار شرکت به همراه شرکت‌های تولید برق مستقل بتوانند برق خود را طبق مقررات ECRA به شرکت ملی انتقال برق بفروشند.

در شکل زیر نقشه‌ی راه تجدید ساختار صنعت برق عربستان آورده شده است [۳۲۴].



شکل ۱۱-۱: نقشه‌ی راه تجدید ساختار صنعت برق عربستان [۳۲۴]

علاوه بر این تغییرات رگولاتوری مهم، تغییرات فیزیکی دیگری نیز برای تسهیل خرید فروش برق در عربستان در حال انجام است که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- SEC به دنبال ارتقاء شبکه انتقال خود تا سال ۲۰۱۶ است به گونه‌ای که شبکه‌ی شرق کشور با خط انتقال با ظرفیت بالا به شبکه‌ی غرب آن متصل شود.
- عربستان در فعالیت‌های شورای همکاری خلیج به منظور اتصال شبکه‌ی کشورهای عضو شرکت می‌کند تا بدین وسیله نیاز بیشینه‌ی توان خود را رفع نماید.

• عربستان در حال امکان‌سنجی نصب خط انتقال ۳ گیگاواتی بین این کشور و مصر است. این دو کشور دارای ساعات بیشینه‌ی مصرف جداگانه‌ای هستند و می‌توانند به یکدیگر برای تامین انرژی در ساعات بیشینه‌ی مصرف کمک کنند.

• عربستان در نظر دارد خط انتقال برق به اروپا نصب کند.

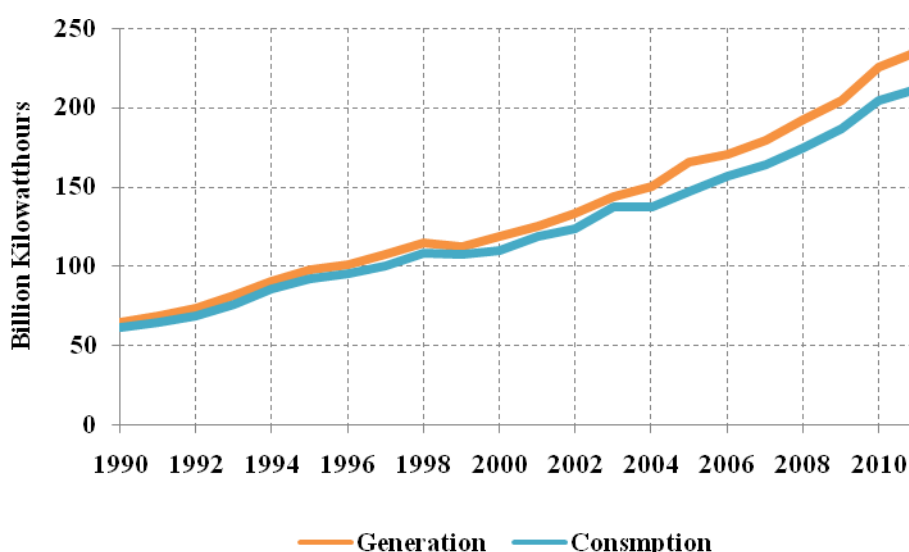
و در آخر هوشمندسازی شبکه امکان خرید آسان برق از تولیدات پراکنده‌ی تجدیدپذیر را در آینده فراهم می‌آورد. در عربستان سعودی نهاد و یا سازمانی که مستقیماً متولی قابلیت اطمینان شبکه برق باشد وجود ندارد و فعالیت‌هایی که به صورت پراکنده و موردی در زمینه‌ی قابلیت اطمینان انجام می‌گیرد، توسط شرکت برق عربستان SEC و یا تنظیم مقررات برق و تولیدات همزمان عربستان ECRA صورت می‌گیرد که هر دوی آن‌ها در واقع زیر مجموعه‌های بخش برق وزارتخانه‌ی آب و برق عربستان هستند. اخیراً با تشکیل شرکت شبکه‌ی برق ملی عربستان و جدا شدن آن از SEC فعالیت‌هایی نیز در زمینه‌ی قابلیت اطمینان انتقال در این شرکت انجام می‌گیرد [۳۲۱].

۲-۱۱ - فعالیت‌های انجام شده مرتبط با پایایی در حوزه تولید

در این بخش به بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه پایایی بخش تولید در کشور عربستان پرداخته می‌شود. در ابتدا خلاصه‌ای از وضعیت این کشور در زمینه ظرفیت تولید، میزان انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در سال‌های اخیر ارائه می‌شود. همچنین به طور اجمالی به نوع ظرفیت‌های تولید این کشور و درصد مشارکت هر کدام در ظرفیت کل اشاره می‌شود. کشور عربستان در سال‌های اخیر با رشد شدید تقاضای برق مواجه بوده است. عوامل موثر بر رشد تقاضا شامل رشد جمعیت، گسترش سریع بخش صنعتی، استفاده وسیع از سیستم‌های خنک‌کننده در تابستان و ... می‌باشد. برنامه گسترش ظرفیت تولید عربستان بزرگترین برنامه توسعه تولید برق در خاورمیانه است [۳۲۴]. طبق این برنامه ظرفیت تولید این کشور از ۵۵ گیگاوات فعلی به ۱۲۰ گیگاوات در سال ۲۰۲۰ افزایش خواهد یافت و این روند تا سال ۲۰۳۲ ادامه می‌یابد. در حال حاضر تقریباً تمام ظرفیت تولید حرارتی است، اما در این برنامه تنوع سوختی بیشتری برای تولید در نظر گرفته شده است. از ظرفیت برنامه‌ریزی شده برای سال ۲۰۲۰، ۵۵ گیگاوات را انرژی‌های تجدیدپذیر تشکیل خواهند داد که در این میان ۴۱ گیگاوات به انرژی خورشیدی اختصاص دارد. ظرفیت تولید برنامه‌ریزی شده تا سال ۲۰۳۲ شامل ۱۷ گیگاوات توان هسته‌ای است و

همچنین در این برنامه طرح‌هایی برای افزایش بازدهی و مدیریت مصرف جهت رفع نیاز به ظرفیت تولید بیشتر در نظر گرفته شده است [۳۲۵].

شکل ۱۱-۲ میزان انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی سالانه عربستان (بر حسب بلیون کیلووات ساعت) را برای سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ نشان می‌دهد.



شکل ۱۱-۲: نمودار تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی و مصرفی در عربستان

۱-۲-۱- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

مالک سیستم انتقال عربستان (TSP^۱) به منظور برقراری تعادل میان ظرفیت تولید و تقاضا و دستیابی به حداکثر مقدار ممکن استانداردهای پایایی و ایمنی سیستم وظایفی را بر عهده دارد. یکی از موارد مورد نظر، برنامه‌ریزی، هماهنگی و تایید خروج‌های برنامه‌ریزی شده و برنامه‌ریزی نشده واحدهای تولید و تجهیزات انتقال است. تولیدکنندگان وظیفه دارند پارامترهای برنامه‌ریزی‌های کوتاه مدت (بهره‌برداری) را در اختیار بهره‌بردار انتقال قرار دهند. همچنین می‌بایست TSP را از تعمیر و نگهداری واحدهای تولید یا هر کدام از سایر تجهیزات نیروگاهی تاثیرگذار بر دسترس‌پذیری واحد تولید، مطلع سازند [۳۲۲]. در مواردی که یک واحد تولید با خروج اجباری مواجه می‌شود، باید حداکثر تا ده دقیقه پس از خروج واحد تولید، TSP را مطلع سازد. همچنین باید در کوتاه‌ترین زمان ممکن دلیل خروج واحد به TSP گزارش شده و بهترین تخمین تولیدکننده از زمان مورد نیاز برای رفع مشکل و بازیابی واحد به حالت دسترس‌پذیری کامل ارائه شود. TSP این حق را دارد که در این گونه موارد

۱-Transmission system provider

و حوادث مرتبط، در روزهای کاری و در زمان مشخص، واحد تولید را بازرسی کند. تولیدکننده می‌بایست در این بازرسی‌ها همکاری کامل را با TSP داشته باشد. تولیدکننده باید در کوتاه‌ترین زمان ممکن تمام تلاش‌های لازم را برای اطمینان از اینکه واحد تولید پس از خروج اجباری به طور کامل تعمیر شده و به حداکثر دسترسی ممکن خود بازگردانده شده است، حاصل کند [۳۲۶].

مرجع قانون‌گذاری تولید برق و گرما (ECRA^۱) از طرف وزارت آب و برق عربستان (MOWE^۲) مسئولیت نظارت بر فعالیت‌های TSP در زمینه برقراری پایایی و تعادل میان ظرفیت تولید و مقدار تقاضا و همچنین کفایت سیستم انتقال و توزیع را بر عهده دارد [۳۲۷].

۲-۲-۱۱- ارزیابی پایایی

در سال ۲۰۰۵ یک تیم پژوهشی در دانشکده معدن و نفت الفهد عربستان مطالعه‌ای را با عنوان برنامه‌ریزی به‌روز شده تولید در حوزه برق عربستان آغاز کرد. هدف از این مطالعه تهیه برنامه توسعه تولید انرژی الکتریکی در عربستان بود. بخش‌های اساسی این پژوهش شامل پیش‌بینی بار برای ۱۵ سال پیشرو (۲۰۰۸ تا ۲۰۲۳) و به تناسب آن تهیه برنامه توسعه ظرفیت تولید برای این مدت است. به درخواست مرجع قانون‌گذاری تولید برق و گرما (ECRA) در عربستان سعودی، مرکز تحقیقات مهندسی^۳ گزارشی تهیه کرده است که در آن به بررسی این مطالعه برنامه‌ریزی تولید پرداخته شده است [۳۲۸].

در برنامه‌ریزی توسعه واحدهای تولید به منظور تعیین زمان‌بندی اضافه شدن ظرفیت‌های جدید از شاخص‌های پایایی استفاده می‌شود. شاخص پایایی مورد استفاده در این برنامه‌ها انتظار از دست رفتن بار (LOLE) است. زمان‌بندی و مقدار ظرفیتی که اضافه می‌شود، توسط عوامل زیر تعیین می‌شود.

- نتایج آنالیزهای پیش‌بینی بار
- معیار پایایی/ارزرو
- ظرفیت تولید موجود
- ظرفیت تولید که قرار است اضافه شود

۱-Electricity & Cogeneration Regulatory Authority

۲-Ministry of Water & Electricity

۳-Center for Engineering Research

• برنامه‌های مربوط به تعطیل کردن واحدهای تولید موجود

مزیت استفاده از یک شاخص مبتنی بر ریسک مانند LOLE این است که این شاخص ارزیابی مناسبی را از رزرو انجام می‌دهد و نرخ خروج اجباری (FOR) و نوع و سایز واحدهای تولید مختلف را نیز لحاظ می‌کند. در کشور عربستان برای مطالعات برنامه‌ریزی برای سیستم‌های به هم پیوسته، شاخص LOLE برابر با $4/8$ ساعت در سال ($0/2$ روز در سال یا ۱ روز در ۵ سال) در نظر گرفته می‌شود. با این وجود برای در نظر گرفتن اثر ماه رمضان و حج در تابستان، استاندارد برنامه‌ریزی تولید برای شاخص LOLE در این دوره‌ها کمی سخت‌گیرانه‌تر بوده و $4/5$ ساعت در سال در نظر گرفته می‌شود. با این کار عدم قطعیت‌های پروفیل بار در دوره حج و رمضان جبران می‌شوند. برای سیستم ایزوله شده، از روشی قطعی استفاده می‌شود که در آن حداقل رزرو ۱۵ درصد و مقاومت سیستم در مقابل از دست رفتن دو عدد از بزرگترین واحدهای تولید ($N-2$) تضمین می‌شود. نرخ خروج اجباری معادل (EFOR) استفاده شده در برنامه‌ریزی‌ها برای انواع واحدهای تولید در نواحی مختلف کشور عربستان بین ۶ تا ۹ درصد در نظر گرفته می‌شود [۳۲۸].

پیاده‌سازی برنامه توسعه تولید با استفاده از ابزار کامپیوتری شده پیشرفته MAREL^۱ (برنامه پایایی چند ناحیه‌ای) انجام می‌شود. MAREL یک برنامه مدل‌سازی شناخته شده است که پایایی یک سیستم قدرت الکتریکی ایزوله یا به هم پیوسته را ارزیابی می‌کند. این برنامه شاخص‌های پایایی استاندارد مانند انتظار از دست رفتن بار (LOLE) و انرژی تأمین نشده مورد انتظار (EENS) که می‌توانند برای برنامه‌ریزی‌های توسعه تولید بکار روند را محاسبه می‌کند. MAREL می‌تواند برای مقایسه شاخص‌های پایایی برنامه‌های مختلف پیشنهادی برای توسعه تولید بکار رود. کفایت منبع با استفاده از شاخص‌های پایایی تعیین می‌شود [۳۲۸].

یکی از مسائلی که در توسعه واحدهای تولید تعیین کننده است، وضعیت سوخت کشور است. سوخت‌های مورد استفاده در واحدهای تولید فعلی عربستان گاز طبیعی، نفت سنگین، نفت خام و نفت دیزل است. سیاست کلی در مورد سوخت این است که از نفت خام به عنوان سوخت اصلی برای توربین‌های گازی استفاده شود. در ناحیه شرقی کشور در بیشتر نیروگاه‌ها از گاز طبیعی استفاده می‌شود. نفت دیزل فقط در بعضی از توربین‌های گازی کوچک بکار می‌رود. توربین‌های بخار در ریبیک و شایبا از نفت سنگین به عنوان سوخت اصلی استفاده می‌کنند. برای برآوردن تقاضای رو به رشد سوخت در نیروگاه‌ها رزرو کافی نفت سنگین وجود دارد [۳۲۹]. در مطالعات برنامه‌ریزی ظرفیت تولید فرض می‌شود که واحدهای تولید موجود، با همان سوخت فعلیشان به

کار خود ادامه می‌دهند. با این وجود برای واحدهای آینده فرض می‌شود گاز طبیعی برای نواحی شرقی و مرکزی موجود خواهد بود. برای نواحی غربی و جنوبی فرض می‌شود که از سوخت مایع استفاده خواهد شد.

۳-۲-۱۱- بهبود پایایی

مطابق برنامه‌ریزی‌های انجام شده تا سال ۲۰۲۰، ۲۴ گیگاوات و تا سال ۲۰۳۲، ۵۰ گیگاوات ظرفیت انرژی‌های تجدیدپذیر نصب خواهد شد. همچنین برای صادر کردن تا ۱۰ گیگاوات از این توان به ایتالیا و اسپانیا در طول زمستان، برنامه‌هایی در دست بررسی است. مقدار ظرفیت هسته‌ای برنامه‌ریزی شده برای سال ۲۰۳۲، ۱۸ گیگاوات و ظرفیت حاصل از سوخت‌های فسیلی ۶۰/۵ گیگاوات خواهد بود.

در آگوست سال ۲۰۰۹ دولت عربستان اعلام کرد که می‌خواهد بر روی برنامه هسته‌ای سرمایه‌گذاری کند و انرژی هسته‌ای برای برآوردن تقاضای رو به رشد برق در کشور و به منظور کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی ضروری است. سازمان KA-CARE^۱ به همین منظور تشکیل شد [۳۲۷].

شرکت SEC همکاری طولانی مدتی با شرکت GE Power در زمینه دستیابی به ظرفیت‌های تولید جدید داشته است. در آخرین قرارداد میان دو شرکت، GE متعهد شده است که یک سیستم کنترل مجتمع (ICS^۲) را در یکی از نیروگاه‌های SEC پیاده‌سازی کند. این تکنولوژی کنترلی پیشرفته به منظور بالا بردن سطح کلی پایایی نیروگاه و افزایش بازدهی بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری طراحی شده است. سیستم کنترلی استفاده شده یکی از جامع‌ترین سیستم‌های نصب شده از این نوع در سراسر دنیا است و بر روی نیروگاه ۲۰۰۰ مگاواتی نصب شده است. این سیستم در حال حاضر پیشرفته‌ترین سیستم کنترلی شرکت GE است که کنترل تمام قسمت‌های نیروگاه را به صورت مجتمع درآورده و کار با آن را آسان گردانیده است. پس از اتمام این پروژه ظرفیت توان شرکت SEC در نیروگاه مورد نظر تا حدودی افزایش یافته و این امر باعث بهبود پایایی و رساندن بهتر برق به مشترکین خواهد شد [۳۲۸].

در برنامه‌ریزی‌های توسعه ظرفیت تولید، برنامه‌های تعمیر و نگهداری واحدهای تولید نیز لحاظ می‌شوند. در مبحث تعمیر و نگهداری می‌بایست به تعمیر و نگهداری برنامه‌ریزی شده و همچنین برنامه‌ریزی نشده توجه شود. مدت زمان تعمیر و نگهداری

^۱-King Abdullah City for Nuclear and Renewable Energy

^۲-Integrated Control System

برای یک واحد تولید سال به سال تغییر می‌کند. با این وجود در برنامه‌ریزی‌های بلند مدت معمولاً برای هر نوع واحد تولید، مدت زمان متوسطی برای تعمیر و نگهداری در نظر گرفته می‌شود. مدت زمان در نظر گرفته شده برای انواع مختلف واحدهای تولید در نواحی مختلف کشور عربستان بین ۴ تا ۶ هفته در سال است [۳۳۰-۳۲۹].

در زمینه ساخت و بهبود تجهیزات نیروگاهی، کشور عربستان ۵۰ سال است که با شرکت آلتوم همکاری رو به رشدی دارد. آلتوم ۲۰ درصد از بخش تولید این کشور را تجهیز کرده است و سرمایه‌گذاری زیادی بر روی منابع و افراد کرده است. این شرکت با انجام پروژه‌های مختلف سعی در کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری و افزایش عمر تجهیزات کلیدی و در نتیجه کاهش هزینه برق دارد. با این کار به دلیل کاهش زمان خروج‌ها و اصلاح تجهیزات، انعطاف‌پذیری و پایایی سیستم نیز افزایش می‌یابد [۳۳۱].

۳-۱۱ - فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه انتقال

سیستم انتقال عربستان سعودی سیستم یکپارچه سراسری نیست و دو شبکه انتقال بزرگ در ایالات مرکزی و شرقی را شامل می‌شود که در سطح ولتاژ ۳۸۰ کیلوولت به یکدیگر متصل هستند. قسمت‌های دیگر شبکه انتقال محلی خود را دارند که بهره‌برداری از آن‌ها به‌طور مستقل صورت می‌گیرد. این کشور در حال تلاش برای یکپارچه کردن سیستم انتقال خود است [۳۳۲]. علاوه بر آن، پروژه اتصال شش کشور عربستان سعودی، بحرین، کویت، عمان، قطر و امارات توسط شرکت آلتوم در حال پیاده‌سازی است. اتصال از طریق HVDC و با در نظر گرفتن جزئیات فنی لازم انجام شده است. این پروژه منجر به افزایش پایایی در سیستم قدرت این کشورها خواهد شد [۳۳۲].

بزرگ‌ترین مشکلاتی که شبکه برق کشور عربستان سعودی تاکنون با آن روبرو بوده است، افزایش تقاضای انرژی، افزایش بیک توان مصرفی و ژنراتورهای کوچک در مناطق روستایی بوده است. به همین دلیل، وزارت نفت و معادن و همچنین سازمان Aramco^۱ وضعیت اضطراری برای کاهش مصرف برق عنوان کرده‌اند تا به این وسیله مصرف داخلی نفت کشور را کاهش دهند. به‌طور مثال ظرفیت تولید SEC در سال ۲۰۱۰ پاسخگوی مصرف نبوده است و در زمان‌های خاص این شرکت از مشترکین بزرگ درخواست استفاده از ژنراتورهای محلی را نموده است. از سال ۲۰۱۱ سیستم تعرفه زمان محور برای مشترکین صنعتی پیاده شده است [۳۳۳].

۱-۳-۱۱- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

در حال حاضر مالکیت و بهره‌برداری سیستم انتقال بر عهده شرکت SEC هست؛ اما با پیاده‌سازی طرح تجدید ساختار بازار این مسئولیت به شرکت‌های بهره‌بردار سیستم انتقال واگذار خواهد شد. این شرکت‌ها از دیدگاه SEC باید دارای واحدهای زیر باشند [۳۳۴]:

- مهندسی
- برنامه‌ریزی
- انجام پروژه
- تعمیر و نگهداری پروژه
- بهره‌برداری و کنترل
- خدمات فنی

علاوه بر طرح تجدید ساختار، طرح بلند مدت سیستم برق نیز برای این کشور برنامه‌ریزی شده است. این طرح توسط دانشگاه ملک فهد با همکاری یک مشاور بین‌المللی تدوین شده است. این طرح برنامه‌ریزی سیستم انتقال و تولید را به طور همزمان انجام داده است.

در حال حاضر شرکت National Grid بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری شبکه انتقال ۱۱۰ و ۳۸۰ کیلوولت را بر عهده دارد و اطمینان حاصل کردن از پایایی این شبکه برای تحویل توان به مراکز بار در سراسر عربستان از وظایف این شرکت است [۳۳۵].

نظام‌نامه سیستم انتقال عربستان وظایف و مسئولیت‌های همه کاربران و کسانی که دارای مجوز فعالیت در این صنعت هستند را شرح می‌دهد. این نظام‌نامه روش بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری سیستم انتقال را شامل اجزای فنی اصلی و تجهیزات مرتبط با اندازه‌گیری و اتصال را شرح می‌دهد. این نظام‌نامه الزامات برنامه‌ریزی را شرح می‌دهد. کارگروهی متشکل از اعضای قسمت‌های مختلف انتقال، توزیع و تولید برای نظارت بر این نظام‌نامه شکل گرفته است. این کارگروه به درخواست قسمت‌های مختلف برای تصحیح و ویرایش این نظام‌نامه پاسخ می‌دهد [۳۳۶]. این نظام‌نامه الزامات کیفیت خدمات در سطح انتقال و نحوه بهره‌برداری از سیستم در شرایط اضطرار و وقوع حادثه را شرح می‌دهد [۳۳۷].

در سال ۲۰۱۱، ECRA قراردادی با یک شرکت بین‌المللی امضا نمود که ساختار تعیین هزینه‌ی دریافتی از سطح توزیع را برای برآوردن هزینه‌های انتقال طراحی کند. قرار است این ساختار به همراه الزامات اندازه‌گیری مانند کنتورهای هوشمند تا سال ۲۰۱۴ کامل شود.

به‌طور کلی، ECRA نظارت بر کیفیت خدمات شرکت‌های فعال در صنعت برق را بر عهده دارد و شاخص‌های پایایی قسمت‌های مختلف را ارزیابی می‌کند. با این وجود ساختار قیمت‌گذاری خاصی برای الزام شرکت‌ها به برآوردن شاخص‌های پایایی در نظر نگرفته شده است [۳۳۸].

۲-۳-۱۱- ارزیابی پایایی

شرکت SEC فعالیتی را در زمینه‌ی ارزیابی پایایی در ناحیه شرقی عربستان سعودی آغاز کرده است. این شرکت تلاش نموده است که از شاخص‌های عملکردی جدیدی استفاده کند. در گذشته این سازمان از شمارش قطعی‌ها استفاده نموده است اما به دلایل زیر تصمیم به استفاده از شاخص‌های جدیدی گرفته است [۳۳۸]:

- شمارش قطعی‌ها نشان‌دهنده مضرات نسبی قطعی‌ها نبوده است.
- شمارش قطعی‌ها امکان مقایسه بین سیستم‌های مختلف را فراهم نمی‌کند.
- شمارش قطعی‌ها به‌طور کامل تأثیر اقدامات اصلاحی را نشان نمی‌دهد.
- شمارش قطعی‌ها امکان انتخاب تصمیم بهینه را در زمینه‌ی تعمیرات و نگهداری فراهم نمی‌کند.

انتخاب شاخص‌ها با انجام مطالعات در زمینه شاخص‌های IEEE و EPRI در سال ۲۰۰۴ انجام شده است و پس از آن داده‌های متناظر با این شاخص‌ها جمع‌آوری شده است. شاخص‌های انتخاب شده شامل شاخص نرخ خروجی اجباری^۱ و زمان قطعی در سیستم^۲ بوده است [۳۳۹].

به‌طور کلی داده‌های جمع‌آوری شده شامل موارد زیر بوده است:

- تعداد حوادث قطعی در هر ناحیه بهره‌برداری در شبکه انتقال
- مدت زمان قطعی و زمان بازنشانی توان

۱-Forced Outage Frequency Index

۲-System-Minutes Lost Index

- انرژی تأمین نشده بعد از هر خطا
- دلیل وقوع خطا
- قسمت‌های دیگری از شبکه که بر عملکرد شبکه انتقال تأثیر گذاشتند.

بر طبق مرجع [۳۴۰] شاخص‌های پایایی در سال ۲۰۰۵ نسبت به گذشته روند صعودی داشته است و بنابراین شبکه عملکرد ضعیف‌تری نسبت به گذشته داشته است. پس از انجام این مطالعات SEC در سال ۲۰۰۷ توصیه‌هایی برای ارتقای پایایی ارائه کرد [۳۴۱].

اما در سال ۲۰۱۱ قطعی‌هایی که به دلیل قطع کردن بار^۱ رخ داد نسبت به سال‌های قبل کاهش قابل توجهی داشت. دلیل این مسئله افزایش ظرفیت تولید توسط SEC بوده است. در قسمت خاصی از این کشور، ECRA، SEC و یک شرکت مشاوره خارجی دلایل اصلی قطعی را بررسی و توصیه‌هایی برای بهبود پایایی این سیستم ارائه نمودند. این توصیه‌ها شامل موارد زیر می‌شود:

- طراحی برنامه‌ای برای بهبود رویه‌های بهره‌برداری و مدیریتی: این یک طرح کوتاه مدت با هدف غلبه کردن بر کمبودهایی که در رویه‌های بهره‌برداری کنونی وجود دارد، است. در این طرح منابع فیزیکی و انسانی بررسی و تعمیرات و نگهداری لازم هم انجام می‌شود.
- توسعه یک طرح جامع برای ارتقای عملکرد سیستم برق: این یک طرح بلند مدت است که شرایط و نقاط ضعف سیستم را شناسایی می‌کند. این طرح به دنبال بهبود سیستم توزیع با ارتقای خطوط انتقال هوایی و تعویض آن‌ها و نصب تجهیزات بازنشانی و قسمت کردن سیستم است. این اقدامات منجر به افزایش پایایی شبکه و بازنشانی توان در کمترین زمان ممکن خواهد شد.

در نهایت، ECRA گزارشی به SEC ارسال کرد و آن را مسئول پیاده‌سازی توصیه‌های بررسی سیستم و ارسال گزارش‌های منظم در مورد آن و نتایج بهبود پایایی نمود. همچنین ECRA، SEC را مسئول بررسی وضعیت شاخص‌های پایایی در سایر قسمت‌های این کشور با ارائه اقدامات اصلاحی مناسب نمود [۳۴۲].

ECRA در سال ۲۰۱۱ اقداماتی را برای ساخت مجموعه داده در صنعت برق بکار بست تا با استفاده از سیستم‌های الکترونیکی داده‌های تجهیزات برق را مدیریت کند. این مجموعه داده جمع‌آوری اطلاعات را برای دسته‌بندی و تحلیل تسهیل خواهد نمود. همچنین گزارش حوادث از طریق این سیستم ثبت خواهد شد.

برای افزایش مزایایی سیستم مجموعه داده، ECRA توافقی با وزارت آب و برق نموده است تا این مجموعه داده را در اختیار آن‌ها نیز بگذارد [۳۴۲].

۳-۳-۱۱- بهبود پایایی

شرکت SEC برای بهبود پایایی در ناحیه ساحلی مقره‌های قبلی را با مقره‌های کامپوزیت تعویض نموده است تا به این وسیله تأثیر آب و هوا را بر خطوط انتقال کاهش دهد. این پروژه شامل تعویض ۲۷۰۰ مقره در ناحیه جوبیل بوده است. همچنین برنامه‌ریزی برای شستشوی خطوط نیز در نظر گرفته شده است. از آن پس این خطوط قطعی مرتبط با آب و هوا نداشته‌اند. همچنین برای محافظت دکل‌های چوبی طرح‌های حفاظتی خاصی پیاده شده است [۳۴۲].

شرکت ABB طی قراردادی به ارزش ۳۰ میلیون دلار با شرکت SEC موظف به افزایش و بهبود پایایی در سیستم انتقال عربستان سعودی شده است. روش انتخاب شده برای ارتقای پایایی بهبود عملکرد دو SVC نصب شده در سیستم انتقال این کشور است. به این ترتیب از وقوع اضافه ولتاژ و در نتیجه ناپایداری ولتاژ در شرایط بار کم جلوگیری خواهد شد. این دو تجهیز قطعی‌های سیستم را کاهش خواهند داد [۳۴۲]. شرکت زیمنس نیز دارای سابقه نصب SVC در عربستان سعودی است.

۴-۱۱- فعالیت‌های انجام‌شده مرتبط با پایایی در حوزه توزیع

شرکت SEC مالک و بهره‌بردار شبکه توزیع کشور عربستان است و برق‌رسانی به ۶/۳ میلیون مشترک این کشور را بر عهده دارد [۳۴۳]. در این قسمت، فعالیت‌های انجام‌شده در سه محور پایایی در سطح توزیع ارائه می‌شود.

۱-۴-۱۱- قانون‌گذاری در حوزه پایایی

شرکت SEC نظام‌نامه سیستم توزیع این کشور را تدوین کرد و ECRA این نظام‌نامه را پس از دریافت نظرات مشاورین بین‌المللی شامل شرکت ESBI از ایرلند و CMS Cameron Mckenna از انگلستان تأیید کرد. این نظام‌نامه شامل رویه

برنامه‌ریزی و بهره‌برداری شبکه توزیع می‌شود و شرایط عادی و اضطراری سیستم را در نظر گرفته است. این نظام‌نامه در رابطه با پایایی شاخص‌های استاندارد را برای سنجش عملکرد شرکت توزیع در نظر گرفته است. این شاخص‌ها شامل SAIDI، CAIDI، ASAI و SAIFI می‌شوند. مقادیر مطلوب این شاخص‌ها توسط ECRA تعیین می‌شود. همچنین زمان استاندارد بازنشانی خدمات در خروجی‌هایی که به علت خطا اتفاق افتاده‌اند، خروجی‌هایی که به دلیل تعمیرات انجام می‌شوند، قطع منابع و یا حذف بار متفاوت است و میزان استاندارد آن‌ها را ECRA تعیین می‌کند [۳۴۴].

همچنین ECRA شاخص‌هایی با عنوان "شاخص عملکرد کلیدی"^۱ تعریف کرده است. این شاخص‌ها در مورد شرکت‌های مختلف ارزیابی می‌شود و مشوق‌های مالی و یا جریمه‌های خاصی برای شرکت‌های دارای مجوز فعالیت در صنعت برق این کشور در نظر گرفته می‌شود. این شاخص‌ها طی همکاری ECRA و شرکت‌های فعال صنعت برق تدوین شده است [۳۴۵].

۲-۴-۱۱- ارزیابی پایایی

بر طبق گزارش سالانه سازمان ECRA، این سازمان از SEC گزارش‌های منظمی در ارتباط با خروجی‌ها دریافت می‌کند. به‌طور خاص اطلاعاتی در مورد خروجی‌هایی که بیشتر از ۱۰۰ مشترک را تحت تأثیر قرار می‌دهند یا خروجی‌هایی که بیشتر از ۳۰ دقیقه طول می‌کشند را دریافت می‌کند. ECRA دلیل وقوع خروجی‌ها را بررسی می‌کند و با شرکت توزیع برای یافتن راه‌حلی برای کاهش قطعی‌ها همکاری می‌کند. به‌طور کلی اصلی‌ترین دلایل وقوع قطعی در سیستم توزیع این کشور عبارت است از [۳۴۵]:

- آسیب به کابل‌ها که دلیل ۳۸٪ از قطعی‌ها بوده است.
- شرایط آب و هوایی که ۲۳٪ قطعی‌ها را ایجاد کرده است.
- آسیب به خطوط انتقال که ۱۱٪ قطعی را سبب شده است.

۳-۴-۱۱- بهبود پایایی

سازمان ECRA تلاش کرده است که قطعی‌های ناشی از خروج بار^۱ را با افزایش ظرفیت تولید کاهش دهد. به دلیل وقوع قطعی‌های فراوان در قسمت خاصی از این کشور، ECRA، SEC و یک شرکت مشاوره خارجی دلایل اصلی قطعی را بررسی

و توصیه‌هایی برای بهبود پایایی این سیستم ارائه نمودند. این توصیه‌ها به طور کلی شامل بهبود وضعیت بهره‌برداری سیستم و نیز برنامه‌های بلند مدت‌تر تعویض خطوط هوایی و نصب تجهیزات بازنشانی توان می‌شود [۳۳۴-۳۳۵].

فصل دوازدهم: نقشه‌ی راه

مقدمه

انرژی الکتریکی نقشی مهم در توسعه و پیشرفت یک جامعه مدرن دارد. به‌نوعی همه موارد و موضوعات زندگی روزانه به استفاده از انرژی الکتریکی و عملکرد سیستم قدرت در زمینه‌ی تامین انرژی و سرویس‌دهی به مصرف‌کنندگان این کالا وابسته است. شرکت‌های برق و تولیدکنندگان تجهیزات در زمینه تولید انرژی الکتریکی، خطوط انتقال و شبکه توزیع، سرمایه‌گذاری قابل توجهی انجام داده‌اند تا بتوانند به‌طور اقتصادی و با کیفیت مطلوب میزان مصرف موردنیاز را تامین نمایند. سطح مطلوب و مناسب سرویس‌دهی شبکه‌های برق به‌وسیله سطح کیفیت و قابلیت اطمینان انرژی الکتریکی که در اختیار مصرف‌کنندگان قرار گرفته می‌شود، اندازه‌گیری می‌گردد [۳۴۶]. با توجه به اهمیت بالای قابلیت اطمینان در برنامه‌ریزی، طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت، استفاده از یک نقشه‌راه الزامی به نظر می‌رسد.

نقشه‌راه و فرآیند ترسیم آن، روشی مناسب برای پشتیبانی از برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری و آینده‌نگری است. امروزه نقشه‌راه در بسیاری از سازمان‌های دنیا با موفقیت به‌کار گرفته شده و نتایج درخشانی دربر داشته است. نقشه‌راه، کاربردهای گسترده‌ای دارد و بسته به هدف ترسیم آن و همچنین زمینه فعالیت سازمان اشکال و رویکردهای اجرایی مختلفی دارد. عدم شناسایی دقیق این تفاوت‌ها می‌تواند منجر به استفاده ناکارآمد، اشتباه و شتاب‌زده از روش‌های مختلف ترسیم نقشه‌راه شود [۳۴۷].

اولین گام در به‌کارگیری این ابزار و منتفع‌شدن از مزایای آن، یادگیری چستی و چگونگی آن است. بر اساس تحقیقات انجام‌شده در کشور انگلیس، ۸۰ درصد سازمان‌هایی که از نقشه‌راه استفاده کرده‌اند، معتقد هستند که به‌کارگیری این ابزار بسیار مفید اما ترسیم آن کار دشواری است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که دلیل دشوار جلوه‌کردن ترسیم نقشه‌راه، عدم آگاهی سازمان‌ها

از انعطاف‌پذیر بودن فرآیند ترسیم نقشه‌راه است. لازم است هر سازمانی بسته به هدف و کاربری نقشه‌راه در محیط خود، رویکرد متفاوت و روش ترسیم خاصی را در پیش گیرد. به‌عبارت دیگر برای استفاده درست و مناسب از این ابزار، باید آن را بسته به هدف، کاربرد و نوع کاربر، ویژه‌سازی کرد [۳۴۸].

در یک تعریف ساده، می‌توان گفت نقشه‌راه، روش کشف و توصیف آینده مطلوب و تبیین راه رسیدن به آن با زبانی ساده و قابل فهم برای سازمان است. نقشه‌راه، نحوه تصمیم‌گیری برای تخصیص منابع اعم از دارایی‌های مشهود و نامشهود را توجیه می‌کند [۳۴۹].

در این فصل به معرفی نقشه‌راه و فرآیند ترسیم آن پرداخته می‌شود. ویژگی اصلی فرآیند نقشه‌راه، استفاده از ساختار مبتنی بر زمان و معمولاً گرافیکی آن است که به‌منظور تدوین، نمایش و ایجاد ارتباط میان برنامه‌های مختلف در سطوح متفاوت سازمان به‌کار می‌رود. نحوه ارتباط این برنامه‌ها به‌صورت علت و معلول بوده و در نتیجه هرچند این برنامه‌ها مربوط به سطوح مختلف سازمان هستند، اما در مواردی عملی‌شدن یکی مستلزم اجرای دیگری است. به‌همین دلیل نقشه‌راه یک ابزار یکپارچه‌کننده است که با در نظر گرفتن تمام سطوح در یک زمان، به فرآیند برنامه‌ریزی اثربخش کمک شایانی می‌کند [۳۵۰].

۱-۱۲- فرآیند ترسیم نقشه‌راه

روند ترسیم نقشه‌راه، فرآیندی انعطاف‌پذیر است و هر سازمان یا گروه بسته به هدف و نوع استفاده از نقشه‌راه، رویکرد متفاوتی را در پیش می‌گیرد؛ اما با بررسی نقشه‌راه کشورهای مختلف جهان، مشاهده می‌شود که با وجود تفاوت‌های ظاهری، اجزای مشترکی دارند و هر یک از چارچوب یکسان پیروی می‌کنند. این چارچوب برای ترسیم نقشه‌راه صنایع مختلف و پروژه‌های دیگری که بخش عمده‌ای از آن‌ها را فناوری تشکیل داده است، نیز قابل استفاده است.

مراحل ترسیم نقشه‌راه در شکل ۱-۱ ارائه داده شده است. این فرآیند با مشخص کردن مأموریت و ارزش‌های بنیادین سازمان، آغاز می‌شود. مأموریت یک سازمان نمایانگر هدف و دلیل بنیادی وجود آن است. همچنین در این راستا باید اهداف کلان و بلندمدت سازمان نیز مشخص شوند. این کار برای انتخاب استراتژی که مطابق با اهداف کلان سازمان باشد لازم است.



شکل ۱۲-۱: فرایند ترسیم نقشه‌راه

این فرآیند با مشخص کردن مأموریت و ارزش‌های بنیادین سازمان، آغاز می‌شود. مأموریت یک سازمان نمایان‌گر هدف و دلیل بنیادی وجود آن است. همچنین در این راستا باید اهداف کلان و بلندمدت سازمان نیز مشخص شوند. این کار برای انتخاب استراتژی که مطابق با اهداف کلان سازمان باشد لازم است.

چشم‌انداز سازمان، اهداف درازمدت و جهت‌گیری کلی سازمان را مشخص می‌کند. بیانیه چشم‌انداز سازمان، مقصد نهایی را مشخص می‌کند.

دو قدم اساسی در راستای تدوین استراتژی هر سازمان عبارت‌اند از تجزیه و تحلیل عوامل بیرونی مؤثر بر سرنوشت سازمان و تجزیه و تحلیل شرایط داخلی سازمان. تجزیه و تحلیل عوامل بیرونی، تهدیدها و فرصت‌های فعلی یا آتی که به‌نحوی در راه رسیدن به اهداف کلان سازمان وجود دارند، را مشخص می‌کند، تجزیه و تحلیل شرایط داخلی به بررسی نقاط قوت و ضعف سازمان برای رسیدن به اهداف مذکور می‌پردازد. در واقع استراتژی از تعامل میان نتایج حاصل از این دو تجزیه و تحلیل حاصل می‌گردد.

بدین ترتیب از تقاطع ضعف‌ها، قوت‌ها، تهدیدها و فرصت‌ها چهار منطقه تشکیل و در هر منطقه زمینه‌های استراتژی که سازمان می‌تواند روی آن‌ها متمرکز شود، مشخص می‌گردند.

پس از انتخاب استراتژی یا استراتژی‌های موردنظر، زمان تخصیص فن‌آوری‌های لازم برای اجرای هر استراتژی می‌رسد. نتیجه این کار با وضعیتی که شرکت توزیع در زمان حال دارد، مقایسه می‌شود و با استفاده از آنالیز شکاف، فاصله بین وضعیت اولیه با وضعیت مطلوب مشخص شده و راه‌حلهایی برای پل‌زدن روی شکاف‌های مذکور تعیین می‌شوند. با در دست داشتن استراتژی و نتیجه آنالیز شکاف، شرکت برق باید برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت به‌منظور گذشتن از شکاف فن‌آوری را تعریف کند. در این راستا پروژه‌هایی برای دستیابی به اهداف کوتاه‌مدت تعریف می‌شوند. برای هر یک از این پروژه‌ها آنالیز هزینه/فایده انجام می‌شود و از این میان فقط پروژه‌هایی که توجیه مالی دارند، باقی می‌مانند و برای هر یک از آن‌ها یک برنامه اجرایی زمان‌بندی‌شده تعریف می‌شود.

پس از مشخص شدن لیست پروژه‌ها، باید برنامه زمان‌بندی برای اجرای آن‌ها تهیه شود و منابع نقدی و غیرنقدی موردنیاز برای اجرای مراحل مختلف آن مشخص گردد و سپس با آنالیز ریسک، استراتژی سرمایه‌گذاری در فن‌آوری‌هایی که برای پیشرفت لازم هستند و نواحی با ریسک بالا تعیین شوند. در این مرحله عملاً کار طراحی نقشه‌راه به پایان رسیده و می‌توان آن

را به اجرا درآورد، اما برای اطمینان از حرکت در مسیر صحیح می‌توان با تهیه کارت‌های امتیازی متوازن بر اساس چشم‌انداز و استراتژی آن‌ها، بر عملکردشان نظارت کرد.

کارت امتیازی متوازن روش و چارچوبی برای برنامه‌ریزی استراتژیک و سنجش عملکرد به‌شمار می‌رود که در آغاز دهه ۱۹۹۰ معرفی شد. تا قبل از این تاریخ، برای تعیین افق برنامه‌ریزی، هدف‌گذاری و سنجش عملکرد از معیارهای مالی استفاده می‌شد. اگرچه برای بسیاری از سازمان‌ها، عملکرد مالی، هدف نهایی است ولی رویکرد یک‌جانبه به مسائل مالی، اشکالات بسیاری را به دنبال دارد.

برای ایجاد ارزش‌افزوده در آینده باید به عواملی چون مشتریان، تامین‌کنندگان، کارکنان، فن‌آوری یا نوآوری نیز توجه نمود. اهداف و معیارهای کارت امتیازی از چشم‌انداز سازمان و استراتژی‌های آن مشتق می‌شوند. اهداف و معیارهای کارت امتیازی از چشم‌انداز سازمان و استراتژی‌های آن، در چهار وجه به‌شرح زیر به دست می‌دهد:

۱- مالی

۲- مشتریان

۳- فرآیندهای داخلی سازمان

۴- خلاقیت، رشد و یادگیری

در اینجا توجه به این نکته ضروری است که تدوین و اجرای نقشه‌راه پایان این فرآیند نیست، زیرا که نقشه‌راه سندی پویاست که در طول زمان و متناسب با شرایط باید به‌طور مرتب به‌روزرسانی شود.

۲-۱۲- محورهای موردبررسی نقشه‌راه پایایی

با توجه به اهمیت و جایگاه مطالعات پایایی شبکه‌های قدرت، بررسی نقشه‌راه نظام‌مند در این حوزه از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. به‌همین دلیل در این گزارش به بررسی نقشه‌راه‌های پایایی سیستم قدرت کشورها و سازمان‌های فعال در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان پرداخته شده است.

محورها و فعالیت‌های مهم در اکثر نقشه‌راه‌های بررسی شده کشورهای مختلف در این گزارش را می‌توان در بخش‌های زیر طبقه‌بندی نمود.

۱-۲-۱- ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات

برای انجام محاسبات و ارزیابی قابلیت اطمینان و نیز مطالعات قابلیت اطمینان محور سیستم قدرت نیاز به اطلاعات و داده‌های کافی در زمینه زیربط دارد. همچنین در نقشه‌راه قابلیت اطمینان وجود استانداردهای لازم برای تجهیزات و فناوری‌های جدیدی که به سیستم اضافه و یا به‌روز شده‌اند نیز الزامی است.

اقدامات صورت‌گرفته در بررسی نقشه‌راه قابلیت اطمینان در این محور عبارت‌اند از:

- ✓ تهیه حداقل استانداردهای لازم جهت جلوگیری از ورود تجهیزات با کیفیت پایین
- ✓ انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور بر روی تجهیزات شبکه به‌صورت منظم و دوره‌ای
- ✓ ایجاد بانک‌های اطلاعاتی منسجم در تمامی بخش‌های شبکه قدرت
- ✓ ثبت اتفاقات و اطلاعات یکسان در تمامی شرکت‌های برق از این تجهیزات
- ✓ گزارش‌دهی منظم شرکت‌ها و نظارت مستمر بر این روند

۱-۲-۲- روش‌ها، مدل‌ها، شاخص‌های ارزیابی

شیوه‌های ارزیابی قابلیت اطمینان اصولاً بر محور ارزیابی احتمال خطر استوار است و لذا هر دو جنبه شامل شدت خطر و همچنین احتمال وقوع آن دارای اهمیت می‌باشد. برای مثال دو روش کلی که در ارزیابی قابلیت اطمینان وجود دارد یکی روش تحلیلی و دیگری روش شبیه‌سازی نام دارد. بسیاری از روش‌ها بر پایه روش تحلیلی هستند و روش‌های شبیه‌سازی با کاربردهای مشخص نقش کمتری دارند. دلیل عمده این است که معمولاً شبیه‌سازی به زمان محاسباتی زیادی نیازمند بوده و مدل‌ها و روش‌های تحلیلی عمدتاً برای برنامه‌ریزان و طراحان نتایج عینی موردنیاز را تهیه می‌نمایند. اکنون این موضوع تغییر کرده و علاقه برنامه‌ریزان جهت مدل‌سازی جامع رفتار سیستم و ارزیابی مناسب مجموعه شاخص‌های قابلیت اطمینان سیستم افزایش یافته است. هر یک از دو روش بیان‌شده با محاسن و کاستی‌هایی همراه است. روش شبیه‌سازی نیاز به حجم و زمان محاسباتی زیادی دارد و لذا وقتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که نتوان با روش تحلیلی به نتیجه رسید. درحالی‌که در روش تحلیلی با ساده‌سازی‌هایی که صورت می‌گیرد، نمی‌توان همه تأثیرپذیری‌های سیستم را پوشش داد. لذا بررسی و انتخاب روش و نوع مناسب ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم از اهمیت بالایی در نقشه‌راه پایایی شبکه برخوردار است.

اقدامات صورت‌گرفته در بررسی نقشه‌راه قابلیت اطمینان در این محور عبارت‌اند از:

- ✓ یکسان‌سازی شاخص‌های قابلیت اطمینان و روش مورداستفاده جهت سنجش عملکرد شرکت‌های بهره‌بردار شبکه
- ✓ لزوم گزارش‌دهی منظم شرکت‌ها از شبکه تحت پوشش خود و نظارت بر آن‌ها
- ✓ توسعه بانک اطلاعاتی کامل از تجهیزات هر بخش و نحوه اتصالات شبکه به عبارت بهتر آرایش بهتر
- ✓ توسعه روش‌هایی برای محاسبه شاخص‌های موردنیاز بر اساس اطلاعات موجود و در دسترس

۳-۲-۱۲- منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو

بدین ترتیب در سال‌های اخیر عواملی همچون بهینه‌سازی و تغییر سیستم‌های قدرت از ساختار سنتی به ساختاری جدید یا به عبارتی تجدیدساختار آن‌ها و حرکت در جهت افزایش رقابت و همچنین افزایش تعداد بازیگران عرصه صنعت برق (ورود بخش خصوصی)، لزوم حفظ محیط‌زیست با بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر و امکان راه‌اندازی نیروگاه‌های کوچک با استفاده از این منابع، کاهش ریسک خرید و تامین انرژی الکتریکی در بازارهای انرژی، مشکلات احداث خطوط انتقال جدید، کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی و آلاینده، نیاز به افزایش ظرفیت سیستم با توجه به افزایش روزافزون مصرف انرژی الکتریکی و احساس نیاز به بهبود و توسعه سیستم قدرت، همراه با پیشرفت فناوری ساخت منابع کوچک و امکان استفاده از این‌گونه منابع انرژی در مراکز مصرف (که خود باعث کاهش تلفات در شبکه توزیع و انتقال می‌گردد) و اقتصادی بودن ساخت واحدهای تولیدی کوچک در مقایسه با واحدهای تولیدی بزرگ، فرصت‌هایی را برای رشد و پیشرفت فناوری‌های تولید انرژی الکتریکی فراهم نموده و پایه و اساس معرفی یک پدیده جدید در صنعت برق و شبکه‌های تجدیدساختار شده با عنوان تولیدات پراکنده بوده و باعث تشویق و توجه روزافزون مهندسين و اندیشمندان به موضوع تولیدات پراکنده شده است.

استفاده از تولیدات پراکنده مزیت‌هایی را به همراه دارد. حضور این منابع در سیستم توزیع، قابلیت اطمینان شبکه را افزایش داده و امکان کاهش قیمت توان راکتیو را فراهم می‌آورد. مزیت دیگری که می‌توان برای تولیدات پراکنده برشمرد، عملکرد مطلوب آن‌ها در بهینه‌سازی کنترل ولتاژ و توان راکتیو است. اما این نکته را ذکر کرد که وجود عدم قطعیت در این نوع تولیدات باعث تحت تأثیر قراردادن قابلیت اطمینان شبکه می‌شود که می‌بایست اقدامات و تمهیدات لازم را برای روبرویی با این چالش پیش رو در نقشه‌راه قابلیت اطمینان در نظر گرفت.

اقدامات صورت‌گرفته در بررسی نقشه‌راه قابلیت اطمینان در این محور عبارت‌اند از:

- ✓ برنامه‌ریزی، نحوه و ظرفیت سرمایه‌گذاری، با تعیین اولویت برای هر یک از انرژی‌های تجدیدپذیر

- ✓ برنامه‌ای مدون جهت توسعه فناوری
- ✓ توسعه استانداردهای یکسان برای اتصال به شبکه
- ✓ توسعه فناوری‌های کنترل توان تولیدات پراکنده
- ✓ توسعه ابزار لازم برای شرکت‌ها به منظور دستیابی به مقدار و تأثیر توان پراکنده در هر نقطه از شبکه
- ✓ توسعه قوانین جدید در انتخاب توان پراکنده در بازارهای رقابتی و بهره‌برداری
- ✓ تنظیم تعرفه مناسب با تمایلات بازارها، شرکت‌ها و مشتریان و ارائه مکانیسم تشویقی شرکت‌ها به استفاده از منابع تولیدات پراکنده

۴-۲-۱۲- شبکه‌های هوشمند و فناوری‌های نو

به‌طور قطع فناوری‌ها و برنامه‌های زیادی در پیشبرد شبکه‌های برق به سمت هوشمندتر شدن نقش خواهند داشت که شامل اندازه‌گیرهای دیجیتالی پیشرفته، اتوماسیون سیستم‌های توزیع، سیستم‌های کارآمد انتقال داده و منابع انرژی پراکنده خواهند بود. می‌بایست از مزایای شبکه‌های هوشمند در جبران چالش‌های پیش روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت استفاده نمود. با این حال می‌بایست امنیت اطلاعات سایبری در این زمینه برای به چالش کشیده‌نشدن این فناوری نو در شبکه را رعایت نمود.

اقدامات صورت‌گرفته در بررسی نقشه‌راه قابلیت اطمینان در این محور عبارت‌اند از:

- ✓ کسب شناخت کافی از شبکه امروزی برای حداقل ساختن هزینه‌ها
- ✓ تطبیق نیازها و فناوری‌های موجود
- ✓ پیش‌بینی روند جاسازی فناوری در شبکه برای سال‌های آتی
- ✓ بررسی تأثیر ورود فناوری‌های نو برای طراحی شبکه قدرت
- ✓ آموزش و فرهنگ‌سازی
- ✓ استانداردهای لازم برای شبکه‌های هوشمند

۵-۲-۱۲- مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان

کلیه بخش‌های اقتصادی، بر اثر وقوع خاموشی متحمل خسارت می‌شوند که مقدار آن متأثر از وابستگی فعالیت‌های هر بخش به انرژی الکتریکی می‌باشد. محاسبه مقدار خسارت وارد شده به مشترکان مختلف بر اثر قطع برق از جهات مختلف حائز اهمیت است که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- آگاهی مصرف‌کنندگان از نقش و جایگاه انرژی الکتریکی در فعالیت‌های جاری ایشان،
- فراهم‌آمدن معیار و مبانی پرداخت خسارت توسط عرضه‌کننده برق به مشترکان در صورت وقوع خاموشی.
- امکان قیمت‌گذاری برق بر اساس هزینه نهایی توسط عرضه‌کننده؛ که در این صورت مشترک می‌تواند انرژی الکتریکی را با قابلیت اطمینان موردنظر و در ازای پرداخت هزینه مربوطه در دسترس داشته باشد.
- فراهم‌آمدن امکان برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت در حوزه بهره‌برداری و امنیت شبکه، میان‌مدت (برنامه‌ریزی تعمیرات پیش‌گیرانه و برنامه‌ریزی تعمیرات اصلاحی) و بلندمدت (برنامه‌ریزی برای گسترش و ارتقاء سطح تجهیزات به‌منظور تامین بار).

اقدامات صورت‌گرفته در بررسی نقشه‌راه قابلیت اطمینان در این محور عبارت‌اند از:

- ✓ انجام فعالیت‌های منسجم جهت تعیین هزینه‌های خاموشی انواع مشترکین در مناطق مختلف
- ✓ آگاهی از نقش و جایگاه انرژی الکتریکی در فعالیت‌های جاری مصرف‌کنندگان
- ✓ توسعه بانک‌های اطلاعاتی لازم
- ✓ محاسبه تابع خرابی مشترکین در مناطق مختلف برای مشترکین با رفتار مختلف
- ✓ محاسبه شاخص‌های مربوط به ارزش بار ازدست‌رفته و پیشنهاد روش‌هایی برای این امر
- ✓ به‌کارگیری شاخص‌های محاسبه‌شده در فرآیندهای بهره‌برداری، برنامه‌ریزی و مدیریتی

۶-۲-۱۲- برنامه‌ریزی و بهره‌برداری قابلیت اطمینان

ضروری است سیستم قدرت توسط معیارها یا آزمایش‌های مختلف برای دستیابی به قابلیت اطمینان مورد انتظار مصرف‌کنندگان برنامه‌ریزی، طراحی، احداث، بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری و بازسازی گردد. به‌این‌ترتیب، سیستم قدرت برنامه‌ریزی و ارزیابی می‌گردد تا اطمینان حاصل شود که عرضه‌ی کافی برق برای رفع نیازهای کنونی و آینده موجود است.

اقدامات صورت گرفته در بررسی نقشه‌راه قابلیت اطمینان در این محور عبارت‌اند از:

- ✓ ایجاد پایگاه اطلاعاتی منسجم
- ✓ محاسبه ارزش بار ازدست‌رفته برای مختلف
- ✓ توسعه استانداردهایی در زمینه تعیین معیارهای مناسب قابلیت اطمینان جهت به‌کارگیری در بهره‌برداری و برنامه‌ریزی شبکه قدرت
- ✓ تعیین رزرو استاتیکی و دینامیکی لازم و حل مسئله در مدار قرار گرفتن واحدهای تولیدی با در نظر گرفتن معیار قابلیت اطمینان
- ✓ یکسان‌سازی روش‌های اجرایی و دستورالعمل‌ها
- ✓ تعریف فعالیت‌های بهره‌برداری
- ✓ تعریف شاخص‌های بهره‌برداری مناطق

۷-۲-۱۲- کفایت منابع سوخت و آب

با درک عمیق از آسیب‌پذیری قابلیت اطمینان شبکه الکتریکی به دلیل افزایش وابستگی به گاز طبیعی و احتمال وقوع رویدادهای زیان‌بار، عدم قطعیت موجود در تامین گاز طبیعی هم می‌تواند در برنامه‌ریزی احتمالاتی منابع گنجانده شود. به همین دلیل در صنعت برق، اقدامات لازم جهت بررسی احتمالاتی کفایت منابع نیز انجام می‌شود.

اقدامات صورت گرفته در بررسی نقشه‌راه قابلیت اطمینان در این محور عبارت‌اند از:

- ✓ بررسی تأثیر کفایت سیستم سوخت‌رسانی و شبکه گاز بر توان تولیدی این واحدها
- ✓ ارزیابی ریسک‌های مرتبط با تامین سوخت لازم واحدهای تولیدی ناشی از عدم قطعیت‌های موجود در شرایط آب و هوایی
- ✓ محاسبه قابلیت اطمینان سیستم سوخت‌رسانی، حمل‌ونقل و عرضه سوخت
- ✓ تأثیر کفایت منابع آبی بر قابلیت اطمینان توان تولیدی واحدهای برق-آبی

۸-۲-۱۲- ارزیابی پایایی در فضای رقابتی

با تجدید ساختار برای طرف‌های موجود در بازار قدرت (تامین‌کنندگان و مشتریان) این امکان به وجود آمد که انرژی را بر اساس منافع اقتصادی خود خرید و فروش نمایند. همچنین برای تولیدکنندگان مستقل برق امکان عرضه انرژی به وجود آمد. لذا می‌بایست ابزار لازم جهت مطالعات و ارزیابی قابلیت اطمینان در محیط بازار و سیستم تجدید ساختاریافته در نقشه راه پایایی شبکه در نظر گرفته شود.

اقدامات صورت گرفته در بررسی نقشه‌راه قابلیت اطمینان در این محور عبارت‌اند از:

- ✓ بررسی تأثیر قوانین و دستورالعمل‌های ایجادشده بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت
- ✓ تأثیر تشکیل بازار برق بر کارایی و قابلیت اطمینان نیروگاه‌ها
- ✓ تأثیر بازیگران جدید در این عرصه بر حفظ امنیت شبکه و مدل‌سازی رفتار آن‌ها بر قابلیت اطمینان شبکه
- ✓ معرفی معیارهای جدید در سنجش امنیت شبکه
- ✓ مکانیسم‌های کنترل قابلیت اطمینان و امنیت شبکه در این شرایط
- ✓ تعیین قیمت‌گذاری‌ها و تعیین تعرفه‌های مختلف بر اساس هزینه‌های فرصت از دست‌رفته

۹-۲-۱۲- اطلاعات قابلیت اطمینان

به‌منظور ارزیابی قابلیت اطمینان در هر سیستم، به اطلاعات کافی در این خصوص نیاز است که برخی از اطلاعات موجود بوده و برخی دیگر باید از منابع معتبر اخذ شوند. به‌طور قطع گردآوری اطلاعات صحیح و مفید هزینه‌بر خواهد بود، ولی باید توجه شود که اگر اطلاعات جمع‌آوری نشود، تاوان سنگینی در درازمدت خواهد داشت.

اقدامات صورت گرفته در بررسی نقشه‌راه قابلیت اطمینان در این محور عبارت‌اند از:

- ✓ جمع‌آوری اطلاعات عملکرد واحدهای تولید، انتقال و توزیع
- ✓ ایجاد هماهنگی بین برق‌های منطقه‌ای جهت جمع‌آوری و ارسال اطلاعات موردنیاز جهت بانک داده اصلی
- ✓ تهیه استانداردهای موردنیاز و به‌روزرسانی آن‌ها جهت جمع‌آوری اطلاعات در سطوح مختلف
- ✓ تهیه بانک‌های اطلاعاتی لازم جهت انجام قابلیت اطمینان
- ✓ توسعه نرم‌افزارهایی به‌منظور جمع‌آوری، نگهداری و کنترل اطلاعات

۱۰-۲-۱۲- نصب تجهیزات پایش و حفاظتی

یکی از روش‌های افزایش قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت استفاده صحیح از تجهیزات پایش وضعیت شبکه و تجهیزات مناسب حفاظتی به‌منظور جداسازی قسمت خطا دار از شبکه می‌باشد. لذا اقداماتی که می‌بایست در نقشه‌راه قابلیت اطمینان در نظر گرفته شود عبارت‌اند از:

- ✓ مکان‌یابی کلیدها، برق‌گیرها، سکسیونرها، نصب ریکلوزرها و نشانگرهای خطا
- ✓ توسعه انواع فناوری مورد استفاده و لازم در این ادوات
- ✓ توسعه استانداردهای لازم جهت مدیریت حفاظت شبکه‌های توزیع

۱۱-۲-۱۲- برنامه‌های اضطراری و آموزش کارکنان

ارزیابی و بهبود عملکرد شبکه قدرت در برابر زمین‌لرزه، وقوع طوفان و شرایط آب و هوایی سخت یکی از اولویت‌های مهم تحقیقاتی سازمان‌های فعال در حوزه قابلیت اطمینان و امنیت شبکه می‌باشد. بنابراین در نقشه راه پایایی سیستم قدرت می‌بایست اقدامات مرتبط که زیر آورده شده است مدنظر قرار بگیرد.

- ✎ بررسی اقدامات مورد نیاز مانند آمادگی، بهبود و نحوه بازیابی در مواجهه با طوفان‌های سهمگین و شرایط آب‌وهوایی
- ✓ بررسی چالش‌های پیش روی مالکان و بهره‌برداران شبکه قدرت در مواجهه با چنین حوادثی و مسائل اقتصادی مرتبط با خرابی و قطعی‌های ایجاد شده
- ✓ تقویت فضای همکاری بین فعالان دولتی و غیردولتی در راستای مدیریت بحران
- ✓ فرهنگ‌سازی برای برخورد صحیح و آموزش در برابر مخاطرات طبیعی
- ✓ نیازسنجی آموزش کارکنان و تعریف، برنامه‌ریزی و برگزاری دوره‌های مورد نیاز
- ✓ نشر دانش فنی حاصل از پروژه‌ها به صنعت آب و برق
- ✓ ایجاد فضای مناسب جهت ارتباط با شرکت‌ها و شناخت مشکلات صنعت برق و تلاش در جهت رفع آن

۱۲-۲-۱۲ - سیستم‌های اتوماسیون

یکی از راه‌های افزایش قابلیت اطمینان و کاهش انرژی توزیع‌نشده در شبکه‌های توزیع، جلوگیری از قطعی‌ها و خاموشی‌های بی‌مورد به‌واسطه خطاهای گذرا می‌باشد. با اجرای سیستم اتوماسیون و نصب ریکلوزر در نقاط مختلف شبکه، خطاهای گذرا باعث قطع دائمی و طولانی‌مدت فیدر نمی‌شوند. سیستم‌های کنترل نظارتی SCADA و مراکز دیسپاچینگ در کنترل از راه دور و پایش تجهیزات شبکه‌های انتقال و فوق‌توزیع دارای اهمیت زیادی می‌باشند. لذا اقدامات موردنیاز در این زمینه می‌بایست در نقشه‌راه پایایی سیستم قدرت در نظر گرفته شوند که عبارت‌اند از:

- ✓ تهیه اطلاعات ثابت شبکه شامل دیاگرام‌های تک‌خطی، سطح مقاطع، میزان بار تقریبی
- ✓ توسعه استانداردها و پارامترهای سیستم اتوماسیون مانند قابلیت دسترسی، پاسخ زمانی، توسعه‌پذیری و قابلیت انعطاف
- ✓ توسعه تولیدات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مربوط به سیستم‌های اتوماسیون
- ✓ توسعه مدل ارزیابی فنی معینی جهت استقرار سیستم اتوماسیون
- ✓ مطالعات امکان‌سنجی سیستم‌های اتوماسیون

۱۲-۲-۱۳ - مدیریت سمت تقاضا

برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا شامل تمام تغییرات عمده الگوهای مصرف برق مشتریان نهایی که برای تغییر زمان مصرف، سطح تقاضای لحظه‌ای، یا مصرف کلی برق در نظر گرفته شده است، می‌باشد. علاوه بر این، پاسخ‌گویی بار می‌تواند همچنین به‌عنوان پرداخت‌های تشویقی طراحی شده برای القای کاهش مصرف برق در زمان‌های قیمت‌های بالای بازار عمده‌فروشی و یا زمانی که قابلیت اطمینان سیستم در مخاطره قرار گرفته است، تعریف گردد. این برنامه‌ها به‌منظور افزایش قابلیت اطمینان سیستم قدرت مورد توجه فراوان قرار گرفته است.

بهبود قابلیت اطمینان و شرکت مشترکین در بازار جهت صرفه‌جویی در مصرف خود و در نتیجه کمک به سیستم در تامین بار خود از مزایای مدیریت سمت تقاضا به شمار می‌آیند. لذا استفاده از این محور در نقشه‌راه پایایی شبکه قدرت ضروری است. اقدامات صورت‌گرفته در بررسی نقشه‌راه قابلیت اطمینان در این محور عبارت‌اند از:

- ✓ مطالعه جامع پتانسیل‌های مدیریت سمت تقاضا در بخش‌های مختلف
- ✓ تغییر نگاه هزینه‌ای به سرمایه‌گذاری در بخش مدیریت مصرف

- ✓ تدوین و به‌کارگیری استانداردهای اصلاح الگوی مصرف مشترکان به‌خصوص صنایع و ضرورت‌های رعایت آن
- ✓ تقویت واحدهای مدیریت مصرف برای تحول در رویکرد و برنامه‌های مدیریت مصرف سمت تقاضا
- ✓ بهبود برنامه‌های ترویجی و فرهنگی

۱۴-۲-۱۲- مدیریت دارایی

مدیریت دارایی ترکیبی از شیوه‌های مدیریتی، مالی، اقتصادی و مهندسی است که با هدف فراهم‌کردن سطح موردنیاز خدمات با روشی مقرون‌به‌صرفه به دارایی‌ها اعمال می‌شود. مطالعات قابلیت اطمینان در کنار مطالعات اقتصادی در این زمینه از اهمیت بالایی برخوردار شده است، به‌طوری‌که در نقشه‌راه پایایی سیستم قدرت بسیاری از کشورها و سازمان‌ها قرار گرفته است. اقداماتی که می‌بایست در این زمینه صورت گیرد عبارت‌اند از:

- ✓ توسعه استقرار فرهنگ بهره‌برداری هر بیشتر در شرکت
- ✓ شناسایی دقیق نقاط ضعف و حادثه‌خیز شبکه با استفاده از روش‌ها و ابزارهای مؤثر و فناوری‌های جدید در کنار تجزیه و تحلیل اطلاعات اثربخش
- ✓ تفکیک بودجه و اعتبارات حوزه بهره‌برداری با اعتبارات جاری
- ✓ تجزیه و تحلیل حوادث و اتفاقات شبکه و سرانجام شناسایی و انجام اقدامات اصلاحی فوری در جهت رفع خاموشی‌های تکراری به‌عنوان روش میان‌بر
- ✓ ایجاد رویکرد اقتصادی در نگهداری و تعمیرات شبکه‌های قدرت
- ✓ بررسی پیشرفت فیزیکی و اقتصادی برنامه نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه به‌طور مستمر و فعال
- ✓ آگاه‌سازی و آموزش کلیه کارکنان، پیمانکاران و ناظرین

۱۵-۲-۱۲- استانداردها

استانداردهای قابلیت اطمینان، الزامات قابلیت اطمینان را برای برنامه‌ریزی و بهره‌برداری مناسب سیستم‌های قدرت تعریف می‌نمایند. این استانداردها با استفاده از یک رویکرد مبتنی بر نتایج^۱ که تمرکز آن عملکرد و مدیریت ریسک می‌باشد، توسعه

می‌یابند. تامین قابلیت اطمینان موردانتظار مصرف‌کنندگان نیازمند برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری، بهبود و نگهداری شبکه قدرت مطابق با استانداردها و معیارهای از پیش تعیین‌شده می‌باشد. اقدامات مؤثری که می‌بایست در نقشه‌راه پایایی سیستم قدرت در زمینه استانداردهای موردنیاز صورت گیرد، به‌طور کلی عبارت‌اند از:

✓ تدوین استانداردهای مختلف قابلیت اطمینان در زمینه‌های مختلفی مانند برنامه‌ریزی شبکه‌های تولید، انتقال، توزیع، بهره‌برداری از شبکه‌های قدرت، فعالیت‌های تعمیر و نگهداری، مدل‌سازی، اطلاعات و ارزیابی، حفاظت تجهیزات و زیرساخت‌ها، ارتباطات و بسترهای مخابراتی، آمادگی و بهره‌برداری مطلوب در شرایط اضطراری، طراحی آرایش شبکه، اتصالات و کنترل سیستم

✓ تدوین دستورالعمل‌های موردنیاز جهت سنجش و ارزیابی عملکرد سازمان‌ها و مراکز اثرگذاری بر پایایی شبکه

۱۶-۲-۱۲ - حفاظت از محیط‌زیست

یکی از مهم‌ترین اولویت‌های تحقیقاتی سازمان‌های فعال در حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت، سیاست‌گذاری در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش استفاده از انرژی‌های پاک می‌باشد. در این مراکز تحقیقاتی به بررسی عوامل مؤثر در طراحی این استانداردها، نهادها و نیازمندی‌ها و انواع فناوری و منابع لازم جهت اجرا و پیاده‌سازی این استانداردها پرداخته شده است. لذا در نظر گرفتن مسائل زیست‌محیطی در نقشه‌راه پایایی شبکه و تاثیر آن در مطالعات و ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت امری ضروری به نظر می‌رسد. اقدامات مرتبط در این زمینه عبارت‌اند از:

✓ سیاست‌گذاری در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش استفاده از انرژی‌های پاک

✓ عوامل مؤثر در طراحی این سیاست‌ها، نهادها، نیازمندی‌ها و انواع فناوری و منابع لازم جهت اجرا و پیاده‌سازی

✓ بررسی قانون‌گذاری در این زمینه و تاثیر سیاست‌های حفاظت از محیط‌زیست بر قابلیت اطمینان شبکه‌های برق

✓ بررسی تاثیر اعمال کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای بر روند تولیدات نیروگاه‌هایی با سوخت فسیلی

۳-۱۲ - مدیریت قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان برق تحویلی در سیستم‌های یکپارچه عمودی برق قدرت توسط یک سازمان و به‌صورت متمرکز مدیریت می‌شود. با تجدید ساختار سیستم‌های قدرت و مستقل شدن فعالیت‌های تولید، انتقال و توزیع و خرده‌فروشی برق از هم، شرایط

بهره‌برداری از این سیستم‌ها و مکانیسم مدیریت قابلیت اطمینان دچار تغییرات اساسی شد. در ساختارهای جدید سطح مطلوب قابلیت اطمینان در حوزه‌های تولید و خرده‌فروشی با توجه به رقابتی‌شدن این فعالیت‌ها با استفاده از اهرم‌های بازار رقابتی و در حوزه انتقال با ایجاد اپراتور مستقل سیستم مدیریت می‌شود. لذا اقدامات لازم در این زمینه برای نقشه‌راه پایایی شبکه می‌بایست مدنظر قرار گیرد که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

✓ هماهنگی قابلیت اطمینان و تعیین مدل‌های عملکردی

✓ پیاده‌سازی مدل انگیزشی بهبود قابلیت اطمینان

✓ انتخاب شاخص‌های موردنیاز برای ارزیابی شرکت‌ها

✓ ارائه گزارش‌های گوناگون در خصوص قابلیت اطمینان شبکه قدرت سراسری و بررسی نیازمندی‌های موجود در این زمینه

✓ ارائه گزارش‌های گوناگون در خصوص بخش‌های کوچک‌تر شبکه تا حد تجهیزات مختلف آن

✓ ارائه گزارش‌های بررسی عملکرد برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع برق از لحاظ شاخص‌های قابلیت اطمینان و مقایسه آن‌ها با یکدیگر

✓ انجام هماهنگی‌های لازم بین بخش‌های مختلف جهت تبادل اطلاعات با یکدیگر و تبیین وظایف هر بخش

✓ انتشار استانداردهای لازم جهت جمع‌آوری اطلاعات با همکاری بخش‌های مختلف

فصل سیزدهم: مسائل مرتبط با پایایی در نقشه‌راه کشور ایالات متحده امریکا

مقدمه

انرژی برق نقش حیاتی در جامعه مدرن امروزی را ایفا می‌کند و اهمیت سرویس‌های برق‌رسانی قابل‌اطمینان و کیفیت بالا با توسعه اقتصاد بر پایه اینترنت^۱ افزایش یافته است. افزایش وابستگی ما به مصرف هر چه بیستر از انرژی برق قابلیت اطمینان سیستم قدرت را تحت تاثیر قرار می‌دهد. علاوه بر این مشخصات اغلب بارهای الکتریکی امروزی نشان می‌دهد که نیاز به قابلیت اطمینان نسبت به گذشته تفاوت کرده است.

این تغییرات در مشخصات بارهای مصرفی به همراه تجدید ساختار سیستم قدرت، افزایش مصرف و مشکلات احداث نیروگاه‌های نو باعث چالش‌هایی در زمینه قابلیت اطمینان شبکه برق می‌شود. در گذشته قطعی‌های زیادی در برق‌رسانی شبکه به دلایل شرایط بحرانی آب و هوایی، خرابی تجهیزات، خطای انسانی و عدم تولید کافی به‌وجود می‌آمد که امروزه با اندازه‌گیری‌های هوشمندی که در شبکه صورت می‌گیرد کیفیت توان تولیدی و قابلیت اطمینان سیستم قدرت تضمین می‌شود. سیستم برق ایالات متحده امریکا به‌عنوان یک شبکه تجدید ساختار شده که صنعت آن به‌صورت عمودی می‌باشد که برق تولیدی قابل اطمینان را به مشترکین تامین می‌کند، رفتار می‌کند.

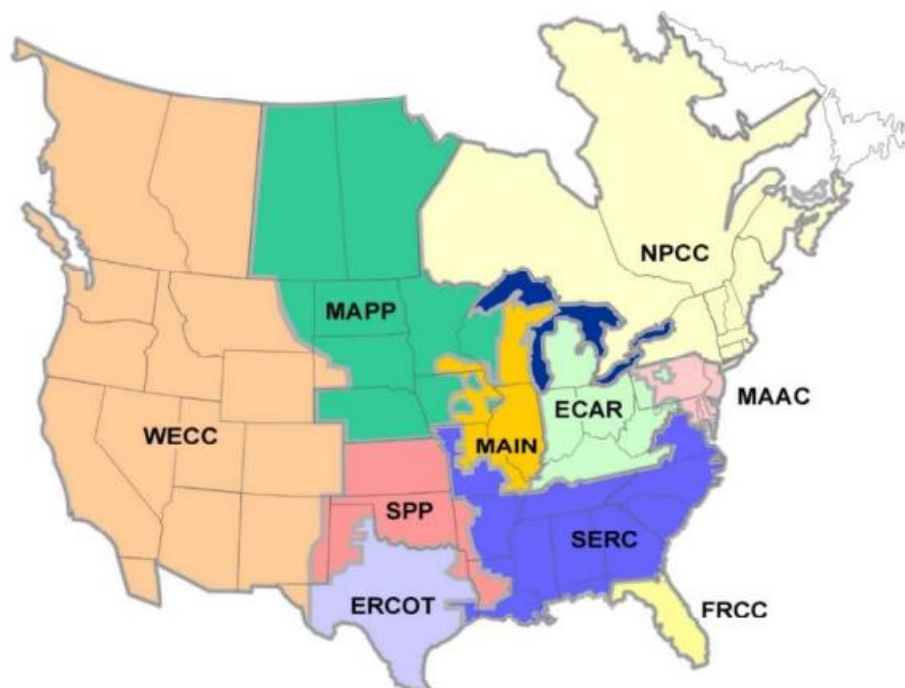
۱-۱۳- سازمان NERC

سازمان قابلیت اطمینان برق آمریکای شمالی (NERC) یک سازمان غیرانتفاعی و خودنظارتی بوده و از مجموعه‌ها و زیرمجموعه‌های مختلفی با همکاری متخصصان صنعتی و دانشگاهی تشکیل یافته است. این سازمان توسط مقامات دولتی در کانادا و آمریکا نظارت می‌شود. این سازمان، قابلیت اطمینان و کفایت سیستم قدرت آمریکای شمالی را که به هشت حوزه

۱- Internet-Based Economy

تقسیم می‌شود، ارزیابی و گزارش‌دهی می‌نماید. تضمین بهره‌برداری قابل‌اطمینان از سیستم قدرت آمریکای شمالی از مهم‌ترین اهداف این سازمان می‌باشد. حوزه‌های تحت نظارت این سازمان در شکل ۱-۱۳ نشان داده شده است [۳۵۱]. این سازمان برای دستیابی به این هدف برنامه‌های زیر را دنبال می‌نماید:

- توسعه و اجرای استانداردهای قابلیت اطمینان
- ارزیابی سالانه قابلیت اطمینان فصلی و بلندمدت سیستم قدرت آمریکای شمالی
- مانیتورینگ سیستم قدرت
- ارزیابی و گزارش‌دهی کفایت منابع تولید در سال‌های آتی
- فراهم‌نمودن برنامه‌های آموزشی برای مالکان، بهره‌برداران، مصرف‌کنندگان و نیروی کار صنایع



شکل ۱-۱۳: حوزه‌های تحت نظارت سازمان NERC

این سازمان با ارزیابی قابلیت اطمینان سالانه، شناسایی موضوعات، چالش‌ها و محورهای مطالعاتی مهم در این زمینه و ارائه راهکارهایی جهت بهبود قابلیت اطمینان آمریکای شمالی نقش مهمی در این حوزه ایفا می‌نماید. با توجه به بیان صریح در بخش ۲۱۵ قانون سیاست‌های انرژی ایالات متحده در سال ۲۰۰۵، NERC نمی‌تواند دستور احداث خطوط انتقال یا افزایش

ظرفیت تولید را صادر کند یا استانداردهای اجرایی اتخاذ کند. علاوه بر این، NERC نباید هیچ‌گونه پیش‌بینی و یا نتیجه‌گیری در مورد قیمت برق موردانتظار و یا کارایی بازارهای برق ارائه نماید [۳۵۱].

برنامه‌های کلیدی این سازمان بر روی بیش از ۱۹۰۰ بهره‌بردار و مالک سیستم‌های قدرت تأثیرگذار است. برنامه‌های کلیدی این سازمان بر چهار ستون زیر استوار است:

- قابلیت اطمینان: رسیدگی به حوادث و خطرات قابل‌شناسایی و در نتیجه بهبود قابلیت اطمینان
- ضمانت: تضمین دادن به عموم مردم، صنعت و دولت برای عملکرد مناسب سیستم قدرت
- آموزش: بالابردن سطح یادگیری و بهبود مستمر بهره‌برداری از شبکه قدرت
- رویکرد ریسک‌محور: تمرکز بر ریسک تولید منابع و اقدامات موردنیاز در این زمینه

۲-۱۳- عوامل مؤثر در شاخص‌های قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان را می‌توان توانایی اجزای سیستم قدرت در تامین برق مصرف‌کنندگان هم از نظر مقدار و هم از نظر کیفیت تقاضای بار مصرفی توسط مصرف‌کنندگان، تعریف کرد. قابلیت اطمینان اغلب با شاخص‌های خرابی که توسط استاندارد ۱۳۶۶ موسسه مهندسی برق و الکترونیک (IEEE) تعریف می‌شود، اندازه‌گیری می‌شود. این شاخص‌ها بر اساس رضایتمندی مشترکین می‌باشد و هم بر پایه دوره قطعی هر سرویس و هم فرکانس قطعی تعریف شده است. همه اجزای سیستم قدرت، اعم از تولید، انتقال و توزیع در قابلیت اطمینان مؤثر هستند. سازمان قابلیت اطمینان برق آمریکای شمالی (NERC) که هم‌اکنون قابلیت اطمینان شمال آمریکا که از ۱۲ زیرشاخه الکتریکی جغرافیایی تشکیل شده است را رصد می‌کند. با ادامه افزایش رقابت‌های الکتریکی و نیز تغییر ساختار صنعت برق یک سازمان جدید به نام NAERO در حال توسعه و ارتقای استانداردهای قابلیت اطمینان می‌باشد [۳۵۲].

رشد مصرف که به دنبال آن کاهش حاشیه رزرو سیستم قدرت را در پی دارد، به‌عنوان اصلی‌ترین دغدغه‌های قابلیت اطمینان به‌شمار می‌رود. سیستم مدل ملی انرژی (NEMS)، ابزار پیش‌بینی که توسط دپارتمان انرژی ایالات متحده آمریکا برای ایجاد چشم‌انداز انرژی سالانه به‌کار می‌رود، از کاهش محدوده رزرو سیستم قدرت در ۲۰ سال آینده خبر می‌دهد. پروژه NEMS محدوده رزرو سیستم قدرت را در جدول ۱-۱۳ نشان می‌دهد.

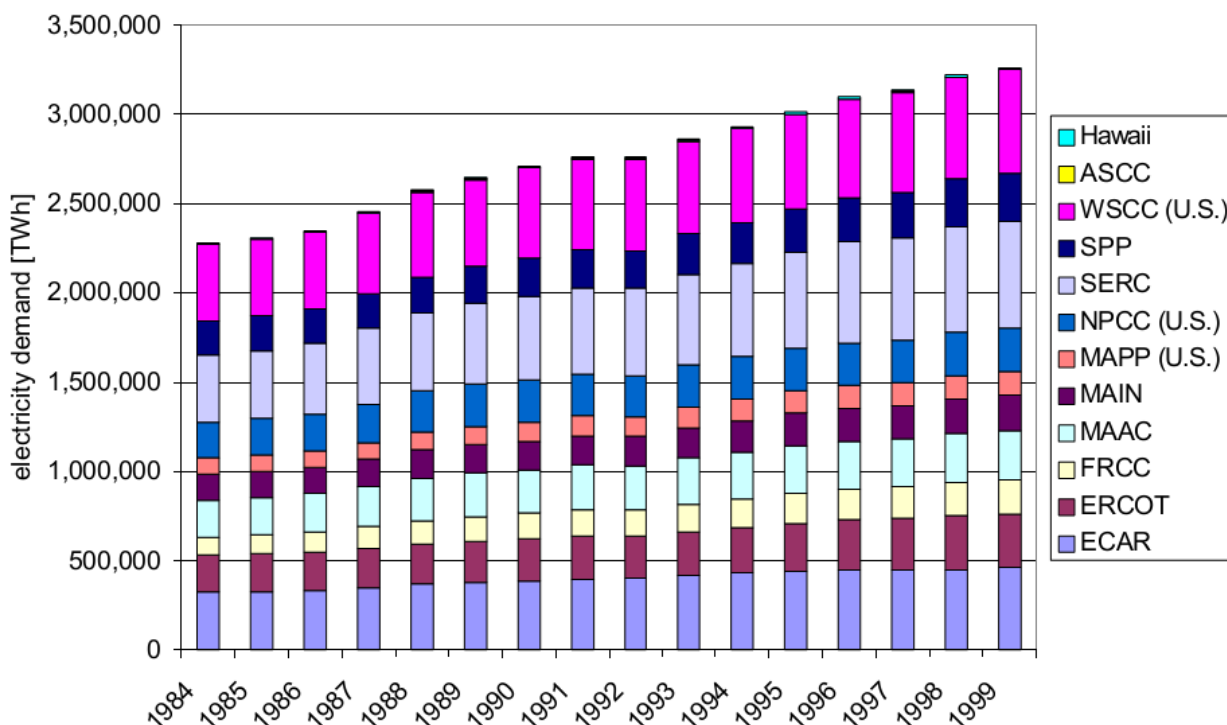
جدول ۱-۱۳: ظرفیت حاشیه رزرو سیستم قدرت از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ توسط NEMS

	2000	2005	2010	2015	2020
ECAR	12%	10%	10%	6%	8%
ERCOT	12%	7%	7%	8%	6%
MAAC	6%	9%	9%	8%	8%
MAIN	7%	11%	16%	12%	12%
MAPP	14%	10%	12%	12%	13%
NY	16%	1%	2%	2%	3%
NE	6%	10%	12%	15%	13%
FL	8%	2%	2%	5%	6%
STV	15%	9%	11%	11%	10%
SPP	18%	12%	11%	9%	10%
NWP	12%	22%	19%	16%	15%
RA	28%	25%	21%	12%	9%
CNV	6%	4%	5%	7%	11%
U.S.	12%	10%	10%	10%	10%

سازمان NERC برای رزرو استاتیک (برنامه‌ریزی شده) مورد نیاز سیستم، ۱۵٪ از واحدهای غالب حرارتی و ۱۰٪ از واحدهای

غالب آبی در نظر می‌گیرد.

از سوی دیگر مصرف در حال افزایش است. میانگین رشد مصرف سالانه از سال ۱۹۸۴ نزدیک ۲/۴٪ می‌باشد. البته در سه سال گذشته این نرخ آرام‌تر و حدود ۱/۸٪ شده است. این بدین معنی است که مصرف انرژی به ازای دلار کاهش یافته است. هم‌چنین اقتصاد به سمت بازده بالاتر انرژی خواهد رفت. با روند رو به افزایشی میزان مصرف و جمعیت، می‌بایست مصالحه‌ای در میزان قابلیت اطمینان برای تامین برق مصرف‌کنندگان صورت گیرد، مگر اینکه تمهیداتی از جمله اندازه‌گیری‌ها و استانداردهای مناسبی در این زمینه در نظر گرفته شود. افزایش میزان مصرف سالانه انرژی برای مناطق مختلف آمریکا از سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۹ در شکل ۱۳-۲ آمده است.



شکل ۱۳-۲: میزان مصرف سالانه انرژی آمریکا از سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۹

روند آرام تجدیدساختار و رقابت در بازار برق نیز قابلیت اطمینان سیستم قدرت را به دلایلی از جمله کمبود سرمایه‌گذاری در به‌روزرسانی و تعمیر و نگهداری انتقال، عدم قطعیت قیمت برق، استفاده تولید در بازار برق و گرفتگی خطوط انتقال تحت تاثیر قرار می‌دهد.

با این حال قابلیت اطمینان سیستم قدرت با عواملی هم چون آب و هوا، تعمیر و نگهداری و بهره‌برداری نیز تحت‌الشعاع قرار می‌گیرد. اهمیت این عوامل به منطقه جغرافیایی که با گذشت زمان نوسان می‌کند، بستگی دارد. با این حال عامل خرابی در شبکه تولید و انتقال سیستم قدرت، تعداد مصرف‌کنندگان زیادی را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

۳-۱۳ - بهبود قابلیت اطمینان

بهبود قابلیت اطمینان سیستم قدرت هم در سمت تقاضا و هم در سمت تولید می‌تواند صورت بگیرد. در این به بخش به تعدادی از انتخاب‌هایی که به بهبود وضعیت قابلیت اطمینان سیستم قدرت کمک می‌کند، اشاره خواهد شد. پیشنهادها داده‌شده شامل جنبه فناوری و نیز جنبه خطمشی و مشوق برای توسعه فرصت‌های جدید برای بهبود وضعیت قابلیت اطمینان سیستم قدرت تجدید ساختار شده، دارد.

در بررسی بهبود وضعیت قابلیت اطمینان شبکه ایالات متحده امریکا سناریوهای مختلفی برای تدوین نقشه‌راه پایایی برای ده سال آینده این کشور بررسی شده است. اتوماسیون شبکه توزیع از برنامه‌های مهم این کشور در برنامه‌ریزی و تدوین نقشه راه پایایی این کشور قرار دارد. آلترناتیو مختلف برای پیاده‌سازی در این زمینه به شرح زیر است [۳۵۳]:

- ✓ نصب ریکلوزرهای سه‌فاز دستی
- ✓ نصب ریکلوزرهای اتوماسیون سه‌فاز
- ✓ نصب فیوزهای جانبی جدید
- ✓ استفاده از فیوزهای حفاظت در حین طوفان
- ✓ نصب سوئیچ‌های سه‌فاز دستی جدید
- ✓ نصب سوئیچ‌های سه‌فاز اتوماسیون جدید (هوایی)
- ✓ نصب سوئیچ‌های سه‌فاز اتوماسیون جدید (زیرزمینی)
- ✓ پیاده‌سازی یک برنامه بازرسی دوره‌ای به فیدرها
- ✓ پیاده‌سازی یک برنامه بازرسی دوره‌ای به ریکلوزرها
- ✓ پیاده‌سازی یک برنامه بازرسی دوره‌ای به سوئیچ‌ها
- ✓ نصب حفاظ در برابر موجودات زنده بر روی فیدرها

همچنین آثار برنامه‌های هماهنگی حفاظت سیستم، استفاده از سیستم هوشمند اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات در همه پست‌های الکتریکی و برنامه قطع درختان خطرناک برای سیستم قدرت بر روی شاخص‌های قابلیت اطمینان در نظر گرفته شده است.

برای بهبود قابلیت اطمینان در هر دو سمت تولید و مصرف سیستم قدرت پیشنهادهایی ارائه شده است که این پیشنهادات در جدول ۱۳-۲ آمده است. این پیشنهادها محدوده وسیعی را پوشش می‌دهد که از برنامه‌های بهبود بازده انرژی و مکانیسم‌های قیمت‌های آلترناتیو برای مصرف‌کنندگان تا بهبود منابع تولید و خطوط انتقال پوشش داده شده است. کاهش پیک مصرف و بهبود فناوری در سمت تولید مؤثرترین پیشنهاد در این زمینه است. این امر منوط به حمایت توسط خط‌مشی سیستم برق مبنی بر استفاده از منابع با بازده بالا توسط مشوق‌هایی که در این زمینه به تولیدکنندگان عرضه می‌شود، می‌باشد. بهترین راه‌حل

می‌بایست هزینه واقعی قابلیت اطمینان و قطعی‌های سیستم برق را در نظر بگیرد و یک ساختاری ایجاد نماید که به تمام شرکت‌کنندگان سیستم قدرت برق اجازه رصد و درک هزینه قابلیت اطمینان را بدهد.

جدول ۱۳-۲: راه‌های بهبود قابلیت اطمینان سیستم قدرت در سمت مصرف

نیازمندی‌های پیاده‌سازی	زمینه برنامه
بازدهی انرژی	
به‌روزرسانی/ایجاد استانداردهایی برای تجهیزات کلیدی	استانداردهای بازدهی انرژی
بهبود دستیابی مشترکین به اطلاعات مربوط به هزینه مصرف انرژی	مدیریت سمت مصرف
هزینه‌دهی آلترناتیو	
پیاده‌سازی ساختار جدید تعرفه که به مشترکین امکان رصد قیمت واقعی مصرف انرژی را می‌دهد	هزینه دهی زمان واقعی
توسعه و در اختیار قرار دادن فناوری‌های سنجش کم‌هزینه برای مصرف‌کنندگان	بارهای قابل قطع/مدیریت و پیشنهاددهی بار

جدول ۱۳-۳: راه‌های بهبود قابلیت اطمینان سیستم قدرت در سمت تولید و انتقال

نیازمندی‌های پیاده‌سازی	زمینه برنامه
تولید	
به‌روزرسانی و استفاده حداکثری از منابع تولیدی در سطح نیروگاه‌ها	احداث
استانداردسازی پروتکل‌های جدید برای اتصالات	تولیدات پراکنده/انرژی‌های تجدیدپذیر
انتقال	
توسعه جابه‌جایی بار ^۱ مصرف‌کنندگان	بهبود تجهیزات شبکه
توسعه فناوری‌های جدید بهینه‌سازی	مدیریت شبکه
پیش‌بینی مبنی بر روند اخیر آب و هوایی به جای میانگین بلندمدت	پیش‌بینی بار
بهبود منابع اشتراک با تجهیزات اتصالی	واردات
توسعه سیستم کنترل و پایش جدید امن	برنامه‌ریزی
تنظیم ساختاری برای اصلاح رزرو کاهش‌یافته، تعمیر و نگهداری مدرن و	استاندارد و مشوق‌ها

نیازمندی‌های پیاده‌سازی	زمینه برنامه
ژنراتورهای بدون تجهیزات بیشتر	
انتشار عمومی اطلاعات بازدهی و قابلیت اطمینان بهره‌برداری انتقال	محک‌زنی ^۱
بهینه‌سازی مصالحه بین تعویض و یا تعمیر تجهیزات سیستم	مدیریت تعمیر و نگهداری
توسعه منابع حفاظتی کم‌هزینه و قابل اطمینان در سیستم	کابل‌های زیرزمینی
ارزش‌گذاری متفاوت قابلیت اطمینان برای نیازهای متفاوت مصرف‌کنندگان	جریمه

در ایالات متحده آمریکا یک مشترک نوعی انتظار تامین برق خود را به‌صورت دائم دارد. در واقعیت سیستم قدرت در بازه ۹۹/۹ و ۹۹/۹۹۹ درصد از زمان تقاضای مشترکین را تامین می‌کند. محققان پی برده‌اند که مشترکین به‌طور میانگین برای بیش از ۵۳ دقیقه در سال قطعی ناراضی خواهند بود [۳۵۴].

خلاصه گزارش آمارهای قابلیت اطمینان بر اساس داده‌های ۲۰۱۲-۲۰۱۳ و نیز مقایسه آن با آمار سال‌های قبل در ایالات متحده آمریکا در جداول ۱۳-۴ و ۱۳-۵ آمده است. در جدول ۱۳-۴ میانگین و چارک‌های شاخص‌های قابلیت اطمینان در سطح توزیع (SAIFI, CAIDI, SAIDI, SAIFA) برای داده‌های ۲۰۱۲-۲۰۱۳ ایالات متحده آمریکا نشان داده شده است. برای مقایسه و ارزیابی بهتر، شاخص‌های موردنظر برای سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۳ در جدول ۱۳-۵ آورده شده است. روند معناداری از آنالیز داده‌های این جدول برداشت نمی‌شود.

جدول ۱۳-۴: خلاصه گزارش آمارهای قابلیت اطمینان بر اساس داده‌های ۲۰۱۲-۲۰۱۳ در ایالات متحده آمریکا

	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASAI
Minimum	0.01	0.43	0.36	91.650
First Quartile	0.29	14.47	47.00	99.980
Median Quartile	0.63	40.40	69.70	99.990
Third Quartile	1.24	71.63	92.50	99.994
Maximum	23.00	552.84	2561.39	99.999
Average	1.11	58.49	96.47	99.878

جدول ۱۳-۵: میانگین شاخص‌های قابلیت اطمینان در ایالات متحده امریکا طی سال‌های گذشته

Survey Year	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASAI
2005	1.60	54.03	65.91	99.79
2007	4.18	69.8	90.06	99.97
2009	0.88	68.98	86.75	99.90
2011	0.81	46.36	73.86	99.86
2013	1.11	58.49	96.47	99.87

۱-۳-۱- کاهش پیک تقاضا

یکی از مهم‌ترین، به‌صرفه‌ترین و از نظر سازگاری با محیط‌زیست مناسب‌ترین روش بهبود عدم تامین بار کاهش و یا مسطح‌نمودن بار سیستم می‌باشد. بار را می‌توان با افزایش دستیابی مشترکین به اطلاعات برنامه‌های بازده انرژی، هزینه ساعتی^۱، قراردادهای بارهای قابل قطع و پیشنهاددهی بار^۲ کاهش داد. محیط رقابتی تجدیدساختاریافته این اختیار را به مشترکین می‌دهد که از اطلاعات شبکه برق اطلاع یابند و نیز به بازار برق اجازه می‌دهد که راه‌حل مناسب برای تولید انرژی پربازده انتخاب کند. تلاش برای بهبود بازدهی نه‌تنها قابلیت اطمینان را بهبود می‌بخشد بلکه هزینه انرژی تولیدی را نیز کاهش می‌دهد. همچنین مزایای زیست‌محیطی از جمله کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی ناشی در بخش تولید انرژی و حمل‌ونقل را به دنبال دارد. از آنجاکه بخش‌هایی از ایالات متحده واردکننده انرژی برق می‌باشند، کاهش تقاضا می‌تواند امنیت ناحیه‌ای را با کم‌کردن وابستگی به منابع خارجی، کاهش دهد.

۲-۳-۱- افزایش بازده انرژی

مصرف انرژی ایالات متحده امریکا به‌طور میانگین دو برابر مصرف انرژی در کشورهای مشابه آن از نظر سطح رفاه و استاندارد های زندگی (اکثر کشورهای اروپایی) می‌باشد. چرا که مصرف انرژی ایالات متحده نسبتاً کم‌بازده می‌باشد و امکان بهبود زیاد بازده در انرژی وجود دارد. پیشرفت فناوری در عرصه تولید انرژی و نگهداری و نیز افزایش چشم‌گیر هزینه انرژی باعث ایجاد فرصت‌هایی در زمینه تاثیر نگهداری مناسب در افزایش بازدهی انرژی شده است. مطالعات انجام‌شده در [۳۵۵]

۱- Time-of-use pricing

۲- Load bidding

نشان داده است که کاربرد برنامه‌های بازده انرژی می‌تواند تاثیر زیادی در میزان هزینه-فایده قابلیت اطمینان سیستم قدرت در دهه آینده داشته باشد.

برنامه‌های نگهداری زیادی از جمله استانداردهای بازدهی مؤثرترین روش در کاهش بلندمدت رشد مصرف و تامین تولید موردنیاز سیستم می‌باشد. بعضی برنامه‌های بازدهی را نیز می‌توان به‌عنوان راه‌حل‌های کوتاه‌مدت استفاده نمود. چراکه این راه‌حل‌ها بسیار سریع‌تر نسبت به برای مثال جایابی و احداث نیروگاه جدید قابل پیاده‌سازی شدن می‌باشد. افزایش بازدهی نیاز برای ظرفیت تولید و انتقال را به‌طور کامل مرتفع نمی‌کند. درحالی‌که نگهداری و اقدامات پیش‌گیرانه هم نیاز و هم هزینه ظرفیت جدید را کاهش می‌دهد. برای اینکه به‌طور بهینه کاهش بیابد می‌بایست این اقدامات با اهداف تعمیر و نگهداری جهت صرفه‌جویی انرژی در نظر گرفته شود.

۳-۳-۱۳- استانداردهای بازده انرژی

استانداردهای بازدهی برای کاربردهای عمده و تجهیزات یکی از ضروری‌ترین روش‌های بلندمدت جهت کاهش تقاضا است. این برنامه‌ها اگر همزمان اقدامات نگهداری و پیش‌گیرانه را در کنار بازده در نظر بگیرد، نقش بسزایی در کاهش قابل‌توجه رشد تقاضای مصرفی سیستم قدرت خواهد داشت. به‌همین خاطر تدوین قوانین و استانداردهای مناسب جهت برآورده‌ساختن نیازهای بازدهی و اقدامات پیش‌گیرانه و نگهداری تجهیزات سیستم قدرت از اهمیت زیادی برخوردار است.

۴-۳-۱۳- مدیریت سمت تقاضا

اصول برنامه‌ریزی که بر مبنای کمینه‌کردن هزینه توسط سازمان‌های حمایت از خدمات انرژی می‌باشد، تعادل تولید و مصرف را با کاهش تقاضای مشترکین از طریق فناوری‌های بهبود بازدهی به جای احداث نیروگاه در سیستم قدرت برقرار می‌کند. افزایش اتخاذ اندازه‌گیری‌های بازده انرژی قابلیت اطمینان سیستم را با کاهش رشد پیک تقاضا بهبود می‌بخشد. این بهبود قابلیت اطمینان سیستم در مناطقی که از کسری تولید و یا گرفتگی خطوط انتقال یا توزیع رنج می‌برند، بیشتر نمود پیدا می‌کند. بنابراین فناوری‌ها و اقداماتی که موجب مسطح‌شدن هر چه بیشتر پیک بار سیستم می‌شود بسیار ارزشمند خواهد بود. از جمله این اقدامات می‌توان به به‌کارگیری تهویه هوا و تجهیزات روشنایی پربازده اشاره کرد [۳۵۶].

استراتژی‌های مدیریت تقاضا تا زمانی مقرون به صرفه است که هزینه پریونیت انرژی این استراتژی‌ها کمتر از هزینه تجهیزات جدید باشد [۳۵۷]. تجدیدساختار بازار برق باعث به وجود آمدن فرصت‌های زیادی در بهبود بازدهی ادوات موجود در سیستم جهت بهبود قابلیت اطمینان و کاهش نیاز به احداث و نصب واحدهای تولیدی و تجهیزات در سطح سیستم قدرت ایجاد کرده است. بدین جهت مدیریت تقاضا به عنوان استراتژی مناسب جهت مسطح نمودن بار و بهبود قابلیت اطمینان سیستم از اهمیت زیادی برخوردار است.

۵-۳-۱۳- قیمت‌گذاری‌های جایگزین^۱

۱-۵-۳-۱۳- قیمت‌گذاری بلادرنگ^۲

یکی از راه‌های بهبود قابلیت اطمینان در بازار تجدیدساختار شده وجود خرده‌فروشان زیاد جهت قیمت‌گذاری بلادرنگ می‌باشد. قیمت‌گذاری بلادرنگ به مشترکین این امکان را می‌دهد تا چگونگی و زمان مصرف خود را تعیین کنند. هنگامی که مشترک با قیمت‌گذاری بالای برق مواجه شود، تقاضای خود را حتی‌الامکان کاهش می‌دهد و مصرف خود را به زمان‌های با قیمت پایین‌تر موکول خواهد کرد. مشترک در جهت منافع خود به مسطح نمودن بار سیستم کمک می‌کند که در نهایت به بهبود قابلیت اطمینان سیستم منجر می‌شود. در حقیقت قیمت‌گذاری به عنوان یک عامل بازدارنده در مواقع پیک تقاضا و به عنوان یک مشوق در زمان‌های کم‌باری سیستم عمل می‌کند. البته لازمه این امر وجود تجهیزات و ادوات مخابراتی جهت اطلاع‌رسانی مشترکین می‌باشد [۳۵۸]. یکی دیگر از فاکتورهای مهم جهت پیاده‌سازی قیمت‌گذاری بلادرنگ، وجود تجهیزات اندازه‌گیری، کنترل و پایش هوشمند جهت ردیابی مصرف بار مشترکین در بازده‌های مختلف شبانه‌روزی است که بدین صورت قیمت‌گذاری به نحو احسن تعیین شود و به کاهش پیک بار کمک نماید.

مکانیسم‌های سیاست‌گذاری در این زمینه به تشویق مشترکین از استفاده از این قیمت‌گذاری به جای نوع قدیمی و سنتی تشویق می‌کند. به خصوص مصرف‌کنندگان بزرگ که با برنامه‌ریزی مناسب مصرف خود می‌تواند هزینه‌های مصرفی خود را کاهش دهند.

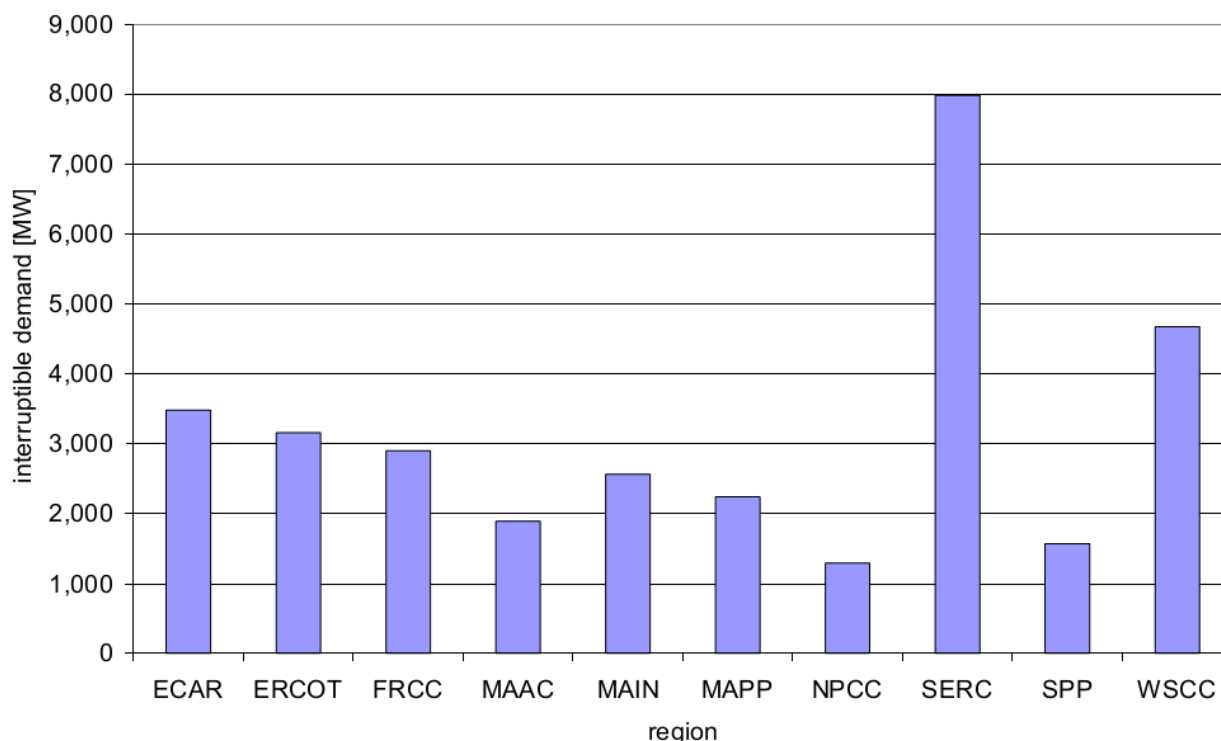
۱- Alternative Pricing

۲- Real-time Pricing

۲-۵-۳-۱۳- بارهای قابل قطع و پیشنهاددهی بار

بارهای قابل قطع^۱ اغلب به مشترکین صنعتی بزرگ تعلق دارد که به ازای قطع برق مصرفی خود در مواقعی که شبکه با کمبود تولید مواجهه است از بهره‌بردار شبکه هزینه‌ای دریافت می‌کند. نرخ این هزینه این مشترکین را به جابه‌جایی مصرف خود به زمان کم باری تشویق می‌کند. این امر موجب مسطح شدن مصرف شبکه می‌شود که بهبود قابلیت اطمینان سیستم را در پی دارد.

یکی از راه‌های تشویق مشترکین جهت ورود به عرصه بازار بارهای قابل قطع، پیشنهاددهی بار^۲ یعنی وجود برنامه برای پیشنهاددهی تعرفه‌های خود می‌باشد که شبکه پایین‌ترین آن را جهت قطع انتخاب خواهد کرد [۳۵۸]. لازمه این امر وجود فناوری‌های اندازه‌گیری بلادرنگ با زیرساخت مناسب مخابراتی جهت تبادل اطلاعات بین بهره‌بردار شبکه و مشترکین می‌باشد. شکل ۱۳-۳ خلاصه تعداد ۲۰۰۰ بار قابل قطع در نقاط مختلف منطقه تحت پوشش NERC می‌باشد. منطقه SERC با داشتن مقدار ۸۰۰۰ مگاوات بیشترین بار قابل قطع را دارا می‌باشد.



شکل ۱۳-۳: میزان بار قابل قطع در تابستان ۲۰۰۰ [۳۵۱]

۱- Interruptible Loads

۲- Load Bidding

۶-۳-۱۳- بهبود تولید

برنامه‌ریزان سیستم قدرت برای کمینه‌کردن هزینه‌های به‌روزرسانی و قطعی شبکه با مشکل نگره‌داشتن قابلیت اطمینان سیستم در محدوده مجاز خود روبرو هستند. کفایت سیستم^۱ با بالا نگه‌داشتن رزرو سیستم افزایش می‌یابد. نقطه بهینه انتخاب بهینه رزرو سیستم جایی است که نرخ افزایش نصب و راه‌اندازی واحد تولیدی جدید با نرخ کاهش هزینه قطعی برابر شود. هزینه‌های تامین قابلیت اطمینان سیستم و رفاه اجتماعی در این مسئله بهینه‌سازی می‌بایست در نظر گرفته شود [۳۵۹]. از آنجاکه تعیین هزینه قابلیت اطمینان کار دشواری است، انتخاب مقدار بهینه کفایت سیستم یکی از تصمیمات چالش‌برانگیز مهندسی سیستم قدرت می‌باشد.

۱-۶-۳-۱۳- احداث

مشکل عمده کفایت سیستم سختی احداث واحدهای تولیدی و خطوط انتقال جدید جهت اتصال به شبکه سراسری برق می‌باشد. بسیاری از سایت‌های نیروگاه‌های موجود با وجود ارزشمند بودن، اغلب به بارهای رو به رشد سیستم نزدیک نیست. لذا می‌بایست تصمیماتی در زمینه تعادل بین نیاز سرمایه‌گذاری در واحدهای تولید و انتقال اضافی در مقابل ساخت امکانات و ادوات تولید و انتقال گرفته شود.

با افزایش هر چه بیشتر تقاضا، مصرف برق به‌خصوص در مناطق با جمعیت بالا، مشکلات عدیده‌ای در زمینه احداث و راه‌اندازی واحدهای تولیدی به‌وجود آمده است. همچنین مشکلات گرفتگی خطوط را می‌توان با نصب تجهیزات تا حدی مرتفع و از احداث خطوط جدید جلوگیری کرد. همچنین از آنجاکه احداث نیروگاه با ظرفیت بالا از مقیاس اقتصادی مقرون‌به‌صرفه است، می‌بایست این پارامتر را نیز علاوه بر کمینه‌کردن هزینه سرمایه‌گذاری مد نظر قرار داد. با این وجود، افزودن ظرفیت اضافی به سیستم باعث افزایش قابلیت اطمینان سیستم و بهبود بازدهی به‌وسیله کاهش تلفات و افزایش انعطاف بهره‌برداری آن می‌شود. به‌دلیل مشکلات احداث نیروگاه و خطوط انتقال، توجه به این نکته ضروری است که می‌بایست تمامی گزینه‌های ممکن جهت بهبود وضعیت سیستم را با هدف برآورده ساختن اهداف شبکه مورد سنجش قرارداد.

۲-۶-۳-۱۳- منابع تولیدات پراکنده و انرژی‌های نو

تولیدات پراکنده^۱ به‌عنوان منبع تغذیه نزدیک مصرف‌کننده شناخته می‌شود. محبوبیت آن به‌دلیل پاسخ سریع آن در کمک به تامین تقاضا در سمت مصرف‌کنندگان شبکه برق می‌باشد. این امر باعث بهبود قابلیت اطمینان سیستم به طور چشم‌گیری می‌شود [۳۶۰].

منابع تولیدات پراکنده‌ای که از انرژی‌های نو در تولید خود استفاده می‌کنند، در کنار بهبود بار مصرفی شبکه انرژی پاک و دوست‌دار محیط زیست نیز به‌شمار می‌آیند. توربین‌های بادی و سلول‌های خورشیدی از مهم‌ترین تولیدات پراکنده انرژی‌های نو می‌باشند که امروزه رشد زیادی در سیستم‌های قدرت در سطح جهان داشته‌اند.

چالش‌هایی که امروزه استفاده از تولیدات پراکنده را تحت تاثیر گذاشته است مسائل فنی اتصال آن‌ها به شبکه برق می‌باشد. هنوز استاندارد بین‌المللی شناخته‌شده‌ای برای اتصال تولیدات پراکنده و مسائل فنی آن‌ها وجود ندارد. مشکلی دیگر مسائل تجهیزات حفاظتی می‌باشد که با اتصال و ورود تولیدات پراکنده به سیستم قدرت عملکرد آن‌ها را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. بنابراین وجود یک استاندارد کامل و جامع که مسائل نام‌برده را پوشش و مرتفع سازد احساس می‌شود که بتواند با برآورده‌ساختن اهداف سیستم قدرت در جهت افزایش قابلیت اطمینان مسائل فنی و چالشی برای سیستم قدرت حتی‌الامکان به وجود نیابد. اقداماتی توسط سازمان IEEE در حال انجام است که نیازمند زیرساخت‌های مخابراتی، اندازه‌گیری، کنترل و پایش طبق استانداردهایی می‌باشد.

۷-۳-۱۳- بهبود انتقال

۱-۷-۳-۱۳- بهبود عملکرد شبکه و پیش‌بینی

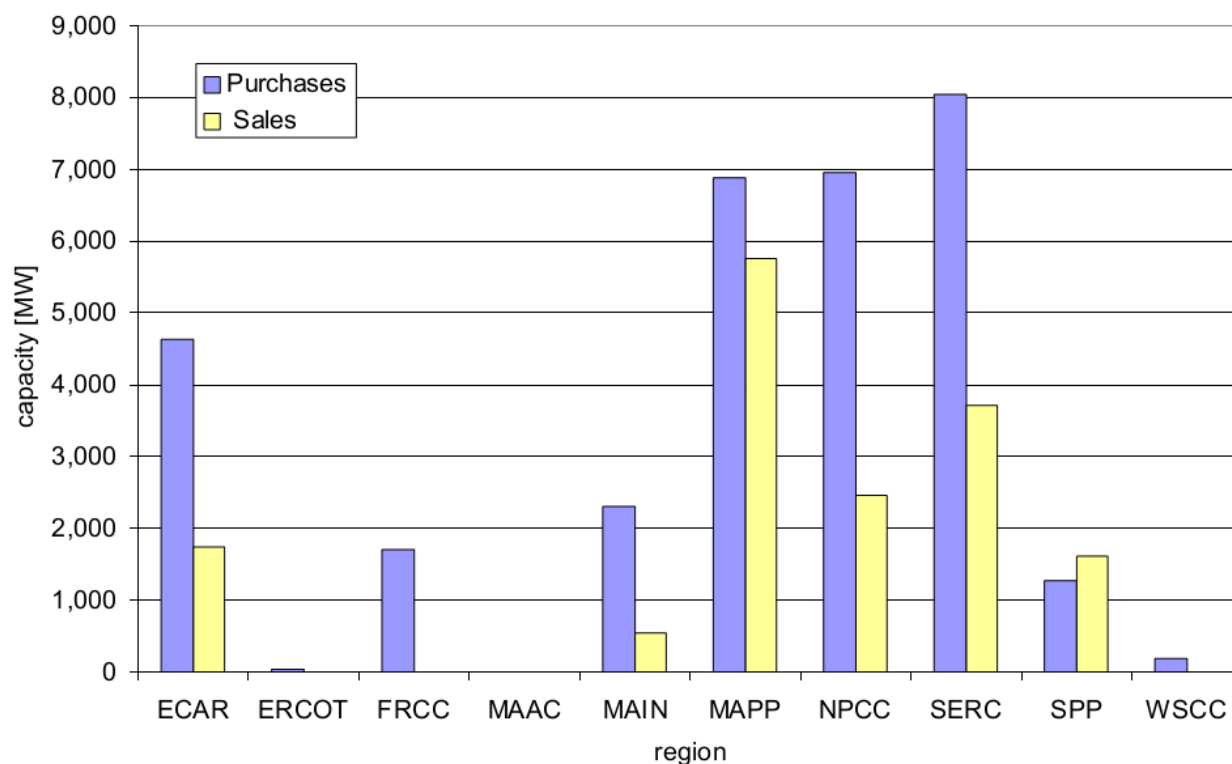
بهبود عملکرد منابع موجود در شبکه یکی دیگر از راه‌های بهبود قابلیت اطمینان سیستم با داشتن میزان رزرو کمتر نسبت به گذشته می‌باشد. همان‌طور که در مطالب گذشته بیان شد، عملکرد منابع موجود در شبکه را می‌توان با کاهش بار و پیک‌بار شبکه با سرمایه‌گذاری در برنامه‌های نگهداری و بهبود بازدهی ادوات شبکه و نیز برنامه‌های جابه‌جاکننده مصرف به زمان کم باری، به بالاترین حد خود رساند. برای مثال استفاده از ادوات FACTS به بهبود بازدهی سیستم کمک به‌سزایی می‌کند.

همچنین استفاده از مدل‌های تحلیلی پیش‌بینی بار، شبیه‌سازی سیستم قدرت و ارزیابی‌های احتمالاتی در بهبود قابلیت اطمینان و کاهش رزرو موردنیاز شبکه تاثیر زیادی دارد [۳۶۰].

ابزارهای پیش‌بینی بار می‌بایست بر پایه روند داده‌های تاریخی آب و هوا به‌جای استفاده از مقدار متوسط بلندمدت باشد [۳۶۱]. با پیشنهاد استفاده از داده‌های ۱۰ ساله آب و هوایی اثبات شده است که میزان قطعی اجباری سیستم ناشی از خطای پیش‌بینی بار کاهش می‌یابد. بنابراین استفاده از ابزار با دقت مناسب در پیش‌بینی بار شبکه قابلیت اطمینان سیستم را افزایش می‌دهد.

۲-۷-۳-۱۳- واردات

اتصالات با شبکه‌های همسایه امکان اشتراک منابع تولیدی را فراهم می‌کند که می‌تواند میزان ظرفیت اضافی تولیدی موردنیاز را کاهش دهد که منجر به بهبود قابلیت اطمینان در هر دو منطقه خواهد شد. میزان خرید و فروش توان الکتریکی برای مناطق تحت پوشش NERC در تابستان ۲۰۰۰ در شکل ۱۳-۴ نشان داده شده است. این نمودار نشان می‌دهد که بسیاری از مناطق به‌خصوص ایالات پرجمعیت مثل کالیفرنیا و نیویورک واردکننده توان الکتریکی می‌باشند که به دلیل میزان بالای مصرف آن‌ها و عدم منابع تولیدی در دسترس در این مناطق می‌باشد.



شکل ۱۳-۴: میزان بار قابل قطع در تابستان ۲۰۰۰ [۳۵۱]

۸-۳-۱۳- برنامه‌ریزی

یکی از پیامدهای کاهش سرمایه‌گذاری در زمینه سیستم انتقال بهره‌برداری نزدیک به محدودیت‌های انتقال است که قابلیت اطمینان سیستم قدرت را به مخاطره می‌اندازد. سیستم کنترل و پایش ایمن برای مدیریت این ریسک نیاز است. برنامه‌ریزی انتقال به خاطر دلایلی مانند: بزرگ‌بودن سرمایه موردنیاز برای برنامه‌ریزی انتقال، زیادبودن زمان بازگشت سرمایه و سودآوری سرمایه‌گذاری و همچنین عدم قطعیت سودآوری با گذشت زمان به دلایل تغییرات غیرقابل‌پیش‌بینی پیچیده و دشوار است. بنابراین کسب مجوز احداث خط انتقال جدید به دلایل مشکلات زیست‌محیطی و نصب تجهیزات در فضای خط انتقال موردنظر بسیار مشکل است.

۱-۸-۳-۱۳- استانداردها و مشوق‌ها

یک از انتخاب‌هایی که برای بهبود قابلیت اطمینان سیستم انتقال وجود دارد، در نظر گرفتن مدیریت سنتی برای مدیریت و بهره‌برداری انتقال می‌باشد. با وجود این که بازار برق و شبکه برق تجدیدساختار شده است ولی این بخش همچنان با روش سنتی مدیریت و برنامه‌ریزی می‌شود. این روش باعث تامین سیستم انتقال کافی جهت رساندن توان به مصرف‌کنندگان می‌شود. چراکه در سیستم تجدیدساختار شده تمایل سرمایه‌گذار برای توسعه شبکه انتقال به دلایلی که گفته شد، کم می‌باشد. با این حال می‌توان با وضع قوانین و مشوق‌هایی سرمایه‌گذاری در بخش انتقال را نیز توسعه و رونق داد که نیازمند به استانداردهایی برای نگه‌داشتن قابلیت اطمینان سیستم در وضع مناسب، می‌باشد. در ایالات متحده امریکا سازمانی مشابه NERC به نام FERC وظیفه توسعه، پیاده‌سازی و اجرای استانداردهای بین‌المللی قابلیت اطمینان را بر عهده دارد. این سازمان با روش‌های بدیع در بخش انتقال به برنامه‌ریزی و طرح مشوق‌هایی در جهت خط‌مشی و سیاست‌گذاری‌ها می‌پردازد [۳۶۲].

۲-۸-۳-۱۳ - محک‌زنی

محک‌زنی یک روش تحلیلی برای مقایسه شاخص‌های شرکت‌های مشابه در یک زمینه جهت رتبه‌بندی از برترین‌ها تا بدترین‌ها از یکدیگر می‌باشد. پس از تعیین و توسعه شاخص‌های کلیدی برای یک صنعت، محک‌زنی، شرکت‌های برجسته‌ای را که عملکرد خوبی از نظر فنی و اقتصادی دارند را معرفی می‌کند.

یکی از مهم‌ترین اقدامات افزایش بازدهی در بخش تولید انرژی پیاده‌سازی فاکتورهای بازدهی در بخش انتقال می‌باشد. این فاکتورها بر اساس داده‌های سالانه جمع‌آوری شده از تمامی شرکت‌هایی که در بخش انتقال فعال هستند، می‌باشند. محک‌زنی این اطلاعات هنگامی که این اطلاعات در معرض عموم و دردسترس قرار می‌گیرد، می‌تواند صورت گیرد. محک‌زنی پتانسیل‌های بالقوه و نقاط مهمی که قابل اصلاح برای بهبود وضعیت کلی سیستم می‌شود به شرکت‌ها معرفی می‌کند که در کل در جهت بهبود قابلیت اطمینان سیستم گام برمی‌دارد.

۹-۳-۱۳ - مدیریت قطعی

۱-۹-۳-۱۳ - تعمیر و نگهداری

تعمیر و نگهداری تجهیزات و اصلاح برنامه‌ها، قابلیت اطمینان و عملکرد تجهیزات و ادوات مورد استفاده را افزایش می‌دهد که در نهایت باعث بهبود پایایی سیستم می‌شود. نزدیک به ۳۰ درصد خروج سیستم انتقال از سال ۱۹۸۴ به دلیل خرابی و قطعی تجهیزات می‌باشد. تاکید بر تعمیر و نگهداری مداوم تجهیزات به کاهش این قطعی‌ها کمک به‌سزایی می‌کند. برخی اقدامات اصلاحی باعث به‌روزرسانی و تعویض تجهیزات سیستم انتقال می‌شود. این نوسازی تجهیزات، هزینه تعمیر و نگهداری را به دلیل این که ادوات جدید نیاز به تعمیر و نگهداری کمتری دارند، کاهش می‌دهد. در صورتی که دیگر اقدامات اصلاحی مانند افزایش استفاده از تجهیزات کنترل از راه دور و خودکار هزینه تعمیر و نگهداری را به دلیل قیمت بالای این تجهیزات افزایش می‌دهد. افزایش قابلیت اطمینان سیستم ناشی از تعمیر و نگهداری را می‌توان برحسب تابع هزینه بیان کرد [۳۶۳]. نقطه بهینه با مصالحه بین هزینه و بهبود قابلیت اطمینان ناشی از تعمیر و نگهداری به دست خواهد آمد.

اگر اقدامات تعمیر و نگهداری زیادی به‌صورت همزمان در بخشی از سیستم صورت گیرد، سیستم را آسیب‌پذیر می‌کند. هماهنگی برنامه زمان‌بندی تعمیر و نگهداری بر اساس پیش‌بینی تقاضا برای اطمینان از تامین بار و پایایی سیستم از اهمیت بالایی برخوردار است.

۲-۹-۳-۱۳- کابل‌های زیرزمینی

بسیاری از قطعی‌های معمول در سیستم (مثل رشد درختان در خطوط، برخورد موجودات زنده به خطوط و تجهیزات) با استفاده از هادی‌های پوشش‌دار کاهش می‌یابد. با این حال این هادی‌ها با طوفان، یخ‌زدگی، افتادن درختان، رعدوبرق، برخورد با وسایل نقلیه و دیگر حوادث غیرقابل کنترل آسیب‌پذیر است. استفاده از کابل‌های زیرزمینی می‌تواند بسیاری از قطعی‌های سیستم را برطرف سازد. با وجود مزایای دیگری هم چون عدم آلودگی بصری، هزینه این خطوط بسیار بالا می‌باشد.

۳-۹-۳-۱۳- جریمه‌ها

قوانین امروزی قابلیت اطمینان بر اساس قضاوت و تجربیات مهندسين برق و اپراتورهای سیستم و نیز آنالیزهای قطعی^۱ می‌باشند. قوانین قابلیت اطمینان در آینده می‌بایست اقتصادی و بر اساس آنالیزهای هزینه-سود برای سطح‌های مختلف قابلیت اطمینان وضع شوند. علاوه بر این، بهتر است این قوانین ماهیت احتمالاتی خروج و قطعی تجهیزات را نیز در نظر بگیرد [۳۶۴]. تمامی شرکت‌کنندگان بازار با قوانین قابلیت اطمینان مشابه‌ای روبرو هستند و سهم برابر در هزینه‌های پایایی سیستم دارند. در نظر گرفتن جریمه می‌تواند به‌عنوان راهی بر اساس تصمیم برنامه‌ریز شبکه در نظر گرفته شود که کاربران مقصر را در هزینه قطعی برق سهیم نماید.

۴-۱۳- نقشه‌راه امنیت سایبری

۱-۴-۱۳- تعریف امنیت

امنیت عبارت است از حفاظت در برابر تهدیدات و حملات به دارایی‌ها و یا آمادگی برای رویارویی با آن‌ها گفته می‌شود. در گذشته، امنیت با حضور فیزیکی و نظارتی تامین می‌گردید، اما امروزه از ابزارهای خودکار و مکانیسم‌های هوشمند برای حفاظت

از داده در رایانه‌ها، شبکه‌های رایانه‌ای و مخابراتی استفاده می‌شود. اطلاعات همانند سایر دارایی‌های سازمانی به‌عنوان یک دارایی مهم و با ارزش برای هر سازمان به‌حساب می‌آید. سازمان‌های دولتی، مراکز نظامی، شرکت‌ها، موسسات مالی و بیمارستان‌ها و دیگر مشاغل خصوصی حجم بالایی از اطلاعات محرمانه در مورد کارکنان، مشتریان، محصولات، تحقیقات و وضعیت مالی خود را گردآوری می‌نمایند. بسیاری از این اطلاعات در حال حاضر بر روی رایانه‌های الکترونیکی جمع‌آوری و ذخیره‌شده و در شبکه به رایانه‌های دیگر منتقل می‌گردند. نفوذ به این اطلاعات می‌تواند به خسارت‌های مالی، جانی، سیاسی منجر گردیده و تبعات اجتماعی به همراه داشته باشد. بنابراین حفاظت از اطلاعات محرمانه یک نیاز تجاری و در بسیاری از موارد نیز نیاز اخلاقی و قانونی است.

۲-۴-۱۳- نقشه‌راه امنیت سایبری NERC

سازمان قابلیت اطمینان NERC بیش از ۱۰۰ استاندارد برای تامین قابلیت اطمینان سیستم قدرت در ایالات متحده و کانادا پیشنهاد داده است. این استانداردها شامل شرایط لازم برای حفظ امنیت سایبری تجهیزات اساسی در راستای قابلیت اطمینان سیستم قدرت می‌باشد. بنابراین استانداردهای حفاظت زیرساخت‌های اساسی^۱ به نام‌های CIP-002 الی CIP-009 توسط سازمان NERC وضع و در سال ۲۰۰۶ پیاده‌سازی شده‌اند.

حفاظت سایبری برخی نواحی از حداقل نیازمندی‌های آن تجاوز کرده است. این نواحی شامل موارد زیر است:

- تجهیزات و سیستم‌های اضافی که بر اساس تعاریف NERC کاملاً اساسی نیست
- استحکام به‌کارگیری پسوردها، آموزش و Sarbanes-Oxley
- طراحی و پیاده‌سازی زیرساخت‌های سیستم‌های مخابراتی
- پیاده‌سازی معماری امن سیستم

نقشه‌راه برآورده‌ساختن امنیت سایبری بر پایه به‌کارگیری بهترین روش‌های امنیت سایبری در زمینه کنترل محیط شبکه، فرآیند و سیاست‌گذاری‌ها، کنترل دسترسی‌ها، امنیت معماری امن سیستم و پیرامون آن، بازرسی، پایش و تغییر مدیریت‌ها استوار می‌باشد.

حفظ امنیت تجهیزات اساسی در راستای استانداردهای CIP سازمان NERC غالباً شامل ۴ جنبه کلیدی می‌باشد.

۱-۲-۴-۱۳- شناسایی تجهیزات سایبری اساسی

تدوین یک روش ارزیابی ریسک‌محور برای شناسایی تجهیزاتی که برای سیستم قدرت مطابق استاندارد CIP-002 اساسی می‌باشند.

۲-۲-۴-۱۳- آنالیز شکاف مطابق استانداردهای CIP-002 الی CIP-009

انجام آنالیز شکاف^۱ برای شناسایی اقدامات موردنیاز برای رسیدن به استانداردهای CIP-002 الی CIP-009 سازمان NERC می‌باشد.

۳-۲-۴-۱۳- مکانیسم تصدیق

مکانیسم تصدیق، تدوین یا به‌روزرسانی فرآیند و سیاست‌گذاری‌ها، تغییرات موردنیاز زیربنای و ایجاد مستندات لازم برای وضع استانداردهای جدید حفاظت زیرساخت‌های اساسی توسط سازمان NERC می‌باشد.

۴-۲-۴-۱۳- ثبت و ضبط مستندات

ثبت مستندات و وقایع اتفاق افتاده شده و ذخیره آن‌ها برای مدت یک سال که برای بررسی و آنالیز سازمان‌های ذیربط ارزشمند است.

۵-۱۳- نقشه‌راه پایایی شرکت MID در ایالات متحده امریکا

شرکت MID^۲ یک شرکت برای مقاصد خاص در کشور ایالات متحده امریکا واقع در دره مرکزی^۳ کالیفرنیا می‌باشد که وظیفه برق‌رسانی به ۱۱۰۰۰۰ مشترک و تامین آب مصرفی شهر Modesto در این ناحیه را بر عهده دارد. نمره عالی (A) شرکت MID در رابطه با ارائه نقشه‌راه پایایی با برق‌رسانی به بیش از ۱۱۰۰۰۰ مصرف‌کننده نشان از عملکرد قوی و سامان‌مند این شرکت در این زمینه دارد. بعد از تدوین قوانین و استانداردهای جدید فدرال در زمینه قابلیت اطمینان در سال ۲۰۰۷ میلادی، این شرکت نهایت تلاش خود را جهت تحقق این استانداردها قرار داد.

۱- Gap

۲- Modesto Irrigation District

۳- Central Valley

این شرکت برای بهبود قابلیت اطمینان از اندازه‌گیری پیشرفته برای اندازه‌گیری برق و پارامترهای تاثیرگذار در برق‌رسانی پایا بهره‌جسته است. ارتباط این وسایل اندازه‌گیری خودکار از طریق سیگنال‌های رادیویی که داده‌های انرژی مصرف‌کنندگان را مخابره می‌کند را انتقال می‌دهد. اندازه‌گیری خودکار انرژی، کارایی شرکت MID در اندازه‌گیری و قطع و وصل در مواقع ضروری برای بهبود قابلیت اطمینان سیستم افزایش می‌دهد. همچنین این امکان به مصرف‌کنندگان داده می‌شود که مصرف انرژی خود را کنترل و مدیریت کنند که این امر موجب رضایتمندی مصرف‌کنندگان نیز شده است.

این شرکت در راستای ارائه برق قابل اطمینان با هزینه مناسب به مصرف‌کنندگان خود نیز تلاش دارد. لذا کارایی تولید انرژی الکتریکی را بهبود داده است. در راستای نیل به این اهداف سه اقدام کلی را این شرکت انجام داده است:

۱-۵-۱۳- اضافه نمودن تولید در پیک

در سال ۲۰۱۱ شرکت MID نیاز به تامین ۷۰ مگاوات توان اضافی در پیک دارد. لذا ۶ توربین گازی برای تامین برق درخواستی در پیک برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی شد. این برنامه با عملکرد مناسب برق پیک مصرف‌کنندگان را با هزینه مناسبی تامین می‌کند.

برای افزایش ظرفیت ضروری این منطقه، شرکت MID برق تامینی شبکه را به منابع انرژی تجدید پذیر و دیگر انرژی‌های در حال پیشرفت مناطق مجاور تحت پوشش این شرکت متصل نموده است. این شرکت انرژی خورشیدی را در تامین برق خود ترویج داده است که در این راه در کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای سوخت‌های فسیلی در تامین برق قدم نهاده است.

۲-۵-۱۳- همکاری با شرکت تامین برق مجاور (Lodi Energy Center)

این شرکت با ارتباط الکتریکی با شرکت تامین برق مجاور خود در فاصله ۳۵ مایلی خود در مواقع ضروری تبادل انرژی می‌کند تا انرژی درخواستی مصرف‌کنندگان را با قابلیت اطمینان مناسب تامین کند.

۳-۵-۱۳- مشارکت در برنامه‌ریزی خطوط انتقال

این شرکت به‌عنوان یکی از اعضای برنامه‌ریزی خطوط انتقال^۱ (TANC) از خطوط انتقال ۲۳۰ کیلوولت آن در تامین برق مصرف‌کنندگان تحت پوشش خود که از منابع انرژی مرسوم و تجدیدپذیر می‌باشد، بهره می‌برد.

برای اطمینان از دست‌یابی همه مصرف‌کنندگان به انرژی برق قابل‌اطمینان در ۲۰ الی ۳۰ سال آینده شرکت MID شروع به احداث خط انتقال ۲۳۰ کیلوولت در Westley-Rosemore کرده است. در این خط انتقال ۲۱۶ مایل هادی الکتریکی و ۱۱۰ برج برای نگهداری آن به‌کار رفته است.

دیگر اقدامات این شرکت برای افزایش قابلیت اطمینان سیستم برق‌رسانی خود به مصرف‌کنندگان، تجهیز کردن منابع تولید انرژی موجود خود می‌باشد. بازسازی نیروگاه‌های موجود خود کمک به‌سزایی در کاهش نرخ خرابی آن‌ها و در پی آن افزایش قابلیت اطمینان سیستم شده است. همچنین با این کار باعث کاهش آلودگی منابع تامین برق خود شده که باعث کاهش جریمه ناشی تولید گازهای گلخانه‌ای توسط شرکت U.S. Environmental Protection Agency می‌شود.

منطقه تحت پوشش این شرکت در سال ۲۰۰۴ بدون نفوذ انرژی تجدیدپذیر بوده است. سیاست‌گذاری احداث تولید برق با منابع انرژی تجدیدپذیر با نفوذ ۱۱ درصد تا سال ۲۰۰۷ از برنامه‌های کلی جهت پیاده‌سازی بوده است. لذا شرکت MID شروع به احداث منابع تولید انرژی تجدیدپذیر نمود. به‌طوری‌که به نفوذ انرژی تجدیدپذیر ۲۰ درصد بعد از زمان سیاست‌گذاری موردنظر رسیده است.

^۱ Transmission Agency of Northern California

فصل چهاردهم: نقشه‌راه شبکه سراسری برق اروپا

مقدمه

با توجه به شرایط اقلیمی آب و هوا (گرم شدن کره زمین) و نیز برنامه بلندمدت کشورهای اروپایی برای حذف CO₂ تا سال ۲۰۵۰، نقشه‌راه شبکه برق اروپا را با چالش‌های جدیدی مواجه کرده است. لذا نیاز به حرکت رو به جلوی هر چه بیشتر در زمینه نوآوری در بهره‌برداری شبکه سراسری برق اروپا احساس می‌شود. بنابراین سیاست‌گذاری و خطمشی شبکه سراسری برق اروپا به سمت به‌کارگیری انرژی‌های نو مثل انرژی باد، انرژی خورشیدی، انرژی برق‌آبی و بیوماس و ... در مقیاس بزرگ و نیز بهبود بازدهی تجهیزات و واحدهای تولیدی شبکه، حرکت کرده است. با توجه به عدم قطعیت و غیرقابل پخش بودن^۱ انرژی‌های نو مثل انرژی‌های باد و خورشیدی قابلیت اطمینان سیستم قدرت تحت‌الشعاع قرار می‌گیرد. لذا برای حفظ قابلیت اطمینان سیستم در محدوده قابل قبول می‌بایست اقداماتی نظیر احداث خطوط انتقال، منعطف‌سازی شبکه توزیع به کمک سیستم‌های کنترل و اندازه‌گیری هوشمند و نیز استفاده از تولیدات پراکنده در دستور کار برنامه‌ریزان بلندمدت شبکه سراسری برق اروپا قرار بگیرد. سه رکن اساسی سیاست‌گذاری انرژی در اروپا (امنیت تولید، انرژی پایدار و بازدهی بازار) و خطمشی‌های ۲۰-۲۰-۲۰ اروپا که تا سال ۲۰۲۰ می‌بایست برآورده شود، باعث جهت‌گیری شبکه سراسری اروپا به سمت استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر (بیشتر منابع متغیر مانند انرژی باد و خورشیدی) شده است. اهداف ۲۰-۲۰-۲۰ اروپا شامل کاهش ۲۰٪ در انتشار گاز CO₂، استفاده ۲۰٪ از انرژی‌های کم‌کربن در تولید و کاهش ۲۰٪ از سهم تولید با بهبود بازدهی بخش انرژی می‌باشد. امنیت تولید به معنای تامین سطح بالایی از قابلیت اطمینان در سیستم می‌باشد. استفاده از انرژی پایدار در سیستم به معنای کاربرد ۳۰-۳۵٪ نفوذ انرژی‌های تجدیدپذیر متغیر، به‌کارگیری کاربران در بهبود بازدهی سیستم و بارهای فعال^۲ می‌باشد [۳۶۵].

۱- Non-dispatchable

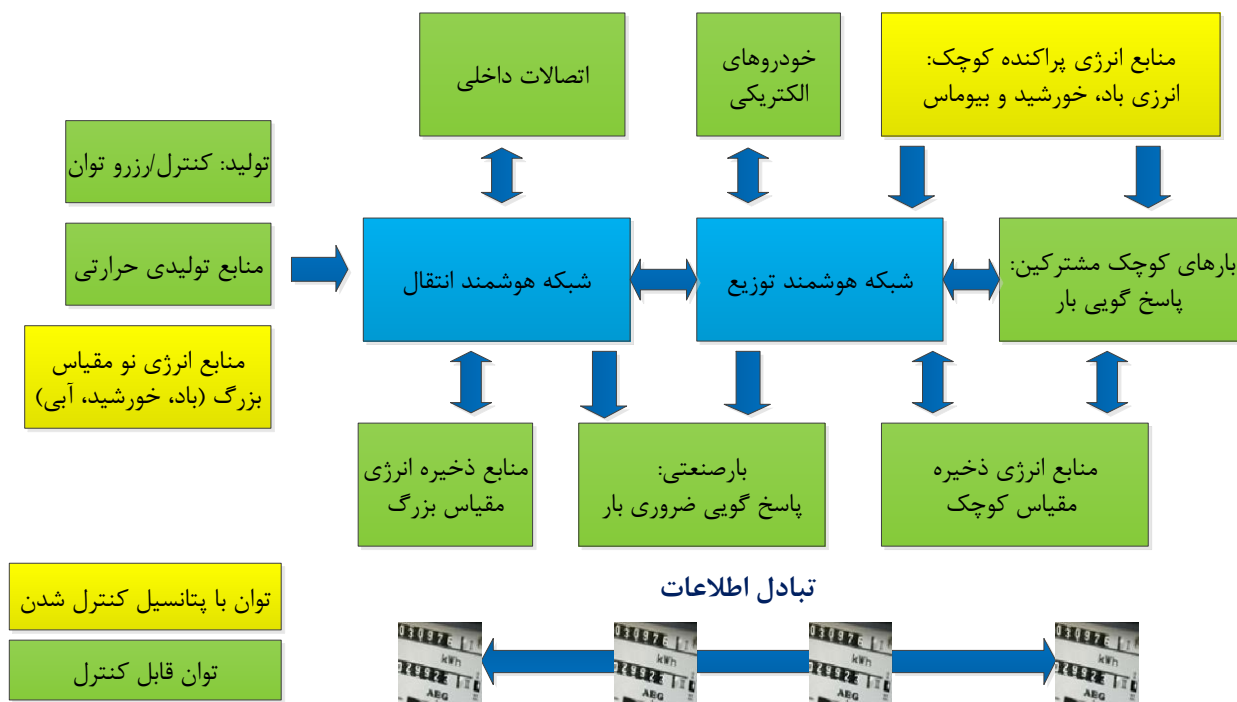
۲- Active demand

با توجه به مطالب بیان‌شده، شبکه سراسری اروپا با چالش‌های جدیدی برای انعطاف سیستم در قبال افزایش منابع متغیر و غیرقابل پخش در شبکه روبرو خواهد شد. این مسائل قابلیت اطمینان سیستم را نیز تحت تاثیر قرار خواهد داد. در شکل ۱۴-۱ یکی از ساختارهای ممکن برای دستگاه‌های اندازه‌گیری منعطف و سستی به تصویر کشیده شده است.

انعطاف‌پذیری ظرفیت سیستم قدرت برای تامین تولید قابل اطمینان شبکه به‌وسیله اصلاح تولید یا مصرف در مواجه شدن با تغییرات بزرگ و سریع عدم تعادل تولید و مصرف مثل نوسانات پیش‌بینی‌نشده در تقاضا یا تولیدات متغیر (انرژی‌های باد و خورشید و ...) می‌باشد. این عامل با واحد مگاوات و با شیب منفی اندازه‌گیری می‌شود.

اصطلاح انعطاف‌پذیری برای سیستم تولید توان الکتریکی، حمل و نقل، منابع ذخیره انرژی، تجارت و مصرف‌کنندگان به کار می‌رود. شبکه هوشمند می‌تواند محدوده بهره‌برداری از مکانیسم انعطاف‌پذیری را در سه بخش بازار برق، بهره‌برداری سیستم و استفاده از سخت‌افزارهای شبکه، بهینه سازد. منابع تولیدی با بازپخش توان نیروگاه، مدیریت سمت تقاضا، منابع ذخیره انرژی و اتصالات با بازار مجاور در انعطاف‌پذیری مشارکت دارند.

بلوک‌های سبزرنگ در شکل ۱۴-۱ به‌عنوان المان‌های قابل کنترل که به‌صورت قطعی در سیستم قدرت اعمال می‌شود به کار رفته است. بلوک‌های زردرنگ ماهیت احتمالاتی و عدم قطعیت در کنترل تولید یا بارهای سیستم را نشان می‌دهد، که استفاده از منابع ذخیره انرژی و استفاده از شبکه‌ها و تجهیزات هوشمند موجب کمک به بهبود قابلیت اطمینان این دسته از منابع تولید و بارهای سیستم می‌شود.



شکل ۱۴-۱: ساختار دستگاه‌های اندازه‌گیری منعطف و سنتی

بهره‌برداران شبکه (انتقال و توزیع) می‌بایست بر پایه روزبه‌روز، تنظیمات را برنامه‌ریزی کنند که با صرف هزینه قابل قبول قابلیت اطمینان سیستم را در محدوده مناسب نگه دارند. بنابراین چشم‌انداز جدیدی را برای بهره‌برداران شبکه جهت انعطاف‌بخشیدن به شبکه برق ایجاد می‌کند. بسیاری از این مسائل در نقشه‌راه شبکه سراسری برق اروپا در راستای اهداف و سیاست‌گذاری‌های اروپا از جمله اهداف ۲۰-۲۰-۲۰ وجود دارند. شماری از این اقدامات عبارت‌اند از:

- تبدیل سیاست «دنبال کردن تولید از بار» به «دنبال کردن بار از تولید»: این خط مشی در سیستم قدرت بدین معناست که به جای تامین بار سیستم با وارد کردن هر چه بیشتر تولیدکننده در شبکه از اصلاح بار در کنار افزایش سطح تولید جهت تعادل بین بار و تولید استفاده شود. این روش باعث افزایش انعطاف سیستم می‌شود و امکان عکس‌العمل مناسب و اقتصادی‌تر در برابر تغییرات تولید برق را ایجاد می‌کند. که این امر منجر به بهبود قابلیت اطمینان سیستم خواهد شد.
- افزایش چالش‌های تعادل بی‌درنگ تولید و بار^۱: تعادل مناسب انرژی و رزرو که از طریق روش‌های مختلفی همچون واحدهای مرسوم، منابع انرژی تجدیدپذیر، تولیدات پراکنده، بار فعال، منابع ذخیره انرژی تامین می‌شوند، برای سیستم

^۱ Real-time

قدرت موردنیاز می‌باشد. همچنین برای رسیدن به این مهم می‌بایست دستگاه‌های مناسب اندازه‌گیری و زیرساخت‌های کنترل و پایش برای تبادل سرویس‌های مختلف در سیستم تعبیه شده باشد.

- معرفی تجمیع‌کنندگان^۱: تجمیع‌کنندگان؛ مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان کوچک و متوسط؛ باعث هدایت شبکه توزیع به سمت یکپارچگی تولید و مصرف محلی برای تامین عرضه مشترکین خواهد شد. آن‌ها نه تنها خرید و فروش انرژی را انجام می‌دهند، بلکه باعث ارائه خدمات به بهره‌برداران انتقال و توزیع در بهبود مدیریت و افزایش قابلیت اطمینان سیستم خواهند شد.

- ساختار کنترلی چندلایه: ساختار کنترلی آینده‌ی سیستم برق پیچیده‌تر و نیازمند افزایش فعل و انفعال بین بهره‌برداران شبکه خواهد شد. بهره‌برداران شبکه از طریق زیرساخت‌های ارتباطی و مخابراتی برای انجام وظایف خود و حفظ قابلیت اطمینان سیستم در محدوده قابل قبول استفاده خواهند کرد.

- احداث زیرساخت‌های جدید همزمان با افزایش مصرف در شبکه: با توسعه شبکه انتقال و اتصال واحدهای تولیدی جدید به آن، سیستم سراسری برق اروپا با چالش‌های نامطلوبی همچون کمبود توان راکتیو و مسائل پایداری ولتاژ و نیز وقوع اختلال ناشی از هر دو بخش تولید و انتقال جدید در سیستم روبرو می‌شود. از طرفی عدم رضایت عمومی از خطوط انتقال هوایی به دلیل آلودگی بصری آن‌ها در محیط زیست، بهره‌برداران انتقال و توزیع را مجبور به استفاده از فناوری‌های چالش‌برانگیز و گران‌قیمت مثل کابل‌های زیرزمینی و اتصالات HVDC می‌کند. ترکیبی از این راه‌حل‌ها باعث افزایش پیچیدگی در طراحی و بهره‌برداری از شبکه سراسری برق اروپا خواهد کرد.

۱-۱۴- توسعه اهداف فعالیت‌های ابتکاری سیستم در راستای سیاست‌گذاری تا سال

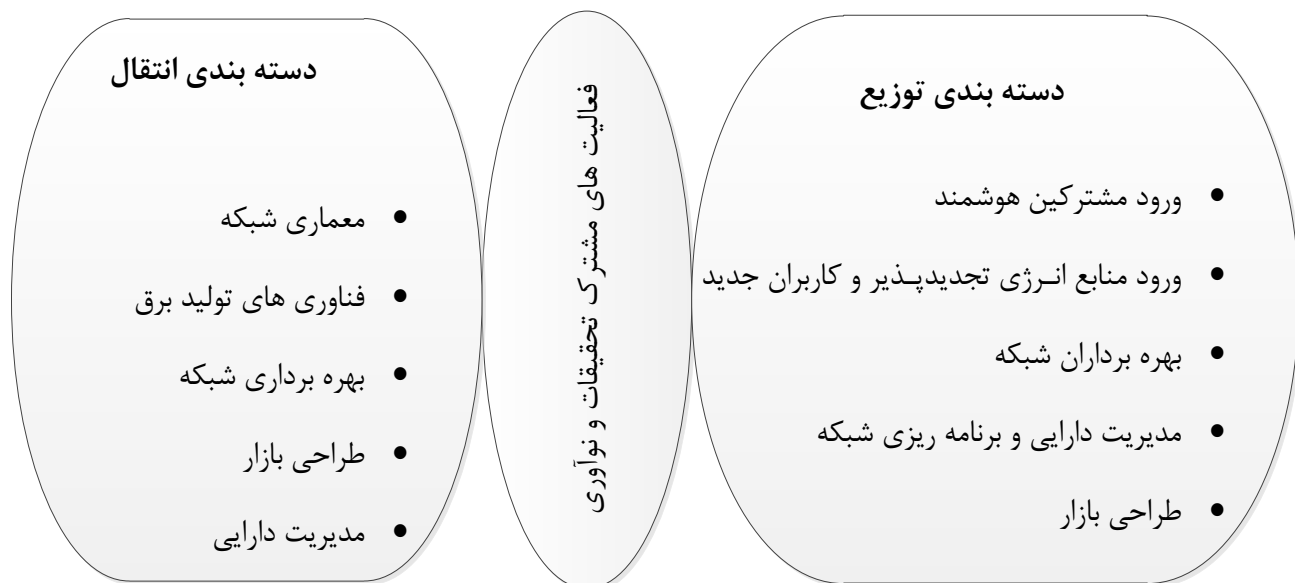
۲۰۵۰ شبکه برق اروپا

فعالیت‌های ابتکاری پنج موضوع گسترده را پوشش می‌دهد که توسط بهره‌بردار شبکه انجام می‌شود. شکل ۱-۷ فعالیت‌های

تحقیقات و نوآوری^۲ برای نقشه‌راه شبکه سراسری برق اروپا را نشان می‌دهد.

^۱ Aggregators

^۲ Research and Innovation (R&I)



شکل ۱۴-۲: فعالیت‌های تحقیقات و نوآوری برای نقشه‌راه شبکه سراسری برق اروپا

۱۴-۲- آثار و نتایج مورد انتظار برای بازیگران شبکه برق اروپا تا سال ۲۰۲۲

- بهبود روش‌های برنامه‌ریزی برای هر دو بهره‌بردار انتقال و توزیع به منظور بهینه‌سازی سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و حمایت از ارکان سیاست‌گذاری‌های انرژی اروپا
- بهبود تکنیک‌های هماهنگی بلادرنگ ادوات موجود در سیستم در بهره‌برداری روزانه در سطح انتقال به منظور حفظ امنیت شبکه و جلوگیری از مواجهه با مشکلات اساسی قابلیت اطمینان سیستم
- بالابردن سطح فناوری در سیستم قدرت جهت افزایش بازدهی و کاهش تلفات
- استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر برای تامین مصرف‌کنندگان شبکه با رعایت قابلیت اطمینان سیستم و کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی با خارج‌نمودن واحدهای تولیدی مرسوم فسیلی و نیز استفاده و بهره‌برداری حداکثری از خطوط و تجهیزات موجود بدون تاثیر مخرب بر روی قابلیت اطمینان کل سیستم قدرت
- استفاده از پتانسیل استفاده از تولید و بارهای کوچک با نفوذ بالا در سیستم که منجر به کاهش غیرقابل کنترل شدن این منابع متغیر مثل انرژی باد و خورشیدی می‌شود که در نهایت باعث بهبود قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت با نفوذ بالای انرژی‌های تجدیدپذیر خواهد شد.

- بهبود اثر متقابل بین بهره‌برداران شبکه توزیع در سطوح فشارمتوسط و فشارضعیف باعث افزایش پتانسیل استفاده از انرژی‌های نو و شبکه‌های هوشمند در شبکه توزیع خواهد شد که با تاثیر مثبت در شبکه بالادست و انتقال سیستم منجر به بهبود قابل توجه قابلیت اطمینان شبکه برق خواهد شد.
- پیشنهاد بهبود پیوسته بازار برق در سطح اروپا بر پایه مدل‌های تحلیلی برای بررسی رفتار بازیگران مختلف شبکه سراسری برق اروپا که بهبود اندازه‌گیری و تراکنش‌های معاملاتی در سطح خریدار و فروشنده در بازار را در پی دارد و کمک به‌سزایی به برنامه‌ریزان در مصرف‌کنندگان و نیز عرضه‌کنندگان انرژی الکتریکی و سرویس‌ها در شبکه برق می‌کند.
- استفاده از پاسخ‌گویی بار (DR) در سیستم و نیز طراحی بازار برق با در نظر گرفتن آن جهت بهینه‌سازی بهره‌برداری شبکه هم از نظر اقتصادی و هم از نظر قابلیت اطمینان که نیازمند موارد زیر می‌باشد:
 - ❖ هوشمندی پایش و اندازه‌گیری که امکان مدیریت سمت بار را به بازار شبکه سراسری برق اروپا می‌دهد.
 - ❖ مشارکت وسایل اندازه‌گیری گفته‌شده در پایداری و اتصالات شبکه سراسری برق اروپا
 - ❖ کاربرد آرایش و پیاده‌سازی برنامه‌های مربوط به بارهای فعال در اروپا توسط مقایسه فناوری‌ها، بازار و راه‌حل‌های رگولاتوری در سیستم

۳-۱۴ - فعالیت‌های دسته‌بندی شبکه انتقال

اهداف این بند از نقشه‌راه شبکه سراسری برق اروپا شامل موارد زیر است:

- توسعه روش‌های برنامه‌ریزی برای سناریوهای شبکه سراسری برق اروپا از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۵۰ که به دلیل افزایش نفوذ انواع انرژی‌ها در سیستم، مشترکین جدید مثل خودروهای برقی، بارهای مصرفی و منابع ذخیره انرژی در سیستم می‌باشد.
- توسعه نرم‌افزارهای شبیه‌سازی که توانایی آنالیز سناریوهای توسعه شبکه سراسری برق اروپا بر اساس اهداف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۵۰ می‌باشد.
- ارزیابی فناوری‌های جدید و شناخته‌شده برای اتصالات سطح انتقال برای تامین نیازمندی‌های این شبکه بر مبنای روش‌های اقتصادی

- ارزیابی آثار شبکه‌های در داخل دریا، شبکه‌های HVDC در بهره‌برداری در کنار زیرساخت‌های موجود مثل شبکه‌های ولتاژ بالای AC
- توسعه یک روش برای ارزیابی آثار زیست‌محیطی و اجتماعی توسعه شبکه و پیشنهاد روش مناسب برای توسعه شبکه سراسری برق اروپا

آثار موردانتظار این بخش از نقشه‌راه شبکه سراسری برق اروپا شامل موارد زیر است:

- اعتبارسنجی روش‌های برنامه‌ریزی برای شبکه سراسری برق اروپا که شامل فناوری‌ها و حمایت‌ها در شبکه‌های داخل دریا نیز می‌باشد.
- شناسایی معماری شبکه انتقال بهینه برای برآورده‌نمودن نیازهای تولید برق ترکیبی از منابع انرژی پاک در شبکه سراسری برق اروپا
- مطالعه دقیق مزایا و آثار معماری شبکه ذکرشده
- استخراج روش‌های جامع و یکپارچه برای شبکه انتقال اروپا

دستیابی به اهداف نام‌برده در بخش قبلی، روش‌های برنامه‌ریزی منعطف، اقتصادی و زیست‌محیطی را برای شبکه انتقال اروپا به‌دنبال دارد که توانایی برآورده‌کردن نیازهای بلندمدت اروپا همچون نفوذ بالای انرژی بادی در دریا، انرژی خورشیدی و دیگر منابع تجدیدپذیر را دارد. همچنین بهترین شرایط و بهره‌برداری را برای کنترل شبکه اروپا مهیا می‌کند که یک بازار برق یکپارچه در سراسر اروپا به‌وجود خواهد آورد.

فعالیت‌های نقشه‌راه شبکه سراسری برق اروپا در سطح انتقال بدین شرح است:

فعالیت‌های «تعریف سناریو برای توسعه شبکه سراسری برق اروپا»، «روش‌های برنامه‌ریزی برای آینده سیستم انتقال شبکه سراسری برق اروپا»، «ابزارها و روش‌های جدید برای بهره‌برداری مبتنی بر ارزیابی حاشیه پایداری»، «ابزارها و روش‌های جدید برای ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه سراسری برق اروپا»، «ابزارهای پیشرفته جدید بازار برق اروپا برای سرویس‌های جانبی و تعادل، شامل مدیریت تقاضا»، «ابزارهای پیشرفته برای تخصیص ظرفیت و مدیریت گرفتگی»، «ابزار و مکانیسم‌های بازار برای اطمینان از کفایت و بازدهی سیستم قدرت با نفوذ بالای انرژی‌های تجدیدپذیر»، «توسعه روش‌های

تعیین و پیشینه‌سازی عمر ادوات مهم سیستم قدرت برای شبکه موجود و آینده» و «توسعه و صحت‌گذاری ابزارهای بهینه‌سازی تعمیر و نگهداری سیستم قدرت بر اساس آنالیز هزینه/فایده» به ترتیب در جداول ۱۴-۱ الی ۱۴-۹ آمده است.

جدول ۱۴-۱: فعالیت T1: تعریف سناریو برای توسعه شبکه سراسری برق اروپا

تعریف سناریو برای توسعه شبکه سراسری برق اروپا	T1
<p>حیطه این فعالیت برای برنامه‌ریزی بلندمدت (از ۲۰۲۰ تا ۲۰۵۰) استفاده می‌شود که توسعه شبکه داخل دریا، مکانیسم مدیریت سمت بار، آنالیز محدودیت‌های شبکه و تولید ترکیبی آینده را در نظر می‌گیرد.</p> <p>وظایف مشخص:</p> <ul style="list-style-type: none"> • شناسایی حداکثر نفوذ استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و تولیدات پراکنده برای شبکه سراسری برق اروپا و آنالیز انرژی ترکیبی برق و گاز • تعیین سرمایه‌گذاری موردنیاز برای رسیدن به چشم‌انداز ۲۰۵۰ اروپا برای سناریوهای مختلف • توسعه روش‌های مناسب برای شبکه انتقال اروپا با در نظر گرفتن منابع انرژی تجدیدپذیر، تولیدات پراکنده و منابع ذخیره انرژی • روش‌های بهینه برای استفاده حداکثری از شبکه با در نظر گرفتن شبکه داخل دریا 	محتوا
<p>به‌دست آمدن روشی مناسب و قابل اطمینان برای برنامه‌ریزی و توسعه انتقال برای مالکین و سیاست‌گذاران در شبکه سراسری برق اروپا</p>	نتایج مورد انتظار
<p>پیاده‌سازی اقتصاد مبتنی بر انتشار کم کربن با آماده‌سازی استراتژی‌های سناریوهای قابل اطمینان انرژی</p>	آثار مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • بهره‌بردار سیستم انتقال • موسسات پژوهشگاهی • صنعت • شرکت‌های انرژی 	شرکت‌کنندگان اصلی
<p>۲۰ میلیون یورو</p>	تخمین بودجه
<p>۲۰۱۲-۲۰۱۶</p>	بازه زمانی

جدول ۱۴-۲: فعالیت T2: روش‌های برنامه‌ریزی برای آینده سیستم انتقال شبکه سراسری برق اروپا

روش‌های برنامه‌ریزی برای آینده سیستم انتقال شبکه سراسری برق اروپا	T2
<p>حیطه این فعالیت برای برنامه‌ریزی متوسط و بلندمدت (از ۲۰۲۰ تا ۲۰۵۰) جهت انتخاب بهترین فناوری برای توسعه سیستم بر اساس سناریوهای تعیین شده، استفاده می‌شود.</p> <p>وظایف مشخص:</p> <ul style="list-style-type: none"> • بررسی نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی، فناوری‌های ترکیبی و ساختارهای مختلف رگولاتوری • تعیین اطلاعات لازم و رابط‌های کاربری • توسعه الگوریتم‌ها و توابع کاربردی برای شبیه‌سازی شبکه با در نظر گرفتن فناوری‌های جدید مانند ادوات FACTS، خطوط HVDC و منابع ذخیره انرژی • 	محتوا
<p>بهره‌بردار شبکه انتقال قادر خواهد بود که توسعه شبکه را بهینه و فناوری‌های اقتصادی بر پایه اهداف و محدودیت‌های شناخته شده را شناسایی کند.</p> <p>ابزارهای بهینه‌سازی برای توسعه و برنامه‌ریزی شبکه اروپا مهیا خواهد شد که نکات کلیدی سرمایه‌گذاری در شبکه سراسری اروپا را در یک محیط رقابتی بازار برای پیاده‌سازی به دست آورد.</p>	نتایج مورد انتظار
<p>پیاده‌سازی اقتصاد مبتنی بر انتشار کم کربن با آماده‌سازی استراتژی‌های سناریوهای قابل اطمینان انرژی</p>	آثار مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • بهره‌بردار سیستم انتقال • موسسات پژوهشگاهی • شرکت‌های فناوری 	شرکت‌کنندگان اصلی
<p>۲۰ میلیون یورو</p>	تخمین بودجه
<p>۲۰۲۲-۲۰۱۴</p>	بازه زمانی

جدول ۱۴-۳: فعالیت T3: ابزارها و روش‌های جدید برای بهره‌برداری مبتنی بر ارزیابی حاشیه پایداری

ابزارها و روش‌های جدید برای بهره‌برداری مبتنی بر ارزیابی حاشیه پایداری	T3
<p>در طول دهه گذشته، سیستم قدرت از بهره‌برداری از پیش تعیین شده به سمت حالت متغیر که عدم قطعی‌های زیادی در بخش‌های مختلف سیستم الکتریکی (تولید، انتقال، توزیع و مصرف‌کنندگان) حرکت کرده است. توسعه سهم منابع انرژی تجدیدپذیر با افزایش عدم قطعیت پخش توان در شبکه بر بهره‌برداری سیستم تاثیر گذاشته است. این عامل پیچیدگی مدیریت تعادل توان و مسائل گرفتگی با حفظ امنیت و قابلیت اطمینان سیستم را افزایش داده است. علاوه بر این، جنبه‌های دینامیک می‌بایست به صورت بلادرنگ و یا نزدیک به حالت بلادرنگ پایش شود و برنامه‌ریزی می‌بایست بر مبنای روزانه انجام شود. افزایش رو به رشد تغییرات و عدم قطعیت باعث پیچیدگی بیشتر فرآیند آموزش و تصمیم‌گیری شده است. لذا پس از شناسایی بدترین سناریو راه‌حل‌های مناسب و تمهیدات لازم می‌بایست مشخص و تعیین شوند که این باعث پیچیدگی فرآیند بهره‌برداری و برنامه‌ریزی شده است. وظایف مشخص:</p> <ul style="list-style-type: none"> • بررسی تاثیر اقدامات کنترلی در مواجهه با عدم قطعیت‌ها در محیط رقابتی و نفوذ منابع انرژی تجدیدپذیر که باعث نگرانی قابلیت اطمینان سیستم در سطح قابل قبولی باشد. • توسعه روش‌های بهینه برای نحوه تهیه، تعیین میزان و نوع منابع رزرو اعم از محلی و نیز خارج از منطقه برای حفظ امنیت و قابلیت اطمینان سیستم • پیاده‌سازی روش‌های احتمالاتی برای بهینه‌سازی متغیرهای مسئله برای مقابله با عدم قطعیت‌ها • وضع قوانین و سیاست‌های برنامه‌ریزی کاربردی و حمایت از قوانین هماهنگ‌کننده در سرتاسر اروپا • فرآیند تبادل اطلاعات برای شبیه‌سازی کفایت سیستم جهت شناسایی نقاط حساس شبکه و ارزیابی ریسک آن و عکس‌العمل مناسب و تمهیدات لازم 	محتوا
<p>بهره‌بردار شبکه انتقال قادر خواهد بود که پایداری سیستم و کیفیت توان برق تولیدی را در سطح قابل قبولی نگه دارد. سیستم با روش هماهنگ و قابل اطمینان بهره‌برداری خواهد شد. همچنین راه‌های مقابله در مواقع بحرانی و راه‌های بازگردانی از حالت خاموشی دائمی شبکه را بر اساس قوانین و روش‌های جدید که بر اساس عدم قطعیت وضع شده‌اند پایه‌ریزی خواهند نمود.</p>	نتایج مورد انتظار
<p>حفظ امنیت و قابلیت اطمینان تولید سیستم در سطح قابل قبول</p>	آثار مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • بهره‌بردار سیستم انتقال • مؤسسات پژوهشگاهی 	شرکت‌کنندگان اصلی
<p>۳۰ میلیون یورو</p>	تخمین بودجه
<p>۲۰۱۷-۲۰۱۲</p>	بازه زمانی

جدول ۱۴-۴: فعالیت T4: ابزارها و روش‌های جدید برای ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه سراسری برق اروپا

ابزارها و روش‌های جدید برای ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه سراسری برق اروپا	T4
<p>برنامه‌ریزی بهره‌برداری یکی از مهم‌ترین چالش‌های بهره‌بردار شبکه انتقال می‌باشد. معیار فعلی امنیت سیستم (معیار N-1) یک معیار ساده، مقاوم، هماهنگ و نیز یک روش روشن برای برنامه‌ریزی و بهره‌برداری شبکه انتقال می‌باشد که در دهه‌های گذشته توسعه یافته است. نفوذ انرژی‌های تجدیدپذیر همچون انرژی‌های باد و خورشید تغییرات قابل توجهی را به وجود آورده است که باعث تغییر راه‌های برنامه‌ریزی و بهره‌برداری شبکه انتقال شده است. علاوه بر این، حضور هر دو اتصالات AC و DC بهره‌برداری از شبکه سراسری برق اروپا بیش از پیش با چالش روبرو کرده است. لذا با این شرایط، نیاز به بررسی اینکه معیار N-1 برای برنامه‌ریزی توسعه و بهره‌برداری شبکه انتقال کافی می‌باشد یا با نفوذ عدم قطعیت انرژی‌های تجدیدپذیر و بارها این روش نیاز به تکمیل و اصلاح دارد، بیش‌ازپیش احساس می‌شود.</p> <p>بر این اساس می‌بایست اصول جدیدی جهت تعیین سطح مناسب قابلیت اطمینان شبکه برای معماری شبکه سراسری برق اروپا بدون به مخاطره انداختن سطوح قابلیت اطمینان کنونی طراحی شود. معیار کنونی N-1 برای سالیان زیادی استفاده شده است. بنابراین ارزیابی آن با معیار امنیتی بر اساس نیازمندی‌های آینده محتاطانه صورت می‌گیرد.</p> <p>از دست‌آوردهای معیار امنیتی آینده، مقایسه منافع فنی (امنیت تولید) با هزینه رفاه اجتماعی سیستم تصمیم‌گیری مبتنی بر آن می‌باشد. البته تابع هدف این فعالیت شامل مدیریت رزرو سیستم، روش‌های تعادل توان و بار و نیز سرویس‌های جانبی شبکه نیست.</p> <p>وظایف مشخص:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ارزیابی عملکرد فعلی اصول امنیت معیار N-1 و سطح موردنیاز قابلیت اطمینان از دید مصرف‌کننده • شناسایی راه‌حل‌های سامان‌مند ممکن برای جایگزینی (و یا تکمیل) اصول فعلی قابلیت اطمینان برای استفاده در جنبه‌های مختلف بهره‌بردار شبکه انتقال مثل توسعه شبکه، بازار و غیره. • تعیین اطلاعات اضافی که می‌بایست دست‌خوش تغییر شوند و نیز هماهنگی‌های اضافی در توسعه شبکه برای حفظ حاشیه کافی امنیت و قابلیت اطمینان سیستم در طول برنامه‌ریزی و بهره‌برداری شبکه سراسری برق اروپا • تهیه یک روش ارزیابی ریسک مناسب برای ارزیابی آنالیزهای احتمالاتی که همبستگی توان واحدهای تولیدی سیستم را در نظر می‌گیرد. • توسعه شاخص‌ها برای ارزیابی معیارها برای بهره‌برداران شبکه جهت اتخاذ تصمیمات مناسب در راستای امنیت شبکه سراسری برق اروپا 	محتوا
<p>بهره‌بردار شبکه انتقال قادر خواهد بود که پایداری سیستم و کیفیت توان برق تولیدی را در سطح قابل‌قبولی نگه دارد. سیستم با روش هماهنگ و قابل اطمینان بهره‌برداری خواهد شد.</p> <p>همچنین راه‌های مقابله در مواقع بحرانی و راه‌های بازگردانی از حالت خاموشی دائمی شبکه را بر اساس قوانین و روش‌های جدید که بر اساس عدم قطعیت وضع شده‌اند پایه‌ریزی خواهند نمود.</p>	نتایج مورد انتظار
استفاده بهینه از سیستم انتقال اروپا	آثار مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • بهره‌بردار سیستم انتقال • موسسات پژوهشگاهی 	شرکت‌کنندگان اصلی
۲۰ میلیون یورو	تخمین بودجه
۲۰۱۲-۲۰۱۸	بازه زمانی

جدول ۱۴-۵: فعالیت T5: ابزارهای پیشرفته جدید بازار برق اروپا برای سرویس‌های جانبی و تعادل، شامل مدیریت تقاضا

ابزارهای پیشرفته جدید بازار برق اروپا برای سرویس‌های جانبی و تعادل، شامل مدیریت تقاضا	T5
<p>با ورود انرژی‌های تجدیدپذیر نظیر باد و خورشید، هماهنگی کنترل در سیستم به دو شکل حفظ فرکانس شبکه با محدودیت‌های مشخص و مدیریت بلادرنگ گرفتگی شبکه ناشی از تغییرات پیش‌بینی‌نشده دیده خواهد شد. لذا ابزار شبیه‌سازی بازار مناسب جهت طراحی شبکه سراسری اروپا سازگار با مسائل مطرح‌شده نیاز خواهد بود. وظایف مشخص:</p> <ul style="list-style-type: none"> • مدل‌سازی منابع انرژی تجدیدپذیر و تولیدات پراکنده با نفوذ بالا، تولیدات مرسوم انعطاف‌پذیر، تقاضا و منابع ذخیره انرژی و استفاده آن در محیط رقابتی و مکانیسم بازار برای اهداف برنامه‌ریزی و بهره‌برداری سیستم • طراحی مکانیسم بازار جهت محرک‌سازی برای حداکثرسازی تدارک سرویس‌های جانبی و هم حداقل‌سازی استفاده از سرویس‌های ثبت و کنترل و نظارتی این خدمات • طراحی ابزار جدید برای آنالیز جزییات کامل تعادل بازار جهت شناسایی بهترین عملکرد هزینه-سود مدیریت سمت تقاضای شبکه سراسری برق اروپا • توسعه زیرساخت تبادل اطلاعات لازم جهت تواناسازی سرویس‌های تعادل و جانبی در شبکه سراسری برق اروپا 	محتوا
بهبود مدل ساختار بازار بلادرنگ برای سرویس‌های تعادل بار و جانبی سیستم و تامین امنیت و قابلیت سیستم با منعطف‌نمودن شبکه سراسری برق اروپا	نتایج مورد انتظار
امکان آنالیز هزینه-سود برای بازیگران مختلف بازار جهت بهینه‌سازی سیستم	آثار مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • بهره‌بردار سیستم انتقال • بهره‌بردار سیستم توزیع • موسسات سرویس‌های انرژی • تسهیلات انرژی برق • سازمان‌های فناوری اطلاعات و زیرساخت‌های مخابراتی • موسسات پژوهشگاهی • نهادهای قانون‌گذاری و رگولاتوری 	شرکت‌کنندگان اصلی
۳۰ میلیون یورو	تخمین بودجه
۲۰۱۸-۲۰۱۲	بازه زمانی

جدول ۱۴-۶: فعالیت T6: ابزارهای پیشرفته برای تخصیص ظرفیت و مدیریت گرفتگی

ابزارهای پیشرفته برای تخصیص ظرفیت و مدیریت گرفتگی	T6
<p>با رویکرد بلندمدت استفاده حداکثری از انرژی‌های پاک و تجدید پذیر در اروپا، مکانیسم تخصیص ظرفیت منابع انرژی تولیدی و مدیریت گرفتگی خطوط انتقال شبکه سراسری برق اروپا از اهمیت زیادی برخوردار شده است. علیرغم روش‌های محاسبه ظرفیت و تخصیص آن، می‌بایست ارزیابی ریسک برای کنترل هزینه‌های اقتصادی با مصالحه بین هزینه‌های بازپخش^۱ و مزایای ناشی از افزایش ظرفیت انجام گیرد. حاشیه مناسب قابلیت اطمینان برای مقابله با عدم قطعیت‌ها در سیستم انتقال می‌بایست در نظر گرفته شود.</p> <p>چالش‌های اصلی مدیریت گرفتگی خطوط در بهره‌برداری و برنامه‌ریزی سیستم قدرت می‌باشد. برای تامین امنیت و قابلیت اطمینان سیستم نه تنها باید ظرفیت خطوط انتقال ارتقا یابد بلکه می‌بایست انعطاف‌پذیری شبکه سراسری برق اروپا با ابزارهای جدید در محیط بازار و نیز آنالیز سیستم بهبود یابد.</p> <p>وظایف مشخص:</p> <ul style="list-style-type: none"> • بررسی فعل و انفعالات بین بهره‌بردار و ظرفیت پویای رزرو سیستم در نواحی مختلف شبکه سراسری برق اروپا برای مقابله با عدم قطعیت و اغتشاشات آن • مدل‌سازی استراتژی‌های بهبود مدیریت گرفتگی و آنالیز انتخاب‌های بهینه برای بازار برق اروپا • توسعه الگوریتم‌های محاسبه ظرفیت‌های اضافی بلادرنگ در شبکه با در نظر گرفتن امنیت و قابلیت اطمینان سیستم 	محتوا
<ul style="list-style-type: none"> - تحویل قوانین جدید مدیریت گرفتگی به طوری که قابلیت اطمینان سیستم را در محیط رقابتی بازار در سطح قابل قبولی حفظ کند و بهبود روش‌های محاسبه ظرفیت و ارزیابی ریسک. - توسعه فرآیند مدیریت شبکه برای برطرف نمودن عدم قطعیت‌های سیستم در جهت امنیت و قابلیت اطمینان سیستم 	نتایج مورد انتظار
بهره‌برداری واضح و منعطف بازار شبکه سراسری برق اروپا	آثار مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • بهره‌بردار سیستم انتقال • سازمان‌های تولید برق • تامین کنندگان سرویس‌های بازار برق • نهادهای قانون‌گذاری و رگولاتوری 	شرکت‌کنندگان اصلی
۲۵ میلیون یورو	تخمین بودجه
۲۰۱۸-۲۰۱۲	بازه زمانی

جدول ۷-۱۴: فعالیت T7: ابزار و مکانیسم‌های بازار برای اطمینان از کفایت و بازدهی سیستم قدرت با نفوذ بالای انرژی‌های تجدیدپذیر

ابزار و مکانیسم‌های بازار برای اطمینان از کفایت و بازدهی سیستم قدرت با نفوذ بالای انرژی‌های تجدیدپذیر	T7
<p>نفوذ انرژی‌های متغیر تجدیدپذیر نیازمند حاشیه امنیتی بیشتری در معیارهای N-1 و N-2 در فرآیند مطالعات قابلیت اطمینان سیستم است. لذا توجه ویژه‌ای می‌بایست به توسعه و بهبود مدل‌های بازار و ابزارهای شبیه‌سازی که کفایت سیستم با نفوذ بالای انرژی‌های تجدیدپذیر را محاسبه می‌کنند، نمود.</p> <p>برای مثال این مدل و ابزارهای شبیه‌سازی، جابه‌جایی تولید را به کمک زیرساخت‌های مخابراتی بهبود دهد. همچنین می‌بایست با وضع قوانین و دستورالعمل‌هایی برای نفوذ انرژی‌های تجدیدپذیر در شبکه قدرت، سرویس‌های سیستم و توازن بار امکان استفاده از نفوذ بالای این انرژی‌ها را فراهم نماید. بنابراین انرژی‌های تجدیدپذیر نظیر انرژی باد و خورشید بدون تحت تاثیر قراردادن کیفیت توان و قابلیت اطمینان سیستم می‌توانند در شبکه و بازار برق آزادانه حضور پیدا کنند.</p> <p>وظایف مشخص:</p> <p>طراحی مکانیسم‌های بازار برای امکان مشارکت انرژی‌های تجدیدپذیر، منابع ذخیره انرژی و جابه‌جایی واحدهای تولیدی مرسوم برای حفظ بازدهی، امنیت و قابلیت اطمینان سیستم</p>	محتوا
<p>یک ابزار شبیه‌سازی آموزش‌دیده شده با مقیاس بزرگی از تجارب موجود در سیستم قدرت برای بررسی آثار اقتصادی نفوذ انرژی‌های تجدیدپذیر تدوین خواهد شد که امکان پیش‌بینی بلندمدت هزینه‌ها و فواید را برای هر یک از بازیگران بازار برق مهیا می‌کند.</p>	نتایج مورد انتظار
<p>افزایش نفوذ انرژی‌های تجدید پذیر و پیشینه‌سازی رفاه اجتماعی توسط سیگنال‌های صحیح مدل بازار و حفظ قابلیت اطمینان سیستم در حد قابل قبول</p>	آثار مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • بهره‌بردار سیستم انتقال • سازمان‌های تولید برق • بهره‌بردار سیستم توزیع • مبادله‌کنندگان توان • نهادهای قانون‌گذاری و رگولاتوری 	شرکت‌کنندگان اصلی
۲۰ میلیون یورو	تخمین بودجه
۲۰۱۰-۲۰۱۴	بازه زمانی

جدول ۱۴-۸: فعالیت T8: توسعه روش‌های تعیین و بیشینه‌سازی عمر ادوات مهم سیستم قدرت برای شبکه موجود و آینده

توسعه روش‌های تعیین و بیشینه‌سازی عمر ادوات مهم سیستم قدرت برای شبکه موجود و آینده	T8
<p>مدیریت دارایی به عمر متوسط تجهیزات که تابع چندین پارامتر مهم عملکردی بستگی دارد. یکی از چالش‌ها قابلیت اطمینان ارائه یک مدل پیش‌بینی عمر متوسط تجهیزات شبکه بر اساس پارامترهای نامبرده که به راحتی قابل پایش است، می‌باشد. چالش دیگر محاسبه قابلیت اطمینان سیستم در این محیط جدید می‌باشد.</p> <p>وظایف مشخص:</p> <p>وظایف زیر برای هر تجهیز سیستم به‌طور آزمایشی برنامه‌ریزی شده است:</p> <ul style="list-style-type: none"> • شناسایی پارامترهای موثر در طول عمر ادوات سیستم (شرایط آب و هوایی، شرایط بهره‌برداری، پتانسیل سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و ...) • ساختن پروتکل‌های محاسبه/تخمین برای وضعیت تجهیزات که توسط بهره‌بردار سیستم انتقال قابل مقایسه کردن باشد. □ توسعه یک روش برای تعیین و افزایش طول عمر تجهیزات شامل تجهیزات مرسوم (هادی، عایق، برج‌های انتقال، کلید قدرت و ...) و تجهیزات جدید مانند ادوات الکترونیک قدرت و ابزارهای دیجیتال • پیشنهاد سیستم هوشمند پایش و آنالیز شبکه قدرت • در صورت نیاز تعیین ابزارهای اندازه‌گیری جدید • در نظر گرفتن طول عمر و موانع فنی در ارزیابی آثار آب و هوایی و ایمنی کارگران یا ساکنین مجاور (به خصوص در شرایط خطا) • توسعه روش‌های جدید برای تشخیص خطای تجهیز بر اساس مدل‌های خطا 	محتوا
<ul style="list-style-type: none"> • پیشنهاد یک روش برای پایش سلامت هر تجهیز بر اساس شرایط بهره‌برداری و آب و هوایی • مدل‌سازی پیش‌بینی طول عمر تجهیزات بر اساس داده‌های موجود • به تاخیر انداختن سرمایه‌گذاری جهت تامین ظرفیت مشابه 	نتایج مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • افزایش انعطاف‌پذیری شبکه برای کاربران در بهره‌برداری بهینه که امکان نفوذ بالای انرژی‌های تجدیدپذیر را می‌دهد. • افزایش امنیت تولید در سیستم قدرت • تعیین استانداردهای پایش سلامت تجهیزات بر اساس فناوری‌های شبکه سراسری برق اروپا 	آثار مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • بهره‌بردار سیستم انتقال • موسسات تحقیقاتی • سازندگان، فناوران و متخصصان فناوری اطلاعات 	شرکت‌کنندگان اصلی
۳۰ میلیون یورو	تخمین بودجه
۲۰۱۸-۲۰۱۴	بازه زمانی

جدول ۹-۱۴: فعالیت T9: توسعه و صحنه‌گذاری ابزارهای بهینه‌سازی تعمیر و نگهداری سیستم قدرت بر اساس آنالیز هزینه/فایده

توسعه و صحنه‌گذاری ابزارهای بهینه‌سازی تعمیر و نگهداری سیستم قدرت بر اساس آنالیز هزینه/فایده	T9
<p>مدیریت دارایی بر اساس بهینه‌سازی در سطح سیستم قدرت، پیچیده است. از آنجایی که تمامی فرآیند تصمیم‌گیری می‌بایست در این فعالیت مد نظر گرفته شوند، سطح مناسب قابلیت اطمینان سیستم از نیازمندی‌های آن می‌باشد.</p> <p>وظایف مشخص:</p> <ul style="list-style-type: none"> • تعیین روش‌ها و ابزارهای بهینه‌سازی مدیریت دارایی در سطح سیستم قدرت • تدوین ابزارهای مناسب برای مدیریت دینامیک برنامه‌ریزی و تعمیر و نگهداری خروج تجهیزات سیستم 	محتوا
<p>برنامه زمانی مشخصی برای بهره‌بردار سیستم مهیا می‌کند که می‌تواند مدیریت دارایی و تعمیر و نگهداری ادوات شبکه را به صورت بهینه پیاده‌سازی کند، به طوری که از نظر فنی و اقتصادی، مناسب و به صرفه باشد. همچنین قابلیت اطمینان سیستم قدرت را بهبود می‌بخشد.</p>	نتایج مورد انتظار
<p>حفظ قابلیت اطمینان سیستم با نفوذ انرژی‌های تجدیدپذیر در حد قابل قبول با صرف هزینه کمتر</p>	آثار مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • بهره‌بردار سیستم انتقال • موسسات تحقیقاتی • متخصصان فناوری اطلاعات 	شرکت‌کنندگان اصلی
<p>۳۰ میلیون یورو</p>	تخمین بودجه
<p>۲۰۱۴-۲۰۱۸</p>	بازه زمانی

۴-۱۴ - فعالیت‌های دسته‌بندی مشترک شبکه انتقال و توزیع

برای نیل به اهداف نقشه‌راه شبکه سراسری اروپا، فعالیت افزایش ر‌ؤیت‌پذیری سیستم توزیع برای مدیریت و کنترل شبکه

انتقال در سطح مشترک انتقال و توزیع در جدول ۱۴-۱۰ آورده شده‌است.

جدول ۱۴-۱۰: فعالیت TD1: افزایش رؤیت‌پذیری سیستم توزیع برای مدیریت و کنترل شبکه انتقال

افزایش رؤیت‌پذیری سیستم توزیع برای مدیریت و کنترل شبکه انتقال	TD1
<p>یکی از چالش‌های هر بهره‌بردار شبکه جمع‌آوری داده‌ها از تمامی سطوح ولتاژ و مناطق بهره‌برداری است. این داده می‌بایست تمامی بازه‌های زمانی (از محدوده کوتاه‌مدت تا بلندمدت) را پوشش دهد. موتورهای پیش‌بینی برای تعیین حاشیه رزرو سیستم جهت حفظ امنیت و قابلیت اطمینان شبکه نیاز است. علاوه بر این با ورود واحدهای انرژی تجدیدپذیر، CHP و تولیدات پراکنده در شبکه توزیع، بهره‌بردار انتقال می‌بایست به‌صورت بلادرنگ نیازمندی‌های سیستم قدرت را برای حفظ امنیت سیستم در تمامی زمان‌ها تعیین کند و به آن‌ها پاسخ مناسب دهد.</p> <p>وظایف مشخص:</p> <ul style="list-style-type: none"> • بهبود ابزارهای پیش‌بینی کوتاه‌مدت (از ۱۵ دقیقه تا ۳ ساعت) و بلندمدت (۵ روز) برای صفحات خورشیدی، انرژی باد، CHP و بار • توسعه روش‌ها و ابزارهای جدید مدل‌سازی برای آنالیزهای استاتیک (حالت دائمی) و دینامیک • ایجاد روش‌ها و ابزارهای برنامه‌ریزی اتصالات تولیدات پراکنده جدید به شبکه توزیع و انتقال • توسعه روش‌های جدید برای فرآیند ثبت داده‌ها در سطوح مختلف سیستم (انتقال و توزیع) • طراحی معماری و سیستم کنترل و مخابرات که امکان اتصال چندین ژنراتور و نیز سهیم‌کردن اطلاعات با شبکه انتقال را بدهد. 	محتوا
<ul style="list-style-type: none"> • تولید با دقت بالا و آنالیز بار برای هر یک از بهره‌برداران شبکه که منجر به کاهش تاثیر تولیدات پراکنده در شبکه و افزایش میزان رؤیت‌پذیری سیستم قدرت می‌شود. • بهبود پیش‌بینی بار که باعث بهبود حاشیه امنیت و قابلیت اطمینان سیستم می‌شود. 	نتایج مورد انتظار
اعتبارسنجی ابزارهایی که در شبکه سراسری برق اروپا استفاده می‌شود که منجر به افزایش رؤیت‌پذیری شبکه قدرت می‌شود.	آثار مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • بهره‌بردار سیستم انتقال • بهره‌بردار سیستم توزیع • موسسات تحقیقاتی • شرکت‌های تولیدی 	شرکت‌کنندگان اصلی
۴۵ میلیون یورو	تخمین بودجه
۲۰۱۱-۲۰۱۸	بازه زمانی

۵-۱۴ - فعالیت‌های دسته‌بندی شبکه توزیع

در راستای پیاده‌سازی نقشه‌راه راهبردی شبکه سراسری اروپا مجموعه فعالیت‌های «بار فعال برای افزایش انعطاف‌پذیری شبکه»، «بیشینه‌سازی بازده انرژی به‌وسیله شبکه هوشمند توزیع در مناطق شهری»، «استفاده از منابع ذخیره انرژی در مدیریت انرژی»، «تهیه زیرساخت مناسب برای خودروهای الکتریکی»، «پایش و کنترل شبکه فشارضعیف»، «روش‌های نوین مدیریت دارایی» و «روش‌های نوین طراحی بازار» به ترتیب در جداول ۱۴-۱۱ تا ۱۴-۱۷ آمده است.

جدول ۱۴-۱۱: فعالیت D1: بار فعال برای افزایش انعطاف‌پذیری شبکه

بار فعال برای افزایش انعطاف‌پذیری شبکه	D1
بار فعال با فراهم‌آوردن اطلاعات مربوط به قیمت بلادرنگ برق و مشوق‌های مرتبط این امکان را به مشترکین خانگی، تجاری و یا صنعتی می‌دهد که بار مصرفی خود را اصلاح کنند. این فعالیت موجب مشارکت مصرف‌کنندگان در بازار برق و سرویس‌های جانبی می‌شود که انعطاف‌پذیری شبکه قدرت را در پی دارد. وظایف مشخص:	محتوا
<ul style="list-style-type: none"> سیستم‌های مدل‌سازی تقاضا و پیش‌بینی آن مدل‌سازی بازار برق برای بهره‌بردن از مزایای بار فعال در سطح توزیع شبکه برق زیرساخت‌های اندازه‌گیری هوشمند برای اندازه‌گیری مصرف انرژی و اعمال تعرفه‌های زمان-مصرف ابزارهای موردنیاز جهت نمایش مصرف‌کنندگان با آخرین فناوری یک زیرساخت مخابراتی برای پشتیبانی از همه سیستم آگاهی مشترکین در راستای استفاده از خدمات انعطاف‌سازی شبکه قدرت مکانیسم‌های تشویق مشترکین در استفاده از برنامه‌های پاسخ‌گویی بار 	نتایج مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> فراهم‌آمدن سیستم جابه‌جایی پیک‌بار شبکه بهینه‌سازی مصرف انرژی نفوذ بالای تولیدات پراکنده و انرژی‌های نو در شبکه جلوگیری از سرمایه‌گذاری اضافی برای تامین پیک‌بار سیستم در سطح قابل قبول قابلیت اطمینان 	آثار مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> مشارکت فعال بازیگران مختلف در بازار برق توسعه مقبولیت برنامه پاسخ‌گویی بار کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای افزایش قابلیت اطمینان سیستم 	شرکت‌کنندگان اصلی
<ul style="list-style-type: none"> بهره‌بردار سیستم انتقال عمده و خرده‌فروشان برق بهره‌بردار سیستم توزیع موسسات توسعه و تحقیقاتی تولیدکنندگان 	تخمین بودجه
۱۴۰ میلیون یورو	بازه زمانی
۲۰۲۰-۲۰۱۴	

جدول ۱۴-۱۲: فعالیت D2: پیشینه‌سازی بازده انرژی به‌وسیله شبکه هوشمند توزیع در مناطق شهری

بیشینه‌سازی بازده انرژی به‌وسیله شبکه هوشمند توزیع در مناطق شهری	D2
<p>اهداف این فعالیت تعیین روش‌های قرارگیری شبکه هوشمند در سطح توزیع در راستای کمک به انعطاف‌پذیری و کاهش تقاضای سیستم می‌باشد که توسط مشارکت بین زیرساخت‌های شبکه توزیع و سیستم‌های مدیریت انرژی در محیط رقابتی بازار برق اروپا صورت می‌گیرد.</p> <p>همچنین وابستگی بین مشترکین انرژی و میزان نفوذ آن در منطقه که نیاز به تراکنش بین مدیریت شبکه‌های انرژی الکتریکی، گرمایشی/سرمایشی و گاز دارد می‌بایست بهینه گردد.</p> <p>وظایف مشخص:</p> <ul style="list-style-type: none"> □ سیستم پیشرفته مدیریت انرژی با امکان پیش‌بینی تولید/بار و مشارکت مشترکین در برنامه پاسخ‌گویی بار • بهینه‌سازی انرژی در سطح توزیع شبکه برق • آنالیز احتمالات روابط بین شبکه‌های الکتریکی، گرمایشی/سرمایشی و گاز • روش‌های جدید برای بهره‌برداری و انتخاب اندازه شبکه توزیع با معماری و زیرساخت‌های مدرن • امکان بهره‌برداری در حالت‌های جزیره‌ای شدن شبکه توزیع برق 	محتوا
<ul style="list-style-type: none"> • افزایش قابلیت اطمینان شبکه • اصلاح پیک منحنی بار شبکه • توسعه روش‌های مدیریت سمت بار در مقیاس بزرگ با هزینه‌های تراکنش قابل قبول • بازشدن امکانات و سرویس‌های جدید الکتریکی مثل حمل و نقل الکتریکی به‌خاطر شبکه‌های هوشمند و زیرساخت‌های مخابراتی و سیستم‌های کنترل هوشمند در سطح توزیع 	نتایج مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • کاهش ریسک ناشی از قطعی‌های غیرضروری در سیستم • مدیریت انرژی در ساختمان‌ها با در نظر گرفتن رفاه ساکنین در جهت صرفه‌جویی و استفاده بهینه از انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای • افزایش آگاهی مشترکین از رفتار مصرف انرژی سیستم و آثار زیست‌محیطی منابع تولید انرژی 	آثار مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • بهره‌بردار سیستم توزیع • عمده و خرده‌فروشان برق • شرکت‌های سرویس‌های انرژی • سازندگان تجهیزات • موسسات توسعه و تحقیقاتی • ادوات هوشمند و شرکت‌های مرتبط 	شرکت‌کنندگان اصلی
۱۰۰ میلیون یورو	تخمین بودجه
۲۰۲۰-۲۰۱۴	بازه زمانی

جدول ۱۳-۱۴: فعالیت D3 : استفاده از منابع ذخیره انرژی در مدیریت انرژی

استفاده از منابع ذخیره انرژی در مدیریت انرژی	D3
<p>اینوترهایی که توانایی پیاده‌سازی کنترل‌های مناسب و منطقی را دارند، کیفیت توان را به‌وسیله کاهش هارمونیک بهبود می‌بخشند. استفاده بهینه از سیستم کنترل و نیز استفاده از منابع ذخیره انرژی به این امر کمک می‌کند. لذا هدف، مطالعه استفاده از سیستم‌های ذخیره انرژی در بهره‌برداری ریز شبکه‌ها و جزیره‌ها در بهبود قابلیت اطمینان و در دسترس‌پذیری شبکه می‌باشد.</p> <p>وظایف مشخص:</p> <ul style="list-style-type: none"> • مدل بازار و شبکه در ارزش‌گذاری پتانسیل‌های موجود در استفاده از سیستم‌های ذخیره انرژی و محل قرارگیری و سایز بهینه آن‌ها • تخصیص ابزار پیش‌بینی بهینه منابع تولیدات پراکنده و ذخیره انرژی • ابزارهای لازم جهت برنامه‌ریزی و طراحی شبکه با توانایی شبیه‌سازی همزمان تولیدات مرسوم در کنار منابع ذخیره انرژی و کنترل فعال آن‌ها • استفاده از فناوری‌های مختلف در سیستم‌های ذخیره انرژی و منابع ذخیره انرژی قابل‌جابه‌جایی • استفاده از ادوات الکترونیک قدرت با تجهیزات ذخیره انرژی • تامین زیرساخت‌های مخابراتی لازم برای کنترل مرکزی سیستم، ادوات حفاظت و رله‌ها و اتصال منابع ذخیره انرژی • افزایش آگاهی از مزایای امنیت و قابلیت اطمینان و زیست‌محیطی استفاده از منابع ذخیره انرژی در سیستم قدرت 	محتوا
<ul style="list-style-type: none"> • افزایش ظرفیت در دسترس شبکه برای منابع انرژی در سطح توزیع • افزایش کیفیت توان و در دسترس بودن شبکه با نفوذ بالای منابع تولیدات پراکنده • کاهش گرفتگی ناشی از منابع تولیدات پراکنده • کاهش تلفات شبکه • بهینه‌سازی پخش بار در کنار مدیریت تلفات • متعادل‌سازی تغییرات تولید توان منابع انرژی تجدیدپذیر و در نتیجه کاهش پیک توان • افزایش امنیت و قابلیت اطمینان سیستم • استفاده از پتانسیل‌های جدید موجود برای سرویس‌های جانبی مرتبط به منابع ذخیره انرژی 	نتایج مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • استفاده از منابع ذخیره انرژی متحرک و کاربرد آن در شبکه سراسری برق اروپا • مشارکت منابع ذخیره انرژی مطابق استانداردها بر مبنای هزینه تمام‌شده کمتر • ترسیم آثار سیستم‌های ذخیره انرژی بر روی بازیگران محیط رقابتی بازار برق 	آثار مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • بهره‌بردار سیستم توزیع • سازندگان ادوات ذخیره انرژی • شرکت‌های معماری شبکه و سیستم‌های مخابراتی • ژنراتورها • موسسات توسعه و تحقیقاتی • سازندگان ادوات الکترونیک قدرت 	شرکت‌کنندگان اصلی
۱۰۰ میلیون یورو	تخمین بودجه
۲۰۲۰-۲۰۱۴	بازه زمانی

جدول ۱۴-۱۴: فعالیت D4: تهیه زیرساخت مناسب برای خودروهای الکتریکی

تهیه زیرساخت مناسب برای خودروهای الکتریکی	D4
<p>سازندگان خودروها به دنبال تولید حدوداً ۱ میلیون دستگاه خودروهای الکتریکی تا سال ۲۰۲۰ در اروپا هستند که پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ رشد خیلی بیشتری نیز داشته باشد. بنابراین نیاز به بررسی آثار افزایش نفوذ خودروها و چالش‌های مربوط به آن برای شبکه سراسری برق اروپا خواهد بود. اعضای اتحادیه اروپا باید تضمین کند که شرایط و زیرساخت‌های شارژ خودروهای الکتریکی بدون تاثیر قرارداد امنیتی و قابلیت اطمینان سیستم فراهم کند. بر این اساس می‌بایست تمامی جنبه‌های مثبت و منفی نفوذ خودروهای الکتریکی در شبکه برق را شناسایی، بررسی و سپس تمهیدات لازم برای حفظ شرایط و استانداردهای اروپا در سیستم قدرت را اتخاذ کند.</p> <p>جنبه‌های مثبت:</p> <ul style="list-style-type: none"> • پتانسیل اصلاح منحنی بار شبکه • استفاده به‌عنوان سرویس‌های جانبی در سیستم قدرت مثل منابع ذخیره انرژی <p>جنبه‌های منفی:</p> <ul style="list-style-type: none"> • تحت تاثیر قرارداد کیفیت توان • افزایش بار <p>وظایف مشخص:</p> <ul style="list-style-type: none"> • مدل‌سازی شبکه و ابزارهای بهینه‌سازی با حضور خودروهای هیبریدی در شبکه با نفوذ بالا • توسعه زیرساخت‌های شارژ خودروهای الکتریکی در سطوح عمومی و خصوصی • استفاده از راه‌حل‌های V2G^۱ • توسعه و تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های مربوط به شارژ خودروهای الکتریکی • ایجاد سیستم مدیریت مرکزی هوشمند جهت شارژ خودروهای الکتریکی بر مبنای هزینه و زمان شارژ • تدوین تعرفه‌های مناسب هزینه-زمان جهت تضمین امنیت و قابلیت اطمینان سیستم در یک محیط رقابتی بازار برق (V2G) • افزایش آگاهی مشترکین در مقبولیت مزایای خودروهای الکتریکی و نیز رفتارهای مناسب در برخورد با آن 	محتوا
<ul style="list-style-type: none"> • پتانسیل تغییر شکل منحنی بار شبکه • استفاده به‌عنوان منابع ذخیره انرژی متصل به موجود در شبکه توزیع در جهت بهبود وضعیت شبکه • بهبود کیفیت توان با حضور ادوات الکترونیک قدرت و باتری‌های موجود در خودروهای الکتریکی 	نتایج مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • پشتیبانی از رشد بازار خودروهای الکتریکی • افزایش بازده انرژی شبکه با حضور خودروهای الکتریکی • کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا • ایجاد فرصت‌های شغلی جدید • امکان استفاده از قابلیت شارژ V2G 	آثار مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • بهره‌بردار سیستم انتقال 	<ul style="list-style-type: none"> • بهره‌بردار سیستم توزیع • سازندگان خودروها
۶۰ میلیون یورو	تخمین بودجه
۲۰۲۰-۲۰۱۴	بازه زمانی

^۱ Vehicle-to-Grid

جدول ۱۴-۱۵: فعالیت D5: پایش و کنترل شبکه ولتاژ پایین

پایش و کنترل شبکه فشارضعیف	D5
<p>شبکه فشارضعیف برای بهره‌بردار سیستم به‌عنوان نقطه کور شبکه شناخته شده است. بدین معنی که اطلاعات بلادرنگی از این سطح شبکه در دسترس نیست. اتحادیه اروپا با افزایش نفوذ منابع تولید تجدیدپذیر در شبکه فشارضعیف منجر به تحت تاثیر قراردادن کیفیت توان و نیز عدم قطعیت در سیستم شده است و درصدد پایش و کنترل شبکه فشارضعیف برآمده است. در این شرایط، سیستم نیازمند تجهیزات و ادوات موردنیاز جهت پایش داده و روش‌های کنترل مناسب جهت حفظ قابلیت اطمینان و کیفیت توان سیستم در شرایط عادی و قابل قبول، است.</p> <p>وظایف مشخص:</p> <ul style="list-style-type: none"> • جمع‌آوری و تبادل اطلاعات طبق شرایط رگولاتوری شبکه (استفاده از استاندارد IEC 61850) • مدل‌سازی بار • حفاظت سیستم در شرایط دوطرفه شارش توان • مدیریت خروج • بهبود قابلیت اطمینان و کیفیت توان شبکه • حفاظت اطلاعات و امنیت سایبری شبکه • بسترسازی مناسب برای سیستم‌های مخابراتی جهت ذخیره‌سازی و تبادل اطلاعات لازم • مکانیسم‌های جدید برای تشویق سرمایه‌گذاران در اتصال منابع تولید تجدیدپذیر به شبکه در محل مناسب 	محتوا
<ul style="list-style-type: none"> • بهبود رویت‌پذیری شبکه فشار ضعیف • کاهش تلفات شبکه • افزایش همکاری بین بخش‌های فشارضعیف و فشارمتوسط سیستم 	نتایج مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • بهبود قابلیت اطمینان ناشی از پایش اطلاعات و کنترل مناسب ادوات شبکه فشارضعیف • ایجاد فرصت‌های شغلی جدید برای تولیدکنندگان تجهیزات در شبکه 	آثار مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • بهره‌بردار سیستم توزیع • شرکت‌های توسعه و تحقیقاتی • رگولاتورها 	شرکت‌کنندگان اصلی
۱۵۰ میلیون یورو	تخمین بودجه
۲۰۲۰-۲۰۱۴	بازه زمانی

جدول ۱۴-۱۶: فعالیت D6: روش‌های نوین مدیریت دارایی

روش‌های نوین مدیریت دارایی	D6
<p>چالش‌های مربوط به نقشه‌راه مدیریت دارایی در راستای بهبود قابلیت اطمینان سیستم به شرح زیر است:</p> <ul style="list-style-type: none"> افزایش طول عمر دارایی‌های موجود شبکه و کاهش هزینه بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری آنالیز آثار اتصال منابع ذخیره انرژی، خودروهای الکتریکی، منابع انرژی تجدیدپذیر و دیگر تجهیزات شبکه توزیع تعیین نقش اقدامات اصلاحی در مدیریت شبکه به‌خصوص مدهای بهره‌برداری در حالت جزیره‌ای آمادگی برنامه‌ریزی‌های مربوط به تغییرات آب و هوایی که تاثیر به‌سزایی در تغییر شیوه مدیریت دارایی در سیستم برجای می‌گذارد. <p>وظایف مشخص:</p> <ul style="list-style-type: none"> مدل‌های پیری تجهیزات در ارزیابی قابلیت اطمینان تغییر از مدل‌های قطعی به مدل‌های احتمالاتی در محاسبات مربوط به مدیریت دارایی روش‌های پایش جدید برای مدیریت پیری استفاده از حس‌گرهای بیشتر در سیستم توزیع شبکه سراسری برق اروپا روش‌های بهینه‌تر تعمیر و نگهداری تعمیر و نگهداری زیرساخت‌های موجود (خطوط، پست‌ها و ...) استفاده از پست‌های هوشمند بر اساس استاندارد اتصالات بخش‌های توزیع و انتقال استفاده از سیستم کنترل و پایش شبکه در پیش‌بینی بهتر خطاها جهت اقدامات اصلاحی تعمیر و نگهداری با هزینه تمام‌شده کمتر در شبکه تغییر رویه مدیریت دارایی با محیط جدید شبکه با حضور منابع انرژی تجدیدپذیر، خودروهای الکتریکی، منابع ذخیره انرژی و ... استفاده از مدل‌های بر پایه ریسک در برنامه تعمیر و نگهداری تجهیزات شبکه استفاده از الگوریتم‌های شناسایی ترکیب‌بندی^۱ سیستم استفاده از بهره‌برداری بهتر در راستای بهبود بازده سیستم 	محتوا
<ul style="list-style-type: none"> کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری افزایش قابلیت اطمینان سیستم به ازای هزینه ثابت بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری پیاده‌سازی تعمیر و نگهداری مشروط برای کاهش هزینه‌های مربوطه به ازای همان سطح قابلیت اطمینان سیستم 	نتایج مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> بهره‌بردار سیستم توزیع مسئولین دولتی تولیدکنندگان و فراهم‌کنندگان تجهیزات شبکه رگولاتورها 	شرکت‌کنندگان اصلی
<ul style="list-style-type: none"> ۵۰ میلیون یورو 	تخمین بودجه
۲۰۲۰-۲۰۱۴	بازه زمانی

^۱ Topology

جدول ۱۴-۱۷: فعالیت D7: روش‌های نوین طراحی بازار

روش‌های نوین طراحی بازار	D7
<p>توسعه روش‌های نوین برای طراحی بازار امری ضروری است، بدین جهت که موانع موجود بر سر راه پیشرفت شبکه توزیع و هوشمند سازی آن برداشته و نیز امنیت و قابلیت اطمینان سیستم تامین شود. چالش اصلی بازار برق، وجود نفوذ بالای تولیدات متغیر و نیز بازیگران جدید از جمله مشترکین تجاری و صنعتی، مدیریت تقاضا، بهره‌برداری از منابع ذخیره انرژی و ... در شبکه می‌باشد. برنامه پاسخ‌گویی بار از اهمیت بالایی در این زمینه برخوردار است. به طوری که پیاده‌سازی آن مستلزم برنامه‌ای جامع و علمی بر پایه تغییرات هزینه بازار برق می‌باشد. بنابراین وجود یک بازار برق کارآمد برای رویارویی با چالش‌های نام‌برده و پیاده‌سازی ظرفیت‌های مدیریت انرژی و بهره‌برداری پیشرفته از شبکه ضروری به نظر می‌رسد [۳۶۶].</p> <p>تابع هدف بازار برق مورد نظر می‌بایست مسائل زیر را تامین و مهیا نماید:</p> <ul style="list-style-type: none"> • آنالیز هزینه-فایده با در نظر گرفتن بازیگران مختلف جدید در بازار برق و برنامه پاسخ‌گویی بار • پیشنهاد های رگولاتوری برای بهره‌بردار شبکه جهت پیاده‌سازی راه‌حل‌های جدید فناوری محور وظایف مشخص: • مدل‌های جدید بازار و پیشنهاد تعرفه‌های جدید برای سیستم • پیشنهاد رگولاتورهای جدید برای بازیگران جدید وارد شده در سیستم مثل خودروهای الکتریکی • تدوین قوانین و دستورالعمل‌های جدید برای حمایت از توسعه منابع تجدیدپذیر در شبکه توزیع • هماهنگی بین کنترل فنی شبکه و تعادل توان بر پایه‌ی بازار برق • پیشنهاد قوانین جدید جهت بهره‌برداری در حالت‌های جزیره‌ای شبکه • ارزیابی آثار و مزایای احتمالی مدل‌های بازار برای محل و زمان‌های مختلف در سیستم • تعیین مشوق‌های مناسب جهت پشتیبانی از بازیگران مختلف در محیط رقابتی بازار انرژی • پیشنهاد سرویس‌های جانبی در بازار برق 	محتوا
<ul style="list-style-type: none"> • بهینه‌سازی مدیریت شبکه، افزایش قابلیت اطمینان و بهبود کیفیت توان سیستم • توسعه سرویس‌های جانبی جدید 	نتایج مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • نیاز به درک عمیقی از اندازه‌گیری که امکان شرکت در برنامه پاسخ‌گویی در محیط رقابتی بازار برق اروپا را می‌دهد. • ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و محرک بازار رقابتی برق • فعال شدن توسعه مناطق هوشمند در سیستم • فعالیت سودمند مشارکت در بازار اقتصادی توسط بازیگران مختلف 	آثار مورد انتظار
<ul style="list-style-type: none"> • رگولاتورها • بهره‌بردار سیستم توزیع • بهره‌بردار سیستم انتقال • مسئولین دولتی • دیگر بازیگران بازار برق 	شرکت کنندگان اصلی
۲۰ میلیون یورو	تخمین بودجه
۲۰۱۲-۲۰۱۸	بازه زمانی

فصل پانزدهم: نقشه‌راه پایایی شبکه برق شمال اروپا (Nordic)

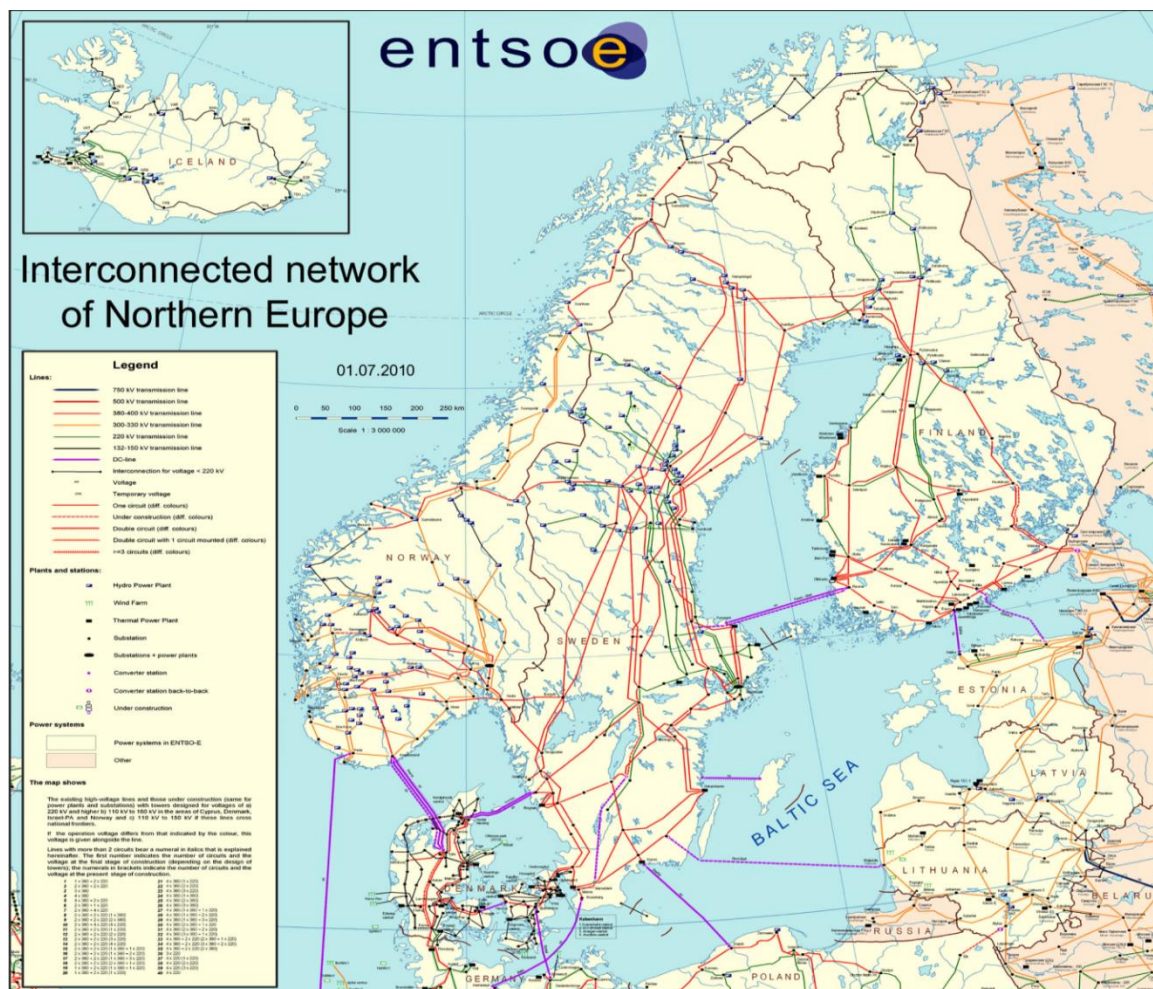
مقدمه

بازار برق در شمال اروپا، کشورهای نروژ، سوئد، فنلاند و دانمارک را دربر می‌گیرد. کشور ایسلند نیز اگرچه جزو کشورهای این منطقه به شمار می‌رود، ولی به دلیل فاصله جغرافیایی، تاکنون در بازار انرژی این کشورها وارد نشده است. پیش از تحولات نوین در صنعت برق، میان این کشورها قراردادهای دوجانبه‌ای برای تبادل و انتقال انرژی وجود داشته است. همین تبادل و انتقال دوجانبه از یکسو به ثبات منابع تغذیه کشورهای همکار و از سوی دیگر به تعمیق تجربیات آن‌ها در همکاری با یکدیگر انجامید و در نتیجه مسئله برنامه‌ریزی و طراحی را از حوزه ملی بیرون برده و به آن جنبه فراملی و منطقه‌ای داده است. رقابتی‌شدن بازار انرژی در این کشورها به سرعت به شکل‌گیری شرکت‌های بین‌المللی فعال در صنعت تولید و انتقال انرژی انجامیده است. علاوه بر این، این اقدام از یکسو باعث کاهش محسوس قیمت برق صنعتی و از سوی دیگر افزایش قیمت برق مصرفی در بخش خانگی شده است [۳۶۷].

در این بخش، ساختار و تحولات صنعت برق در کشورهای Nordic به اختصار مورد بحث قرار می‌گیرد. سیستم یکپارچه Nordic متشکل از اتصال سیستم برق کشورهای فنلاند، سوئد، دانمارک و نروژ می‌باشد. این سیستم از طریق خطوط انتقال DC به شبکه برخی کشورهای دیگر نیز متصل شده و تبادلات برق را انجام می‌دهد. برخی از این خطوط عبارت‌اند از [۳۶۷ و ۳۶۸]:

- خط انتقال DC از سوئد و نروژ به دانمارک غربی (Jutland)
- خط انتقال HVDC از نروژ به آلمان و لهستان
- خط انتقال HVDC از نروژ به هلند و
- خط انتقال HVDC از فنلاند به استونی و روسیه

شکل ۱۵-۱ نمایی کلی از این شبکه را نشان می‌دهد. در این شکل تمامی خطوط ارتباطی AC و DC بین کشورهای فنلاند، سوئد، دانمارک و نروژ با یکدیگر و با سایر کشورهای اطرافشان نشان داده شده است.



شکل ۱۵-۱: شبکه برق کشورهای Nordic

۱-۱۵- نروژ

مطالب این بخش از مرجع [۳۶۹] قتیاس شده است. اصلاحات قانون انرژی در نروژ از سال ۱۹۹۱ شروع شد. این اصلاحات در راستای رقابتی‌کردن صنعت برق برای اطمینان از عرضه کارآمد و موثر انرژی و افزایش قابلیت اطمینان سیستم صورت گرفت. به همین منظور شرکت انتقال و تولید از یکدیگر جدا شده و فعالیت‌های خود را در دو قالب جداگانه انجام دادند. بنابراین مسئولیت نظارت و بهره‌برداری از شبکه داخلی و شبکه بین مرزی به شرکت انتقال واگذار گردید. همچنین بازار خرده‌فروشی در این کشور از حالت سنتی به حالت رقابتی تبدیل شد.

در نروژ تعرفه‌های تبادلات برون‌مرزی بر اساس تعرفه نقطه اتصال تعیین گردید. سپس تعرفه‌های مصرف داخلی نیز بر اساس ساختار جدید تعیین شد.

صنعت برق نروژ، پیش از مقررات زدایی، حدود ۲۰۰ شرکت برق (بیشتر به شکل شرکت‌های برق شهری) را در برمی‌گرفت که از طریق شبکه انتقال سراسری دولتی، مصرف جمعیت ۴/۵ میلیون نفری آن را تامین می‌نمود. این شرکت‌های تولید، اغلب از منابع تولید آبی بهره‌مند بودند و با ساختاری یکپارچه و عمودی اداره می‌شدند.

نظارت و تنظیم روابط بازار به وزارت انرژی و منابع آبی نروژ و مدیریت آن (که ساختار تبادلات آن به صورت حوضچه یعنی Pool Market بود، به سامجورینگتن سپرده شد. استات کرافت که قبل از تجدیدساختار بزرگ‌ترین شرکت تولیدی به شمار می‌رفت، حدود ۳۰٪ از بازار تولید را به دست گرفت و باقیمانده بازار میان شرکت‌های کوچک‌تر تولیدی، پخش شد. شرکت‌های برق شهری موظف شدند که از طریق قراردادهای دوجانبه از ژنراتورهایی که پیش‌تر مالک آن‌ها بودند، انرژی بخرند.

بیشتر مبادلات در بازار برق نروژ به شکل قراردادهای دوجانبه است. علاوه بر این، بورس تبادل توان نیز برای بهبود امنیت و پایایی شبکه راه‌اندازی شد تا تولیدکنندگانی که موفق به فروش انرژی از طریق داد و ستدهای دوجانبه نمی‌شوند و یا می‌خواهند در بازار لحظه‌ای سود بیشتری به دست آورند، بتوانند در این بازار مشارکت کنند. بورس تبادل توان نروژ، که استانت مارکت نیز نامیده می‌شود، یک بازار آتی (با افق زمانی کار ۲۴ ساعته) برای حفظ پایداری شبکه، و یک بازار آتی (با افق زمانی تا ۳ سال) را دربر گرفته است. این بازار که در سال ۱۹۹۳ تنها در نروژ راه‌اندازی شده بود، نهایتاً به بازار مالی بورس تبادل توان کشورهای این منطقه تبدیل شد، که مبادلات توان هر چهار کشور در آن صورت می‌گرفت. در حال حاضر این بازار در مالکیت مشاع استانت و اسونسکا کرافت‌نت (یک شرکت انتقال ایالتی) قرار دارد و اصطلاحاً بازار NordPool نامیده می‌شود.

این بازار دارای سه رکن است: بازار لحظه‌ای ۲۴ ساعته، بازار تنظیم (برای تضمین پایداری شبکه به کمک خریدهای بسیار کوتاه‌مدت) و بازار آتی. مبادلات فیزیکی توان در دو بازار نخست صورت می‌گیرد. بازار آتی نیز باهدف مقابله با نوسانات قیمت ایجاد شده است. ۲۵٪ از کل بازار شمال اروپا در اختیار NordPool است، اما بیشتر مبادلات توان در آن هنوز هم به صورت دوجانبه انجام می‌شود.

اگرچه همه مشترکان اختیار انتخاب تولیدکننده مطلوب خود را دارند، اما به‌علت بالابودن تعرفه تغییر تولیدکننده، تنها مشترکان بزرگ (صنایع) این کار را انجام می‌دهند. مصرف‌کنندگان بزرگ، مسئول نصب تجهیزات اندازه‌گیری هستند اما هزینه‌های اندازه‌گیری را مالک شبکه تامین می‌کند.

به دلیل مهار آب و فروش انرژی آن در بازار برق، از اتلاف منابع آب جلوگیری و پایایی شبکه قدرت تقریباً در سطحی قابل قبول باقی مانده است. همین دلایل باعث سرمشق‌شدن بازار نروژ برای دیگر کشورهای منطقه و ثبات و اطمینان از آن در میان بازارهای دنیا بوده است.

۲-۱۵ - سوئد

مطالب این بخش از [۳۷۰] اقتباس شده است. روند مقررات‌زدایی در صنعت برق سوئد، با واگذاری مسؤلیت مطالعات و راه‌اندازی بازار برق به شرکت سونسکا کرافت‌نت که شرکتی نیمه‌دولتی با ساختار ایالتی بود، در سال ۱۹۹۲ آغاز گردید. این بازار در سال ۱۹۹۶ عملاً افتتاح شد و خریداران این امکان را یافتند تا برق موردنیاز خود را از تولیدکنندگان رقابتی خریداری کنند. این شرکت نیمه‌دولتی، شریک نروژ در NordPool است که یک بازار مشترک نروژی- سوئدی را شکل داده‌اند. انرژی الکتریکی در سوئد، عمدتاً در نیروگاه‌های آبی و هسته‌ای تولید می‌شود. سپس شبکه به تدریج برای ورود سایر علاقه‌مندان باز شد و قوانین موردنیاز برای رقابت سالم در سال ۱۹۹۶ تدوین گردید. سوئد نیز در سال ۱۹۹۵ اقدام به تعیین تعرفه‌ها بر اساس نقطه اتصال نمود.

نزدیک به ۹۴٪ تولید در اختیار ۷ تولیدکننده بزرگ است که علاوه بر این، حدود ۴۵٪ از بخش توزیع را نیز در اختیار دارند. همچنین بخش انتقال که بزرگ‌ترین بخش در این شرکت‌ها به شمار می‌رود، دارای فعالیت‌هایی در سطح بین‌المللی است و در اروپا و حتی بیرون آن نیز در حال تجارت است.

مقررات‌زدایی و آزادسازی بازار در سوئد نیز مانند نروژ به کاهش بهای انرژی برای مصرف‌کنندگان صنعتی و افزایش آن برای مشترکان خانگی انجامید؛ چراکه مشترکان خانگی نمی‌توانند به‌سادگی و با هزینه کم، تولیدکننده خود را برگزینند.

۳-۱۵- فنلاند

مطالب این بخش از [۳۷۱] اقتباس شده‌اند. در فنلاند شبکه در اختیار دو شرکت IVS متعلق به بخش دولتی و شرکت TVS متعلق به بخش خصوصی بود. در این کشور نیز رقابت در بازار انرژی از سال ۱۹۹۵ شروع شد و در همان سال قوانین مربوطه تعیین گردید. در کشور فنلاند روند مقررات‌زدایی در پاییز ۱۹۹۸ به پایان رسید، و از آن پس مصرف‌کنندگان توانستند بدون پرداخت هزینه‌های اضافی، تولیدکننده خود را برگزینند. مدیریت و بهره‌برداری از شبکه انتقال به یک شرکت نیمه‌دولتی به نام فینگرید سپرده شد که مالکیت آن در اختیار صنایع، تولیدکنندگان برق و دولت بود. این شرکت در سال ۱۹۹۸ بورس تبادل توان فنلاند را خرید و نیمی از سهام آن را به شرکت انتقال سونسکا کرافانت در سوئد فروخت. بورس برق فنلاند (El-Ex) اساساً بخش فنلاندی Nordpool به‌شمار می‌رود. فنلاند از منابع انرژی طبیعی (منابع آبی) تقریباً بی‌بهره است و بیشتر انرژی الکتریکی آن در نیروگاه‌های فسیلی و هسته‌ای تولید می‌شود. تولید همزمان انرژی گرمایی و الکتریکی در این کشور معمول است و فنلاند به‌طور کلی یک واردکننده انرژی به‌شمار می‌رود.

۴-۱۵- دانمارک

مطالب این بخش از [۳۷۲] اقتباس شده است. به دلیل تفاوت موجود در ساختار مالکیت صنعتی دانمارک با دیگر کشورهای شمال اروپا، این کشور دیرتر به جمع کشورهای که صنعت برق را آزاد کرده‌اند، پیوست. دانمارک در سال ۱۹۹۹ بازار برق را برای مصرف‌کنندگان با مصرف سالانه ۱۰۰ GWh یا بیشتر راه‌اندازی و به این ترتیب عملاً ۹۰٪ از صنعت برق خود را رقابتی کرد.

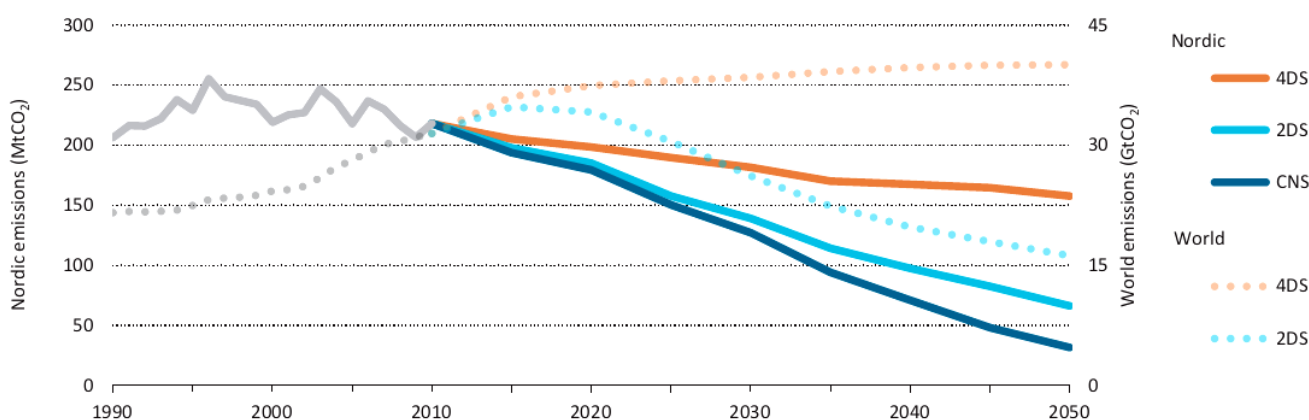
بر اساس قانون اساسی دانمارک، صنعت این کشور دارای ساختاری غیرانتفاعی است و هر چند صنایع از دارایی‌های فراوانی برخوردارند، اما درآمد آن‌ها چندان زیاد نیست. مازاد درآمد صنایع به نهادهای عمومی مانند شهرداری‌ها یا تعاونی‌های غیرانتفاعی اختصاص می‌یابد. بر اساس این قانون، شرکت‌های تولیدی در مالکیت شرکت‌های انتقال و این شرکت‌ها نیز به نوبه خود تحت مالکیت شرکت‌های توزیع قرار دارند که مدیریت آن‌ها نوعاً بر عهده شهرداری‌ها است. این ساختار قانونی، باعث کنشیدن روند حرکت به سمت مقررات‌زدایی شده و نتوانسته سرمایه‌گذاران بیرون از دولت را برای حضور در بازار ترغیب کند. با این حال، تلاش‌هایی به شکل ائتلاف و ادغام در میان صنایع تولیدی مشاهده می‌شود. علاوه بر این ویژگی‌ها، دانمارک دارای

دو شبکه انتقال مجزا است که ترانزیت برق را دشوار می‌کند. به‌همین دلیل، اگرچه NordPool در سال ۲۰۰۰، دانمارک را زیر پوشش گرفت، اما دو ناحیه قیمت‌گذاری ایجاد کرده است.

در دانمارک بیشتر انرژی الکتریکی، از سوخت‌های فسیلی، ذغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی تامین می‌شود. تولید انرژی از باد نیز به‌دلیل ملاحظات زیست‌محیطی، در حال گسترش است و در واقع بزرگ‌ترین سهم را در میان منابع تولید توان در کشور دانمارک دارند.

۵-۱۵ - چشم‌انداز فناوری انرژی در شبکه Nordic

همزمان با پیشرفت فناوری در عرصه‌های مختلف در سراسر دنیا، فناوری‌های نوینی در زمینه انرژی و شبکه برق در حال گسترش می‌باشد. در چشم‌انداز توسعه فناوری انرژی در کشورهای حوزه Nordic سناریوهای مختلفی در نظر گرفته شده است. تاثیر هر یک از این سناریوها در تولید آلاینده‌ی CO₂ در شکل ۱۵-۲ به تصویر کشیده شده است.



شکل ۱۵-۲: تمامی سناریوهای موجود در کاهش تولید CO₂ در شبکه Nordic

هدف سناریو 2DS رسیدن به ۸۰٪ شانس محدودنمودن افزایش دمای کره زمین به ۲ درجه سلسیوس می‌باشد که در مقابل سناریو 4DS که محدود نمودن به ۴ درجه سلسیوس می‌باشد، کمی بلندپروازانه است ولی امکان نائل شدن به آن وجود دارد. این در حالی است که بدون اعمال اقدامات پیش‌گیرانه در راستای گرم‌شدن جهانی این مقدار ۶ درجه سلسیوس خواهد بود. سناریو بعدی که با نام CNS^۱ مشخص شده است در راستای اهداف کشورهای Nordic برای رسیدن به عدم انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال هدف ۲۰۵۰ می‌باشد. این سناریو به دو سناریوی داخلی تقسیم می‌شود که دو روش متفاوت را برای

۱- Carbon-Neutral Scenario

توسعه بیان می‌کند. سناریوی CNBS^۱ کشورهای Nordic را به استفاده هر چه بیشتر از سوخت‌های بیوانرژی تشویق می‌کند. این سوخت‌ها می‌تواند بیوماس و ضایعات ساختمان‌ها باشد که در تولید برق این کشورها کمک می‌کند. سناریو دیگر CNES^۲ می‌باشد که کشورهای Nordic را به اروپای مرکزی متصل کرده و از طریق اتصالاتی که به‌وجود خواهد آمد تعاملات انرژی با اروپا در راستای نائل شدن به اهداف موردنظر ایجاد خواهد کرد.

فرضیات سناریوهای نام‌برده در نقشه راه کشورهای Nordic در بخش انرژی الکتریکی بدین‌صورت است که در قسمت انرژی‌های نو کشور دانمارک در سال هدف ۲۰۲۰ به میزان تولید برق ۱۷/۸ TWh از طریق انرژی باد برسد. همچنین میزان گسترش انرژی برق‌آبی به میزان بیش از ۰/۵ TWh در کشور سوئد و بیش از ۳۰ TWh در کشور نروژ محدود شود. فرض دیگر اشتراک انرژی به میزان بیش از ۲۶/۴ TWh در بازار انرژی کشور سوئد و نروژ است.

فرضیات بخش انرژی هسته‌ای در سناریوهای مختلف بدین‌صورت است که کشور فنلاند بیش از ۶/۴ GW راکتور احداث نکند. در کشور سوئد راکتورهای هسته‌ای با راکتورهای جدید جایگزین شده اما میزان ظرفیت آن افزوده نشود.

فرضیات بخش انرژی‌های فسیلی در این سناریوها بدین‌صورت است که در کشور نروژ تا سال ۲۰۳۰ ذغال‌سنگ از چرخه تولید انرژی برق خارج شود. در کشور دانمارک و سوئد نیز تولید انرژی از طریق ذغال‌سنگ را به صفر برسانند.

از برنامه‌هایی که در این سناریوهای نقشه راه کشورهای Nordic در نظر گرفته شده است، تبادل انرژی از طریق خطوط انتقال با اروپای مرکزی و واردات انرژی از این منطقه در راستای پیشبرد اهداف کشورهای این منطقه می‌باشد. در شکل ۱۵-۳ منابع انرژی تأمین برق کشورهای Nordic را برای سناریوهای مختلف نشان می‌دهد.

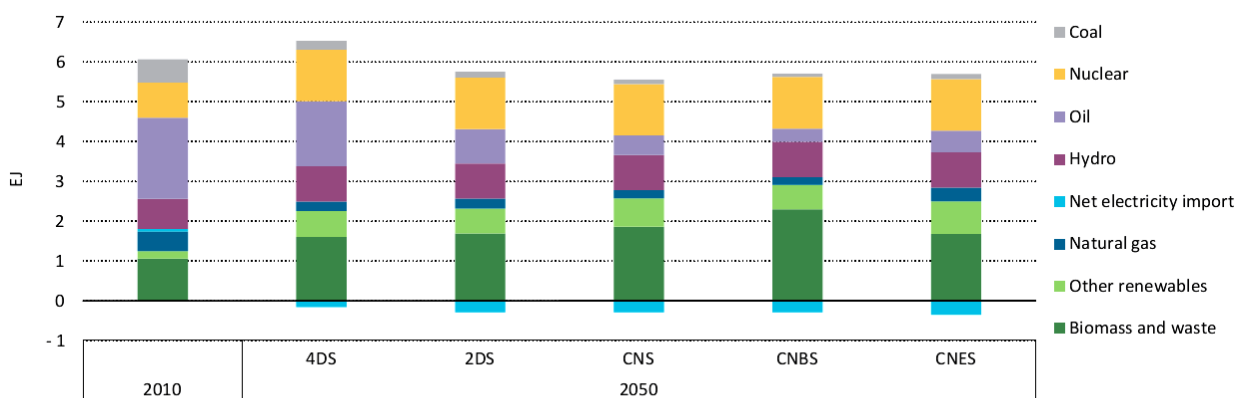
همان‌طور که از شکل ۱۵-۳ برداشت می‌شود، در همه سناریوها واردات انرژی برق افزایش یافته است. همچنین همه سناریوها به‌جز 4DS با کاهش در میزان منابع اولیه انرژی کشورهای Nordic همراه بوده است.

سه‌م هر یک از منابع تولید انرژی در منطقه به همراه میزان تولید انرژی در هر یک از کشورهای Nordic در شکل ۱۵-۴ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان تولید انرژی از طریق سوخت‌های فسیلی در سال‌های اخیر در تمامی کشورهای این منطقه رو به کاهش است. به‌خصوص کشور نروژ که در سال ۲۰۰۳ در میزان پیک خود قرار داشته و با اقدامات مناسب و پیش‌گیرانه از روند رو به رشد آن جلوگیری کرده است. همچنین میزان تولید انرژی‌های نو در این منطقه در شکل

۱- Carbon-Neutral high Bioenergy Scenario

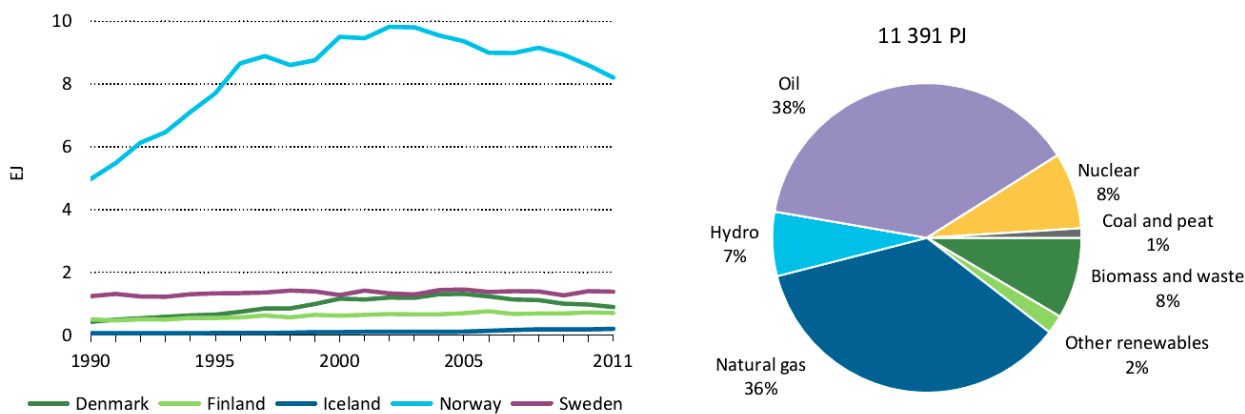
۲- Carbon-Neutral high Electricity Scenario

۵-۱۵ نشان داده شده است. در این منطقه کشور دانمارک سرآمد تولید برق از طریق انرژی باد و نیز کشور ایسلند در تولید برق از طریق زمین‌گرمایی می‌باشد. نکته قابل توجه در منطقه Nordic استفاده ناچیز از انرژی خورشیدی است که به دلیل منطقه جغرافیایی آن است که میزان تابش خورشید در شمال اروپا نزدیک به قطب شمال مقرون به صرفه از استفاده از این انرژی پاک نمی‌باشد.

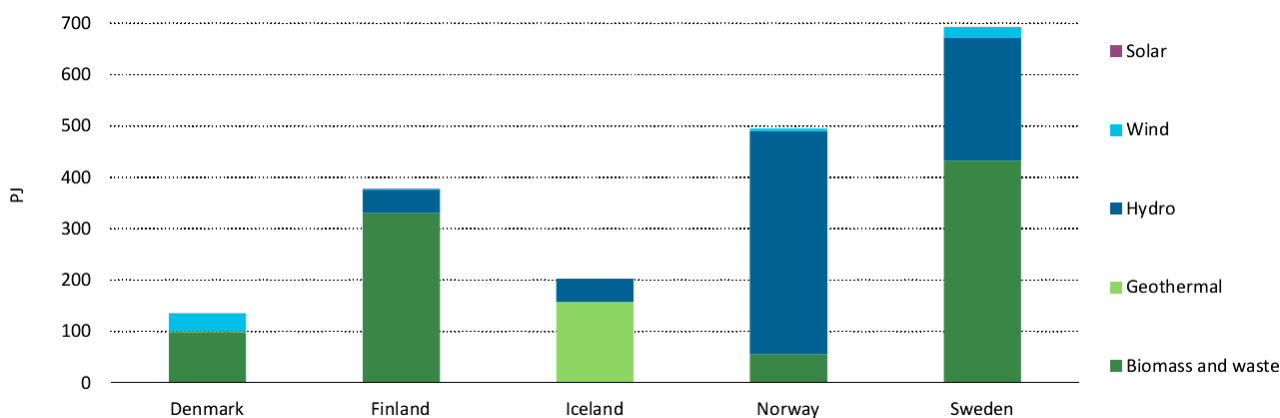


Note: EJ = Exajoules.

شکل ۱۵-۳: میزان کاهش منابع اولیه تأمین برق کشورهای Nordic برای سناریوهای مختلف



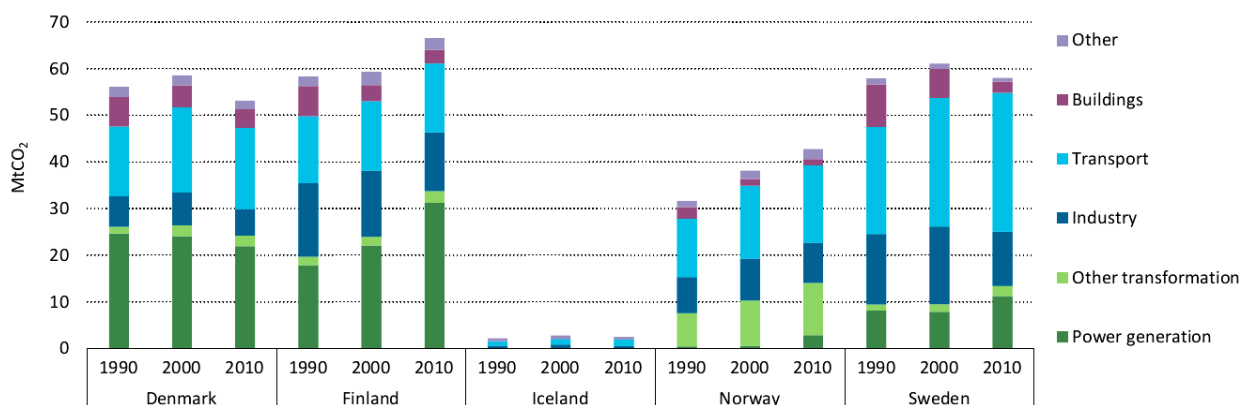
شکل ۱۵-۴: میزان تولید انرژی در کشورهای Nordic و سهم تولید از طریق سوخت‌های فسیلی در سال ۲۰۱۱



شکل ۱۵-۵: میزان سهم انرژی‌های نو در هر یک از کشورهای Nordic در سال ۲۰۱۱

میزان تولید گاز CO₂ به تفکیک در هر یک از کشورهای Nordic در شکل ۱۵-۶ نشان داده شده است. همان‌طور که

مشاهده می‌شود میزان سهم تولید گاز CO₂ در حمل و نقل و تولید برق از سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ افزایش یافته است.



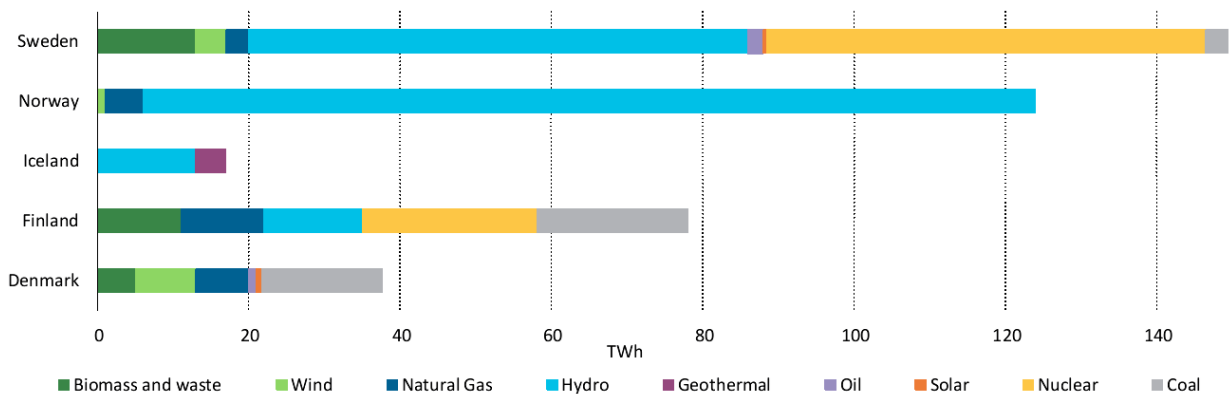
شکل ۱۵-۶: میزان تولید گاز CO₂ به تفکیک در هر یک از کشورهای Nordic

به همت کشورهای Nordic در راستای برنامه بلندمدت جهت کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای و حرکت به سوی تولید برق

از انرژی‌های نو و دوستدار محیط‌زیست این تولید انتشارات گازهای گلخانه‌ای محدود شده است و طبق برنامه‌ریزی در سال

۲۰۵۰ به میزان قابل‌توجهی کاهش خواهد یافت. در این زمینه میزان سهم هر یک از منابع تولید انرژی الکتریکی در سال

۲۰۱۰ در کشورهای Nordic در شکل ۱۵-۷ نشان داده شده است.

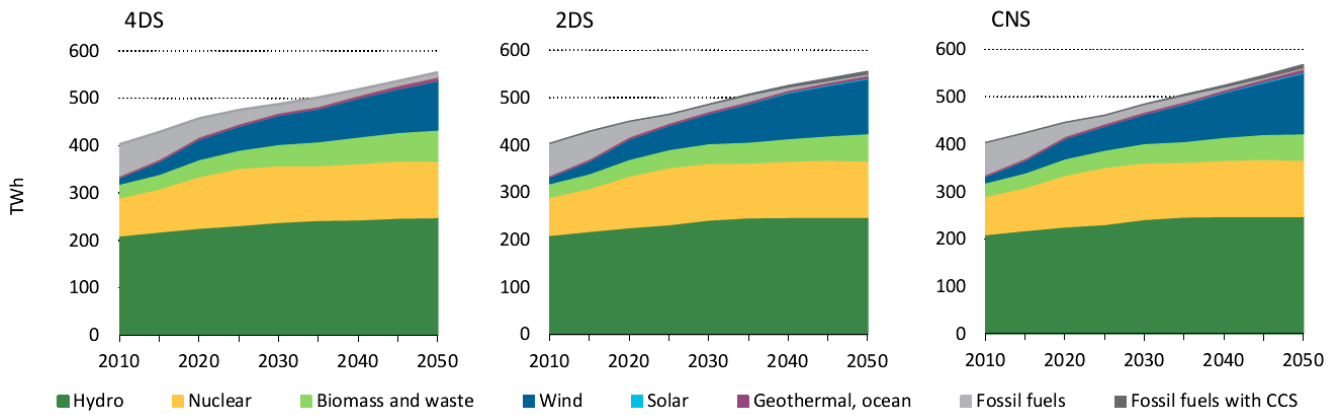


شکل ۱۵-۷: میزان سهم منابع تولید برق در کشورهای Nordic در سال ۲۰۱۰

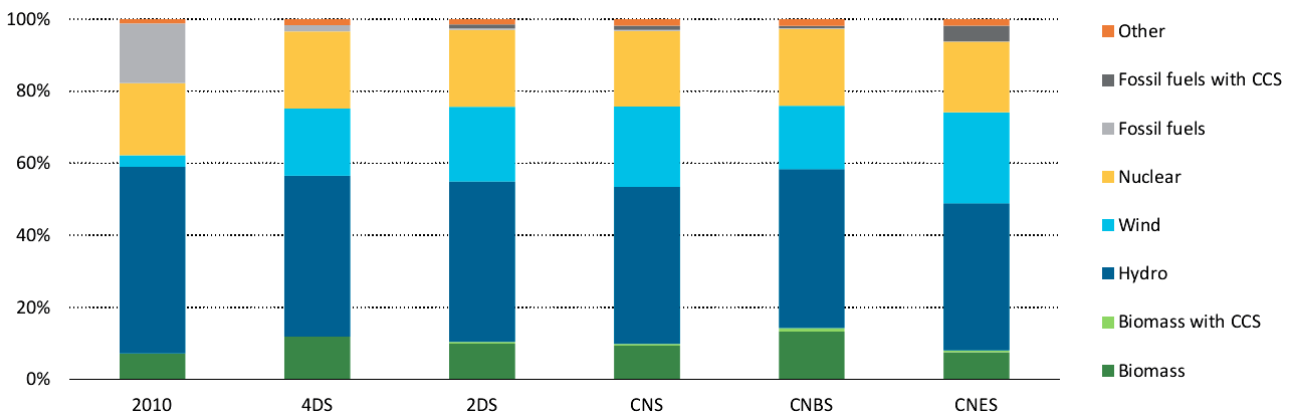
همان‌طور که در شکل ۱۵-۷ مشاهده می‌شود به‌اندازه ۸۳٪ از تولید برق در کشورهای Nordic از منابع انرژی پاک که آلاینده‌ی کربن ندارند، تشکیل شده است. همچنین به‌عبارت‌دیگر ۶۳٪ میزان تولید برق در این کشورها به انرژی‌های نو اختصاص دارد.

میزان تولید انرژی برق به تفکیک در هر یک از سناریوهای نقشه راه کشورهای Nordic در شکل ۸-۱۵ آمده است. افزایش تولید در هر یک از سناریوهای با پوشش هر چه بیشتر انرژی‌های با کربن تولیدی کم که اکثر آن را انرژی‌های نو تشکیل می‌دهد، همراه است. برای مقایسه بهتر در شکل ۱۵-۹ میزان برق تولیدی به تفکیک در سناریوها به همراه میزان آن در سال ۲۰۱۰ در Nordic آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود منابع انرژی الکتریکی با تولید کربن کم بیش از ۹۰٪ از سهم تولید انرژی الکتریکی در سال ۲۰۵۰ را تشکیل می‌دهد. همچنین در سال ۲۰۱۰ نفوذ بالای ۸۳ درصدی از این منابع تولید حاکی از وضعیت مطلوب Nordic در قیاس با دیگر نقاط دنیا در این زمینه می‌باشد.

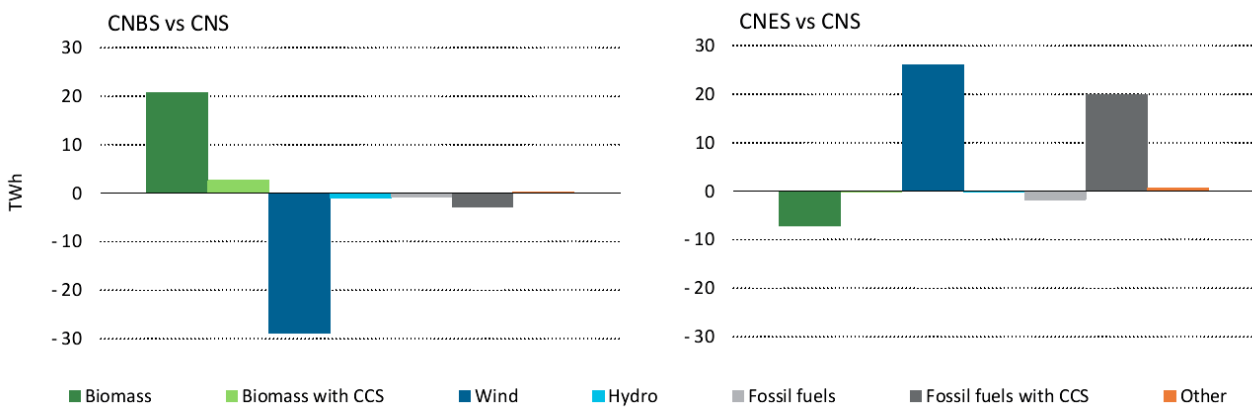
در شکل ۱۵-۱۰ نیز سناریوهای داخلی CNS (CNBS و CNES) در تولید انرژی الکتریکی در سال ۲۰۵۰ در منطقه Nordic نشان داده شده است. وجود منابع بیوماس بیشتر باعث تولید بیشتر انرژی از این طریق در مقابل انرژی باد شده است. که البته نیازمند خطوط انتقال با ظرفیت مناسب جهت صادرات انرژی می‌باشد. به‌خصوص می‌بایست برای انرژی باد که اغلب باعث گرفتگی خطوط می‌شود، ظرفیت مناسب انتقال در نظر گرفته شود تا از انرژی ارزان و در دسترس آن برای مناطق مختلف Nordic استفاده شود.



شکل ۱۵-۸: میزان انرژی تولیدی برق در سناریوهای مختلف کشورهای Nordic



شکل ۱۵-۹: انواع منابع تولید انرژی تا سال ۲۰۵۰ در کشورهای Nordic



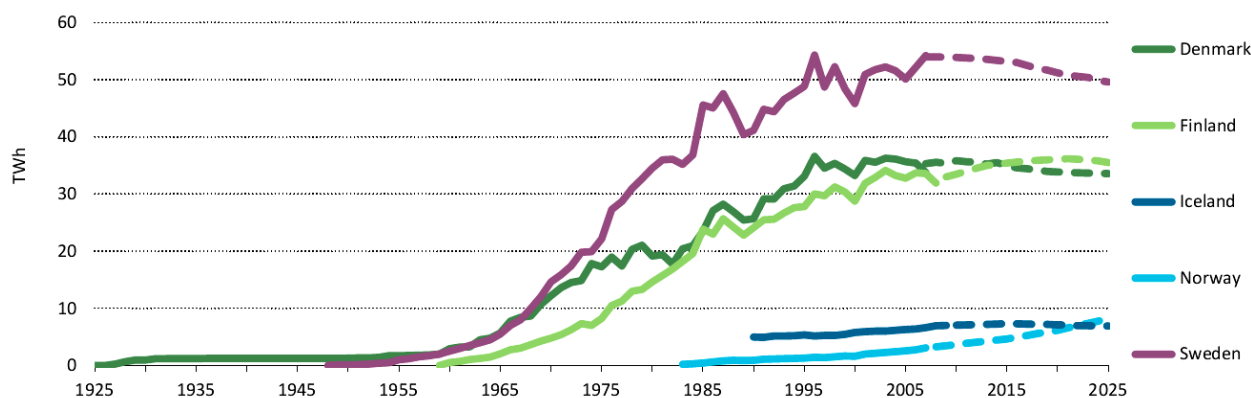
شکل ۱۵-۱۰: میزان انرژی تولیدی سناریوهای CNES و CNBS برای سال ۲۰۵۰ در منطقه Nordic

۶-۱۵- تولید برق و گرمایش منطقه‌ای

توسعه سیستم‌های تولید برق و حرارت منطقه‌ای در راستای کاهش گازهای گلخانه‌ای و افزایش بهره‌وری و بازده انرژی در کشورهای Nordic در نظر گرفته شده است. به طوری که تا سال ۲۰۴۰ کشورهای این منطقه در نقشه‌راه خود می‌بایست به این مهم دست یابند. با توجه به شرایط آب و هوایی این مناطق که در اکثر طول سال سرد می‌باشد، بحث حرارت در کنار انرژی الکتریکی حائز اهمیت است. لذا در نظر گرفتن سیستم پربازده در کاهش گازهای گلخانه‌ای و نیز افزایش بهره‌وری تولید برق و حرارت کمک به‌سزایی خواهد کرد.

کشورهای این مناطق از فناوری‌های مختلف تولید انرژی دوستدار محیط‌زیست اعم از برق‌آبی، باد، بیوماس، تولید همزمان برق و حرارت (CHP)، زمین‌گرمایی و انرژی هسته‌ای بهره می‌برند. به طوری که در این کشورها فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های نو رشد فراوانی در سال‌های اخیر داشته‌اند. همچنین کشورهای این منطقه در نقشه‌راه خود قصد دارند تا میزان تولید برق از این منابع را به حداکثر ظرفیت ممکن برسانند.

در شکل ۱۱-۱۵ توسعه گرمایش منطقه‌ای در کشورهای Nordic و تخمین آن در دهه آینده نشان داده شده است.



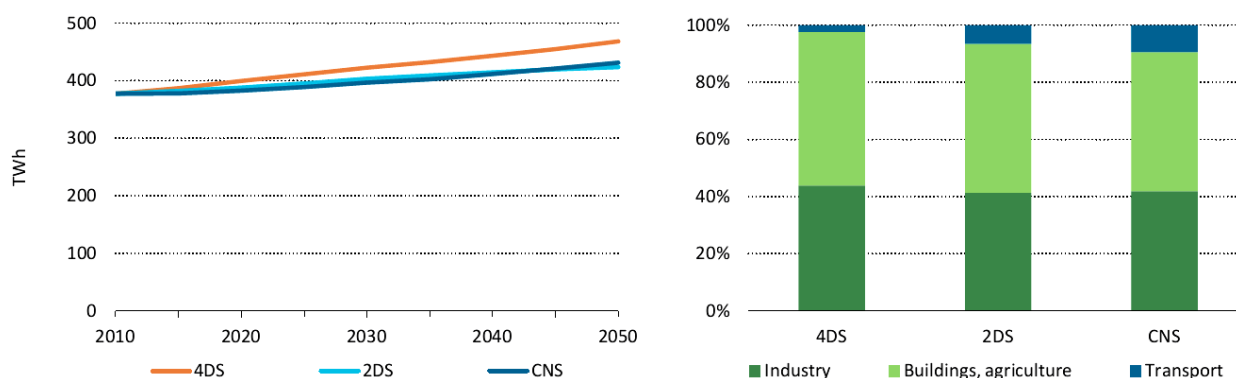
شکل ۱۱-۱۵: میزان انرژی بخش گرمایش منطقه‌ای در کشورهای Nordic

با توجه به شکل ۱۱-۱۵ می‌توان برداشت نمود که در اکثر کشورهای این منطقه توسعه گرمایش منطقه‌ای به اشباع و رکود

رسیده است و تنها در کشور نروژ این فناوری رو به رشد خواهد بود.

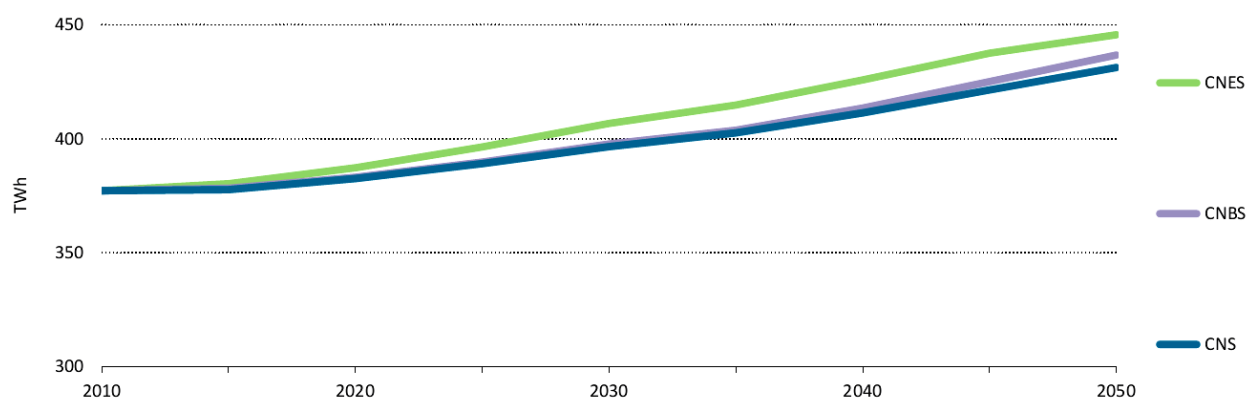
۷-۱۵ - مصرف برق

در سناریو 4DS تقاضای برق در منطقه Nordic بیش از ۲۰٪ در ۴ دهه بعدی افزایش خواهد یافت. به‌طور کلی این افزایش مربوط به صنایع که نیمی از تقاضای برق را به خود اختصاص می‌دهد، خواهد بود. تقاضای برق در سناریوهای 2DS و CNS دو روند مختلف خواهند داشت. استفاده پربازده از انرژی برق در صنایع و بخش ساختمانی و نیز استفاده مناسب و با بهره‌وری بالا در بخش حمل‌ونقل در کشورهای Nordic از ویژگی‌های مهم آن می‌باشد. به‌طوری‌که میزان مصرف برق در سال ۲۰۵۰ در این سناریوها نسبت به 4DS ۸٪ کمتر خواهد بود. در شکل ۱۵-۱۲ رشد مصرف برق به تفکیک در بخش‌های مختلف در کشورهای Nordic تا سال ۲۰۵۰ نشان داده شده است.



شکل ۱۵-۱۲: میزان رشد بار بلندمدت (سمت چپ) و تفکیک بار مصرفی آن (سمت راست) در کشورهای Nordic تا سال ۲۰۵۰

با توجه به شکل ۱۵-۱۲ می‌توان دریافت که تقاضای انرژی برق در همه سناریوها افزایش یافته است. اما در سناریوهای 2DS و CNS نسبت به 4DS انرژی بیشتری در بخش صنعت و مناطق مسکونی صرفه‌جویی شده است. این میزان به تفکیک در سناریوهای داخلی CNS (CNBS و CNES) در شکل ۱۵-۱۳ نشان داده شده است.



شکل ۱۵-۱۳: رشد تقاضای برق در سناریوهای CNS مربوط به نقشه راه کشورهای Nordic

همان‌طور که در شکل ۱۳-۱۵ دیده می‌شود، سناریوی CNES رشد بیشتر مصرف برق نسبت به سناریوی دیگر در بررسی

نقشه راه کشورهای Nordic خواهد داشت.

از دیگر اقدامات در راستای نقشه راه کشورهای این منطقه ارتقا و افزایش بازده و بهره‌وری در حمل‌ونقل، صنعت و مصارف

انرژی ساختمان‌ها می‌باشد که حرکت به سوی استفاده کمتر انرژی و سوخت‌های فسیلی ناشی از تولید آن در تمامی سناریوها می‌باشد.

نتیجه‌گیری

قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت از جمله موضوعاتی است که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه شرکت‌های برق قرار گرفته است. از طرفی با توجه به افزایش روزافزون تقاضای انرژی الکتریسیته در کشور، برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت برای سال‌های آینده از اهمیت بالایی برخوردار گردیده است. مطالعات قابلیت اطمینان ابزاری در جهت اصلاح و بهبود بهره‌برداری و بهینه‌سازی طرح‌های گسترش شبکه است.

با توجه به اهمیت و جایگاه مطالعات پایایی شبکه‌های قدرت، شناسایی و بررسی نظام‌مند حوزه‌های فعالیت در این زمینه و بررسی کاستی‌ها و نواقص موجود در هر یک از حوزه‌های یادشده، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. به همین دلیل در این گزارش به بررسی فعالیت‌ها و پروژه‌های انجام شده در ۱۱ کشور جهان در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی پرداخته شد. این کشورها شامل ایالات متحده آمریکا، کانادا، انگلستان، استرالیا، هلند، ایتالیا، ژاپن، ترکیه، مالزی، هند و عربستان می‌باشند.

فصول ابتدایی این گزارش به هر یک از این کشورها اختصاص یافت. در هر فصل ابتدا ساختار صنعت برق آن کشور از لحاظ فیزیکی و قانون‌گذاری مورد بررسی قرار گرفته است، سازمان‌های معتبر فعال در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت مطالعه شده و در ادامه فعالیت‌های انجام‌شده در زمینه پایایی شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی در سه حوزه قانون‌گذاری پایایی، بهبود پایایی و ارزیابی پایایی بررسی شده است.

بر اساس فعالیت‌های انجام شده در کشورهای مورد بررسی مهمترین مطالعات صورت گرفته در هر یک از حوزه‌های

قانون‌گذاری پایایی، بهبود پایایی و ارزیابی پایایی را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

مطالعات ارزیابی قابلیت اطمینان

ارزیابی کفایت تولید	ارزیابی و مدلسازی	خودروهای برقی	برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان
تجهیزات اندازه‌گیری پیشرفته	مطالعات ریسک	ذخیره‌سازهای انرژی	مطالعه بر روی عمر و پیری تجهیزات
سوخت واحدهای تولیدی	بازار برق	منابع تولید پراکنده و انرژی‌های تجدیدپذیر	مسائل بهره‌برداری
تکنولوژی‌های نو	امنیت در فضای سایبری	وابستگی به گاز طبیعی	شبکه هوشمند
تهیه بانک‌های اطلاعاتی	هزینه‌های خرابی و ارزش بار از دست رفته	توسعه و ساخت شبکه انتقال	تجزیه و تحلیل اتفاقات
	مدیریت سمت تقاضا	در دسترس پذیری نیروگاه‌های هسته‌ای	

مطالعات بهبود قابلیت اطمینان

مدیریت دارایی	پایش شبکه و وضعیت تجهیزات	بازیابی خطا	تعمیرات و نگهداری
طرح‌های خروج بهینه	مدیریت سمت مصرف	پاسخ‌گویی بار	سیستم‌های اتوماسیون
مدیریت اتفاقات	نصب تجهیزات مانیتورینگ	نصب تجهیزات حفاظتی	آموزش پرسنل
جایابی اکیپ اتفاقات	برنامه‌های اضطراری	خشک‌سالی، زمین لرزه و شرایط بد آب و هوایی	سیستم‌های SCADA

مطالعات قانون‌گذاری قابلیت اطمینان

رویه‌های کاهش گرفتگی خطوط	هماهنگی قابلیت اطمینان	توسعه استانداردهای قابلیت اطمینان	دستورالعمل‌های ارزیابی
محک زنی و مدیریت قابلیت اطمینان	استانداردهای قطعی	استانداردهای احتمالاتی	سیاست‌های حفاظت از محیط زیست
امنیت در فضای سایبری	قانون‌گذاری بر مبنای عملکرد	تعیین تعرفه‌ها و تخصیص هزینه‌ها	بیمه قابلیت اطمینان
استانداردهای بهره‌برداری	استانداردهای توسعه و برنامه‌ریزی	بررسی عملکرد شرکت‌ها	

در تدوین نقشه‌راه پایایی سیستم‌های قدرت، محورهای مختلف قابلیت اطمینان در نظر گرفته می‌شوند. این محورها به‌طور کلی عبارت‌اند از:

- ✓ ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات
- ✓ روش‌ها، مدل‌ها، شاخص‌های ارزیابی
- ✓ منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو
- ✓ شبکه‌های هوشمند و فناوری‌های نو
- ✓ مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان
- ✓ برنامه‌ریزی و بهره‌برداری قابلیت اطمینان
- ✓ کفایت منابع سوخت
- ✓ ارزیابی پایایی در فضای رقابتی
- ✓ اطلاعات قابلیت اطمینان
- ✓ نصب تجهیزات پایش و حفاظتی
- ✓ برنامه‌های اضطراری و آموزش کارکنان
- ✓ سیستم‌های اتوماسیون
- ✓ مدیریت سمت تقاضا
- ✓ مدیریت دارایی
- ✓ استانداردها
- ✓ حفاظت از محیط‌زیست

بنابراین برای تدوین نقشه‌راه کلی برای سیستم قدرت و نیز در نظر گرفتن قابلیت اطمینان آن می‌بایست در تمامی محورهای نامبرده تمهیدات و اقدامات سنجیده انجام شود. از این میان اقدامات مهم که فراخور تغییرات در سیستم قدرت و نیز سیاست و خطمشی اکثر کشورهای دنیا می‌باشد، به‌صورت خلاصه بیان می‌شود که لازم است که در برنامه و تدوین نقشه‌راه شبکه برق از دید قابلیت اطمینان از اهمیت بالایی برخوردار باشند.

استفاده از منابع تولید همزمان برق و حرارت به‌خصوص در مناطق سردسیر، به جهت استفاده بهینه از منابع انرژی و سوخت و نیز بازدهی بالاتر این سیستم‌ها در کنار یکدیگر در مناطق مختلف در دنیا در حال گسترش می‌باشد. اهمیت دیگر این سیستم‌ها به دلیل مسئله محیط‌زیستی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و گرمایش کره زمین نیز می‌باشد که قوانین تدوین شده در این رابطه دولت‌ها را مستلزم استفاده بهینه از منابع سوخت به‌ویژه سوخت‌های فسیلی می‌کند. لذا در نقشه راه پایایی اکثر کشورها استفاده بهینه همزمان از برق و حرارت گنجانده شده است.

انرژی باد به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای به‌صورت سناریوهای مختلف در سیستم قدرت کشورهای مختلف نفوذ پیدا کرده‌اند و در حال گسترش نیز می‌باشند. این نفوذ به‌صورت قرارگیری توربین‌ها در خشکی و در دریا صورت می‌گیرد. ماهیت متغیر و عدم قطعیت در توان تولیدی آن‌ها از معایب بزرگ این انرژی پاک و تجدیدپذیر می‌باشد که باعث می‌شود که نتوان توان تولیدی نیروگاه بادی را برای بهره‌برداری بازپخش نمود، که باعث ایجاد چالش‌هایی در زمینه قابلیت اطمینان و بهره‌برداری شبکه برق شده است. لذا استفاده حداکثری با متعادل نمودن اثر عدم قطعیت انرژی تجدیدپذیر باد در دستور کار نقشه‌راه پایایی کشورها قرار گرفته است.

یکی دیگر از گزینه‌های تولید برق انرژی هسته‌ای می‌باشد که با توجه به اقبال نه‌چندان خوب این نوع نیروگاه‌ها در سطح جهان به دلیل استفاده از منابع سوخت رادیواکتیو و اورانیوم و امکان تشعشع آن در هنگام بروز حوادث احتمالی، در نقشه‌راه سیستم قدرت می‌بایست محدود و در صورت امکان تولید برق این نوع نیروگاه‌ها کاهش یابد.

با بررسی نقشه‌راه‌های کشورهای مختلف به این نکته می‌توان استنتاج نمود که گسترش خطوط انتقال شبکه برای استفاده موثر از سیستم قدرت موردنیاز است. گسترش و افزایش ظرفیت خطوط انتقال با دیگر نقاط شبکه برق و سیستم‌های برق مجاور باعث تبادل توان با یکدیگر و افزایش قابلیت اطمینان هر دو طرف می‌شود که با داشتن مقدار رزرو و توان تولیدی کمتر می‌توانند تعادل بین تولید و بار مصرفی خود را برقرار نمایند.

نکته حائز اهمیت در تمامی نقشه‌راه‌های سیستم‌های قدرت در نظر گرفتن انتشار گازهای گلخانه‌ای و گرم‌شدن کره زمین است. برنامه بلندمدت در کشورها بدین صورت است که تولید برق از سوخت‌های فسیلی محدود و سوخت‌های ذغال سنگ را حذف و به‌جای آن از منابع انرژی نو و یا دیگر منابع انرژی که کربن کم تولید می‌کنند و دوستدار محیط‌زیست می‌باشند، استفاده نمایند. البته ورود انرژی‌های نو مثل انرژی باد و خورشید باعث بروز چالش‌های جدیدی از نقطه‌نظر قابلیت اطمینان سیستم قدرت می‌شود که می‌بایست تمهیدات لازم جهت متعادل نمودن آن اندیشیده شود. یکی از موارد عدم قطعیت، توان

تولیدی این منابع می‌باشد که با مدل‌های دقیق پیش‌بینی و نیز روش‌های نوین و بهینه بهره‌برداری و توزیع توان این منابع در کنار منابع ذخیره انرژی و نیروگاه‌های مرسوم تا حدی قابل‌حل می‌باشد و در نقشه‌راه پایایی شبکه برق کشورها در نظر گرفته می‌شود.

یکی دیگر از دغدغه‌های برنامه‌ریزی‌های نقشه‌راه در راستای کاهش گازهای گلخانه‌ای، استفاده از حمل‌ونقل با آلاینده‌گی کم مثل استفاده از خودروها و موتورسیکلت‌های الکتریکی در ناوگان حمل‌ونقل می‌باشد. همچنین استفاده از برنامه‌های جابه‌جایی بار به زمان‌های کم‌باری شبکه و مدیریت بار در سیستم قدرت می‌باشد که باعث هموارشدن منحنی بار روزانه و عدم استفاده از نیروگاه‌های مرسوم با سوخت فسیلی می‌شود. لذا برنامه پاسخ‌گویی بار علاوه بر ارتقا بازده بهره‌برداری شبکه، باعث بهبود وضعیت زیست‌محیطی و نیز قابلیت اطمینان سیستم قدرت می‌شود.

یکی دیگر از روش‌های موثر در بهبود بهره‌وری سیستم قدرت و ارتقا قابلیت اطمینان شبکه برق استفاده بهینه و پربازده از وسایل و ادوات موجود در شبکه به‌خصوص منابع تولید انرژی آن می‌باشد. در اکثر نقشه‌راه‌های سیستم قدرت کشورها از دید پایایی شبکه برنامه‌های ارتقا بازده با بودجه زیادی در دستور کار قرار گرفته است. برای این کار می‌بایست زیرساخت‌های کنترل و پایش سیستم قدرت بهبود و ساختار بندی شود. همچنین زیرساخت‌های مخابراتی جهت پایش بی‌درنگ جهت استفاده از برنامه‌های ارتقا بازده مثل برنامه پاسخ‌گویی بار می‌بایست تعبیه و سازمان‌دهی شود. هنگامی که اهداف و استراتژی‌های ارتقا بازده انرژی تدوین و برنامه‌ریزی می‌شود، این نکته حائز اهمیت است که این اهداف در راستای کاهش استفاده از منابع تولید اولیه انرژی قرار گیرد. برای مثال استفاده همزمان از انرژی برق و حرارت، علاوه بر بهبود بازدهی، استفاده از منابع اولیه انرژی (سوخت‌های فسیلی) را کاهش می‌دهد.

در کنار همه‌ی برنامه‌های نامبرده می‌بایست قوانین و مشوق‌های مناسبی جهت ورود سرمایه‌گذارهای خصوصی در راستای اهداف نقشه‌راه تدوین شود.

علاوه بر اقدامات و برنامه‌های سخت‌افزاری و تجهیزاتی، می‌بایست مدل‌ها و روش‌های تخمین، پیش‌بینی، محاسبات و ارزیابی سیستم قدرت به‌خصوص از نقطه‌نظر قابلیت اطمینان بهبود و توسعه یابند. بدین منظور اختصاص زمان و بودجه در نقشه‌راه پایایی سیستم قدرت به این زمینه نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین اصلاح و تدوین قوانین و استانداردهای مناسب در عرصه قابلیت اطمینان سیستم نیز به‌نوبه خود تاثیر مثبتی در این زمینه خواهد داشت.

از دیگر اقدامات مناسب و تاثیرگذار در قابلیت اطمینان سیستم، برنامه‌های بهینه تعمیر و نگهداری تجهیزات و ادوات موجود در سیستم قدرت می‌باشد که می‌بایست در نقشه‌راه پایایی سیستم قدرت گنجانده شود. تحقیقات و بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که وجود برنامه مدون اقتصادی می‌تواند نرخ خرابی قطعات را به‌صورتی که برای بهره‌بردار شبکه مقرون‌به‌صرفه باشد، کاهش داده و در کل قابلیت اطمینان سیستم را بهبود بخشد.

از دیگر فناوری‌های نوینی که می‌تواند کمک به‌سزایی در بهبود و ارتقا بهره‌وری سیستم قدرت داشته باشد، سیستم‌های اتوماسیون و شبکه‌های هوشمند در سطوح مختلف سیستم قدرت به‌خصوص شبکه توزیع می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد با استفاده از سیستم‌های اتوماسیون و خودترمیمی در شبکه توزیع و نیز سیستم‌های کنترل و پایش هوشمند، شاخص‌های قابلیت اطمینان به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بهبود می‌یابد، لذا در نظر گرفتن آن در نقشه‌راه پایایی حائز اهمیت می‌باشد.

در انتها این نکته لازم به ذکر است که می‌بایست بین هزینه و بودجه‌ای که برای برنامه بلندمدت در اختیار می‌باشد و تاثیرگذاری و الزام اجرای اقدامات بیان‌شده، مصالحه‌ای صورت گیرد و نقشه‌راه پایایی در راستای اهداف کلی صنعت برق و به فراخور شرایط کشور تدوین شود.

مراجع

- [1] R. Billinton, R. N. Allan, and R. N. Allan, Reliability evaluation of power systems vol. 2: Plenum press New York, 1984.
- [2] R. Billinton and R. Allan, "Reliability evaluation of engineering systems," Concepts and Techniques, 2nd Ed., 1992.
- [3] Available on http://en.wikipedia.org/wiki/Electricity_sector_of_the_United_States
- [4] Available online at <http://www.eia.gov/electricity/archive/primer/>
- [5] American Public Power Association "Annual Directory and Statistical Report", 2014, Available online at "[www/publicpower.org](http://www.publicpower.org)"
- [6] New York State Energy Planning Board, "New Yourk State Transmission and Distribution Systems Reliability Study", August 2012.
- [7] Available online at www.nerc.com
- [8] Available at http://www.eia.gov/electricity/annual/html/epa_04_03.html
- [9] Available at <http://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=427&t=3>
- [10] Available at <http://www.eia.gov/electricity/>
- [11] Available at <http://www.eia.gov/countries/country-data.cfm?fips=US#elec>
- [12] Available at <http://energy.gov/oe/services>
- [13] Available at <http://www.ferc.com>
- [14] Available at <http://www.nerc.com/pa/Stand/Pages/Default.aspx>
- [15] Available at <http://www.nerc.com/pa/Stand/Pages/ReliabilityStandards.aspx>
- [16] Available at <http://www.nerc.com/comm/SC/Pages/default.aspx>
- [17] Available at <http://www.nerc.com/pa/Stand/Pages/AllReliabilityStandards.aspx?jurisdiction=United%20States>
- [18] Available at <http://www.nerc.com/pa/RAPA/Pages/default.aspx>
- [19] Available at <http://www.nerc.com/pa/RAPA/ra/Pages/default.aspx>
- [20] Available at http://www.nerc.com/docs/pc/ /SRI_Equation _2011.pdf
- [21] Available at http://www.nerc.com/docs/ /index_team/SDI_Whitepaper.pdf
- [22] Available at http://www.nerc.com/docs /Mar_2012_OCPC/EDI_Whitepaper.pdf
- [23] Available at <http://www.nerc.com/pa/RAPA/gads/Pages/default.aspx>
- [24] Available at <http://www.nerc.com/pa/rrm/Pages/Default.aspx>
- [25] Accommodating high levels of variable, Special Report, NERC, April 2009

- [26] Available at <http://www.nerc.com/pa/Train/Pages/default.aspx>
- [27] Available at www.epri.com
- [28] Hydropower Reliability Study, EPRI, 1984
- [29] Design of High-Reliability Gas Turbine Controls and Accessories, EPRI, 1988
- [30] Standard Equipment Coding for Reporting Gas Turbine Reliability, EPRI, 1995
- [31] Impact of Natural Gas Market Conditions on Fuel Flexibility Needs for Existing and New Power Generation, EPRI, 2002
- [32] Reliability Assessment of the Coronado Generating Station, EPRI, 2003
- [33] Risk Based Management of Power Plant Equipment, EPRI, 2002
- [34] Steam Turbine and Generator Designs for Combined-Cycle Applications, EPRI, 2003
- [35] Engineering Assessment of Condenser Deaeration Retrofits for Cycling Fossil Plants, EPRI, 1988
- [36] Assessment Methods and Operating Tools for Grid Reliability, EPRI, 2001
- [37] Predictive Maintenance Guidelines for Combustion Turbine Fleets and Combined-Cycle Plants, EPRI, 2002
- [38] Effect of Operating Considerations on Reliability Indices Used for Generation Planning, EPRI, 1979
- [39] Guidelines and Specifications for High-Reliability Fossil Power Plants, EPRI, 2011
- [40] Reliability and Availability Assessment of Selected Domestic Combined-Cycle Power-Generating Plants, EPRI, 1982
- [41] Distributed Renewable Energy Generation Impacts on Microgrid Operation and Reliability, EPRI, 2002
- [42] Guideline for Reliability Assessment and Reliability Planning – Evaluation of Tools for Reliability Planning, EPRI, 2006
- [43] Nuclear Maintenance Applications Center, EPRI, 2006
- [44] Introduction to Simplified Generation Risk Assessment Modeling, EPRI, 2004
- [45] Impact of Operating Factors on Boiler Availability, EPRI, 2000
- [46] Program on Technology Innovation Integration of Degradation Predictions on Generation Risk Assessment, EPRI, 2010
- [47] Comparison of Qualitative and Quantitative (Generation Risk Assessment) Equipment Reliability Assessment Technique, EPRI, 2006
- [48] Transmission Projects: At A Glance, Prepared by: Edison Electric Institute MARCH 2013

- [49] A Standard Approach to Ecological Impact Assessment of High Voltage Transmission Projects, eirgrid, 2009.
- [50] National Transmission Grid Study, DOE, 2002
- [51] Electricity Regulation In the US: A Guide, RAP, 2011
- [52] Modernizing America's Electric Grid Solutions for Transmission, Storage, Distribution & Resilience For consideration during the 2014 Quadrennial Energy Review
- [53] Reliability of the U.S. Electricity System: Recent Trends and Current Issues Prepared for the Assistant Secretary for Energy Efficiency and Renewable Energy U.S. Department of Energy, 2001.
- [54] Electric Power Transmission: Background and Policy Issues Stan Mark Kaplan Specialist in Energy and Environmental Policy April 14, 2009.
- [55] Physical Security of the U.S. Power Grid: High-Voltage Transformer Substations Paul W. Parfomak Specialist in Energy and Infrastructure Policy June 17, 2014
- [56] Transmission System Reliability Performance Metrics Requirements Technica Update, December 2003
- [57] Enhancing the Transmission Network and System Operations, DOE, 2011
- [58] International Review of Transmission Reliability Standards, KEMA, 2011
- [59] Review of the national framework for transmission reliability, 1 November 2013
- [60] Reliability concepts, NERC, 2011
- [61] Available online at "<http://www.eia.gov/electricity/archive/primer/>"
- [62] American Public Power Association "Annual Directory and Statistical Report", 2014, Available online at "[www/publicpower.org](http://www.publicpower.org)"
- [63] New York State Energy Planning Board, "New Yourk State Transmission and Distribution Systems Reliability Study", August 2012
- [64] Available online at www.nerc.com
- [65] NERC Annual Report "2011 Risk Assessment of Reliability Performance", 2011
- [66] Electric Power Research Institute, "Reliability of Electric Utility Distribution Systems", 2000
- [67] Serena Hesmondhalgh, William Zarakas, Toby Brown, "Approaches to setting electric distribution reliability standards and outcomes", The brattle group, Jan. 2012

- [68] IEEE 346-1973, IEEE Standard Definitions in Power Operations Terminology Including Terms for Reporting and Analyzing Outages of Electrical Transmission and Distribution Facilities and Interruptions to Customer Services
- [69] New York State Department of State, New York Codes, Rules and Regulations, 2014
- [70] State of New York, Department of Public Service, 2013 Electric Reliability Performance Report
- [71] New York State Energy Plan Board, "New York State Transmission and Distribution Systems Reliability Study", 2012
- [72] Department of Energy and Climate Change, "Smart Metering Implementation Programme-Second Annual Report on the Roll-out of Smart Meters", 2013
- [73] T. A. Short, "Distribution Reliability and Power Quality," EPRI Solutions, Inc. Schenectady, NY, Taylor & Francis Group, 2006.
- [74] Long Island Power Authority, "Transmission & Distribution Planning Criteria & Guidelines", Electric Resource Plan 2010 – 2020
- [75] Los Angeles Dept. of Water and Power, "Power Reliability Program Summary", 2008
- [76] By Stephen R. Laskey, "Implementing Electrical Preventive Maintenance — A Guide for Business and Industry," available in: <http://www.nyserda.ny.gov/>
- [77] Available at <http://www.electricity.ca/industry-issues/economic/reliability.php>
- [78] Reliability Oversight in Canada ,Ontario Energy Board ,2012
- [79] <http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=CA>
- [80] Available at Available at <http://www.neb.gc.ca/clf>
- [81] Available at <http://www.cea.com>
- [82] Available at <http://link.springer.com/chapter/page-2>
- [83] The Integrated North American Electricity Market: Energy Security, CEA, 2007
- [84] Smart Investment to Power Future, CEA, 2013
- [85] Available at http://www.ieso.com /marketReports/ORO_Report-2006-1-2.pdf
- [86] Available at <https://www.npcc.org/IESO%202012%20Comprehensive20Adequacy%20%28clean%20version%20for%20RCC%29.pdf>
- [87] Quantitative Assessment of Long Term Resource Adequacy in Alberta, AESO
- [88] Canada – A Global Leader in Renewable Energy, Energy and Mines Ministers' Conference, 2013

- [89] Available at <http://www.newswire.ca/en/story/1316221/wind-energy-contributes-to-improvement-of-ontario-s-electricity-grid-stability-and-reliability>
- [90] Available at <http://www.nadc.gov.ab.ca/Docs/electric-generation.pdf>- Electric Power Generation Options
- [91] http://www.nawindpower.com/issues/NAW1302/FEAT_05_How_Alberta.html
- [92] Electricity regulation in the UK: overview, Association of counsel, 2014
- [93] Available at <http://www.electricity-guide.org.uk/regulators.html>
- [94] Assessment of electricity generation adequacy in European countries, CEER, 2014
- [95] "Reliability Assurance Initiative_Risk-Based Compliance Monitoring and Enforcement Program Visual Overview in Canada".
- [96] "A Compendium of Electric Reliability Frameworks Across Canada", National Energy Board, 2004.
- [97] "Reporting of Electric Reliability Information by Canadian Entities", National Energy Board, 2007.
- [98] "The Canadian Smart Grid Road Map", CCC/IEC Task Force on Smart Grid Technology and Standards, 2012.
- [99] Final Report on the August 14, 2003 Blackout in the United States and Canada: Causes and Recommendations, 2014.
- [100] Ontario Energy Board, "Annual Report 2012-2013", 2013
- [101] Ontario Energy Board, "Distribution System Code", Last revised on 2014
- [102] FortisAlberta, "Annual Information Form", 2014
- [103] Alberta Utility Commission, "Performance-based regulation for Alberta Brochure", 2012
- [104] AUC, Rule 002, "Service Quality and Reliability Performance Monitoring and Reporting for Owners of Electric Distribution Systems and for Gas Distributors", Last Amendment on 2013
- [105] <http://www.nera.com/index.htm>
- [106] Ontario Energy Board, "Report of the Board-Renewed Regulatory Framework for Electricity Distributors: A Performance-Based Approach", 2012
- [107] Ontario Energy Board, "Report of the Board, Performance Measurement for Electricity Distributors: A Scorecard Approach", 2014
- [108] Ontario Energy Board, "Electricity Reporting & Record Keeping Requirements, 2014

- [109] Ontario Energy Board, Chief Regulatory Auditor, "Review of Asset Management Practices in the Ontario Electricity Distribution Sector", 2009
- [110] Pacific Economics Group Research, LLC, "Service Reliability Standards in Ontario: Analysis of Options", 2013
- [111] Pacific Economics Group Research, LLC, Customer-Specific Reliability Metrics: A Jurisdictional Survey, 2013
- [112] Alberta Utilities Commission, "Alberta Smart Grid Inquiry", 2011
- [113] <http://metronews.ca/news/ottawa/725155/ontario-energy-minister-announces-phase-two-of-smart-grid-funding>
- [114] Ontario Ministry of Energy Smart Grid Fund Guidelines, 2013
- [115] Ontario Energy Board, " Report of the Board -Supplemental Report on Smart Grid", 2013
- [116] Hydro One "Approach to Smart Grid-A Presentation to the OEB's Smart Grid Advisory Committee",2013
- [117] Electricity Market Review: Planning Criteria and Reliability Standard, Energy Advisory Committee, 2002
- [118] Electricity transmission network reliability incentive schemes, Ofgem, 2004
- [119] Available at <http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=UK>
- [120] Electricity Market Reform Delivery Plan, DECC, 2013
- [121] Electricity Capacity Assessment Report, Ofgem, 2013
- [122] Available at <http://www.edfenergy.com/energyfuture/the-energy-gap-reliability-of-supply>
- [123] Wind power and the UK wind source, Environmental change institute, University of Oxford, 2005
- [124] Available at <http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=AS>
- [125] Electricity Generation State of the energy market ,, 2009
- [126] IEA Key stats, 2010, pages 13
- [127] Ofgem, "Price controls", 2013
- [128] Department of Energy and Climate Change and Office of Gas and Electricity Markets, "Statutory Security of Supply Report", ۲۰۱۳
- [129] Ofgem, "Electricity transmission network reliabilityincentive schemes", ۲۰۰۴
- [130] P. Fox-Penner, D. Harris, and S. Hesmondhalgh, "A Trip to RIIIO in your Future", 2013
- [131] Kema, Summary Report prepared for the Australian Energy Market Commission Reliability Panel, "International Review ofTransmission Reliability Standards", 2008

- [132] NationalGrid, "RIIO-T1, Detailed Plan", 2011
- [133] Department of Energy and Climate Change and Office of Gas and Electricity Markets, "Our Electricity Transmission Network: A Vision for 2020, 2012
- [134] <https://www.ofgem.gov.uk/network-regulation-%E2%80%93riio-model/network-innovation/electricity-network-innovation-competition>
- [135] The Energy Generation & Supply KTN/TWI (EG&S KTN/TWI) and the UK Energy Research Centre (UKERC), UK Smart Grid Capabilities Development Programme, 2011
- [136] Serena Hesmondhalgh, William Zarakas, Toby Brown, "Approaches to setting electric distribution reliability standards and outcomes", The brattle group, Jan. 2012
- [137] Ofgem, Electricity Distribution Price Control Revenue Reporting: Regulatory Instructions and Guidance - Version 4
- [138] Ofgem, Distribution Price Control Cost and Revenue Reporting - Regulatory Instructions and Guidance: Version 3.1& Supply KTN/TWI (EG&S KTN/TWI) and the UK Energy Research Centre (UKERC)
- [139] Department of Energy and Climate Change, "Smart Metering Implementation Programme- Second Annual Report on the Roll-out of Smart Meters", 2013
- [140] Department of Energy and Climate Change and Ofgem, " Smart Grid Vision and Routemap", 2014
- [141] Smart Grid Projects in Europe – Lessons Learned and Current Developments: http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/documents/ld-na-25815-en-n_final_online_version_april_15_smart_grid_projects_in_europe_lessons_learned_and_current_developments_-2012_update.pdf.
<https://www.aer.gov.au/node/2345>
- [142] David L Schwartz, "The Energy Regulation and Markets Review", Law Business Research Ltd., 2012
- [143] <http://australia.gov.au/about-australia/our-government/state-and-territory-government#Territorygovernment>
- [144] <http://www.scer.gov.au/about-us/>
- [145] <http://www.aemc.gov.au/About-Us/About-the-AEMC/Our-role>
- [146] <http://www.aemc.gov.au/About-Us/Panels-committies/Reliability-panel>
- [147] Australian Government, Productivity Commission, Productivity Commission Inquiry Report Volume 1, "Electricity Network Regulatory Frameworks", No. 62, 9 April 2013

- [148] <http://www.aer.gov.au/about-us>
- [149] http://www.esaa.com.au/policy/australian_electricity_markets_1_1_1
- [150] Utilities Commission Annual Report, 2012-13
- [151] Independent Market Operator, "Wholesale Electricity Market Design Summary", 2012
- [152] Economic Regulation Authority, Western Australia, "2012/2013 Annual Report"
- [153] Economic Regulation Authority, Western Australia, "2013 Wholesale Electricity Market Report to the Minister for Energy"
- [154] <http://www.aeri.unsw.edu.au/information-about/aeri/research>
- [155] <http://www.utas.edu.au/centre-for-renewable-energy-and-power-systems/about-creps>
- [156] <http://www.utas.edu.au/centre-for-renewable-energy-and-power-systems/programs-and-projects>
- [157] <http://www.vu.edu.au/research/research-focus-areas-expertise/college-based-research/engineering-science-research/smart-energy>
- [158] <http://sydney.edu.au/engineering/electrical/power/research.html>
- [159] IEA/OECD, 2006 T23, 2007 T25, 2008 T26, 2009 T25 and 2010 T49.
- [160] Available at <http://www.eia.gov/countries/country-data.cfm?fips=NL>
- [161] Australian Government, Productivity Commission, "Electricity Network Regulatory Frameworks Inquiry Report", 2013
- [162] Australian Energy Market Operator, "Integrating Renewable Energy – Wind Integration Studies Report", 2013
- [163] Australian Energy Market Operator, "National Transmission Network Development Plan For the National Electricity Market", 2013
- [164] Australian Energy Market Operator, "Victorian Reliability Support – Project Assessment Conclusions Report", 2012
- [165] <http://aemc.gov.au/getattachment/866644ad-ef50-4cef-b3f5-5654cadd2cdd/SCER-terms-of-reference.aspx>
- [166] Serena Hesmondhalgh, William Zarakas, Toby Brown, "Approaches to setting electric distribution reliability standards and outcomes", The brattle group, Jan. 2012
- [167] Australian Government, Productivity Commission, Productivity Commission Inquiry Report Volume 2, "Electricity Network Regulatory Frameworks", No. 62, 9 April 2013
- [168] Australian Energy Market Commission, Issues Paper- National Workstream, "Review of distribution reliability outcomes and standards", 2012

- [169] Australian Energy Market Commission, Final Report, "Review of the national framework for distribution reliability", 2013
- [170] Australian Energy Market Commission, Draft Report, "Distribution Reliability Measures", 2014
- [171] SP AusNet, "Distribution System Planning Report, 2013-2017", 2013
- [172] Energex, "Distribution System Planning Report 2013-2017", 2013
- [173] European Commission, "Energy Markets in the European Union in 2012" Available http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/doc/20121217_energy_market_2011_lr_en.pdf
- [174] European Commission, Energy Policy, "Netherlands-Internal Market Fact Sheet", http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/factsheets/market/market_nl_en.pdf
- [174] David L. Schwartz, "The Energy Regulation and Markets Review-Netherlands", Law Business Research Ltd., 2014
- [175] <https://www.ecn.nl/about-ecn/>
- [176] <http://www.dnvgl.com>
- [177] <http://www.tue.nl/en/university/departments/electrical-engineering/research/research-programs/electrical-energy-systems-ees/research/projects/intelligent-power-grids/iop-emvt/>
- [178] <http://www.dnvkema.com/innovations/projects/Smartgrid/Intelligent-distribution-station.aspx>
- [179] Data collection and reliability analysis of power plants in the Netherlands Nuclear Research & Consultancy Group NRG (formerly KEMA Nuclear), 2003
- [180] Significant improvements in power plant lifecycle performance achieved with well planned maintenance and operations, Wärtsilä article, 2012
- [181] IEA Key stats pages 25, 27, 52, 2010
- [182] Energy in Sweden 2010, Table 1: Emissions of carbon dioxide in total, 2007-2010
- [183] Data from Terna - Italian electric grid
- [184] EWEA pages tables 43-47, national plan 58, 2011
- [185] Authority for Consumers and Markets, "National Report on energy regulation in 2012", 2012
- [186] Council of European Energy Regulators, "5THCEER Benchmarking Report on The Quality of Electricity Supply 2011", 2011

- [187] IPA Energy and Water Consulting, "Netherlands Country Report, Innovative Electricity Markets to Incorporate Variable Production to IEA – Renewable Energy Technology Deployment", 2008
- [188] <http://www.tennet.eu/nl/index.php?id=316>
- [189] Instituto de Investigacion Tecnologica, "Ministerial Regulations in Relation to Quality Aspects of Electricity Grid and Gas Network", 2003
- [190] TenneT, "Vision2030", 2008
- [191] Serena Hesmondhalgh, William Zarakas, Toby Brown, "Approaches to setting electric distribution reliability standards and outcomes", The brattle group, Jan. 2012
- [192] <https://www.acm.nl/en/publications/publication/6375/NMa-imposes-fines-on-Dutch-network-operators-Westland-and-Delta/>
- [193] http://www.gl-group.com/en/powergeneration/SynerGEE_Electric_Reliability.php
- [194] Olivier Ongkiehong, SenterNovem, 2006, Electricity grids, Description of the state under the Dutch energy research program, EOS (EnergieOnderzoekStrategie)
- [195] Ministry of Economic Affairs, Agriculture and Innovation, Energy Report 2011
- [196] Enexis, 2009 Annual Report
- [197] Enexis, 2013 Annual Report
- [198] Allianderz, 2013 Annual Report
- [199] David L Schwartz, "The Energy Regulation and Markets Review", Law Business Research Ltd., 2012
- [200] <http://www.autorita.energia.it/it/inglese/about/presentazione.htm>
- [201] IEA publication, "Energy Policies of IEA Countries, Italy 2009 review"
- [202] Francesco Cariello, Market Department of Autorità per l'energia elettrica e il gas, "The Italian Capacity Market", 2008
- [203] <http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=T%2fFpyb9%2fBJc%3d&tabid=946>
- [204] <http://www.acquirenteunico.it/page/about-us>
- [205] http://www.autorita.energia.it/allegati/relaz_ann/12/C12_NR_Italy-EN.pdf
- [206] <http://www.enea.it/en/research-development/electrical-system-research>
- [207] http://setis.ec.europa.eu/energy-research/country/italy?qt-country_page=0#qt-country_page
- [208] Available at <http://www.eia.gov/countries/country-data.cfm?fips=IT>
- [209] Short- and long-term availability and reliability of electricity, Enel, 2010

- [210] Available at http://www.enel.com/en-GB/group/about_us/
- [211] The Energy Regulation and Markets Review ,Law Business Research, 2012
- [212] Available at http://www.fepec.or.jp/english/about_us/index.html
- [213] Getting the Deal Through Electricity Regulation, Japan, 2014
- [214] Available at <http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=JA>
- [215] L.Schiavo, R. Vailati, "The Italian Incentive Regulation for Improving the Continuity of Electricity Transmission", Autorità per l'energia elettrica e il gas
- [216] Terna S.p.A., "Annual Report", 2012
- [217] The Regulatory Authority for Electricity and Gas, "Annual Report to The International Agency for Cooperation Between National Energy Regulators and The European Commission on The Activities and Duties of The Italian Regulatory Authority For Electricity and Gas", 2013
- [218] Serena Hesmondhalgh, William Zarakas, Toby Brown, "Approaches to setting electric distribution reliability standards and outcomes", The brattle group, Jan. 2012
- [219] Council of European Energy Regulators, "Third Benchmarking Report on Quality of Electricity Supply", 2005
- [220] <http://www.rse-web.it/temi/sottotema/33?objId=6>
- [221] International Energy Agency, "Technology Roadmap for Smart Grid", 2011
- [222] Marco Massimiano, "Tariff regulation in Italy", Enel S.p.A, 2010
- [223] Euroelectric, "Active Distribution System Management", 2013
- [224] Electricity liberalization and reliability assurance, The Institute of Energy Economics, Japan, 2006
- [225] Japan's Grid Focus; Dealing with Nuclear Implosion, EnergyBiz Magazine, March/April 2013
- [226] Available at <http://www.kepco.co.jp/english>
- [227] Available at <http://criepi.denken.or.jp/en/electric/01e.pdf>
- [228] Available at <http://criepi.denken.or.jp/en/activities/project/index.html>
- [229] Available at <https://criepi.denken.or.jp/jp/nuclear>
- [230] Available at <http://criepi.denken.or.jp/en/>
- [231] Available at <http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=MY>
- [232] Grid Code and Transmission System Security and Reliability Standards, ASEAN Residential School in Power Engineering, UNITEN, Malaysia, 2007
- [233] The Federation of Electric Power Companies of Japan, "Electricity Review Japan", 2013

- [234] T. J. Hammons (2011). Power Generation and Transmission Expansion Planning Procedures in Asia: Market Environment and Investment Problems, Electricity Infrastructures in the Global Marketplace,(Ed.), ISBN: 978-953-307-155-8, InTech, DOI: 10.5772/37855. Available from: <http://www.intechopen.com/books/electricity-infrastructures-in-the-global-marketplace/power-generation-and-transmission-expansion-planning-procedures-in-asia-market-environment-and-inves>
- [234] Ministry of Economy, Trade and Industry, Electricity Market Reform Office Agency for Natural Resources and Energy (ANRE), "Electricity Market Reform in Japan", 2013
- [235] <http://www.escj.or.jp/english/activities/pdf/1.pdf>
- [236] Electric Power System Council of Japan, " The Rules of ESCJ", 2014
- [237] Central Research Institute of Electric Power Industry, "Diagnosis and Lifetime Evaluation of Power Apparatus", 2008
- [238] Central Research Institute of Electric Power Industry, "Recent Challenges in the Management of Aging Transmission Facilities in Japanese Electric Power Companies", 2010
- [239] Central Research Institute of Electric Power Industry, "Study and Implementation of State-of-the-art Internet Technologies for Power System Control", 2002
- [240] Kenichi Wada, "Electricity Liberalization and Reliability Assurance", The Japanese and U.S. Approaches through the Transitional Periods, Electric Power & Gas Industry Group, The Institute of Energy Economics, Japan
- [241] Nagahide Sato and Sadayuki Matsudaira, "Japan", Available Online at: https://www.jurists.co.jp/ja/publication/tractate/docs/ER2014_Japan.pdf
- [242] Electric Power System Council of Japan, "The Rules of ESCJ", 2014
- [243] Tokyo Electric Power Company (JICA Study Team), Koichi Hoshi, "Loss Reduction & Reliability Improvement in Distribution System", 2008
- [244] Tohoku Electric Power Co., Inc. (Japan), "Annual Report 2013", ,2013
- [245] Hokkaido Electric Power co. Inc. Annual Report 2013", 2013
- [246] "National Energy Policies and the Electricity Sector in Malaysia", Proceedings of ICEE 3rd International Conference on Energy and Environment, Dec. 2009
- [247] "National Energy Balance 2012", Malaysia Energy Commission, 2013
- [248] Available online at "<http://www.tnb.com.my/about-tnb/corporate-profile.html>"
- [249] "Transmission System Reliability Standard", Version 2, Edition 1, TENAGA NASIONAL BERHAD, 2006

- [250] "The Malaysian Grid Code", Malaysia Energy Commission, Jan 2013
- [251] PENINSULAR MALAYSIA ELECTRICITY SUPPLY INDUSTRY OUTLOOK ,Energy Commission, 2013
- [252] Renewable energy research in Malaysia ,Centre of Research UMPEDAC, 2009
- [253] Available at <http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=IN>
- [254] "TRANSMISSION SYSTEM RELIABILITY STANDARDS",Version 2.0Edition 1.0, TENAGA NASIONAL BERHAD, 2006
- [255] " Planning for Smart Grid in TNB System", IEEE Conference on Power and Energy,2010.
- [256] www.tnb.com. " THE MALAYSIAN GRID CODE.pdf" .
- [257] "Study on Grid Connected Electricity Baselines in Malaysia", CDM Energy Secretariat.
- [258] Study on Grid Connected Electricity Baselines in Malaysia, 2009, Malaysian Green Technology Corporation.
- [259] National Energy Balance 2009, Ministry of Energy, Green Technology and Water, Malaysia.
- [260] National Energy Balance 2010, Ministry of Energy, Green Technology and Water, Malaysia.
- [261] <http://gso.org.my/Grid-Code>.
- [262] <http://www.hapuasecretariat.org/doc2009/>
- [263] Energy Commission, "Energy Malaysia Spark of Efficiency", Volume 1, 2014
- [264] Energy Commission,, "Weighted Average Guaranteed Service Level-FY2014-FY2017", 2013
- [265] Energy Commission,, " Electricity Regulatory Implementation Tariff Guidelines", 2011
- [266] Univerisit Tenaga Nasional, "Projects of Power Engineering Center 2006-2008", 2008
- [267] Energy Commission, "Electricity Supply Industry in Malaysia Performance and Statistical Information" 2010
- [268] MohdYusofRakob,Tenaga Nasional Berhad, Malaysia, "Planning for Smart Grid in TNB System", 2010 IEEE Conference on Power and Energy Sunway Resort Hotel & Spa
- [269] Tenaga Nasional Berhad, "Annual Report-2013", 2013
- [270] Central Electricity Authority, Ministry of Power, Government of India,"Growth of Electricity Sector in India from 1947-2011". June 2011. Retrieved 20 February 2014.
- [271] Central Electricity Authority, Ministry of Power, Government of India, "Load Generation and Balance Report".. 2012.

- [272] <http://www.cdeep.iitb.ac.in/nptel/Electrical%20Engineering/Power%20System%20Operation%20and%20Control/downloads/lec-34.pdf>
- [273] <http://www.cea.nic.in/aboutus.html>
- [274] Ministry of Power, Government of India. "Formulation of National Electricity Policy". Retrieved 15 July 2010
- [275] <http://www.cercind.gov.in/Function.html>
- [276] Empowering growth, Economist Intelligence Unit, 2012
- [277] India's Electricity Generation Plans, Power Technology Market & Customer, 2011
- [278] ABB control system upgrade improves hydro plant reliability in India, ABB, 2010
- [279] Available at <http://us.practicallaw.com/0-523-5654?source=relatedcontent>
- [280] Available at <http://www.eia.gov/countries/country-data.cfm?fips=TU>
- [281] 10-year generation capacity projection, Turkish Electricity Transmission Corporation (2009 –2018), 2009
- [282] Renewable Energy & Environmental Technologies, Investment Support and Promotion Agency of Turkey, 2013
- [283] The contribution of renewable resources in meeting Turkey's energy-related challenges, ELSEVIER, 2010
- [284] Available at <http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=TU>
- [285] International Energy Agency, "Understanding Energy Challenges in India, Policies, Players and Issues", 2012
- [286] PowerGrid Corporation, "European Commission Workshop on 'Enhancing Indian Energy Security through reinforcement of transmission networks' – Background Note", 2013
- [287] Central Electricity Regulatory Commission, "Staff Paper on Transmission Planning Connectivity Long /Medium Term Open Access and Other Related Issues", 2014
- [288] Central Electricity Authority, "Report on Failure of 220KV and above Voltage Class Substation Equipment", 2013
- [289] Ministry of Power, Central Electricity Authority, "Report of The Enquiry Committee on Grid Disturbance In Northern Region on 30th July 2012 And in Northern, Eastern & North-Eastern Region", 2012
- [290] Central Electricity Authority, "Report of Standing Committee of Experts to Investigate Failure of Towers of DELHI Transco LTD, During May 2014", 2014

- [291] Power Grid Corporation of India Ltd, "Transmission Plan for Envisaged Renewable Capacity", 2012
- [292] Enquiry Committee of Central Electricity Authority, "Report of The Task Force on Power System Analysis under Contingencies", 2013
- [293] PowerGrid Corporation, "Annual Report", 2013-2014
- [294] <http://energycenter.knust.edu.gh/downloads/7/72280.pdf>
- [295] Balijepalli, VSK Murthy, S. A. Khaparde, and R. P. Gupta. "Towards Indian smart grids." TENCON 2009-2009 IEEE Region 10 Conference. IEEE, 2009.
- [296] http://www.cea.nic.in/reports/articles/god/nrce/mop_order.pdf
- [297] "Turkey Energy Overview", U.S. Energy Information Administration, April 2014
- [298] "Turkish Electricity Sector", Kerim Gokoz, GarantiSecurities Research, March 2012
- [299] Available online at www.cakmak.av.tr/articles/Power/Turkey_Power.pdf
- [300] "Energy and Natural Resources, Electricity Regulation in Turkey", Practical Low Company, 2013, Available online at "www.practicalow.com/energy-mjg"
- [301] "Turkish Power System Overview and Interconnection with Georgian Power System", TEIAS, 2013
- [302] 10-year generation capacity projection, Turkish Electricity Transmission Corporation (2009 –2018), 2009
- [303] Renewable Energy & Environmental Technologies, Investment Support and Promotion Agency of Turkey, 2013
- [304] The contribution of renewable resources in meeting Turkey's energy-related challenges, ELSEVIER, 2010
- [305] Available at <http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=TU>
- [306] ABB wins \$35 million power plant order in Turkey, ABB, 2012
- [307] International Energy Agency, "Energy Policies of IEA Countries", 2009
- [308] Turkish Electricity Transmission Corporation, "Standard Summary Project Fiche – IPA Decentralized National Programs", 2015
- [309] Budak Dilli, "Turkey Transmission Network Operation and Interconnections for Regional Markets", 2010
- [310] Energy Market Regulatory Authority, " Electricity Market Report", 2010
- [311] Electricity Market Regulation Authority, "Transmission System Supply Reliability and Quality Regulation", 2009

- [312] Turkish Electricity Transmission Corporation, Research Planning and Coordination Department, "Turkish Electrical Energy 10-Year Generation Capacity Projection (2009-2018)", 2009
- [313] Energy Institute HRVOJE POŽAR, Zagreb, Croatia, EKC, Belgrade, Serbia, "Transmission Network Investment Criteria", 2007
- [314] E. Inan and B. Alboyaki, "A Case Study of Turkish Transmission System For Voltage Dips", The Online Journal on Power and Energy Engineering , Vol. 1, No. 2, 2010
- [315] <http://www.guckalitesi.gen.tr/en/root>
- [316] Practical Low Company, "Practical Low, Multi-Jurisdictional Guide 2013, Energy and Natural Resources", 2013
- [317] ÇakmakAvukatlıkBürosu, " The New Electricity Market Law", 2013
- [318] Republic of Turkey Prime Ministry Privatization Administration, " Privatization of Turkey's Electricity Distribution Industry", 2013
- [319] EMRA, Tariff/Pricing Committee Meeting, "Electricity Tariff Structure in Turkey, 2003
- [320] "Saudi Arabia Energy Overview", U.S. Energy Information Administration, Feb. 2013
- [321] Available online http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_in_Saudi_Arabia#Electricity"
- [322] Available online at " <http://www.globaltrade.net/f/market-research/text/Saudi-Arabia/Energy-Coke-Oil-Gas-Electricity-Electrical-Power-Systems-in-Saudi-Arabia.html>"
- [323] "Saudi Electricity Company Annual Report", Saudi Electricity Company, 2012
- [324] "The Saudi Arabian Grid Code", National Grid Saudi Arabia, March 2014
- [325] Country Analysis Brief: Saudi Arabia, EIA, 2014
- [326] The Saudi Arabian Grid Code, SEC, 2007
- [327] Electricity Law, ECRA, 2005
- [328] Updated generation planning for the Saudi electricity sector ECRA , 2006
- [329] Muhammad Garwan, K.A.CARE, Sustainable Energy Mix for Saudi Arabia, 2013
- [330] Saudi Electricity Company to enhance power plant reliability, GE Measurement & Control, 2009
- [331] Alstom inaugurates Rabigh Workshop in Saudi Arabia to provide high-quality services for power plant equipment, Alstom, 2013
- [332] Sharif Moussa, Senior Trade & Investment Officer, British Trade Office, Sector Report, "Power", Saudi Arabia, 2010
- [333] Alstom, GCCIA Phase 1, 2013

[334] HAGIHARA Jun, "Saudi Arabia's Domestic Energy Situation and Policy: Focusing on Its Power Sector", Kyoto Bulletin of Islamic Area Studies, 6 (March 2013), pp. 107-135

[335] National Grid, "Saudi Electricity Company Restructuring Project", 2011

[336] Annual Report, National Grid, 2012

[337] Saudi Electricity Company, "The Saudi Arabian Grid Code", 2007

[338] Electricity & Cogeneration Regulatory Authority, "Activities & Achievements of the Authority in 2011", 2012

[339] Abdulaziz A. Al-Naim, "Reliability Assessment in Eastern Region of Saudi Arabia", Saudi Electricity Company Saudi Arabia, 2012

[340] Laith AL-BASSAM, "Tracking Transmission System Performance Within SAUDI Electricity Company (SEC) Network", 19th CIRED Conference on Electricity Distribution, 2007

[341] Abdulaziz A. Al-Naim, "Reliability Assessment in Eastern Region of Saudi Arabia", Saudi Electricity Company Saudi Arabia, 2012

[342] Press Release, ABB, 2014

[343] <http://www.us-sabc.org/files/public/PowerGen2012Presentation.pdf>

[344] Saudi Electricity Company, "The Saudi Arabian Distribution Code", 2008

[345] Electricity & Generation Regulatory Authority, "Activities & Achievements of the Authority in 2011", 2012

[346] R. Billinton, R. N. Allan, and R. N. Allan, Reliability evaluation of power systems vol. 2: Plenum press New York, 1984.

[۳۴۷] غفارزادگان، مهشید؛ پیمانخواه، صادق؛ «مقایسه تطبیقی رویکردهای متداول در ترسیم نقشه‌راه در

راهبردهای تکنولوژی»، پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت

[348] Phaal, Robert; Farrukh, Clare; Probert, David; Customizing Roadmapping, Science and Technology Research, April 2004.

[349] Phaal, Robert; Farrukh, Clare; Mitchell, Rick; Probert, David; Starting Up Roadmapping fast, Research and Technology Management, March & April 2003.

[۳۵۰] گزارش «متدولوژی تدوین نقشه‌راه شبکه هوشمند در شرکت‌های توزیع»، پژوهشگاه نیرو، گروه پژوهشی

کامپیوتر، شهریور ۱۳۹۲.

[351] Available online on www.nerc.com

[352] Julie Osborn and Cornelia Kawann, "Reliability of the U.S. Electricity System: Recent Trends and Current Issues", Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, August 2001.

[353] Julio Romero Agüero, Richard E. Brown, John Spare, Edmund Phillips, Le Xu and Jia Wang, "A Reliability Improvement Roadmap Based on a Predictive Model and Extrapolation Technique", Power Systems Conference and Exposition (PSCE 09), 2009.

[354] Ned Raynolds and Richard Cowart, "The Contribution of Energy Efficiency to the Reliability of the US Electric System", ASE White Paper. Washington, DC: Alliance to Save Energy, 2000.

[355] Reliability Aspects of Power Plants, Jacob Klimstra, 2009.

[356] Steven Nadel, Fred Gordon, and Chris Neme, "Using targeted energy efficiency programs to reduce peak electrical demand and address electric system reliability problems", American Council for an Energy-Efficient Economy, 2000.

[357] Dan York, and Marty Kushler, "ACEEE's 3rd National Scorecard on Utility and Public Benefits Energy Efficiency Programs: A National Review and Update of State-Level Activity", American Council for an Energy-Efficient Economy, 2005.

[358] Chi-Keung Woo, et al., "Costs of electricity deregulation", Energy 31.6 p.p. 747-768, 2006.

[359] L. Goel and R. Billinton, "Determination of reliability worth for distribution system planning", IEEE Transactions on Power Delivery 9.3, p.p. 1577-1583, 1994.

[360] Chris Marnay, F. Javier Rubio, and Afzal S. Siddiqui, "Shape of the microgrid", Lawrence Berkeley National Laboratory, 2000.

[361] Farrokh Albuyeh and Ziad Alaywan, "California ISO formation and implementation", Computer Applications in Power, IEEE, 12.4, p.p. 30-34, 1999.

[362] Paul Hirst, "Democracy and governance", Debating governance p.p. 13-35, 2000.

[363] Mark C. Eti, S. O. T. Ogaji, and S. D. Probert, "Reducing the cost of preventive maintenance (PM) through adopting a proactive reliability-focused culture", Applied energy 83.11 p.p. 1235-1248, 2006.

[364] Eric Hirst and Brendan Kirby, "Retail-load participation in competitive wholesale electricity markets", Washington, DC, USA: Edison Electric Institute, 2001.

[365] Research and Innovation Roadmap 2013-2022, European Electricity Grid Initiative (EEGI), January 2013.

[366] FP7 EC funded OPTIMATE project, available on: <http://www.optimize-platform.eu/>

[367] Juha Kännö, A short-term price forecast model for the Nordic electricity markets, Thesis submitted for examination for the degree of Master of Science in Technology, 2013

[368] Reinhard Madlener, Markus Kaufmann, Power exchange spot market trading in Europe: theoretical considerations and empirical evidence, European Community, 2002. (modelha)

[369] R. D. Tabors, "Lessons from the U.K. and Norway," IEEE Spectrum, Aug. 1996, pp. 45-46.

[370] S. Weinstein, "The Nordic energy market," Public Services International Research Unit (PSIRU), School of Computing and Mathematical Sciences, University of Greenwich, Jan. 2006.

[371] S. Thomas, "Electricity industry reforms in smaller EU countries: Experience from the Nordic region," Public Services International Research Unit (PSIRU), School of Computing and Mathematical Sciences, Oct. 2004.

[372] O. Gjerde, "The deregulated Nordic electricity market-10 years of experience," Transmission and Distribution Conference and Exhibition 2002: Asia Pacific. IEEE/PES, vol. 2, pp. 1473 – 1478, 2002.

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۴.....	مقدمه
۵.....	فصل اول: ادبیات تدوین چشم‌انداز.....
۵.....	۱-۱ چشم‌اندازپردازی.....
۶.....	۱-۱-۱ چشم‌انداز در مدل‌های تدوین راهبرد بنگاه.....
۶.....	۱-۱-۱-۱ مدل دیوید.....
۷.....	۱-۱-۱-۲ مدل پاتریک لوئیس.....
۷.....	۱-۱-۱-۳ مدل آلیسون.....
۷.....	۱-۱-۱-۴ مدل مک‌میلان.....
۸.....	۱-۱-۲ مطالعات تطبیقی چشم‌انداز در اسناد ملی فناوری‌های راهبردی.....
۸.....	۱-۱-۲-۱ مطالعه تطبیقی داخلی.....
۱۰.....	۱-۱-۲-۲ مطالعات تطبیقی خارجی.....
۱۱.....	۱-۱-۳ روش پیشنهادی ترسیم چشم‌انداز توسعه فناوری.....
۱۳.....	۱-۲ هدف‌گذاری کلان.....
۱۴.....	۱-۲-۱ هدف‌گذاری بنگاهی.....
۱۶.....	۱-۲-۲ مطالعات تطبیقی.....
۱۸.....	۱-۲-۳ روش پیشنهادی تبیین اهداف کلان توسعه فناوری.....
۲۱.....	فصل دوم: الزامات ایجادشده از منظر اسناد بالادستی در خصوص توسعه پایایی در شبکه برق ایران.....
۲۲.....	۲-۱ الزامات اسناد بالادستی.....
۲۶.....	فصل سوم: مختصری از مطالعات تطبیقی.....
۲۶.....	۳-۱ بررسی فعالیت‌های صورت‌گرفته در محور ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت.....
۲۷.....	۳-۱-۱ زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه.....
۲۸.....	۳-۱-۲ زیرمحور روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان.....
۲۸.....	۳-۱-۳ زیرمحور منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو.....
۲۸.....	۳-۱-۴ زیرمحور شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو.....
۲۹.....	۳-۱-۵ زیرمحور مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان.....
۲۹.....	۳-۱-۶ زیرمحور مطالعات قابلیت اطمینان در افق برنامه‌ریزی و بهره‌برداری.....

- ۲۹-۱-۳- زیرمجموعه کفایت منابع سوخت ۲۹
- ۲۹-۱-۳-۸- زیرمجموعه اطلاعات قابلیت اطمینان ۲۹
- ۳۰-۱-۳-۹- زیرمجموعه ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی ۳۰
- ۳۰-۲-۳- بررسی فعالیت‌های صورت‌گرفته در محور بهبود قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت ۳۰
- ۳۱-۲-۳-۱- زیرمجموعه مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری ۳۱
- ۳۱-۲-۳-۲- زیرمجموعه سیستم‌های کنترلی نظارتی SCADA و سیستم‌های اتوماسیون ۳۱
- ۳۲-۲-۳- زیرمجموعه مدیریت سمت تقاضا ۳۲
- ۳۲-۲-۳-۴- زیرمجموعه نصب تجهیزات مانیتورینگ و حفاظتی ۳۲
- ۳۳-۲-۳-۵- زیرمجموعه آموزش ۳۳
- ۳۳-۲-۳-۶- زیرمجموعه برنامه‌های اضطراری ۳۳
- ۳۳-۳-۳- بررسی فعالیت‌های صورت‌گرفته در محور مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان ۳۳
- ۳۴-۳-۳-۱- زیرمجموعه مدیریت و تنظیم قابلیت اطمینان ۳۴
- ۳۴-۳-۳-۲- زیرمجموعه استانداردهای قابلیت اطمینان ۳۴
- ۳۵-۳-۳-۳- زیرمجموعه سیاست‌های حفاظت از محیط زیست ۳۵
- فصل چهارم: نظرات متخصصان و خبرگان در ترسیم بیانیه اولیه چشم‌انداز توسعه پایایی در شبکه برق ۳۶
- ۳۸-۴-۴-۱- مهندس بهزاد ۳۸
- ۴۰-۴-۴-۲- دکتر رجایی مشهدی ۴۰
- ۴۱-۴-۴-۳- دکتر قاضی‌زاده ۴۱
- ۴۳-۴-۴-۴- مهندس مقیم‌زاده ۴۳
- ۴۴-۴-۴-۵- دکتر فراگوزلو ۴۴
- ۴۶-۴-۴-۶- مهندس راعی ۴۶
- ۴۷-۴-۴-۷- دکتر حقی فام ۴۷
- ۴۸-۴-۴-۸- مهندس مقیمی ۴۸
- ۴۸-۴-۴-۹- دکتر علیپور ۴۸
- فصل پنجم: جمع‌بندی و بیانیه چشم‌انداز توسعه پایایی در شبکه برق ایران ۵۰
- ۵۰-۵-۵-۱- جمع‌بندی نظرات خبرگان و اسناد بالادستی و بیانیه چشم‌انداز ۵۰
- ۵۷- نتیجه‌گیری ۵۷
- ۵۴- مراجع ۵۴

فهرست اشکال

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۱	شکل ۱-۱: روش شناسی چشم‌انداز پردازی
۲۰	شکل ۲-۱: روش تدوین اهداف کلان

فهرست جداول

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۲۱	جدول ۱-۲: خلاصه اسناد بالادستی توسعه پایایی در شبکه برق
۲۲	جدول ۲-۲: الزامات اسناد بالادستی توسعه پایایی در شبکه برق
۳۷	جدول ۱-۴: متخصصین و مدیران صنعت برق مورد مصاحبه جهت تعیین چشم‌انداز پایایی
۳۸	جدول ۲-۴: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط مهندس بهزاد در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی
۴۰	جدول ۳-۴: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط دکتر رجبی مشهدی در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی
۴۱	جدول ۴-۴: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط دکتر قاضی‌زاده در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی
۴۴	جدول ۵-۴: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط مهندس مقیم‌زاده در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی
۴۵	جدول ۶-۴: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط دکتر قراگوزلو در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی
۴۶	جدول ۷-۴: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط مهندس راعی در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی
۴۷	جدول ۸-۴: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط دکتر حقی‌فام در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی
۴۸	جدول ۹-۴: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط مهندس مقیمی در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی
۴۹	جدول ۱۰-۴: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط دکتر علیپور در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی

مقدمه

به منظور ترسیم آینده‌ای روشن برای توسعه پایایی در شبکه برق تحت شمول سند راهبردی و نقشه راه توسعه پایایی شبکه برق ایران، در این گزارش با استفاده از مفهوم چشم‌انداز و بررسی چشم‌انداز اسناد کشورهای پیشرو در حال توسعه در این زمینه، به ترسیم چشم‌انداز مطلوب و معقول پرداخته شده است. لذا پس از ارائه مرور ادبیات تدوین چشم‌انداز و اهداف کلان در فصل اول، در فصل‌های بعدی با استفاده از الگوهای اخذشده از مطالعات تطبیقی و نظرات خبرگان این حوزه و در راستای الزامات اخذشده از اسناد بالادستی برای این سند، به جمع‌بندی و تدوین چشم‌انداز توسعه پایایی در شبکه برق پرداخته شده است.

فصل اول: ادبیات تدوین چشم‌انداز

مقدمه

در این فصل با استفاده از مفهوم چشم‌اندازپردازی به شناسایی مدل‌های مختلف آن به عنوان بخشی از فرآیند تدوین راهبرد پرداخته می‌شود و همچنین نمونه‌هایی از بیانیه چشم‌اندازهای استفاده شده در اسناد ملی سایر کشورها و چشم‌انداز سائر صنایع کشور بررسی می‌شود. سپس با استفاده از بررسی این تعاریف و مطالعات تطبیقی ویژگی‌های چشم‌انداز توسعه فناوری در سطح ملی استخراج می‌گردد. در نهایت با توجه به مدل‌های مختلف چشم‌اندازپردازی مدل منتخب تدوین چشم‌انداز تعیین می‌گردد.

۱-۱ - چشم‌اندازپردازی

چشم‌انداز عبارت است از تصویر مطلوب (شفاف، واقعی، جذاب و قابل قبول) و آرمان قابل دستیابی در حوزه فناوری که در یک افق زمانی بلندمدت و متناسب با مبانی ارزشی جامعه تعیین می‌گردد. به عبارت دیگر چشم‌انداز، بیان صریح سرنوشتی است که فناوری به سوی آن حرکت می‌کند و تصویر آینده‌ای است که کشور در جستجوی خلق آن است.

بیانیه چشم‌انداز تصویری از وضعیت یک کشور است، زمانی که به اهداف و راهبردهای خود در یک بازه‌ی زمانی دست یافته باشد. این بیانیه به نحوی تنظیم می‌شود که چالش‌های راهبردی و هدف‌های تعیین شده کیفی در سند، ارتباط مستقیم و معناداری با یکدیگر داشته باشند؛ نیازهای جامعه را در حال و آینده، به عنوان هماهنگی بین جامعه و تصویر آینده در بیان کلمات و جملات یکسان نماید؛ و از کلمات و جملات آرمانی، قابل دسترس، ارزشی، مقدس و نهادینه برای عبارت‌پردازی سند استفاده نماید.

چشم‌انداز فناوری اگر به صورت دقیق، جامع و آینده‌نگرانه تعریف شده باشد، می‌تواند مسیر توسعه فناوری را هدفمند و جهت‌دار نماید و مانند چراغی در افق بلندمدت، فراروی کنش‌گران مختلف (دولت، صنعت، دانشگاه) قرار گیرد. آگاهی کامل سیاست‌گذاران به چشم‌انداز فناوری نیز می‌تواند آن‌ها را در اتخاذ تصمیمات کلیدی و سیاست‌های اثرگذار یاری دهد.

از منظر چشم‌انداز، اکثر مدل‌های تدوین راهبرد ملی دارای گام تدوین چشم‌انداز مشخص و صریح می‌باشند. لکن برخی مدل‌ها نیز وجود دارند که به صراحت به وجود چنین عنصری در برنامه‌ریزی راهبردی ملی اشاره نکرده ولی به تدوین اهداف بلندمدت پرداخته‌اند. ضرورت تدوین چشم‌انداز در اسناد ملی توسعه فناوری از این بابت است که تعهد، انگیزه، هیجان و انرژی را در میان کنش‌گران دخیل در توسعه فناوری افزایش داده و مقصدی را برای رسیدن ترسیم می‌نمایند. چشم‌انداز، یک رکن جهت‌ساز کلان، ساده، و قابل انتقال را ترسیم کرده تا راهنمای گام‌های مختلف انتخاب، اکتساب و سیاست‌گذاری فناوری باشد. در ادبیات مدیریت راهبردی، چشم‌انداز بر اساس مدل‌های مختلفی (به‌عنوان بخشی از فرایند تدوین راهبرد) تعریف شده است. اگرچه غالب این مدل‌ها برای تدوین راهبرد در سطح بنگاه طراحی شده‌اند، اما می‌توان نتایج حاصل از بررسی این تعاریف متفاوت را برای طراحی چشم‌انداز در سطح ملی استفاده نمود. برای این منظور، در زیر چهار نوع از مدل‌های تدوین راهبرد بنگاه که به تعریف چشم‌انداز پرداخته‌اند، و نیز چهار بیانیه چشم‌انداز استفاده شده در اسناد ملی دیگر کشورها بررسی می‌گردد. از بررسی این تعاریف و مطالعات تطبیقی، ویژگی‌های چشم‌انداز توسعه فناوری در سطح ملی استخراج می‌گردد.

۱-۱-۱- چشم‌انداز در مدل‌های تدوین راهبرد بنگاه

در این قسمت، به بررسی مدل‌های تدوین چشم‌انداز که در ادبیات بنگاهی توسعه پیدا کرده‌اند، پرداخته می‌شود. بررسی این مدل‌ها به کسب بینش نسبت به چگونگی چشم‌انداز پردازی در سطح ملی کمک می‌کند.

۱-۱-۱-۱- مدل دیوید

بر اساس این مدل، بیانیه چشم‌انداز در بنگاه‌ها بر اساس پاسخ به سؤال «ما چه می‌خواهیم بشویم و به کجا می‌خواهیم برسیم؟» توسعه داده می‌شود. بیانیه چشم‌انداز باید کوتاه و ترجیحا یک جمله باشد و از همه ذی‌نفعانی که ممکن است ورودی و اطلاعاتی برای تدوین آن در اختیار داشته باشند، استفاده شود. برای مثال، چشم‌انداز یک موسسه حسابداری مدیریت عبارت است از: «رهبری جهانی در آموزش، تاییدکننده و گواهی‌دهنده و اجرای حسابداری مدیریت و مالی».

بر اساس نظر دیوید، چشم‌انداز به‌عنوان یکی از فرایندهای ابتدایی در تدوین راهبرد، به‌عنوان ورودی‌های اولیه و عناصر بالادست در تمام قدم‌های این فرآیند نقش ایفا می‌نماید [۱]. تدوین چشم‌انداز نیز با بررسی محیط داخل و خارج و نیز با دریافت بازخورد از تمام مراحل برنامه‌ریزی راهبردی صورت می‌پذیرد.

۲-۱-۱-۱- مدل پاتریک لوئیس

چشم‌انداز به سوال «چه چیزی می‌خواهیم ایجاد کنیم» پاسخ می‌دهد و یک تصویر ایده‌آل، واحد و جذاب از آینده ترسیم می‌نماید. چشم‌انداز تصویر جذابی از وعده‌هایی است که شور و اشتیاق و هیجان را در افراد و هنگام کار القا و الهام می‌کند. به زبان ساده چشم‌انداز مشترک، یک تصویر شفاف و مورد تایید ذی‌نفعان می‌باشد که آینده را مشخص می‌کند. به‌منظور مشخص و روشن‌نمودن و نیز تعریف فردای جدید، چشم‌انداز ساختاری را که راهنمای تمام تصمیم‌گیری‌ها، برنامه‌ریزی‌ها و کارها باشد، فراهم می‌آورد. چشم‌انداز برای رسیدن به آینده‌ای که معمولاً کمی دورتر از دسترس می‌باشد، بر روی قوت‌های سازمانی و منابعی که باید توسعه بیابند، تمرکز می‌کند. چشم‌انداز یک نیروی محرک است که باعث یک تلاش و جستجوی بی‌پایان برای موفقیت و برتری می‌شود.

۳-۱-۱-۱- مدل آلیسون

در این مدل، چشم‌انداز تصویر راهنمای موفقیت است [۳]. بیانیه چشم‌انداز به سوال «موفقیت چگونه است و شبیه چیست؟» جواب می‌دهد. چشم‌انداز باید گروه‌ها را به مبارزه و چالش بطلبد تا قابلیت‌هایشان را گسترش دهند و به اهدافشان برسند. آلیسون در فرآیندی که برای مدیریت راهبردی طراحی نموده است، جایگاهی مشابه با دیوید برای تدوین ماموریت و چشم‌انداز قائل شده است. او معتقد است که پس از کسب آمادگی و حصول مقدمات اولیه برنامه‌ریزی، اولین گام در فرآیند اصلی تدوین استراتژی (به عنوان رکن جهت‌ساز) باید تدوین چشم‌انداز مطلوب و آرمان باشد. از نظر وی، بیانیه چشم‌انداز موثر باید هم چشم‌انداز داخل و هم چشم‌انداز خارجی را در نظر بگیرد. چشم‌انداز خارجی بر روی این که اگر بنگاه به اهدافش برسد، جهان چگونه بهبود می‌یابد، تغییر می‌کند و متفاوت می‌شود، تمرکز دارد. هنگامی که چشم‌انداز خارجی بیان نمود که بنگاه چگونه برنامه‌ای برای تغییر جهان دارد، چشم‌انداز داخلی تعیین می‌شود. در این مدل پیش‌نویس بیانیه چشم‌انداز با ایده‌ها و نگرشی که از بحث‌ها و گفتگوها بیرون می‌آید و نیز احساس و بینش مشترکی که از مسیر (جهت) و انگیزه ایجاد می‌شود، آغاز می‌گردد. تمامی ذی‌نفعان باید در طوفان فکری ابتدایی و نیز بعضی از گفتگوها حاضر باشند.

۴-۱-۱-۱- مدل مک‌میلان

چشم‌انداز، تصویر ذهنی قوی از آنچه که ما در آینده می‌خواهیم بشویم، می‌باشد. چشم‌انداز ریشه در واقعیت دارد اما روی آینده تمرکز می‌نماید. تدوین چشم‌انداز، فرآیندی شامل روشن نمودن ارزش‌ها، تمرکز بر روی مأموریت و گسترش افق با استفاده از بیانیه چشم‌انداز می‌باشد. تدوین چشم‌انداز، راه و روش‌های خلاقانه برای چالش‌های کسب و کار فراهم آورده و جرعه ارزیابی و یادگیری پیوسته در سازمان را به‌وجود می‌آورد.

از نظر وی دلایل تدوین چشم‌انداز سازمان عبارتند از: هماهنگی و متناسب کردن کار افراد مختلف، کمک به همه برای تصمیم‌گیری، ایجاد اصول و پایه‌ای برای برنامه‌ریزی کسب‌وکار، به چالش کشیدن اوضاع راحت و غیر ایده‌آل فعلی و ایجاد رفتارهای متجانس و موافق در افراد به‌صورت قابل توجه.

۲-۱-۱- مطالعات تطبیقی چشم‌انداز در اسناد ملی فناوری‌های راهبردی

در کنار بررسی مدل‌هایی که در به‌صورت تئوریک بر موضوع تدوین چشم‌انداز تمرکز داشتند، در این قسمت به چشم‌اندازهای موجود در اسناد راهبردی داخلی و خارجی پرداخته می‌شود. آشنایی با این بیانیه‌ها و نیز مؤلفه‌های موردتوجه در هر یک می‌تواند به تعیین ویژگی‌های چشم‌انداز توسعه یک فناوری در سطح ملی کمک نماید.

۱-۱-۲-۱- مطالعه تطبیقی داخلی

بررسی چشم‌اندازپردازی در اسناد ملی داخلی بخش اول از مطالعات تطبیقی هستند.

چشم‌انداز بخش انرژی باد

جمهوری اسلامی ایران پیش‌تاز در نصب و راه‌اندازی نیروگاه‌های بادی بومی و توسعه فناوری و کسب و کارهای دانش‌بنیان رقابت‌پذیر در منطقه، به‌طوری‌که در افق ۱۴۰۴ بتواند بر اساس شاخص‌های دستیابی به فناوری در این زمینه برترین کشور در منطقه قلمداد گردد.

چشم‌انداز فناوری نانو

برای تحقق چشم‌انداز بیست‌ساله جمهوری اسلامی ایران، جنبش نرم‌افزاری و بهبود سطح، کیفیت، و امنیت زندگی مردم، در افق ده‌ساله، جمهوری اسلامی ایران کشوری است توسعه یافته در فناوری نانو:

- با زیرساخت‌های بومی و پیشرفته و دارای سهم برتر منابع انسانی متخصص

- دارای تعاملات داخلی و بین‌المللی موثر و سازنده
- مولد ارزش افزوده‌ی اقتصادی حاصل از فناوری نانو
- دارای توان رقابت در سطح جهان

چشم‌انداز فناوری پیل سوختی

با اتکا به خداوند متعال و در راستای تحقق چشم‌انداز بیست ساله کشور و با تلاش نظام‌مند ذی‌نفعان این فناوری در یک دوره پانزده ساله، جمهوری اسلامی ایران بر مبنای شاخص‌های بین‌المللی توسعه فناوری، جزء پنج کشور توسعه‌یافته، توانمند و صاحب فناوری قاره آسیا و اولین کشور منطقه در زمینه طراحی، تولید، ارتقاء و به‌کارگیری فناوری پیل‌های سوختی راهبردی خواهد شد.

چشم‌انداز فناوری سلول‌های بنیادی

با الهام از اهداف سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ و در راستای ارتقای سطح زندگی و سلامت جامعه، ایران کشوری توسعه‌یافته در زمینه‌ی علم و فناوری سلول‌های بنیادی و زیرساخت‌های بومی، و دارای سهم موثر در تولید دانش و فناوری، توسعه سرمایه انسانی و فیزیکی، ایجاد ارزش افزوده، افزایش توان رقابت و تعامل در سطح جهانی خواهد بود.

چشم‌انداز فناوری اطلاعات

فناوری اطلاعات عامل پیشران در توسعه ملی دانش‌پایه، خلق‌کننده ارزش، فراهم‌کننده فرصت‌های امن و عادلانه برای همه ایرانیان؛ شکل‌دهنده مدیریت دانش و جامعه شبکه‌ای هوشمند متکی بر هویت ایرانی-اسلامی و کانون پیشرفته‌ی فناوری اطلاعات در منطقه جهت نیل به اهداف چشم‌انداز ۱۴۰۴ هجری شمسی است.

چشم‌انداز فناوری‌های زیستی

- ارتقای سطح علمی و دانش فنی زیست‌فناوری کشور و کسب سهم علمی شایسته در عرصه جهانی
- ارتقای سهم شایسته زیست‌فناوری در توسعه بخش کشاورزی، محیط زیست، بهداشت و درمان، صنعت و معدن
- کسب مقام پیشتازی در زیست‌فناوری در سطح منطقه
- بهبود کمی و کیفی فرآورده‌های کشاورزی اعم از گیاه، دام، و طیور برای رسیدن به خودکفایی نسبی

- همکاری با جامعه جهانی برای توسعه زیست‌فناوری در کشور و استفاده صلح‌آمیز از این فناوری نوین

۲-۱-۱-۲- مطالعات تطبیقی خارجی

قسمت دوم مطالعات تطبیقی، بررسی چشم‌انداز در تجارب سندنویسی سایر کشورها است.

چشم‌انداز فناوری نانو در آفریقای جنوبی

ساخت جامعه‌ای کامیاب که به دنبال بهره‌برداری از علم و فناوری برای دستیابی به منافع پایدار و برابر در میان اعضای خود است.

چشم‌انداز توسعه خودروهای الکتریکی در کانادا

تا سال ۲۰۱۸، ۵۰۰،۰۰۰ دستگاه خودروی الکتریکی در جاده‌های کانادا خواهد بود. این خودروها باید از لحاظ قطعات داخلی و ساخت و تولید، بومی باشند، حتی بیشتر از سایر وسایل نقلیه تولیدی کانادا در سال ۲۰۰۸.

چشم‌انداز فناوری پیل سوختی در ایالات متحده

دستیابی به آینده‌ای روشن برای ملت، که در آن انرژی حاصل از هیدروژن و فناوری پیل سوختی، نیرویی پاک، کافی، مطمئن، اقتصادی، و به عنوان جزء جدایی ناپذیری از تمام صنایع و بخش‌ها در کلیه مناطق کشور باشد.

چشم‌انداز انرژی هیدروژن و فناوری پیل سوختی در چین

در چشم‌انداز کشور چین، گذار به اقتصاد هیدروژنی در سه مرحله زیر صورت می‌گیرد:

- تحقیق و توسعه و پروژه‌های نمایشی (تا سال ۲۰۲۰): حمایت کامل دولت از تحقیق و توسعه در انرژی هیدروژن و

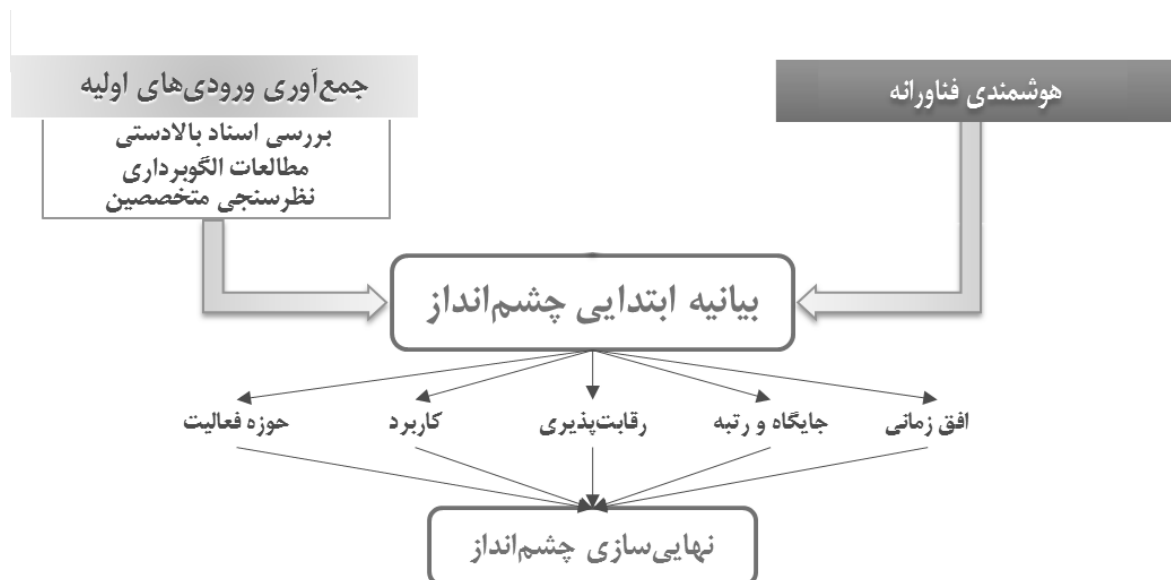
فناوری پیل سوختی

- ورود به بازار (۲۰۲۰-۲۰۵۰): دستیابی جامعه به انرژی هیدروژن و فناوری پیل سوختی به صورت کاربردی

▽ اقتصاد هیدروژنی (۲۰۵۰ و بعد): فراهم‌آوردن انرژی هیدروژن و فناوری پیل سوختی به صورت قابل رقابت با سایر

گونه‌های انرژی و موردقبول جامعه

۳-۱-۱- روش پیشنهادی ترسیم چشم‌انداز توسعه فناوری



شکل ۱-۱: روش شناسی چشم‌انداز پردازی

(۱) جمع‌آوری ورودی‌های لازم برای ترسیم چشم‌انداز

جمع‌آوری ورودی‌های لازم برای ترسیم چشم‌انداز از راه‌های زیر صورت می‌پذیرد:

بررسی اسناد بالادستی: پیش از شروع هر بحث دیگر تدوین چشم‌انداز، ضروری است تا با بررسی اسناد بالادستی، طرح‌ها و راهبردهای کلان تدوین‌شده در سطوح بالاتر، و اصول ارزشی توسعه فناوری موجود در جامعه، تصویری از بستر فعلی و نگاه‌های آینده پیرامون فناوری حاصل گردد. این تصویر در شکل‌دادن به مؤلفه‌های چشم‌انداز نقش مهمی بر عهده دارد.

- نظرسنجی کارشناسی: بیان یک نتیجه بر پایه یک مجموعه شواهد یا انتظارات از آینده که از اطلاعات و منطق افراد آشنا با موضوع موردنظر حاصل می‌شود، یکی دیگر از راه‌های تامین ورودی‌های لازم برای ترسیم افق چشم‌انداز است. اندیشه‌ها و تفکرات خبرگان حوزه فناوری از آینده پیش رو سهم قابل‌توجهی در ترسیم چشم‌انداز دارد.
- مطالعات الگوبرداری: استفاده از تجارب دیگر کشورها در زمینه توسعه فناوری‌های راهبردی روشی دیگر در ترسیم چشم‌انداز است. در این زمینه می‌توان از آینده‌های ترسیم‌شده در سایر کشورها، مانند هدف‌گذاری‌های بلندمدت، حوزه‌های کاربردی قابل تاکید و غیره برای تعیین افق چشم‌انداز داخلی بهره برد.

(۲) تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز

بیانیه اولیه چشم‌انداز توسط تحلیل‌گران و مشاوران تهیه می‌شود. در این مرحله بر مبنای ورودی‌های حاصل از مراحل قبل (هوشمندی فناورانه، اطلاعات اولیه و اصول ارزشی)، به ترسیم افق چشم‌انداز در چارچوب اصول ارزشی تدوین شده پرداخته می‌شود. با بررسی مدل‌های تدوین چشم‌انداز بنگاهی و نیز با بهره‌گیری از مطالعات تطبیقی تدوین چشم‌انداز، لازم است تا به مؤلفه‌های ضروری چشم‌انداز و نیز ویژگی‌های افق چشم‌انداز در سطح ملی توجه شود. بر این اساس، ویژگی‌های یک چشم‌انداز توسعه فناوری در سطح ملی به شرح زیر است:

- تدوین چشم‌انداز باید با بررسی محیط داخل و خارج و نیز با دریافت بازخورد از تمام مراحل برنامه‌ریزی راهبردی صورت گیرد.
- چشم‌انداز باید به تصویری شفاف و مورد تایید همه ذی‌نفعان منجر شود.
- چشم‌انداز باید در رسیدن به آینده‌ای که معمولاً کمی دورتر از دسترس می‌باشد، بر روی قوت‌ها و منابعی که باید توسعه بیابند، تمرکز کند.
- در تدوین چشم‌انداز هم باید بر چگونگی تغییر محیط در خارج (چشم‌انداز خارجی) و نیز تصویر مطلوب در محیط داخل (چشم‌انداز داخلی) تمرکز صورت پذیرد.
- همچنین، یک افق چشم‌انداز ملی باید دربرگیرنده مؤلفه‌های زیر باشد^۱:
- در نظرگیری بعد زمان و افق برنامه‌ریزی برای ایده‌آل‌های ذکر شده در بیانیه چشم‌انداز
- اشاره به جایگاه و رتبه عددی توانمندی فناورانه در منطقه و جهان
- ذکر اهداف بالادستی تعیین شده در اسناد قبلی
- در نظرگیری ملاحظات اصول ارزشی
- توجه به سطح رقابت‌پذیری فناوری تولیدی
- تعیین حوزه کاربرد فناوری منتخب
- اشاره به نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی حاصل از توسعه
- تعریف کلی حوزه فعالیت (طراحی، تولید و بکارگیری)

^۱ - یک بیانیه چشم‌انداز لزوماً دربرگیرنده تمام این مولفه‌ها نیست. این‌ها درحقیقت مجموعه مولفه‌هایی هستند که وجود بعضی از آن‌ها مانند افق چشم‌انداز در بیانیه ضروری و اشاره به بعضی دیگر مانند جایگاه فناوری اختیاری است.

۳) تایید و نهایی‌سازی بیانیه اولیه چشم‌انداز

چشم‌انداز تعریف‌شده توسط تحلیل‌گران و مشاوران در مرحله قبل باید برای نهایی‌شدن به تایید کمیته راهبری مسئول توسعه فناوری، متشکل از خبرگان صنعت، دولت و دانشگاه برسد. این تایید علاوه بر نمایش صحت آینده ترسیم‌شده، به همگراشدن نظرات خبرگان در مورد هریک از مؤلفه‌های آینده فناوری نیز منجر می‌شود.

۴) دریافت بازخورد از سایر مراحل

ترسیم چشم‌انداز باید در تعامل با گام‌های بعدی صورت پذیرد. به عبارت دیگر، چشم‌انداز تعریف‌شده در این بخش بدون دریافت بازخورد از سایر گام‌ها می‌تواند ماهیتی خارج از واقعیت و غیرعملیاتی داشته باشد. بنابراین در این گام لازم است تا چشم‌انداز اولیه تعریف‌شده با انجام هر گام (تعیین راهبردهای کلان، تحلیل عملکرد، و وضع سیاست‌ها) مورد بازنگری قرار گرفته و تغییرات لازم در مؤلفه‌های آن صورت پذیرد.

۲-۱- هدف‌گذاری کلان

یکی دیگر از گام‌های اساسی در تعیین جهت‌گیری‌های کلان، تدوین اهداف توسعه در راستای چشم‌انداز تعریف‌شده است. این هدف‌گذاری در سطح کلان به منظور شفاف‌نمودن مسیر نیل به چشم‌انداز انجام می‌گیرد. در حقیقت اهداف مذکور، پاسخگوی یک سوال اساسی است با عنوان "برای رسیدن به چشم‌انداز در افق زمانی تعیین‌شده، به چه مقاصدی باید دست یافت؟" با تعیین این اهداف در مسیر دستیابی به چشم‌انداز، کنش‌گران دخیل در نظام توسعه فناوری، اهداف بلندمدتی را دنبال می‌کنند و در نتیجه، برنامه‌ریزی‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و فعالیت‌های خود را بر اساس آن به صورت دقیق‌تر و با جزئیات بیشتر انجام می‌دهند.

در مدل پیشنهادی برای تدوین اسناد راهبردی توسعه فناوری، تدوین اهداف با دو رویکرد بالا به پایین و پایین به بالا صورت می‌پذیرد. رویکرد بالا به پایین، رویکردی هدف‌محور است که به دنبال ترسیم یک آینده مطلوب برای توسعه فناوری است. در طرف مقابل، رویکرد پایین به بالا نگاهی مسئله‌محور^۱ به توسعه فناوری دارد. با استفاده از این رویکرد ترکیبی، از یک طرف هم راستایی اهداف با چشم‌اندازهای کلان ملی و سایر ارکان جهت‌ساز بالادستی حفظ شده، و از طرف دیگر، تمام مسائل و مشکلات موجود در مسیر توسعه فناوری نیز مورد هدف تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند. در این بخش، فرایند تدوین اهداف

^۱ - Issue-based

کلان با نگاهی بالا به پایین صورت می‌گیرد. این اهداف در راستای چشم‌انداز و با تعریف حوزه‌های هدف مشخص می‌شوند. علاوه بر حوزه‌های هدف که بیان‌کننده ابعاد اهداف تعریف‌شده است، کیفیت آن‌ها نیز باید با مشخص نمودن ویژگی‌های اهداف معین شود. به‌منظور تعیین کردن حوزه‌ها و ویژگی‌های ضروری هدف، همانند تدوین چشم‌انداز، به بررسی هدف‌گذاری در سطح بنگاه، مطالعات تطبیقی داخلی و مطالعات تطبیقی خارجی پرداخته می‌شود.

۱-۲-۱- هدف‌گذاری بنگاهی

در منابع برنامه‌ریزی راهبردی در سطح بنگاه، مطالعات مختلفی با موضوعیت تدوین حوزه‌های اهداف تعیین‌شده است. در زیر به‌طور خلاصه به بررسی این مدل‌ها پرداخته می‌شود:

حوزه‌های اهداف در مدل کارت امتیازی متوازن^۱ [۴]

- منظر مالی (سودآوری، رشد درآمد، و افزایش بهره‌وری)
- منظر مشتری (تعیین مشتریان مخاطب، تعیین ارزش‌های پیشنهادی بنگاه با توجه به مشتریان)
- منظر فرآیندهای داخلی (روابط با تامین‌کنندگان، تصمیم‌گیری در مورد توسعه محصولات و خدمات جدید، خدمات پس از فروش، و مهندسی مجدد فرایندهای تولید)
- منظر یادگیری و رشد (رضایت کارکنان، فضای مناسب کاری، دسترسی به سیستم‌های اطلاعاتی لازم، برنامه‌های آموزش کارکنان)

حوزه‌های اهداف در مدل پیرس و رابینسون [۲]

توجه به مشتری، نوآوری، بهره‌وری، توجه به بخش مالی، منابع انسانی، لحاظ کردن محیط خارجی

حوزه‌های اهداف بر اساس مدل ترکیبی فیلیپس

- بازار (سعی در حفظ سهم بازار فعلی، افزایش صادرات)
- نوآوری (بالا بردن توان نوآوری و طراحی محصول)
- بهره‌وری (بهبود کیفیت محصولات تولیدی، افزایش بهره‌وری واحدهای تولیدی و خدماتی شرکت)
- منابع مالی (استفاده بهینه از منابع مالی شرکت و خارج از شرکت برای تامین اهداف بازار)

^۱ - به‌دلیل اهمیت و شهرت بیشتر این مدل در تدوین اهداف بنگاهی، توضیح کامل این مدل پیوست‌ها ارائه شده است.

- منابع انسانی (ایجاد انگیزه برای ارائه کار بهتر)
- مسئولیت‌های اجتماعی (حفظ محیط زیست و حفظ ایمنی و بهداشت محیط کار)
- منابع اولیه (تلاش برای تامین مواد اولیه موردنیاز از داخل کشور)

حوزه‌های اهداف بر اساس مدل دکتر اعرابی^۱

- سودآوری
- بهره‌وری (ساده‌سازی رویه‌ها و سیستم‌ها بر مبنای استانداردهای جهانی)
- موضع رقابتی (ارتقای نقش و جایگاه در اقتصاد ملی، توسعه همکاری‌های بین‌المللی و منطقه‌ای)
- پیشرفت کارکنان (سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی و ظرفیت‌سازی)
- روابط کارکنان
- رهبری فناورانه
- مسئولیت اجتماعی (جلب رضایت، اعتماد و مشارکت خدمت‌گیرندگان)

علاوه بر حوزه‌های هدف ذکرشده، ویژگی‌هایی نیز برای اهداف در سطح بنگاه نیز در ادبیات اشاره شده است. این ویژگی‌ها

عبارتند از:

- قابل کاربرد بودن؛
- قابل اندازه‌گیری بودن؛
- در نظر داشتن محدودیت منابع؛
- قابل دستیابی بودن؛
- مشخص بودن؛
- قابلیت انعطاف داشتن؛
- واقع‌گرایانه بودن؛
- قابل قبول بودن؛

^۱- این مدل در مورد تدوین استراتژی گمرک ایران مورد استفاده قرار گرفته است.

- و محدود به زمان بودن.

۲-۲-۱- مطالعات تطبیقی

در این قسمت، هدف رسیدن به تصویری از جنس اهداف کلان تبیین‌شده در اسناد ملی فناوری‌های راهبردی، مطالعه‌ی تطبیقی برای دو فناوری در داخل (نانو و پیل سوختی)، یک بخش در داخل (بخش انرژی باد) و نیز دو فناوری در خارج (نانو آفریقای جنوبی و پیل سوختی ایالات متحده) صورت می‌پذیرد.

اهداف کلان فناوری نانو در ایران

- دستیابی به سهم مناسبی از تجارت جهانی با استفاده از فناوری نانو
- ایجاد زمینه مناسب برای بهره‌مندی از مزایای فناوری نانو در جهت ارتقای کیفیت زندگی مردم
- نهادینه‌شدن توسعه پویا و پایدار علوم، فناوری، و صنعت نانو

اهداف کلان فناوری پیل سوختی در ایران

- طراحی، تولید و ارتقا فناوری پیل‌های سوختی راهبردی در بازارهای رقابتی داخل و خارج از کشور با رعایت اولویت‌های بازار تقاضا
- بسط و توسعه سرمایه‌گذاری در صنعت توسعه پیل‌های سوختی راهبردی و فناوری‌های کلیدی آن با تاکید بر نقش بخش خصوصی، تکیه بر مزیت‌های رقابتی، ایجاد اشتغال و رویکرد صادرات (تحریک طرف عرضه)
- ایجاد و گسترش ظرفیت‌های به‌کارگیری و بهره‌برداری از فناوری پیل سوختی راهبردی در داخل و خارج از کشور با ایجاد بهره‌گیری از سازوکارهایی مانند احتساب هزینه‌های واقعی انرژی، توسعه بازارهای ویژه در کشور، و وضع قوانین موردنیاز (تحریک طرف تقاضا)

اهداف کلان بخش انرژی باد ایران

- افزایش سهم نیروگاه‌های بادی متناسب با افزایش میزان نصب انواع نیروگاه‌ها در کشور با تامین حداقل ۲۴۵۰۰ مگاوات ظرفیت نصب‌شده در افق چشم‌انداز
- ارتقاء قابلیت اطمینان و امنیت شبکه انرژی از طریق توسعه انرژی بادی و ایجاد تنوع در سبد انرژی کشور

- بهبود وضعیت زیست‌محیطی کشور از طریق کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی
- افزایش توانمندی‌های فناورانه کشور در حوزه انرژی بادی با رویکرد صادرات فناوری و با تاکید بر توانمندسازی بخش خصوصی
- افزایش حجم سرمایه‌گذاری در توسعه کسب و کارهای دانش‌بنیان و توسعه دانش فنی توسط بخش خصوصی در راستای تولید ثروت

اهداف کلان فناوری نانو در آفریقای جنوبی

- © حمایت از تحقیقات بلندمدت در زمینه علوم نانو که منجر به فهم عمیقی از طراحی، ترکیب، خصوصیت، و مدل‌سازی از مواد نانو می‌گردد.
- حمایت از ساخت تجهیزات جدید و تازه به‌عنوان کاربردی از فناوری نانو در حوزه‌های مختلف
- توسعه منابع انسانی موردنیاز و زیرساخت‌های ضروری توسعه فناوری نانو
- تحریک و حمایت از توسعه در ماموریت‌های فناورانه جدید مانند مواد پیشرفته برای تولید پیشرفته و مواد پیشرفته برای فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات

اهداف کلان فناوری پیل سوختی در ایالات متحده

- تبدیل به‌موقع و کارای سیستم‌های انرژی ملی و ابقای پیشروی ایالات متحده در فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های نو
- ▽ حفظ تلاش‌های پویای ایالات متحده در علوم و مهندسی، به‌عنوان اساس موفقیت اقتصادی کشور، با پیشروی در حوزه‌های راهبردی
- بنیان نهادن یک چارچوب عملیاتی و سازگار شده که موفقیت ماموریت تدوین‌شده را حداکثر نماید با دربرداشتن آینده‌ی مطلوب تمام ذی‌نفعان

۳-۲-۱- روش پیشنهادی تبیین اهداف کلان توسعه فناوری

هدف‌گذاری در سطح کلان، با توجه به مقوله چشم‌انداز صورت می‌گیرد. نتایجی را که توسعه فناوری در یک دوره چندساله طی می‌کند، اهداف بلندمدت تعیین می‌کنند. روش پیشنهادی زیر می‌تواند برای تدوین اهداف کلان در توسعه فناوری مورد استفاده قرار گیرد.

۱) دریافت ورودی از نظرات خبرگان هم‌راستا با چشم‌انداز، اصول ارزشی و هوشمندی فناورانه

در ابتدا لازم است تا از نظرات خبرگان پیرامون اهداف کلان توسعه فناوری استفاده شود. این کار با برگزاری پنل‌های خبرگی و بحث گروهی میان متخصصین، در چارچوب نتایج حاصل از هوشمندی فناورانه (روندهای رشد و توسعه فناوری در آینده)، تاکید بر مؤلفه‌های موجود در چشم‌انداز، و در نظر داشتن اصول ارزشی صورت می‌گیرد. در مجموع می‌توان این‌طور بیان نمود که اهداف ترجمه چشم‌انداز در ابعاد مختلف هستند.

۲) تدوین اولیه اهداف کلان بر اساس اطلاعات ورودی

با توجه به نظرات جمع‌آوری شده متخصصین پیرامون اهداف کلان، در این مرحله لازم است تا تحلیل‌گران به پالایش این نتایج با در نظر داشتن دو محور حوزه‌های هدف و ویژگی‌های هدف بپردازند. به عبارت دیگر، تحلیل‌گران نظرات خبرگان را در حوزه‌های هدف دسته‌بندی نموده و با در نظر داشتن ویژگی‌های ضروری، آن‌ها را بازنویسی می‌کنند.

حوزه‌های اهداف به معرفی ابعادی می‌پردازند که لازم است تا به آن‌ها پرداخته شود. اگرچه این حوزه‌ها در هر مورد مطالعاتی، دارای تفاوت‌ها و دسته‌بندی‌های مختلفی می‌باشند، اما می‌توان یک حالت عمومی برای این حوزه‌ها ارائه نمود. این دسته‌بندی تنها به منظور سامان‌دهی ذهنی برنامه‌ریزان در تدوین اهداف اسناد راهبردی است و الزامی در پوشش همه‌جانبه آن‌ها در هر مورد مطالعاتی به وجود نمی‌آورد. به‌طور کلی چهار حوزه زیر را می‌توان به‌عنوان ابعاد ضروری تدوین اهداف کلان توسعه فناوری در سطح ملی در نظر داشت:

- موقعیت رقابتی: میزان موفقیت در تسلط نسبی بر بازار، درآمد کل، سهم بازار، سهم صادرات
- ظرفیت‌سازی: رشد و پیشرفت دانش فناوری، توسعه نیروی انسانی متخصص، بهره‌برداری و عملیاتی‌نمودن دانش به

فناوری

- مسئولیت اجتماعی: درنظرگیری مسایل زیست‌محیطی، بهبود سطح رفاه اجتماعی، بالابردن رشد اقتصادی، مشروعیت بخشی

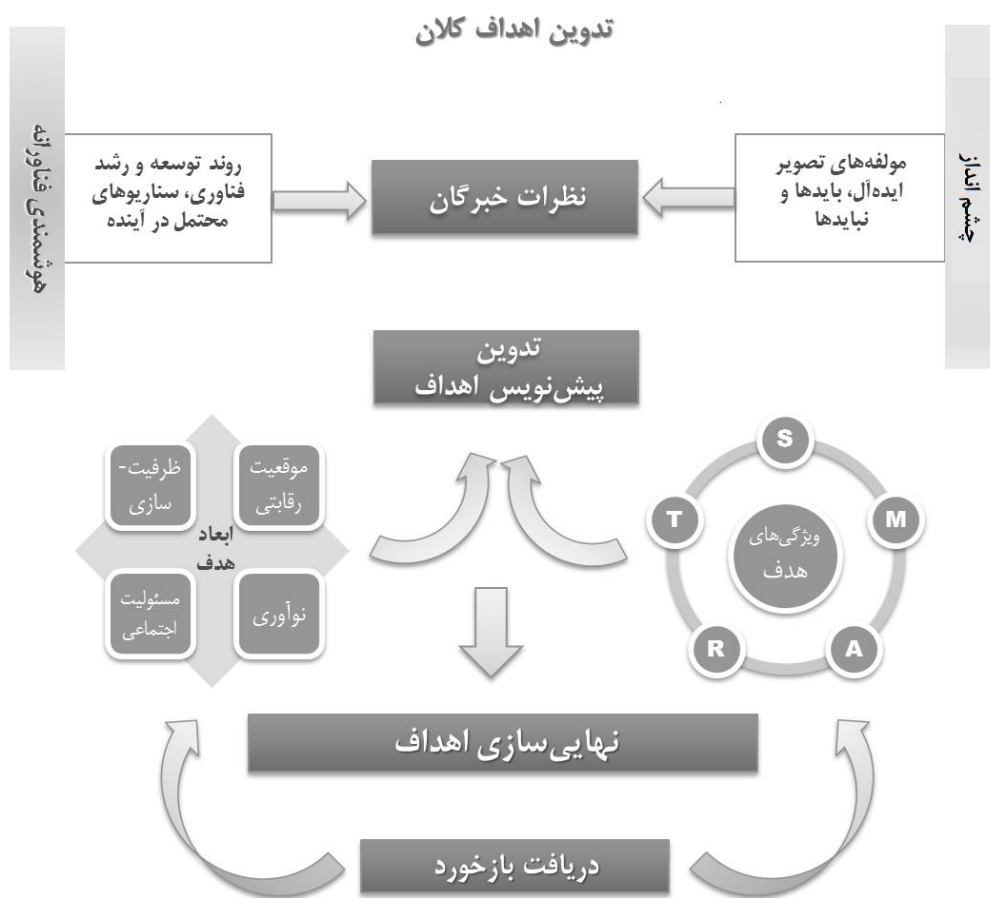
- نوآوری: بالابردن توان نوآوری و طراحی محصول و فرایند

۳) تایید و نهایی‌سازی اهداف کلان

اهداف کلان، راهنماهای توسعه در سایر مراحل خواهند بود. بنابراین، اهداف اولیه طراحی شده برای نهایی شدن نیازمند تایید دوباره افراد متخصص هستند. اجرای این مرحله به کاهش خطای ناشی از بازنویسی و پالایش اهداف توسط تحلیل‌گران کمک می‌کند.

۴) دریافت بازخورد

از آنجا که تدوین گام‌های مختلف سند در یک فرایند تعاملی به وقوع می‌پیوندد، اهداف کلان تدوین شده در بخش قبل ممکن است با تدوین گام‌های بعدی سند، دچار تغییر و اصلاح شوند. تدوین اهداف خرد (اهداف پایین-به-بالا) و دریافت تصویر واقعی‌تر از وضعیت موجود یکی از مهم‌ترین بازخوردهایی است که می‌تواند منجر به بازبینی در اهداف کلان شود. نمایش گرافیکی مراحل تدوین اهداف کلان را به‌طور خلاصه به نمایش می‌گذارد.



شکل ۱-۲: روش تدوین اهداف کلان

فصل دوم: الزامات ایجادشده از منظر اسناد بالادستی در

خصوص توسعه پایایی در شبکه برق ایران

مقدمه

در این فصل کلیه الزامات ایجادشده توسط اسناد بالادستی و قوانین مصوب کشور که مرتبط با "توسعه پایایی در شبکه برق ایران" است، مورد بررسی قرار می‌گیرد. این اسناد هم شامل اسنادی است که مربوط به سیاست‌های کلان و کلی کشور است و هم شامل اسنادی است که مستقیماً به صنعت برق مربوط هستند. به‌منظور شناسایی اسناد مرتبط با توسعه پایایی همان‌طور که در گزارش مرحله اول (گزارش مرزبندی سیستم) بیان شده است، در ابتدا با انجام جستجوهای گسترده اینترنتی به‌صورت حداکثری اسناد و قوانین مرتبط استخراج گردید و سپس با توجه به نظر کمیته راهبری، اسناد مرتبط با توسعه پایایی در شبکه برق شناسایی گردید. در این بخش خلاصه‌ای از این اسناد بیان شده است:

جدول ۱-۲: خلاصه اسناد بالادستی توسعه پایایی در شبکه برق

ردیف	قانون تصویب شده	مرجع صادرکننده	تاریخ تصویب
۱	قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران	شورای بازنگری قانون اساسی	۱۳۶۸
۲	سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ جمهوری اسلامی ایران	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۸۲
۳	قانون برنامه پنج‌ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۹
۴	سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۷۹
۵	سیاست‌های کلی نظام در بخش تشویق سرمایه‌گذاری	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۸۹
۶	سیاست‌های کلی نظام در خصوص اصل ۴۴ قانون اساسی	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۸۴
۷	سیاست‌های کلی نظام در خصوص اقتصاد مقاومتی	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۹۲
۸	سیاست‌های کلی نظام در بخش تولید ملی، حمایت از کار و سرمایه ایرانی	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۹۱
۹	سیاست‌های کلی نظام در خصوص اصلاح الگوی مصرف	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۸۹
۱۰	سیاست‌های کلی نظام در بخش پدافند غیرعامل	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۸۹

ردیف	قانون تصویب شده	مرجع صادرکننده	تاریخ تصویب
۱۱	سیاست‌های کلی نظام در بخش صنعت	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۹۱
۱۲	سیاست‌های کلی نظام در خصوص اشتغال	مقام معظم رهبری، مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۹۰
۱۳	سیاست‌های کلی نظام برای رشد و توسعه علمی و تحقیقاتی کشور در بخش آموزش عالی و مراکز تحقیقاتی	مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۸۳
۱۴	سیاست‌های کلی نظام برای رشد و توسعه فن‌آوری	مجمع تشخیص مصلحت نظام	۱۳۸۳
۱۵	سند تحول راهبردی علم و فن‌آوری کشور	وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری	۱۳۸۸
۱۶	نقشه جامع علمی کشور	شورای عالی انقلاب فرهنگی	۱۳۹۰
۱۷	برنامه راهبردی وزارت نیرو	وزارت نیرو	۱۳۹۰
۱۸	قانون هدفمندکردن یارانه‌ها	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۸
۱۹	قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی	مجلس شورای اسلامی	۱۳۹۰
۲۰	قانون حمایت از شرکت‌ها و موسسات دانش بنیان و تجاری سازی نوآوری‌ها و اختراعات	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۹
۲۱	نقشه غلطان فعالیت‌های شورای پایایی شبکه برق کشور	شورای پایایی شبکه برق کشور	۱۳۹۲

۱-۲- الزامات اسناد بالادستی

با توجه به مطالب فوق الزاماتی که در زمینه توسعه پایایی در شبکه برق می‌بایست در تدوین بیانیه چشم‌انداز در نظر گرفته شوند، در جدول ۲-۲ گردآوری شده است.

جدول ۲-۲: الزامات اسناد بالادستی توسعه پایایی در شبکه برق

ردیف	قانون تصویب شده	الزامات ایجاد شده
۱	قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران	<ul style="list-style-type: none"> براساس اصل چهارم و چهارم، نظام اقتصادی جمهوری اسلامی ایران بر پایه سه بخش دولتی و تعاونی و خصوصی استوار است. مالکیت در این سه بخش تا جایی که با اصول دیگر مطابق باشد و از محدوده قوانین اسلام خارج نشود و موجب رشد و توسعه اقتصادی شود و مایه زیان جامعه نباشد مورد حمایت قانون جمهوری اسلامی است.
۲	سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ جمهوری اسلامی ایران	<ul style="list-style-type: none"> دستیابی به جایگاه اول اقتصادی، علمی و فن‌آوری در سطح منطقه برخوردار از دانش پیشرفته، توانا در تولید علم و فن‌آوری، متکی بر سهم برتر منابع انسانی و سرمایه اجتماعی در تولید ملی گسترش پدافند غیرعامل
۳	قانون برنامه پنج‌ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران	<ul style="list-style-type: none"> قوانین با عنوان علم و فن‌آوری دستیابی به جایگاه دوم علمی در منطقه و توسعه فن‌آوری و حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان و گسترش حمایت‌های هدفمند مادی و معنوی از نخبگان بیان شده قوانین با عنوان اقتصادی

ردیف	قانون تصویب شده	الزامات ایجاد شده
		<ul style="list-style-type: none"> • بهینه‌سازی تولید و افزایش راندمان نیروگاه‌ها، کاهش اتلاف و توسعه تولید همزمان برق و حرارت • کاهش انتشار گازهای آلاینده در حوزه برق • توسعه کاربرد انرژی‌های پاک و افزایش سهم تولید این نوع انرژی‌ها در سبد تولید انرژی کشور
۴	سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی	<ul style="list-style-type: none"> • ایجاد تنوع در منابع انرژی کشور و استفاده از آن با رعایت مسائل زیست‌محیطی و تلاش برای افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر • تلاش برای کسب فن‌آوری و دانش فنی انرژی‌های نو و ایجاد نیروگاه‌ها از قبیل بادی و خورشیدی و پیل‌های سوختی و زمین‌گرمایی در کشور
۵	سیاست‌های کلی نظام در بخش تشویق سرمایه‌گذاری	<ul style="list-style-type: none"> • توجه به کسب دانش فنی، دسترسی به بازارهای بین‌المللی، رشد اقتصادی، توسعه اشتغال، ارتقاء مدیریتی و بهره‌وری در جذب سرمایه‌گذاری خارجی با اولویت سرمایه‌گذاری مستقیم و بلندمدت
۶	سیاست‌های کلی نظام در خصوص اصل ۴۴ قانون اساسی	<p>مجاز بودن موارد زیر ذکر شده است:</p> <ul style="list-style-type: none"> • سرمایه‌گذاری، مالکیت و مدیریت در زمینه "تامین نیرو، شامل تولید و واردات برق برای مصارف داخلی و صادرات" توسط بنگاه‌ها و نهادهای عمومی غیردولتی و بخش‌های تعاونی و خصوصی مجاز • واگذاری ۸۰٪ از سهام "بنگاه‌های تامین نیرو به استثنای شبکه‌های اصلی انتقال برق" به بخش‌های خصوصی • تخصیص درصدی از منابع واگذاری بنگاه‌ها جهت حوزه‌های نوین با فن‌آوری پیشرفته در راستای وظایف حاکمیتی
۷	سیاست‌های کلی نظام در خصوص اقتصاد مقاومتی	<ul style="list-style-type: none"> • دستیابی به رتبه اول اقتصاد دانش‌بنیان در منطقه • مقابله با ضربه‌پذیری درآمد حاصل از صادرات نفت و گاز • توسعه حوزه عمل مناطق آزاد اقتصادی کشور به منظور انتقال فن‌آوری‌های پیشرفته، گسترش و تسهیل تولید، صادرات کالا و خدمات و تامین نیازهای ضروری و منابع مالی از خارج
۸	سیاست‌های کلی نظام در بخش تولید ملی، حمایت از کار و سرمایه ایرانی	<ul style="list-style-type: none"> • هدایت و تقویت تحقیق و توسعه و نوآوری‌ها و زیربنای آن‌ها و بهره‌گیری از آن‌ها، با هدف ارتقاء کیفی و افزایش کمی تولید ملی، بالابردن درجه ساخت داخل تا محصول نهایی، حمایت از تجاری‌سازی فن‌آوری محصول و بهره‌گیری از جذب و انتقال دانش فنی و فن‌آوری‌های روز و ایجاد نظام ملی نوآوری • گسترش اقتصاد دانش‌بنیان با تاکید بر توسعه مؤلفه‌های اصلی آن، از جمله: زیرساخت‌های ارتباطی، زمینه‌های تسهیل تبدیل دستاوردهای پژوهش به فن‌آوری و گسترش کاربرد آن، حمایت قانونی از حقوق اشخاص حقیقی و حقوقی و مرتبط‌کردن بخش‌های علمی و پژوهشی با بخش‌های تولیدی کشور.
۹	سیاست‌های کلی نظام در خصوص اصلاح الگوی مصرف	<ul style="list-style-type: none"> • حداکثرسازی ارزش افزوده و منافع ناشی از سرمایه‌های انسانی، اجتماعی و مادی با تاکید بر اقتصاد دانش پایه • اولویت‌دادن به افزایش بهره‌وری در تولید، انتقال و مصرف انرژی در ایجاد ظرفیت‌های جدید تولید انرژی • تدوین برنامه ملی بهره‌وری انرژی و اعمال سیاست‌های تشویقی برای اجرای طرح‌های بهینه‌سازی مصرف و عرضه انرژی • افزایش بازدهی نیروگاه‌ها، متنوع‌سازی منابع تولید برق و افزایش سهم انرژی‌های

ردیف	قانون تصویب شده	الزامات ایجاد شده
		تجدیدپذیر <ul style="list-style-type: none"> گسترش تولید برق از نیروگاه‌های تولید پراکنده، کوچک مقیاس و پربازده برق
۱۰	سیاست‌های کلی نظام در بخش پدافند غیرعامل	<ul style="list-style-type: none"> حمایت لازم از توسعه فن‌آوری و صنایع مرتبط موردنیاز کشور در پدافند غیرعامل با تاکید بر طراحی و تولید داخلی
۱۱	سیاست‌های کلی نظام در بخش صنعت	<ul style="list-style-type: none"> ارتقاء سطح فن‌آوری صنایع کشور با گسترش تحقیق و توسعه، بهره‌گیری از مزیت‌های نسبی موجود و کشف و آفرینش مزیت‌های جدید نسبی و رقابتی
۱۲	سیاست‌های کلی نظام در خصوص اشتغال	<ul style="list-style-type: none"> ایجاد فرصت‌های شغلی پایدار با تاکید بر استفاده از توسعه فن‌آوری و اقتصاد دانش‌بنیان حمایت از تاسیس و توسعه صندوق‌های شراکت در سرمایه برای تجاری سازی ایده‌ها و پشتیبانی از شرکت‌های نوپا، کوچک و نوآور
۱۳	سیاست‌های کلی نظام برای رشد و توسعه علمی و تحقیقاتی کشور در بخش آموزش عالی و مراکز تحقیقاتی	<ul style="list-style-type: none"> تعیین اولویت‌ها در آموزش و پژوهش برای تامین نیازهای کشور و نیل به جایگاه اول علمی و فنی در منطقه تحکیم پیوند میان نظام آموزش عالی با زنجیره تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای، فن‌آوری و تولید
۱۴	سیاست‌های کلی نظام برای رشد و توسعه فن‌آوری	<ul style="list-style-type: none"> توسعه فن‌آوری با هدف ارتقاء جایگاه ایران در فن‌آوری جهانی، تولید دانش، کسب ثروت و افزایش قدرت ملی سیاست‌گذاری و تدوین برنامه‌های راهبردی و اصلاح ساختار نظام مدیریتی برای دستیابی به فن‌آوری‌های پیشرفته زیر نظر ریاست محترم جمهور افزایش توانمندی‌های فن‌آوری در کشور تقویت زیرساخت‌ها و ظرفیت‌های ملی فن‌آوری در کشور نوسازی صنایع و اصلاح و تکمیل ظرفیت‌های فن‌آوری موجود بر اساس بازنگری مداوم
۱۵	سند تحول راهبردی علم و فن‌آوری کشور	<ul style="list-style-type: none"> توانا در تولید، توسعه علم و فن‌آوری و نوآوری و به‌کارگیری دستاوردهای آن دستیابی به جایگاه اول علم و فن‌آوری در جهان اسلام و احراز جایگاه برجسته علمی و الهام‌بخشی در جهان
۱۶	نقشه جامع علمی کشور	<ul style="list-style-type: none"> توسعه سامانه هوشمند شبکه برق بهبود فضای کسب و کار، توسعه خصوصی‌سازی و گسترش مشارکت و ارتقاء توانمندی بخش‌های خصوصی و تعاونی در حوزه برق و انرژی ارتقاء سطح تحقیق و توسعه و فن‌آوری بخش برق و انرژی تعریف و اجرای پروژه‌های نمونه در زمینه انرژی‌های نو و تجدیدپذیر و تجاری‌سازی آن‌ها توسعه نرم‌افزارها و بانک‌های اطلاعاتی
۱۷	برنامه راهبردی وزارت نیرو	<ul style="list-style-type: none"> ایفای نقش مؤثر در نقشه‌راه فن‌آوری‌های جدید و انتقال و بومی‌سازی آن‌ها توسعه و تقویت مستمر سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مراکز آموزشی و تحقیقاتی صنعت آب و برق
۱۸	قانون هدفمندکردن یارانه‌ها	<ul style="list-style-type: none"> معادل شدن میانگین قیمت فروش داخلی برق با قیمت تمام‌شده آن تا پایان برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی الزام کاهش تلفات شبکه‌های انتقال و توزیع تا پایان برنامه پنجم توسعه به ۱۴٪

ردیف	قانون تصویب شده	الزامات ایجاد شده
۱۹	قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی	<ul style="list-style-type: none"> • نصب کنتورهای هوشمند مجهز به سیستم قرائت و کنترل هوشمند بار و امکانات فن‌آوری اطلاعاتی روزآمد برای همه متقاضیان جدید • حمایت از ارتقاء نظام تحقیق و توسعه درباره فن‌آوری‌های جدید از طریق تامین اعتبارات تحقیقاتی موردنیاز تا مرحله ساخت نمونه و تجاری‌سازی، توسط وزارتخانه‌های نفت و نیرو در قالب بودجه سنواتی
۲۰	قانون حمایت از شرکت‌ها و موسسات دانش‌بنیان و تجاری‌سازی نوآوری‌ها و اختراعات	<ul style="list-style-type: none"> • فهرستی از حمایت‌ها و تسهیلات قابل اعطاء به شرکت‌ها و موسسات دانش‌بنیان بیان شده
۲۱	نقشه غلطان فعالیت‌های شورای پایایی شبکه برق کشور	<ul style="list-style-type: none"> • با هدف افزایش هماهنگی و ارتقاء هم‌افزایی میان شورای پایایی شبکه برق کشور، کمیته‌ها، کارگروه‌ها و شوراهای پایایی منطقه‌ای و موسسات برق در انجام وظایف تهیه شد • در این سند پنج محور و برای هر محور تعدادی زیر محور ارائه شد <ul style="list-style-type: none"> ✓ ارزیابی پایایی و تحلیل حوادث عمده شبکه برق کشور ✓ بهبود چرخه اطلاعات پایایی و نظارت بر اجرای مقررات پایایی در صنعت برق کشور ✓ برنامه‌ریزی حفظ و تامین پایایی شبکه برق کشور ✓ تصویب و بازنگری مقررات ناظر بر مدیریت پایایی شبکه برق کشور

فصل سوم: مختصری از مطالعات تطبیقی

مقدمه

برای شناسایی و تبیین جهت‌گیری‌های بین‌المللی در زمینه توسعه پایایی در شبکه برق بایستی برنامه‌ها و اهداف کشورهای مختلف مورد بررسی قرار گیرند از آن جا که کشورهای ایالات متحده امریکا، کانادا، انگلیس، استرالیا، ژاپن، ایتالیا و هلند در زمینه توسعه این موضوع به عنوان کشورهای توسعه یافته تلقی می‌شوند، لذا اهداف و برنامه‌های این چند کشور مورد مطالعه قرار گرفت. از سوی دیگر کشورهای هند و مالزی به عنوان کشورهای در حال توسعه به صورت بسیار وسیع و گسترده در زمینه توسعه پایایی گام برداشته‌اند و لذا این کشور نیز در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین کشورهای ترکیه و عربستان به عنوان کشورهایی در رده ایران نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نتایج حاصل از این مطالعات در قالب گزارش مجزایی تحت عنوان "مطالعات تطبیقی فعالیت‌های پایایی در کشورهای مختلف و بررسی فعالیت‌های آتی پایایی" تدوین گردیده است. در این بخش به منظور ارزیابی توسعه پایایی در شبکه برق در میان کشورهای پیشرو و در حال توسعه، خلاصه‌ای از این مطالعات ارائه شده است.

۱-۳- بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در محور ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت

از مهمترین بخش‌های ساختار مطالعات قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت، قسمت انجام محاسبات، تجزیه و تحلیل عملکرد شبکه و المان‌های مختلف آن در شرایط کاری متفاوت می‌باشد. بر اساس مطالعات انجام شده، مهمترین فعالیت‌های صورت گرفته در سازمان‌ها و کشورهای مختلف در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان
- قابلیت اطمینان شبکه انتقال
- ارزیابی، مدلسازی و اطلاعات

- ارزیابی کفایت تولید
- سوخت واحدهای تولیدی
- مطالعه بر روی عمر و پیری تجهیزات
- مطالعات ریسک
- حفاظت و کنترل سیستم
- تکنولوژی‌های نو
- مسائل بهره‌برداری
- انرژی‌های نو
- بازار برق
- مانیتورینگ و نظارت بر شبکه
- شبکه هوشمند
- وابستگی به گاز طبیعی
- امنیت در فضای سایبری
- دسترس‌پذیری نیروگاه‌های هسته‌ای
- تجزیه و تحلیل اتفاقات
- توسعه و ساخت شبکه انتقال

۱-۱-۳- زیرمجموعه ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه

انجام ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه یکی از مهمترین فعالیت‌هایی است که جهت ارزیابی قابلیت اطمینان و امنیت شبکه قدرت، لازم و ضروری است. مطالعات پیری و تعیین عمر تجهیزات موجود در شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی مانند ژنراتورها، بویلرها، خطوط انتقال، فیدرهای شبکه توزیع، ترانسفورماتورهای موجود و غیره، نحوه مدلسازی این المان‌ها در محاسبات قابلیت اطمینان، استفاده از مدل‌های مارکوف و شبکه‌های بیزی بدین منظور، محاسبات نرخ خرابی و مدت زمان

تعمیر هر تجهیز ناشی از خطاهای احتمالی در شرایط آب و هوایی مختلف و به عبارت بهتر ارائه مدل قابلیت اطمینانی هر تجهیز از مهمترین فعالیتهای تحقیقاتی انجام‌شده در این زیرمجموعه می‌باشد.

۳-۱-۲- زیرمجموعه روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان

انجام فعالیتهای تحقیقاتی به منظور ارائه روش‌های جدید در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع، نحوه مدلسازی سیستم و ارائه شاخص‌های مختلف جهت سنجش عملکرد سیستم و همچنین انجام پروژه‌های اجرایی به منظور محاسبه شاخص‌های معرفی‌شده در هر حوزه جهت مقایسه عملکرد شرکت‌های بهره‌بردار از مهمترین فعالیتهای این زیرمجموعه می‌باشد.

۳-۱-۳- زیرمجموعه منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو

انجام فعالیتهای تحقیقاتی به منظور ارائه روش‌های جدید در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت با وجود منابع تولید پراکنده، نحوه مدلسازی این منابع و مسائل مربوط به عدم قطعیت توان خروجی آنها، مسئله جایابی بهینه این ادوات و بررسی تاثیر آنها در قابلیت اطمینان شبکه، نحوه اتصال این منابع از مهمترین حوزه فعالیتهای انجام‌شده در این زیرمجموعه به شمار می‌روند.

۳-۱-۴- زیرمجموعه شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو

انجام فعالیتهای تحقیقاتی به منظور ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت هوشمند، نقش هوشمندسازی در بهبود قابلیت اطمینان شبکه، میزان هوشمندی موردانتظار، استفاده از سیستم‌های چند عاملی، سیستم‌های اتوماسیون و هوشمندسازی ساختمان، نحوه مدلسازی تکنولوژی‌ها و ادوات جدید مانند انواع ذخیره‌سازهای انرژی، تکنولوژی‌های الکترونیک قدرت، خودروهای برقی و سیستم‌های انتقال داده و غیره در مساله قابلیت اطمینان، بررسی تاثیر و نقش آنها در بهبود قابلیت اطمینان شبکه و ارائه شاخص‌های جدید جهت ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های هوشمند از مهمترین حوزه‌های عملیاتی انجام‌شده در این زیرمجموعه به شمار می‌روند.

۵-۱-۳- زیرمجموعه مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان

انجام فعالیت‌های تحقیقاتی به‌منظور محاسبه هزینه‌های خاموشی انواع مشترکین مسکونی، تجاری، صنعتی و غیره، ارائه تکنیک‌های لازم بدین منظور، توسعه بانک‌های اطلاعاتی لازم، تعیین فاکتورهای موثر بر هزینه خاموشی، محاسبه تابع خرابی مشترکین و شاخص ارزش بار از دست رفته برای شبکه‌های قدرت و به عبارت بهتر مساله ارزش‌گذاری قابلیت اطمینان از مهمترین مسائلی است که در این زیرمجموعه انجام شده است.

۶-۱-۳- زیرمجموعه مطالعات قابلیت اطمینان در افق برنامه‌ریزی و بهره‌برداری

انجام فعالیت‌های تحقیقاتی به‌منظور توسعه شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی با در نظر گرفتن معیار قابلیت اطمینان شبکه، تعیین ظرفیت رزرو استاتیکی و دینامیکی لازم برای بهره‌برداری ایمن از شبکه قدرت با در نظر گرفتن این معیار و مسائل مربوط به بهره‌برداری از شبکه و حل مساله در مدار قرار گرفتن واحدهای تولیدی از مهمترین مسائلی است که در این زیرمجموعه صورت گرفته است.

۷-۱-۳- زیرمجموعه کفایت منابع سوخت

انجام فعالیت‌های تحقیقاتی به‌منظور ادغام در دسترس‌پذیری منابع سوخت با مدل‌های کفایت منابع تولید، ارزیابی ریسک‌های مرتبط با تامین سوخت لازم واحدهای تولیدی ناشی از عدم قطعیت‌های موجود در شرایط آب و هوایی هر منطقه و توسعه روش‌های نوین بدین منظور، بررسی تاثیر وابستگی شدید منابع تولید به سوخت گاز و محاسبه قابلیت اطمینان سیستم سوخت‌رسانی، حمل و نقل و عرضه سوخت از مهمترین مسائلی است که در این زیرمجموعه بدان پرداخته شده است.

۸-۱-۳- زیرمجموعه اطلاعات قابلیت اطمینان

انجام فعالیت‌های تحقیقاتی به‌منظور تهیه بانک‌های اطلاعاتی، استانداردهای لازم جهت جمع‌آوری نوع اطلاعات موردنیاز، توسعه نرم‌افزارهایی به‌منظور جمع‌آوری، نگهداری، کنترل اطلاعات، سیستم‌های ثبت حوادث، سیستم‌های GIS مربوط به مشترکین، مباحث مربوط به داده‌کاوی، خوشه‌بندی اطلاعات کسب شده بر اساس نوع حوادث و یا اثر آن، تحلیل اطلاعات خاموشی مشترکین و زیرساخت‌های موردنیاز برای جمع‌آوری اطلاعات تجهیزات، امنیت اطلاعات در فضای سایبری و غیره از مهمترین فعالیت‌هایی است که در این زیرمجموعه انجام شده است.

۹-۱-۳- زیرمجموعه ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی

انجام فعالیت‌های تحقیقاتی به‌منظور بررسی تاثیر قوانین و دستورالعمل‌های ایجادشده در شرایط بازار رقابتی بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت، تاثیر تشکیل بازار برق بر کارایی و قابلیت اطمینان نیروگاه‌ها از جمله نیروگاه‌های هسته‌ای، تاثیر بازیگران جدید در این عرصه بر حفظ امنیت شبکه و مدل‌سازی رفتار آنها بر قابلیت اطمینان شبکه، معرفی معیارهای جدید در سنجش امنیت شبکه، مکانیسم‌های کنترل‌های قابلیت اطمینان و امنیت شبکه در این شرایط، تاثیر رفتار تصادفی بازار بر قابلیت اطمینان سیستم و قیمت‌گذاری‌های مختلف بر اساس هزینه‌های فرصت از دست رفته در محیط رقابتی از مهمترین مسائلی است که در این زیرمجموعه صورت گرفته است.

۲-۳- بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در محور بهبود قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت

هدف از انجام مطالعات ارزیابی قابلیت اطمینان، اصلاح و بهینه‌سازی طرح‌های توسعه شبکه و تعیین نقاط ضعف شبکه موجود در جهت تداوم سرویس‌دهی به مشترکین می‌باشد. در واقع مطالعات انجام شده در محور ارزیابی، لازمه و پیش‌نیاز توسعه اقدامات موردنیاز جهت بهبود قابلیت اطمینان شبکه قدرت می‌باشد. بر اساس مطالعات انجام شده، مهمترین فعالیت‌های صورت گرفته در سازمان‌ها و کشورهای مختلف در زمینه بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- مدیریت دارایی
- پایش شبکه و وضعیت تجهیزات
- بازیابی خطا
- تعمیرات و نگهداری
- طرح‌های خروج بهینه
- مدیریت سمت مصرف
- پاسخ‌گویی بار
- سیستم‌های اتوماسیون
- مدیریت اتفاقات

- نصب تجهیزات مانیتورینگ
- نصب تجهیزات حفاظتی
- آموزش پرسنل
- جابجایی اکیپ اتفاقات
- برنامه‌های اضطراری
- خشکسالی، زمین‌لرزه و شرایط بد آب و هوایی
- سیستم‌های SCADA

۱-۲-۳- زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری

روش‌های بهینه‌سازی تعمیرات و نگهداری، سیستم‌های مدیریت اتفاقات، برنامه‌های تعمیر و نگهداری شامل تعمیرات اصلاحی، پیشگویانه و پیشگیرانه و به حالت‌های TBM، CBM و RCM، در فضای سنتی و تجدیدساختار یافته، مدیریت دارایی متاثر از روش‌های قیمت‌گذاری، تاثیر تعمیر و نگهداری سیستم در افزایش طول عمر، تعامل استراتژی‌های مدیریت دارایی با سیستم‌های IT، تنظیم خط مشی‌ها و تخصیص فعالیت‌ها و ارائه طرح‌های خروج بهینه از مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی این زیرمحور می‌باشند.

۲-۲-۳- زیرمحور سیستم‌های کنترلی نظارتی SCADA و سیستم‌های اتوماسیون

مطالعات امکان‌سنجی سیستم‌های اتوماسیون، بررسی انواع سیستم‌های اتوماسیون (شامل سیستم مانیتورینگ توزیع، سیستم جمع‌آوری اطلاعات و کنترل نظارتی توزیع، سیستم جمع‌آوری اطلاعات و کنترل خودکار توزیع و سیستم‌های اتوماسیون توزیع هوشمند)، نقش سیستم‌های ارتباطی و بسترهای مخابراتی مناسب، برنامه‌ریزی سیستم‌های اتوماسیون، نقش این سیستم‌ها در مدیریت انرژی و بهره‌برداری مناسب از شبکه، اجرای مناسب سیستم اتوماسیون در سطوح مختلف شبکه شامل اتوماسیون در سطح پست (شامل کنترل ولتاژ شینه، کنترل جریان شینه، کنترل جریان در ترانسفورماتورهای موازی پست، جبران‌سازی افت ولتاژ خط و بستن مجدد کلیدها به‌طور اتوماتیک)، در سطح مشترکین (شامل قرائت کنتور مشترکین و ...)، در سطح فیدر (شامل مانیتورینگ و کنترل دستگاه‌های قرارگرفته بر روی فیدرها)، اجرای سیستم‌های اتوماسیون به‌صورت دستی، نیمه اتوماتیک و کاملاً اتوماتیک، معماری‌های مختلف سیستم‌های اتوماسیون شامل ساختار نقطه به نقطه، پست

مرکزی و اتوماسیون متمرکز فیدر، تجهیزات شبکه اتوماسیون شامل مراکز کنترل، سیستم‌های SCADA توزیع، RTU و دیگر تجهیزات مخابراتی، تحلیل تماس‌های مشتریان، فرمان تعمیر و بازگرداندن سرویس، تخمین ناحیه قطع‌شده، برنامه زمان‌بندی قطعی، ارتباط با اتوماسیون توزیع، مدیریت قطعی، تعیین مکان قطعی، بازیابی توان، مدیریت پرسنل، مدیریت روش سویچینگ، نمایش پویای گرافیکی و محاسبات کیفیت توان مربوطه و استفاده از سیستم‌های خبره و فازی در این سیستم‌ها از مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی انجام‌شده در این زیرمجموعه می‌باشند.

۳-۲-۳- زیر محور مدیریت سمت تقاضا

پیاده‌سازی و امکان‌سنجی برنامه‌های مختلف مدیریت سمت مصرف، مدل‌سازی انواع برنامه‌های پاسخ‌گویی بار، پاسخ‌گویی بار بر مبنای قیمت (قیمت‌گذاری زمان مصرف، قیمت‌گذاری لحظه‌ای، قیمت‌گذاری پیک بحرانی)، پاسخ‌گویی بار بر مبنای تشویق (کنترل مستقیم بار، نرخ‌های قابل‌قطع/ قطع محدود، برنامه‌های پاسخ‌گویی بار اضطراری، برنامه‌های بازار ظرفیت، برنامه‌های مناقصه تقاضا/ خرید قبلی، برنامه‌های بازار خدمات جانبی)، تاثیر برنامه‌های سمت مصرف بر عملکرد شبکه و تغییر شاخص‌هایی مانند تلفات، قابلیت اطمینان و رضایت‌مندی مشترکین، بسترهای لازم برای پیاده‌سازی این برنامه‌ها، اولویت‌بندی این برنامه‌ها، فرهنگ‌سازی و بررسی رفتار مصرف‌کنندگان مختلف برای شرکت در این برنامه‌ها، هوشمندسازی شبکه‌های قدرت جهت پیاده‌سازی برنامه‌های پاسخ‌گویی بار، تعیین میزان حساسیت تقاضا، مباحث مربوط به مدیریت انرژی، ممیزی انرژی و کارایی انرژی، تجهیزات و تکنولوژی‌های تاثیرگذار (مانند ذخیره‌سازهای انرژی، خودروهای برقی، ریزشبکه‌ها، منابع تولید پراکنده و ...)، پتانسیل‌سنجی برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا، امکان‌سنجی این برنامه‌ها در فضای رقابتی و تجدیدساختاریافته و تاثیر این برنامه‌ها بر پروفایل بار از مهمترین فعالیت‌هایی است که در این زیرمجموعه انجام شده است.

۳-۲-۴- زیرمحور نصب تجهیزات مانیتورینگ و حفاظتی

مکان‌یابی بهینه کلیدها، برق‌گیرها، سکسیونرها و نقاط مانور، نصب ریکلوزرها، نشانگرهای خطا، انواع تکنولوژی‌های مورد استفاده و لازم در این ادوات، هماهنگی رله‌های حفاظتی، شیوه‌های نوین حفاظت در شبکه‌های قدرت مانند حفاظت‌های تطبیقی و حفاظت مبتنی بر سیستم‌های چندعامله، حفاظت‌های پشتیبان، مباحث مربوط به رویت‌پذیری و کنترل‌پذیری شبکه، تهیه نرم‌افزارهای موردنیاز در این حوزه، آشکارسازی خطاهای رخ‌داده در تجهیزات شبکه مانند ترانسفورماتورها و کابل‌ها و

مسائل مرتبط با هماهنگی حفاظتی موردنیاز بعد از ورود منابع تولید پراکنده از مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی انجام‌شده در این زیرمجموعه می‌باشند.

۵-۲-۳- زیرمجموعه آموزش

آموزش نخستین گام در ایجاد فرهنگ و کاربرد یک دانش و ابزار است. برگزاری دوره‌های مختلف آموزشی، سمینارها، کنفرانس‌ها و ارائه جایگاه مطالعات قابلیت اطمینان و مفاهیم آن، آموزش پرسنل در برخورد با خاموشی‌ها و غیره از مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی است که در این زیرمجموعه صورت گرفته است.

۶-۲-۳- زیرمجموعه برنامه‌های اضطراری

در مطالعات انجام‌شده در این حوزه به بررسی اقدامات مورد نیاز مانند آمادگی، بهبود و نحوه بازیابی در مواجهه با طوفان‌های سهمگین و شرایط آب‌وهوایی شبکه پرداخته می‌شود. بررسی چالش‌های پیش روی مالکان و بهره‌برداران شبکه قدرت در مواجهه با چنین حوادثی و مسائل اقتصادی مرتبط با خرابی و قطعی‌های ایجاد شده از دیگر فعالیت‌های انجام‌شده این زیرمجموعه می‌باشد.

۳-۳- بررسی فعالیت‌های صورت‌گرفته در محور مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت

اطمینان

بررسی استانداردهای مختلف موجود در حوزه قابلیت اطمینان شبکه قدرت و معرفی روش‌های مختلف تنظیم پایایی از مهمترین اهداف این محور می‌باشد. بر اساس مطالعات انجام‌شده، مهمترین فعالیت‌های صورت گرفته در سازمان‌ها و کشورهای مختلف در زمینه مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به‌صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- هماهنگی قابلیت اطمینان
- وضع قوانین و تدوین استانداردهای مرتبط
- نظارت بر رعایت استانداردهای وضع شده
- مسائل زیست‌محیطی

- بررسی چالش‌های پیش‌رو در حوزه پایایی
- مدیریت و تنظیم قابلیت اطمینان
- آنالیز و بررسی عملکرد سازمان‌های فعال

۱-۳-۳- زیرمحور مدیریت و تنظیم قابلیت اطمینان

در اینجا منظور از تنظیم^۱، فرآیندی است که طی آن سازمانی به نظارت و تدوین قوانین برای شرکت‌های تحت نظارت خود می‌پردازد. تنظیم می‌تواند در رفتار محدودیت ایجاد کند، تشویق‌های خوب یا بد در نظر گیرد و راه مداخلات سیاسی را تشخیص و کاهش می‌دهد. هماهنگی قابلیت اطمینان، تعیین مدل‌های عملکردی، روش‌های تنظیم قابلیت اطمینان شامل روش‌های مبتنی بر هزینه (هزینه خدمات و نرخ بازگشت سرمایه)، انگیزه‌ای و یا تشویقی و یا مبتنی بر عملکرد (سقف درآمد، سقف قیمت، یاردستیک، تعدیل جزئی هزینه و تعدیل جزئی نرخ بازگشت)، روش‌های مهندسی و یا تحلیل کارایی، نحوه پیاده‌سازی و زیرساخت‌های لازم برای آنها، بررسی تاثیر آنها بر عملکرد شرکت‌های برق و همچنین قابلیت اطمینان شبکه، روش‌های کاهش ریسک‌های مرتبط با قابلیت اطمینان مانند مباحث مرتبط با بیمه قابلیت اطمینان، حق بیمه، سطح پوشش، شناسایی ابزارهای موجود جهت تنظیم کیفیت توان مانند استانداردهای لازم، تعیین هدف و معیارهای لازم برای شرکت‌های برق، ارائه طرح‌های تشویقی قابلیت اطمینان، انتخاب شاخص‌های موردنیاز برای ارزیابی شرکت‌ها، انتخاب مقادیر هدف برای شاخص‌ها و انتخاب مدل انگیزشی مناسب برای دستیابی به مقادیر هدف‌گذاری شده از مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی انجام‌شده در این زیرمحور می‌باشند.

۲-۳-۳- زیرمحور استانداردهای قابلیت اطمینان

تدوین استانداردهای مختلف قابلیت اطمینان در زمینه‌های مختلفی مانند برنامه‌ریزی شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع، بهره‌برداری از شبکه‌های قدرت، فعالیت‌های تعمیر و نگهداری، مدل‌سازی، اطلاعات و ارزیابی، حفاظت تجهیزات و زیرساخت‌ها، ارتباطات و بسترهای مخابراتی، آمادگی و بهره‌برداری مطلوب در شرایط اضطراری، طراحی آرایش شبکه، اتصالات و کنترل سیستم و تدوین دستورالعمل‌های موردنیاز جهت سنجش و ارزیابی عملکرد سازمان‌ها و مراکز اثرگذار بر پایایی شبکه از مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی است که در این زیرمحور صورت گرفته است.

۳-۳-۳- زیرمجموعه سیاست‌های حفاظت از محیط زیست

یکی از مهمترین اولویتهای تحقیقاتی سازمان‌های فعال در حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت، سیاست‌گذاری در

زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش استفاده از انرژی‌های پاک می‌باشد.

فصل چهارم: نظرات متخصصان و خبرگان در ترسیم بیانیه

اولیه چشم‌انداز توسعه پایایی در شبکه برق

مقدمه

برای ترسیم بیانیه اولیه چشم‌انداز توسعه پایایی در شبکه برق، با یازده نفر از خبرگان این حوزه به صورت مجزا مصاحبه‌هایی به صورت پرسش و پاسخ برگزار شد و نظرات هر یک درباره سوالاتی که در زیر آورده شده اخذ گردید.

در ادامه نظرات هر یک از خبرگان درباره سوالات مطرح‌شده به اختصار بیان می‌گردد.

۱. برنامه‌های آتی برای توسعه پایایی در کشور از نظر شما چیست؟ چه برنامه‌های مدون شده و چه برنامه‌های غیر مدونی ممکن است در ذهن مدیران وجود داشته باشد؟

۲. با توجه به سیاست‌های کلان کشور در زمینه‌های مختلف و همچنین جهت‌گیری‌های کلان صنعت برق، توسعه پایایی را در راستای اجرای کدام سند بالادستی و همچنین در راستای دستیابی به کدام هدف عالی کشور می‌دانید؟

۳. مهمترین دلایلی که کشور را مجاب می‌کند در زمینه توسعه پایایی گام بردارد کدام است؟

۴. در برنامه‌های آتی برای توسعه پایایی، نقش توسعه دانش (توسعه روش‌ها و الگوریتم‌های مطالعات پایایی) را پررنگ‌تر می‌دانید یا نقش اجرای فعالیت‌ها (انجام فعالیت‌های پایه و اجرای صحیح آن‌ها)؟

۵. به نظر شما چه شاخص‌های کمی و کیفی در چشم‌انداز پایایی باید مورد توجه قرار گیرد؟

۶. در زمینه توسعه پایایی و با توجه به شاخص‌های تعریف شده بین‌المللی چه جایگاهی را برای ایران در بین کشورهای منطقه، کشورهای جهان اسلام و یا در همه کشورهای دنیا شایسته می‌بینید؟

۷. بنابر چشم‌انداز ۱۴۰۴، در زمینه توسعه فناوری‌ها ایران باید کشور اول منطقه باشد. توسعه پایایی می‌تواند در این زمینه

کمکی به دستیابی به این چشم‌انداز داشته باشد؟

۸. چنانچه ایران در زمینه پایایی طی ۱۰ سال آینده توانمندی خود را ارتقا دهد آیا بازاری را برای در اختیار قراردادن این توانمندی برای ایران در بین کشورهای همسایه و دیگر کشورها پیش‌بینی می‌نمایید؟ توان رقابت ایران در این زمینه را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

۹. چشم‌انداز پیشنهادی خود را در زمینه توسعه پایایی طی ده سال آینده در یک پاگراف تشریح نمایید.

متخصصان شبکه برق کشور که با هر یک به صورت مجزا مصاحباتی صورت گرفته است در جدول ۴-۱ به ترتیب حروف الفبا نشان داده شده است:

جدول ۴-۱: متخصصین و مدیران صنعت برق موردمصاحبه جهت تعیین چشم‌انداز پایایی

ردیف	نام مصاحبه‌شونده	سمت
۱	جناب آقای مهندس بهزاد	معاون سابق برق و انرژی وزارت نیرو
۲	جناب آقای دکتر حقی فام	عضو هیئت‌علمی دانشگاه تربیت مدرس و عضو شورای پایایی شبکه برق ایران
۳	جناب آقای مهندس راعی	مدیرکل دفتر برنامه‌ریزی شبکه توانیر و عضو شورای پایایی شبکه برق ایران
۴	جناب آقای دکتر رجبی مشهدی	معاونت راهبری شرکت مدیریت شبکه برق ایران و عضو شورای پایایی شبکه برق ایران
۵	جناب آقای دکتر علیپور	مدیرکل دفتر فنی و نظارت انتقال توانیر
۶	جناب آقای دکتر قاضی‌زاده	رئیس پژوهشگاه نیرو
۷	جناب آقای دکتر قراگزلو	معاون بازار برق مدیریت شبکه
۸	جناب آقای مهندس مقیم‌زاده	مدیر پشتیبانی بهره‌برداری و برنامه‌ریزی مدیریت شبکه
۹	جناب آقای مهندس مقیمی	مدیر دفتر نظارت بر توزیع توانیر

در ادامه خلاصه‌ای از نتایج مصاحبه با این متخصصین آورده شده است.

۱-۴- جناب آقای مهندس بهزاد

در این بخش نکات مطرح‌شده توسط جناب آقای مهندس بهزاد در مورد سوالات تعیین چشم‌انداز به‌صورت خلاصه در

جدول ۴-۲ آورده شده است.

جدول ۴-۲: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط جناب آقای مهندس بهزاد در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی

نکات مطرح شده	موضوع
<ul style="list-style-type: none"> • حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع باید به‌طور متوازن توسعه یابد، زیرا این سه بخش به‌هم‌پیوسته است و بدون آن نگره‌داشتن قابلیت اطمینان شبکه در حد استاندارد بسیار مشکل است. • تولید انرژی می‌بایست متناسب با نیازهای هر کشور باشد، عقب‌افتادن تولید انرژی از مصرف باعث از بین رفتن قابلیت اطمینان شبکه و خاموشی می‌شود. • پیش‌بینی شده است که سالانه باید به‌طور میانگین ۵۰۰۰ مگاوات به‌صورت اسمی به ظرفیت شبکه برق اضافه شود و این افزایش باید به‌موقع انجام گیرد. • می‌بایست اقداماتی در زمینه کاهش مصرف و استانداردکردن مصرف انجام گردد. • هر چه تولید بیشتر و مصرف کمتر باشد، قابلیت اطمینان بالاتر است البته باید توجه داشت که کاهش مصرف دارای حدی است و از این روی باید به افزایش تولید توسط دولت و بخش خصوصی اهتمام ورزیده شود. • در سال‌های اخیر کاهش سرمایه‌گذاری در زمینه تولید برق را شاهد بوده‌ایم که می‌بایست به‌طریقی این مشکل را رفع نمود. • به‌وسیله انرژی‌های تجدیدپذیر تولید شبکه افزایش یابد. • استفاده از دستگاه‌های مخصوص برای اطمینان شبکه به منظور کنترل فرکانس (کنترل فرکانس از مسائل اساسی است). • کشور ایران، رتبه ۱۴ام تولید برق در دنیا را دارد که نشان‌دهنده بزرگی شبکه ایران است و باید توجه داشت که مشکلات با بزرگی شبکه نیز به صورت نمایی رشد می‌کند و باید همواره در این زمینه آماده بود. • قدیمی بودن سیستم دیسپاچینگ کشور و ضرورت به‌روزرسانی آن (البته خرید دستگاه‌های جدید در حال انجام است). • لزوم داشتن توجه ویژه به نیروی انسانی دیسپاچینگ از جمله: استخدام به‌صورت مرتب از افراد باهوش و توانمند، دادن آموزش‌های لازم به نیروی انسانی هم در داخل و هم خارج ایران، توجه به ساعت کار و فضای کار مسئولان دیسپاچینگ • توجه به مسئله ارتباط شبکه برق کشور با کشورهای عراق و ترکمنستان و دیگر کشورهای همسایه و پیامدهای آن • قدیمی بودن برخی نیروگاه‌ها در کشور و توجیه‌ناپذیر بودن ادامه کار این نیروگاه‌ها به لحاظ اقتصادی و ساخت نیروگاه‌های جدید جهت جایگزینی آنها • بررسی دقیق تعیین نقاط جغرافیایی ساخت نیروگاه‌های جدید • هر یک از مناطق در کشور باید توان مدیریت تولید و مصرف خود را داشته باشند و ارتباط این نواحی باید به شکل خط ارتباطی (Tie-Line) باشد و انرژی مبادله‌ای حدود صفر باشد. • اولویت سرمایه‌گذاری به احداث نیروگاه‌های سیکل ترکیبی و تبدیل نیروگاه‌های گازی 	برنامه‌های آتی توسعه پایایی

نکات مطرح شده	موضوع
<ul style="list-style-type: none"> به سیکل ترکیبی باشد وجود مشکل سوخت‌رسانی به نیروگاه‌ها به‌خصوص در زمستان و ضرورت ذخیره به‌موقع سوخت در نیروگاه‌ها در قابلیت اطمینان سیستم موثر است. لزوم وجود ۱۰٪ تا ۱۵٪ ظرفیت ذخیره تولید، که این رقم در حال حاضر در تابستان گاهی به نزدیک صفر می‌رسد و می‌تواند مشکل‌آفرین باشد. در حال حاضر تعمیرات نیروگاه‌ها به مدت هشت ماه از شهریور تا اردیبهشت صورت می‌گیرد که در صورت افزایش ظرفیت مازاد نیروگاه‌ها این تعمیرات می‌تواند در کل سال انجام پذیرد. صدور برق پر سود و پر منفعت می‌باشد و می‌توان به خارج از کشور صادر کرد. لزوم سرمایه‌گذاری در حوزه‌های خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع برق مدرن و هوشمند تجهیز شهرها به شبکه‌های انتقال زیر زمینی با کانال‌های بتنی ویژه حضور شرکت‌های خصوصی در ساخت پست‌های مدرن پست‌های مدرن به صورت DIS و GIS ساخته شود و از فیبرنوری و خطوط انتقال با ظرفیت انتقال بالا استفاده گردد. استفاده از سیستم انتقال DC در کشور توجه به استفاده از تجهیزات الکترونیک قدرت در شبکه‌های انتقال برق جهت استفاده بهینه از ظرفیت خطوط و جلوگیری از گرفتگی خط افزایش کیفیت شبکه‌های انتقال به جای افزایش کمیت توجه به جذب اصولی نیروی انسانی و ارائه آموزش‌های لازم بعد از جذب 	
<ul style="list-style-type: none"> چشم‌انداز ۲۰ ساله کشور برنامه‌ی طرح جامع تامین برق و انرژی 	توسعه پایایی در راستای اجرای کدام سند بالادستی
<ul style="list-style-type: none"> برق زیر ساخت تمام زیر ساخت‌ها می‌باشد. 	مهم‌ترین دلیل توسعه پایایی
<ul style="list-style-type: none"> هر دو به یک اندازه اهمیت دارند. 	در حوزه پایایی نقش توسعه دانش (توسعه دانش و الگوریتم‌ها) پر رنگ‌تر است یا نقش اجرای فعالیت‌ها (انجام فعالیت‌های پایه و اجرای صحیح آن)
<ul style="list-style-type: none"> اهمیت بیشتر کمیت‌های کیفی نسبت به کمیت‌های کمی 	شاخص‌های کمی و کیفی
<ul style="list-style-type: none"> در منطقه حرف اول باید توسط ایران زده شود. ایران در حال حاضر رتبه ۱۴ تولید برق را دارد که تا سال ۱۴۰۴ باید به رتبه‌ی دوازدهم برسد و البته رتبه ۱۰ ام هم دور از ذهن نیست. 	جایگاه ایران در بین کشورهای منطقه، کشورهای جهان اسلام و در بین تمام کشورهای دنیا
<ul style="list-style-type: none"> پایایی نقش ۱۰۰٪ی در توسعه فناوری‌ها دارد زیرا بدون برق پایدار توسعه‌ها بی‌معنی می‌باشد. 	نقش پایایی در دستیابی به اهداف چشم‌انداز ۱۴۰۴ که ایران باید در زمینه توسعه فناوری‌ها اول منطقه باشد
	بازار پایایی ایران در بین کشورهای همسایه و دیگر کشورها در صورت ارتقا توانمندی پایایی طی ۱۰ سال آینده
<ul style="list-style-type: none"> افزایش ۲ برابری ظرفیت نیروگاهی نسبت به مقدار فعلی ۵۰٪ افزایش در راندمان نسبت به مقدار فعلی ۵۰٪ کاهش در تلفات نسبت به مقدار فعلی 	چشم‌انداز پیشنهادی در زمینه توسعه پایایی طی ۱۰ سال آینده

۲-۴ - جناب آقای دکتر رجبی مشهدی

در این بخش نکات مطرح‌شده توسط جناب آقای دکتر رجبی مشهدی بهزاد در مورد سوالات تعیین چشم‌انداز به صورت خلاصه در جدول ۳-۴ آورده شده است.

جدول ۳-۴: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط جناب آقای دکتر رجبی مشهدی در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی

موضوع	نکات مطرح شده
برنامه‌های آتی توسعه پایایی	<ul style="list-style-type: none"> توسعه متوازن تولید، انتقال و توزیع که محدودیت‌ها در بخش کفایت تولید، انتقال و توزیع برطرف شود. توسعه شبکه‌های هوشمند که یکی از مزیت‌های آن به حداقل رساندن خاموشی و بهبود قابلیت اطمینان می‌باشد. به دلیل کمبود منابع سه بخش تولید، انتقال و توزیع به اندازه کفایت و متوازن رشد نکرده‌اند. به عنوان مثال باید ۲۰٪ ظرفیت رزرو در تولید داشته باشیم که الان این مقدار تقریباً صفر است و گاهی حتی با کمبود نیز مواجهیم. لذا برطرف‌نمودن این نقص‌ها باید در اولویت باشد. توسعه‌ی مناسب بخش انتقال به خصوص در کلان شهرها به دلیل کمبود منابع پیشرفت شبکه‌های هوشمند
توسعه پایایی در راستای اجرای کدام سند بالادستی	<ul style="list-style-type: none"> در حال حاضر قابلیت اطمینان به صورت تعهد سازمانی و خودجوش می‌باشد اما توسعه پایایی در راستای همه اسناد مرتبط با صنعت برق می‌باشد.
مهم‌ترین دلیل توسعه پایایی	<ul style="list-style-type: none"> رشد صنعت نیازمند برق مطمئن و پایدار است. در صورت عدم پایداری برق سرمایه‌گذاری خارجی و داخلی در صنعت کشور کاهش می‌یابد. بحث مهم‌تر، بحث‌های اجتماعی خاموشی و تعدد خاموشی‌ها است که سبب کاهش اعتماد به صنعت برق و دولت می‌شود.
در حوزه پایایی نقش توسعه دانش (توسعه دانش و الگوریتم‌ها) پررنگ‌تر است یا نقش اجرای فعالیت‌ها (انجام فعالیت‌های پایه و اجرای صحیح آن)	<ul style="list-style-type: none"> هر دو لازم و ملزوم یکدیگر هستند اما بخش دانش از اولویت بالاتری برخوردار است. با دانش عمیق‌تر، بحث اجرا نیز می‌تواند به درستی اجرا شود، اما بدون دانش عمیق این امر چندان ممکن به نظر نمی‌رسد. شبکه‌های هوشمند در تمام وجوه موثر هستند
شاخص‌های کمی و کیفی در چشم‌انداز	<ul style="list-style-type: none"> شاخص میزان خاموشی به ازای هر مشترک در هر روز ۲/۵ دقیقه می‌باشد که در سال این رقم برابر می‌شود با ۸۰۰ دقیقه که در مقایسه با کشورهای پیشرفته که میزان خاموشی به ازای هر مشترک ۲۰ دقیقه در سال است، عدد بزرگی می‌باشد. در این زمینه ۱۵۰ تا ۲۰۰ دقیقه در سال می‌تواند برای کشور منطقی باشد. ارزش خاموشی وجود ندارد، در کشورهای پیشرفته ارزش خاموشی ۱۵۰ تا ۲۰۰ برابر قیمت برق است که پرداخت چنین مبلغی به مشترکان در داخل کشور از توان صنعت برق خارج است شاخص مهم دیگر تعداد خاموشی‌ها می‌باشد.
جایگاه ایران در بین کشورهای منطقه، کشورهای جهان اسلام و در بین تمام کشورهای دنیا	<ul style="list-style-type: none"> در حال حاضر وضع کشور در بین کشورهای منطقه مناسب است. در سطح بین‌المللی فاصله‌ای زیادی با کشورهای پیشرفته داریم. عدد خاموشی‌ها تا ۱۰ سال آینده می‌تواند یک چهارم شود.

موضوع	نکات مطرح شده
نقش پایایی در دستیابی به اهداف چشم‌انداز ۱۴۰۴ که ایران باید در زمینه توسعه فناوری‌ها رتبه اول منطقه باشد	<ul style="list-style-type: none"> قطعا پایایی برق در زمینه توسعه فناوری‌ها کمک‌کننده می‌باشد زیرا صنعت برق زیرساختی می‌باشد.
بازار پایایی ایران در بین کشورهای همسایه و دیگر کشورها در صورت ارتقا توانمندی پایایی طی ۱۰ سال آینده	<ul style="list-style-type: none"> ارائه خدمات مهندسی صدور برق با کیفیت بالاتر
چشم‌انداز پیشنهادی در زمینه توسعه پایایی طی ۱۰ سال آینده	<ul style="list-style-type: none"> تامین برق مطمئن و اقتصادی

۳-۴ - جناب آقای دکتر قاضی‌زاده

در این بخش نکات مطرح‌شده توسط جناب آقای دکتر قاضی‌زاده در مورد سوالات تعیین چشم‌انداز به صورت خلاصه در

جدول ۴-۴ آورده شده است.

جدول ۴-۴: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط جناب آقای دکتر قاضی‌زاده در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی

موضوع	نکات مطرح شده
برنامه‌های آتی توسعه پایایی	<ul style="list-style-type: none"> ایجاد یک سامانه کارآمد در خصوص اطلاعات پایایی شامل اطلاعات حوادث و اتفاقات شبکه انجام مطالعات پایایی به شکلی نظام‌مند و ساختاریافته بصورت برنامه‌های مطالعاتی روتین شبکه، به‌عنوان مثال ایجاد دستورالعمل‌های مشخص، تهیه نوعی گزارش ادواری و تحلیل آن تجهیز مجموعه به لحاظ دانشی و نیروی انسانی به تکنیک‌های محاسباتی، شاخص‌ها و تفسیر شاخص‌ها مسلط‌تر باشد ایجاد یک نظام صلاحیت حرفه‌ای در خصوص پایایی برای مشخص کردن سطح دانش موردنیاز شغل‌ها در کشور کیفیت دانشجو در مقیاس جهانی بسیار بالاست و کشور می‌تواند طی ۱۰ سال آینده در حوزه پایایی که زیر شاخه‌ای از مطالعات سیستم می‌باشد، در دنیا سرآمد باشد.
توسعه پایایی در راستای اجرای کدام سند بالادستی	<ul style="list-style-type: none"> اسناد نهضت نرم‌افزاری و سند توسعه فناوری در این راستا هستند.
مهم‌ترین دلیل توسعه پایایی	<ul style="list-style-type: none"> ارتقا شاخص‌های قابلیت اطمینان باعث اقتصادی‌تر شدن تولید برق و همچنین داشتن زیرساخت قابل اتکا می‌باشد. صنعت برق زیرساخت زیرساخت‌های حیاتی است پس هنگامی که در مورد قابلیت اطمینان این شبکه صحبت می‌شود، در واقع در مورد قابلیت اطمینان زیرساخت‌ها صحبت می‌شود پس کشور حتما باید در این زمینه حساس باشد. قطعی برق برای مصارف دیجیتال قابل تحمل نیست. در صورت عدم وجود ابزار یا دانش کافی در حوزه قابلیت اطمینان، سرمایه‌گذاری نامتجانس رخ خواهد داد و در واقع منابع مالی به‌صورت بهینه هزینه نمی‌شوند. طراحی شبکه برای دستیابی به شاخص قابلیت اطمینان باید حداقل هزینه صورت بگیرد.

موضوع	نکات مطرح شده
در حوزه پایایی نقش توسعه دانش (توسعه دانش و الگوریتم‌ها) پر رنگ‌تر است یا نقش اجرای فعالیت‌ها (انجام فعالیت‌های پایه و اجرای صحیح آن)	<ul style="list-style-type: none"> • این سوال به ۳ بخش تقسیم می‌گردد ۱. در اختیار داشتن ابزار دانش و مهارت ۲. ایجاد نظام مطالعات پایایی (مدیریت پایایی): طبق فرآیندهای منظم مطالعات پایایی انجام گیرد، نتایج درست در ایجاد سیستم‌ها و یا برنامه‌ریزی سیستم‌ها به کار رگرفته شود. ۳. سرمایه‌گذاری و سخت‌افزار • میان سه دسته مذکور دسته دوم مهمترین می‌باشد زیرا در این مطالعات نقایص در مورد دانش و ابزار آشکار می‌شود و در پی رفع نواقص بر خواهیم آمد. اولویت بعدی دانش و ابزار می‌باشد و اولویت آخر مربوط به سخت‌افزار و سرمایه‌گذاری خواهد بود.
شاخص‌های کمی و کیفی در چشم‌انداز	<ul style="list-style-type: none"> • چشم‌انداز را به سه زیر حوزه چشم‌انداز از منظر سرمایه‌گذاری در شبکه، چشم‌انداز از منظر مطالعات پایایی و چشم‌انداز از منظر دانش و ابزار تقسیم می‌کنیم. • سرمایه‌گذاری‌ها باید با اقتصاد کلان همخوانی داشته باشد و به صورت بهینه سرمایه‌گذاری شود. • استقرار یک نظام مدیریت کارآمد در حوزه پایایی • در حوزه دانش و مهارت ظرفیت خوبی وجود دارد و می‌توان به بهترین کیفیت آموزش داد. • می‌توان شاخص‌هایی از جنس "چند درصد از مطالعات سیستمی با مطالعات قابلیت اطمینان پشتیبانی می‌شود؟" تعریف نمود. • چه تعداد مطالعاتی که موضوعیت دارد انجام می‌شود و مطالعات انجام شده چند درصد کامل شده است؟ • در مورد ابزار و دانش و مهارت چه تعداد از افراد تراز تخصصی لازم را تحصیل کرده‌اند.
جایگاه ایران در بین کشورهای منطقه، کشورهای جهان اسلام و در بین تمام کشورهای دنیا	<ul style="list-style-type: none"> • در حوزه‌های مطالعات سیستم به طور عام و قابلیت اطمینان به طور خاص، کشور می‌تواند در ۲۰ سال آینده جزء کشورهای تراز اول باشد و در افق ۱۰ ساله در تراز بین‌المللی باشد.
نقش پایایی در دستیابی به اهداف چشم‌انداز ۱۴۰۴ که ایران باید در زمینه توسعه فناوری‌ها رتبه اول منطقه باشد	<ul style="list-style-type: none"> • شاخص‌های پایایی برق در ایران نسبت به بقیه حوزه‌ها وضعیت بهتری دارد. • در حال حاضر با همین سطح از کیفیت پایایی برق، باعث جذب سرمایه در حوزه‌های فناوری می‌شود. • با صرف هزینه اندک در حوزه نظام مدیریت پایایی و ابزار دانش در حوزه پایایی می‌توان شاخص‌های این حوزه را بهبود داد و نیازی به صرف هزینه‌های کلان در سخت‌افزارها نیست. • باید در نظر داشت با افزایش شاخص‌های پایایی و قرارگرفتن در بین کشورهای تراز اول، روحیه و غرور ملی افزایش یافته و این روحیه می‌تواند باعث توسعه در سایر فناوری‌ها شود.
بازار پایایی ایران در بین کشورهای همسایه و دیگر کشورها در صورت ارتقا توانمندی پایایی طی ۱۰ سال آینده	<ul style="list-style-type: none"> • می‌توان به ارائه‌ی خدمات مهندسی در حوزه قابلیت اطمینان و ارائه ابزارهای محاسباتی که در کشور تولید می‌شود در سطح جهانی پرداخت.
چشم‌انداز پیشنهادی در زمینه توسعه پایایی طی ۱۰ سال آینده	<ul style="list-style-type: none"> • در حوزه دانش و ابزار پایایی با یک برنامه ۱۰ ساله به جایگاه رفیع در دنیا خواهیم رسید. • در حوزه نظام مدیریت پایایی به جایگاه قابل قبولی خواهیم رسید.

۴-۴ - جناب آقای مهندس مقیم‌زاده

در این بخش نکات مطرح‌شده توسط جناب آقای مهندس مقیم‌زاده در مورد سوالات تعیین چشم‌انداز به صورت خلاصه در

جدول ۴-۵ آورده شده است.

جدول ۴-۵: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط جناب آقای مهندس مقیم‌زاده در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی

نکات مطرح شده	موضوع
-	برنامه‌های آتی توسعه پایایی
• سندی که در شورای پایایی استفاده شود.	توسعه پایایی در راستای اجرای کدام سند بالادستی
• مباحث اقتصادی (اگر قادر باشیم قابلیت اطمینان را دخیل کنیم، فعالیت‌ها به صورت اقتصادی انجام خواهد شد)	مهم‌ترین دلیل توسعه پایایی
• اهمیت بیشتر اجرایی کردن فعالیت‌ها و با در اولویت قراردادن بخش تولید و انتقال	در حوزه پایایی نقش توسعه دانش (توسعه دانش و الگوریتم‌ها) پر رنگ‌تر است یا نقش اجرای فعالیت‌ها (انجام فعالیت‌های پایه و اجرای صحیح آن)
• شاخص‌های تولید ^۱ LOLP	شاخص‌های کمی و کیفی مورد توجه در چشم‌انداز
• شاخص‌های انتقال ^۲ ENS	
• شاخص دسترس‌پذیری	
• هزینه‌های خاموشی	
• ایران به عنوان مرکز دیسپاچینگ آکو	جایگاه ایران در بین کشورهای منطقه، کشورهای جهان اسلام و در بین تمام کشورهای دنیا
• رسیدن به فرکانس 50 ± 0.1	
-	نقش پایایی در دستیابی به اهداف چشم‌انداز ۱۴۰۴ که ایران باید در زمینه توسعه فناوری‌ها رتبه اول منطقه باشد
• صادرات برق قابل اطمینان	بازار پایایی ایران در بین کشورهای همسایه و دیگر کشورها در صورت ارتقا توانمندی پایایی طی ۱۰ سال آینده
• صدور دانش به دیگر کشورها	
• بحث DG ^۳ ها و پراکندگی منابع در چشم‌انداز در نظر گرفته شود.	چشم‌انداز پیشنهادی در زمینه توسعه پایایی طی ۱۰ سال آینده

۴-۵- جناب آقای دکتر قراگوزلو

در این بخش نکات مطرح‌شده توسط جناب آقای دکتر قراگوزلو در مورد سوالات تعیین چشم‌انداز به صورت خلاصه در

جدول ۴-۶ آورده شده است.

۱- Loss Of Load Probability

۲- Energy Not Supplied

۳- Distributed Generation

جدول ۴-۶: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط جناب آقای دکتر قراگوزلو در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی

موضوع	نکات مطرح شده
برنامه‌های آتی توسعه پایایی	<ul style="list-style-type: none"> وجود مشکلات پایایی در کشور، از جمله قائم به فرد بودن آن باید برطرف گردد، در حال حاضر با تغییرات افراد در این حوزه تمامی پروژه‌هایی که این افراد به دنبال آن بوده‌اند، تداوم نمی‌یابند و از نتایج آنها استفاده نمی‌شود و افراد جدید کار خود را انجام می‌دهند و این نیز به‌خاطر عدم وجود برنامه در این زمینه است. هدف از تشکیل شورای پایایی باید فرهنگ‌سازی توسعه پایایی در کشور و جا انداختن مطالعات پایایی در سطح کشور باشد که این امر در شورای پایایی فعلی به‌طور کامل صورت نمی‌پذیرد. باید علاوه بر شورای پایایی، در هر منطقه نیز شورای پایایی منطقه‌ای برقرار شود. ذیل کمیته برنامه‌ریزی شورای پایایی، سند برنامه‌ریزی مادر آماده شده است که در آن گفته‌شده برنامه‌ریزی باید شامل چه مطالعاتی باشد ولی هنوز پیوست پایایی آن آماده و ابلاغ نشده است.
توسعه پایایی در راستای اجرای کدام سند بالادستی	<ul style="list-style-type: none"> اقتصاد مقاومتی
مهم‌ترین دلیل توسعه پایایی	<ul style="list-style-type: none"> مهم‌ترین دلیل توسعه پایایی تامین برق مطمئن با ملاحظات اقتصادی است، اما به‌خاطر مسائل مالی موجود در کشور، در زمینه پایایی کار هدفمندی انجام نشده است. مطالعات پایایی در کشور باید به‌صورت سالانه انجام و به‌صورت شفاف گزارش شود. در شرکت‌های برق منطقه ای یا متولی خاصی در زمینه پایایی وجود ندارد و یا چند متولی در این حوزه فعالیت می‌کنند که سبب بروز مشکلاتی از قبیل ناهماهنگی بین بخش‌ها شده است.
در حوزه پایایی نقش توسعه دانش (توسعه دانش و الگوریتم‌ها) پررنگ‌تر است یا نقش اجرای فعالیت‌ها (انجام فعالیت‌های پایه و اجرای صحیح آن)	<ul style="list-style-type: none"> نقش توسعه دانش مهم‌تر است. در برق‌های منطقه‌ای باید ابتدا افراد را متوجه کرد که توسعه پایایی امری مهم برای کشور است و فرهنگ‌سازی مناسبی صورت پذیرد. باید ابتدا برای برق منطقه‌ای‌ها بحث توسعه دانش صورت پذیرد و سپس از آن‌ها انجام فعالیت‌های مرتبط با پایایی خواسته شود. علاوه بر موارد ذکر شده باید بعد از مدتی از برق منطقه‌ای‌ها به‌صورت اجباری توسعه دانش و اجرای فعالیت‌ها را خواست و به آن‌ها ابلاغ نمود. یکی از مشکلات پایایی در برق منطقه‌ای‌ها این است که یا داده ندارند و یا روش اجرا و ابزار در اختیار ندارند که به یکی از این دلایل فعالیت‌های پایایی را انجام نمی‌دهند. در کشور باید هر دو یا سه سال یک‌بار، مطالعات خاموشی صورت پذیرد، بدین‌منظور باید ارزش خاموشی در کشور محاسبه شود. دلیل عدم مطالعه در زمینه خاموشی نیز این است که هدف وزارت نیرو این است که به هیچ وجه نباید خاموشی وجود داشته باشد. در صورتی که می‌توان همانند بسیاری از کشورها در زمان‌هایی با توافق مشترک خاموشی وجود داشته باشد. به عنوان نمونه در برخی از کشورها با مشترکین قراردادهایی منعقد می‌شود که در مواقعی برق را قطع می‌کنند و به همین دلیل فقط به سراغ احداث نیروگاه جدید نمی‌روند.
شاخص‌های کمی و کیفی مورد توجه در چشم‌انداز	<ul style="list-style-type: none"> Black out مقدار و بازه خاموشی میزان افت ولتاژ محدوده تغییرات فرکانس (نظر مدیران صنعت برق این مورد است). (چشم‌انداز ۵۰ مثبت و منفی ۰/۱)
جایگاه ایران در بین کشورهای منطقه،	-

موضوع	نکات مطرح شده
کشورهای جهان اسلام و در بین تمام کشورهای دنیا	
نقش پایایی در دستیابی به اهداف چشم‌انداز ۱۴۰۴ که ایران باید در زمینه توسعه فناوری‌ها رتبه اول منطقه باشد	توسعه پایایی سبب توسعه صنعت برق می‌شود و این مورد نیز سبب دستیابی به این چشم‌انداز می‌شود.
بازار پایایی ایران در بین کشورهای همسایه و دیگر کشورها در صورت ارتقا توانمندی پایایی طی ۱۰ سال آینده	توان رقابت سخت است. برای اینکه ایران هاب انرژی در منطقه باشد باید قابلیت اطمینان شبکه را بالا برد.
چشم‌انداز پیشنهادی در زمینه توسعه پایایی طی ۱۰ سال آینده	در صورتی که در تمامی مطالعات برنامه‌ریزی در شبکه برق مطالعات پایایی جایگاهی داشته باشد، به جای خوبی رسیده ایم (فرهنگ‌سازی پایایی، ابزارهای پایایی و داده‌های پایایی)

۴-۶- جناب آقای مهندس راعی

در این بخش نکات مطرح شده توسط جناب آقای مهندس راعی در مورد سوالات تعیین چشم‌انداز به صورت خلاصه در

جدول ۴-۷ آورده شده است.

جدول ۴-۷: خلاصه نکات مطرح شده توسط جناب آقای مهندس راعی در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی

موضوع	نکات مطرح شده
برنامه‌های آتی توسعه پایایی	
توسعه پایایی در راستای اجرای کدام سند بالادستی	شاخص مهم در زمینه پایایی خاموشی است.
مهم‌ترین دلیل توسعه پایایی	تاکید بر لزوم خاموشی در بخش مصارف خانگی برق و اینکه باید به سمتی برویم که به جای خاموشی صنایع کشور حتما در مصارف خانگی خاموشی داشته باشیم.
در حوزه پایایی نقش توسعه دانش (توسعه دانش و الگوریتم‌ها) پر رنگ‌تر است یا نقش اجرای فعالیت‌ها (انجام فعالیت‌های پایه و اجرای صحیح آن)	سیاست واحدی در زمینه پایایی در کشور وجود ندارد و همه سیاست‌ها کوتاه‌مدت و با توجه به نظرات افراد مختلف است.
شاخص‌های کمی و کیفی مورد توجه در چشم‌انداز	با توجه به روند موجود کشور برای توسعه پایایی، فعالیت‌های آتی در زمینه توسعه شبکه برق کشور صرفا باید در ساختن نیروگاه‌ها خلاصه شود، و یا اینکه باید رویه موجود را تغییر داد.
جایگاه ایران در بین کشورهای منطقه، کشورهای جهان اسلام و در بین تمام کشورهای دنیا	باید ابتدا ارزش خاموشی در بخش‌های مختلف محاسبه شود، سپس براساس ارزش خاموشی به بخش‌های مختلف خاموشی داد (روستا، شهر، صنعت و ...)
نقش پایایی در دستیابی به اهداف چشم‌انداز ۱۴۰۴ که ایران باید در زمینه توسعه فناوری‌ها رتبه اول منطقه باشد	یکی از مشکلات شبکه برق دنباله‌روی از مصرف‌کنندگان است و براساس مصرف آنها نیروگاه ساخته می‌شود و این که باید به هر قیمتی به مردم برق رساند کاملاً غلط است و باید حتما در مواقعی خاموشی داد.
بازار پایایی ایران در بین کشورهای همسایه و دیگر کشورها در صورت ارتقا توانمندی پایایی طی ۱۰ سال آینده	با توجه به وضعیت شبکه و هزینه‌های بالای احداث نیروگاه و تاسیسات مرتبط برای انتقال توان به مراکز مصرف ضروری است مباحث مربوط به مدیریت مصرف و همچنین مدیریت سمت تقاضا به صورت جدی پیگیری و مورد اقدام قرار گیرد.
چشم‌انداز پیشنهادی در زمینه توسعه پایایی طی ۱۰ سال آینده	

۷-۴ - جناب آقای دکتر حقی فام

در این بخش نکات مطرح‌شده توسط جناب آقای دکتر حقی فام در مورد سوالات تعیین چشم‌انداز به صورت خلاصه در

جدول ۴-۸ آورده شده است.

جدول ۴-۸: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط جناب آقای دکتر حقی فام در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی

موضوع	نکات مطرح شده
برنامه‌های آتی توسعه پایایی	<ul style="list-style-type: none"> چند جنبه در توسعه پایایی در کشور باید مورد توجه باشد. ✓ تهیه پایگاه داده اطلاعات ✓ تربیت نیروی انسانی که وظیفه حفظ پایایی در شرکت‌های برق را داشته باشند. ✓ مطالعات پایایی باید همزمان با مطالعات بهره‌برداری و برنامه‌ریزی صورت بگیرد. ✓ باید ابزارهای مطالعاتی مشخص شود.
توسعه پایایی در راستای اجرای کدام سند بالادستی	<ul style="list-style-type: none"> تامین مطمئن انرژی و در نتیجه اقتصادی بودن تامین انرژی
مهم‌ترین دلیل توسعه پایایی	<ul style="list-style-type: none"> مهمترین دلیل توسعه پایایی مسائل اقتصادی است. هزینه‌های خاموشی در حال افزایش است.
در حوزه پایایی نقش توسعه دانش (توسعه دانش و الگوریتم‌ها) پر رنگ‌تر است یا نقش اجرای فعالیت‌ها (انجام فعالیت‌های پایه و اجرای صحیح آن)	<ul style="list-style-type: none"> باید به هر دو حوزه توجه شود ولی اجرای فعالیت‌ها اهمیت بیشتری دارد. دانش موجود در کشور مناسب است و فقط باید به دانش موجود عمق بخشیده شود. بدین منظور باید از کتاب‌های کلاسیک پایایی فاصله گرفته و همچنین دانش به سمت عمل سوق داده شود (از طریق واحدهای جدید درسی و یا دوره‌های تخصصی صنعتی)
شاخص‌های کمی و کیفی مورد توجه در چشم‌انداز	<ul style="list-style-type: none"> لازم است شاخص‌های موجود بین‌المللی به خصوص برای صنعت به خوبی تعریف شود. شاخص‌ها می‌تواند در سه بخش توزیع، انتقال و تولید باشد. ✓ توزیع: SAIFI و SAIDI، انتقال: ENS یا LOE، تولید: LOLE
جایگاه ایران در بین کشورهای منطقه، کشورهای جهان اسلام و در بین تمام کشورهای دنیا	<ul style="list-style-type: none"> از نظر علمی می‌توان سهم بالاتری را از دنیا بدست آورد.
نقش پایایی در دستیابی به اهداف چشم‌انداز ۱۴۰۴ که ایران باید در زمینه توسعه فناوری‌ها رتبه اول منطقه باشد	<ul style="list-style-type: none"> در سند چشم‌انداز، ایران باید در زمینه اقتصادی رتبه اول منطقه باشد، برای این امر خاموشی باید در کمترین حد ممکن به لحاظ اقتصادی باشد. بنابراین باید پایایی توسعه یابد.
بازار پایایی ایران در بین کشورهای همسایه و دیگر کشورها در صورت ارتقا توانمندی پایایی طی ۱۰ سال آینده	<ul style="list-style-type: none"> کشور ما می‌تواند نقش پایابودن انرژی در منطقه را ایفا کند و هاب انرژی منطقه باشد.
چشم‌انداز پیشنهادی در زمینه توسعه پایایی طی ۱۰ سال آینده	<ul style="list-style-type: none"> ایجاد سبک‌های جدید آموزشی و کتاب به‌طوری‌که در دنیا فقط تعقیب‌کننده نباشیم. متولیان مختلف پایایی در قسمت‌های مختلف صنعت تشکیل یک سازمان بدهند باید پایایی را قیمت‌گذاری کنیم یعنی باید از کالای خدماتی به کالای تجاری برسائیم در صنعت باید آموزش‌های حرفه‌ای انجام شود.

۸-۴ - جناب آقای مهندس مقیمی

در این بخش نکات مطرح‌شده توسط جناب آقای مهندس مقیمی در مورد سوالات تعیین چشم‌انداز به‌صورت خلاصه در جدول ۴-۹ آورده شده است.

جدول ۴-۹: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط جناب آقای مهندس مقیمی در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی

موضوع	نکات مطرح شده
برنامه‌های آتی توسعه پایایی	<ul style="list-style-type: none"> از اواخر سال ۸۲ روش‌هایی برای جمع‌آوری اطلاعات و حوادث و صحت‌سنجی اطلاعات تکلیف شد که می‌بایست دنبال و به‌روز گردد. در بخش توزیع توانیر کمیسیون عالی قابلیت اطمینان شامل سه کمیته فعال شده است (کمیته دیسپاچینگ، کمیته نگهداری، کمیته آموزش) که کمیته‌هایی در ادامه باید به این کمیسیون عالی افزوده شود تا بتوان فعالیت‌های مرتبط با پایایی را بهتر پیگیری نمود. در این کمیته‌ها با توجه به سیاست‌گذاری، جلساتی برگزار می‌شود و کارگروه‌های تخصصی داخلی وجود دارند که برنامه‌های تاییدشده را با تعیین مشاور، انجام می‌دهند. در ادامه چنین رویه‌هایی باید گسترش و توسعه یابد.
توسعه پایایی در راستای اجرای کدام سند بالادستی	<ul style="list-style-type: none"> برنامه‌های کلی و عملیاتی صنعت برق (وزارت نیرو) برنامه پنج‌ساله توسعه
مهم‌ترین دلیل توسعه پایایی	<ul style="list-style-type: none"> نوع دیدگاه، تفکر و برخورد مردم تغییر نموده است. در گذشته اولاً صرف وجود برق و روشنایی ملاک مردم بوده است ولی امروزه با پیشرفت تکنولوژی‌های مختلف که نیاز به برق با کیفیت بهتر دارند، سطح توقع مردم از پایایی برق افزایش یافته است. جایگاه ایران به لحاظ پایایی شبکه برق در مقایسه با دیگر کشورها و جلوگیری از عقب‌ماندگی کشور در این زمینه
در حوزه پایایی نقش توسعه دانش (توسعه دانش و الگوریتم‌ها) پررنگ‌تر است یا نقش اجرای فعالیت‌ها (انجام فعالیت‌های پایه و اجرای صحیح آن)	<ul style="list-style-type: none"> هر دو دارای اهمیت می‌باشند و می‌بایست، در دانشگاه‌ها دانش توسعه یافته و دانشجویان خیره تربیت شوند و سپس در صنعت از آنها برای پیشبرد کارها استفاده شود. مهم این است که در دانشگاه، نیاز صنعت تدریس گردد تا هماهنگی لازم ایجاد گردد.
شاخص‌های کمی و کیفی مورد توجه در چشم‌انداز	<ul style="list-style-type: none"> شاخص‌های بکارگرفته شده در سایر کشورها از قبیل انرژی تأمین‌نشده یا مدت زمان خاموشی

۹-۴ - جناب آقای دکتر علیپور

در این بخش نکات مطرح‌شده توسط جناب آقای دکتر علیپور در مورد سوالات تعیین چشم‌انداز به‌صورت خلاصه در جدول ۴-۱۰ آورده شده است.

جدول ۴-۱۰: خلاصه نکات مطرح‌شده توسط جناب آقای دکتر علیپور در مورد سوالات چشم‌انداز پایایی

موضوع	نکات مطرح شده
برنامه‌های آتی توسعه پایایی	<ul style="list-style-type: none"> در حال حاضر مطالعات قابلیت اطمینان به صورت ایده‌آل انجام نمی‌شود و تنها به مشکلات روزمره پرداخته می‌شود و به جنبه بهره‌برداری آن توجه نمی‌شود. در حال حاضر توسعه شبکه بر اساس قابلیت اطمینان نیست، چرا که نیازهای فعلی شبکه بسیار زیاد است. می‌بایست حتی فعالیت‌های روزمره را با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان انجام داد. یکی از محورهای نقشه‌راه توسعه صنعت برق بحث قابلیت اطمینان است که در آن قابلیت اطمینان از دو جنبه بهره‌برداری و برنامه‌ریزی دیده می‌شود. در ده سال آینده اگر مشکلات جاری برطرف شود، باید به سمت افزایش پایایی، پایداری و کیفیت توان رفت.
توسعه پایایی در راستای اجرای کدام سند بالادستی	<ul style="list-style-type: none"> توسعه پایایی در راستای نقشه‌راه توسعه صنعت برق می‌باشد.
مهم‌ترین دلیل توسعه پایایی	<ul style="list-style-type: none"> تمام صنایع و مصرف‌کنندگان وابسته به برق هستند و برق به مانند اکسیژن برای جامعه می‌باشد. پس باید برق بدون وقفه و خاموشی در اختیار مردم قرار گیرد. از منظر اقتصادی نیز برای برخی از صنایع بزرگ، پایایی برق از اهمیت بالایی برخوردار است.
در حوزه پایایی نقش توسعه دانش (توسعه دانش و الگوریتم‌ها) پررنگ‌تر است یا نقش اجرای فعالیت‌ها (انجام فعالیت‌های پایه و اجرای صحیح آن)	<ul style="list-style-type: none"> هر دو یعنی هم توسعه دانش و هم اجرای فعالیت‌ها مهم است. نکته‌ای که در اینجا مهم است باید با توجه به دانشی که در دنیا وجود دارد، شبکه به سمت تولید پراکنده و استفاده از DG سوق پیدا کند.
شاخص‌های کمی و کیفی مورد توجه در چشم‌انداز	<ul style="list-style-type: none"> قابلیت‌های اطمینان شاخص‌های زیادی دارد. بحث این است که قابلیت اطمینان باید به مشترک برق مطمئن و برق با کیفیت بدهد.
جایگاه ایران در بین کشورهای منطقه، کشورهای جهان اسلام و در بین تمام کشورهای دنیا	<ul style="list-style-type: none"> با توجه به گستردگی که کشور ما دارد و همچنین آب و هوای مختلف کشور، پایایی ما باید در حد مطلوبی باشد و در کشور باید شاخصی تعریف گردد و در این شاخص ایران در بین کشورهای منطقه بهترین باشد. باید بحث محیط زیست نیز به‌طور جدی پیگیری شود. در این زمینه صادرات برق از انرژی‌های فسیلی در بعضی از مناطق برای محیط زیست کشور ضرر دارد و بهتر است انجام نشود.
نقش پایایی در دستیابی به اهداف چشم‌انداز ۱۴۰۴ که ایران باید در زمینه توسعه فناوری‌ها رتبه اول منطقه باشد	<ul style="list-style-type: none"> در بحث نرم افزار پایایی، ایران باید خودکفا باشد، چون می‌تواند ارزش افزوده بالایی برای کشور داشته باشد.
بازار پایایی ایران در بین کشورهای همسایه و دیگر کشورها در صورت ارتقا توانمندی پایایی طی ۱۰ سال آینده	<ul style="list-style-type: none"> بله. اگر ایران بتواند هاب منطقه باشد، به این معنی که در منطقه تاثیرگذار باشد این امکان وجود دارد که اگر کشوری به برق ایران نیازمند است، ملزم به استفاده از تجهیزات داخلی ایران شود.
چشم‌انداز پیشنهادی در زمینه توسعه پایایی طی ۱۰ سال آینده	<ul style="list-style-type: none"> در چشم‌انداز پایایی علاوه بر توسعه پایایی، باید به بحث مدیریت مصرف و تلفات نیز پرداخته شود. همچنین چشم‌انداز باید به‌گونه‌ای باشد حرکت به سمت شبکه هوشمند را در خود داشته باشد. می‌بایست طی یک بررسی یا پروژه نقطه بهینه‌ای برای ده سال آینده کشور در چشم‌انداز پایایی تعیین شود و یا متوسط کشورهای اروپایی در نظر گرفته شود. رشد مصرف در کشور بسیار بالاست و حتما باید در چشم‌انداز پایایی در نظر گرفته شود.

فصل پنجم: جمع‌بندی و بیانیه چشم‌انداز توسعه پایایی در

شبکه برق ایران

مقدمه

در این بخش با توجه به نظرات خبرگان و مدیران صنعت برق در حوزه پایایی، و با استفاده از اسناد بالادستی و ملزومات ایجادشده توسط این اسناد در تهیه نقشه‌راه، بیانیه چشم‌انداز پایایی تهیه می‌گردد.

۱-۵- جمع‌بندی نظرات خبرگان و اسناد بالادستی و بیانیه چشم‌انداز

برای ارائه بیانیه اولیه چشم‌انداز با توجه به ادبیات چشم‌اندازپردازی که در فصل اول این گزارش بدان اشاره گردید، می‌بایست پس از بررسی اسناد بالادستی، الزامات هر یک از این اسناد برای توسعه پایایی در شبکه برق ایران مشخص گردد که این الزامات به صورت خلاصه عبارت است از:

- ❖ دستیابی به جایگاه اول اقتصادی، علمی و فن‌آوری در سطح منطقه
- ❖ برخورداری از دانش پیشرفته، توانا در تولید علم و فن‌آوری، متکی بر سهم برتر منابع انسانی و سرمایه اجتماعی در تولید ملی
- ❖ بهینه‌سازی تولید و افزایش راندمان نیروگاه‌ها، کاهش اتلاف و توسعه تولید همزمان برق و حرارت
- ❖ توسعه کاربرد انرژی‌های پاک و افزایش سهم تولید این نوع انرژی‌ها در سبد تولید انرژی کشور
- ❖ ایجاد تنوع در منابع انرژی کشور و استفاده از آن با رعایت مسائل زیست‌محیطی
- ❖ دستیابی به رتبه‌ی اول اقتصاد دانش‌بنیان در منطقه
- ❖ اولویت‌دادن به افزایش بهره‌وری در تولید، انتقال و توزیع انرژی
- ❖ ایجاد ظرفیت‌های جدید تولید انرژی
- ❖ توسعه سامانه هوشمند شبکه برق

- ❖ بهبود فضای کسب و کار، توسعه خصوصی‌سازی و گسترش مشارکت و ارتقاء توانمندی بخش‌های خصوصی و تعاونی در حوزه برق و انرژی
- ❖ ارزیابی پایایی و تحلیل حوادث عمده شبکه برق کشور
- ❖ بهبود چرخه اطلاعات پایایی و نظارت بر اجرای مقررات پایایی در صنعت برق کشور
- ❖ برنامه‌ریزی حفظ و تامین پایایی شبکه برق کشور
- ❖ تصویب و بازنگری مقررات ناظر بر مدیریت پایایی شبکه برق کشور

با توجه به الزامات اسناد بالادستی و همچنین برنامه‌ها و سیاست‌های سایر کشورها و نظرات متخصصین دانشگاهی و صنعتی در زمینه اهداف و چشم‌انداز ایران در زمینه توسعه پایایی، چشم‌انداز توسعه پایایی پس از ارائه توضیحاتی در خصوص بندهای آن به شرح ذیل بیان می‌گردد:

در مراجع مختلف علمی از چهار مؤلفه‌ی ایمنی و امنیت بالا، بهره‌ور، دارای پایایی و قابلیت اطمینان بالا و سازگار با محیط زیست به عنوان شاخصه‌های یک شبکه برق آرمانی نام برده می‌شود. در جهت‌گیری‌های کلان شبکه برق کشور نیز به این چهار عامل توجه جدی گردیده است. از آنجا که توسعه پایایی در شبکه برق می‌تواند در بهبود شاخص‌های ارتقا ایمنی، پایه، پایدار و هماهنگ با محیط زیست موثر واقع شود، لذا توسعه این موضوع در ده سال آینده می‌بایست مورد توجه ویژه قرار گیرد.

از طرف دیگر با توجه به مطالعات انجام‌شده و نظرات متخصصین کشور و مدیران وزارت نیرو، در زمینه پایایی توجه به چند نکته بسیار حائز اهمیت است. اولاً در توسعه پایایی در شبکه برق انجام مطالعات در این حوزه و داشتن تفکر پایایی محور در بین همه سیاست‌گذاران کشور بسیار ضروری است تا حدی که در صورت عدم توجه به این نکته، عملاً توسعه پایایی در هیچ کشوری قابل تحقق نخواهد بود. ثانیاً از طرفی بایستی در کشور نظامی واحد و مستقل با تکیه بر دانش وجود داشته باشد و تمامی فعالیت‌های حوزه پایایی در کشور را رصد کرده و مدیریت نماید. ثالثاً جهت پیاده‌سازی پایایی در شبکه برق لازم است در کنار توجه به نیروی انسانی کارآمد و با دانش روز دنیا، از تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در این حوزه کمال استفاده را کرد و از تجربیات سایر کشورها استفاده نمود. علاوه بر موارد فوق‌الذکر در صورتی که تمامی شرایط برای توسعه پایایی در کشور محقق گردد، بدون آموزش نیروی انسانی کارآمد برای ارائه خدمات فنی و مهندسی در زمینه پایایی، توسعه این امر در هیچ کشوری قابل تحقق نیست

با توجه به مطالب فوق‌الذکر، نظرات خبرگان و اسناد بالادستی، چشم‌انداز توسعه پایایی در شبکه برق کشور پس از بحث در

کمیته راهبری به شرح ذیل است:

با اتکال به خداوند متعال و به منظور زمینه‌سازی برای بهبود سطح زندگی مردم در بعد تامین برق و دستیابی به شبکه‌ای ایمن، مطمئن، پایدار و هماهنگ با محیط زیست، صنعت برق کشور در حوزه پایایی در افق ۱۴۰۴ صنعتی است:

- ❖ مبتنی بر تفکر "پایایی محور" در سیاست‌گذاری‌ها و تصمیم‌گیری‌ها
- ❖ برخوردار از نظام سیاست‌گذاری و مدیریت پایایی قدرتمند، مستقل و دانش‌محور
- ❖ بهره‌مند از تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و همچنین دانش موردنیاز جهت انجام مطالعات پایایی
- ❖ دارای نیروی انسانی کارآمد جهت ارائه خدمات فنی و مهندسی مرتبط با پایایی در شبکه قدرت

نتیجه‌گیری

در این گزارش با در نظر گرفتن اسناد بالادستی و همچنین مطالعات تطبیقی انجام شده پرسشنامه‌ای تهیه گردید و با خبرگان و مدیران صنعت برق مصاحبه‌هایی صورت گرفت تا با استفاده از نظرات آنان چشم‌انداز پایایی در شبکه برق ایران، تهیه گردد. بیانیه چشم‌انداز پایایی تهیه شده بر چهار محور زیر استوار است:

- ✓ تفکر "پایایی محور" در سیاست‌گذاری‌ها و تصمیم‌گیری‌ها
- ✓ نظام سیاست‌گذاری و مدیریت پایایی قدرتمند، مستقل و دانش‌محور
- ✓ تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و دانش موردنیاز جهت انجام مطالعات پایایی
- ✓ نیروی انسانی کارآمد

مراجع

[۱] دیوید، فرد آر؛ مدیریت استراتژیک، ترجمه دکتر علی پارسائیان و دکتر سید محمد اعرابی، ۱۳۸۱.

[۲] پیرس و رایینسون، برنامه‌ریزی و مدیریت راهبردی، ترجمه دکتر سهراب خلیلی شورینی، ۱۳۸۳.

[3] Allison, M., Kaye, J., 1998. Strategic Planning for Nonprofit Organizations.

[4] Kaplan, R.S., Norton, D.P., 1۹۹۶. The balanced scorecard: translating strategy into action.

Harvard Business Press.

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۹.....	مقدمه
۱۰.....	فصل اول: بررسی مقالات ثبت‌شده در زمینه قابلیت اطمینان
۱۰.....	۱-۱- بررسی مقالات ثبت‌شده در کنفرانس‌ها و همایش‌های داخلی
۱۲.....	۱-۱-۱- تحلیل مقالات کنفرانس‌های داخلی در قابلیت اطمینان در حوزه انتقال و توزیع
۱۵.....	۱-۱-۲- تحلیل مقالات کنفرانس‌های داخلی در قابلیت اطمینان در حوزه تولید
۲۰.....	۲-۱- مقالات مطرح در مجلات خارجی
۲۰.....	۱-۲-۱- تحلیل مقالات در مجلات مطرح خارجی در حوزه انتقال و توزیع
۲۳.....	۲-۲-۱- تحلیل مقالات در مجلات و کنفرانس‌های مطرح خارجی در حوزه تولید
۲۶.....	۳-۱- بررسی افراد فعال در هر دو عرصه داخلی و خارجی
۲۷.....	۱-۳-۱- تحلیل کل مقالات در حوزه انتقال و توزیع
۲۹.....	۲-۳-۱- تحلیل کل مقالات در حوزه تولید
۳۳.....	فصل دوم: بررسی پایان‌نامه‌ها و سایر منابع مرتبط با قابلیت اطمینان
۳۳.....	۱-۲- بررسی پایان‌نامه‌های انجام‌شده در زمینه قابلیت اطمینان شبکه انتقال و توزیع
۳۵.....	۲-۲- بررسی پایان‌نامه‌های انجام‌شده در زمینه قابلیت اطمینان بخش تولید
۳۶.....	۳-۲- بررسی سایر مطالعات مرتبط با قابلیت اطمینان
۳۷.....	۴-۲- مقایسه رزومه افراد شاخص در زمینه قابلیت اطمینان سیستم قدرت
۴۶.....	فصل سوم: فعالیت‌های انجام‌شده در شرکت‌ها و مراکز علمی
۴۶.....	۱-۳- فعالیت شرکت‌های دولتی
۴۹.....	۱-۱-۳- فعالیت شرکت‌های برق منطقه‌ای در زمینه قابلیت اطمینان
۵۲.....	۲-۱-۳- فعالیت شرکت‌های توزیع نیروی برق در زمینه قابلیت اطمینان
۵۴.....	۳-۱-۳- پژوهشگاه نیرو و کارنامه مطالعاتی آن
۶۳.....	۴-۱-۳- شرکت مدیریت شبکه
۶۸.....	۵-۱-۳- مرکز توسعه فناوری نیرو (متن)
۶۹.....	۶-۱-۳- دبیرخانه تحقیقات برق
۷۲.....	۲-۳- فعالیت‌های مراکز دانشگاهی
۷۳.....	۱-۲-۳- مرکز مطالعات دینامیکی دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور

- ۲-۲-۳- مرکز ملی مطالعات و برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت..... ۷۳
- ۳-۳- بررسی فعالیت‌های شرکت‌های خصوصی در زمینه قابلیت اطمینان شبکه..... ۷۵
- فصل چهارم: بررسی ساختار صنعت برق ایران و فعالیت‌های انجام‌شده در زمینه مطالعات پایایی شبکه‌های قدرت..... ۷۸
- ۱-۴- ساختار صنعت برق ایران..... ۷۸
- ۱-۱-۴- سطح یک (سطح حاکمیتی)..... ۷۹
- ۲-۱-۴- سطح دو (سطح میانی تخصصی)..... ۸۰
- ۳-۱-۴- سطح سه (سطح عملیاتی)..... ۸۱
- ۴-۱-۴- معرفی شرکت‌ها و سازمان‌های فعال در حوزه صنعت برق..... ۸۲
- ۵-۱-۴- شرکت مادر تخصصی تولید، انتقال و توزیع نیروی برق (توانیر)..... ۸۳
- ۶-۱-۴- سایر شرکت‌های وابسته به توانیر..... ۹۷
- ۷-۱-۴- دیگر سازمان‌های وابسته به وزارت نیرو..... ۱۰۴
- ۲-۴- رویه موجود مطالعات پایایی شبکه‌های قدرت در ایران..... ۱۰۶
- ۱-۲-۴- نظارت بر مطالعات قابلیت اطمینان سیستم قدرت..... ۱۰۷
- ۲-۲-۴- جمع‌آوری اطلاعات قابلیت اطمینان..... ۱۰۸
- ۳-۲-۴- انجام محاسبات قابلیت اطمینان در شبکه قدرت ایران..... ۱۱۳
- ۳-۴- بررسی فعالیت‌های موجود در زمینه مطالعات پایایی شبکه‌های قدرت در ایران..... ۱۱۳
- ۱-۳-۴- بررسی تعداد مقالات ارائه‌شده در هر یک از محورها..... ۱۱۴
- ۲-۳-۴- بررسی تعداد مقالات ارائه‌شده در هر یک از زیرمحورها..... ۱۱۶
- ۳-۳-۴- بررسی تعداد مقالات ارائه‌شده توسط اشخاص در هر یک از محورها..... ۱۲۵
- ۴-۳-۴- فعالیت شرکت‌های برق منطقه‌ای در زمینه قابلیت اطمینان..... ۱۲۷
- ۵-۳-۴- فعالیت شرکت‌های توزیع نیروی برق در زمینه قابلیت اطمینان..... ۱۳۰
- ۶-۳-۴- پروژه‌های انجام‌شده در پژوهشگاه نیرو در حوزه قابلیت اطمینان..... ۱۳۰
- ۷-۳-۴- فعالیت‌های پژوهشگاه مربوط به زیرمحور آموزش پرسنل و جایابی اکیپ..... ۱۳۳
- ۸-۳-۴- فعالیت‌های پژوهشی شرکت مدیریت شبکه با موضوع قابلیت اطمینان..... ۱۳۴
- ۹-۳-۴- فعالیت‌های دبیرخانه تحقیقات برق..... ۱۳۵
- ۱۰-۳-۴- فعالیت‌های مرکز ملی مطالعات و برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت..... ۱۳۸
- ۱۱-۳-۴- فعالیت‌های شرکت قدس نیرو در حوزه قابلیت اطمینان..... ۱۳۸
- نتیجه‌گیری..... ۱۴۱
- پیوست ۱: لیست مقالات مجلات و کنفرانس‌ها مربوط به مطالعات پایایی در حوزه انتقال و توزیع..... ۱۴۳



- پیوست ۲: لیست پایان‌نامه‌های مربوط به مطالعات پایایی در حوزه انتقال و توزیع ۲۲۹
- پیوست ۳: لیست مقالات مجلات و کنفرانس‌ها به همراه پایان‌نامه‌های مربوط به مطالعات پایایی در حوزه تولید ۲۴۵

فهرست اشکال

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
شکل ۱-۱: دامنه جستجو.....	۱۰
شکل ۲-۱: کنفرانس‌های مطرح در دامنه جستجو.....	۱۱
شکل ۳-۱: نمایش کمی مقالات ارائه‌شده در کنفرانس‌ها و همایش‌های داخلی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع)	۱۳
شکل ۴-۱: حجم مقالات در کنفرانس‌های مختلف داخلی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع).....	۱۴
شکل ۵-۱: نمایش کمی سالیانه مقالات کنفرانسی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع).....	۱۵
شکل ۶-۱: اسامی نویسندگان با بیشترین مقاله ارائه‌شده در کنفرانس‌های داخلی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید).....	۱۶
شکل ۷-۱: نمودار کمی مقالات داخلی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید) بر اساس تعداد نویسنده.....	۱۸
شکل ۸-۱: نمودار کمی پراکندگی مقالات در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید) در مراجع داخلی.....	۱۹
شکل ۹-۱: پراکندگی سالیانه مقالات داخلی در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه تولید.....	۱۹
شکل ۱۰-۱: محورهای جستجو در مجلات مطرح خارجی.....	۲۰
شکل ۱۱-۱: درصد مقالات مطرح شده در مجلات خارجی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع).....	۲۱
شکل ۱۲-۱: اسامی نویسندگان با بیشترین مقاله در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع) و ارائه شده در مجلات مطرح خارجی.....	۲۲
شکل ۱۳-۱: اسامی نویسندگان با بیشترین مقاله ارائه‌شده در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید) در کنفرانس‌ها و مجلات خارجی.....	۲۳
شکل ۱۴-۱: نمودار کمی مقالات خارجی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید) بر اساس تعداد نویسنده.....	۲۵
شکل ۱۵-۱: پراکندگی مقالات در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید) در کنفرانس‌ها و مجلات خارجی.....	۲۶
شکل ۱۶-۱: پراکندگی سالیانه مقالات خارجی در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه تولید.....	۲۶
شکل ۱۷-۱: ترتیب اشخاص بر اساس تعداد ارائه مقالات در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع) در مجموع نتایج کنفرانس‌ها و مجلات.....	۲۷
شکل ۱۸-۱: نویسندگان با بیشترین مقاله ارائه شده در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید) در کنفرانس‌ها و مجلات داخلی و بین‌المللی.....	۳۲
شکل ۱-۲: سهم دانشگاه‌ها در پایان‌نامه‌های ارائه‌شده در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع).....	۳۴
شکل ۲-۲: پایان‌نامه‌های ارائه‌شده در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع) در سال‌های مختلف.....	۳۴
شکل ۳-۲: سهم دانشگاه‌ها در تعداد پایان‌نامه‌های ارائه‌شده در حوزه قابلیت اطمینان تولید.....	۳۵

- شکل ۲-۴: سهم سالیانه پایان‌نامه‌های ارائه‌شده در حوزه قابلیت اطمینان تولید..... ۳۶
- شکل ۲-۵: شاخص‌ترین افراد فعال در زمینه قابلیت اطمینان سیستم قدرت (تولید، انتقال و توزیع)..... ۳۸
- شکل ۲-۶: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر محمود فتوحی فیروزآباد..... ۳۹
- شکل ۲-۷: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر محمود رضا حقی‌فام..... ۳۹
- شکل ۲-۸: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر محسن پارسا مقدم..... ۴۰
- شکل ۲-۹: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر حسن منصف..... ۴۰
- شکل ۲-۱۰: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر علی عباسپور تهرانی..... ۴۱
- شکل ۲-۱۱: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر فرخ امینی‌فر..... ۴۱
- شکل ۲-۱۲: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر علی محمد رنجبر..... ۴۲
- شکل ۲-۱۳: پراکندگی حوزه مطالعاتی خانم مهندس نیکی مسلمی..... ۴۲
- شکل ۲-۱۴: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر حبیب قراگوزلو..... ۴۳
- شکل ۲-۱۵: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر حبیب رجبی مشهدی..... ۴۳
- شکل ۲-۱۶: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای حسین هارون‌آبادی..... ۴۴
- شکل ۲-۱۷: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای امیر صفدریان..... ۴۴
- شکل ۲-۱۸: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای آرش احسانی..... ۴۵
- شکل ۳-۱: بررسی فعالیت شرکت‌ها و مراکز پژوهشی در زمینه قابلیت اطمینان..... ۴۶
- شکل ۳-۲: بررسی سوابق کاری شرکت‌های دولتی در زمینه قابلیت اطمینان..... ۴۷
- شکل ۳-۳: نمایش کمی پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای..... ۵۲
- شکل ۳-۴: طبقه‌بندی فعالیت‌های انجام‌شده توسط پژوهشگاه نیرو در زمینه قابلیت اطمینان..... ۵۵
- شکل ۳-۵: تعداد مطالعات انجام‌شده طی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۹۱..... ۵۶
- شکل ۳-۶: بررسی مراکز دانشگاهی فعال در عرصه‌های پژوهشی مرتبط با پایایی شبکه..... ۷۳
- شکل ۳-۷: بررسی فعالیت شرکت‌های خصوصی..... ۷۵
- شکل ۴-۱: ساختار سازمانی وزارت نیرو در بخش برق..... ۸۲
- شکل ۴-۲: روند مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع..... ۱۰۷
- شکل ۴-۳: دسته‌بندی مقالات ارائه‌شده در زمینه محورهای پیشنهادی..... ۱۱۴
- شکل ۴-۴: مقایسه حجم مقالات منتشرشده در زمینه تولید در مقابل انتقال و توزیع..... ۱۱۵
- شکل ۴-۵: مقایسه درصد مقالات ارائه‌شده در محورهای پیشنهادی..... ۱۱۵
- شکل ۴-۶: مقایسه مقالات منتشرشده در هر محور در حوزه تولید و انتقال-توزیع..... ۱۱۶
- شکل ۴-۷: مقایسه حجم مقالات ارائه‌شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان در بخش تولید..... ۱۱۷

- شکل ۴-۸: بررسی درصد مقالات ارائه‌شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه تولید..... ۱۱۸
- شکل ۴-۹: حجم مقالات ارائه‌شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و توزیع..... ۱۱۹
- شکل ۴-۱۰: بررسی درصد مقالات ارائه‌شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و توزیع..... ۱۲۰
- شکل ۴-۱۱: حجم مقالات ارائه‌شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید..... ۱۲۱
- شکل ۴-۱۲: درصد مقالات ارائه‌شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان شبکه تولید..... ۱۲۱
- شکل ۴-۱۳: حجم مقالات ارائه‌شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و توزیع..... ۱۲۲
- شکل ۴-۱۴: درصد مقالات ارائه‌شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و توزیع..... ۱۲۳
- شکل ۴-۱۵: حجم مقالات ارائه‌شده در زمینه مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان شبکه تولید..... ۱۲۴
- شکل ۴-۱۶: حجم مقالات ارائه‌شده در زمینه رگولاتوری قابلیت اطمینان شبکه تولید..... ۱۲۵
- شکل ۴-۱۷: حجم مقالات ارائه‌شده توسط اشخاص مختلف در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان..... ۱۲۶
- شکل ۴-۱۸: حجم مقالات ارائه‌شده توسط اشخاص مختلف در زمینه بهبود قابلیت اطمینان..... ۱۲۷

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱: اسامی نویسندگان با ۶ مقاله در کنفرانس‌های داخلی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید).....	۱۶
جدول ۲-۱: اسامی نویسندگان با ۵ مقاله در کنفرانس‌های داخلی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید).....	۱۷
جدول ۳-۱: اسامی نویسندگان با ۴ مقاله در کنفرانس‌های داخلی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید).....	۱۷
جدول ۴-۱: نویسندگان با ۳ مقاله در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع) در مجلات خارجی.....	۲۲
جدول ۵-۱: نویسندگان با ۴ مقاله در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع) در مجلات خارجی.....	۲۲
جدول ۶-۱: نویسندگان با ۵ مقاله در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید) در مجلات خارجی.....	۲۴
جدول ۷-۱: نویسندگان با ۴ مقاله در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید) در مجلات خارجی.....	۲۴
جدول ۸-۱: اسامی نویسندگان با ۷ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه انتقال و توزیع.....	۲۸
جدول ۹-۱: اسامی نویسندگان با ۶ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه انتقال و توزیع.....	۲۸
جدول ۱۰-۱: اسامی نویسندگان با ۵ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه انتقال و توزیع.....	۲۸
جدول ۱۱-۱: اسامی نویسندگان با ۴ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه انتقال و توزیع.....	۲۹
جدول ۱۲-۱: اسامی نویسندگان با ۹ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه تولید.....	۳۰
جدول ۱۳-۱: اسامی نویسندگان با ۸ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه تولید.....	۳۰
جدول ۱۴-۱: اسامی نویسندگان با ۷ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه تولید.....	۳۰
جدول ۱۵-۱: اسامی نویسندگان با ۶ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه تولید.....	۳۰
جدول ۱۶-۱: اسامی نویسندگان با ۵ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه تولید.....	۳۱
جدول ۱۷-۱: اسامی نویسندگان با ۴ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه تولید.....	۳۱
جدول ۱-۲: سایر مطالعات انجام شده در زمینه قابلیت اطمینان.....	۳۶
جدول ۱-۳: شرکت‌های مدیریت تولید و نیروگاه.....	۴۸
جدول ۲-۳: شرکت‌های برق منطقه‌ای بررسی شده.....	۴۹
جدول ۳-۳: پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای.....	۵۰
جدول ۴-۳: شرکت‌های توزیع نیروی برق.....	۵۲
جدول ۵-۳: عناوین پروژه انجام شده در شرکت‌های توزیع نیروی برق.....	۵۴
جدول ۶-۳: خلاصه‌ای از عناوین تمامی مقالات منتشر شده توسط پژوهشگاه نیرو.....	۵۶
جدول ۷-۳: خلاصه‌ای از پروژه‌های انجام شده در پژوهشگاه نیرو در حوزه قابلیت اطمینان.....	۵۹
جدول ۸-۳: دوره‌های آموزشی برگزار شده و دوره‌های آموزشی برنامه‌ریزی شده سال ۱۳۹۳ مرتبط با قابلیت اطمینان.....	۶۲

- جدول ۳-۹: مقالات چاپ‌شده در نشریه فرآیند تولید و توزیع برق پژوهشگاه نیرو مرتبط با قابلیت اطمینان ۶۳
- جدول ۳-۱۰: خلاصه فعالیت‌های پژوهشی شرکت مدیریت شبکه با موضوع قابلیت اطمینان ۶۴
- جدول ۳-۱۱: خلاصه پروژه‌های انجام شده در مرکز توسعه فناوری نیرو (متن) مرتبط با عملیات نت ۶۸
- جدول ۳-۱۲: خلاصه پروژه‌های مرتبط به قابلیت اطمینان و ثبت شده در دبیرخانه تحقیقات برق ۶۹
- جدول ۳-۱۳: فعالیت های مرکز ملی مطالعات و برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت در حوزه قابلیت اطمینان ۷۴
- جدول ۳-۱۴: لیست پروژه‌های انجام شده در زمینه قابلیت اطمینان شبکه، توسط شرکت قدس نیرو ۷۶
- جدول ۴-۱: لیست پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای ۱۲۸
- جدول ۴-۲: لیست پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های توزیع نیروی برق ۱۳۰
- جدول ۴-۳: لیست پروژه‌های انجام شده در پژوهشگاه نیرو ۱۳۱
- جدول ۴-۴: دوره‌های آموزشی برگزار شده و دوره‌های آموزشی برنامه‌ریزی شده مرتبط با قابلیت اطمینان ۱۳۳
- جدول ۴-۵: فعالیت های پژوهشی شرکت مدیریت شبکه با موضوع قابلیت اطمینان ۱۳۴
- جدول ۴-۶: لیست پروژه‌های ثبت شده در دبیرخانه تحقیقات برق ۱۳۵
- جدول ۴-۷: لیست پروژه‌ها و فعالیت‌های انجام شده در مرکز ملی مطالعات و برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت ۱۳۸
- جدول ۴-۸: لیست پروژه‌ها و فعالیت‌های انجام شده در شرکت قدس نیرو در حوزه پایایی ۱۳۹

مقدمه

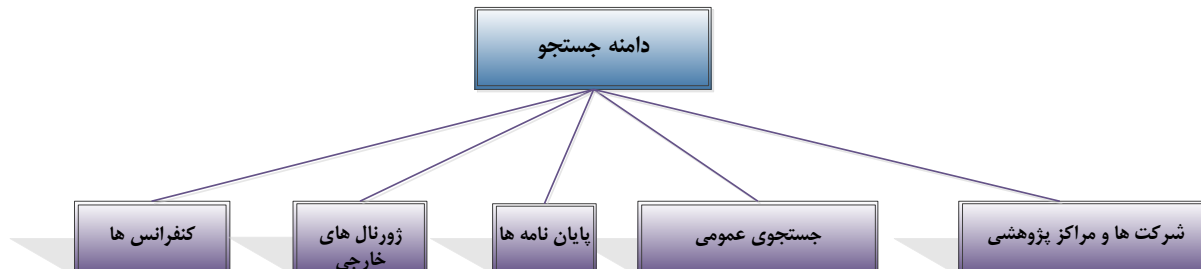
یکی از مهم‌ترین حوزه‌های تحقیقاتی در صنعت برق، پایایی (قابلیت اطمینان) شبکه بوده که با گسترش و توسعه این صنعت، لزوم توجه به آن به عنوان یک فاکتور مهم در کیفیت بهره‌برداری بیش از پیش احساس می‌شود. در همین راستا در ایران هم فعالیت‌های قابل توجه‌ای در این زمینه در سطوح دانشگاهی و مراکز پژوهشی در حال انجام بوده و یا انجام گرفته است. یکی از مهم‌ترین این فعالیت‌ها، طرح تفاهم نامه همکاری بین شرکت مادر تخصصی توانیر و پژوهشگاه نیرو با عنوان طراحی و استقرار سامانه ملی پایایی شبکه برق ایران بوده که به این پژوهشگاه محول گردیده است. بر این اساس، گروه مطالعات سیستم پژوهشگاه نیرو، در نخستین گام این طرح در صدد جمع‌آوری یک بانک اطلاعاتی جامع از پتانسیل‌ها و ظرفیت‌های موجود در این حوزه از صنعت برق می‌باشد تا در مراحل بعدی و در محورهای مختلف مرتبط به حوزه قابلیت اطمینان با مدیریت‌های موثر این پتانسیل‌ها در پیاده‌سازی این طرح گام بردارد.

در این گزارش با جستجوی جامع انجام شده، لیستی از افراد و یا شرکت‌های فعال در این عرصه ارائه گردیده است. جستجوی انجام‌شده شامل سه فصل اصلی بوده که فصل اول شامل بررسی مقالات مطرح‌شده در کنفرانس‌ها، همایش‌های داخل کشور و یا مقالات چاپ‌شده در مجله‌های معتبر خارج از کشور می‌باشد و در بخش آخر این فصل به بررسی اجمالی از فعالیت‌هایی انجام‌شده پرداخته می‌شود. در فصل دوم این گزارش، پایان‌نامه‌های انجام‌شده در زمینه قابلیت اطمینان شبکه برق ایران مورد بررسی قرار گرفته است که اطلاعات تکمیلی این فصول و زیربخش‌های آن شامل اطلاعات جامع‌تری از جمله عناوین تحقیق انجام گرفته، سال انتشار، اطلاعات نویسندگان و سایر اطلاعات جزئی‌تری بوده که در پیوست این پروژه ارائه شده است. همچنین این فصل شامل بررسی تفکیکی حوزه فعالیتی افراد فعال در عرصه قابلیت اطمینان شبکه می‌باشد. همچنین در فصل سوم این گزارش، فعالیت‌های انجام شده توسط شرکت‌های خصوصی و دولتی و مراکز دانشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل چهارم این گزارش، نرم‌افزار پایگاه داده تهیه‌شده برای ظرفیت تخصصی پایایی در کشور معرفی می‌گردد.

فصل اول: بررسی مقالات ثبت‌شده در زمینه قابلیت اطمینان

مقدمه

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، برای تهیه لیست جامعی از افراد، شرکت‌ها، سازمان‌های متخصص در زمینه پایایی شبکه برق کشور دامنه‌های مطرح شده در شکل ۱-۱ به عنوان محورهای اصلی جستجو پیشنهاد شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، دامنه جستجو شامل ۵ بخش؛ مقالات کنفرانس‌های داخلی، مجلات معتبر، پایان‌نامه‌ها، جستجوی عمومی با موتورهای جستجوی اینترنتی، و بررسی فعالیت شرکت‌ها و مراکز علمی فعال در عرصه پایایی صنعت برق می‌باشد. در این فصل که شامل دو بخش اصلی خواهد بود، مقالات مطرح‌شده در کنفرانس‌های داخلی و مجلات خارجی در هر دو حوزه تولید، و انتقال و توزیع مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

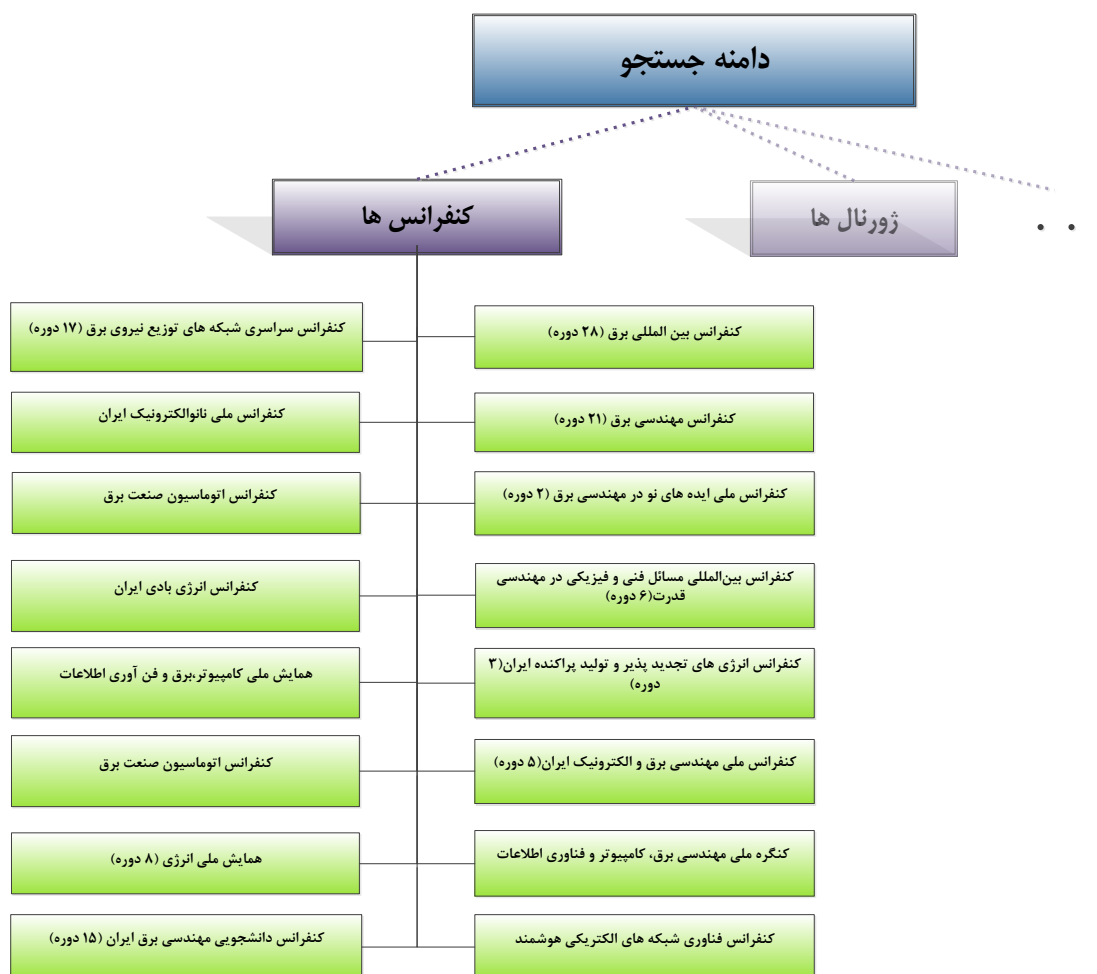


شکل ۱-۱: دامنه جستجو

۱-۱- بررسی مقالات ثبت‌شده در کنفرانس‌ها و همایش‌های داخلی

در بررسی مقالات مطرح‌شده در کنفرانس‌ها و همایش‌های داخلی، بیشترین اثر مربوط به ۱۶ کنفرانس و همایش بوده که

در شکل ۲-۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱-۲: کنفرانس‌های مطرح در دامنه جستجو

علاوه بر موارد مطرح‌شده در شکل ۱-۲، همایش‌ها و کنفرانس‌های دیگری هم مورد بررسی قرار گرفته که سهم نسبتاً کوچکی از کل آثار مطرح‌شده در این بخش را به خود اختصاص داده‌اند که عبارتند از:

کنفرانس بین‌المللی سالانه انرژی پاک (دوره ۲)

کنفرانس ملی سد و نیروگاه‌های برق آبی

کنفرانس ملی صنعت نیروگاه‌های حرارتی (دوره ۳)

کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیرساخت‌ها

کنفرانس نیروگاه‌های برق (دوره ۵)

همایش ملی برق و کامپیوتر جنوب ایران

همایش منطقه‌ای مهندسی برق

کنفرانس پایش وضعیت و عیب‌یابی (۵ دوره)

همایش کیفیت و بهره‌وری در صنعت برق (۵ دوره)

کنفرانس ملی نیروگاه‌های آبی کشور (۲ دوره)

همایش ملی انرژی باد و خورشید (۲ دوره)

کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات (۳ دوره)

فصلنامه فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس

کنفرانس سراسری بهینه‌سازی مصرف انرژی

مجله انجمن مهندسين برق و الکترونیک ایران

مجله کیفیت و بهره‌وری صنعت برق ایران

نشریه مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر ایران

همایش ملی سوخت، انرژی و محیط زیست

در بخش‌های آتی نتایج تحلیلی این داده‌ها در حوزه‌های تولید و یا انتقال و توزیع با جزئیات بیشتر مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۱-۱-۱- تحلیل مقالات کنفرانس‌های داخلی در قابلیت اطمینان در حوزه انتقال و توزیع

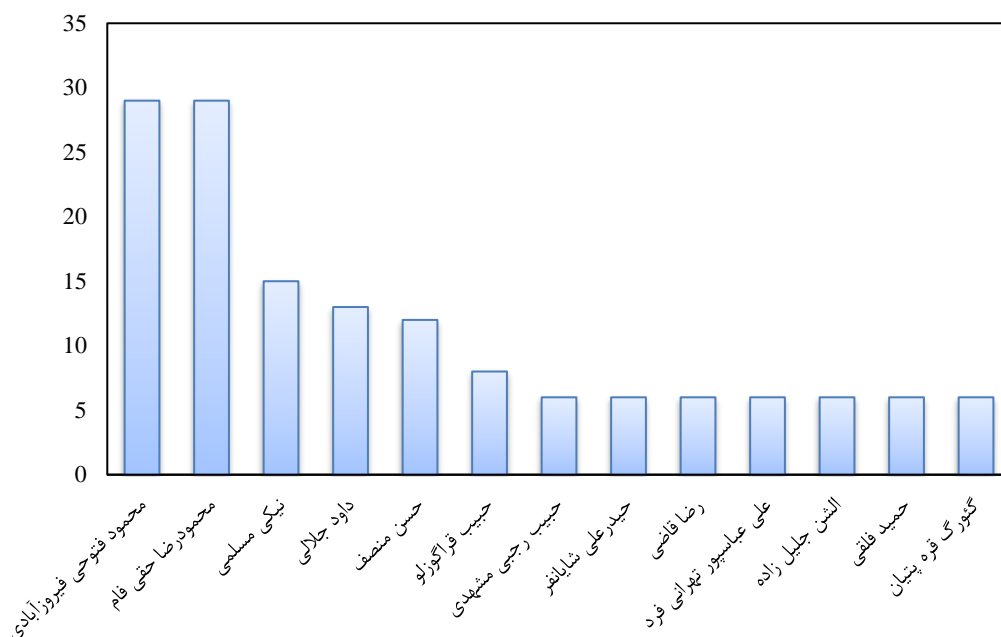
همان‌طور که گفته شده و در شکل ۱-۲ نشان داده شده است، در بررسی مقالاتی که در کنفرانس‌های داخلی در مورد

قابلیت اطمینان در حوزه انتقال و توزیع مطرح شده است، ۱۶ کنفرانس و همایش مورد بررسی قرار گرفته‌اند که در مجموع ۹۷۱

اثر ثبت شده است. لازم به ذکر است که تعداد کل مقالات شامل ۳۴۶ اثر بوده که با احتساب هر اثر با چندین نویسنده

به صورت جداگانه، این رقم به ۹۷۱ مقاله شامل نویسنده‌ی متفاوت و یا عنوان متفاوت خواهند بود. بر این اساس مشهود است که هر مقاله به طور تقریبی شامل ۳ نویسنده است.

در تشریح جزئیات این مقالات جداولی به پیوست این گزارش ارائه شده که مفصلاً شامل اطلاعات کاملی از این آثار با ذکر عنوان اثر، سال انتشار، محل انتشار، عنوان نویسنده، محل اشتغال نویسنده، ترتیب نویسندگان، چکیده، و کلید واژه‌ها می‌باشد. از بین نویسندگان مطرح در مقالات ذکر شده در فایل پیوست، همانطور که در شکل ۱-۳ مشاهده می‌شود، آقای دکتر محمود فتوحی فیروزآباد و آقای دکتر محمودرضا حقی فام به ترتیب از دانشگاه صنعتی شریف و دانشگاه تربیت مدرس مشترکاً با ۲۹ مقاله در صدر نویسندگان قرار دارند. خانم مهندس نیکی مسلمی از پژوهشگاه نیرو با ۱۵ عنوان مقاله به عنوان دومین نویسنده فعال در زمینه قابلیت اطمینان در مقالات کنفرانسی داخلی در این حوزه مطرح می‌باشند. همچنین آقای مهندس داود جلالی با ۱۳ اثر و آقای دکتر حسن منصف با ۱۲ اثر نفرت بعدی در این بخش هستند. آقای دکتر حبیب قراگزلو نیز ۸ مقاله در کنفرانس‌های داخلی ارائه داده‌اند و آقایان حیدرعلی شایانفر، رضا قاضی، علی عباسپور تهرانی فرد، حبیب رجبی مشهدی، الشن جلیل زاده، حمید فلقی، و گئورگ قره‌پتیان ۶ مقاله ارائه نموده‌اند.



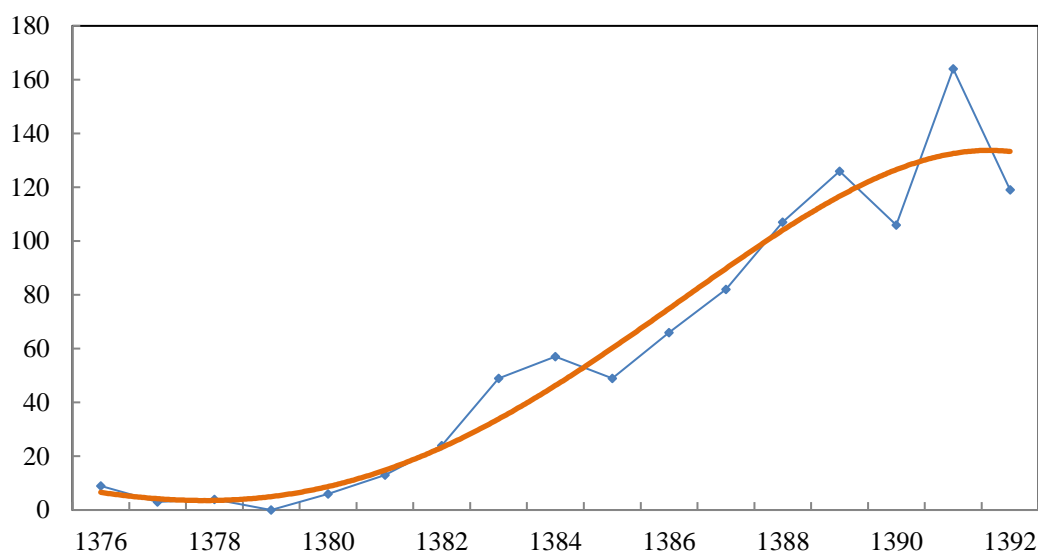
شکل ۱-۳: نمایش کمی مقالات ارائه شده در کنفرانس‌ها و همایش‌های داخلی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع)

لازم به ذکر است که از بین ۱۶ مرجع مطرح‌شده در قالب کنفرانس‌ها و همایش‌های داخل کشور که در شکل ۱-۲ نشان داده شده است، بخش اعظم مقالات در کنفرانس بین‌المللی برق، کنفرانس مهندسی برق، کنفرانس سراسری شبکه‌های توزیع، و کنفرانس دانشجویی مهندسی برق به ثبت رسیده است. نمودار شکل ۱-۴ مقادیر کمی این موضوع را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۴: حجم مقالات در کنفرانس‌های مختلف داخلی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع)

با توجه به شکل ۱-۵ که نشان‌دهنده نمایش کمی مقالات ارائه‌شده در کنفرانس‌ها و همایش‌های داخلی در زمینه قابلیت اطمینان است، حاکی از توجه صعودی محققین صنعت برق به اهمیت این موضوع دارد.

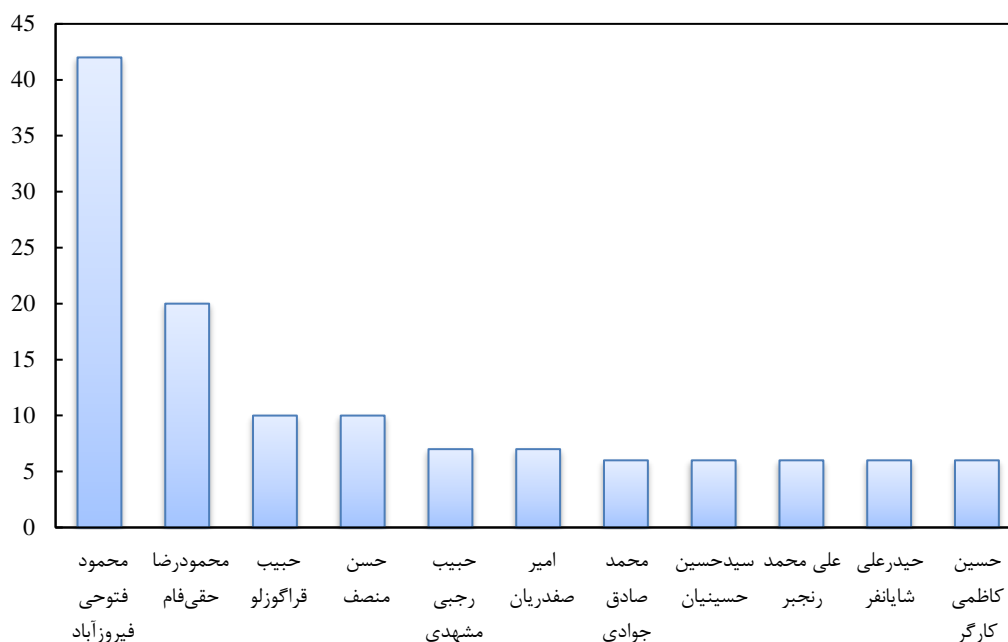


شکل ۱-۵: نمایش کمی سالیانه مقالات کنفرانسی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع)

۲-۱-۱- تحلیل مقالات کنفرانس‌های داخلی در قابلیت اطمینان در حوزه تولید

با بررسی مقالات چاپ‌شده در بیش از ۱۶ مورد کنفرانس، همایش، نشریه و مجله مختلف داخلی بیان‌شده در شکل ۲-۱، در مجموع ۲۳۵ اثر مختلف در حوزه قابلیت اطمینان واحدهای تولیدی و نیروگاه‌ها به ثبت رسیده است. جزئیات این مقالات شامل نام و نام خانوادگی نویسنده، سازمان، آدرس ایمیل، عنوان اثر، سایر نویسندگان، محل انتشار، سال انتشار، چکیده و کلید واژه‌ها در انتهای گزارش به صورت جدول ارائه شده است.

با بررسی تمامی مقالات داخلی به دست آمده در زمینه قابلیت اطمینان سیستم‌های تولید، در مجموع لیستی از ۳۷۸ محقق مختلف به دست آمد که آقای دکتر محمود فتوحی فیروزآباد از دانشگاه صنعتی شریف با ارائه ۴۲ مقاله، بیشترین مطالعه را در این زمینه انجام داده است. آقای دکتر محمودرضا حقی فام از دانشگاه تربیت مدرس با ۲۰ مقاله، آقایان دکتر حبیب قراگوزلو (مدیریت شبکه برق ایران و دانشگاه تربیت مدرس ایران) و دکتر حسن منصف (دانشگاه تهران) با ۱۰ مقاله و آقایان دکتر حبیب رجبی مشهدی (دانشگاه فردوسی مشهد) و مهندس امیر صفدریان (دانشگاه صنعتی شریف) با ۷ مقاله از دیگر افراد فعال در این زمینه می‌باشند. شکل ۱-۶ نمودار فراوانی مقالات نویسندگان با بیشترین مقاله ارائه‌شده در کنفرانس‌های داخلی را نشان می‌دهد. در ادامه لیست این افراد، ۵ نفر با ۶ مقاله، ۷ نفر با ۵ مقاله، ۸ نفر با ۴ مقاله، ۱۶ نفر با ۳ مقاله، ۶۰ نفر با ۲ مقاله و ۲۷۶ نفر با ۱ مقاله وجود دارند. جداول ۱-۱ تا ۳-۱ نام این افراد را به ترتیب با ۶، ۵ و ۴ مقاله نشان می‌دهند.



شکل ۱-۶: اسامی نویسندگان با بیشترین مقاله ارائه‌شده در کنفرانس‌های داخلی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید)

جدول ۱-۱: اسامی نویسندگان با ۶ مقاله در کنفرانس‌های داخلی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید)

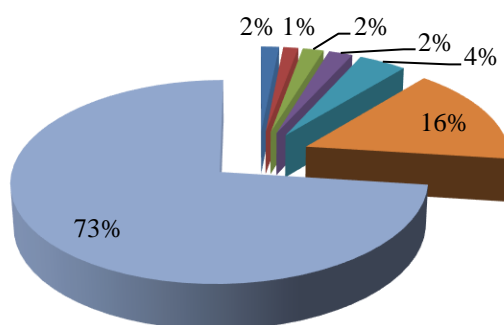
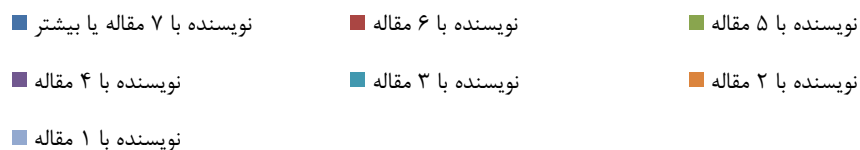
نام و نام خانوادگی	سازمان
محمد صادق جوادی	دانشگاه شهید چمران اهواز
سیدحسین حسینیان	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
علی محمد رنجبر	دانشگاه صنعتی شریف تهران
حیدرعلی شایانفر	دانشگاه علم و صنعت ایران
حسین کاظمی کارگر	دانشگاه شهید بهشتی تهران

جدول ۱-۲: اسامی نویسندگان با ۵ مقاله در کنفرانس‌های داخلی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید)

نام و نام خانوادگی	سازمان
آرش احسانی	دانشگاه صنعتی شریف
محمد رستگار	دانشگاه صنعتی شریف
سینا سلطانی	دانشگاه آزاد واحد تهران جنوب
علی عباسپور تهرانی	دانشگاه صنعتی شریف
گئورگ قره‌پتیان	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
عبدالحسین نیک‌جو	دانشگاه صنعت آب و برق
حسین هارون‌آبادی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات

جدول ۱-۳: اسامی نویسندگان با ۴ مقاله در کنفرانس‌های داخلی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید)

نام و نام خانوادگی	سازمان
فرخ امینی‌فر	دانشگاه صنعتی شریف
جواد پورآبادی	دانشگاه صنعتی اصفهان
محمدحسین جاویدی	دانشگاه فردوسی مشهد
حسین شایقی	دانشکده فنی دانشگاه محقق اردبیلی
مرتضی طاهرخانی	دانشگاه صنعتی شریف
داود فرخزاد	مدیریت شبکه برق ایران، سازمان توانیر، دفتر پایایی سازمان توانیر
محمد قیامی	دانشگاه آزاد اردبیل
سعیداله مرتضوی	دانشگاه شهید چمران اهواز



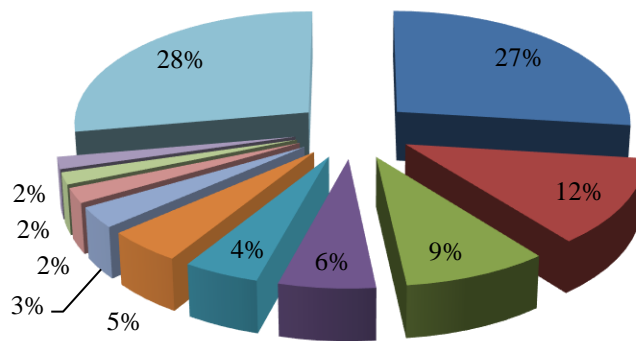
شکل ۱-۷: نمودار کمی مقالات داخلی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید) بر اساس تعداد نویسنده

شکل ۱-۸ نمودار کمی پراکندگی مقالات در مراجع داخلی را نشان می‌دهد. طبق این شکل، ۲۷٪ مقالات در کنفرانس

بین‌المللی برق، ۱۲٪ در کنفرانس مهندسی برق و ۹٪ در کنفرانس دانشجویی مهندسی برق به چاپ رسیده‌اند، ضمن اینکه

۲۸٪ از این مطالعات در سایر کنفرانس‌ها، همایش‌ها، مجلات و نشریه‌ها ارائه شده‌اند.

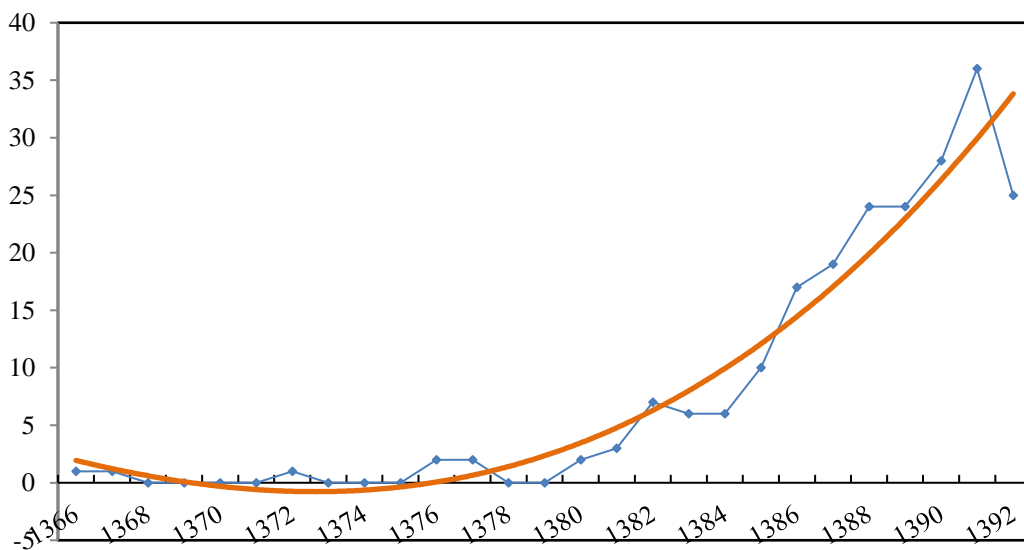
- کنفرانس بین‌المللی برق
- کنفرانس مهندسی برق
- کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران
- کنفرانس شبکه‌های توزیع نیروی برق
- کنفرانس انرژی‌های تجدیدپذیر و تولید پراکنده ایران
- کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران
- کنفرانس فناوری شبکه‌های الکتریکی هوشمند
- کنفرانس اتوماسیون صنعت برق
- کنفرانس پایش وضعیت و عیب‌یابی
- سایر



شکل ۸-۱: نمودار کمی پراکندگی مقالات در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید) در مراجع داخلی

شکل ۹-۱: تعداد مقالات چاپ‌شده طی سال‌های ۱۳۶۶-۱۳۹۲ را نشان می‌دهد. روند رو به رشد مطالعات قابلیت اطمینان

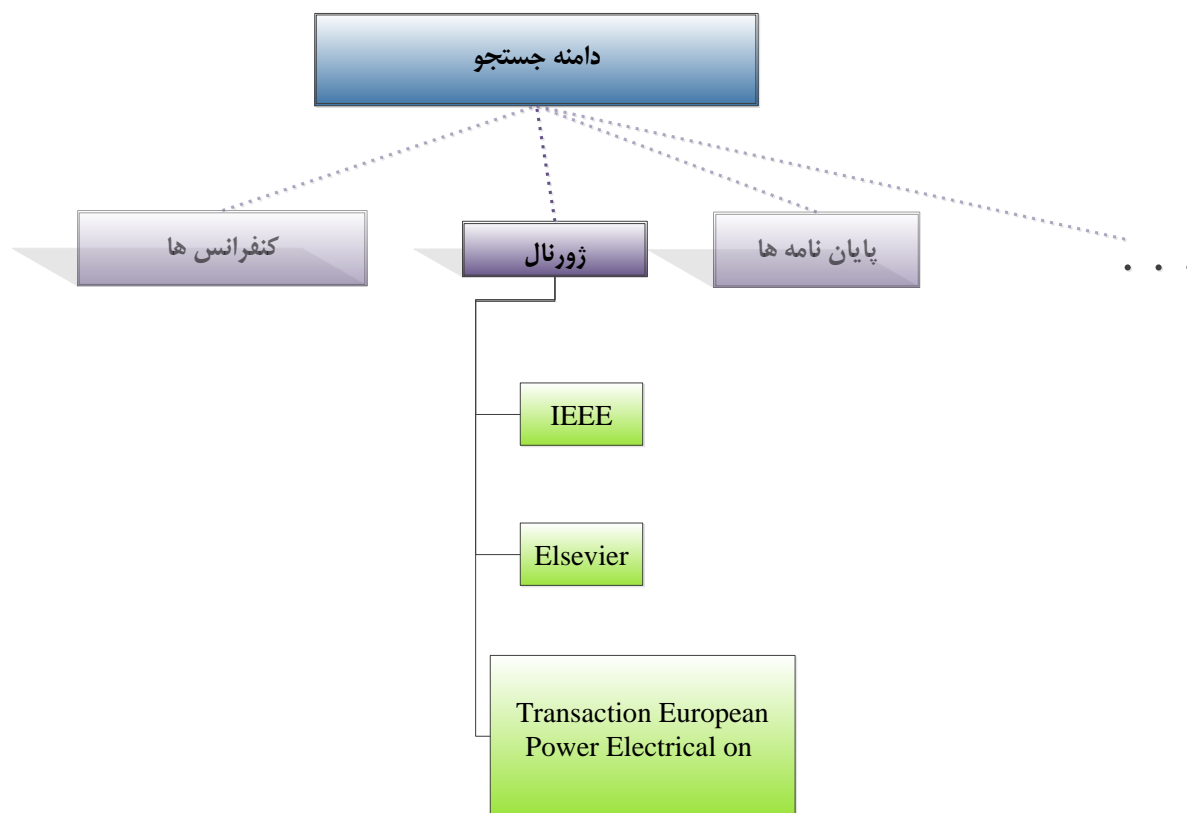
در حوزه واحدهای تولید و نیروگاه‌ها طی سال‌های اخیر به‌خوبی در این شکل مشهود است.



شکل ۹-۱: پراکندگی سالیانه مقالات داخلی در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه تولید

۱-۲- مقالات مطرح در مجلات خارجی

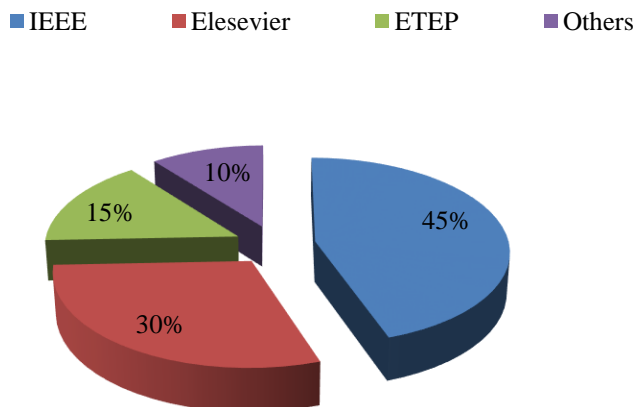
همان‌طور که در شکل ۱-۱۰ نشان داده شده است، برای بررسی عملکرد محققان ایرانی در مجلات خارج از ایران، مجلات مطرح IEEE، Elsevier، و European Transactions on Electrical Power مورد بررسی قرار گرفته است که با جزئیات بیشتر در دو حوزه تولید و یا انتقال و توزیع در زیر بخش‌های آتی به تفصیل بررسی شده‌اند.



شکل ۱-۱۰: محورهای جستجو در مجلات مطرح خارجی

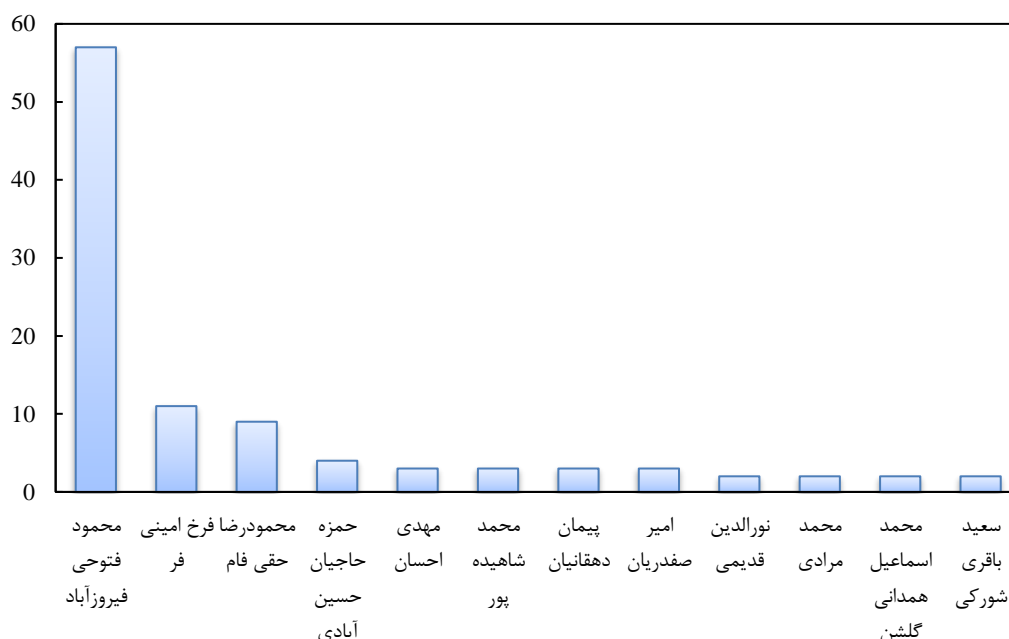
۱-۲-۱- تحلیل مقالات در مجلات مطرح خارجی در حوزه انتقال و توزیع

در بررسی این مجلات، در مجموع ۱۷۵ مقاله در زمینه قابلیت اطمینان با محوریت انتقال و توزیع ثبت شده است. همان‌طور که در شکل ۱-۱۱ مشاهده می‌شود و با جزئیات بیشتر در پیوست نشان داده شده است، از این تعداد، ۵۹ مقاله در Elsevier، ۸۹ مقاله در IEEE، ۳۰ مقاله در مجله European Transactions on Electrical Power و ۲۱ مقاله در سایر مجلات مطرح در سوابق کاری برخی از مولفین به ثبت رسیده است.



شکل ۱-۱۱: درصد مقالات مطرح شده در مجلات خارجی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع)

بررسی نویسندگان مقالات این بخش در شکل ۱-۱۲ نمایش داده شده است و همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، آقای دکتر محمود فتوحی فیروزآباد با ۵۹ مقاله بیشترین مقاله را ارائه نموده که بخش اعظم این مقاله‌ها در مجله IEEE به ثبت رسیده است. آقای دکتر فرخ امینی‌فر و آقای دکتر محمودرضا حقی‌فام نیز به ترتیب با ۱۱ و ۹ مقاله نفرات دوم و سوم این نمودار هستند. اسامی دیگر مولفین نیز نهایتاً با ۳ و ۲ مقاله نیز علاوه بر نمایش ترسیمی در شکل ۱-۱۲، در جداول ۱-۴ و ۱-۵ نمایش داده شده‌اند.



شکل ۱-۱۲: اسامی نویسندگان با بیشترین مقاله در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع) و ارائه شده در مجلات مطرح خارجی

جدول ۱-۴: نویسندگان با ۳ مقاله در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع) در مجلات خارجی

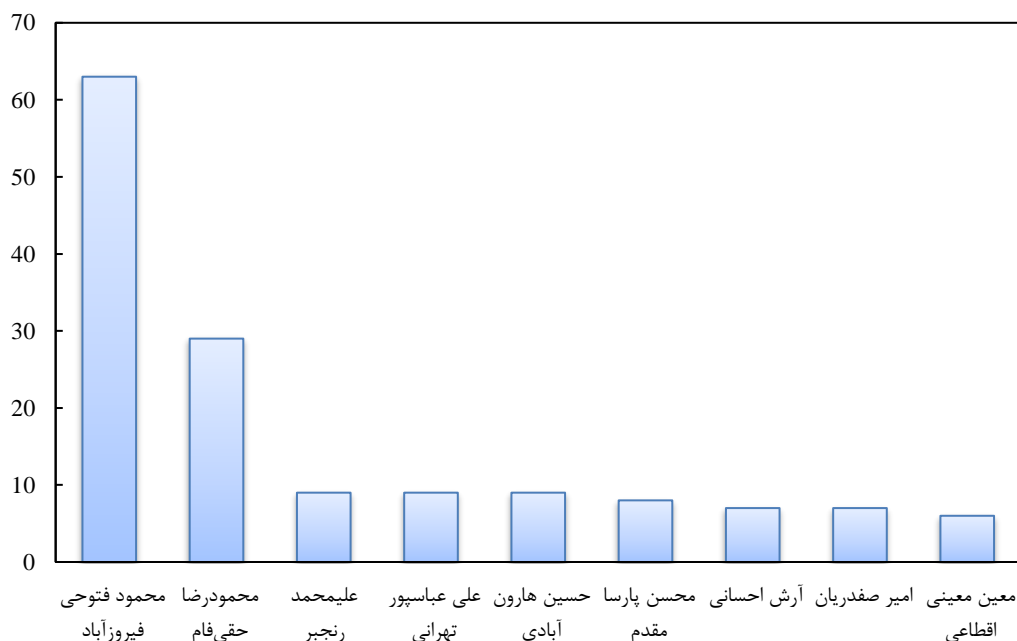
نام و نام خانوادگی	سازمان
مهدی احسان	دانشگاه صنعتی شریف
محمد شاهیده پور	دانشگاه صنعتی شریف
پیمان دهقانیان	دانشگاه صنعتی شریف
امیر صفدریان	دانشگاه صنعتی شریف

جدول ۱-۵: نویسندگان با ۴ مقاله در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع) در مجلات خارجی

نام و نام خانوادگی	سازمان
نورالدین قدیمی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل
محمد مرادی	دانشگاه بوعلی سینا همدان
محمد اسماعیل همدانی گلشن	دانشگاه صنعتی اصفهان
سعید باقری شورکی	دانشگاه صنعتی شریف

۲-۲-۱- تحلیل مقالات در مجلات و کنفرانس‌های مطرح خارجی در حوزه تولید

از میان مقالات چاپ‌شده در کنفرانس‌ها و مجلات بین‌المللی، در نهایت ۱۹۷ مقاله مختلف در حوزه قابلیت اطمینان مرتبط با بخش تولید به‌دست آمد. جزئیات این مقالات نیز مشابه بخش قبل در پیوست گزارش ارائه شده است. طبق این اطلاعات، در انتها لیستی از ۲۵۹ محقق مختلف به‌دست آمده است. مشابه نتایج بخش مقالات داخلی، آقای دکتر محمود فتوحی فیروزآباد از دانشگاه صنعتی شریف با ارائه ۶۳ عنوان مقاله، بیشترین مطالعه را در مجلات و کنفرانس‌های بین‌المللی به چاپ رسانده است. اسامی سایر افرادی که بیشترین مقالات را ارائه داده‌اند عبارتند از: آقای محمودرضا حقی‌فام ۲۹ مقاله، آقایان علی‌محمد رنجبر، علی عباسپور تهرانی و حسین هارون آبادی ۹ مقاله، آقای محسن پارسا مقدم ۸ مقاله، آقایان آرش احسانی و امیر صفدریان ۷ مقاله و آقای معین معینی اقطاعی ۶ مقاله. شکل ۱-۱۳ نمودار فراوانی مقالات نویسندگان با بیشترین مقاله ارائه‌شده در کنفرانس‌ها و مجلات خارجی را نشان می‌دهد. در ادامه این لیست، ۵ نفر با ۵ مقاله، ۸ نفر با ۴ مقاله، ۱۶ نفر با ۳ مقاله وجود دارد. جداول ۱-۶ و ۱-۷ نام افراد به ترتیب با ۵ و ۴ مقاله را نشان می‌دهد.



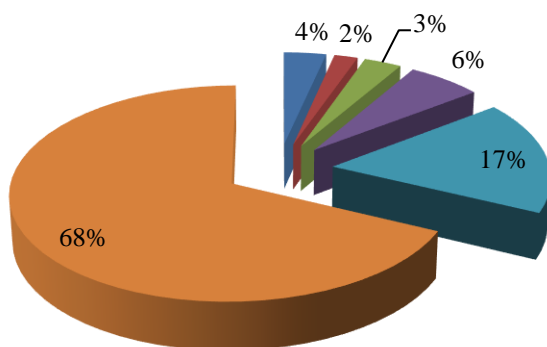
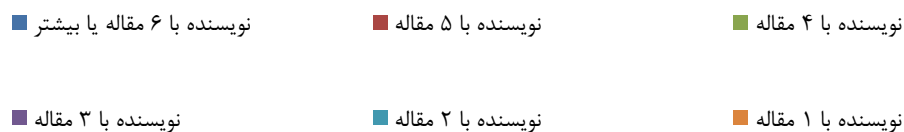
شکل ۱-۱۳: اسامی نویسندگان با بیشترین مقاله ارائه‌شده در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید) در کنفرانس‌ها و مجلات خارجی

جدول ۱-۶: نویسندگان با ۵ مقاله در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید) در مجلات خارجی

نام و نام خانوادگی	سازمان
فرخ امینی‌فر	دانشگاه صنعتی شریف
عباس رجبی قهنویه	دانشگاه صنعتی شریف
معین منبع‌چی	دانشگاه آزاد اسلامی
علی اخوین	دانشگاه آزاد واحد تهران جنوب
حسن منصف	دانشگاه صنعتی شریف

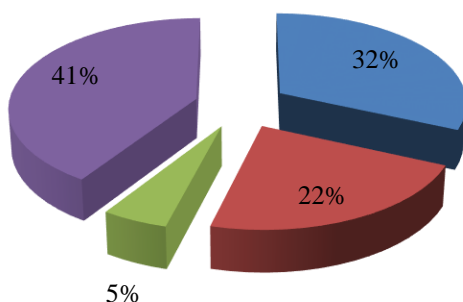
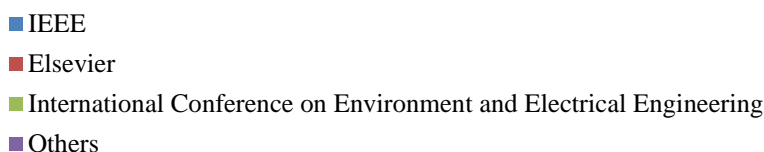
جدول ۱-۷: نویسندگان با ۴ مقاله در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید) در مجلات خارجی

نام و نام خانوادگی	سازمان
اکبر ابراهیمی	دانشگاه صنعتی اصفهان
کریم افشار	دانشگاه صنعتی شریف، شرکت مشانیر
نیما امجدی	دانشگاه سمنان
مسعود پروانیا	دانشگاه صنعتی شریف
حبیب رجبی مشهدی	دانشگاه فردوسی مشهد
علی سعیدیان	دانشگاه شهید چمران اهواز
داود فرخزاد	مدیریت شبکه برق ایران، سازمان توانیر
بابک مظفری	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات

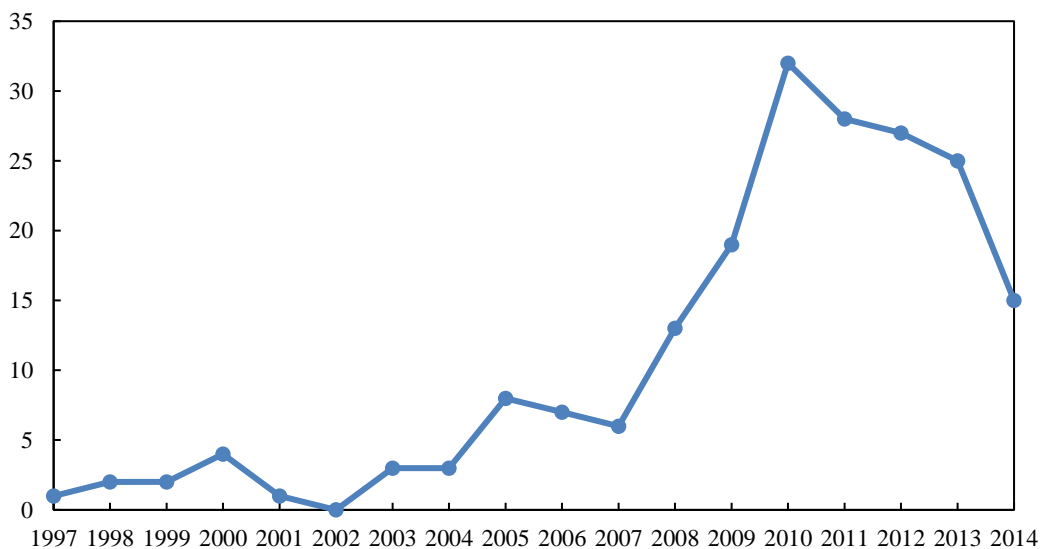


شکل ۱-۱۴: نمودار کمی مقالات خارجی در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید) بر اساس تعداد نویسنده

از میان ۱۹۶ مقاله به دست آمده در حوزه قابلیت اطمینان با محوریت شبکه تولید که در مجلات و کنفرانس‌های بین‌المللی ثبت شده است، ۶۲ مقاله در IEEE، ۴۴ مقاله در Elsevier، ۱۰ مقاله در کنفرانس International Conference on Environment and Electrical Engineering و ۸۰ مقاله در سایر مجلات و کنفرانس‌های بین‌المللی قرار دارد. شکل ۱-۱۵ پراکندگی مقالات در کنفرانس‌ها و مجلات خارجی را نشان می‌دهد. شکل ۱-۱۶ پراکندگی سالیانه مقالات خارجی در زمینه قابلیت اطمینان حوزه تولید را طی سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۹۷ نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۵: پراکندگی مقالات در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید) در کنفرانس‌ها و مجلات خارجی



شکل ۱-۱۶: پراکندگی سالیانه مقالات خارجی در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه تولید

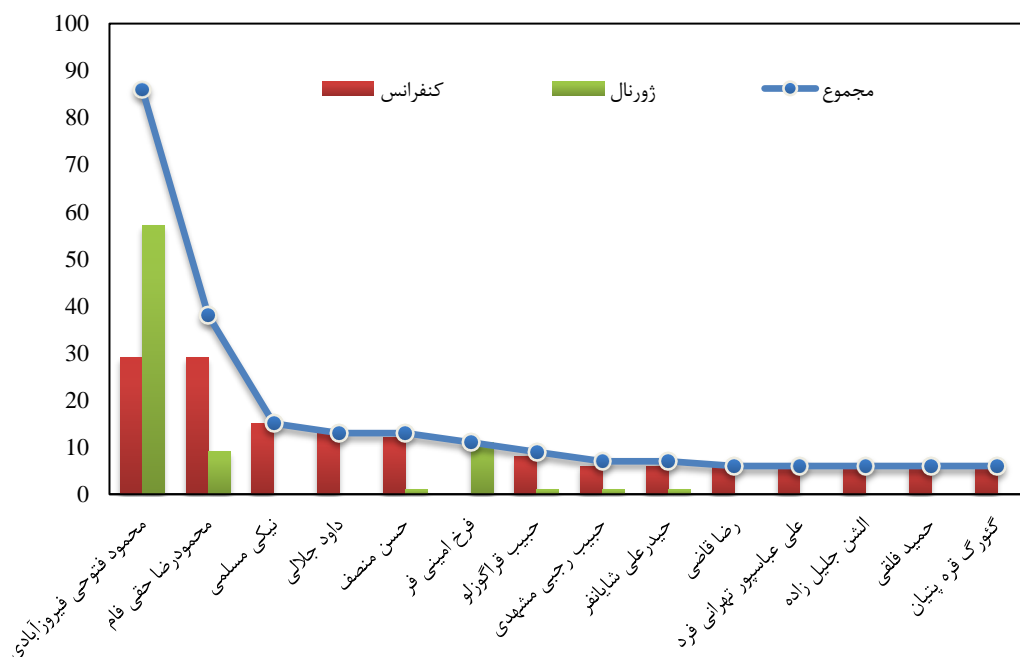
۳-۱- بررسی افراد فعال در هر دو عرصه داخلی و خارجی

در این بخش به بررسی کلی افراد مطرح در مباحث قابلیت اطمینان در هر دو عرصه کنفرانس‌ها و مجلات داخلی و خارجی

و به‌طور مجزا در بخش‌های تولید، انتقال و توزیع پرداخته می‌شود.

۱-۳-۱- تحلیل کل مقالات در حوزه انتقال و توزیع

در مجموع مقالات مطرح‌شده در کنفرانس‌های داخلی و مجلات خارجی، ۱۱۶۹ مورد مقاله در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه انتقال و توزیع ثبت شده است. همان‌طور که در شکل ۱-۱۷ نشان داده شده است، در کل موارد ثبت شده از این مقاله‌ها، شاخص‌ترین نویسنده آقای دکتر محمود فتوحی فیروزآباد از دانشگاه شریف بوده که ۸۶ اثر به‌نام ایشان ثبت شده است. آقای دکتر محمودرضا حقی فام از دانشگاه تربیت مدرس نیز ۳۸ مقاله ارائه نموده و خانم مهندس نیکی مسلمی با ارائه ۱۵ مقاله در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه انتقال و توزیع نفر سوم از این لیست می‌باشد. آقای مهندس جلالی و دکتر منصف به‌ترتیب از پژوهشگاه نیرو و دانشگاه تهران، مشترکا با ارائه ۱۳ مقاله، دیگر نفرات فعال این عرصه هستند و همچنین ۱۱ مقاله بنام آقای دکتر فرخ امینی فر و ۹ مقاله به‌نام آقای دکتر حبیب قراگوزلو به ثبت رسیده است.



شکل ۱-۱۷: ترتیب اشخاص بر اساس تعداد ارائه مقالات در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع) در مجموع نتایج کنفرانس‌ها و مجلات

در جدول‌های ۱-۸ تا ۱-۱۱ نیز اسامی نویسندگان و سازمان مربوط به آن‌ها که به‌ترتیب ۷، ۶، ۵ و ۴ مقاله در زمینه قابلیت

اطمینان در حوزه انتقال و توزیع ارائه داده‌اند، نشان داده شده است.

جدول ۱-۸: اسامی نویسندگان با ۷ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه انتقال و توزیع

نام و نام خانوادگی	سازمان
حیدرعلی شایانفر	دانشگاه علم و صنعت
حبیب رجبی مشهدی	دانشگاه فردوسی مشهد

جدول ۱-۹: اسامی نویسندگان با ۶ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه انتقال و توزیع

نام و نام خانوادگی	سازمان
الشن جلیلزاده	پژوهشگاه نیرو و دانشگاه تربیت مدرس
حمید فلقی	دانشگاه تربیت مدرس
رضا قاضی	دانشگاه فردوسی مشهد
علی عباسپور تهرانی فرد	دانشگاه صنعتی شریف
گئورگ قره‌پتیان	دانشگاه صنعتی امیرکبیر

جدول ۱-۱۰: اسامی نویسندگان با ۵ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه انتقال و توزیع

نام و نام خانوادگی	سازمان
مریم رضانی	دانشگاه بیرجند
محسن قاینی صوفی آبادی	دانشگاه فردوسی مشهد
علی پیروی	دانشگاه فردوسی مشهد
حسین شایقی	دانشگاه محقق اردبیلی
حسین کاظمی کارگر	دانشگاه شهیدبهشتی
جعفر عباسی	پژوهشگاه نیرو
هادی خطیب زاده ازاد	پژوهشگاه نیرو
سینا سلطانی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران - جنوب
سید حسین حسینیان	دانشگاه امیرکبیر

جدول ۱-۱: اسامی نویسندگان با ۴ مقاله ثبت‌شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه انتقال و توزیع

نام و نام خانوادگی	سازمان
رضا کی‌پور	دانشگاه تربیت مدرس
پرویز رمضانپور	دانشکده صنعت آب و برق تهران (شهید عباسپور)
مهدی مظفری لقا	گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه
مصطفی کاظمی	پژوهشگاه نیرو
حسین عسگریان ایبانه	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
احمد شکرالهی گاوزن	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)
علیرضا فریدونیان	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
محمدتقی عرب یارمحمدی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد کتول
محمدصادق قاضی‌زاده	دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور
آرش احسانی	دانشگاه صنعتی شریف
حمزه حاجیان حسین آبادی	دانشگاه صنعتی اصفهان

۲-۳-۱- تحلیل کل مقالات در حوزه تولید

در مجموع با در نظر گرفتن ۴۳۰ مقاله مختلف چاپ‌شده در کنفرانس‌های داخلی و بین‌المللی، مجلات خارجی، نشریه‌ها و مجلات که در ارتباط با قابلیت اطمینان در حوزه تولید ثبت شده‌اند، شاخص‌ترین نویسندگان آقای محمود فتوحی فیروزآباد با ثبت ۱۰۵ مقاله (۴۲ مقاله داخلی و ۶۳ مقاله خارجی) و آقای محمودرضا حقی‌فام با ثبت ۴۹ مقاله (۲۰ مقاله داخلی و ۲۹ مقاله خارجی) می‌باشند. از جمله افراد دیگری که در این زمینه فعالیت نموده‌اند عبارتند از: علی محمد رنجبر با ۱۵ مقاله (۶ مقاله داخلی و ۹ مقاله خارجی)، حسن منصف با ۱۵ مقاله (۱۰ مقاله داخلی و ۵ مقاله خارجی)، علی عباسپور تهرانی با ۱۴ مقاله (۵ مقاله داخلی و ۹ مقاله خارجی)، حسین هارون آبادی با ۱۴ مقاله (۵ مقاله داخلی و ۹ مقاله خارجی)، امیر صفدریان با ۱۴ مقاله (۷ مقاله داخلی و ۷ مقاله خارجی)، حبیب قراگوزلو با ۱۳ مقاله (۱۰ مقاله داخلی و ۳ مقاله خارجی)، آرش احسانی با ۱۲ مقاله (۵ مقاله داخلی و ۷ مقاله خارجی) و حبیب رجیبی مشهدی با ۱۱ مقاله (۷ مقاله داخلی و ۴ مقاله خارجی).

در جدول‌های ۱-۱ تا ۱-۱۷ اسامی نویسندگانی که در مجموع به ترتیب ۹، ۸، ۷، ۶، ۵، و ۴ مقاله در زمینه قابلیت اطمینان

در حوزه تولید ارائه داده‌اند، نشان داده شده است.

جدول ۱-۱۲: اسامی نویسندگان با ۹ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه تولید

نام و نام خانوادگی	سازمان
محسن پارسا مقدم	دانشگاه تربیت مدرس
فرخ امینی فر	دانشگاه صنعتی شریف

جدول ۱-۱۳: اسامی نویسندگان با ۸ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه تولید

نام و نام خانوادگی	سازمان
معین معینی اقطاعی	دانشگاه صنعتی شریف
داود فرخزاد	مدیریت شبکه برق ایران، سازمان توانیر

جدول ۱-۱۴: اسامی نویسندگان با ۷ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه تولید

نام و نام خانوادگی	سازمان
علی اخوین	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب
معین منبع‌چی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

جدول ۱-۱۵: اسامی نویسندگان با ۶ مقاله ثبت شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه تولید

نام و نام خانوادگی	سازمان
غلام‌حسین ریاحی دهکردی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
مهدی احسان	دانشگاه صنعتی شریف
حسین شایقی	دانشکده فنی دانشگاه محقق اردبیلی
سعیداله مرتضوی	دانشگاه شهید چمران اهواز
محمد رستگار	دانشگاه صنعتی شریف
سینا سلطانی	دانشگاه آزاد واحد تهران جنوب
محمد صادق جوادی	دانشگاه شهید چمران اهواز
سیدحسین حسینیان	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
حیدرعلی شایانفر	دانشگاه علم و صنعت ایران
حسین کاظمی کارگر	دانشگاه شهید بهشتی تهران

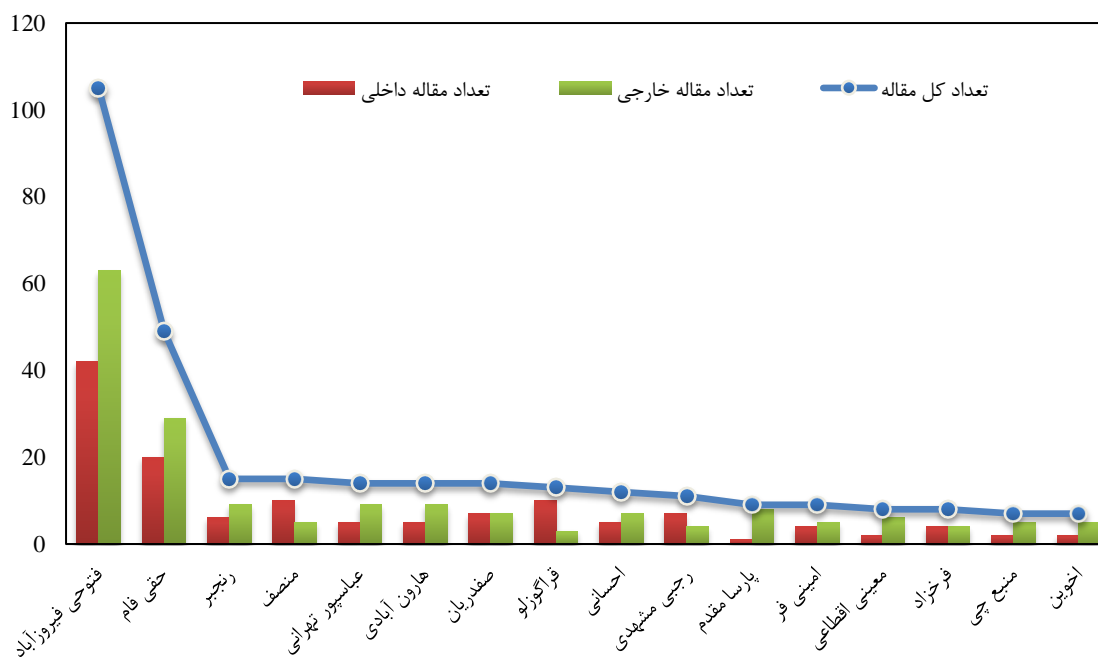
جدول ۱-۱۶: اسامی نویسندگان با ۵ مقاله ثبت‌شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه تولید

نام و نام خانوادگی	سازمان
عباس رجبی قهنویه	دانشگاه صنعتی شریف
کریم افشار	دانشگاه صنعتی شریف، شرکت مشاور تهران
مسعود پروانیا	دانشگاه صنعتی شریف
علی سعیدیان	دانشگاه شهیدچمران اهواز
بابک مظفری	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
جمشید آقائی	دانشگاه علم و صنعت ایران
مسعود رشیدی‌نژاد	شرکت توزیع نیروی برق شمال کرمان
احمد صالحی دوبخشری	دانشگاه صنعتی شریف
مهرداد عابدی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
محمدحسین جاویدی	دانشگاه فردوسی مشهد
گئورگ قره‌پتیان	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
عبدالحسین نیک‌جو	دانشگاه صنعت آب و برق

جدول ۱-۱۷: اسامی نویسندگان با ۴ مقاله ثبت‌شده در زمینه قابلیت اطمینان در حوزه تولید

نام و نام خانوادگی	سازمان
اکبر ابراهیمی	دانشگاه صنعتی اصفهان
نیما امجدی	دانشگاه سمنان
محمد حسن مرادی	دانشگاه بوعلی سینا همدان
مجتبی نجفی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
حسن براتی	-
امیرحسین پارسایی فرد	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب
فاطمه جهانبانی اردکانی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
نوید خالصی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب
محمدحسین سرپرده	سارمان انرژی‌های نو ایران
فرشید مستوفی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
مسعود مقدس تفرشی	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

نام و نام خانوادگی	سازمان
آرمان امینی بدر	شرکت منا، دانشگاه علم و صنعت ایران
محمد ابراهیم حاجی‌آبادی	دانشگاه فردوسی مشهد
مریم رضایی	دانشگاه بیرجند
کاظم زارع	دانشگاه تبریز
جواد پورآباده	دانشگاه صنعتی اصفهان
مرتضی طاهرخانی	دانشگاه تهران
محمد قیامی	دانشگاه آزاد اردبیل



شکل ۱-۱۸: نویسندگان با بیشترین مقاله ارائه شده در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه تولید) در کنفرانس‌ها و مجلات داخلی و بین‌المللی

فصل دوم: بررسی پایان‌نامه‌ها و سایر منابع مرتبط با قابلیت

اطمینان

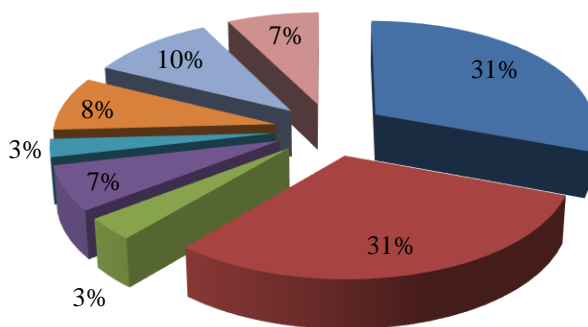
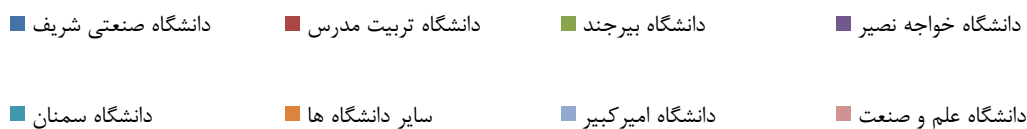
مقدمه

این بخش نیز مانند سایر بخش‌ها در دو حوزه انتقال، توزیع و تولید پایان‌نامه‌های دانشگاه‌های ایران با تمرکز بر دانشگاه‌های تهران مورد بررسی قرار گرفته است. بر این اساس با رجوع به اینترنت و جستجوی عمومی پایان‌نامه‌های همه دانشگاه‌هایی که در پایگاه‌های اطلاعاتی موجود بوده‌اند به ثبت رسیده و در مرحله بعد با تمرکز و بررسی کتابخانه‌ای و وبسایت دانشگاهی بر روی دانشگاه‌های مطرح تهران، اعم از دانشگاه تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشگاه صنعتی شریف، دانشگاه شهید عباسپور، دانشگاه علم و صنعت، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، دانشگاه تربیت مدرس، و دانشگاه شهید بهشتی این پایان‌نامه‌ها هم به بانک اطلاعاتی بخش پایان‌نامه‌های مرتبط با قابلیت اطمینان در دو حوزه مجزا انتقال و توزیع و همچنین تولید افزوده شده است و به‌صورت یکپارچه که در پیوست با عناوین، عنوان پایان‌نامه، سال انتشار، محل انتشار، مقطع تحصیلی، نام استاد راهنما، نام دانشجو، نام اساتید مشاور، چکیده، و کلید واژه تدوین شده است.

۱-۲- بررسی پایان‌نامه‌های انجام‌شده در زمینه قابلیت اطمینان شبکه انتقال و توزیع

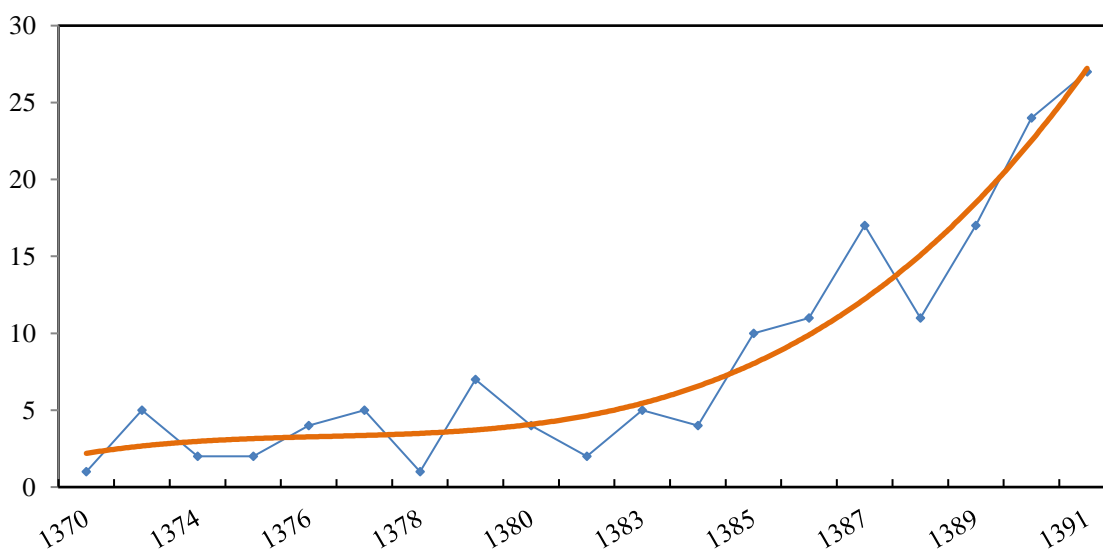
در بررسی پایان‌نامه‌های انجام‌شده در زمینه قابلیت اطمینان در این حوزه، ۱۸۷ کار مطالعاتی در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری یافت شده که در پیوست این گزارش ارائه شده است.

همان‌طور که در شکل ۱-۲ نشان داده شده است، دانشگاه شریف و دانشگاه تربیت مدرس به‌طور مشترک ۳۱ درصد از پایان‌نامه‌ها را به خود اختصاص داده‌اند که عمدتاً اساتید راهنمای آن‌ها دکتر محمود فتوحی فیروزآباد و دکتر محمودرضا حقی‌فام بوده‌اند.



شکل ۲-۱: سهم دانشگاه‌ها در پایان‌نامه‌های ارائه‌شده در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع)

در شکل ۲-۲ گرایش سالانه پایان‌نامه‌ها با موضوعیت قابلیت اطمینان نشان داده شده است. سیر صعودی این روند، نشان‌دهنده توجه بیشتر محققین به موضوعات قابلیت اطمینان در صنعت برق در سال‌های اخیر بوده که انتظار می‌رود این روند در سال‌های آتی هم ادامه داشته باشد.



شکل ۲-۲: پایان‌نامه‌های ارائه‌شده در زمینه قابلیت اطمینان (حوزه انتقال و توزیع) در سال‌های مختلف

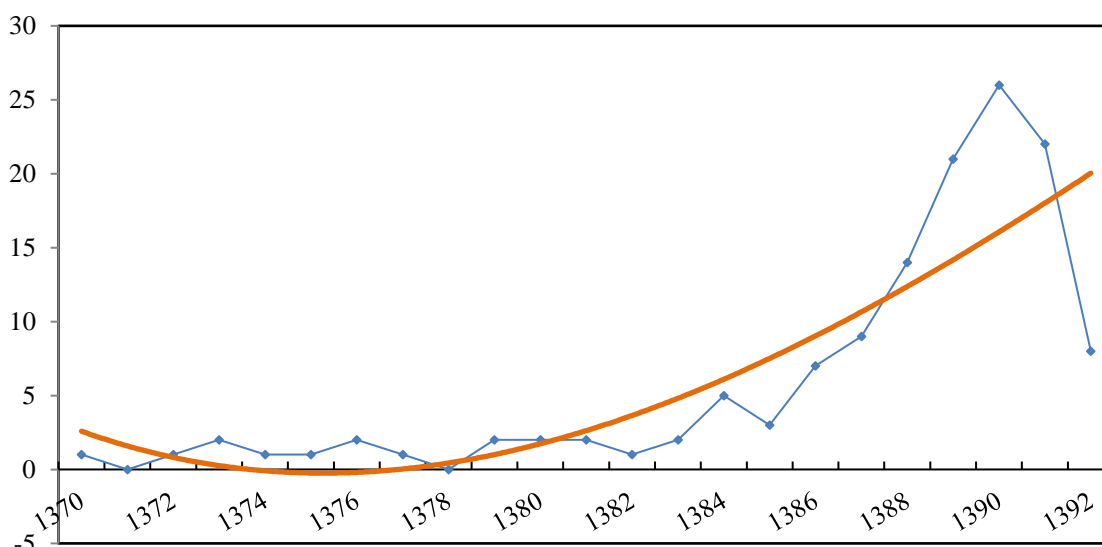
۲-۲- بررسی پایان‌نامه‌های انجام‌شده در زمینه قابلیت اطمینان بخش تولید

در بررسی پایان‌نامه‌های انجام‌شده در زمینه قابلیت اطمینان بخش تولید، ۱۴۷ کار مطالعاتی مربوط به دانشگاه‌های مختلف به‌دست آمد که اطلاعات کامل آن در پیوست گزارش ارائه شده است. همان‌طور که در شکل ۲-۳ نشان داده شده است، ۱۲٪ پایان‌نامه‌ها مربوط به دانشگاه صنعتی شریف، ۹٪ مربوط به دانشگاه فردوسی مشهد و ۷٪ برای هر یک از دانشگاه‌های تربیت مدرس و شهید عباسپور می‌باشد.



شکل ۲-۳: سهم دانشگاه‌ها در تعداد پایان‌نامه‌های ارائه‌شده در حوزه قابلیت اطمینان تولید

شکل ۲-۴: تعداد پایان‌نامه‌های با موضوعیت قابلیت اطمینان در بخش تولید را به تفکیک سال نشان می‌دهد.



شکل ۲-۴: سهم سالیانه پایانه‌های ارائه‌شده در حوزه قابلیت اطمینان تولید

۲-۳- بررسی سایر مطالعات مرتبط با قابلیت اطمینان

در این بخش سایر مطالعات انجام‌شده شامل کتاب‌ها، نرم‌افزارها، طرح‌های پژوهشی و گزارشات ارائه شده است. با جستجوهای انجام‌شده در مجموع ۹ کتاب، ۱ نرم‌افزار، ۵ طرح پژوهشی و ۳ گزارش به‌دست آمده است. جدول ۱-۲ خلاصه‌ای از فعالیت‌های انجام‌شده را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۲: سایر مطالعات انجام‌شده در زمینه قابلیت اطمینان

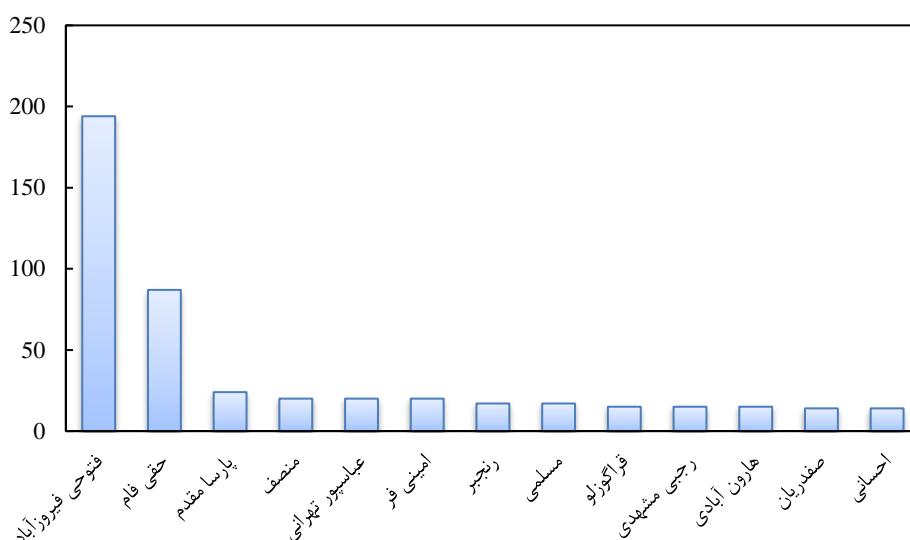
شماره	عنوان	افراد	سال	نوع
۱	استراتژی‌های تعمیرات و نگهداری و قابلیت اطمینان	محمدحسین سلیمی نمین	-	کتاب
۲	Electric Power System Planning - Issues, Algorithms and Solutions	Hossein Seifi - Mohammad Sadegh Sepasian	۲۰۱۱	کتاب
۳	امنیت در شبکه‌های قدرت	محمود فتوحی فیروزآباد	-	کتاب
۴	ارزیابی ریسک در سیستم‌های قدرت - الگوها، روش‌ها و کاربردها	مترجمین: دکتر محمود فتوحی فیروز آباد، دکتر داوود فرخزاد، مهندس صابر نوری زاده	-	کتاب
۵	برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری در سیستم‌های قدرت تجدید ساختار شده	نویسنده: محمد شاهیده‌پور؛ مترجم: محمود فتوحی فیروزآباد و صابر نوری‌زاده	۱۳۸۹	کتاب
۶	نگهداری مبتنی بر قابلیت اطمینان	عبدالحسین نیکجو	-	کتاب

شماره	عنوان	افراد	سال	نوع
۷	قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع برق	تالیف: ریچارد ای. براون؛ ترجمه: شاهرخ شجاعیان؛ محمداسماعیل همدانی گلشن	۱۳۸۷	کتاب
۸	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت	محمداسماعیل هنرمند	-	کتاب
۹	عملیات بازار در سیستم‌های قدرت	حسین سیفی، غلامرضا یوسفی، میرمحسن پدرام	۱۳۸۴	کتاب
۱۰	نرم‌افزار پاشا (PASHA)	شهرام منتصر کوهساری	-	نرم‌افزار
۱۱	یک مدل احتمالی شبیه‌سازی هزینه‌های تولید در یک بهره‌برداری مشترک از شبکه برق با در نظر گرفتن خروج اضطراری نیروگاه‌ها	منوچهر جندقی سمنانی	۱۳۷۵	طرح پژوهشی
۱۲	مطالعات کفایت سنجی و بهبود کفایت شبکه برق جنوب شرق کشور	مدیر: محمد صادق سپاسیان	۱۳۸۶	طرح پژوهشی
۱۳	بررسی قابلیت اعتماد سیستم‌های تولید	پژوهشگر: سهراب خانمحمدی - مسئول: رسول کنارنگی	۱۳۷۲	طرح پژوهشی
۱۴	تدوین شرح خدمات ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه بعثت	مدیر: عبدالحسین نیکجو	۱۳۸۱	طرح
۱۵	افزایش بهره‌وری و قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع به کمک بهینه‌سازی چندمنظوره سیستم حفاظتی و کلیدزنی	حامد هاشمی دزکی، حسین عسکریان ابیانه، کاظم مظلومی	۱۳۹۱	طرح پژوهشی
۱۶	Power System Security	Mohammad Shahidehpour, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Farrokh Aminifar	۲۰۰۸	گزارش
۱۷	شاخص‌های عملکرد نیروگاه‌ها	داود فرخزاد	-	گزارش
۱۸	مفاهیم قابلیت اطمینان و شاخص‌های قابلیت اطمینان در سطح تولید	داود فرخزاد	-	گزارش

۴-۲- مقایسه رزومه افراد شاخص در زمینه قابلیت اطمینان سیستم قدرت

در این بخش سعی شده است تا با بررسی مطالعات انجام‌شده در حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع برق، افراد فعال با بیشترین فعالیت مشخص شوند. بر این اساس و با بررسی تمامی مقالات (کنفرانس‌های داخلی و خارجی و مجلات بین‌المللی)، پایان‌نامه‌ها و کتاب‌های به‌دست آمده در این حوزه، ۱۳ نفر از افراد فعال در این حوزه‌ها مشخص گردیده است. بر این اساس، آقای دکتر محمود فتوحی فیروزآباد با ۱۹۴ اثر، آقای دکتر محمودرضا حقی فام با ۸۷ اثر و آقای محسن پارسامقدم با ۲۴ اثر

شاخص‌ترین افراد فعال در زمینه قابلیت اطمینان سیستم قدرت می‌باشند. شکل ۲-۵ سایر افراد فعال در این زمینه به همراه تعداد آثار آن‌ها را نشان می‌دهد.

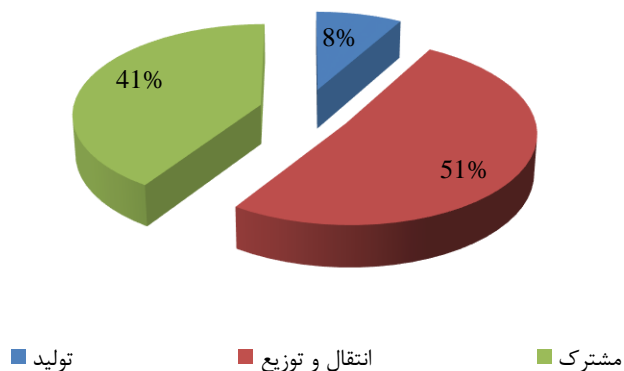


شکل ۲-۵: شاخص‌ترین افراد فعال در زمینه قابلیت اطمینان سیستم قدرت (تولید، انتقال و توزیع)

به منظور تفکیک و تحلیل حوزه فعالیت این افراد، در این بخش رزومه افراد به تفکیک حوزه فعالیت (۱- تولید، ۲- انتقال و توزیع و ۳- مشترک) بررسی شده است.

از میان ۱۹۴ مطالعه انجام‌شده توسط آقای محمود فتوحی فیروزآباد، ۵۱٪ این مطالعات در حوزه انتقال و توزیع، ۴۱٪ در حوزه مشترک و ۸٪ در حوزه تولید بوده است. شکل ۲-۶ نمودار پراکندگی مطالعات آقای دکتر فتوحی فیروزآباد را نشان می‌دهد.

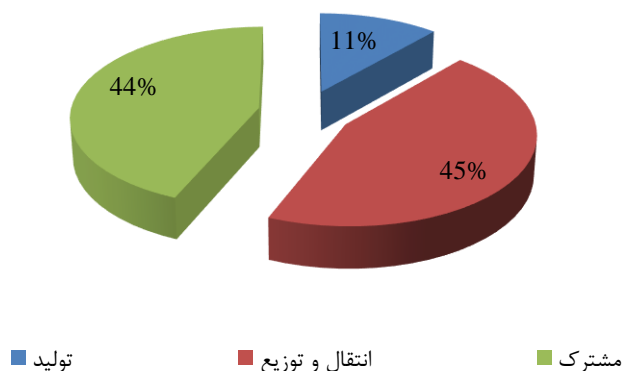
محمود فتوحی فیروزآباد



شکل ۲-۶: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر محمود فتوحی فیروزآباد

تعداد ۸۷ اثر از آقای دکتر محمودرضا حقی فام به ثبت رسیده است که ۴۵٪ در حوزه انتقال و توزیع، ۴۴٪ در حوزه مشترک و ۱۱٪ در حوزه تولید می‌باشد (شکل ۲-۷).

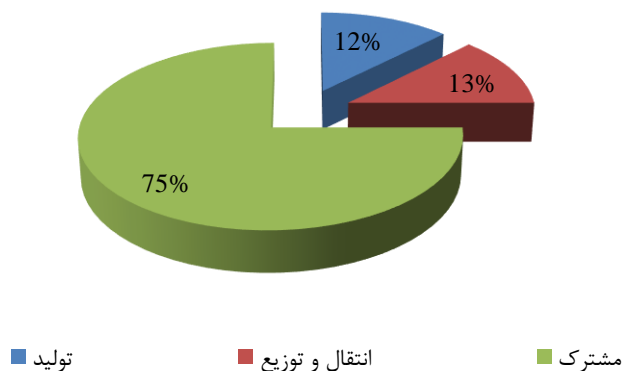
محمودرضا حقی فام



شکل ۲-۷: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر محمودرضا حقی فام

محسن پارسا مقدم ۲۴ اثر را به ثبت رسانده که ۷۵٪ در حوزه مشترک، ۱۳٪ در حوزه انتقال و توزیع و ۱۲٪ در حوزه تولید بوده است (شکل ۲-۸).

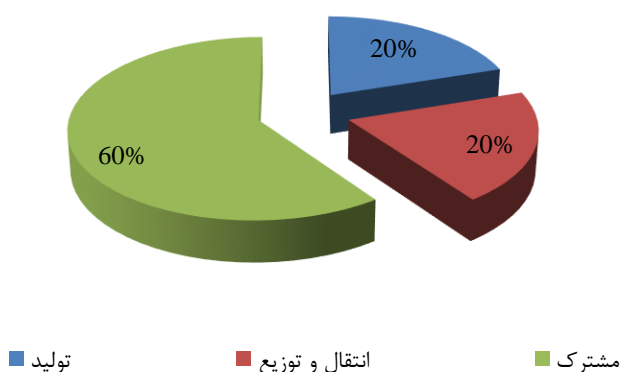
محسن پارسا مقدم



شکل ۲-۸: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر محسن پارسا مقدم

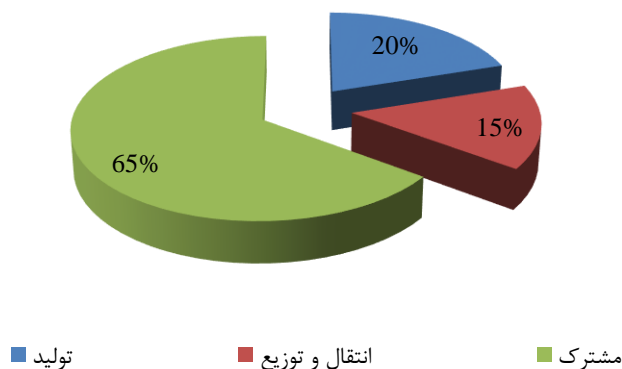
تحلیل مشابه موارد فوق برای آقای دکتر حسن منصف با ۲۰ اثر به صورت ۶۰٪ حوزه مشترک، ۲۰٪ حوزه تولید و ۲۰٪ حوزه انتقال و توزیع، آقای دکتر علی عباسپور تهرانی با ۲۰ اثر به صورت ۶۵٪ حوزه مشترک، ۲۰٪ حوزه تولید و ۱۵٪ حوزه انتقال و توزیع و آقای فرخ امینی فر با ۲۰ اثر به صورت ۶۵٪ حوزه انتقال و توزیع و ۳۵٪ حوزه مشترک صورت پذیرفته است (شکل‌های ۲-۹ تا ۲-۱۱).

حسن منصف



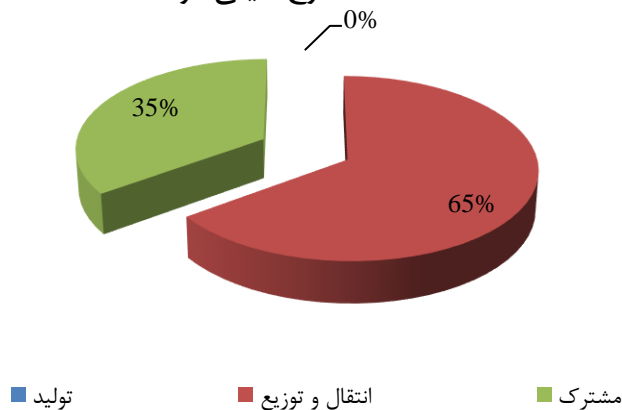
شکل ۲-۹: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر حسن منصف

علی عباسپور تهرانی



شکل ۲-۱۰: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر علی عباسپور تهرانی

فرخ امینی فر

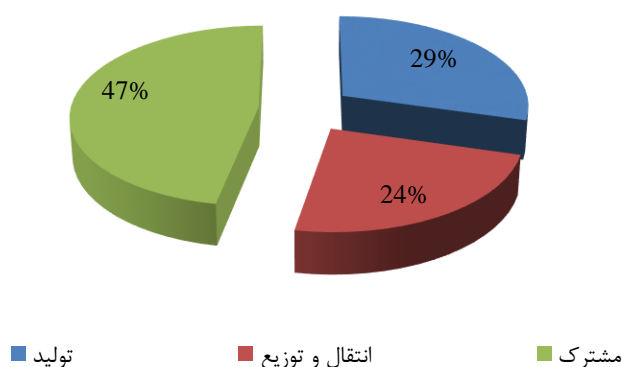


شکل ۲-۱۱: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر فرخ امینی فر

شکل‌های ۲-۱۲ تا ۲-۱۸ نمودارهای مشابه مربوط به آقای دکتر علی محمد رنجبر با ۱۷ اثر (۴۷٪ حوزه مشترک، ۲۹٪ حوزه تولید و ۲۴٪ حوزه انتقال و توزیع)، خانم مهندس نیکی مسلمی با ۱۷ اثر (۸۸٪ حوزه انتقال و توزیع، ۶٪ حوزه تولید و ۶٪ حوزه مشترک)، آقای دکتر حبیب قراگزلو با ۱۵ اثر (۷۳٪ حوزه انتقال و توزیع، ۲۰٪ حوزه تولید و ۷٪ حوزه مشترک)، دکتر حبیب رجبی مشهدی با ۱۵ اثر (۵۳٪ حوزه مشترک، ۳۴٪ حوزه تولید و ۱۳٪ حوزه انتقال و توزیع)، حسین هارون‌آبادی با ۱۵

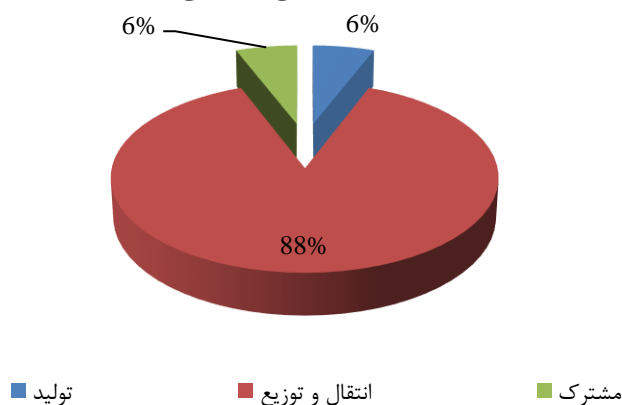
اثر (۸۰٪ حوزه مشترک، ۱۳٪ حوزه تولید و ۷٪ حوزه انتقال و توزیع)، امیر صفدریان با ۱۴ اثر (۷۹٪ حوزه مشترک و ۲۱٪ حوزه انتقال و توزیع) و آقای آرش احسانی با ۱۴ اثر (۳۶٪ حوزه مشترک، ۳۶٪ حوزه انتقال و توزیع و ۲۸٪ حوزه تولید) را نشان می‌دهند.

علی محمد رنجبر



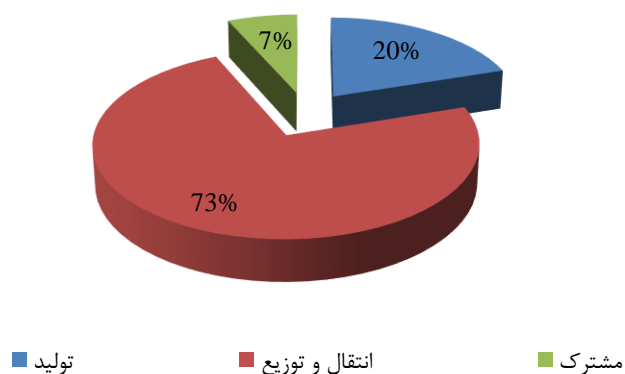
شکل ۲-۱۲: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر علی محمد رنجبر

نیکی مسلمی



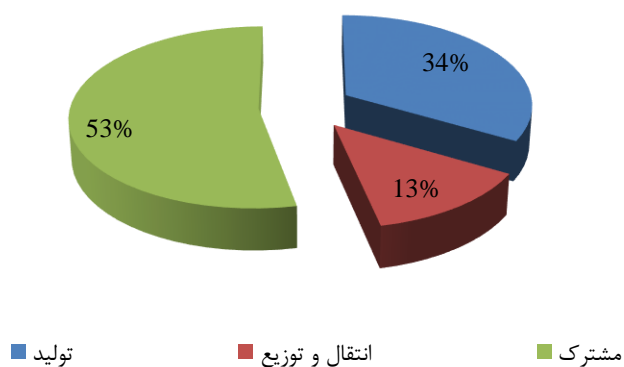
شکل ۲-۱۳: پراکندگی حوزه مطالعاتی خانم مهندس نیکی مسلمی

حبیب قراگوزلو



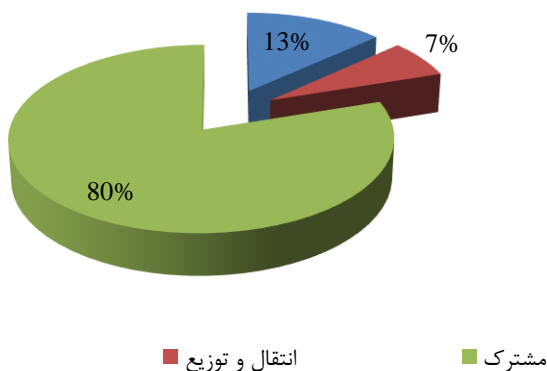
شکل ۲-۱۴: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر حبیب قراگوزلو

حبیب رجبی مشهدی

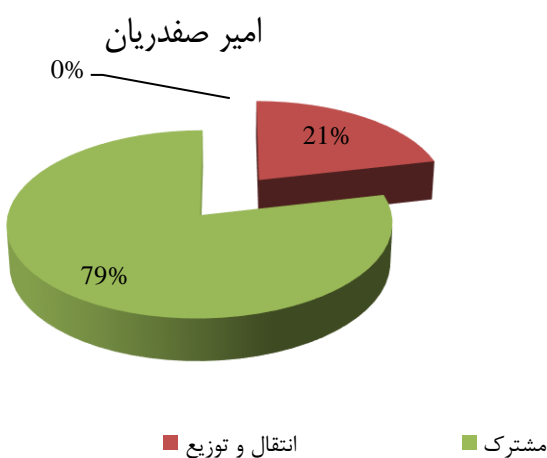


شکل ۲-۱۵: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای دکتر حبیب رجبی مشهدی

حسین هارون آبادی

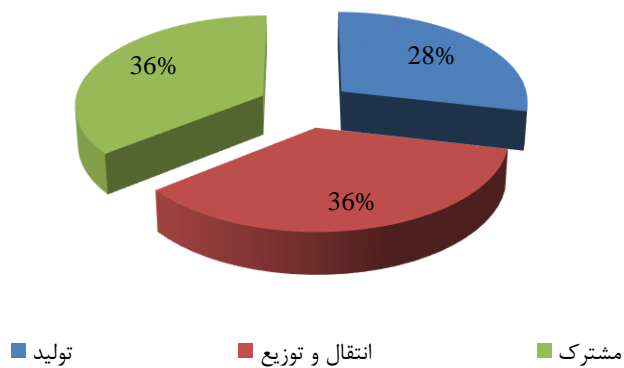


شکل ۲-۱۶: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای حسین هارون آبادی



شکل ۲-۱۷: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای امیر صفدریان

آرش احسانی

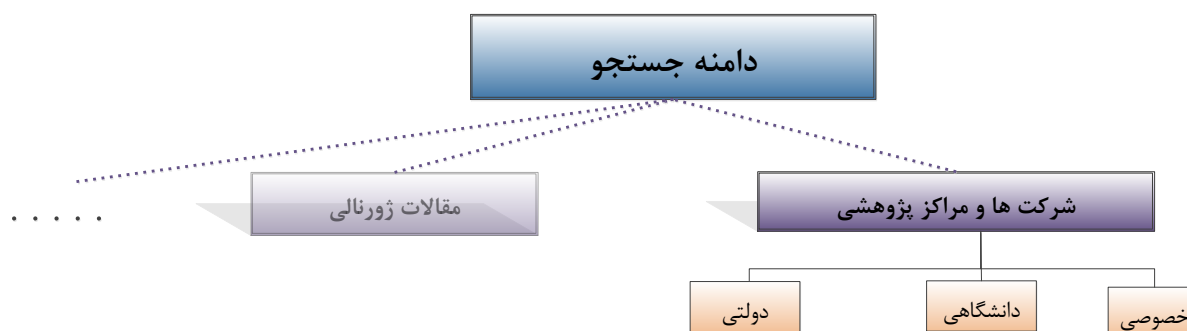


شکل ۲-۱۸: پراکندگی حوزه مطالعاتی آقای آرش احسانی

فصل سوم: فعالیت‌های انجام‌شده در شرکت‌ها و مراکز علمی

مقدمه

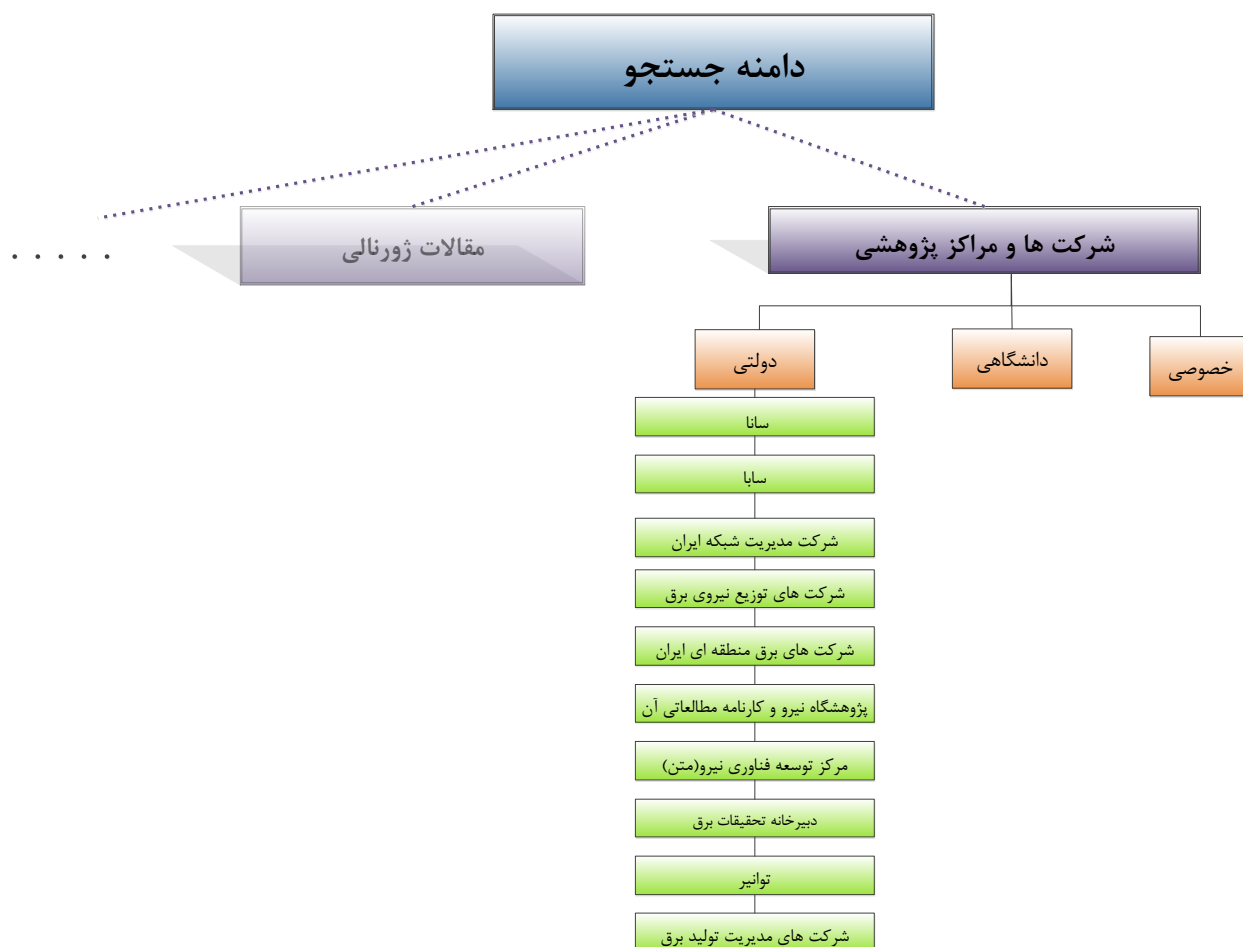
همان‌طور که در شکل ۱-۳ مشاهده می‌شود فعالیت‌های انجام‌شده در حوزه قابلیت اطمینان در شرکت‌ها و مراکز علمی در سه بخش شرکت‌های دولتی، شرکت‌های خصوصی و مراکز پژوهشی مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل ۱-۳: بررسی فعالیت شرکت‌ها و مراکز پژوهشی در زمینه قابلیت اطمینان

۱-۳- فعالیت شرکت‌های دولتی

همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌شود، در بررسی زیرمجموعه‌های شرکت‌های دولتی ۱۰ شرکت شامل، سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)، سازمان بهره‌برداری انرژی ایران (سابا)، شرکت مدیریت شبکه ایران، شرکت‌های توزیع نیروی برق، شرکت‌های برق منطقه‌ای، پژوهشگاه نیرو، مرکز تحقیقات نیرو (متن)، دبیرخانه تحقیقات برق، شرکت مادر تخصصی توانیر و شرکت‌های مدیریت تولید برق مورد بررسی کامل قرار گرفته‌اند.



شکل ۳-۲: بررسی سوابق کاری شرکت‌های دولتی در زمینه قابلیت اطمینان

از بین شرکت‌های مذکور، در بررسی پروژه‌های انجام‌شده و یا پروژه‌های در حال انجام سازمان‌های سابا و سانا از زیرمجموعه‌های شرکت مادر تخصصی توانیر، فعالیتی که در خصوص قابلیت اطمینان انجام شده باشد، مشاهده نشده است.

علاوه بر این موارد، همان‌طور که در

جدول ۱-۳ مشاهده می‌شود، ۳۹ شرکت در زمینه مدیریت تولید و نیروگاه مورد بررسی قرار گرفته‌اند که هیچ گونه فعالیتی در زمینه قابلیت اطمینان در این مراکز انجام نگرفته است.

جدول ۳-۱: شرکت‌های مدیریت تولید و نیروگاه

نام شرکت	آدرس اینترنتی	
شرکت بهره‌برداری نیروگاه طرشت	http://www.tpp.ir	۱
شرکت تولید و بهره‌برداری سد و نیروگاه دز	http://www.dezdam.co.ir	۲
شرکت مدیریت تولید برق آذربایجان شرقی	http://www.tpgmco.ir	۳
شرکت مدیریت تولید برق آذربایجان غربی	---	۴
شرکت مدیریت تولید برق اصفهان	http://www.isfahanps.ir	۵
شرکت مدیریت تولید برق اهواز (رامین)	http://www.raminpower.ir	۶
شرکت مدیریت تولید برق بعثت	http://www.besatpower.ir	۷
شرکت مدیریت تولید برق بیستون	http://www.bisotounps.ir	۸
شرکت مدیریت تولید برق تبریز	---	۹
شرکت مدیریت تولید برق جنوب فارس (کازرون)	http://www.sfpngmc.co.ir	۱۰
شرکت مدیریت تولید برق جنوب غرب ایران (آبادان)	http://www.wspgm.co.ir	۱۱
شرکت مدیریت تولید برق چابهار	---	۱۲
شرکت مدیریت تولید برق خلیج فارس	http://www.pgpower.ir	۱۳
شرکت مدیریت تولید برق خیام	http://www.khayam-ccpp.ir	۱۴
شرکت مدیریت تولید برق دماوند	http://www.dpgm.ir	۱۵
شرکت مدیریت تولید برق ری	http://www.reypower.ir	۱۶
شرکت مدیریت تولید برق سیستان و بلوچستان (ایران‌شهر)	http://www.sbpn.ir	۱۷
شرکت مدیریت تولید برق سازند اراک	http://shazandtpp.co.ir	۱۸
شرکت مدیریت تولید برق شهید بهشتی لوشان	http://www.loshanpgmc.ir	۱۹
شرکت مدیریت تولید برق شهید رجایی	http://www.rajaeepowerplant.ir	۲۰
شرکت مدیریت تولید برق شهید محمد منتظری (اصفهان)	http://www.esfahanmps.ir	۲۱
شرکت مدیریت تولید برق شهید مدحج (زرگان-اهواز)	http://www.zarganpower.ir	۲۲
شرکت مدیریت تولید برق شهید مفتح	http://www.tmpp.ir	۲۳
شرکت مدیریت تولید برق طوس (مشهد)	http://www.tousspowerstation.ir	۲۴
شرکت مدیریت تولید برق غرب	---	۲۵
شرکت مدیریت تولید برق فارس	http://www.fpgm.ir	۲۶
شرکت مدیریت تولید برق جنوب فارس	http://www.sfpngmc.co.ir	۲۷

آدرس اینترنتی	نام شرکت	
http://www.gccpp.ir	شرکت مدیریت تولید برق قم	۲۸
http://www.sanandajpowerplant.ir	شرکت مدیریت تولید برق کردستان	۲۹
http://gilan-ccpp.co.ir	شرکت مدیریت تولید برق گیلان	۳۰
http://www.megmc.ir	شرکت مدیریت تولید برق مشهد	۳۱
http://www.mgpc.ir	شرکت مدیریت تولید برق منتظر قائم	۳۲
http://www.nekapowerplant.ir	شرکت مدیریت تولید برق نکا	۳۳
http://www.zarkpp.ir	شرکت مدیریت تولید برق نیروگاه زرد	۳۴
http://ttp.ir	شرکت مدیریت تولید برق نیروگاه شهید فیروزی	۳۵
http://www.kpp.co.ir	شرکت مدیریت تولید برق نیروگاه کرمان	۳۶
http://www.hpgmc.co.ir	شرکت مدیریت تولید برق هرمزگان	۳۷
http://www.ypgmc.co.ir	شرکت مدیریت تولید برق یزد	۳۸
http://www.khgpp.ir	شرکت مدیریت نیروگاه‌های گازی خراسان	۳۹

۱-۱-۳- فعالیت شرکت‌های برق منطقه‌ای در زمینه قابلیت اطمینان

در بررسی شرکت‌های برق منطقه‌ای، لیست فعالیت‌های ۱۶ شرکت برق منطقه‌ای ایران که در جدول ۲-۳ از آن‌ها نام برده شده است، مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۲-۳: شرکت‌های برق منطقه‌ای بررسی شده

آدرس اینترنتی	نام شرکت
http://www.trec.co.ir	شرکت سهامی برق منطقه‌ای تهران
http://www.irarec.com	شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان
http://www.erec.co.ir	شرکت برق منطقه‌ای اصفهان
http://www.barghebakhtar.org	شرکت برق منطقه‌ای باختر
http://www.krec.ir	شرکت برق منطقه‌ای خراسان
http://www.yrec-ir.org	شرکت برق منطقه‌ای یزد

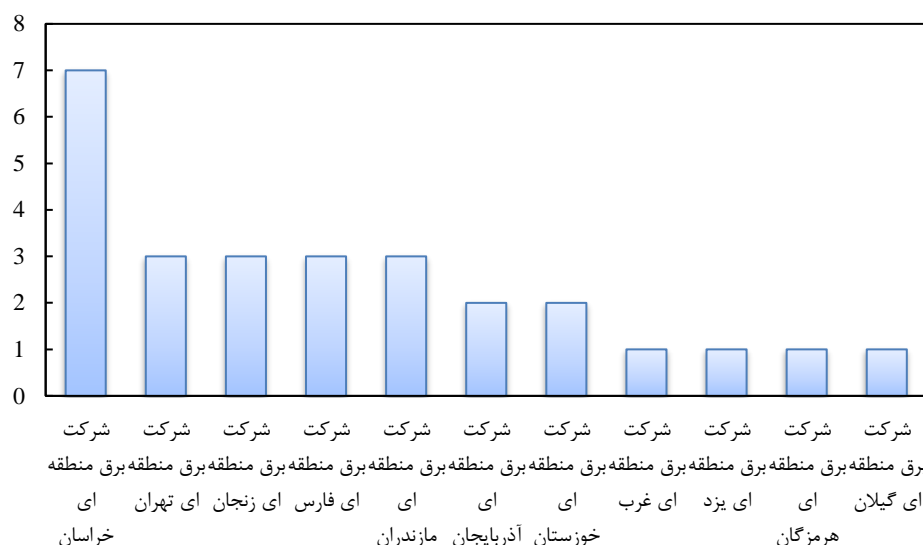
نام شرکت	آدرس اینترنتی
شرکت برق منطقه‌ای زنجان	http://zrec.co.ir
شرکت برق منطقه‌ای سمنان	http://www.semrec.co.ir
شرکت برق منطقه‌ای سیستان و بلوچستان	http://www.sbrec.co.ir
شرکت برق منطقه‌ای غرب	http://www.ghrec.co.ir
شرکت برق منطقه‌ای فارس	http://www.frec.co.ir
شرکت برق منطقه‌ای کرمان	http://www.krec.co.ir
شرکت برق منطقه‌ای مازندران	http://www.mazrec.co.ir
شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان	http://www.hrec.co.ir
شرکت برق منطقه‌ای خوزستان	http://www.kzrec.co.ir

همان‌طور که در جدول ۳-۳ مشاهده می‌شود، با بررسی انجام‌شده در این شرکت‌ها، ۱۱ شرکت، شامل شرکت‌های برق منطقه‌ای خراسان، مازندران، زنجان، فارس، خوزستان، گیلان، غرب، یزد، آذربایجان، هرمزگان و تهران دارای ۲۸ پروژه مرتبط با قابلیت اطمینان بوده‌اند. بر اساس جدول ۳-۳ و شکل ۳-۳، شرکت برق منطقه‌ای خراسان، دارای بیشترین پروژه در زمینه قابلیت اطمینان می‌باشد.

جدول ۳-۳: پروژه‌های انجام‌شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای

شرکت	عنوان پروژه
شرکت برق منطقه‌ای تهران	تحلیل کیفیت و کمیت تجهیزات پست‌های انتقال با استفاده از محاسبات قابلیت اطمینان
شرکت برق منطقه‌ای تهران	تحقیق در زمینه خسارت‌های ناشی از عدم تامین برق در بخش‌های عمومی و صنعتی تحت پوشش شرکت برق منطقه‌ای تهران
شرکت برق منطقه‌ای تهران	محاسبه خسارت خاموشی از دید مصرف‌کنندگان خانگی، تجاری، کشاورزی و عرضه‌کننده انرژی الکتریکی
شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان	مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع برق آذربایجان
شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان	تهیه و استقرار نرم‌افزار ثبت و بررسی حوادث نیروگاه‌های تحت پوشش شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان
شرکت برق منطقه‌ای خوزستان	ارزیابی قابلیت اطمینان چند پست نمونه انتقال و فوق توزیع برق منطقه‌ای خوزستان
شرکت برق منطقه‌ای خوزستان	قابلیت اطمینان شبکه توزیع برق اهواز و روش‌های افزایش آن با توجه به پارامترهای فنی
شرکت برق منطقه‌ای زنجان	بررسی شاخص قابلیت اطمینان در شبکه فوق توزیع برق زنجان

شرکت	عنوان پروژه
شرکت برق منطقه‌ای زنجان	تاثیرات جایابی تولیدات پراکنده بر میزان قابلیت اطمینان با منظور کردن اثر ادوات حفاظتی
شرکت برق منطقه‌ای زنجان	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت با در نظر گرفتن پیری تجهیزات شبکه
شرکت برق منطقه‌ای غرب	طراحی و ساخت نرم‌افزار محاسبات قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع
شرکت برق منطقه‌ای فارس	ارزیابی و بهبود قابلیت سیستم انتقال فارس و بوشهر به منظور کاهش خاموشی‌ها
شرکت برق منطقه‌ای فارس	مطالعه کاربرد روش شبیه‌سازی مونت کارلو در مطالعات قابلیت اطمینان سیستم‌های تولید قدرت
شرکت برق منطقه‌ای فارس	ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان شبکه انتقال شرکت برق منطقه‌ای فارس
شرکت برق منطقه‌ای فارس	خدمات مشاوره مهندسی در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع شرکت برق منطقه‌ای فارس
شرکت برق منطقه‌ای یزد	تدوین و انتقال دانش فنی مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع به منظور به‌کارگیری در بهبود عملکرد شبکه و کاهش خاموشی‌های ناخواسته
شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان	مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع هرمزگان
شرکت برق منطقه‌ای گیلان	تدوین برنامه بهینه نگهداری و تعمیرات بر اساس قابلیت اطمینان در نیروگاه گیلان
شرکت برق منطقه‌ای مازندران	بررسی احتمال وقوع حوادث و ارزیابی امنیت شبکه مازندران
شرکت برق منطقه‌ای مازندران	مطالعه قابلیت اطمینان شبکه ۲۰ کیلوولت شهرستان ساری از نظر شاخص‌های انرژی
شرکت برق منطقه‌ای مازندران	افزایش قابلیت اطمینان و افزایش طول عمر پست‌های قدیمی ۲۰/۶۳ مازندران
شرکت برق منطقه‌ای خراسان	مطالعه روش‌های محاسبه قابلیت اطمینان تجهیزات و سیستم مخابراتی مرکز دیسپاچینگ و ارائه شاخص‌های مرتبط برای سیستم تحت پوشش دیسپاچینگ شمال شرق
شرکت برق منطقه‌ای خراسان	اصلاح و بهبود برنامه‌ریزی عملیاتی در قالب فرم‌های ارزیابی فصلی برنامه‌ها و فعالیت‌ها به منظور افزایش پایایی و روایی آن
شرکت برق منطقه‌ای خراسان	بررسی کلی وضعیت قابلیت اطمینان در سطح HV در شبکه خراسان
شرکت برق منطقه‌ای خراسان	بررسی آرایش شبکه و تغییر توپولوژی با هدف کاهش ریسک بهره‌برداری و افزایش قابلیت اطمینان و کاهش خاموشی‌ها و افزایش سرعت در بازیابی شبکه و در صورت لزوم بهره‌برداری بریکر باز
شرکت برق منطقه‌ای خراسان	ارزیابی بلندمدت قابلیت اطمینان سیستم انتقال خراسان
شرکت برق منطقه‌ای خراسان	بررسی الگوریتم‌های برنامه‌ریزی سیستم قدرت بر اساس شاخص‌های قابلیت اطمینان
شرکت برق منطقه‌ای خراسان	ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان شبکه انتقال شرکت برق منطقه‌ای خراسان



شکل ۳-۳: نمایش کمی پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای

۳-۱-۲- فعالیت شرکت‌های توزیع نیروی برق در زمینه قابلیت اطمینان

در بررسی شرکت‌های توزیع نیروی برق ۳۹ شرکت مورد تحلیل قرار گرفته است که در جدول ۳-۴ اسامی این شرکت‌ها به همراه آدرس اینترنتی دسترسی به آن‌ها قید شده است.

جدول ۳-۴: شرکت‌های توزیع نیروی برق

نام شرکت	آدرس اینترنتی
شرکت توزیع نیروی برق نواحی استان تهران	www.tvedc.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان آذربایجان شرقی	www.ezepdico.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان آذربایجان غربی	http://www.waepd.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان اصفهان	http://epdc.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان خراسان رضوی	www.kedc.ir
شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد	www.meedc.com
شرکت توزیع نیروی برق استان کهگیلویه و بویراحمد	http://www.kbepdco.com
شرکت توزیع نیروی برق استان ایلام	www.barghilam.com
شرکت توزیع نیروی برق شهرستان اصفهان	http://www.eepdc.ir
شرکت توزیع نیروی برق اهواز	http://www.bargh-ahvaz.com

نام شرکت	آدرس اینترنتی
شرکت توزیع نیروی برق استان خراسان شمالی	www.nkeduc.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان خراسان جنوبی	www.skeduc.ir
شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ	www.tbtc.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان البرز	http://www.wtppdc.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان چهارمحال بختیاری	http://www.chb-edc.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان	http://www.kepdc.com
شرکت توزیع نیروی برق زنجان	http://www.zedc.ir
شرکت توزیع نیروی برق شهرستان شیراز	http://www.shirazedc.co.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان فارس	http://www.farsedc.com
شرکت توزیع نیروی برق استان قم	www.qepd.co.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان کردستان	http://www.kurdelectric.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان کرمانشاه	http://www.kpedc.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان گلستان	http://www.ped-golestan.com
شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد	http://www.meedc.com
شرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان	http://www.hedc.co.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان لرستان	http://www.barghlorestan.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان مازندران	http://www.mazdist.com
شرکت توزیع نیروی برق استان همدان	www.edch.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان یزد	http://www.yedc.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان سمنان	http://sistan-edc.moe.org.ir
شرکت توزیع نیروی برق جنوب کرمان	http://www.sked.co.ir
شرکت توزیع نیروی برق گیلان	http://gilan-edc.moe.org.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان بوشهر	http://www.bargh.boshehr.com
شرکت توزیع نیروی برق شهرستان تبریز	http://www.toztab.ir
شرکت توزیع نیروی برق شمال استان کرمان	http://www.nked.co.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان مرکزی	www.mpedc.ir
شرکت توزیع نیروی برق غرب استان مازندران	http://www.bargh-gmaz.ir
شرکت توزیع نیروی برق استان قزوین	http://www.qazvin-ed.co.ir

نام شرکت	آدرس اینترنتی
شرکت توزیع نیروی برق استان اردبیل	http://www.aped.ir

در بررسی تک تک این شرکت‌ها، تنها ۵ پروژه مرتبط با قابلیت اطمینان به ثبت رسیده که در جدول ۳-۵ عناوین و شرکت توزیع کارفرمای طرح نشان داده شده است.

جدول ۳-۵: عناوین پروژه انجام شده در شرکت‌های توزیع نیروی برق

تدوین سند پایه "تعریف، پایش، سنجش، تنظیم و مدیریت پایایی شبکه‌های توزیع نیروی برق"	شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ
سیستم هوشمند شبکه‌های توزیع	شرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان
ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع شهرستان مراغه و امکان‌سنجی بهینه اتوماسیون	شرکت توزیع نیروی برق آذربایجان شرقی
تجدید آرایش شبکه توزیع نیروی برق شهرستان اصفهان با هدف بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان	شرکت توزیع نیروی برق شهرستان اصفهان
محاسبه خسارت خاموشی از دید مشترکان صنعتی شرکت توزیع برق یزد	شرکت توزیع نیروی برق استان یزد

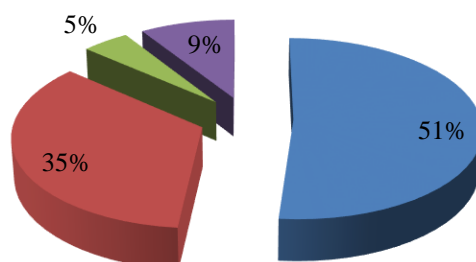
۳-۱-۳- پژوهشگاه نیرو و کارنامه مطالعاتی آن

پژوهشگاه نیرو شامل ۵ پژوهشکده (پژوهشکده برق، پژوهشکده تولید نیرو، پژوهشکده کنترل و مدیریت شبکه، پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو و پژوهشکده انرژی و محیط زیست) و ۴ مرکز فعال (مرکز شیمی و مواد، مرکز توسعه فناوری توربین‌های بادی، مرکز آزمایشگاه‌های مرجع و مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی) در زمینه صنعت برق و انرژی می‌باشد. در اینجا به معرفی پژوهشکده‌هایی پرداخته شده است که به مطالعات و پروژه‌هایی با موضوع قابلیت اطمینان پرداخته‌اند. اکثر مطالعات انجام شده در زمینه پایایی و امنیت شبکه شامل مطالعات قابلیت اطمینان در شبکه‌های انتقال و توزیع، ارزیابی و تخمین عمر تجهیزات، بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری تجهیزات، شناسایی مشکلات و عیب‌یابی سیستم‌های مختلف نیروگاه‌ها، تست کارایی نیروگاه‌ها و عیب‌یابی و تعمیرات سیستم‌های کنترلی و الکتریکی نیروگاهی می‌باشد.

۱-۳-۱-۳ کارنامه پژوهشی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۹۱

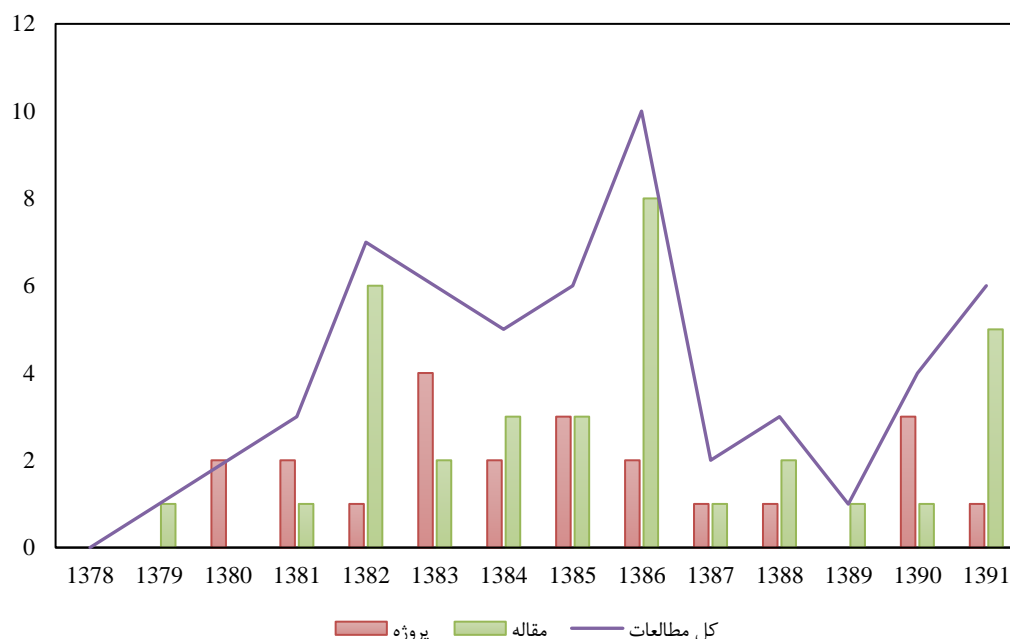
با بررسی کارنامه پژوهشی پژوهشگاه نیرو طی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۹۱ و مطالعه گزارش‌های آن، در مجموع تعداد ۲۳ پروژه تحقیقاتی، ۳۴ مقاله و ۳ کارگاه و دوره آموزشی با موضوع قابلیت اطمینان در این کارنامه‌ها مشاهده می‌شود. از جمله فعالیت‌های پژوهشگاه نیرو در سال ۹۳، برنامه‌ریزی برگزاری تعداد ۱۴۵ دوره آموزشی و ۴ همایش تخصصی در زمینه‌های مختلف صنعت برق و انرژی می‌باشد که از میان این دوره‌های آموزشی، ۹ دوره آموزشی (با ۶ عنوان مختلف) مرتبط با مطالعات قابلیت اطمینان و تعمیرات و نگهداری تجهیزات، وجود دارد. شکل ۳-۴ نمودار طبقه‌بندی فعالیت‌های انجام‌شده را نشان می‌دهد.

دوره آموزشی آتی دوره آموزشی و کارگاه برگزار شده پروژه مقاله



شکل ۳-۴: طبقه‌بندی فعالیت‌های انجام‌شده توسط پژوهشگاه نیرو در زمینه قابلیت اطمینان

شکل ۳-۵ تعداد مطالعات انجام‌شده طی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۹۱ را نشان می‌دهد. طبق این شکل، بیشترین مطالعات به‌ترتیب در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۲ انجام شده است، به‌طوری‌که در سال ۱۳۸۶ تعداد کل مطالعات برابر ۱۰ (۸ مقاله و ۲ پروژه) و در سال ۱۳۸۲ برابر ۷ (۶ مقاله و ۱ پروژه) بوده است.



شکل ۳-۵: تعداد مطالعات انجام شده طی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۹۱

۲-۳-۱-۳- مقالات

جدول ۳-۶ خلاصه‌ای از تمامی مقالات منتشر شده توسط پژوهشگاه نیرو طی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۹۱ را که مرتبط با قابلیت

اطمینان شبکه قدرت می‌باشد، نشان می‌دهد.

جدول ۳-۶: خلاصه‌ای از عناوین تمامی مقالات منتشر شده توسط پژوهشگاه نیرو

شماره	عنوان	افراد
۱	Reliability analysis of auxiliary services system of Steam Power Plant in Iran	S.M.T. Bathaee,; S. Sorooshian
۲	ارزیابی و مقایسه طرح‌های مختلف شبکه مصرف داخلی نیروگاه‌های بخار از دیدگاه شاخص قابلیت اطمینان	سید حسین حسینی، گئورگ قره‌پتیان، امیر فرشچیان
۳	قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت با دسترسی باز	آرش احسانی، علی محمد رنجبر، محمود فتوحی فیروزآباد
۴	نتایج محاسبه هزینه خاموشی در گروه‌های منتخب صنعتی و معدنی	فرخ امینی، نازنین خسروی
۵	بررسی اثر قیمت خاموشی بر توسعه بهینه سیستم تولید برق کشور	محسن موحد، فرخ امینی

شماره	عنوان	افراد
۶	محاسبه خسارت ناشی از عدم تامین برق برای مشترکان صنعتی	نازنین خسروی، فرخ امینی
۷	محاسبه خسارت ناشی از عدم تامین برق برای مشترکان عمومی	نازنین خسروی، فرخ امینی
۸	تاثیر استفاده از لامپ‌های کم مصرف بر مقدار و هزینه خاموشی	فرخ امینی، محسن موحد
۹	ارائه الگوریتم مناسب برای محاسبه کات‌ست‌های مینیمم گراف شبکه به روش افزودن شاخه	عبدالرضا ربیعی فرادنبه، نیکی مسلمی، جعفر عباسی
۱۰	طراحی و پیاده‌سازی سیستم مدیریت کاهش زمان خاموشی در شبکه‌های توزیع	بابک امینی، آزاده زمانی‌فر
۱۱	ارائه الگوریتم مناسب جهت محاسبات قابلیت اطمینان شبکه انتقال با در نظر گرفتن تاثیر سیستم‌های حفاظتی	علیرضا آل سعید، محمودرضا حقی‌فام، محمود فتوحی فیروزآباد، نیکی مسلمی
۱۲	ارائه روشی مناسب جهت مدل‌سازی امان‌های حفاظتی برای محاسبه اندیس‌های قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال برق	علیرضا آل سعدی، محمودرضا حقی‌فام، محمود فتوحی فیروزآباد، نیکی مسلمی، جعفر عباسی
۱۳	An Approach for Modeling the Protection System in Transmission Network Reliability Evaluation	A.R. Alesaadi, Mahmoud Reza Haghifam, Mahmoud Fotuhi, Nicki Moslemi, A. Abbasi
۱۴	ملاحظات از نقطه نظر قابلیت اطمینان در برنامه‌ریزی شبکه قدرت تجدید ساختار شده	آرش احسانی، علی محمد رنجبر، علیرضا شیرانی، محمود فتوحی فیروزآباد
۱۵	تحلیل حوادث شبکه به منظور ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع و تعیین نقاط ضعف آن	نیکی مسلمی، داود جلالی، حمید دانایی، فلور نیکورای
۱۶	A Proposed Method for Reliable Scheduling in Deregulated Power Systems	Arash Ehsani, Ali Mohammad Ranjbar, A.R. Shirani, Mahmoud Fotouhi-Firouzabad
۱۷	استفاده از مطالعات قابلیت اطمینان در طراحی و توسعه شبکه‌های انتقال و فوق توزیع	علیرضا آل سعدی، نیکی مسلمی، جعفر عباسی، داود جلالی، فلور نیکورای
۱۸	یک روش کاربردی سریع برای تعیین کات‌ست‌های مینیمم در مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال با استفاده از ماتریس اتصالات شبکه	نیکی مسلمی، جعفر عباسی
۱۹	شبیه‌سازی خطاهای انسانی بر اساس تئوری قابلیت اطمینان - بررسی موردی طراحی و تست برج‌های انتقال نیرو	شهرام اردبیلی اصل، بابک حکیمی اسماعیل زاده

شماره	عنوان	افراد
۲۰	نرم‌افزار تحلیل قابلیت اطمینان برج‌های خطوط انتقال نیرو، بررسی موردی دکل ۴۰۰ کیلوولت دو مداره گلپایگان - گذارلندر	شهرام اردبیلی اصل
۲۱	تجدید پیکربندی سیستم‌های توزیع بر مبنای شاخص‌های قابلیت اطمینان	لیلا ظفری
۲۲	بررسی رطوبت سیستم عایقی و اثر آن بر قابلیت اطمینان ترانسفورماتورهای رده توزیع	کتایون انوری‌زاده
۲۳	افزایش عمر و قابلیت اطمینان ترانسفورماتورهای ۲۰ کیلوولت (زمینی) با بکارگیری نتایج آنالیزهای شیمیایی	-
۲۴	Reliability Evaluation of Deregulated Power System Considering Competitive Electricity Market	Arash Ehsani, Ali Mohammad Ranjbar, A. Jafari, Mahmoud Fotuhi Firuzabad
۲۵	Proposed Methods for Recording and Analyzing of Transmission Lines and Substations Outages for Reliability Analyzing and Identifying the Unreliable Points of the Power System	Davod Jalali, Nicki Moslemi, A.R. Shirani
۲۶	Strategy Bidding of Generating Units in Competitive Electricity Market with Considering Their Reliability	S. Soleymani, Ali Mohammad Ranjbar, A.R. Shirani
۲۷	Reliability Evaluation of Deregulated Electric Power Systems for Planning Applications	Arash Ehsani, Ali Mohammad Ranjbar, A. Jafari, Mahmoud Fotouhi Firuzabad
۲۸	مدل‌سازی امنیت و قابلیت اطمینان در سامانه حفاظت از راه دور	محمد امین کاشی، مریم شبرو
۲۹	یک الگوریتم سریع و ساده مسیریابی مبتنی بر روش رنگ‌آمیزی گراف برای مدل‌سازی شبکه‌های توزیع جهت پیش‌بینی قابلیت اطمینان	نیکی مسلمی، الشن جلیل‌زاده، الهام اخوان رضایی، داود جلالی، محمودرضا حقی‌فام
۳۰	محاسبه قابلیت اطمینان پست‌های فوق‌توزیع با در نظر گرفتن ظرفیت ترانسفورماتور پست و مانور بخش شعاعی	مصطفی کاظمی، مازیار کریمی، نیکی مسلمی، داود جلالی
۳۱	بررسی انتخاب نوع تجهیزات جداساز شبکه‌های توزیع هوایی و تاثیرات آن بر شاخص‌های قابلیت اطمینان	فاطمه صادقی نیکو، الشن جلیل‌زاده، نیکی مسلمی، داود جلالی
۳۲	بررسی تاثیر تغییرات مدت زمان لازم برای انجام عملیات تعمیر و نگهداری بر روی قابلیت اطمینان شبکه توزیع	محمد حسین شریعت خواه، الشن جلیل‌زاده، نیکی مسلمی، داود جلالی
۳۳	ارائه الگوریتم نوین محاسبه قابلیت اطمینان با مدل‌سازی نقاط مانور و عملکرد تجهیزات حفاظتی در شبکه‌های توزیع	الشن جلیل‌زاده، نیکی مسلمی، داود جلالی، الهام اخوان رضایی

شماره	عنوان	افراد
۳۴	ارائه روش مناسب جهت ثبت حوادث و اتفاقات شبکه به منظور کاربرد در مطالعات قابلیت اطمینان	نیکی مسلمی، داود جلالی، زهره پیروزه، هادی خطیب زاده

۳-۱-۳-۳- پژوهش‌ها

از میان پروژه‌های انجام‌شده توسط پژوهشگاه نیرو، ۹ پروژه به درخواست خود پژوهشگاه انجام گرفته است و شرکت‌های برق منطقه‌ای آذربایجان، تهران و فارس به همراه شرکت توانیر هریک کارفرمای ۲ پروژه از میان ۲۳ پروژه انجام‌شده در این مجموعه بوده‌اند. جدول ۳-۷ لیستی از پروژه‌های انجام‌شده را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۷: خلاصه‌ای از پروژه‌های انجام‌شده در پژوهشگاه نیرو در حوزه قابلیت اطمینان

شماره	عنوان	افراد	کارفرما	سال
۱	ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان شبکه انتقال شرکت برق منطقه‌ای خراسان	حمید دانایی، جلیل علویان، حمیدرضا خوانساری، داود جلالی، نیکی مسلمی	شرکت برق منطقه‌ای خراسان	۱۳۸۰
۲	ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان شبکه انتقال شرکت برق منطقه‌ای فارس	حمید دانایی، جلیل علویان، حمیدرضا خوانساری، داود جلالی، نیکی مسلمی	شرکت برق منطقه‌ای فارس	۱۳۸۰
۳	تعیین مدل ملی و بهینه شبکه مصرف داخلی نیروگاه‌های بخاری از دیدگاه تولید انرژی الکتریکی	امیرحسین حاجی میرآقا، رضا براتی، الهام صادقیان سرخابی، ابوطالب نیازی، امیر فرشچیان صادق، گئورگ قره‌پتیان	پژوهشگاه نیرو	۱۳۸۱
۴	تحقیق در زمینه خسارت‌های ناشی از عدم تامین برق در بخش‌های عمومی و صنعتی تحت پوشش شرکت برق منطقه‌ای تهران	فرخ امینی، نازنین خسروی زنجانی، پیام محمدعلیها، محمود درودی، محمد حسین نجاتیان، محمد جعفری مقدم، سیروس خانقاهی	شرکت برق منطقه‌ای تهران	۱۳۸۱
۵	تهیه نرم‌افزار کاربردی ارزیابی و پیش‌بینی قابلیت اطمینان شبکه انتقال و فوق توزیع	حمید دانایی، داود جلالی، نیکی مسلمی، جعفر عباسی	پژوهشگاه نیرو	۱۳۸۲

شماره	عنوان	افراد	کارفرما	سال
۶	تکمیل و تدوین الگوریتم‌های محاسباتی مطالعات دینامیکی، قابلیت اطمینان، پخش بار هارمونیک، تحلیل شبکه با وجود خطوط DC، تخصیص هزینه توان در شبکه انتقال و توسعه نرم‌افزار مناسب بر پایه سبا	حمید دانایی، داود جلالی، همایون برهمند پور، جعفر عباسی، نیکی مسلمی، حسن سیاهکلی، زهرا مدیحی بیدگلی، محمد رسولی، فرهاد فلاحی، رضا روشنفکر، عبدالرضا ربیعی، علیرضا آل سعدی، محمود فتوحی فیروزآباد	پژوهشگاه نیرو	۱۳۸۳
۷	خدمات مشاوره مهندسی در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع شرکت برق منطقه‌ای فارس	داود جلالی، حمید دانایی، نیکی مسلمی، جعفر عباسی، اعظم جلالوندی، محمود فتوحی فیروزآباد، مریم هاشمی نمین، محمد منصوری	شرکت برق منطقه‌ای فارس	۱۳۸۳
۸	توسعه نرم‌افزار برای تعیین و ارزیابی قابلیت اطمینان اجزاء سازه‌های خطوط انتقال نیرو	شهرام اردبیلی اصل، مژده جمشیدی، بابک اسماعیل‌زاده حکیمی، سید احمد میر شریفی، شاهرخ شعبی	پژوهشگاه نیرو	۱۳۸۳
۹	سیستم نرم‌افزاری هوشمند مدیریت کاهش زمان خاموشی حوادث شبکه‌های توزیع	بابک امینی، آزاده زمانی‌فر، سید حسین خاتون‌آبادی	شرکت توانیر	۱۳۸۳
۱۰	مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع برق آذربایجان	نیکی مسلمی، داود جلالی، حمید دانایی، عباسی، منصور، هاشمی، محمدی، مهرناش، همایی، کریمی، پورشقاقی، منوچهری، آل سعدی	شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان	۱۳۸۴
۱۱	توسعه نرم‌افزار برای تعیین قابلیت اعتماد سازه‌های خطوط انتقال نیرو	شهرام اردبیلی اصل، شاهرخ شعبی	پژوهشگاه نیرو	۱۳۸۴
۱۲	بهبودسازی ساختاری و افزایش قابلیت‌های واسط کاربری نرم‌افزار سبا	حمید دانایی، داود جلالی، همایون برهمند پور، جعفر عباسی، نیکی مسلمی، زهرا مدیحی بیدگلی، عباس نصیری، محمد مرادزاده، حسین رضایت، وحید گوهری صدر	پژوهشگاه نیرو	۱۳۸۵
۱۳	تدوین استاندارد و رویه‌های برنامه ریزی برای شبکه انتقال ایران	زهرا مدیحی بیدگلی، همایون برهمندپور، احمدرضا اعلائی، حسن محمدی پیروز، علیرضا آل سعدی	شرکت توانیر	۱۳۸۵
۱۴	محاسبه خسارت خاموشی از دید مصرف کنندگان خانگی، تجاری، کشاورزی و عرضه کننده انرژی الکتریکی	سارا صاحب‌زمانی، فرخ امینی، نازنین خسروی زنجانی، حسن زیبا، پیام نظافت، غلامرضا و تفرداد	شرکت برق منطقه‌ای تهران	۱۳۸۵

شماره	عنوان	افراد	کارفرما	سال
۱۵	تهیه و تدوین استاندارد امنیت بهره برداری	زهرا مدیحی بیدگلی، همایون برهمندپور	شرکت مدیریت شبکه برق ایران	۱۳۸۶
۱۶	تهیه و استقرار نرم‌افزار ثبت و بررسی حوادث نیروگاه‌های تحت پوشش شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان	داود جلالی، حمید دانایی، نیکی مسلمی، مرجان دهقانی، جعفر عباسی	شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان	۱۳۸۶
۱۷	توسعه نرم‌افزار شبیه‌ساز آزمون نوعی برج‌های انتقال نیرو بر اساس تئوری قابلیت اطمینان سازه‌ها	شهرام اردبیلی اصل، شاهرخ شعبی	پژوهشگاه نیرو	۱۳۸۷
۱۸	محاسبه خسارت خاموشی از دید مشترکان صنعتی شرکت توزیع برق یزد	ثریا رستمی، وهاب مکاری زاده	شرکت توزیع نیروی برق یزد	۱۳۸۸
۱۹	تدوین و انتقال دانش فنی مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع به منظور به کارگیری در بهبود عملکرد شبکه و کاهش خاموشی‌های ناخواسته	داود جلالی، حمید دانایی، جعفر عباسی، نیکی مسلمی	شرکت برق منطقه‌ای یزد	۱۳۹۰
۲۰	مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع هرمزگان	داود جلالی، حمید دانایی، جعفر عباسی، نیکی مسلمی	شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان	۱۳۹۰
۲۱	ارتقاء محیط نرم‌افزار سبا از تکنولوژی MFC (VC++) به تکنولوژی C#.NET و توسعه آن برای به کارگیری در تحلیل های پایه بازار برق و شبکه‌های تجدید ساختار شده	حمید دانایی، همایون برهمندپور، جعفر عباسی، نیکی مسلمی، زهرا مدیحی بیدگلی، حبیب الله رئوفی، سعید سلیمی، زینب السادات موسویان حر، مازیار کریمی، سجاد عابدی، امیر مشاری، زهرا معز کریمی، مرضیه مهدی بیرق دار، مهشید هلالی مقدم، ابوالفضل مصدقی	پژوهشگاه نیرو	۱۳۹۰
۲۲	نرم‌افزار مطالعات قابلیت اطمینان شبکه انتقال و فوق توزیع	نیکی مسلمی، داود جلالی، هادی خطیب‌زاده آزاد، جعفر عباسی، حمید دانایی	دفتر فنی و نظارت انتقال شرکت توانیر	۱۳۹۱
۲۳	توسعه نرم‌افزارهای شبکه‌های توزیع به منظور بکارگیری در مطالعات طراحی و تحلیل این شبکه‌ها	حمید دانایی، داود جلالی، همایون برهمندپور، نیکی مسلمی، هادی خطیب‌زاده آزاد، جعفر عباسی، زهرا مدیحی بیدگلی، حبیب‌الله رئوفی، سعید سلیمی، محمد جعفریان، امیر مشاری	پژوهشگاه نیرو	۱۳۹۲

۴-۳-۱-۳- آموزش

پژوهشگاه نیرو هرساله بر اساس نتایج یافته‌های پروژه‌های انجام‌شده و یا در دست اقدام پژوهشگران خود در زمینه‌های مختلف نسبت به طراحی و برگزاری دوره‌های جدید اقدام می‌نماید. جدول ۳-۸ دوره‌های آموزشی برگزارشده و دوره‌های آموزشی برنامه‌ریزی شده برای سال جاری (سال ۱۳۹۳) را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۸: دوره‌های آموزشی برگزار شده و دوره‌های آموزشی برنامه‌ریزی شده سال ۱۳۹۳ مرتبط با قابلیت اطمینان

شماره	عنوان	سال	نوع
۱	مطالعه قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع با استفاده از بانک اطلاعاتی حوادث شبکه	۱۳۸۵	دوره تخصصی
۲	ارزیابی قابلیت اعتماد شبکه‌های توزیع	۱۳۸۰	کارگاه
۳	بررسی کفایت و تبادل توان شبکه انتقال شرکت برق منطقه‌ای سمنان	۱۳۹۰	کارگاه
۴	استفاده از نرم‌افزار سبا در مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع (دو نوبت)	۱۳۹۳	دوره آموزشی
۵	معرفی روش‌های مختلف برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری قابلیت اطمینان محور (RCM) در شبکه‌های انتقال و توزیع (دو نوبت)	۱۳۹۳	دوره آموزشی
۶	استفاده از نرم‌افزار سبا در مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع (دو نوبت)	۱۳۹۳	دوره آموزشی
۷	آشنایی با تئوری قابلیت اطمینان سازه و کاربرد آن در طراحی سازه‌های خطوط انتقال نیرو (مقدماتی)	۱۳۹۳	دوره آموزشی
۸	نگهداری و تعمیر تجهیزات شبکه‌های انتقال و توزیع نیرو	۱۳۹۳	دوره آموزشی
۹	آشنایی با تئوری قابلیت اطمینان سازه و کاربرد آن در طراحی سازه‌های خطوط انتقال نیرو (پیشرفته)	۱۳۹۳	دوره آموزشی

۵-۳-۱-۳- نشریه فرایند تولید و توزیع برق

نشریه فرایند تولید و توزیع برق، مقالات پژوهشی مرتبط با صنعت برق را در زمینه‌های مطالعات سیستم، بهره‌برداری (شبکه، نیروگاه)، ماشین‌های الکتریکی، مدیریت مصرف بازار برق، دیسپاچینگ و غیره را جهت چاپ، می‌پذیرد. جدول ۳-۹ دو عنوان مقاله چاپ شده در این نشریه را نشان داده است.

جدول ۳-۹: مقالات چاپ‌شده در نشریه فرآیند تولید و توزیع برق پژوهشگاه نیرو مرتبط با قابلیت اطمینان

شماره	عنوان	افراد
۱	مدیریت بهینه قطع بار در شبکه‌های قدرت تجدید ساختار شده برای جلوگیری از فروپاشی ولتاژ	بابک مظفری، توج امرایی، علی محمد رنجبر، علیرضا شیرانی
۲	روشی جدید برای بارزدایی بهینه در شبکه‌ی برق	مهدی داورپناه، مجید صنایع پسند

۴-۱-۳- شرکت مدیریت شبکه

شرکت مدیریت شبکه برق ایران از پنج معاونت مختلف تشکیل شده است که عبارتند از: معاونت راهبری شبکه برق کشور، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت بر امنیت برق کشور، معاونت بازار برق، معاونت هماهنگی و پشتیبانی فنی و معاونت مالی و پشتیبانی. مطالعات و پروژه‌های مربوط به پایایی و امنیت شبکه از جمله فعالیت‌های معاونت برنامه‌ریزی و نظارت بر امنیت برق کشور می‌باشد که در این بخش مورد مطالعه قرار گرفته است. مطالعات انجام‌گرفته در زمینه پایایی شبکه برق شامل پروژه‌ها، جمع‌آوری اطلاعات فنی و تدوین و بازنگری استانداردها در معاونت برنامه‌ریزی و نظارت بر امنیت برق کشور صورت پذیرفته است.

وظایف و ماموریت‌های شرکت مدیریت شبکه که به پایایی مرتبط باشند به شرح زیر می‌باشد:

- تعیین و ابلاغ تنظیمات مربوط به تاسیسات تولید و انتقال نیروی برق و برنامه‌های لازم برای تامین پایایی و امنیت شبکه برق کشور.
- تنظیم و انتشار گزارشات ادواری از وضعیت پایایی و امنیت شبکه تولید و انتقال برق کشور و چگونگی رقابت در بازار برق و همچنین تدوین پیشنهاد های لازم در خصوص نیازهای شبکه برق کشور به تاسیسات تولید و انتقال و دیگر ملزومات برای تامین پایایی و امنیت شبکه و جلوگیری از بوجود آمدن وضعیتی که دسترسی به شبکه و یا رقابت در بازار برق را محدود می‌نماید و ارائه آن به شرکت‌های برق منطقه‌ای شرکت توانیر و وزارت نیرو.
- و موارد دیگر.

اولویت‌های تحقیقاتی شرکت مدیریت شبکه برق ایران مربوط به معاونت‌های مختلف در سایت این شرکت تبیین شده است. اولویت‌های تحقیقاتی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت بر امنیت شبکه در زمینه پایایی شبکه و در حوزه اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات فنی عبارتند از: استخراج و صحت‌سنجی اطلاعات دینامیکی واحدهای شبکه (تحقیق و پژوهش در خصوص مدیریت و بهینه‌سازی ساختار پایگاه داده و چرخه اطلاعات پایایی شبکه برق کشور)، برآورد هزینه‌های خاموشی (تحقیق و پژوهش در خصوص دستورالعمل محاسبه هزینه خاموشی) و تعیین شاخص‌های قابلیت اطمینان شبکه. در حوزه استانداردها، تدوین و بازنگری استانداردهای مربوط به پایایی و امنیت شبکه برق کشور از جمله اولویت‌های تحقیقاتی این شرکت می‌باشد.

۱-۴-۱-۳- پژوهش

با توجه به اطلاعات به‌دست آمده، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت بر امنیت شبکه در مجموع ۱۲ پروژه پایان‌یافته، ۳۸ پروژه تایید نشده، ۴ پروژه تحقیقاتی جاری و ۷ پروژه در دست اقدام را در میان طرح‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی خود دارد. در کنار این موارد می‌توان به تدوین ۷ استاندارد در زمینه برنامه‌ریزی بهره‌برداری و حفاظت و حفظ ویژه، توسعه نرم‌افزار پایگاه داده‌های شبکه برق ایران و چاپ کتاب با عنوان امنیت در شبکه‌های قدرت توسط جناب آقای دکتر محمود فتوحی فیروزآباد اشاره کرد. از میان این مطالعات، ۲ پروژه تایید نشده، ۲ پروژه پایان‌یافته و یک کتاب مرتبط با قابلیت اطمینان وجود دارد. جدول ۳-۱۰ خلاصه‌ای از پروژه‌ها و پژوهش‌های این سازمان در زمینه قابلیت اطمینان را ارائه می‌دهد.

جدول ۳-۱۰: خلاصه فعالیت‌های پژوهشی شرکت مدیریت شبکه با موضوع قابلیت اطمینان

شماره	عنوان	مدیر پروژه	گروه مجری	نوع	وضعیت
۱	بررسی فنی و اقتصادی پست‌های جدید نوع DCS و بهینه‌سازی پست‌های قدیمی و فرسوده CCS به DCS جهت افزایش قابلیت اطمینان شبکه	مریم ودیعی	پژوهشگاه نیرو	پروژه	تایید نشده
۲	ارزیابی قابلیت اطمینان در محیط تجدید ساختار یافته	-	موسسه تحقیقات و آموزش مدیریت	پروژه	تایید نشده
۳	پژوهش و بررسی مشابه‌سازی سخت‌افزاری شبکه فشارقوی	دکتر حسین محسنی	دانشگاه تهران	پروژه	پایان یافته

شماره	عنوان	مدیر پروژه	گروه مجری	نوع	وضعیت
	با هدف بررسی حوادث شبکه				
۴	امکان‌سنجی تهیه نرم‌افزار جامع قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت	دکتر محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	پروژه	پایان یافته
۵	امنیت در شبکه‌های قدرت	دکتر محمود فتوحی	-	کتاب	-

۲-۴-۱-۳- نرم‌افزارها

پایگاه داده‌های شبکه برق ایران توسط شرکت رهنماد اندیشه ایران و در قالب یک نرم‌افزار تهیه شده است که عبارتند از:

▪ سیستم اطلاعات مدیریت دیسپاچینگ ملی

سیستم اطلاعات مدیریت دیسپاچینگ ملی ایران شامل دو بخش عمده می‌باشد: ثبت عملکرد و برنامه‌ریزی تعمیرات. با توجه به توسعه بی‌سابقه شبکه سراسری ایران در سال‌های اخیر و به‌منظور ثبت حوادث و آگاهی کامل از وضعیت و عملکرد شبکه، در ابتدا اطلاعات کلیه کمیت‌های اندازه‌گیری شده و رویدادهای مهم شبکه مانند تغییرات وضعیت و آمادگی واحدهای نیروگاهی، تغییرات وضعیت خطوط انتقال، انرژی تولیدشده واحدهای نیروگاهی، توان تولیدی واحدها در پیک بار شبکه سراسری و ... در سیستم ثبت می‌گردد. سپس بر اساس داده‌های ثبت‌شده محاسبات لازم در مورد تولید، تبادل، مصرف واقعی، نیاز مصرف و ... به تفکیک مناطق مختلف در شبکه انجام می‌گیرد. در نهایت گزارش‌های مختلفی از عملکرد و وضعیت جاری شبکه در مقاطع زمانی مختلف تهیه می‌شود و داده‌های ذخیره‌شده، مبنای مطالعات علمی شبکه و انجام پیش‌بینی‌های مختلف از جمله برآورد بار مصرفی روزهای آینده قرار می‌گیرد.

واحدهای نیروگاهی، خطوط انتقال و تجهیزات ایستگاه‌های شبکه نیاز به انجام بازرسی، تست‌های دوره‌ای و تعمیرات اساسی دارند. بنابراین در بخش دوم، جهت برنامه‌ریزی تعمیرات نیروگاه‌ها و دیسپاچینگ‌های منطقه‌ای کلیه درخواست‌های خروج، محدودیت یا برق‌دارشدن واحدها، خطوط و تجهیزات خود را از طریق وب به دیسپاچینگ ملی ارسال می‌نمایند. هر یک از درخواست‌ها بر اساس روال‌های تعریف‌شده، گردش کار متفاوتی را پشت سر می‌گذارند. در صورت تایید درخواست متقاضی، برنامه خروج، محدودیت یا برق‌دارشدن، تهیه گردیده و از طریق وب در اختیار وی قرار می‌گیرد. اجرای برنامه حتما باید با هماهنگی مرکز کنترل دیسپاچینگ ملی ایران صورت گیرد و وضعیت و نتیجه آن نیز در سیستم ثبت می‌گردد.

▪ سیستم تامین نیازهای اطلاعاتی واحدهای مختلف از اطلاعات دیسپاچینگ ملی

دیسپاچینگ ملی ایران در راستای انجام وظایف خود، کلیه رویدادهای مهم شبکه مانند تغییرات وضعیت و آمادگی واحدهای نیروگاهی، تغییرات وضعیت خطوط انتقال، انرژی تولیدشده واحدهای نیروگاهی، توان تولیدی واحدها در پیک بار شبکه سراسری و غیره را در سیستم اطلاعات دیسپاچینگ ملی ثبت می‌نماید. از آنجا که گزارش‌های دوره‌ای مبتنی بر این اطلاعات، برای واحدهای مختلف صنعت برق مورد نیاز می‌باشد، سیستم گزارش‌های دوره‌ای دیسپاچینگ ملی تهیه و راه‌اندازی شده است. این سیستم، آخرین تغییرات پایگاه داده دیسپاچینگ ملی را در فواصل زمانی قابل تنظیم، به‌صورت خودکار دریافت و ثبت می‌نماید و جداول واسطه‌ای را که جهت تسریع در تولید گزارش‌های دوره‌ای طراحی شده، بروز می‌نماید. بخش‌های مختلف صنعت برق که عهده‌دار برنامه‌ریزی تولید و شبکه، تهیه و کنترل بودجه، تهیه گزارش‌های آماری سالانه و غیره هستند با مراجعه به این سیستم گزارش‌های مختلف خود را در زمینه‌هایی مانند تولید، مصرف، خاموشی، مدیریت مصرف صنایع، نیاز مصرف، تبادلات خارجی و غیره در سطح برق منطقه‌ای، ناحیه دیسپاچینگ و یا کل شبکه سراسری تهیه می‌نمایند.

۳-۴-۱-۳- لیست استانداردها

دفتر تدوین استانداردها، تحقیقات و دستورالعمل‌ها تعداد ۷ استاندارد مختلف را تدوین کرده است و ۸ استاندارد در حال تدوین را در دستور کار خود دارد. در میان استانداردهای تدوین‌شده، سه استاندارد مربوط به برنامه‌ریزی بهره‌برداری شامل: استاندارد هماهنگی پایایی، استاندارد برنامه‌ریزی برون‌رفت‌ها و استاندارد ارزیابی پایایی و امنیت، مربوط به قابلیت اطمینان شبکه می‌باشند. از میان ۸ استاندارد در حال تدوین، استانداردهای امنیت بهره‌برداری و برنامه‌ریزی شبکه انتقال در زمینه پایایی و امنیت شبکه می‌باشند که سرفصل مطالب مندرج در این استانداردها در بخش زیر بیان شده‌اند.

لیست استانداردهای تدوین شده

❖ استانداردهای برنامه‌ریزی بهره‌برداری

- استاندارد هماهنگی پایایی
- استاندارد برنامه‌ریزی برون‌رفت‌ها
- استاندارد ارزیابی پایایی و امنیت

لیست استانداردهای در حال تدوین

❖ امنیت بهره‌برداری

- الف) تعیین حدود مجاز و اضطراری بارگیری از خطوط (حرارتی، ولتاژ و پایداری) و ترانسفورماتورها
- ب) تعریف شرایط عادی، غیرعادی و اضطراری
- ج) تعیین معیار امنیت شبکه و نحوه ارزیابی آن
- د) روش‌های مقابله با شرایط غیرعادی پس از وقوع پیشامدها
- هـ) نحوه تعامل بازار و بهره‌بردار جهت اجرای بازار بهنگام

❖ برنامه‌ریزی شبکه انتقال

- الف) تعریف معیار قابلیت اطمینان برنامه‌ریزی شبکه و نحوه ارزیابی آن
- ب) نیازمندی‌های مرتبط با حفظ پایداری گذرا در مرحله برنامه‌ریزی شبکه
- ج) تعریف معیارهای برنامه‌ریزی توان راکتیو و نحوه تعامل آن با برنامه‌ریزی خطوط

۴-۱-۳-۴ گزارش و آمار وضعیت پایایی و امنیت شبکه

بررسی و تجزیه و تحلیل حوادث شبکه به منظور حفظ امنیت و ارتقاء پایداری و همچنین کنترل حوادث شبکه از سال ۸۵ به صورت جامع در دستور کار شرکت مدیریت شبکه برق ایران قرار گرفته است. گزارشات مربوط به پایایی و امنیت شبکه ایران طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۴ به همراه تحلیل شاخص‌ها و ارائه پیشنهادها جهت بهبود وضعیت پایایی و امنیت شبکه، به صورت دوره‌های ماهیانه و یا به صورت دوره‌های شش‌ماهه به طور کامل توسط دفتر برنامه‌ریزی و نظارت بر امنیت شبکه و به صورت گزارشات ادواری پایایی و امنیت شبکه بیان شده است.

۵-۱-۳- مرکز توسعه فناوری نیرو (متن)

شرکت متن در سال ۱۳۶۲ با نام «مرکز تحقیقات نیرو» و به منظور انجام فعالیت‌های پژوهشی و توسعه فناوری مورد نیاز صنعت برق تأسیس گردید. در سال ۱۳۷۸ ماموریت شرکت متن از پژوهش به ارائه خدمات مشاوره مهندسی و مدیریت فناوری تغییر یافت و نام آن نیز به «مرکز توسعه فناوری نیرو» تبدیل شد. از میان ۳۸۹ پروژه انجام شده در مرکز توسعه فناوری نیرو، ۱۵ پروژه که مربوط به تعمیرات و نگهداری بوده و بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت تاثیر می‌گذارند، در جدول ۳-۱۱ مشخص شده است.

جدول ۳-۱۱: خلاصه پروژه‌های انجام شده در مرکز توسعه فناوری نیرو (متن) مرتبط با عملیات نت

سال	کارفرما	عنوان	شماره
۱۳۸۹	برق منطقه‌ای گیلان	نظارت بر بهره‌برداری و تعمیرات دوره‌ای و اساسی و تهیه نرم‌افزار تعیین هزینه و انرژی تلف شده نیروگاه‌های سیکل ترکیبی گیلان و لوشان	۱
۱۳۸۸	شرکت ملی مهندسی و ساختمان نفت ایران	عملیات بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات پست‌های برق ۶,۳/۶۳ کیلوولت مسیر ری/تبریز	۲
۱۳۸۹	تولید برق آبادان (توبا)	خدمات مهندسی و نظارت بر تعمیرات اساسی واحد گازی G13 نیروگاه آبادان	۳
۱۳۸۴	برق منطقه‌ای گیلان	نظارت بر بهره‌برداری و تعمیرات دوره‌ای نیروگاه‌های سیکل ترکیبی گیلان و شهید بهشتی لوشان	۴
۱۳۸۵	برق منطقه‌ای گیلان	نظارت بر بهره‌برداری و تعمیرات دوره‌ای نیروگاه‌های سیکل ترکیبی گیلان و شهید بهشتی لوشان	۵
۱۳۸۵	برق منطقه‌ای گیلان	انجام خدمات نظارت بر تعمیرات اساسی واحد شماره ۲۱ نیروگاه سیکل ترکیبی گیلان	۶
۱۳۸۵	برق منطقه‌ای گیلان	انجام خدمات نظارت بر تعمیرات اساسی واحد شماره ۲۲ نیروگاه سیکل ترکیبی گیلان	۷
۱۳۸۶	برق منطقه‌ای گیلان	نظارت بر تعمیرات اساسی واحد ۳۱ نیروگاه سیکل ترکیبی گیلان	۸
۱۳۸۶	برق منطقه‌ای گیلان	نظارت بر تعمیرات اساسی واحد ۳۲ نیروگاه سیکل ترکیبی گیلان	۹
۱۳۸۶	برق منطقه‌ای گیلان	نظارت بر بهره‌برداری و تعمیرات دوره‌ای نیروگاه‌های سیکل ترکیبی گیلان و شهید بهشتی لوشان	۱۰
۱۳۸۶	مهندسی مشاور فارس	نظارت بر تعمیرات اساسی نیروگاه سیکل ترکیبی فارس	۱۱
۱۳۸۷	مهندسی مشاور فارس	نظارت بر بهره‌برداری و تعمیرات دوره‌ای نیروگاه‌های سیکل ترکیبی فارس و کازرون	۱۲

شماره	عنوان	کارفرما	سال
۱۳	تدوین آیین کار تعمیرات بازرسی فنی و نظارت بر تعمیرات نیروگاه‌های بخاری	توانیر - معاونت توسعه و اقتصادی	۱۳۸۶
۱۴	نظارت بر تعمیرات اساسی واحد دو بخار نیروگاه شهید بهشتی	برق منطقه‌ای گیلان	۱۳۸۳
۱۵	نظارت بر انجام تعمیرات واحد شماره ۴ نیروگاه کنگان	مدیریت تولید برق جنوب فارس	۱۳۸۸

۶-۱-۳- دبیرخانه تحقیقات برق

دفتر امور تحقیقات برق وظیفه نظارت، سیاست‌گذاری و ایجاد زمینه‌های رشد، شکوفایی و هدایت پروژه‌ها را در به‌نتیجه‌رساندن آن‌ها و ایجاد هماهنگی در فعالیت‌های تحقیقاتی شرکت‌های تابعه و وابسته و جهت‌دادن امور تحقیقات شرکت‌ها به سمت ارائه راه‌حل‌های مناسب در جهت رفع مسائل و مشکلات صنعت برق و ایجاد ارتباط علمی و تخصصی با مجامع دانشگاهی را بر عهده دارد. ارتباط بین کمیته‌های تحقیقات صنعت برق و دفتر امور تحقیقات برق توسط دبیرخانه تحقیقات برق که زیر نظر دفتر مذکور انجام وظیفه می‌کند، صورت می‌پذیرد. در واقع دبیرخانه تحقیقات برق به‌عنوان بازوی اجرایی دفتر امور تحقیقات برق شرکت توانیر عمل می‌کند. جدول ۳-۱۲ خلاصه پروژه‌های مرتبط به قابلیت اطمینان ثبت‌شده در این دبیرخانه را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۱۲: خلاصه پروژه‌های مرتبط به قابلیت اطمینان و ثبت‌شده در دبیرخانه تحقیقات برق

ردیف	عنوان پروژه	همکاران اصلی	مدیر پروژه	کارفرما
۱	تدوین بسته ابزار (نرم‌افزاری) تحلیل قابلیت اطمینان برای بسته نرم‌افزاری MATLAB	-	-	دانشگاه صنعت آب و برق
۲	تهیه مدل تعیین پارامترهای قابلیت اطمینان نیروگاه‌ها و پست‌ها	-	-	دانشگاه علم و صنعت ایران
۳	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولید و انتقال خراسان	داود جلالی، نیکی مسلمی	حمید دانایی	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای خراسان
۴	قابلیت اطمینان شبکه توزیع نیروی برق مشهد	-	-	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای خراسان

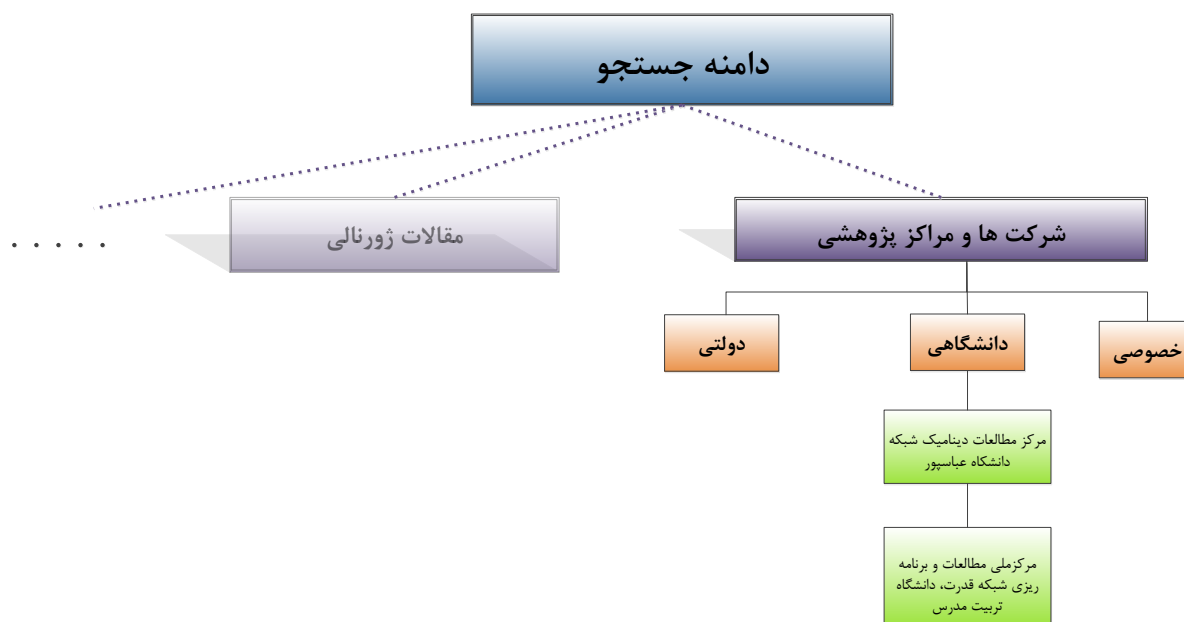
ردیف	عنوان پروژه	همکاران اصلی	مدیر پروژه	کارفرما
۵	بررسی قابلیت اطمینان خطوط قدیمی و سالخورده و ارائه روش‌های افزایش طول عمر	کمال حسینی، عادل ناصح	ناصر ابوالقاسمی	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای اصفهان
۶	بررسی و محاسبه ضریب قابلیت اطمینان ترانسفورماتورهای قدرت در شبکه	-	-	کمیته تحقیقات شرکت توانیر
۷	ارزیابی قابلیت اطمینان پست‌های فوق توزیع (۶۳/۲۰ کیلو ولت) استان همدان	عباس علی محمدلو، علی طلایی، محمد عبدالرحمانی	علیرضا حاتمی شریف آبادی	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای باختر
۸	مطالعه قابلیت اطمینان شبکه ۲۰ کیلوولت شهرستان قائمشهر از نظر شاخص‌های انرژی	سهراب فیروزی فر، مهدی متقی مجد، احمد نصرتیان، ولی اله ابتهج	پرویز رمضان پور	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای مازندران
۹	تعیین شاخص‌های قابلیت اطمینان در شبکه توزیع برق تربت حیدریه	رضا خورشیدی	کاظم عاملی	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای خراسان
۱۰	امکان‌سنجی تهیه نرم‌افزار جامع قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت	-	محمود فتوحی فیروزآباد	کمیته تحقیقات شرکت مدیریت شبکه برق ایران
۱۱	ارزیابی اثرات اضافه‌شدن واحدهای جدید بادی مصوب خواف در شبکه خراسان از نقطه‌نظر قابلیت اطمینان و پایداری شبکه	سید محسن صدر، کاظم عاملی، مرتضی ترابی	مصطفی عیددانی	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای خراسان
۱۲	بررسی شاخص قابلیت اطمینان در شبکه فوق‌توزیع زنجان	علی اصغر بلوریان، محمود مخدومی، داوود فرخزاد کشکی	پرویز رمضان پور	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای زنجان
۱۳	بررسی و محاسبه ضریب قابلیت اطمینان ترانسفورماتورهای قدرت در شبکه‌های انتقال نیروی ایران با ولتاژهای اولیه ۴۰۰ و ۲۳۰ و ۱۳۲ کیلوولت	کوروش علامه، محمدجواد اخوان عبداللهیان	محسن فخاری	شرکت مشاورین
۱۴	مطالعه قابلیت اطمینان در سیستم‌های حفاظتی شبکه تولید و انتقال برق آذربایجان و روش‌های افزایش آن	-	ناصر غفوری	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان
۱۵	بررسی قابلیت اطمینان شبکه توزیع اهواز و روش‌های افزایش آن با توجه به پارامترهای فنی	عابدین صادق‌آبادی، غلامعلی ورشوساز، محمدتقی پرویزی	عبدالحمید عباس شیاری	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای خوزستان
۱۶	افزایش قابلیت اطمینان در شبکه	-	اسدالله امیدواری نیا، سیدجمال‌الدین آل محمد	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای خوزستان

ردیف	عنوان پروژه	همکاران اصلی	مدیر پروژه	کارفرما
۱۷	افزایش قابلیت اطمینان در شبکه و کاهش تلفات به‌ویژه در توزیع	اسدالله امیدواری نیا	سید حسن مداح	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای خوزستان
۱۸	ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان سیستم انتقال فارس و بوشهر به منظور کاهش خاموشی‌ها	-	حمیدرضا خونساری	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای فارس
۱۹	طراحی و ساخت یک سیستم کلید انتقال استاتیکی برای افزایش قابلیت اطمینان در بارهای حساس	محمداسماعیل همدانی گلشن، حسین مختاری	حمیدرضا کارشناس	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای اصفهان
۲۰	طراحی و ساخت نرم‌افزار کاربردی محاسبات قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع	منصور حفصی کردستانی	محمدرسول ملکی	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای غرب
۲۱	تحلیل کیفیت و کمیت تجهیزات پست‌های انتقال با استفاده از نتایج قابلیت اطمینان	خسرو سالمی، کریم جعفرقمی، محمدصادق ولی زاده، سارا قرشی، مرتضی جلالی	فیروزه رامش‌خواه	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای تهران
۲۲	مطالعه قابلیت اطمینان شبکه ۲۰ کیلوولت شهرستان خمین و خرم‌آباد از نظر شاخص‌های انرژی	محمد رحمان پوری، اصغر محمدی، علی اصغر بلوریان	پرویز رمضان پور	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای باختر
۲۳	تجزیه و تحلیل حوادث شبکه‌های توزیع هرمزگان جهت افزایش قابلیت اطمینان	حسین رخت افکن، سیدمحمد باقر کسبی	محمد ذاکری زیارتی	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان
۲۴	تعیین شاخص‌های قابلیت اطمینان شبکه فوق توزیع استان لرستان	ابراهیم نیکونام، سینا معطر، مصطفی صدیقی‌زاده، جواد نیکوکار، حسین نجفی	مجید گندمکار	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای باختر
۲۵	مطالعه روش‌های محاسبه قابلیت اطمینان تجهیزات و سیستم مخابراتی مرکز دیسپاچینگ و ارائه شاخص‌های مرتبط برای سیستم تحت پوشش دیسپاچینگ شمال شرق	حسین بنکچی، سعید خادمی، امین زنگویی	مهدي دوست پرست	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای خراسان
۲۶	تجدید آرایش شبکه توزیع برق شهرستان اصفهان با هدف بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان	علی صفار، امین خدابخشیان، مجید معظمی، سعادت صادقیان	رحمت الله هوشمند	کمیته تحقیقات شرکت توزیع نیروی برق شهرستان اصفهان
۲۷	ارزیابی قابلیت اطمینان چند پست نمونه انتقال و فوق توزیع شرکت برق منطقه‌ای خوزستان	حبیب قراگزلو، شهرام کاظمی	محمود فتوحی فیروزآباد	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای خوزستان
۲۸	تاثیرات جایابی تولیدات پراکنده بر میزان قابلیت اطمینان با منظورکردن اثر ادوات حفاظتی	کاظم مظلومی، ابوالفضل جلیلودن، رضا نوروزیان، شهرام محمدی	عباس سرداری	کمیته مرکزی شرکت برق منطقه‌ای زنجان

ردیف	عنوان پروژه	همکاران اصلی	مدیر پروژه	کارفرما
۲۹	محاسبات قابلیت اطمینان در فیدرهای نمونه فشارمتوسط رشت جهت ارائه روش کاربردی برای ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات، محاسبه شاخص‌ها و تعیین محل جداکننده‌ها و مانور به منظور مدیریت اتفاقات	محمداسماعیل هنرمند، الشن جلیل‌زاده، امین جلیل‌زاده، رامین دهقانی، آرش عباسی، مرتضی سعادت‌مند، سید حسن احسان دوست، محمد رضا نژاد شمسی، رضا سلطان‌زاده، محمد سیرتی	محمودرضا حقی فام	کمیته تحقیقات شرکت توزیع نیروی برق استان گیلان
۳۰	انجام محاسبات پخش بار و محاسبات قابلیت اطمینان در فیدرهای نمونه فشارمتوسط جهت بازآرایی و تعیین نقاط مانور به منظور کاهش تلفات و مدیریت اتفاقات	-	محمودرضا حقی فام	کمیته تحقیقات شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ
۳۱	مطالعه قابلیت اطمینان در شبکه‌های تولید و انتقال و فوق توزیع شبکه برق منطقه‌ای اصفهان	-	محمود فتوحی فیروزآباد	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه‌ای اصفهان
۳۲	مکان‌یابی بهینه سکسیونرها در شبکه توزیع انرژی الکتریکی به منظور افزایش قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم هوشمند	-	-	کمیته تحقیقات شرکت توزیع نیروی برق استان یزد
۳۳	تجدید آرایش شبکه فشارمتوسط توزیع برق هرمزگان در محدوده مدیریت برق ناحیه یک بندرعباس با هدف کاهش تلفات و بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان	-	-	کمیته تحقیقات شرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان
۳۴	بررسی احتمال وقوع حوادث و ارزیابی امنیت شبکه مازندران	-	شهرام جدید	-
۳۵	تدوین سند پایه "تعریف، پایش، سنجش، تنظیم و مدیریت پایایی شبکه‌های توزیع نیروی برق"	-	محمودرضا حقی فام	کمیته تحقیقات شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ

۲-۳- فعالیت‌های مراکز دانشگاهی

همانطور که در شکل ۳-۶ مشاهده می‌شود، در بررسی مراکز دانشگاهی، دو مرکز با اسامی مرکز مطالعات دینامیکی در دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور و مرکز ملی مطالعات و برنامه‌ریزی شبکه قدرت در دانشگاه تربیت مدرس مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل ۳-۶: بررسی مراکز دانشگاهی فعال در عرصه‌های پژوهشی مرتبط با پایایی شبکه

۱-۲-۳- مرکز مطالعات دینامیکی دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور

در بررسی فعالیت‌های پژوهشی مرکز مطالعات دینامیک شبکه ایران در دانشگاه شهید عباسپور، از آنجایی که اعم پژوهش‌های انجام شده و یا در حال انجام این مرکز معطوف به مطالعات دینامیکی بوده، به غیر از پژوهش‌هایی که در قالب پایان‌نامه‌های دانشگاه شهید عباسپور ذکر شده است، کار تحقیقاتی دیگری که در این مرکز در زمینه قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت انجام گرفته شده باشد، یافت نشده است.

۲-۲-۳- مرکز ملی مطالعات و برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت

مرکز ملی مطالعات و برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت در حال حاضر بیش از ۱۰ نفر از اعضای هیات علمی دانشگاه‌ها و بیش از ۲۰ نفر از دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری را دربر می‌گیرد و بیش از ۶۰ پروژه در سطح ملی و نهادهای صنعت برق به انجام رسانیده است و ۱۶ دوره آموزش علمی-تخصصی را برگزار کرده است. اعضای هیئت علمی عضو در این مرکز عبارتند از:

- دکتر محسن پارسامقدم (عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس و مدیر واحد مدیریت مصرف)

- دکتر محمدصادق سپاسیان (عضو هیئت علمی دانشگاه صنعت آب و برق و مدیر واحد مدیریت اطلاعات)

- دکتر حسین سیفی (عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس و رئیس مرکز)

- دکتر محمدکاظم شیخ‌الاسلامی (عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس و معاون پژوهشی مرکز)

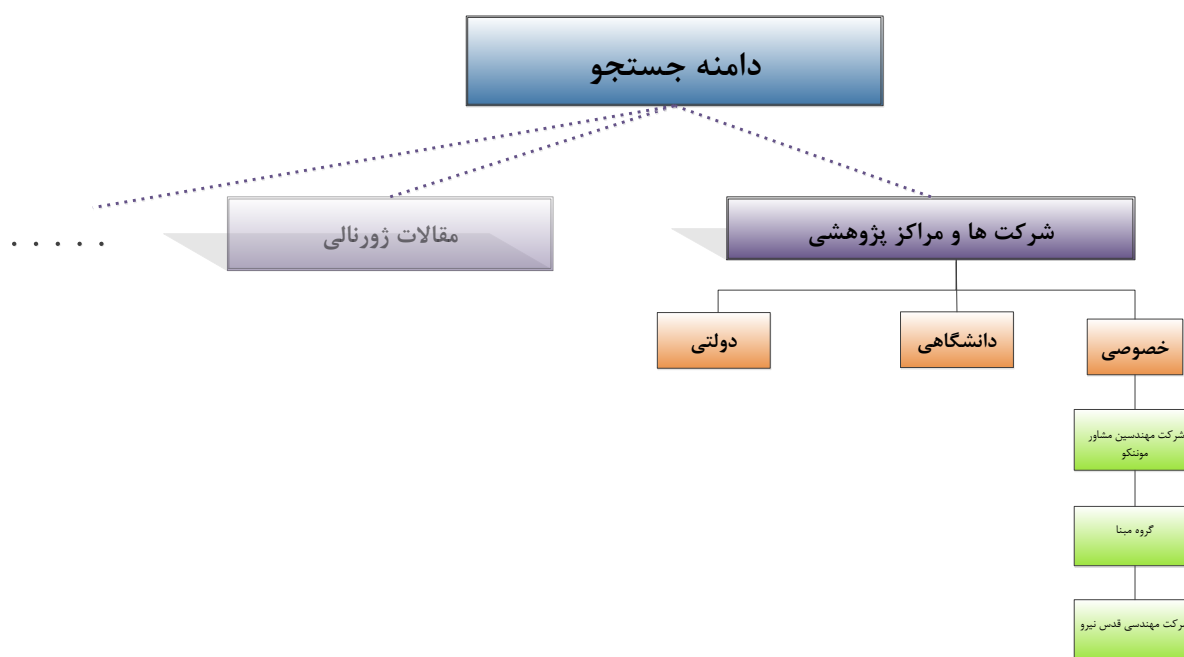
این مرکز شامل دو گروه پژوهشی با عنوان گروه پژوهشی شبکه و امور پژوهشی تکنولوژی اطلاعات (IT) در شبکه‌های برق می‌باشد. کارنامه پژوهشی مرکز ملی مطالعات و برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت شامل ۵۹ پروژه انجام شده، ۱۰ پروژه در حال انجام، ۱۹ مقاله و ۱ عنوان کتاب در زمینه‌های مختلف صنعت برق می‌باشد. با توجه به پروژه حاضر که به بررسی سوابق سازمان‌ها، مراکز و افراد در زمینه پایایی سیستم قدرت اختصاص دارد، از میان مطالعات و پروژه‌های انجام شده و یا در حال اجرا، تعداد ۷ پروژه و طرح پژوهشی (۳ پروژه و ۴ طرح پژوهشی) مرتبط با موضوع قابلیت اطمینان به دست آمد که در جدول ۳-۱۳ مشخص شده است.

جدول ۳-۱۳: فعالیت‌های مرکز ملی مطالعات و برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت در حوزه قابلیت اطمینان

ردیف	عنوان	کارفرما	نوع	وضعیت
۱	مطالعات قابلیت اطمینان بر روی شبکه و طرح‌های توسعه شبکه تولید و انتقال ایران	شرکت توانیر	طرح پژوهشی	اتمام یافته
۲	انتخاب الگوریتم‌ها، روش‌ها و ابزار مطالعات قابلیت اطمینان شبکه سراسری برق کشور	شرکت توانیر	طرح پژوهشی	اتمام یافته
۳	مطالعات کفایت‌سنجی و بهبود کفایت شبکه برق جنوب شرق کشور	شرکت توانیر	طرح پژوهشی	اتمام یافته
۴	برنامه‌ریزی زمانی تعمیر و نگهداشت واحدهای نیروگاهی شبکه سراسری برق کشور	شرکت مدیریت شبکه برق ایران	طرح پژوهشی	اتمام یافته
۵	تدوین عناوین استانداردها و دستورالعمل‌های مربوط به پایایی و امنیت شبکه برق کشور	شرکت مدیریت شبکه برق ایران	پروژه	اتمام یافته
۶	بررسی تجربیات بین‌المللی در خصوص دستورالعمل‌های بهره‌برداری از نقطه نظر پایایی و امنیت شبکه	شرکت مدیریت شبکه برق ایران	پروژه	اتمام یافته
۷	تدوین استانداردهای برنامه‌ریزی بهره‌برداری	شرکت مدیریت شبکه برق ایران	پروژه	اتمام یافته

۳-۳- بررسی فعالیت‌های شرکت‌های خصوصی در زمینه قابلیت اطمینان شبکه

همان‌طور که در شکل ۳-۷ نمایش داده شده است در مطالعات این بخش، سه شرکت مهندسی مشاور موندکو، گروه مینا و شرکت مهندسی قدس نیرو مورد بررسی کامل قرار گرفته است.



شکل ۳-۷: بررسی فعالیت شرکت‌های خصوصی

در بررسی از لیست پروژه‌های انجام‌شده و در حال انجام که از طرق اطلاعات موجود در سایت‌های اینترنتی شرکت‌های موندکو و گروه مینا، انجام شده، پروژه‌های مرتبط با قابلیت اطمینان یافت نشده است. لازم به ذکر است که در تمامی موارد ذکر شده در زیرمجموعه شرکت‌ها و مراکز پژوهشی، در صورت عدم دسترسی به لیست پروژه‌های در حال انجام و یا انجام شده، در روند نامه‌نگاری این موضوع پیگیری شده است که از جمله این موارد، دو شرکت خصوصی مذکور بوده که نامه‌ای برای دریافت لیست فعالیت‌های مرتبط به بحث قابلیت اطمینان به آن‌ها ارسال گردیده است.

در بررسی شرکت مهندسی قدس نیرو، ۲۰ پروژه در زمینه قابلیت اطمینان مطرح بود که در جدول ۳-۱۴ اطلاعاتی در مورد این پروژه‌ها ارائه شده است.

جدول ۳-۱۴: لیست پروژه‌های انجام‌شده در زمینه قابلیت اطمینان شبکه، توسط شرکت قدس نیرو

ردیف	عنوان پروژه	سال	پدید آورنده
۱	قابلیت اعتماد در سیستم توزیع	۱۳۷۴	محمود مخدومی
۲	استاندارد پستهای ۶۳/۲۰ کیلو ولت: گزارش ضمیمه شماره ۱، محاسبات قابلیت اطمینان	۱۳۷۲	مشانیر
۳	استاندارد طراحی بهینه پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلو ولت، جلد ۱۰۴: قابلیت اطمینان	۱۳۷۷	مشانیر
۴	استاندارد طرح پستهای ۶۳/۲۰ کیلو ولت، گزارش ضمیمه شماره ۱، محاسبات قابلیت اطمینان	۱۳۶۹	مشانیر
۵	بهینه‌سازی قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت	۱۳۷۸	علی پیروزی
۶	پیش نویس استاندارد مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)، ۶۰۳-۶۵: بررسی تدوین معیارهای مربوط به فلش ولتاژ، قابلیت اطمینان و پایداری تجهیزات	۱۳۷۷	-
۷	پیش نویس استاندارد معیارهای طراحی، مهندسی و برنامه‌ریزی شبکه های توزیع فشار متوسط (۲۰ و ۳۳ کیلو ولت)، شماره استاندارد ۲۰۵-۶۷: گزینه های مختلف یک طرح با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	۱۳۷۹	-
۸	استاندارد صنعت برق ایران - مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)، قسمت نهم - دستورالعمل اندازه‌گیری کیفیت برق، بازرسی و اطمینان از کیفیت آن	۱۳۸۱	-
۹	بخش مطالعات سیستم و شبکه، پروژه ۱۳-۲۲ بررسی احتمال قطع بار ناشی از بارهای مکانیکی دینامیک، گزارش اول: روشی برای محاسبه احتمال کار افت و قابلیت اعتماد سازه‌های شبکه تولید و انتقال نیرو برای بارهای باد و زلزله	۱۳۶۳	غلامرضا درگاهی نوبری
۱۰	استاندارد طرح پستهای ۶۳/۲۰ کیلو ولت، مرحله اول، جلد اول: طرح مشخصات عمومی پستها	۱۳۶۹	گروه تخصصی برق مشانیر
۱۱	استاندارد طرح پستهای فوق توزیع فیوز دار و کم کلید، جلد اول: شناسایی و ارزیابی گزینه‌ها	۱۳۷۴	-
۱۲	استاندارد ظرفیت واحدهای نیروگاه‌های بخاری جلد اول - انتخاب ظرفیت	۱۳۷۵	-
۱۳	استاندارد ظرفیت واحدهای نیروگاه‌های بخاری جلد دوم - بررسی و ارزیابی	۱۳۷۵	-
۱۴	بررسی و ارزیابی توسعه سیستم نیروی انسانی در برنامه پنج‌ساله ششم، گزارش نهایی به وزارت نیرو	۱۳۵۶	سازمان پژوهش و گسترش ایران، مرکز پژوهش تهران

ردیف	عنوان پروژه	سال	پدید آورنده
۱۵	پروژه طراحی تحقیقاتی نیروگاه بخار: "SPRD" طراحی تفصیلی سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق نیروگاه، مبانی و پارامترهای دخیل در هزینه سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق	۱۳۷۸	-
۱۶	پروژه طراحی تحقیقاتی نیروگاه بخار: "SPRD" طراحی تفصیلی سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق نیروگاه، تشریح انجام محاسبات طراحی تفصیلی سیستم در شرایط مختلف و ارائه یک نمونه دستی انجام محاسبات در هر زمینه	۱۳۷۸	-
۱۷	پیش‌نویس استاندارد معیارهای طراحی، مهندسی و برنامه‌ریزی شبکه‌های توزیع فشار متوسط (۲۰ و ۳۳ کیلو ولت)، استاندارد شماره: ۶۷-۲۰۶: نحوه مقایسه گزینه‌های مختلف یک طرح و انتخاب گزینه بهینه	۱۳۸۰	-
۱۸	پیش‌نویس استانداردهای سیستم و تجهیزات ابزار دقیق نیروگاه‌ها، مرحله دوم: بند ۱-۱-۱۶	۱۳۷۶	-
۱۹	تعیین نوع و مکان دقیق خطا در شبکه‌های توزیع دارای منابع تولید پراکنده با استفاده از شبکه‌های عصبی MLP (مقاله)	۱۳۸۷	سیدعلی محمد جوادیان
۲۰	گزارش نظارت بر آزمایشات کارخانه‌ای سیستم برق مطمئن پروژه نیروگاه بیستون (واحدهای ۲×۳۲۰ مگاواتی)	۱۳۷۱	امیرهمایون گودرزی

فصل چهارم: بررسی ساختار صنعت برق ایران و فعالیت‌های انجام‌شده در زمینه مطالعات پایایی شبکه‌های قدرت

مقدمه

در این فصل ابتدا ساختار صنعت برق ایران معرفی شده و نقش سازمان‌ها و نهادهای فعال در این حوزه مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه روند مطالعات پایایی در این نهادها بررسی شده و در واقع ساختار کنونی مطالعات پایایی شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع معرفی خواهد شد. در انتها فعالیت‌های انجام‌شده در سازمان‌ها در ایران بر اساس محورهای مطالعاتی پیشنهادی در فصل قبل دسته‌بندی شده و رویه موجود مطالعات پایایی مشخص خواهد شد.

۱-۴ - ساختار صنعت برق ایران

وزارت نیرو عهده‌دار مدیریت عرضه و تقاضای آب، برق، انرژی، خدمات آب و فاضلاب و همچنین ارتقای سطح آموزش، پژوهش و فناوری و بسترسازی توسعه بازار کالا و خدمات صنعت آب و برق می‌باشد و نقش محوری خود را به نحو موثر در صیانت از منابع ملی، حفظ محیط زیست، ارتقای بهداشت عمومی، رفاه اجتماعی و خود اتکایی برای توسعه پایدار کشور ایفاء می‌کند.

وزارت نیرو با سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، سازماندهی، هدایت، نظارت، تدوین ضوابط و مقررات و لوایح مرتبط و ایجاد فضای مناسب برای حضور موثر بخش‌های غیردولتی و سایر نقش‌آفرینان، بخش‌های آب، برق و خدمات فاضلاب را در راستای تحقق چشم‌انداز کشور راهبردی و با تحقق خدمات در سطح استانداردها و شاخص‌های ملی و بین‌المللی، حقوق و رضایت ذی‌نفعان، به‌ویژه مردم را تامین می‌کند.

وزارت نیرو یک سازمان چند وجهی است. به عبارت دیگر وظایف مدیریت چند صنعت بزرگ کشور (صنعت آب، صنعت برق، صنعت فاضلاب و صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر) در این وزارتخانه انجام می‌شود.

ساختار وزارت نیرو بر اساس تفکیک وظایف حاکمیتی و تصدی‌گری طراحی شده است و حوزه‌های وزارت نیرو هرکدام وظایف و محدوده مشخصی دارند. حوزه‌های وزارت نیرو به سه سطح حوزه‌ای تقسیم می‌شود که عبارتند از:

➤ سطح یک (سطح حاکمیتی)

➤ سطح دو (سطح میانی تخصصی)

➤ سطح سه (سطح عملیاتی)

۱-۱-۴- سطح یک (سطح حاکمیتی)

حوزه ستادی وظایف حاکمیتی و سیاست‌گذاری را بر عهده دارد. این حوزه از پنج معاونت و ۲۴ دفتر تشکیل شده است و دارای ساختار سازمانی زیر است.

- معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی
- معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی
- معاونت امور حقوقی، پشتیبانی و مجلس
- معاونت امور برق و انرژی
- معاونت امور آب و فاضلاب

وزارت نیرو در بخش‌های برق و انرژی عهده‌دار سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی کلان انرژی و ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای برق و حفظ کیفیت آن در راستای توسعه پایدار و امنیت عرضه انرژی کشور می‌باشد. در این بخش با سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، سازماندهی، هدایت، نظارت، تدوین ضوابط و مقررات و لوایح مرتبط، بسترهای لازم را برای ایجاد هماهنگی بین نقش‌آفرینان، فعالیت بخش‌های خصوصی، تعاونی و عمومی در تمامی عرصه‌ها فراهم نموده و با حمایت از بهینه‌سازی مصرف، رونق‌بخشی به فضای کسب و کار در عرصه ملی و فراملی بخش برق و انرژی، حقوق کلیه ذینفعان خود شامل آحاد جامعه، بخش‌های صنعت، کشاورزی، خدمات، دولت و نهادهای قانون‌گذار را رعایت می‌کند.

وزارت نیرو در این بخش با ارتقاء بهره‌وری و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، سازگار با محیط زیست و متناسب با زیرساخت‌های حال و آینده و توسعه مشارکت و بهره‌وری منابع انسانی متخصص و خلاق به‌عنوان ارزشمندترین دارایی، نقشی

موثر در رفاه اجتماعی و تبادل برق با کشورهای منطقه ایفا نموده و در راستای کاهش شدت انرژی، افزایش خوداتکایی و توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر اقدام می‌کند.

۲-۱-۴- سطح دو (سطح میانی تخصصی)

این سطح شامل چهار شرکت مادر تخصصی است که وظایف برنامه‌ریزی، نظارت و ارزیابی شرکت‌های زیرمجموعه تخصصی خود را برعهده دارند و وظیفه‌شان اجرای سیاست‌های کلان وزارت نیرو توسط شرکت‌های زیرمجموعه است.

۱-۲-۱-۴- شرکت سهامی مادر تخصصی مدیریت منابع آب ایران

وظیفه این شرکت راهبری و اجرای طرح‌های ذخیره‌سازی و استحصال منابع آب و همچنین انتقال آب و اجرای شبکه‌های آبیاری و زهکشی توسط شرکت‌های زیر مجموعه است.

۲-۲-۱-۴- شرکت سهامی مادر تخصصی مهندسی آب و فاضلاب کشور

وظیفه این شرکت راهبری و نظارت بر بخش آب و فاضلاب کشور و اجرای طرح‌ها در این زمینه توسط شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی است.

۳-۲-۱-۴- شرکت سهامی مادر تخصصی تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر)

وظیفه این شرکت راهبری و مدیریت تولید، انتقال و توزیع برق به سراسر کشور توسط شرکت‌های برق منطقه‌ای، توزیع و مدیریت تولید برق است.

۴-۲-۱-۴- شرکت مادر تخصصی ساتکاب (ساخت و تولید کالای آب و برق)

وظیفه این شرکت راهبری و مدیریت ساخت و تولید کالای آب و برق موردنیاز تاسیسات صنعت آب و برق توسط شرکت‌های زیر مجموعه است. تمامی شرکت‌های سازنده کالاها و قطعات تاسیسات آب و برق، شرکت‌های مشاوره ای و شرکت‌های پیمانکاری آب و برق زیر مجموعه‌ی این شرکت هستند.

۳-۱-۴- سطح سه (سطح عملیاتی)

سطح سه شامل شرکت‌ها، موسسه‌ها و مجتمع‌های آموزشی، تحقیقاتی و پژوهشی است که در سطح صف هستند و عملیات

اجرای طرح‌ها و برنامه‌های اصلی وزارت نیرو را برعهده دارند.

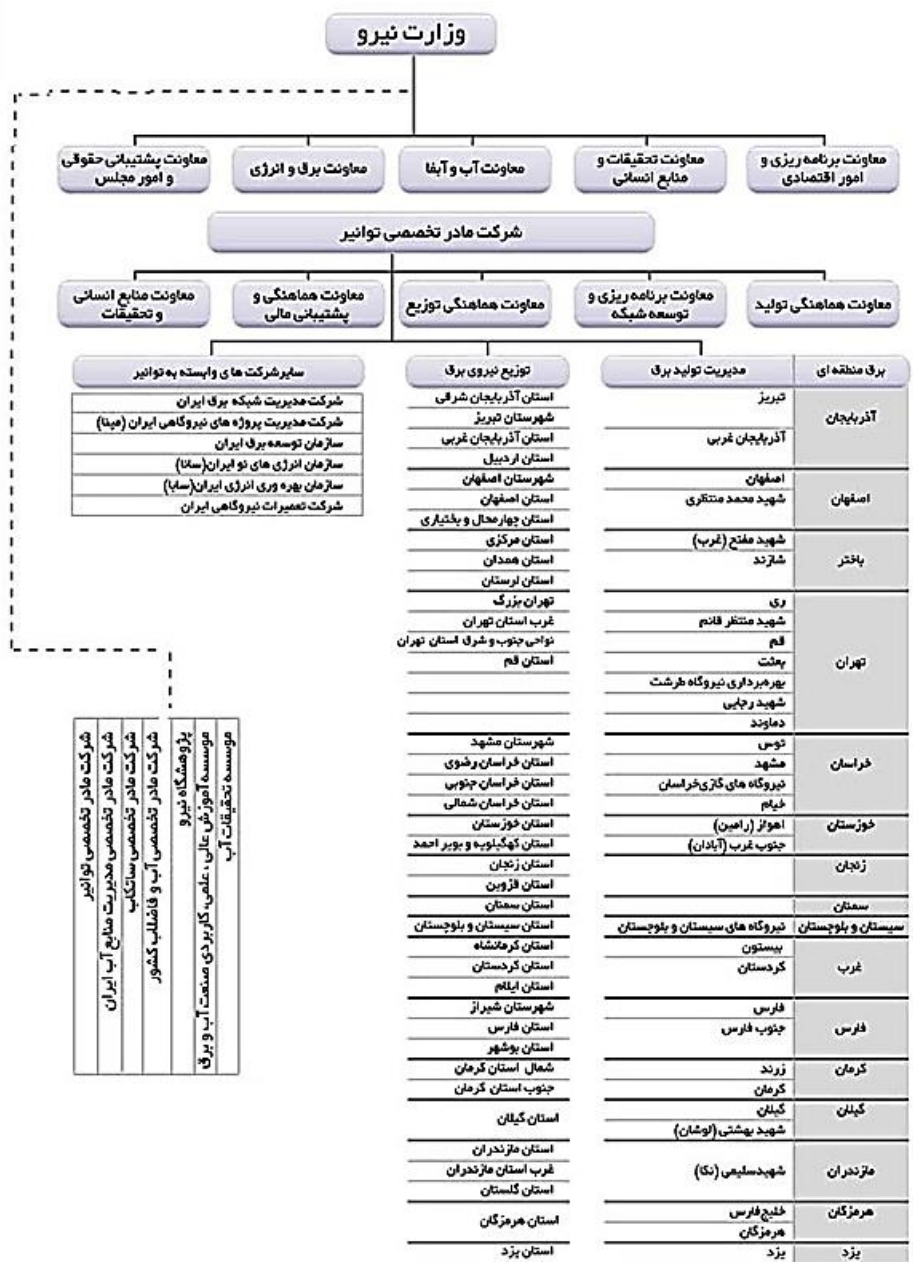
- شرکت‌های برق منطقه‌ای
- شرکت‌های آب منطقه‌ای
- شرکت‌های آب و فاضلاب شهری (استانی)
- شرکت‌های آب و فاضلاب روستایی
- شرکت‌های توزیع نیروی برق
- شرکت‌های بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی
- شرکت‌های مدیریت تولید برق
- شرکت‌های اقماری (زیر مجموعه شرکت مادر تخصصی ساتکاب)
- موسسه آموزش عالی علمی - کاربردی صنعت آب و برق
- پژوهشگاه نیرو
- موسسه تحقیقات آب
- سازمان توسعه برق ایران
- شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران
- سازمان آب و برق خوزستان

کلیه این شرکت‌ها به عنوان واحدهای اجرایی (صف) وظیفه اجرای سیاست‌های کلان وزارت نیرو را برعهده دارند و از

بیشترین نیروی تخصصی در سطوح عملیاتی برخوردار هستند.

۴-۱-۴- معرفی شرکت‌ها و سازمان‌های فعال در حوزه صنعت برق

ساختار سازمانی وزارت نیرو در شکل ۴-۱ نشان داده شده است. در این قسمت به معرفی مراکز، سازمان‌ها و شرکت‌های زیرمجموعه وزارت نیرو و فعال در حوزه صنعت برق پرداخته شده است.



شکل ۴-۱: ساختار سازمانی وزارت نیرو در بخش برق

۵-۱-۴- شرکت مادر تخصصی تولید، انتقال و توزیع نیروی برق (توانیر)

این شرکت به‌منظور ساماندهی فعالیت‌های تصدی دولت در زمینه بهره‌برداری و توسعه صنعت برق در چارچوب سیاست‌های وزارت نیرو، راهبری شرکت‌های زیرمجموعه، افزایش بهره‌وری و کارایی و استفاده بهینه از امکانات صنعت برق کشور و در صورت لزوم انجام برخی از امور اجرایی و نیز کارگزاری وزارت نیرو در زمینه نظارت و برنامه‌ریزی، شکل گرفت. در حال حاضر شرکت توانیر، مدیریت ۱۶ شرکت برق منطقه‌ای، ۳۴ شرکت مدیریت تولید، ۳۹ شرکت توزیع، سازمان توسعه برق ایران، سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)، سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)، مدیریت پروژه‌های نیروگاهی ایران (مپنا) و توسعه صنایع نیروگاهی ایران را برعهده دارد. این سازمان دارای پنج معاونت هماهنگی تولید، هماهنگی توزیع، معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شبکه، معاونت منابع انسانی و تحقیقات و معاونت هماهنگی و پشتیبانی مالی می‌باشد. در زیر فعالیت‌های این معاونت‌ها در حوزه پایایی شبکه‌های برق مورد بررسی قرار گرفته است.

❖ معاونت هماهنگی و تولید

از مهمترین وظیفه‌های معاونت هماهنگی تولید در حوزه پایایی شبکه‌های قدرت می‌توان مواردی مانند افزایش آمادگی نیروگاه‌ها، کاهش زمان تعمیرات نیروگاه‌ها، افزایش راندمان آنها، مدیریت تعمیرات نیروگاه‌ها، برنامه‌ریزی تولید نیروگاه‌های جدیدالاحداث را نام برد. این معاونت خود دارای سه دفتر پشتیبانی فنی تولید، دفتر نظارت بر تولید و دفتر فنی و نظارت بر انتقال می‌باشد. از مهمترین وظایف این دفاتر در حوزه پایایی می‌توان موارد زیر را نام برد:

• دفتر پشتیبانی فنی تولید

تهیه و تدوین دستورالعمل‌ها و استانداردهای مورد نیاز جهت بهره‌برداری و تعمیرات واحدهای تولید و

نیروگاه‌ها

✓ نظارت عالی در اجرای تعمیرات واحدهای تولیدی

✓ بازدیدهای دوره‌ای از تاسیسات تولید برق به منظور نظارت کلی و عالی بر عملیات بهره‌برداری و نگهداری

تاسیسات و ارائه پیشنهادها لازم در مورد رفع اشکالات

✓ نظارت بر آزمایش‌های کارایی نیروگاه‌ها

✓ بررسی معایب فنی موجود در نیروگاه‌ها و تعیین راهکارهای مورد نیاز

- ✓ همکاری در تجزیه و تحلیل حوادث عمده نیروگاه‌ها و ارائه روش‌های پیشگیری و تکرار
- ✓ برگزاری سمینارهای تخصصی برای نیروگاه‌ها جهت تبادل اطلاعات و تحلیل مشکلات فنی
- ✓ بررسی‌های لازم جهت افزایش بهره‌وری نیروگاه‌ها
- ✓ هماهنگی‌های لازم در جهت تامین سوخت نیروگاه‌ها
- ✓ ارزیابی فنی و مدیریتی نیروگاه‌ها و شرکت‌های مدیریتی تولید
- ✓ همکاری در تهیه استانداردهای آموزشی مورد نیاز نیروی انسانی بخش تولید
- ✓ هماهنگی در تدوین برنامه تعمیرات نیروگاه‌ها
- ✓ نظارت بر فعالیت‌های تعمیراتی نیروگاه‌ها جهت انجام مطابق برنامه
- ✓ تهیه و تدوین آمار و گزارشات تولید-سوخت و حوادث
- ✓ نظارت بر راه‌اندازی اولیه نیروگاه‌ها پس از اجرای تعمیرات اساسی و ارائه گزارش‌های کیفیت کارهای تعمیراتی انجام شده
- ✓ اقدامات لازم در جهت تهیه استانداردها و شاخص‌های صنعت برق
- ✓ رسیدگی و همکاری با برق‌های منطقه‌ای در رابطه با حوادث غیر مترقبه (زلزله، سیل، بازسازی و غیره)
- ✓ همکاری در اجرای آزمایش‌های شیمیایی مورد نیاز نیروگاه‌ها جهت تعیین زمان شستشوی شیمیایی
- ✓ بررسی مشخصات فنی قطعات، کالاها، مواد و تجهیزات مورد نیاز نیروگاه‌ها
- ✓ بررسی عوامل آلوده‌کننده محیط زیست در نیروگاه‌ها و ارائه راهکارهای کاهش این آلودگی‌ها
- ✓ همکاری در تهیه استانداردهای زیست محیطی جهت هماهنگی در نیروگاه‌ها
- ✓ انجام بررسی‌های فنی لازم جهت رفع نواقص اصلی نیروگاه‌ها و ارائه راهکارهای رفع آنها
- ✓ نظارت عالی بر عملکرد دفاتر فنی تولید برق‌های منطقه‌ای
- دفتر نظارت بر تولید
- ✓ تهیه و تدوین برنامه‌های تعمیرات و نگهداری نیروگاه‌ها و همچنین ساختارهای سیستم اطلاعاتی
- ✓ نظارت بر عملکرد مدیریت نیروگاه‌ها و اجرای مطلوب آن

- ✓ نظارت بر پایداری تاسیسات و تجهیزات نیروگاه‌ها
- ✓ نظارت لازم بر برنامه‌های مورد تایید و در دست اقدام نیروگاه‌ها
- دفتر فنی و نظارت بر انتقال
 - ✓ افزایش آمادگی شبکه (خطوط و پست‌ها)
 - ✓ کاهش زمان تعمیرات
 - ✓ کاهش تعداد و زمان خروجی‌های خطوط و ترانسفورماتورها
 - ✓ کاهش میزان خاموشی‌ها
 - ✓ مدیریت مصرف
 - ✓ گسترش بهره‌گیری از فناوری‌های نو در شبکه

❖ معاونت هماهنگی توزیع

از مهمترین وظیفه‌های معاونت هماهنگی تولید در حوزه پایایی شبکه‌های قدرت می‌توان مواردی مانند برنامه‌ریزی فنی - اقتصادی کلان بخش توزیع مبتنی بر نیازمندی‌های در حال توسعه مشترکین برق، تبیین سیاست‌های بهره‌برداری توزیع، نظارت عالی بر عملکرد بخش بهره‌برداری توزیع شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نیروی برق، جمع‌آوری اطلاعات ماهیانه خاموشی‌ها و مطالعه میزان آنها، تدوین و ارتقاء نظام نظارتی بر سیستم مشترکین و غیره را نام برد. این معاونت خود دارای چهار دفتر پشتیبانی فنی توزیع، دفتر نظارت بر توزیع، دفتر برنامه‌ریزی توزیع و دفتر مدیریت مصرف و خدمات مشترکین می‌باشد می‌باشد. از مهمترین وظایف این دفاتر در حوزه پایایی می‌توان موارد زیر را نام برد:

- دفتر برنامه‌ریزی توزیع
 - ✓ شناخت نقاط ضعف و قوت شبکه‌های توزیع در نقاط مختلف کشور
 - ✓ شناخت وضعیت و ویژگی‌های موثر بر برنامه‌ریزی در بخش توزیع
 - ✓ کنترل و نظارت بر برنامه‌های توسعه و احداث، اصلاح و بهینه‌سازی در بخش توزیع کشور
 - ✓ تدوین شاخص‌های فنی برای شرکت‌های توزیع و هدف‌گذاری برای هر یک
 - ✓ بررسی، کنترل و نظارت بر بودجه‌های پیشنهادی بخش توزیع

- دفتر نظارت بر توزیع

✓ ایجاد و ارتقاء نظام‌های مکانیزه جهت ثبت و تحلیل حوادث و تکمیل و توسعه مراکز فوریت‌های برق و

دیسپاچینگ‌های توزیع

✓ سیاست‌گذاری در حوزه دیسپاچینگ و مراکز فوریت برق

✓ توسعه، تکمیل و تحول و بهبود مستمر نظام‌های مرتبط با نگهداری و تعمیرات شبکه‌های توزیع

✓ تدوین برنامه‌ها، راهبردها و ایجاد زیرساخت‌های لازم جهت ارتقاء نظام ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان

شبکه‌های توزیع

✓ تدوین راهبردها و دستورالعمل‌ها و ایجاد زیرساخت‌های لازم جهت پیاده‌سازی نظام انگیزش جهت بهبود

قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع (PBR)

✓ توسعه روش‌های نظارتی به منظور حصول اطمینان از بکارگیری روش‌های مناسب جهت رسیدگی سریع

به خاموشی‌ها و کاهش انرژی‌های تامین نشده

✓ یکسان‌سازی و ایجاد زبان مشترک در نظام گردآوری اطلاعات مرتبط با انرژی‌های تامین نشده

✓ توسعه بکارگیری و معرفی عیوب روش‌های نو جهت کاهش خاموشی‌ها، بکارگیری روش‌های مناسب

آشکارسازی عیوب

✓ آموزش و بازآموزی نیروی انسانی به منظور ارتقاء سطح کیفی و کمی خدمات در اجرای فعالیت‌های

بهره‌برداری و سرویس‌دهی به مشترکین

✓ بازنگری و ارتقاء دستورالعمل‌های بهره‌برداری با تاکید بر سخت‌گیری در اعمال خاموشی‌ها

✓ ایجاد و اجرای نظام‌های نظارتی در حوزه بهره‌برداری از شبکه‌های توزیع برق

✓ اقدامات راهبردی در جهت پیاده‌سازی سیستم مدیریت ایمنی

✓ تشکیل و فعال نمودن کمیته‌های تخصصی بهره‌برداری و ایمنی

✓ آموزش و بازآموزی کارکنان به منظور ارائه خدمات بدون حائنه

- ✓ ارسال به موقع و کامل گزارش وقوع یا عدم وقوع حادثه و تجزیه و تحلیل کاربردی حوادث و مستند نمودن و اطلاع رسانی موثر به منظور جلوگیری از تکرار حوادث
- ✓ مدیریت بحران
- دفتر مدیریت مصرف و خدمات مشترکین
 - ✓ تدوین و ارتقاء نظام نظارتی بر سیستم مشترکین
 - ✓ ارتقاء و توسعه روش‌های مناسب ارتباط اطلاعاتی با مشترکین برق
 - ✓ افزایش تخصص کارمندان در واحدهای خدمات مشترکین
 - ✓ توسعه و تکمیل تجهیزات اندازه‌گیری هوشمند متناسب با تعرفه‌ها با هدف قرائت از راه دور و انتقال سریع اطلاعات
 - ✓ توسعه کیفی لوازم اندازه‌گیری مانند نصب کنتورهای چند تعرفه با هدف مدیریت مصرف
 - ✓ یکسان‌سازی حداقل اطلاعات مورد نیاز مشترکین در سطح کشور
- ❖ معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شبکه

از مهمترین وظیفه‌های معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شبکه در حوزه پایایی شبکه‌های قدرت می‌توان مواردی مانند برنامه‌ریزی توسعه بهینه فنی و اقتصادی تولید بر، توجه به سیاست‌های اقتصادی کلان کشور و قابلیت‌های تاسیسات موجود صنعت برق، تبادل اطلاعات با شرکت‌های توزیع و برق منطقه‌ای و غیره را نام برد. این معاونت خود دارای دفاتر برنامه‌ریزی تولید و برنامه‌ریزی توسعه شبکه، دفتر برنامه‌ریزی شبکه، دفتر بودجه و بررسی‌های اقتصادی می‌باشد. از مهمترین وظایف این دفاتر در حوزه پایایی می‌توان موارد زیر را نام برد:

- دفتر برنامه‌ریزی تولید
 - ✓ برنامه‌ریزی مقدماتی تعیین نیروگاه‌های جدید
 - ✓ برآورد میزان و نوع سوخت مورد نیاز نیروگاه‌ها و انجام هماهنگی‌های لازم با وزارت نفت
 - ✓ مطالعات مربوط به افزایش کارایی واحدهای تولید
 - ✓ مطالعات فنی و اقتصادی طرح‌های تولید و ارائه گزارش‌های توجیهی گزینه‌های مختلف

- ✓ پیگیری تهیه اطلاعات جدید اقتصادی مرتبط با بهره‌برداری از نیروگاه‌های جدید
- ✓ انجام مطالعات استفاده از انرژی‌های نو در ایجاد ظرفیت‌های نیروگاهی
- ✓ تهیه و تنظیم میزان تولید نیروگاه‌ها در سال‌های آتی بر اساس آخرین برنامه زمان‌بندی طرح‌های تولید
- ✓ پیگیری تهیه اطلاعات جدید فنی مرتبط با بهره‌برداری نیروگاه‌ها
- ✓ شناسایی و تهیه نرم‌افزارهای جدید داخلی و خارجی مرتبط با برنامه‌ریزی توسعه بهینه تولید

- دفتر برنامه‌ریزی توسعه

- ✓ تبادل اطلاعات با شرکت‌های توزیع و برق منطقه‌ای
- ✓ تهیه گزارش‌های برآورد بار و انرژی به تقکیک برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع
- ✓ اقدامات مدیریت مصرف در سطح شرکت‌های برق منطقه‌ای
- ✓ اقدامات پایش برنامه‌های توسعه

- ❖ معاونت منابع انسانی و تحقیقات

از مهمترین وظیفه‌های معاونت منابع انسانی و تحقیقات مرتبط با حوزه پایایی شبکه‌های قدرت می‌توان مواردی مانند شناخت و تامین نیروی انسانی مورد نیاز جهت تحقق اهداف سازمان، دستیابی به آخرین یافته‌های علمی و کاربردی، انجام پژوهش‌های توسعه منابع انسانی و ارائه خدمات پشتیبانی لازم، برگزاری همایش‌های تخصصی و آموزشی به منظور تبادل و انتقال اطلاعات موجود، تامین نیازهای ICT صنعت برق به صورت مطمئن و اقتصادی، هدایت صنعت برق جهت توسعه و استفاده از تحقیقات و نوآوری‌ها و غیره را نام برد. این معاونت خود دارای دفاتر توسعه مدیریت و بهره‌وری، دفتر منابع انسانی، دفتر فناوری اطلاعات و آمار و دفتر امور تحقیقات برق می‌باشد. از مهمترین وظایف این دفاتر در حوزه پایایی می‌توان موارد زیر را نام برد:

- دفتر توسعه مدیریت و بهره‌وری

ارائه خدمات مشاوره‌ای به شرکت‌های زیرمجموعه در زمینه‌های مختلف

شناسایی و تامین نیازهای توانیر و شرکت‌های زیرمجموعه

هدایت و راهنمایی پرسنل در واحدهای اجرایی

تدوین، بازنگری و بروزرآوری برنامه استراتژیک توانیر

انجام مطالعات راهبردی صنعت برق و تهیه گزارشات مربوطه

• دفتر منابع انسانی

- ✓ توسعه تحلیل‌های آماری نیروی انسانی و نظارت بر اطلاعات صحیح و به‌هنگام فعالیت‌ها
- ✓ بررسی و تایید نیازهای کلان آموزشی در ستاد و شرکت‌های زیرمجموعه
- ✓ طراحی و پیشنهاد دوره‌های آموزشی
- ✓ بررسی و تایید سرفصل‌ها و محتوای دروس از نظر انطباق با نیازهای آموزشی
- ✓ اعمال نظارت بر مسائل آموزشی و ارزشیابی اثربخشی و کارایی دوره‌های آموزشی

• دفتر فناوری اطلاعات و آمار

- ✓ برنامه‌ریزی و سامان‌دهی جهت تقویت بستر سخت‌افزاری و نرم‌افزاری صنعت برق
- ✓ همکاری در تعیین و تنظیم استراتژی‌ها و سیاست‌های انفوماتیکی صنعت برق

• دفتر امور تحقیقات برق

- ✓ حمایت، هدایت، راهبری موسسات و مراکز علمی و پژوهشی به منظور انجام تحقیقات و پژوهش‌های

کاربردی

- ✓ سیاست‌گذاری در بخش تحقیقات شرکت‌های زیرمجموعه
- ✓ توسعه و گسترش تبادلات علمی و تحقیقات ملی و بین‌المللی در صنعت برق

۱-۵-۱-۴- شرکت‌های برق منطقه‌ای

شرکت‌های برق منطقه‌ای درحالی‌که زیرمجموعه شرکت مادر تخصصی توانیر هستند، در محدوده جغرافیایی تحت مدیریت خود نقش کارفرمایی دارند و وظیفه مدیریت و هماهنگی واحدهای زیرمجموعه و تامین تولید، انتقال و فروش برق (در سطح واحد) را برعهده دارند. این شرکت‌ها عبارتند از: برق‌های منطقه‌ای آذربایجان، اصفهان، باختر، تهران، خراسان، خوزستان، زنجان، سمنان، سیستان و بلوچستان، غرب، فارس، کرمان، گیلان، مازندران، هرمزگان و یزد که به صورت شرکت‌های سهامی

اداره می‌شوند و ۱۰۰ درصد سهام آنها به صورت دولتی و در اختیار شرکت توانیر می‌باشد. هر کدام از این شرکت‌ها دارای معاونت‌های مختلفی مانند معاونت بهره‌برداری، معاونت طرح و توسعه، معاونت برنامه‌ریزی و تحقیقات، معاونت منابع انسانی و معاونت مالی و پشتیبانی می‌باشند. در ادامه فعالیت‌های معاونت‌های فعال در حوزه پایایی مورد بررسی قرار گرفته است:

❖ معاونت بهره‌برداری

از مهمترین فعالیت‌های معاونت بهره‌برداری مرتبط با حوزه پایایی شبکه‌های قدرت می‌توان مواردی مانند بازنگری، اصلاح و اجرای دقیق دستورالعمل‌های بهره‌برداری، ایمنی، رویه‌ها و روش‌های اجرایی، اجرای طرح‌ها و پروژه‌های اجرایی بهینه‌سازی بخش خطوط، پست‌ها و دیسپاچینگ، برنامه‌ریزی لازم برای تعیین نقاط حیاتی و حساس در محدوده خود و تعیین ملاحظات لازم در زمینه مدیریت بحران و پدافند غیرعامل، برنامه‌ریزی لازم به منظور نگهداری و توسعه سیستم‌های مخابراتی در جهت رفع نیاز واحدهای مختلف، پایداری سلامت تجهیزات و تاسیسات نیروگاه‌ها و تامین قطعات مورد نیاز تعمیرات عادی و اساسی و ایجاد بانک اطلاعاتی و مکانیزه مورد نیاز، ایجاد مکانیزم‌های لازم در جهت بهبود بهره‌وری فعالیت‌های مربوط به تعمیر و نگهداری خطوط و پست‌ها، حفاظت و کنترل، هماهنگی با دیسپاچینگ ملی جهت انجام اصلاحات و توسعه در سیستم اسکادا و مخابرات، طراحی و تدوین برنامه‌های خرد و کلان آموزش کارکنان بر اساس اهداف شرکت و غیره را نام برد. این معاونت خود دارای بخش‌های مختلفی مانند معاونت راهبری شبکه، امور دیسپاچینگ منطقه‌ای، امور دیسپاچینگ فوق توزیع، دفتر مهندسی و نظارت، دفتر فنی نظارت بر تولید، دفتر هماهنگی و برنامه‌ریزی، امور انتقال نیرو می‌باشد. از مهمترین وظایف این بخش‌ها در حوزه پایایی می‌توان موارد زیر را نام برد:

• دفتر فنی نظارت بر تولید

- ✓ تهیه و تدوین برنامه‌های تعمیرات و نگهداری نیروگاه‌ها و همچنین ساختارهای سیستم‌های اطلاعاتی
- ✓ نظارت بر پایداری سلامت تجهیزات و تاسیسات نیروگاه‌ها و تامین حداقل قطعات یدکی مورد نیاز تعمیرات عادی و اساسی و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی و مکانیزه مورد نیاز
- ✓ تهیه گزارش‌های لازم در ارتباط با آمار روزانه، ماهانه و سالانه و دیگر گزارشات مورد نیاز درباره سطح استهلاک تاسیسات و تجهیزات نیروگاه‌ها
- ✓ برنامه‌ریزی لازم به منظور نظارت بر بهره‌برداری و نگهداری صحیح از تجهیزات تولیدی نیرو

- دفتر فنی انتقال

- ✓ نظارت بر آزمایش‌های فنی و کارگاهی پیمانکاران در ارتباط با قراردادهای خرید تجهیزات و تطبیق

نسخه‌های کالای خریداری شده با استانداردها و مشخصات

- ✓ انجام مطالعات لازم و ارائه پیشنهادهای سازنده در جهت بهبود کیفیت و ارتقاء شبکه‌های فنی در ابعاد

مختلف

- ✓ مطالعه روش‌های نوین تعمیر و نگهداری از پست‌ها و خطوط و ارائه آن به واحدهای ذیربط و هماهنگی

و نظارت بر حسن انجام کار

- ✓ نظارت بر رعایت استانداردها و دستورالعمل‌های فنی

- ✓ ایجاد مکانیزم‌های لازم در جهت بهبود بهره‌وری از فعالیت‌های مربوط به تعمیرات و نگهداری خطوط و

پست‌ها

- ✓ نظارت عالی بر عملیات تعمیر و نگهداری شبکه در بخش‌های تجهیزات پست، خطوط و سیستم‌های

حفاظتی و کنترلی شبکه‌های انتقال و فوق توزیع

- امور دیسپاچینگ منطقه‌ای

- ✓ تشخیص نقاط ضعف و بحرانی شبکه تولید و انتقال و ارائه نظرات پیشنهادی به مدیریت راهبری شبکه

- ✓ نظارت بر بهره‌برداری بهینه و اقتصادی از کلیه تجهیزات سیستم تولید و انتقال شرکت برق منطقه‌ای

- ✓ نظارت در تهیه گزارشات فنی بعد از وقوع حوادث مهم در شبکه و تحلیل گزارشات واصله

- مدیریت راهبری شبکه

- ✓ تهیه دستورالعمل‌های تعمیرات، نگهداری و سرویس کامپیوترها و کلیه تجهیزات جانبی، کنسول‌ها و

دستگاه‌های وابسته، کنترلر و ...

- ✓ هماهنگی با دیسپاچینگ ملی جهت انجام اصلاحات و توسعه در سیستم اسکادا و مخابرات

- ✓ تهیه طرح و توسعه سیستم کنترل از راه دور و بررسی‌های فنی در جهت اصلاح و بهبود وضعیت موجود

- امور دیسپاچینگ فوق توزیع

- ✓ برنامه‌ریزی لازم به منظور نگهداری و توسعه سیستم‌های مخابراتی
- ✓ کنترل و نظارت بر تغییر برنامه‌های اسکادا و سیستم‌های عملیاتی
- ✓ برنامه‌ریزی و نظارت بر ایجاد آرشیو صحیح از اطلاعات موجود روی دیسک‌ها و درام‌ها
- ✓ نظارت و کنترل برنامه خاموشی بدلیل کبود در تولید در سطح شرکت
- ✓ نظارت و کنترل بر استفاده صحیح از تاسیسات مرکز کنترل و اجرای صحیح عملیات مانور شبکه

❖ معاونت طرح و توسعه

از مهمترین فعالیت‌های معاونت طرح و توسعه مرتبط با حوزه پایایی شبکه‌های قدرت می‌توان مواردی مانند بررسی جامع پروژه‌های ساخته شده و یا در حال احداث و اصلاح و بهینه‌سازی آنها از دیدگاه اقتصادی، فنی و بهره‌وری، تایید قابلیت‌های فنی و بهره‌برداری، طراحی تجهیزات، برنامه بودجه‌ای طرح‌ها و پروژه‌های خطوط و پست‌های انتقال و فوق توزی و واحد دیسپاچینگ مخابرات، نگهداری بهینه کالاها و تجهیزات خریداری شده مربوط به طرح‌ها و غیره را نام برد.

❖ معاونت برنامه‌ریزی و تحقیقات

از مهمترین فعالیت‌های معاونت برنامه‌ریزی و تحقیقات مرتبط با حوزه پایایی شبکه‌های قدرت می‌توان مواردی مانند برنامه‌ریزی ده ساله، پنج ساله و سالیانه احداث، تقویت و توسعه شبکه انتقال و فوق توزیع، طراحی و برنامه‌ریزی شبکه فیبر نوری و دیسپاچینگ و مخابرات، راهبری سرویس‌های شبکه و ارتباطات شامل عملیات پشتیبانی و امنیتی زیرساخت و رعایت استانداردها، تعیین نیازهای شرکت در رابطه با نرم‌افزارهای اطلاعاتی مرتبط، تهیه برنامه‌های کوتاه مدت، میان و بلند مدت سیستم‌های اطلاعاتی بویژه بانک اطلاعاتی منسجم و یکپارچه و پیاده‌سازی سیستم ورود اطلاعات مکانیزه و گزارش‌گیری، نظارت و هماهنگی در توسعه سیستم‌های اطلاعات مکانی، طرح‌های مدیریت و انتقال تکنولوژی در سطح شرکت شامل مراحل شناسایی، انتخاب، دستیابی و ارزیابی تکنولوژی‌های موجود و جدید و غیره را نام برد. این معاونت خود دارای بخش‌های مختلفی مانند دفتر برنامه‌ریزی فنی و برآورد بار، دفتر تحقیقات و استاندارد، دفتر فناوری ارتباطات و مدیریت اطلاعات، دفتر مهندسی و اطلاعات GIS، دفتر خدمات مشترکین فوق توزیع و مدیریت مصرف و دفتر بودجه می‌باشد. از مهمترین وظایف این بخش‌ها در حوزه پایایی می‌توان موارد زیر را نام برد:

- دفتر فناوری ارتباطات و مدیریت اطلاعات

- ✓ نظارت بر راهبری سرویس‌های شبکه و ارتباطات
- ✓ نظارت بر بروزرسانی مستندات سیستم‌های اطلاعاتی و سرویس‌های زیرساخت و ارتباطات
- دفتر برنامه‌ریزی فنی و برآورد بار
 - ✓ انجام برنامه‌ریزی احداث، تقویت و توسعه شبکه انتقال و فوق توزیع
 - ✓ انجام مطالعات سیستم در خصوص شبکه‌های انتقال
 - ✓ بررسی و شناخت نقاط آسیب‌پذیر تاسیسات و شبکه و عوامل درونی و بیرونی اثرگذار بر فعالیت‌های برق‌رسانی
 - ✓ بررسی، پیگیری و ارائه پیشنهادات در ارتباط با خاموشی‌ها، حوادث غیر مترقبه و اتفاقات شبکه
 - ✓ تدوین روش‌های پیشگیرانه رعایت استانداردهای موجود در راستای پیشگیری و مقابله با بحران
 - ✓ توجه به فناوری‌های روز دنیا در زمینه تجهیزات پست‌ها و خطوط انتقال و فوق توزیع
- دفتر مهندسی اطلاعات و GIS
 - ✓ تامین اقلام اطلاعاتی و گزارش‌های مورد نیاز ستاد برق‌رسانی و منطقه‌ای
 - ✓ جمع‌آوری اطلاعات حوادث شبکه‌های توزیع، انتقال و فوق توزیع به صورت روزانه، هفتگی و ماهانه به منظور پردازش، تحلیل و محاسبه شاخص‌های بهره‌وری
 - ✓ تهیه گزارشات هفتگی کنترل حوادث و اعمال مدیریت شبکه
 - ✓ ایجاد، بهره‌برداری و بروزرسانی و نگهداری بانک‌های اطلاعاتی
 - ✓ ارتباط با شرکت‌های توزیع استقلال یافته و دریافت اطلاعات شبکه توزیع برق منطقه و نگهداری در بانک اطلاعاتی
- دفتر تحقیقات و استانداردها
 - ✓ مدیریت تکنولوژی در سطح شرکت و نظارت بر انجام مراحل مختلف شناسایی، انتخاب، دستیابی و ارزیابی تکنولوژی‌های موجود و جدید

✓ نظارت بر نحوه تامین نیازهای استاندارد شرکت و شرکت‌های تولید و به‌روز رسانی بانک اطلاعاتی متون

استانداردهای ملی و بین‌المللی

۲-۵-۱-۴- شرکت‌های مدیریت تولید

شرکت‌های مدیریت تولید که به‌صورت شرکت‌های غیردولتی تاسیس شده‌اند عهده‌دار بهره‌برداری از یک یا چند نیروگاه می‌باشند. در حال حاضر این شرکت‌ها طی قراردادی که با شرکت‌های برق منطقه‌ای دارند به‌صورت پیمانکار، خدمات بهره‌برداری از تاسیسات تولید برق را ارائه می‌نمایند. این شرکت‌ها عموماً دارای معاونت‌های تولید، مهندسی و برنامه‌ریزی و معاونت نگهداری و تعمیرات می‌باشند. از مهمترین فعالیت‌هایی که در این معاونت‌ها (عمدتاً در معاونت نگهداری و تعمیرات) در حوزه قابلیت اطمینان انجام می‌شود، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- بکارگیری سیستم‌های نوین نگهداری و تعمیرات به منظور دستیابی به اهداف استراتژیک
- گسترش بکارگیری ICT در بخش‌های تولیدی و پشتیبانی
- توسعه آموزش‌های فنی، بهبود فرهنگ بکارگیری دستورالعمل‌ها و ارتقاء سطح دانش و مهارت کارکنان به منظور بهره‌برداری بهینه از تجهیزات و تولید انرژی

۳-۵-۱-۴- شرکت‌های توزیع نیروی برق

شرکت‌های توزیع نیروی برق به‌صورت شرکت‌های سهامی خاص در سطح کشور فعالیت دارند. ترکیب سهام به این صورت است که گروه الف: شرکت توانیر ۴۰٪ سهام به‌صورت ممتاز و گروه ب: اشخاص حقیقی دارای ۶۰٪ سهام عادی را دارا هستند. ۳۹ شرکت برخی پوشش استانی دارند و برخی دیگر با توجه به وسعت جغرافیایی منطقه تحت پوشش، به‌صورت شرکت‌های توزیع شهرستان و حتی در شهر بزرگی همچون شهر تهران، سه شرکت توزیع فعالیت دارند. با تصویب مجلس شورای اسلامی این شرکت‌ها به‌صورت مستقل زیر نظر شرکت توانیر انجام وظیفه می‌نمایند و برای خرید برق مستقیماً با مدیریت شبکه وارد مذاکره می‌شوند. حیطه عملیاتی شرکت‌های توزیع از بریکرها و فیدهای ۲۰ کیلوولت می‌باشد و مسئولیت اقتصادی و مدیریتی کاهش تلفات و برق‌های غیرمجاز به‌عهده خود آن‌ها خواهد بود.

ایجاد، توسعه، بهینه‌سازی و خرید شبکه و تاسیسات توزیع نیروی برق، اجرای طرح‌های غیرانتفاعی از محل منابع عمومی با رعایت قوانین، بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری شبکه‌ها و تاسیسات توزیع نیروی برق متعلق به شرکت، همکاری با شرکت‌های برق منطقه‌ای در جانمایی بهینه پست‌های فوق توزیع، راهبری و پایش شبکه توزیع برق، ارائه خدمات موردنیاز برای دسترسی سایر عرضه‌کنندگان به شبکه‌های توزیع به‌منظور خرید، فروش و جابجایی (ترانزیت) برق، خرید، فروش (از جمله شامل روش‌های مختلف پیش‌خرید و پیش‌فروش) و جابجایی برق، انجام اقدامات لازم برای اطمینان از تامین مستمر برق، ارائه خدمات به مشترکین و فراهم‌نمودن امکانات لازم برای قبول تقاضای جدید و واگذاری اشتراک و یا تغییر ظرفیت اشتراک‌های موجود، مدیریت بار، مصرف و تقاضای انرژی برق (مدیریت سمت تقاضا)، بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری تاسیسات و تجهیزات برق از مهمترین وظایف شرکت‌های توزیع برق می‌باشد. شرکت‌های توزیع برق عموماً دارای معاونت‌های مختلفی مانند معاونت هماهنگی، مهندسی و نظارت، بهره‌برداری و دیسپاچینگ، برنامه‌ریزی، فروش و خدمات مشترکین، مالی و پشتیبانی و معاونت منابع انسانی می‌باشند. در زیر مهمترین فعالیت‌های انجام شده در این شرکت‌ها در حوزه قابلیت اطمینان شبکه به تفکیک معاونت‌ها آورده شده است:

- معاونت هماهنگی
 - ✓ پیگیری درخواست‌های ثبت شده
- معاونت بهره‌برداری
 - ✓ راه‌اندازی مانیتورینگ تجهیزات مهم و اثرگذار سامانه ۱۲۱
 - ✓ یکپارچگی مرکز فوریت‌های برق
 - ✓ تدوین سیستم و بازنگری دستورالعمل‌های سامانه و پیاده‌سازی آنها
 - ✓ ارائه راهکار و تصمیم‌گیری نهایی ارتقا ساختار ثب حوادث
 - ✓ تدوین نظام ارزیابی عملکرد به تفکیک مناطق برق با توجه به شاخص‌های قابلیت اطمینان، کیفیت توان و کارایی
 - ✓ بهینه‌سازی هزینه‌های ارائه خدمات

- ✓ فعال‌سازی ساختار مدیریت بحران شامل تدوین طرح جامع مدیریت بحران، تامین تجهیزات مدیریت بحران، شناسایی و استقرار واحدهای فوریت برق در شرایط بحران و تابستان
- ✍ افزایش قابلیت اطمینان با بهبود شاخص‌های کاهش زمان و تعداد خاموشی‌ها و ... از طریق توسعه سیستم‌های مکانیزه PM، توسعه سیستم ثبت حوادث ENOX و ارتباط با GIS
- ✓ بهبود کنترل کیفیت تجهیزات در حال بهره‌برداری
- ✓ تقویت سیستم‌های اتوماسیون و مانیتورینگ
- ✓ تقویت و بهینه‌سازی سیستم‌های حفاظتی و عیب‌یابی شبکه
- ✓ رعایت استانداردهای فنی و زیست محیطی
- ✓ بهینه‌سازی تجهیزات، استانداردسازی اطلاعات و ...
- ✓ بکارگیری ICT در توسعه سیستم‌های اتوماسیون و مکانیزاسیون
- ✓ توسعه مهارت برای مستندسازی دانش سازمانی
- معاونت مهندسی و نظارت
 - ✓ نظارت بر اجرای قوانین، مقررات و دستورالعمل‌های صادره
 - ✓ برنامه‌ریزی و نظارت بر تهیه و توسعه روش‌ها و نظام‌های ارزیابی کیفی و کمی پیمانکاران و همچنین ارزیابی کیفی تجهیزات توزیع
 - ✓ نظارت و پیگیری توسعه طرح‌های GIS شبکه
- معاونت برنامه‌ریزی
 - ✓ هدایت و برنامه‌ریزی برای انجام مطالعات طرح جامع، پیش‌بینی و برآورد بار، تعیین رئوس کاهش تلفات و افزایش کیفیت توان
 - ✓ ارائه پیشنهادات لازم در رابطه با احداث، تقویت و توسعه شبکه توزیع نیروی برق در مناطق توزیع
 - ✓ برنامه‌ریزی و مطالعه در زمینه شناسایی و ارتقاء کیفیت برق در شبکه توزیع

- ✓ نظارت و برنامه‌ریزی برای نصب دستگاه‌های ثبت پارامترهای الکتریکی جهت ارتقاء کیفیت برق در شبکه
- ✓ کنترل پیشرفت فیزیکی برنامه‌ها و قراردادهای تعمیرات و نگهداری (PM) و خدمات مشترکین
- ✓ نظارت و رسیدگی به شکایات مردم در ارتباط با نوسانات شبکه و عدم کیفیت برق مصرفی و پیگیری به منظور رفع نوسانات شبکه
- ✓ برنامه‌ریزی و نظارت بر توسعه زیرساخت‌ها و پشتیبانی سیستم‌های اطلاعاتی و مدیریت IT
- ✓ هدایت، نظارت و برنامه‌ریزی در ثبت، نگهداری و صحت‌گذاری امار و اطلاعات مناطق توزیع
- ✓ تهیه و تدوین استانداردهای لازم در رابطه با نیازهای شرکت

۶-۱-۴- سایر شرکت‌های وابسته به توانیر

۶-۱-۴-۱- شرکت مدیریت شبکه برق ایران

شرکت مدیریت شبکه برق ایران از پنج معاونت مختلف تشکیل شده است که عبارتند از: معاونت راهبری شبکه برق کشور، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت بر امنیت برق کشور، معاونت بازار برق، معاونت هماهنگی و پشتیبانی فنی و معاونت مالی و پشتیبانی. مطالعات و پروژه‌های مربوط به پایایی و امنیت شبکه از جمله فعالیت‌های معاونت برنامه‌ریزی و نظارت بر امنیت برق کشور می‌باشد. مطالعات انجام‌گرفته در زمینه پایایی شبکه برق شامل پروژه‌ها، جمع‌آوری اطلاعات فنی و تدوین و بازنگری استانداردها در معاونت برنامه‌ریزی و نظارت بر امنیت برق کشور صورت پذیرفته است. وظایف و مأموریت‌های این شرکت به‌صورت زیر می‌باشد:

- راهبری و پایش بهره‌برداری از شبکه تولید و انتقال برق کشور به‌منظور حفظ پایایی و امنیت شبکه و تامین مطمئن برق کشور.
- فراهم‌ساختن امکان دسترسی به شبکه برق کشور برای متقاضیان اعم از دولتی و غیردولتی به‌منظور خرید، فروش و جابجایی (ترانزیت) برق.
- برقراری شرایط برای خرید و فروش رقابتی برق و ایجاد، اداره و توسعه بازار و بورس برق.

- اتخاذ تدابیر و انجام اقدامات لازم در راستای حصول اطمینان از تامین برق، گسترش مشارکت بخش غیردولتی و توسعه رقابت در تولید و توزیع برق در چارچوب سیاست‌های وزارت نیرو
- راهبری مرکز ملی داده‌های فازوری شبکه برق با استفاده از دستگاه‌های PMU
- تهیه و ابلاغ تنظیمات حفاظتی مربوط به تجهیزات شبکه تولید و انتقال، بررسی و تحلیل حوادث شبکه انتقال و تولید و تدوین اقدامات اصلاحی برای پیشگیری از وقوع مجدد حوادث
- پیگیری طرح‌های اصلاح و بهینه‌سازی شبکه انتقال به منظور ارتقاء سطح امنیت و پایایی
- تودین استانداردهای امنیت و پایایی شبکه انتقال و پیشنهاد به شرکت توانیر و وزارت نیرو
- انجام مطالعات تخصصی در زمینه فناوری‌های نوین سیستم‌های حفاظتی شبکه انتقال و تولید
- ارائه گزارش‌های ادواری از وضعیت امنیت و پایداری شبکه سراسری
- سازمان‌دهی آمار و اطلاعات شبکه سراسری برق کشور در قالب پایگاه‌های داده و استخراج شاخص‌های مختلف

۲-۶-۱-۴ - شرکت‌های تعمیراتی تاسیساتی تولید برق

شرکت‌های تعمیراتی و تاسیساتی تولید برق اساساً برای کاهش هزینه تعمیراتی نیروگاه‌ها تاسیس شده‌اند و می‌توانند به‌صورت پیمانکار در مناقصات مربوط به تعمیرات اساسی و بهینه‌سازی نیروگاه‌ها در منطقه خود و یا سایر مناطق شرکت نمایند. شایان ذکر است که در فصول پرکاری نیروگاه‌ها این شرکت‌ها در اختیار نیروگاه‌ها قرار می‌گیرند و در خارج از این دوره مجازند به سایر صنایع متقاضی، خدمات خود را عرضه کنند و به این ترتیب ضمن افزایش ظرفیت انجام خدمات مهندسی، نسبت به بهبود بهره‌وری نیروی انسانی خود نیز اقدام نمایند. این شرکت‌ها با ارائه و انجام طرح‌های مختلف تعمیراتی برای نیروگاه‌های تولید برق، به ایفای نقش در بهبود قابلیت اطمینان شبکه قدرت می‌پردازند.

۳-۶-۱-۴ - سازمان توسعه برق ایران

سازمان توسعه برق ایران زیرمجموعه شرکت مادر تخصصی توانیر می‌باشد و هدف از تاسیس آن انجام فعالیت‌های مشروحه ذیل است:

- احداث و توسعه نیروگاه‌ها و افزایش ظرفیت تولید برق و طرح‌های ملی نیروگاهی

- اجرای طرح‌ها و پروژه‌های ملی، احداث، توسعه و بهینه‌سازی خطوط و پست‌های انتقال برق
- احداث و توسعه مراکز دیسپاچینگ و شبکه‌های مخابراتی برق و فیبر نوری
- ارائه خدمات مدیریت پروژه در زمینه احداث و توسعه تاسیسات صنعت برق
- اجرای طرح‌ها و پروژه‌های مورد درخواست شرکت‌های برق منطقه‌ای
- تدوین و تهیه طرح‌های اجرایی متناسب با نیازهای صنعت برق کشور و ارائه آن به شرکت مادر تخصصی توانیر و اعمال نظارت در اجرای این گونه طرح‌ها
- انجام مطالعات امکان‌سنجی در احداث نیروگاه‌ها بر اساس شرایط اقلیمی و منابع سوخت در کشور
- مشارکت در تهیه استانداردهای برق و ارائه خدمات مشاوره‌ای در این ارتباط
- اجرای برنامه‌های شرکت مادر تخصصی توانیر در زمینه حمایت و تقویت ظرفیت‌های پیمانکاری و مشاوره‌ای، ساخت و تولید تجهیزات نیروگاه‌ها، شبکه‌های انتقال، انجام مطالعات لازم برای انتخاب فناوری مناسب تولید و انتقال برق در کشور و استفاده در امر تولید و انتقال برق در چارچوب سیاست‌های وزارت نیرو
- همچنین مهمترین برنامه‌های این سازمان در زمینه قابلیت اطمینان شبکه که در دو معاونت مهندسی و برنامه‌ریزی این سازمان انجام می‌گیرد به صورت زیر می‌باشد:
- ✓ افزایش قابلیت اطمینان، پایداری و امنیت شبکه و کیفیت برق با رعایت حقوق مصرف‌کنندگان
- ✓ ارتقاء اثربخشی تعرفه‌های برق
- ✓ برنامه‌ریزی مشخص سالانه در بهبود کیفیت برق و کاهش مدت زمان خاموشی‌ها
- ✓ تدوین برنامه منسجم مدیریت مصرف برق از طریق اشاعه فرهنگ مصرف بهینه برق به مشترکین با بهره‌گیری از آموزش‌های فردی و رسانه‌های جمعی
- ✓ تدوین برنامه‌های استفاده از کنتورهای هوشمند
- ✓ دستیابی به روش‌ها و فناوری‌های نوین جهانی (انتقال فناوری و دانش فنی به کشور) و همگام‌سازی با روند سریع پیشرفت جهانی

۴-۱-۶-۴ - شرکت مدیریت پروژه‌های نیروگاهی ایران (مپنا)

شرکت مدیریت پروژه‌های نیروگاهی ایران (مپنا) از سال ۱۳۷۲ فعالیت خود را آغاز کرد و در حال حاضر با ۱۷۰ پیمانکار داخلی و خارجی همکاری می‌نماید و شرکت‌های مونکو ایران، مپنا بین‌الملل، شرکت مهندسی و ساخت توربین (توگا)، شرکت مهندسی و ساخت بویلر اندیشه صنعت، پارس ژنراتور (شرکت مهندسی سازنده ژنراتورهای نیروگاهی)، شرکت مهندسی و سازنده پره توربین (پرتو)، شرکت مهندسی و ساخت برق و کنترل مپنا (مکو)، شرکت بازسازی قطعات داغ شهریار، شرکت موادکاران، نصب نیرو (شرکت ساختمانی و نصب)، شرکت بهره‌برداری و تعمیرات مپنا، شرکت توسعه و ساخت نیروگاه‌های گازی مپنا، شرکت توسعه و ساخت نیروگاه‌های سیکل ترکیبی مپنا، شرکت ساخت و توسعه نیروگاه‌های صنعتی مپنا، شرکت پره‌سر، شرکت نیروگاهی جنوب اصفهان، شرکت تولید برق عسلویه مپنا، شرکت تولیدی برق علی‌آباد مپنا، شرکت تولید برق فارس مپنا، شرکت ساخت تجهیزات سپاهان (در زمینه ساخت پوسته‌های توربین گاز و محفظه احتراق) و شرکت صنایع ریلی مپنا را تحت پوشش قرار داده است.

این شرکت از شرکت‌های تابعه و وابسته به وزارت نیرو می‌باشد و بزرگترین مجری پروژه‌های نیروگاهی ایران است. از دیگر فعالیت‌های این شرکت، پیمانکار اجرایی نیروگاه‌های بخاری، گازی و چرخه ترکیبی در ایران و نیز در اجرای پروژه‌های صنایع، حمل و نقل و حوزه‌های دیگر مثل نفت و گاز داخل کشور، خدمات مهندسی و نصب، بهره‌برداری و تعمیرات نیروگاهی برون‌مرزی به صورت انفرادی و یا مشارکت با شرکای خارجی فعال است.

۴-۱-۶-۵ - شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران

شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران از دیگر شرکت‌های وابسته به شرکت توانیر می‌باشد که در سال ۱۳۶۰ تحت عنوان مدیریت تعمیرات اساسی توانیر فعالیت خود را آغاز نمود و در سال ۱۳۷۰ با آغاز خصوصی‌سازی و واگذاری امور به بخش غیردولتی، شرکت تعمیرات نیرو در زمینه تعمیرات اساسی نیروگاه‌های کشور تأسیس شد و در خدمت صنعت برق قرار گرفت و در سال ۱۳۷۷ جهت توسعه توان سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در زمینه تعمیر تجهیزات اصلی و جانبی صنایع نیروگاهی، نفت و گاز، پتروشیمی و دیگر صنایع تحت عنوان شرکت توسعه صنایع نیروگاهی خدمات گسترده‌ای را ارائه نمود. ۴۹/۹ درصد سهام این شرکت متعلق به شرکت توانیر است و فعالیت‌های آن به شرح زیر می‌باشد:

- تعمیر و بازسازی انواع روتورهای ژنراتور و روتور توربین‌های گاز و بخار
- نصب و تعمیرات اساسی نیروگاه‌های بخار، گاز و آبی
- تعمیرات اساسی و بازسازی و نصب انواع ترانسفورماتورها و الکتروموتورها و ژنراتورهای قدرت و صنعتی

۶-۱-۴- سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)

هدف از تاسیس این سازمان به‌عنوان زیرمجموعه‌ای از شرکت توانیر انجام فعالیت‌های مشروحه زیر می باشد:

- انجام پروژه‌های مدیریت مصرف انرژی در کارخانه‌های کشور
 - ارائه خدمات مشاوره‌ای و اطلاع‌رسانی در امور تهیه و تامین دستگاه‌های اندازه‌گیری
 - تدوین و ترویج استانداردها و معیار مصرف انرژی در صنایع و لوازم خانگی
 - اعطای یارانه سود تسهیلات و وام‌های کم‌بهره جهت دستیابی به اهداف صرفه‌جویی انرژی
 - فعالیت‌های فرهنگی و انتشاراتی در جهت ترویج بهینه‌سازی مصرف انرژی با همکاری صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران
 - توسعه مدیریت انرژی به منظور استفاده کارآمد و بهینه از منابع انرژی، از طریق انجام معاملات، تحقیق و توسعه، آموزش و آگاه‌سازی، انتشارات، طراحی، مشاوره و اطلاع‌رسانی و ...
- همچنین این سازمان دارای معاونت‌های بهینه‌سازی تامین انرژی، معاونت آموزش و بهینه‌سازی مصرف انرژی، معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه‌های هوشمند، معاونت برنامه‌ریزی و تحقیقات و معاونت اداری و مالی می‌باشد. مهمترین فعالیت‌های این معاونت‌ها در حوزه قابلیت اطمینان شبکه به تفکیک معاونت‌ها به صورت زیر می‌باشد:
- معاونت برنامه‌ریزی و تحقیقات

✓ بررسی برنامه‌های توسعه ملی، منطقه‌ای و استراتژی‌های کلان توسعه بخش بهینه‌سازی مصرف

انرژی و ارائه پیشنهادات مربوطه در این زمینه

✓ تهیه و تنظیم برنامه‌های بلند مدت، میان مدت و کوتاه مدت بخش بهینه‌سازی انرژی

✓ برنامه‌ریزی جهت آموزش در خصوص مباحث مدیریت انرژی

✓ ایجاد بانک اطلاعات تحقیقات و مقالات بهینه‌سازی انرژی کشور

• معاونت بهینه‌سازی مصرف انرژی

✓ انتقال دانش فنی و تخصصی در زمینه انجام ممیزی انرژی در ساختمان

✓ محاسبه شاخص‌ها و شناسایی الگوی مصرف انرژی در انواع ساختمان‌های کشور

✓ تجزیه و تحلیل مصرف انواع حامل‌های انرژی بخش‌های مختلف ساختمان

✓ ارائه طرح‌ها و راهکارهای مناسب در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان‌ها

✓ تداوم و توسعه تولید لوازم برقی راندمان بالا از طریق بند ۱۳۳ و ۱۳۴ قانون برنامه پنجم

✓ گسترش تحقیقات و فعالیت‌ها در زمینه سیستم‌های BMS و ممیزی به‌هنگام

✓ تهیه استانداردهای مصرف انرژی

✓ آزمایش تجهیزات انرژی برای تولیدات داخلی و وارداتی جهت تعیین میزان انطباق آن با استانداردها

• معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری هوشمند

✓ سیاست‌گذاری برای رسیدن به شبکه هوشمند در بخش توزیع برق

✓ برنامه‌ریزی و نظارت بر عملیات مهندسی، نصب و راه‌اندازی سیستم اندازه‌گیری هوشمند در کل

کشور

✓ مدیریت هدایت و نظارت بر مطالعات استفاده از سیستم‌های مدیریت هوشمند انرژی برای انواع

مشترکین

✓ برنامه‌ریزی و نظارت بر پیاده‌سازی فراسامانه هوشمند اندازه‌گیری ملی در سطح کشور

✓ تکمیل پروژه پایلوت جزیره هرمز

• معاونت بهینه‌سازی تامین انرژی

✓ تدوین استانداردها و تعیین شاخص‌های مرتبط با کارایی انرژی در نیروگاه‌های حرارتی

✓ برنامه‌ریزی و هدایت مطالعات مرتبط با بکارگیری فناوری‌های تولید پراکنده

✓ برنامه‌ریزی و هدایت مطالعات مربوط به بکارگیری فناوری‌های ذخیره‌سازی انرژی

✓ برنامه‌ریزی و هدایت مطالعات مرتبط با بکارگیری فناوری‌های جدید در انتقال و توزیع انرژی

الکتریکی

۷-۶-۱-۴ - سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)

این سازمان با هدف توسعه کاربرد انرژی‌های حاصل از منابع تجدیدپذیر (انرژی خورشیدی، زیست توده، زمین‌گرمایی، هیدروژن، پیل سوختی، انرژی باد و امواج) تاسیس گردیده است و زیرمجموعه شرکت مادر تخصصی توانیر می‌باشد و حوزه فعالیت آن سراسر کشور است. اهم ماموریت‌های آن به شرح زیر می‌باشد:

- انجام مطالعات، تحقیق و توسعه، آموزش و انتشارات، طراحی، مشاوره و ساخت و اجرای سیستم‌های نمونه و همچنین حمایت فنی، اقتصادی و ظرفیت‌سازی به‌ویژه در بخش‌های غیردولتی در زمینه ارتقا و توسعه کارایی انرژی در چارچوب سیاست‌های مصوب وزارت نیرو

- مدیریت طرح‌ها و پروژه‌های مرتبط با هدف و موضوع فعالیت شرکت

- همکاری و اشتراک مساعی با شرکت‌ها و موسسات در جهت تحقق موضوع فعالیت شرکت

همچنین این سازمان دارای بخش‌های مختلفی مانند معاونت برنامه‌ریزی و توسعه، دفتر تحقیق و فناوری‌های نو، معاونن فنی و اجرایی می‌باشد. مهمترین فعالیت‌های این سازمان در حوزه‌های مرتبط با قابلیت اطمینان و انرژی‌های نو به صورت زیر می‌باشد:

✓ مشارکت فعال در تدوین طرح ملی انرژی و استراتژی‌های نو در کشور

✓ مشارکت فعال در ایجاد و مدیریت بازار تضمین شده برای تولیدکنندگان انرژی‌های نو در کشور

✓ تهیه اطلس و امکان‌سنجی منابع مختلف انرژی‌های نو در کشور

➔ تدوین استراتژی‌های توسعه تکنولوژی در زمینه انرژی‌های نو و تعیین اولویت‌های تحقیقاتی در حوزه انرژی‌های نو

✓ ردیابی تحولات تکنولوژی در حوزه انرژی‌های نو

✓ فرهنگ‌سازی و تشویق جامعه به استفاده از انرژی‌های نو

۷-۱-۴- دیگر سازمان‌های وابسته به وزارت نیرو

۷-۱-۴-۱- پژوهشگاه نیرو

پژوهشگاه نیرو در سال ۱۳۷۶ با اخذ مجوز سه پژوهشکده برق، تولید نیرو و انتقال و توزیع نیرو از شورای گسترش آموزش عالی به‌طور رسمی کار خود را آغاز کرد و در سال ۱۳۷۷ با اخذ دو مجوز جدید پژوهشکده‌های انرژی و محیط زیست و کنترل و مدیریت شبکه را نیز به مجموعه خود افزود و در ادامه با ایجاد مراکز شیمی و مواد، توسعه فناوری توربین‌های بادی و آزمایشگاه‌های مرجع فعالیت‌های خویش را توسعه بخشید. هم‌اکنون با ۵ پژوهشکده، ۳ مرکز و ۲۱ گروه پژوهشی علاوه بر پروژه‌های ملی در چندین پروژه بین‌المللی نیز با مشارکت کشورهای پیشرفته صنعتی حضور داشته و سعی دارد نقش خود را در این قبیل پروژه‌ها توسعه بخشد.

فلسفه وجودی ماموریت پژوهشگاه نیرو شامل ارتقاء فناوری، توسعه پژوهش و نوآوری جهت افزایش توانمندی، رقابت‌پذیری و بهره‌وری صنعت برق و انرژی کشور است. محصولات و خدمات این ماموریت تکمیل چرخه مدیریت نوآوری و فناوری صنعت برق و انرژی از طریق زیر میسر می‌شود:

- انجام تحقیقات توسعه‌ای و کاربردی و بنیادی در حوزه صنعت برق و انرژی
- اجرای مطالعات و تحقیقات راهبردی، کلان، بلندمدت و با ریسک بالای صنعت برق و انرژی
- مدیریت تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای صنعت برق و انرژی
- آینده‌نگری، سیاست‌پژوهی و برنامه‌ریزی فناوری‌های نوین در عرصه صنعت برق و انرژی
- اکتساب فناوری‌های نوین در عرصه صنعت برق و انرژی
- تجاری‌سازی نتایج تحقیقات و به‌کارگیری در صنعت برق و انرژی
- تهیه استانداردها و ارائه خدمات آزمایشگاهی و ارزیابی کیفیت تجهیزات و سیستم‌های صنعت برق و انرژی
- طراحی و توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز جهت ایجاد مراکز و شرکت‌های نوآور در حوزه صنعت برق
- ایجاد و توسعه شبکه فناوری میان دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و قطب‌های علمی-پژوهشی داخل و خارج کشور در حوزه صنعت برق و انرژی

۲-۷-۱-۴ - شورای پایایی برق کشور

شورای پایایی شبکه برق کشور در حوزه معاونت امور برق و انرژی و در سال ۱۳۸۷ تشکیل گردید. هدف از تشکیل این شورا توسعه فرهنگ تامین و حفظ پایایی شبکه برق کشور و تحقق عملکرد مطلوب و نظام‌مند مجموعه‌ی نهادهای ذی‌ربط و افزایش هماهنگی، یکپارچگی و نظم‌پذیری در حوزه‌های مرتبط می‌باشد. مصوبات این شورا پس از ابلاغ توسط معاون وزیر برای کلیه‌ی موسسات برق لازم‌الاجراست.

❖ اهداف و ماموریت‌ها

هدف از تشکیل شورای پایایی توسعه فرهنگ تامین و حفظ پایایی شبکه برق کشور و تحقق عملکرد مطلوب و نظام‌مند مجموعه‌ی نهادهای ذی‌ربط و افزایش هماهنگی، یکپارچگی و نظم‌پذیری در حوزه‌های مرتبط می‌باشد. در راستای بهبود مستمر نظام مدیریت پایایی برق کشور، شورا ماموریت‌های زیر را بر عهده دارد:

(۱) بهبود تعاملات اثرگذاران بر پایایی شبکه برق کشور و ارتقاء سطح هم‌افزایی بین آنها؛

(۲) توسعه، تکمیل و بهبود مستمر مجموعه استانداردها و دستورالعمل‌های پایایی و بهبود تبعیت از آنها در جهت ایجاد فرهنگ مسئولیت‌پذیری، انضباط فنی و سازمانی؛

(۳) بهبود نظام چرخه اطلاعات پایایی و نحوه دسترسی و گسترش فرهنگ شفافیت اطلاعاتی؛

(۴) ساماندهی مدیریت دانش در اثرگذاران و بهبود مستمر دانش پایایی و مهارت اثرگذاران؛

(۵) بهبود نظام برنامه‌ریزی تامین و حفظ پایایی شبکه برق کشور؛

(۶) گسترش فرهنگ ریشه‌یابی حوادث در شبکه برق کشور؛

❖ کمیته‌های شورای پایایی

شورای پایایی به‌منظور پیشبرد اهداف و وظایف خود، کمیته‌ها و کارگروه‌هایی را به‌صورت دائمی یا موردی ایجاد می‌کند.

کمیته‌های دائمی شورای پایایی عبارتند از:

(۱) کمیته برنامه‌ریزی

(۲) کمیته بهره‌برداری

• اهداف کمیته‌های شورایی پایایی

اهداف کمیته برنامه‌ریزی عبارتند از:

- سامان‌دهی نظام برنامه‌ریزی و معیارهای ذیربط

- بهبود عملکرد شبکه برق کشور از دیدگاه برنامه‌ریزی با تدوین و اجرای معیارهای یکپارچه

- سامان‌دهی فعالیت‌های ظرفیت‌سازی و فناوری اطلاعات در حوزه برنامه‌ریزی

اهداف کمیته بهره‌برداری عبارتند از:

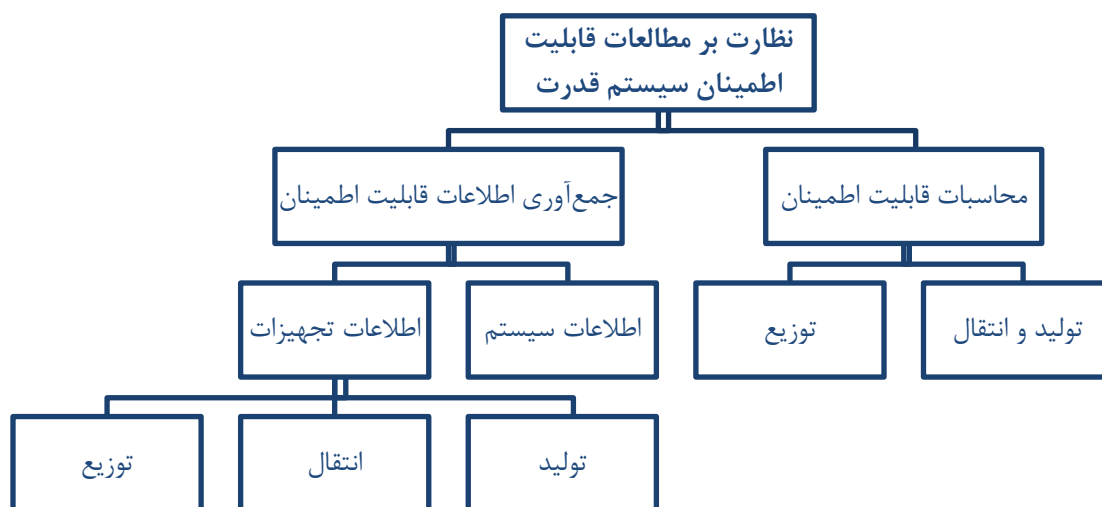
- سامان‌دهی نظام بهره‌برداری و معیارهای ذیربط؛

- بهبود عملکرد شبکه برق کشور از دیدگاه بهره‌برداری با تدوین و اجرای معیارهای یکپارچه؛

- سامان‌دهی فعالیت‌های ظرفیت‌سازی و فناوری اطلاعات در حوزه بهره‌برداری.

۲-۴- رویه موجود مطالعات پایایی شبکه‌های قدرت در ایران

پس از بررسی سازمان‌ها و نهادهای فعال در حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت ایران، گفتگو و برگزاری جلساتی با صاحب‌نظران و کارشناسان مسئول در این زمینه، روند موجود در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت ایران و نقش سازمان‌های مسئول به صورت زیر استخراج گردید. در ادامه به بررسی کاستی‌های ساختار موجود و ارائه پیشنهاداتی جهت رفع آنها پرداخته شده است.



شکل ۴-۲: روند مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع

۱-۲-۴- نظارت بر مطالعات قابلیت اطمینان سیستم قدرت

در هر سیستم قدرت جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان، باید یک واحد هماهنگی، نظارت و مدیریتی وجود داشته باشد که بر عملکرد سایر بخش‌های شبکه نظارت کرده و مسئولیت انتشار کلیه گزارش‌ها و اطلاعات لازم جهت استفاده مشترکین و بهره‌برداران مختلف شبکه را بر عهده داشته باشد. این کمیته به‌عنوان مرکز و قلب تشکیلات عمل کرده و سایر بخش‌های سیستم هر یک به نوعی با این مرکز در ارتباط می‌باشند. مسئولیت این بخش تاکنون بر عهده سازمان توانیر و معاونت‌های مختلف آن بوده است، ولی با تشکیل شورای پایایی شبکه قدرت ایران، انتظار می‌رود این وظیفه به این شورا محول شود. از وظایف مورد انتظار شورای پایایی که تاکنون نیز تحقق نیافته است و جزء نقاط ضعف و کاستی‌های موجود نیز می‌باشد، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ارائه گزارش‌های گوناگون (سالانه و فصلی و ...) در خصوص قابلیت اطمینان شبکه قدرت سراسری و بررسی نیازمندی‌های موجود در این زمینه
- ارائه گزارش‌های گوناگون در خصوص بخش‌های کوچک‌تر شبکه تا حد تجهیزات مختلف آن
- ارائه گزارش‌های بررسی عملکرد برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نیروی برق از لحاظ شاخص‌های قابلیت اطمینان و مقایسه آنها با یکدیگر
- انجام هماهنگی‌های لازم بین بخش‌های مختلف جهت تبادل اطلاعات با یکدیگر و تبیین وظایف هر بخش

- انتشار استانداردهای لازم جهت جمع‌آوری اطلاعات با همکاری بخش‌های مختلف

۲-۲-۴- جمع‌آوری اطلاعات قابلیت اطمینان

وظیفه جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز برای ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه قدرت و تجهیزات آن، تاکنون توسط بخش‌های مختلفی مانند شرکت مدیریت شبکه برق ایران، شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نیروی برق با توجه به نیازمندی‌های هر بخش انجام شده است و وجود یک واحد و کمیته تخصصی جهت جمع‌آوری اطلاعات شبکه به صورت کاملاً منسجم یکی از ضرورت‌های موجود در این بخش می‌باشد.

این اطلاعات شامل اطلاعات پایه طراحی و همچنین عملکرد کل و یا بخشی از شبکه و تجهیزات می‌باشد. به طور خلاصه داده‌های کمی جمع‌آوری شده به دو دسته اصلی تقسیم می‌شود:

۱-۲-۲-۴- اطلاعات پیشامدهای کل شبکه و یا بخشی از آن

در این بخش سعی می‌شود تا با در نظر گرفتن داده‌های مربوط به عملکرد کل سیستم قدرت، به بررسی قابلیت اطمینان و امنیت شبکه پرداخته شده و یک بانک اطلاعاتی قوی از نحوه عملکرد کل سیستم در مقابل حوادث گوناگون شبکه تشکیل گردد. این اطلاعات می‌تواند یک پل ارتباطی میان تجهیزات اصلی شبکه مانند نیروگاه‌ها و همچنین نقاط مصرف باشند. همچنین این بانک اطلاعاتی تاثیر عملکرد واحدهای نیروگاهی و شبکه انتقال را به وسیله نقاط بار اصلی در اختیار مصرف‌کنندگان قرار خواهد داد.

ضرورت نگهداری و به روزرسانی اطلاعات فنی شبکه برق کشور و به کارگیری این اطلاعات در مطالعات شبکه به منظور ارزیابی وضعیت موجود و برنامه‌ریزی شبکه آینده و ایجاد پایگاه داده‌های فنی شبکه به صورت جامع که بتواند مورد استفاده و بهره‌برداری کلیه کارشناسان تحلیل‌گر شبکه در مجموعه صنعت برق قرار گیرد، از دیرباز مد نظر بوده است. اجرای پروژه طرح مطالعات جامع شبکه برق که از طریق شرکت زیمنس و با کارفرمایی شرکت مدیریت شبکه برق ایران انجام شده است، نشان داد که مجموعه صنعت برق کشور علی‌رغم اقدامات انجام‌شده در بخش‌های مختلف، فاقد یک پایگاه داده جامع و موردتایید می‌باشد. طی سال‌های ۸۴ و ۸۵ با بسیج عمومی کلیه کارشناسان و مدیران مرتبط با اطلاعات مذکور در شرکت‌های برق

منطقه‌ای، توانیر، سازمان توسعه برق ایران و مپنا بخش عمده‌ای از اطلاعات جمع‌آوری و در فرمت نرم‌افزار اکسل برای استفاده آماده گردید.

همچنین نرم‌افزار EDIPG^۱ که دارای قابلیت اتوماسیون امور مربوط به فرایند ثبت و نگهداری اطلاعات شبکه انتقال سراسری ایران می‌باشد، با نظارت شرکت مدیریت شبه برق ایران ایجاد گردید. به‌علاوه این نرم‌افزار امور مربوط به نگهداری، دسته‌بندی، کنترل، به‌روزرسانی و جمع‌بندی اطلاعات را بر عهده دارد و از آنجا که این نرم‌افزار تحت وب می‌باشد، می‌تواند گزارش‌هایی متنوع مطابق با اطلاعات به‌هنگام در اختیار کاربران قرار دهد. در واقع در عین سادگی ساختار این نرم‌افزار امکان تحلیل‌های آماری، گزارش‌گیری‌های مختلف و دسترسی سریع و لحظه‌ای به بانک اطلاعاتی را در اختیار کاربران سیستم قرار می‌دهد.

۲-۲-۲-۴ - اطلاعات پیشامدهای اجزاء شبکه

اصولا تجهیزات یک شبکه قدرت را می‌توان در یک دید کلی به سه بخش تولید، انتقال و توزیع تقسیم‌بندی نمود. بنابراین فعالیت‌های انجام‌شده را می‌توان در سه بخش زیر خلاصه نمود:

- جمع‌آوری اطلاعات تجهیزات تولید

در این بخش اطلاعات آماری عملکرد واحدهای تولید توسط شرکت مدیریت شبکه برق ایران، شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های مدیریت تولید جمع‌آوری می‌گردد. این داده‌ها شامل اطلاعات پایه هر واحد مانند قدرت اسمی، قدرت عملی فصول مختلف، ظرفیت واحد و نوع واحد می‌باشد. همچنین اطلاعات عملکرد واحد که شامل زمان‌های تغییر وضعیت واحد، ظرفیت واحد در این حالت‌ها و کد وضعیت واحد می‌باشد نیز در این بانک اطلاعاتی ذخیره می‌شوند. برای عملکرد واحد در هر زمان کدهای خاصی اختصاص داده شده است که با استفاده از آنها می‌توان عملکرد واحد را به‌طور دقیق مورد بررسی قرار داد. این کدها حتی حالت‌های تعمیرات و یا ذخیره واحد را نیز مشخص می‌کنند که جهت محاسبات قابلیت اطمینان هر واحد دارای اهمیت خاصی می‌باشد.

خوشبختانه بانک اطلاعاتی مناسبی جهت جمع‌آوری اطلاعات لازم در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولید در کشور تهیه شده است که می‌تواند به‌عنوان یک گام مهم در ایجاد سیستم اطلاعات قابلیت اطمینان مورد توجه قرار گرفته و مبنایی جهت جمع‌آوری اطلاعات دیگر ادوات سیستم در بخش‌های انتقال و توزیع باشد. این بانک اطلاعاتی که الگو گرفته از سیستم CEA می‌باشد، تقریباً شامل تمامی مواردی می‌باشد که در عمل ممکن است برای یک واحد تولید رخ دهد. بانک اطلاعاتی موجود که با استفاده از داده‌های واحدهای تولیدی شبکه سراسری ایران تهیه شده است، شامل نام واحد، شماره واحد، کد واحد، نوع واحد، نام نیروگاه، زمان خروج واحد، کد خروج، زمان ورود واحد و میزان توان ماکزیمم و مینیمم واحد در هر حالت می‌باشد. لازم به ذکر است که کد خروج واحد تعیین‌کننده نوع خروج واحد از مدار می‌باشد.

بانک اطلاعاتی تهیه‌شده این بخش در ایران حدوداً شامل ۷۰۰۰۰ پیشامد مختلف در طول یک سال می‌باشد. این بانک داده از سال ۱۳۷۶ به‌طور کامل و منسجم جمع‌آوری شده است. البته اطلاعات پراکنده‌ای نیز از سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۶ موجود می‌باشد که به‌دلیل تدوین استاندارد کدگذاری برای عملکرد واحدها، به‌کاربردن آن‌ها از سال ۱۳۷۶ چندان قابل استناد نیست. با استفاده از این بانک اطلاعاتی گزارش‌های گوناگونی در ارتباط با عملکرد هر واحد تولید و یا مجموعه‌ای از آنها در یک برق منطقه‌ای و یا کل کشور تهیه می‌گردد که اطلاعات مفیدی را از میزان ظرفیت تولیدشده، میزان قدرت عملی واحدها، میزان خروج واحدها بر حسب کدهای مختلف و برخی پارامترهای دیگر در اختیار قرار می‌دهد.

• جمع‌آوری تجهیزات شبکه انتقال

وظیفه جمع‌آوری اطلاعات در این حوزه نیز توسط شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت مدیریت شبکه برق ایران به‌صورت پراکنده انجام می‌شود. این اطلاعات شامل عملکرد تجهیزات شبکه انتقال مانند خطوط انتقال، ترانسفورماتورها، کابل‌ها، کلیدها، بانک‌های خازنی، راکتورها، جبران‌کننده‌های سنکرون و خازن‌های سری می‌باشد. البته جهت جمع‌آوری اطلاعات مربوط به عملکرد این تجهیزات نیز لازم است تا یک کدگذاری استاندارد جهت عملکرد آنها در حالات مختلف تهیه گردد. در حال حاضر فرایند جمع‌آوری اطلاعات مرتبط با حوادث تجهیزات شبکه انتقال به‌صورت منسجم و نظام‌مند موجود نیست و لازم است در این بخش با تدوین استاندارد جهت جمع‌آوری اطلاعات شبکه انتقال و نحوه عملکرد آنها، زمینه مناسبی در این زمینه فراهم گردد.

• جمع‌آوری اطلاعات تجهیزات توزیع

اکثر خطاهای رخ داده در سیستم‌های قدرت و عدم تامین توان موردنیاز مشترکین، به دلیل بروز خطا در شبکه توزیع هر کشور می‌باشد. بنابراین داده‌ها و اطلاعات این بخش می‌تواند تاثیر به‌سزایی در محاسبات قابلیت اطمینان شبکه داشته باشد. در مورد شبکه‌های توزیع تاکنون یک استاندارد یکنواخت در کل کشور ارائه نشده است و به همین دلیل داده‌های جمع‌آوری شده در این بخش دارای یک قالب مشخص در تمام کشور نیست. به دلیل اینکه متولی جمع‌آوری این اطلاعات تا کنون شرکت‌های توزیع بوده‌اند، اطلاعات با ساختارهای گوناگون و از زمان‌های مختلفی جمع‌آوری شده‌اند که عملاً خیلی قابل استفاده نبوده است. لذا لزوم ایجاد یک ساختار متحد و یکپارچه در جمع‌آوری آنها به شدت احساس می‌شود. همچنین وجود انواع مختلف تجهیزات شبکه توزیع با برندهای مختلف تولیدکنندگان و نبود استانداردهای بررسی کیفیت تجهیزات (و یا عدم پیاده‌سازی صحیح این استانداردها) یکی از کاستی‌های موجود در این زمینه می‌باشد.

ایجاد سیستم ثبت حوادث ENOX در شرکت‌های توزیع نیروی برق، تدوین دستورالعمل‌هایی جهت محاسبات قابلیت اطمینان شبکه توزیع و ارتقاء آن، بکارگیری مرکز فوریت‌های برق (۱۲۱) جهت اطلاع از خاموشی مشترکین و یکپارچه‌سازی آن در کل کشور و جمع‌آوری اطلاعات مربوطه توسط معاونت هماهنگی توزیع و دفتر نظارت بر توزیع از مهمترین اقدامات صورت گرفته در این حوزه بوده است.

مهمترین هدف مرکز فوریت‌های برق (۱۲۱) رضایت‌مندی مشترکین، کاهش زمان خاموشی‌ها، جمع‌آوری و یکپارچه‌سازی اطلاعات مربوط به حوادث و اتفاقات شبکه و ارائه گزارش‌های مدیریتی در این خصوص می‌باشد، که در نهایت منجر به تصمیم‌سازی و ارائه راهکارهای مدیریتی در جهت توزیع مناسب امکانات در راستای بالابردن کیفیت خدمات می‌گردد. همچنین این معاونت دارای کمیته عالی ارتقاء قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع است که دارای اهداف زیر می‌باشد:

- ✓ پیشنهاد راهکارها و اتخاذ تمهیدات لازم جهت تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری راهبردی در حوزه ارتقاء قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع نیروی برق
- ✓ پیشنهاد راهکارها و تمهیدات لازم به منظور ارتقاء زیر ساخت‌ها (نرم‌افزارهای ثبت حوادث، ثبت و جمع‌آوری اطلاعات، توسعه سیستم مدیریت جغرافیایی در این حوزه، بهبود نظام چرخه اطلاعات پایایی، دسته‌بندی و تفکیک مشترکین و گزارش‌گیری شاخص‌ها بر مبنای نوع و ماهیت بار و...)

- ✓ تهیه، توسعه، تکمیل و بهبود مستمر مجموعه دستورالعمل‌های مرتبط با قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع و بهبود تبعیت از آنها در جهت ایجاد فرهنگ مسئولیت‌پذیری، انضباط فنی و سازمانی که به‌طور خاص در این راستا نظارت بر تهیه دستورالعمل‌های ارزیابی، تحلیل و تقویت قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع در دستور کار کمیته می‌باشد.
 - ✓ ساماندهی مدیریت دانش در اثرگذاران و بهبود مستمر دانش ارتقاء قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع و بهبود مهارت اثرگذاران و برنامه‌ریزی و ایجاد ساز و کار اجرایی آموزش راهبردی در این حوزه
 - ✓ تهیه، توسعه، تکمیل، تحول و بهبود مستمر مجموعه دستورالعمل‌های مرتبط با نگهداری و تعمیرات شبکه‌های توزیع و بهبود تبعیت از آنها در جهت ایجاد فرهنگ مسئولیت‌پذیری، انضباط فنی و سازمانی که به‌طور خاص در این راستا نظارت بر تهیه ضوابط، معیارها و دستورالعمل‌های نگهداری و تعمیرات قابلیت اطمینان محور مبتنی بر صرفه اقتصادی و مدیریت سرمایه در دستور کار کمیته می‌باشد.
 - ✓ بهبود تعاملات اثرگذاران بر ارتقاء قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع برق کشور و ارتقاء سطح هم‌افزایی بین آنها
 - ✓ بهبود نظام برنامه‌ریزی تامین و ارتقاء قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع برق کشور
 - ✓ تهیه و تدوین مقررات انگیزشی برای ایجاد انگیزش در اثرگذاران به‌منظور ایجاد تحول و بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع
 - ✓ گسترش فرهنگ ریشه‌یابی حوادث در شبکه‌های توزیع برق کشور
 - ✓ تهیه، توسعه، تکمیل و بهبود مستمر مجموعه دستورالعمل‌های مرتبط با قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع در حوزه طراحی، توسعه و بهره‌برداری شبکه
- بر اساس مطالعات صورت‌گرفته در بخش اطلاعات قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه برق ایران و بررسی نحوه جمع‌آوری این اطلاعات در بخش‌های تولید، انتقال و توزیع، ایجاد یک کمیته مرکزی برای انجام این امور و یکپارچه‌سازی آنها یکی از ضرورت‌های موجود در این بخش می‌باشد. این کمیته مرکزی باید دارای وظایفی به‌شرح زیر باشد:
- ❖ جمع‌آوری اطلاعات عملکرد واحدهای تولید، انتقال و توزیع

- ❖ ایجاد هماهنگی بین برق‌های منطقه‌ای جهت جمع‌آوری و ارسال اطلاعات موردنیاز جهت بانک داده اصلی
- ❖ تهیه استانداردهای موردنیاز و به‌روزرسانی آنها جهت جمع‌آوری اطلاعات در سطوح مختلف
- ❖ تهیه بانک‌های اطلاعاتی لازم جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان

۳-۲-۴- انجام محاسبات قابلیت اطمینان در شبکه قدرت ایران

از مهمترین بخش‌های ساختار مطالعات قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت، قسمت انجام محاسبات و تجزیه و تحلیل عملکرد شبکه و امان‌های مختلف آن در شرایط کاری متفاوت می‌باشد. تاکنون فعالیت‌های انجام‌شده در این بخش روند منسجمی نداشته است و شرکت‌ها و سازمان‌های مختلف با اهداف متفاوتی اقدام به محاسبه شاخص‌های موردنیاز خود نموده‌اند.

در بخش تولید و انتقال با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری‌شده، مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید و انتقال با استفاده از نرم‌افزارهای تهیه‌شده در دفتر پایایی و برآورد بار سازمان توانیر و همچنین نرم‌افزارهای دیگری مانند MECORE محاسبه و شاخص‌های مورد استفاده تعیین شده است. مطالعات قابلیت اطمینان و بررسی امنیت شبکه تولید و انتقال با استفاده از نرم‌افزار EDIPG جزء اولویت‌های شرکت مدیریت شبکه برق ایران می‌باشد.

همچنین مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع و محاسبات شاخص‌های مربوطه به‌صورت پراکنده و توسط شرکت‌های توزیع و مراکز تحقیقاتی فعال در این حوزه صورت گرفته است. بنابراین ایجاد یک روند منسجم در زمینه محاسبات قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع و تدوین استانداردهای مورد نیاز جهت انجام این محاسبات یکی از ضرورت‌های موجود در این حوزه می‌باشد.

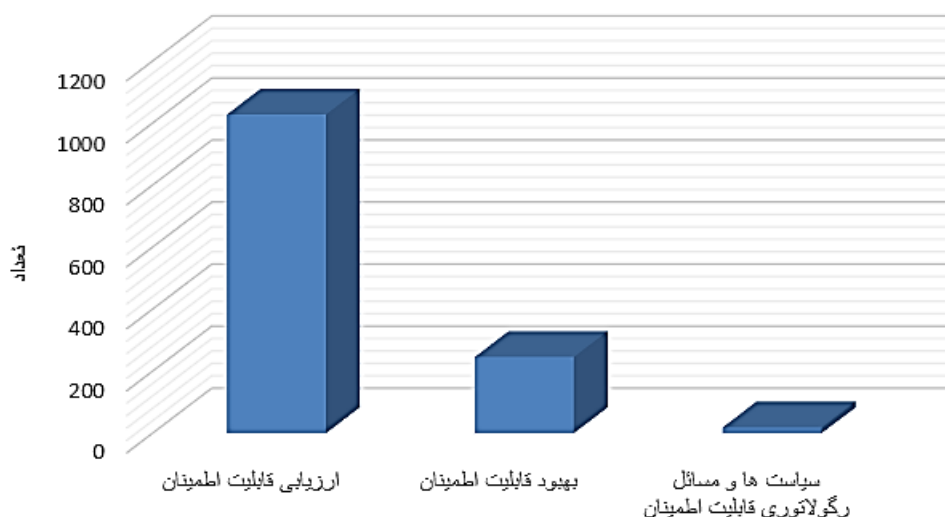
۳-۴- بررسی فعالیت‌های موجود در زمینه مطالعات پایایی شبکه‌های قدرت در ایران

در این قسمت فعالیت‌های انجام‌شده در ایران شامل تمامی مقالات، پایان‌نامه‌ها، پروژه‌های تحقیقاتی و اجرایی در قالب محورهای مطالعاتی پیشنهادی دسته‌بندی شده و مورد نقد و بررسی قرار گرفته است.

۱-۳-۴- بررسی تعداد مقالات ارائه شده در هر یک از محورها

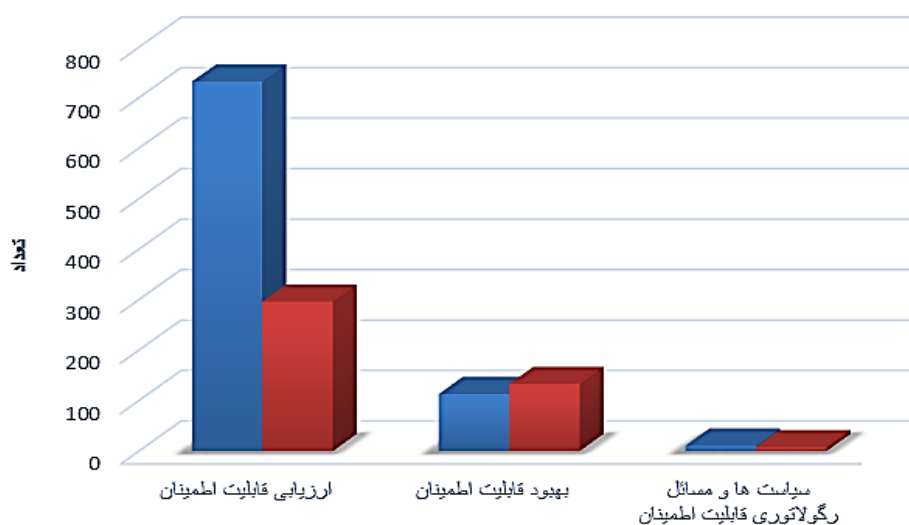
در این بخش مقالات کنفرانس‌های داخلی و مجلات مطرح معتبر جمع‌آوری گردیده و به منظور مقایسه‌ای برای فعالیت‌های انجام شده بر مبنای محورها و زیرمحورهای پیشنهادی دسته‌بندی شده است.

شکل ۳-۴ تعداد کل مقالات منتشر شده در زمینه‌های تولید، انتقال و توزیع را در هر یک از محورها نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود حجم مقالاتی که در محور ارزیابی قابلیت اطمینان انتشار یافته است، به مراتب بیشتر از سایر محورها می‌باشد. کمترین سهم از مقالات را محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان به خود اختصاص داده است.



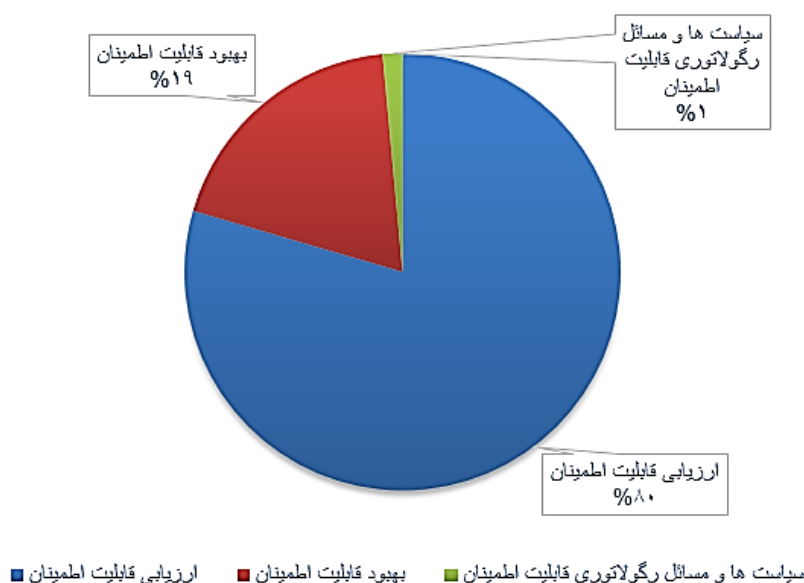
شکل ۳-۴: دسته‌بندی مقالات ارائه شده در زمینه محورها پیشنهادی

شکل ۴-۴ مقالات منتشر شده در زمینه‌ی تولید و انتقال، توزیع را به صورت تفکیک شده در هر یک از محورها جهت مقایسه بین تعداد آن‌ها نشان می‌دهد. رنگ آبی مربوط به فعالیت‌های انجام شده در سطح تولید بوده و رنگ قرمز مربوط به فعالیت‌های انجام شده در سطح انتقال و توزیع می‌باشد. همان‌طور که مشخص است در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تولید فعالیت بیشتری انجام شده است. ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح انتقال یک موضوع جدید برای تحقیقات می‌باشد. در دو محور دیگر فعالیت‌های انجام شده تقریباً به طور یکسان صورت گرفته است.



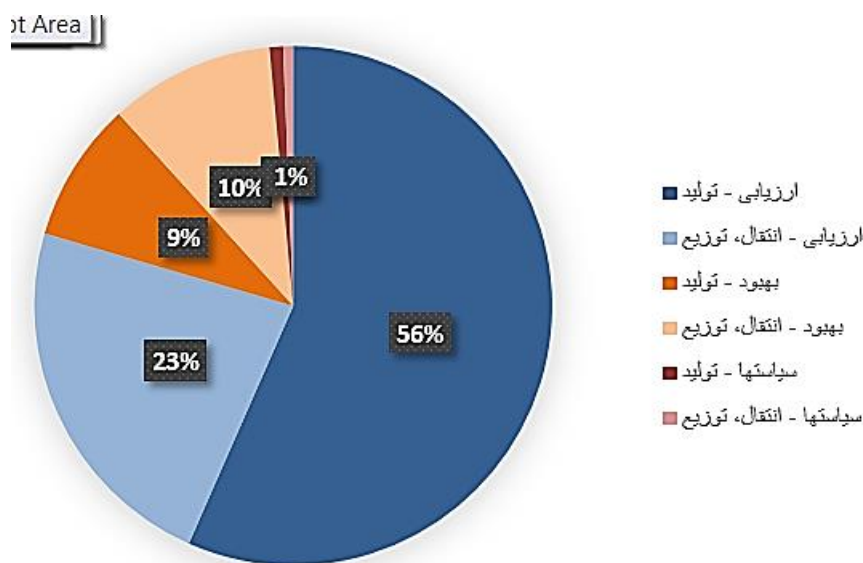
شکل ۴-۴: مقایسه حجم مقالات منتشرشده در زمینه تولید در مقابل انتقال و توزیع

برای مشاهده دیدی از درصد مقالات منتشرشده در هر یک از محورها، لازم است با نمودار دایره‌ای سهم هر یک مشخص شود. در شکل ۴-۵ نمودار کمی مقالات در زمینه‌ی قابلیت اطمینان بر اساس محورها به نمایش درآمده است. همان‌طور که در این شکل مشخص است، ۸۰ درصد مقالات مربوط به محور ارزیابی قابلیت اطمینان می‌باشد، ۱۹ درصد مقالات مربوط به محور بهبود قابلیت اطمینان می‌باشد، در حالی که تنها ۱ درصد از مقالات به مباحث رگولاتوری در این زمینه می‌پردازد.



شکل ۴-۵: مقایسه درصد مقالات ارائه‌شده در محورهای پیشنهادی

همچنین در شکل ۴-۶ هر یک از محورها به دو بخش تولید و انتقال-توزیع تقسیم گردیده است. این شکل نشان می‌دهد در محور ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تولید مقالات بیشتری ارائه گردیده است در حالی که در محور بهبود قابلیت اطمینان تعداد مقالات در سطح انتقال و توزیع بیشتر می‌باشد.



شکل ۴-۶: مقایسه مقالات منتشرشده در هر محور در حوزه تولید و انتقال-توزیع

۲-۳-۴- بررسی تعداد مقالات ارائه‌شده در هر یک از زیرمحورها

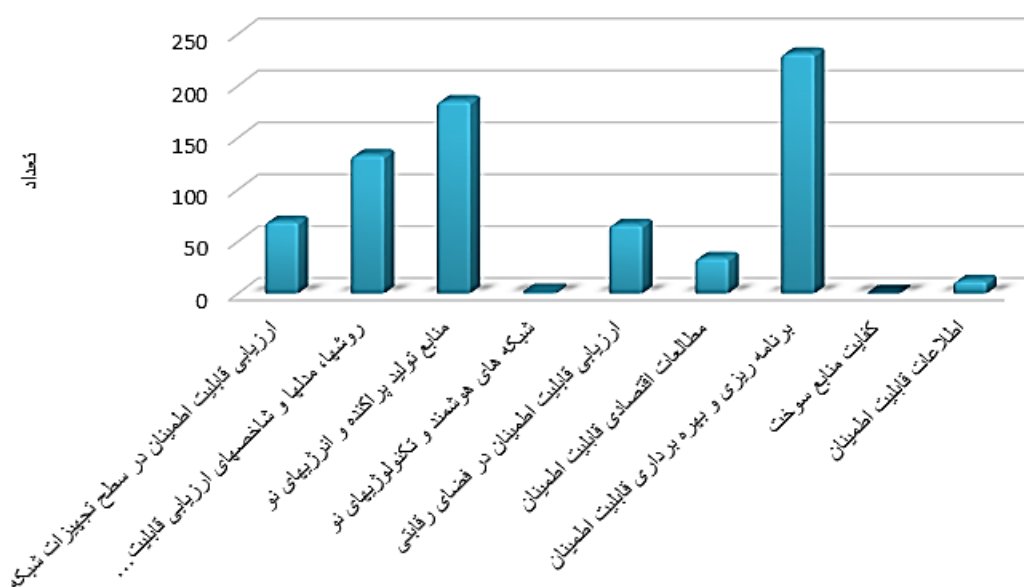
در این بخش مقالات منتشرشده هر محور بر مبنای زیرمحورهای پیشنهادی به‌منظور ارائه‌ی مقایسه بین حجم فعالیت‌ها تفکیک می‌گردد.

۱-۲-۳-۴- محور ارزیابی قابلیت اطمینان

• سطح تولید

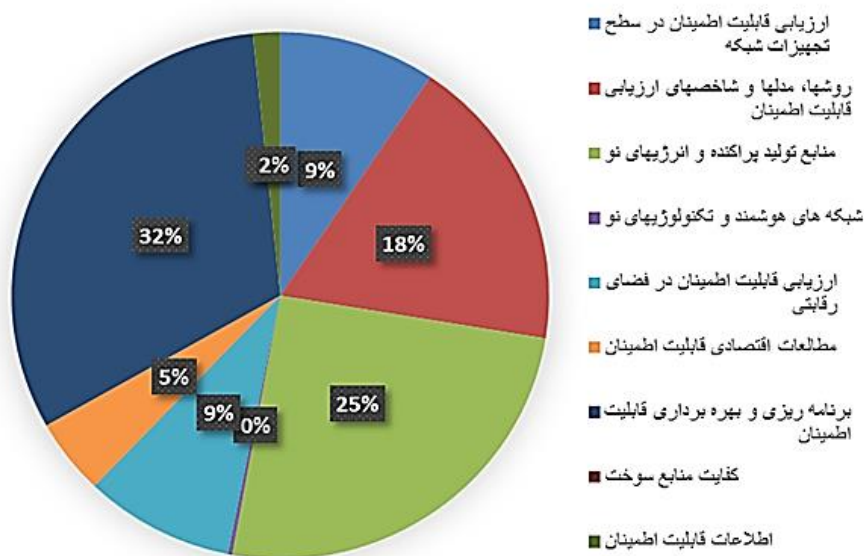
شکل ۴-۷ تعداد مقالات چاپ شده در زیرمحورهای محور ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تولید را به نمایش می‌گذارد. با توجه به این شکل، بیشترین تعداد مقالات به ترتیب مربوط به زیر محور برنامه‌ریزی و بهره‌برداری، منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو و زیرمحور روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های ارزیابی قابلیت اطمینان می‌باشد. بعد از این سه زیرمحور، زیرمحورهای ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی، ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات و مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان دارای

تعداد بیشتری مقاله‌ی چاپ‌شده می‌باشند. زیرمجموعه‌های اطلاعات قابلیت اطمینان و شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو تعداد مقاله‌ی کمتری به خود اختصاص داده است. در زیرمجموعه کفایت منابع سوخت مقاله‌ای تا کنون انتشار نیافته است چرا که این موضوع از موضوعات نوظهور در زمینه‌ی قابلیت اطمینان می‌باشد که NERC طی گزارش سال ۲۰۱۳ خود بر لزوم تحقیق در این زمینه تاکید کرده است و از جامعه‌ی دانشگاهیان خواسته تا در این زمینه مطالعات خود را به‌طور جدی و وسیع انجام دهند.



شکل ۴-۷: مقایسه حجم مقالات ارائه‌شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان در بخش تولید

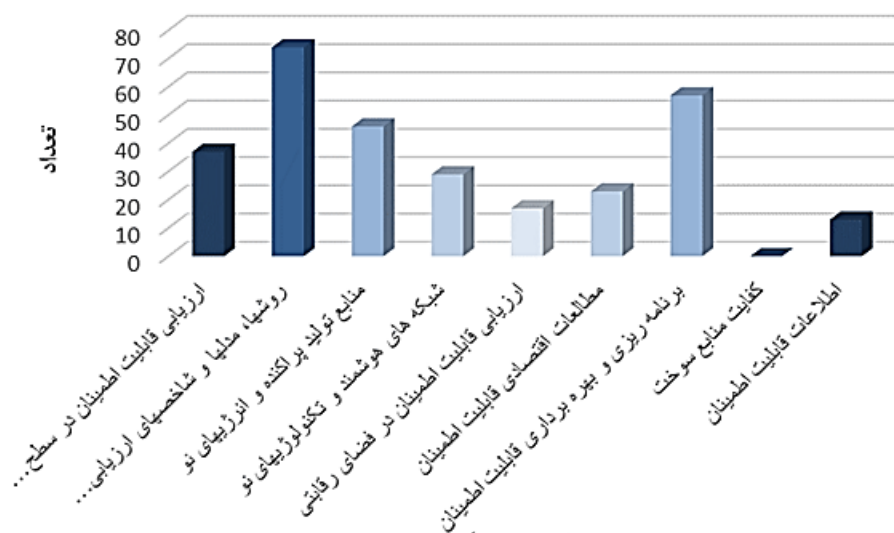
در شکل ۴-۸ به‌منظور مقایسه‌ی کمی تعداد مقالات ارائه‌شده در هر زیرمجموعه در سطح تولید، نمودار دایره‌ای به نمایش در آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد ۳۲ درصد از مقالات به برنامه‌ریزی و بهره‌برداری اختصاص دارد. زیرمجموعه منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو ۲۵ درصد از مقالات را به خود اختصاص داده است و بعد از آن زیرمجموعه روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های ارزیابی با سهم ۱۸ درصد از مقالات به خود در رتبه‌ی سوم قرار دارد. ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات شبکه و در فضای رقابتی به‌طور مشترک ۹ درصد از مقالات را به خود اختصاص داده‌اند.



شکل ۴-۸: بررسی درصد مقالات ارائه‌شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه تولید

• سطح انتقال و توزیع

شکل ۴-۹ تعداد مقالات چاپ‌شده در زیرمجموعه‌های محور ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح انتقال و توزیع را به نمایش می‌گذارد. با توجه به این شکل بیشترین تعداد مقالات ارائه‌شده به‌ترتیب مربوط به زیرمجموعه روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های ارزیابی قابلیت اطمینان، برنامه‌ریزی و بهره‌برداری، منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو می‌باشد. بعد از این زیرمجموعه‌های ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات، شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو، مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان، ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی و اطلاعات قابلیت اطمینان دارای تعداد بیشترین مقاله‌ی چاپ‌شده می‌باشند. بدیهی است که در زیرمجموعه کفایت منابع سوخت مقاله‌ای تاکنون در حوزه‌ی انتقال و توزیع انتشار نیافته است، چرا که این موضوع مربوط به سطح تولید توان الکتریکی می‌باشد.



شکل ۴-۹: حجم مقالات ارائه شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و توزیع

با مقایسه‌ی دو شکل بالا ملاحظه می‌شود که زیرمجموعه‌های شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو در سطح انتقال و توزیع

کاربرد گسترده‌تری دارد و به همین دلیل تعداد مقالات چاپ شده در سطح انتقال و توزیع بیشتر می‌باشد.

در شکل ۴-۱۰ به منظور مقایسه‌ی کمی تعداد مقالات ارائه شده در هر زیرمجموعه در سطح انتقال و توزیع، نمودار دایره‌ای به

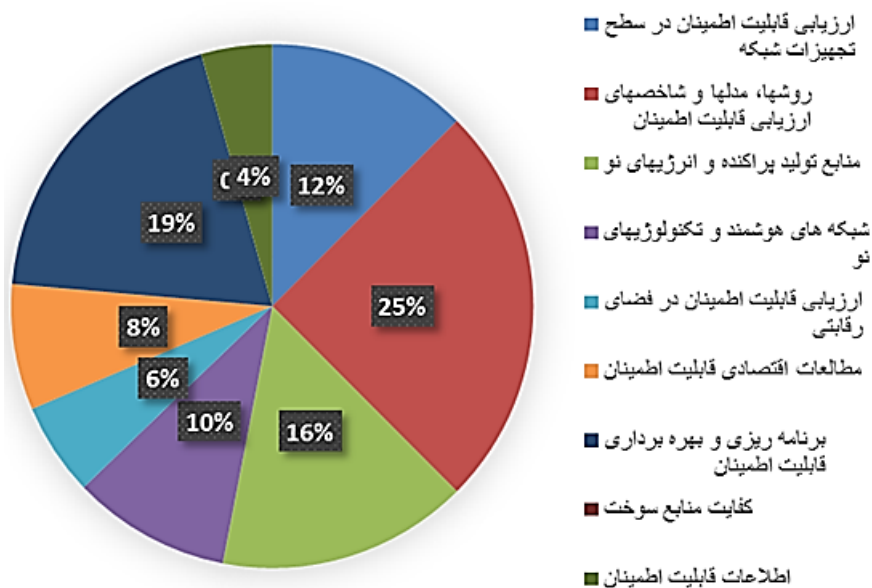
نمایش در آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد ۲۵ درصد از مقالات به روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های ارزیابی قابلیت

اطمینان اختصاص دارد. زیرمجموعه برنامه‌ریزی و بهره‌برداری ۱۹ درصد از مقالات را به خود اختصاص داده است و بعد از آن

زیرمجموعه منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو با سهم ۱۶ درصد از مقالات به خود در رتبه‌ی سوم قرار دارد. ارزیابی قابلیت

اطمینان در سطح تجهیزات شبکه ۱۲ درصد و شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو ۱۰ درصد از مقالات را به خود اختصاص

داده‌اند.

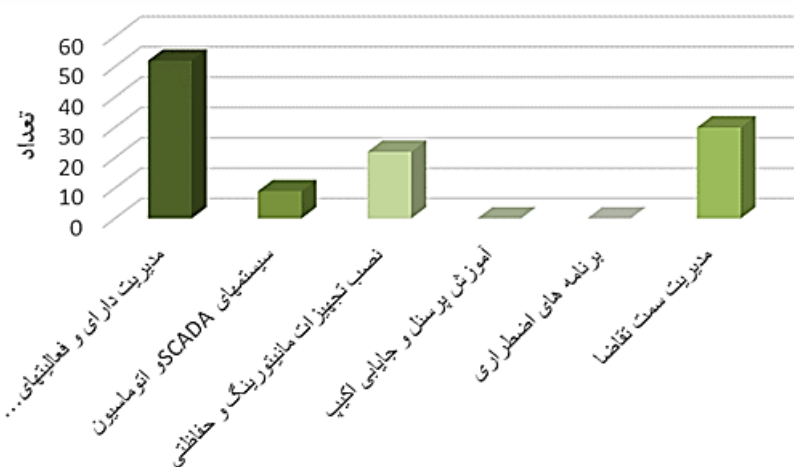


شکل ۴-۱۰: بررسی درصد مقالات ارائه شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و توزیع

۲-۲-۳-۴ محور بهبود قابلیت اطمینان

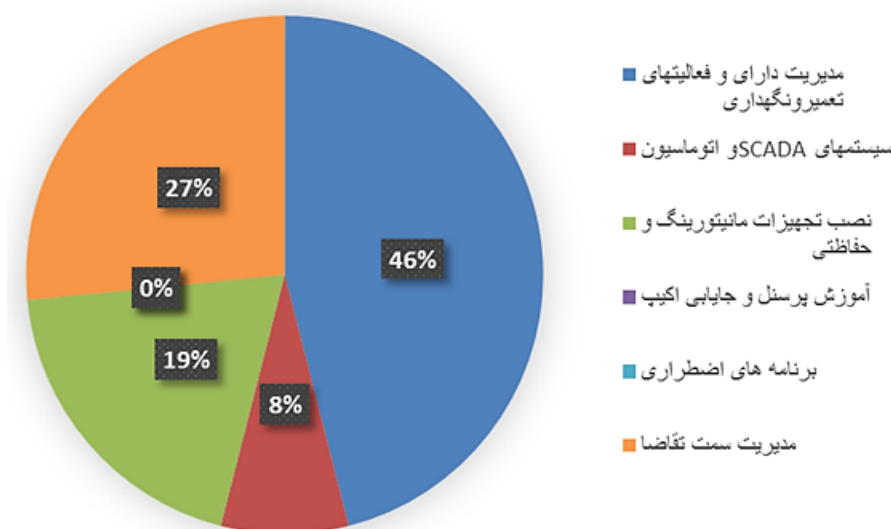
• سطح تولید

شکل ۴-۱۱ تعداد مقالات چاپ شده در زیرمحوورهای محور بهبود قابلیت اطمینان در سطح تولید را به نمایش می‌گذارد. با توجه به این شکل بیشترین تعداد مقالات به ترتیب مربوط به زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیت‌های مربوط به تعمیر و نگهداری، مدیریت سمت مصرف و نصب تجهیزات پایش و حفاظتی می‌باشد. بعد از این ۳ زیرمحور، زیرمحور سیستم‌های SCADA و اتوماسیون دارای تعداد بیشتری مقاله‌ی چاپ شده می‌باشد. در زیرمحوورهای آموزش پرسنل و جایابی اکیپ و همچنین برنامه‌های اضطراری مقاله‌ای تاکنون انتشار نیافته است چرا که این امر بدیهی می‌باشد. به دلیل این که این موضوعها جزء موضوعات تحقیقاتی نمی‌باشند و مربوط به فعالیت‌های عملیاتی سیستم قدرت هستند.



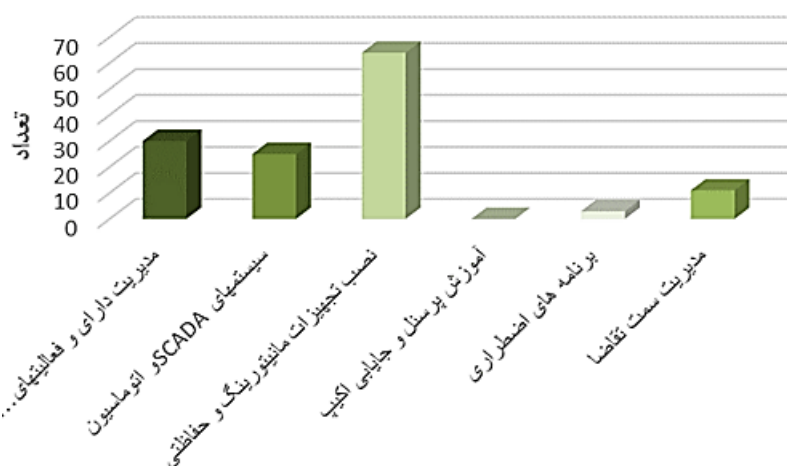
شکل ۴-۱۱: حجم مقالات ارائه شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید

در شکل ۴-۱۲ به منظور مقایسه‌ی کمی تعداد مقالات ارائه شده در هر زیرمحور در سطح تولید، نمودار دایره‌ای به نمایش در آمده است. همان طور که ملاحظه می‌گردد ۴۶ درصد از مقالات به مدیریت داری و فعالیتهای تعمیر و نگهداری اختصاص دارد. زیرمحور مدیریت سمت تقاضا ۲۷ درصد از مقالات را به خود اختصاص داده است و بعد از آن زیرمحور نصب تجهیزات پایش و حفاظتی با سهم ۱۹ درصد از مقالات به خود در رتبه‌ی سوم قرار دارد. زیرمحور سیستمهای SCADA و اتوماسیون ۸ درصد از مقالات را به خود اختصاص داده است.



شکل ۴-۱۲: درصد مقالات ارائه شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان شبکه تولید

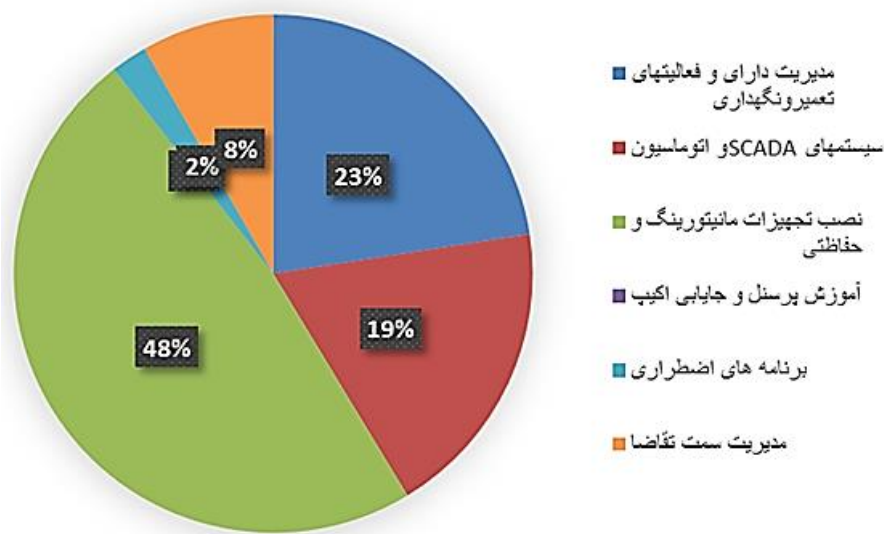
شکل ۴-۱۳ تعداد مقالات چاپ‌شده در زیرمحوهای محور بهبود قابلیت اطمینان در سطح انتقال و توزیع را به نمایش می‌گذارد. با توجه به این شکل بیشترین تعداد مقالات به ترتیب مربوط به زیرمحور نصب تجهیزات پایش و حفاظتی، مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری، سیستم‌های کنترل نظارتی و اتوماسیون می‌باشند. در ادامه زیرمحوهای مدیریت سمت تقاضا، برنامه‌های اضطراری و آموزش پرسنل دارای تعداد بیشترین مقاله‌ی چاپ‌شده می‌باشند.



شکل ۴-۱۳: حجم مقالات ارائه‌شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و توزیع

ملاحظه می‌شود که زیرمحور نصب تجهیزات پایش و حفاظتی در سطح انتقال و توزیع کاربرد گسترده‌تری دارد و به همین دلیل تعداد مقالات چاپ‌شده در سطح انتقال و توزیع بیشتر می‌باشد.

در شکل ۴-۱۴ به منظور مقایسه‌ی کمی تعداد مقالات ارائه‌شده در هر زیرمحور در سطح تولید، نمودار دایره‌ای به نمایش در آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد ۴۸ درصد از مقالات به زیرمحور نصب تجهیزات پایش و حفاظتی اختصاص دارد. زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری ۲۳ درصد از مقالات را به خود اختصاص داده است و بعد از آن زیرمحور سیستم‌های SCADA و اتوماسیون با سهم ۱۹ درصد از مقالات به خود در رتبه‌ی سوم قرار دارد. همچنین زیرمحور مدیریت سمت تقاضا ۸ درصد از مقالات را به خود اختصاص داده است.

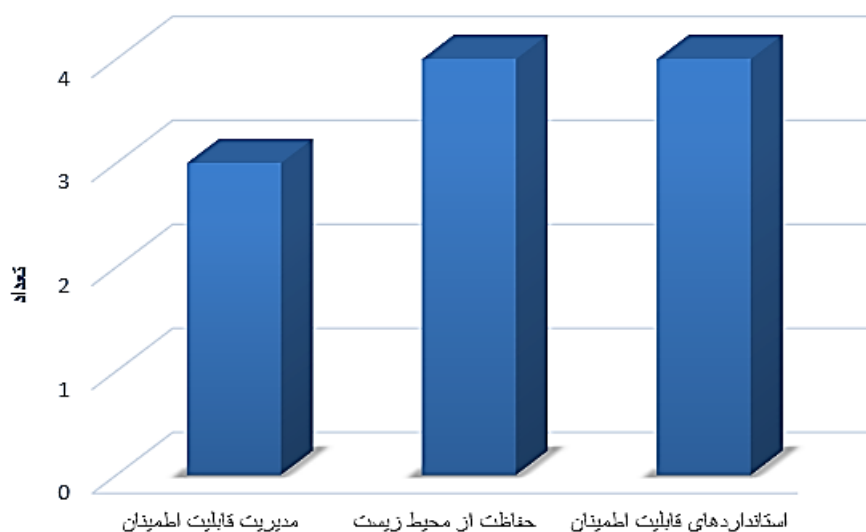


شکل ۴-۱۴: درصد مقالات ارائه شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و توزیع

۳-۲-۳-۴ - محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان

• سطح تولید

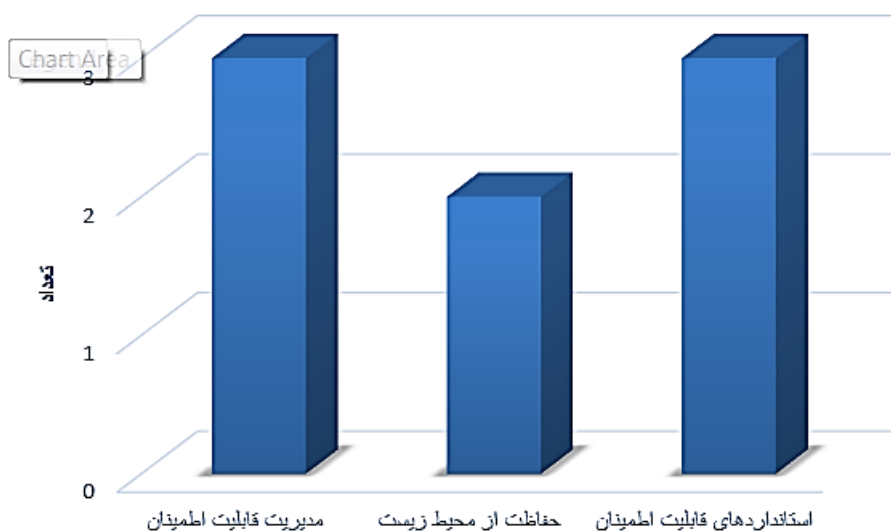
شکل ۴-۱۵: تعداد مقالات چاپ شده در زیرمجموعه‌های محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان در سطح تولید را به نمایش می‌گذارد. با توجه به این شکل، تعداد مقالات در هر سه زیرمجموعه کم و تقریباً به یک اندازه می‌باشد. دلیل این موضوع این است که دو زیرمجموعه مدیریت قابلیت اطمینان و حفاظت از محیط زیست از موضوعات روز قابلیت اطمینان می‌باشند و تحقیق در این زمینه‌ها دارای روند افزایشی می‌باشد. همچنین زیرمجموعه استانداردهای قابلیت اطمینان یک موضوع تحقیقاتی نیست و فرایندی است که بیشتر با تجربه و درس‌های گرفته شده از گذشته کامل می‌گردد تا با تحقیقات دانشگاهی.



شکل ۴-۱۵: حجم مقالات ارائه شده در زمینه مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان شبکه تولید

• سطح انتقال و توزیع

شکل ۴-۱۶ تعداد مقالات چاپ شده در زیرمجموعه‌های محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان در سطح انتقال و توزیع را به نمایش می‌گذارد. با توجه به این شکل، تعداد مقالات در هر ۳ زیرمجموعه کم و تقریباً به یک اندازه می‌باشند. دلیل این موضوع این است که دو زیرمجموعه مدیریت قابلیت اطمینان و حفاظت از محیط زیست از موضوعات روز قابلیت اطمینان می‌باشند و تحقیق در این زمینه‌ها دارای روند رو به رشد می‌باشد. همچنین همان‌طور که گفته شد زیر محور استانداردهای قابلیت اطمینان یک موضوع تحقیقاتی نیست و فرایندی است که به‌جای تحقیقات آکادمیک بیشتر با تجربه و درس‌های گرفته شده از گذشته کامل می‌گردد.

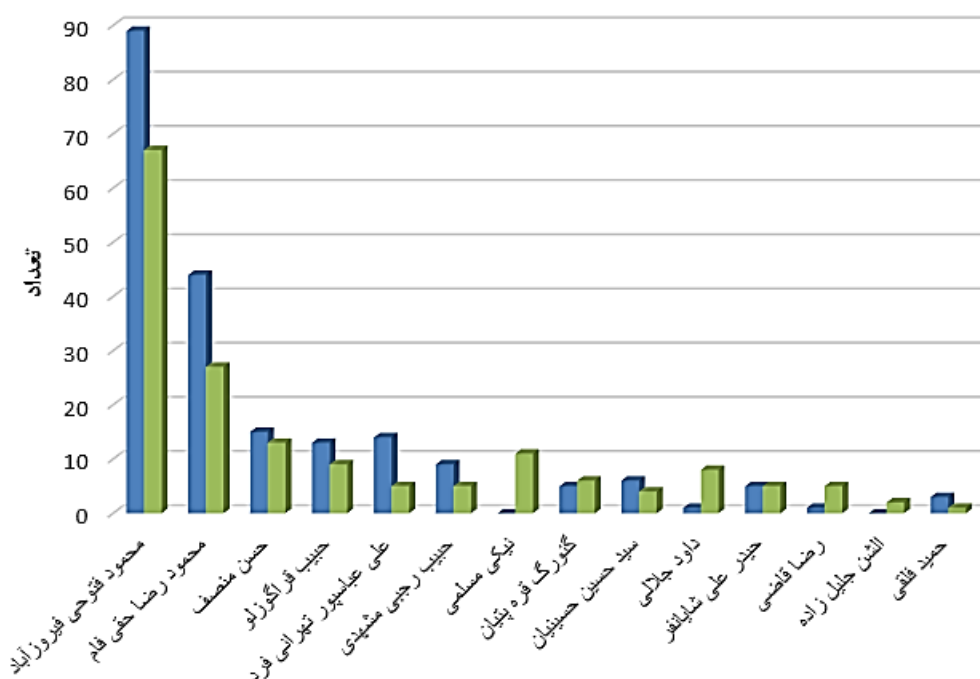


شکل ۴-۱۶: حجم مقالات ارائه شده در زمینه رگولاتوری قابلیت اطمینان شبکه تولید

۳-۳-۴- بررسی تعداد مقالات ارائه شده توسط اشخاص در هر یک از محورها

۱-۳-۳-۴- محور ارزیابی قابلیت اطمینان

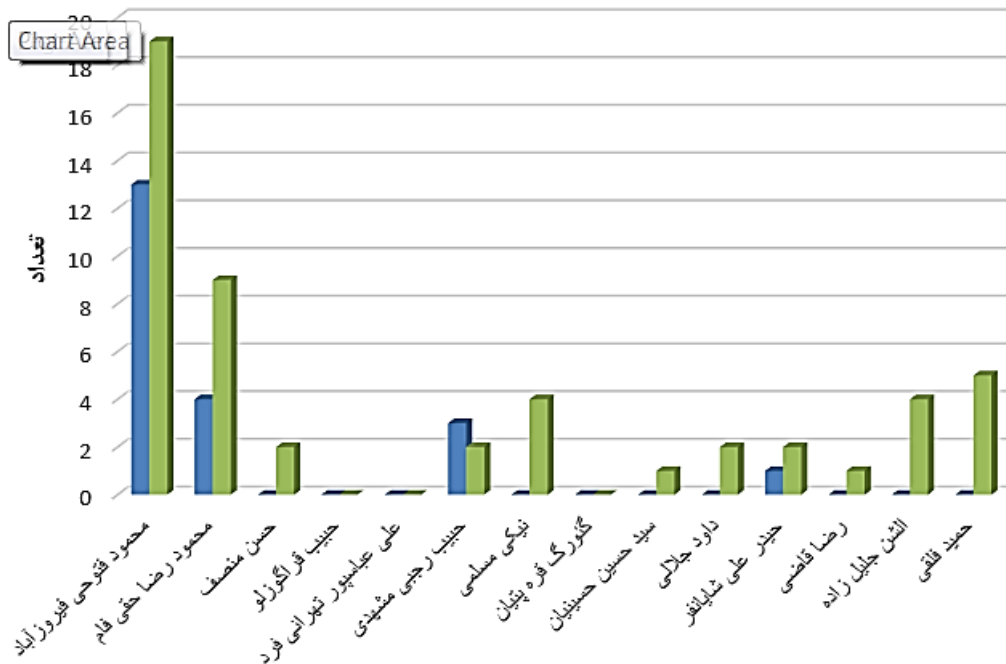
با بررسی تمامی مقالات به دست آمده در زمینه‌ی قابلیت اطمینان سیستم‌های تولید، انتقال و توزیع آقای دکتر محمود فتوحی فیروزآباد از دانشگاه صنعتی شریف با ارائه ۸۹ مقاله در سطح تولید و ۶۷ مقاله در سطح انتقال و توزیع، بیشترین مطالعه را در زمینه‌ی ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت انجام داده است. آقای دکتر محمودرضا حقی‌فام از دانشگاه تربیت مدرس با ۴۴ مقاله در سطح تولید و ۲۷ مقاله در سطح انتقال و توزیع، حسن منصف (دانشگاه تهران) با ۱۵ و ۱۳ مقاله و حبیب قراگوزلو (مدیریت شبکه برق ایران و دانشگاه تربیت مدرس ایران) به ترتیب با ۱۳ و ۹، آقای دکتر علی عباسپور تهرانی فرد به ترتیب با ۱۴ و ۵ مقاله و حبیب رجبی مشهدی (دانشگاه فردوسی مشهد) با ۹ و ۵ از دیگر افراد فعال در این زمینه می‌باشند. شکل ۴-۱۷ نمودار فراوانی مقالات نویسندگان را نشان می‌دهد. رنگ آبی نمایانگر مقالات در سطح تولید و رنگ سبز تعداد مقالات در سطح انتقال و توزیع را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۷: حجم مقالات ارائه‌شده توسط اشخاص مختلف در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان

۲-۳-۳-۴ - محور بهبود قابلیت اطمینان

با بررسی تمامی مقالات به‌دست آمده در زمینه‌ی قابلیت اطمینان سیستم‌های تولید، انتقال و توزیع آقای دکتر محمود فتوحی فیروزآبادی از دانشگاه صنعتی شریف با ارائه ۱۳ مقاله در سطح تولید و ۱۹ مقاله در سطح انتقال و توزیع، بیشترین مطالعه را در زمینه‌ی بهبود قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت انجام داده است. آقای دکتر محمودرضا حقی فام از دانشگاه تربیت مدرس با ۴ مقاله در سطح تولید و ۹ مقاله در سطح انتقال و توزیع، حسن منصف (دانشگاه تهران) تنها با ۲ مقاله در سطح انتقال و توزیع و حبیب مشهدی (دانشگاه فردوسی مشهد) با ۳ و ۲ مقاله از دیگر افراد فعال در این زمینه می‌باشند. شکل ۴-۱۸ نمودار فراوانی مقالات نویسندگان را نشان می‌دهد. رنگ سیاه نمایان‌گر مقالات در سطح تولید و رنگ خاکستری مقالات در سطح انتقال و توزیع را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۸: حجم مقالات ارائه شده توسط اشخاص مختلف در زمینه بهبود قابلیت اطمینان

۳-۳-۳-۴ – محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان

با بررسی تمامی مقالات به دست آمده در زمینه قابلیت اطمینان سیستم‌های تولید، انتقال و توزیع آقای دکتر محمود فتوحی فیروزآباد از دانشگاه صنعتی شریف با ارائه ۱ مقاله در سطح تولید و ۲ مقاله در سطح انتقال و توزیع، بیشترین مطالعه را در زمینه سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت انجام داده است. آقای دکتر محمود رضا حقی فام از دانشگاه تربیت مدرس با ۱ مقاله در سطح انتقال و توزیع، از دیگر افراد فعال در این زمینه می‌باشد.

۴-۳-۴ – فعالیت شرکت‌های برق منطقه‌ای در زمینه قابلیت اطمینان

همان‌طور که در جدول ۴-۱ مشاهده می‌شود، با بررسی انجام شده در این شرکت‌ها، ۱۱ شرکت، شامل شرکت‌های برق منطقه‌ای خراسان، مازندران، زنجان، فارس، خوزستان، گیلان، غرب، یزد، آذربایجان، هرمزگان و تهران دارای ۲۸ پروژه مرتبط با قابلیت اطمینان بوده‌اند. در این جدول پروژه‌های انجام شده به یکی از محورهای پیشنهادی ارتباط داده شده است.

جدول ۴-۱: لیست پروژه‌های انجام‌شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای

شرکت	محور	عنوان پروژه
برق منطقه‌ای تهران	ارزیابی قابلیت اطمینان	تحلیل کیفیت و کمیت تجهیزات پست‌های انتقال با استفاده از محاسبات قابلیت اطمینان
برق منطقه‌ای تهران	ارزیابی قابلیت اطمینان	تحقیق در زمینه خسارت‌های ناشی از عدم تامین برق در بخش‌های عمومی و صنعتی تحت پوشش شرکت برق منطقه‌ای تهران
برق منطقه‌ای تهران	ارزیابی قابلیت اطمینان	محاسبه خسارت خاموشی از دید مصرف‌کنندگان خانگی، تجاری، کشاورزی و عرضه‌کننده انرژی الکتریکی
برق منطقه‌ای آذربایجان	ارزیابی قابلیت اطمینان	مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع برق آذربایجان
برق منطقه‌ای آذربایجان	ارزیابی قابلیت اطمینان	تهیه و استقرار نرم‌افزار ثبت و بررسی حوادث نیروگاه‌های تحت پوشش شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان
برق منطقه‌ای خوزستان	ارزیابی قابلیت اطمینان	ارزیابی قابلیت اطمینان چند پست نمونه انتقال و فوق توزیع
برق منطقه‌ای خوزستان	ارزیابی قابلیت اطمینان	قابلیت اطمینان شبکه توزیع برق اهواز و روش‌های افزایش آن باتوجه به پارامترهای فنی
برق منطقه‌ای زنجان	ارزیابی قابلیت اطمینان	بررسی شاخص قابلیت اطمینان در شبکه فوق توزیع برق زنجان
برق منطقه‌ای زنجان	ارزیابی قابلیت اطمینان	تاثیرات جایابی تولیدات پراکنده بر میزان قابلیت اطمینان با منظور کردن اثر ادوات حفاظتی
برق منطقه‌ای زنجان	ارزیابی قابلیت اطمینان	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت با در نظر گرفتن پیری تجهیزات شبکه
برق منطقه‌ای غرب	ارزیابی قابلیت اطمینان	طراحی و ساخت نرم‌افزار محاسبات قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع
برق منطقه‌ای فارس	ارزیابی قابلیت اطمینان	ارزیابی و بهبود قابلیت سیستم انتقال فارس و بوشهر به منظور کاهش خاموشی‌ها
برق منطقه‌ای فارس	ارزیابی قابلیت اطمینان	مطالعه کاربرد روش شبیه‌سازی مونت کارلو در مطالعات قابلیت اطمینان سیستم‌های تولید قدرت

عنوان پروژه	محور	شرکت
ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان شبکه انتقال شرکت برق منطقه‌ای فارس	بهبود قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای فارس
مطالعات قابلیت اطمینان شبکه انتقال و فوق توزیع برق منطقه‌ای فارس	ارزیابی قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای فارس
تدوین و انتقال دانش فنی مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع به‌منظور به‌کارگیری در بهبود عملکرد شبکه و کاهش خاموشی‌ها	بهبود قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای یزد
مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع هرمزگان	ارزیابی قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای هرمزگان
تدوین برنامه بهینه نگهداری و تعمیرات بر اساس قابلیت اطمینان در نیروگاه گیلان	بهبود قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای گیلان
بررسی احتمال وقوع حوادث و ارزیابی امنیت شبکه مازندران	ارزیابی قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای مازندران
مطالعه قابلیت اطمینان شبکه ۲۰ کیلوولت شهرستان ساری از نظر شاخص‌های انرژی	ارزیابی قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای مازندران
افزایش قابلیت اطمینان و افزایش طول عمر پست‌های قدیمی ۲۰/۶۳ مازندران	بهبود قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای مازندران
مطالعه روش‌های محاسبه قابلیت اطمینان تجهیزات و سیستم مخابراتی مرکز دیسپاچینگ و ارائه شاخص‌های مرتبط برای سیستم تحت پوشش دیسپاچینگ شمال شرق	ارزیابی قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای خراسان
اصلاح و بهبود برنامه‌ریزی عملیاتی در قالب فرم‌های ارزیابی فصلی برنامه‌ها و فعالیت‌ها به‌منظور افزایش پایایی و روایی آن	ارزیابی قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای خراسان
بررسی کلی وضعیت قابلیت اطمینان در سطح HV در شبکه خراسان	ارزیابی قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای خراسان
بررسی آرایش شبکه و تغییر توپولوژی با هدف کاهش ریسک بهره‌برداری و افزایش قابلیت اطمینان و کاهش خاموشی‌ها و افزایش سرعت در بازیابی شبکه و در صورت لزوم بهره‌برداری بریکر باز	ارزیابی قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای خراسان
ارزیابی بلندمدت قابلیت اطمینان سیستم انتقال خراسان	ارزیابی قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای خراسان

عنوان پروژه	محور	شرکت
بررسی الگوریتم‌های برنامه‌ریزی سیستم قدرت بر اساس شاخص‌های قابلیت اطمینان	ارزیابی قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای خراسان
ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان شبکه انتقال شرکت برق منطقه‌ای خراسان	بهبود قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای خراسان

۵-۳-۴- فعالیت شرکت‌های توزیع نیروی برق در زمینه قابلیت اطمینان

در جدول ۲-۴ پروژه‌های انجام شده شرکت‌های توزیع نیروی برق در زمینه‌ی قابلیت اطمینان به یکی از محورهای پیشنهادی ارتباط داده شده است.

جدول ۲-۴: لیست پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های توزیع نیروی برق

عنوان پروژه	محور	شرکت
تدوین سند پایه "تعریف، پایش، سنجش، تنظیم و مدیریت پایایی شبکه‌های توزیع نیروی برق"	ارزیابی قابلیت اطمینان	توزیع نیروی برق تهران بزرگ
سیستم هوشمند شبکه‌های توزیع	ارزیابی قابلیت اطمینان	نیروی برق استان هرمزگان
ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع شهرستان مراغه و امکان‌سنجی بهینه اتوماسیون	ارزیابی قابلیت اطمینان	توزیع نیروی برق آذربایجان شرقی
تجدید آرایش شبکه توزیع نیروی برق شهرستان اصفهان با هدف بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان	بهبود قابلیت اطمینان	توزیع نیروی برق شهرستان اصفهان
محاسبه خسارت خاموشی از دید مشترکان صنعتی شرکت توزیع برق یزد	ارزیابی قابلیت اطمینان	توزیع نیروی برق یزد

۶-۳-۴- پروژه‌های انجام شده در پژوهشگاه نیرو در حوزه قابلیت اطمینان

در جدول ۳-۴ پروژه‌های انجام شده توسط پژوهشگاه نیرو به یکی از محورهای پیشنهادی ارتباط داده شده است.

جدول ۴-۳: لیست پروژه‌های انجام‌شده در پژوهشگاه نیرو

سال	کارفرما	محور	عنوان
۱۳۸۰	شرکت برق منطقه‌ای خراسان	ارزیابی قابلیت اطمینان	ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان شبکه انتقال شرکت برق منطقه‌ای خراسان
۱۳۸۰	شرکت برق منطقه‌ای فارس	بهبود قابلیت اطمینان	ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان شبکه انتقال شرکت برق منطقه‌ای فارس
۱۳۸۱	پژوهشگاه نیرو	ارزیابی قابلیت اطمینان	تعیین مدل ملی و بهینه شبکه مصرف داخلی نیروگاه‌های بخاری از دیدگاه تولید انرژی الکتریکی
۱۳۸۱	شرکت برق منطقه‌ای تهران	ارزیابی قابلیت اطمینان	تحقیق در زمینه خسارت‌های ناشی از عدم تامین برق در بخش‌های عمومی و صنعتی تحت پوشش شرکت برق منطقه‌ای تهران
۱۳۸۲	پژوهشگاه نیرو	ارزیابی قابلیت اطمینان	تهیه نرم‌افزار کاربردی ارزیابی و پیش‌بینی قابلیت اطمینان شبکه انتقال و فوق توزیع
۱۳۸۳	پژوهشگاه نیرو	ارزیابی قابلیت اطمینان	تکمیل و تدوین الگوریتم‌های محاسباتی مطالعات دینامیکی، قابلیت اطمینان، پخش بار هارمونیک، تحلیل شبکه با وجود خطوط DC، تخصیص هزینه توان در شبکه انتقال و توسعه نرم‌افزار مناسب بر پایه سبا
۱۳۸۳	شرکت برق منطقه‌ای فارس	ارزیابی قابلیت اطمینان	خدمات مشاوره مهندسی در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع شرکت برق منطقه‌ای فارس
۱۳۸۳	پژوهشگاه نیرو	ارزیابی قابلیت اطمینان	توسعه نرم‌افزار برای تعیین و ارزیابی قابلیت اطمینان اجزاء سازه‌های خطوط انتقال نیرو
۱۳۸۳	شرکت توانیر	ارزیابی قابلیت اطمینان	سیستم نرم‌افزاری هوشمند مدیریت کاهش زمان خاموشی حوادث شبکه‌های توزیع
۱۳۸۴	شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان	ارزیابی قابلیت اطمینان	مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع برق آذربایجان

سال	کارفرما	محور	عنوان	
۱۳۸۴	پژوهشگاه نیرو	ارزیابی قابلیت اطمینان	توسعه نرم‌افزار برای تعیین قابلیت اعتماد سازه‌های خطوط انتقال نیرو	۱۱
۱۳۸۵	پژوهشگاه نیرو	بهبود قابلیت اطمینان	بهبودسازی ساختاری و افزایش قابلیت‌های واسط کاربری نرم‌افزار سبا	۱۲
۱۳۸۵	شرکت توانیر	رگولاتوری قابلیت اطمینان	تدوین استاندارد و رویه‌های برنامه‌ریزی برای شبکه انتقال ایران	۱۳
۱۳۸۵	شرکت برق منطقه‌ای تهران	ارزیابی قابلیت اطمینان	محاسبه خسارت خاموشی از دید مصرف‌کنندگان خانگی، تجاری، کشاورزی و عرضه‌کننده انرژی الکتریکی	۱۴
۱۳۸۶	شرکت مدیریت شبکه برق ایران	رگولاتوری قابلیت اطمینان	تهیه و تدوین استاندارد امنیت بهره‌برداری	۱۵
۱۳۸۶	شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان	ارزیابی قابلیت اطمینان	تهیه و استقرار نرم‌افزار ثبت و بررسی حوادث نیروگاه‌های تحت پوشش شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان	۱۶
۱۳۸۷	پژوهشگاه نیرو	ارزیابی قابلیت اطمینان	توسعه نرم‌افزار شبیه‌ساز آزمون نوعی برج‌های انتقال نیرو بر اساس تئوری قابلیت اطمینان سازه‌ها	۱۷
۱۳۸۸	شرکت توزیع نیروی برق یزد	ارزیابی قابلیت اطمینان	محاسبه خسارت خاموشی از دید مشترکان صنعتی شرکت توزیع برق یزد	۱۸
۱۳۹۰	شرکت برق منطقه‌ای یزد	بهبود قابلیت اطمینان	تدوین و انتقال دانش فنی مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع به‌منظور به‌کارگیری در بهبود عملکرد شبکه و کاهش خاموشی‌های ناخواسته	۱۹
۱۳۹۰	شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان	ارزیابی قابلیت اطمینان	مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع هرمزگان	۲۰
۱۳۹۰	پژوهشگاه نیرو	ارزیابی قابلیت اطمینان	ارتقاء محیط نرم‌افزار سبا از تکنولوژی MFC (+VC) به تکنولوژی C#.NET و توسعه آن برای به‌کارگیری در تحلیل‌های پایه بازار برق و شبکه‌های تجدید ساختار شده	۲۱

سال	کارفرما	محور	عنوان	
۱۳۹۱	دفتر فنی و نظارت انتقال شرکت توانیر	ارزیابی قابلیت اطمینان	نرم‌افزار مطالعات قابلیت اطمینان شبکه انتقال و فوق توزیع	۲۲
۱۳۹۲	پژوهشگاه نیرو	ارزیابی قابلیت اطمینان	توسعه نرم‌افزارهای شبکه‌های توزیع به منظور به کارگیری در مطالعات طراحی شبکه‌ها	۲۳

۷-۳-۴- فعالیت‌های پژوهشگاه مربوط به زیرمحور آموزش پرسنل و جایابی اکیپ

پژوهشگاه نیرو هر ساله بر اساس نتایج یافته‌های پروژه‌های انجام شده و یا در دست اقدام پژوهشگران خود در زمینه‌های مختلف نسبت به طراحی و برگزاری دوره‌های جدید اقدام می‌نماید. جدول ۴-۴ دوره‌های آموزشی برگزار شده و برنامه‌ریزی شده برای سال جاری (سال ۱۳۹۳) که مربوط به زیرمحور آموزش پرسنل و جایابی اکیپ در محور بهبود قابلیت اطمینان می‌باشد، را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۴: دوره‌های آموزشی برگزار شده و دوره‌های آموزشی برنامه‌ریزی شده مرتبط با قابلیت اطمینان

نوع	سال	عنوان	
دوره تخصصی	۱۳۸۵	مطالعه قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع با استفاده از بانک اطلاعاتی حوادث شبکه	۱
کارگاه	۱۳۸۰	ارزیابی قابلیت اعتماد شبکه‌های توزیع	۲
کارگاه	۱۳۹۰	بررسی کفایت و تبادل توان شبکه انتقال شرکت برق منطقه‌ای سمنان	۳
دوره آموزشی	۱۳۹۳	استفاده از نرم‌افزار سبا در مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع (دو نوبت)	۴
دوره آموزشی	۱۳۹۳	معرفی روش‌های مختلف برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری قابلیت اطمینان محور (RCM) در شبکه‌های انتقال و توزیع (دو نوبت)	۵
دوره آموزشی	۱۳۹۳	استفاده از نرم‌افزار سبا در مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع	۶
دوره آموزشی	۱۳۹۳	آشنایی با تئوری قابلیت اطمینان سازه و کاربرد آن در طراحی سازه‌های خطوط	۷

		انتقال نیرو (مقدماتی)	
دوره آموزشی	۱۳۹۳	نگهداری و تعمیر تجهیزات شبکه‌های انتقال و توزیع نیرو	۸
دوره آموزشی	۱۳۹۳	آشنایی با تئوری قابلیت اطمینان سازه و کاربرد آن در طراحی سازه‌های خطوط انتقال نیرو (پیشرفته)	۹

۸-۳-۴- فعالیت‌های پژوهشی شرکت مدیریت شبکه با موضوع قابلیت اطمینان

با توجه به اطلاعات به دست آمده، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت بر امنیت شبکه در مجموع ۱۲ پروژه پایان یافته، ۳۸ پروژه تایید نشده، ۴ پروژه تحقیقاتی جاری و ۷ پروژه در دست اقدام را در میان طرح‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی خود دارد. در کنار این موارد می‌توان به تدوین ۷ استاندارد در زمینه برنامه‌ریزی بهره‌برداری و حفاظت و ویژه، توسعه نرم‌افزار پایگاه داده‌های شبکه برق ایران و چاپ کتاب با عنوان امنیت در شبکه‌های قدرت توسط جناب آقای دکتر محمود فتوحی فیروزآباد اشاره کرد. این استانداردها به عنوان فعالیت‌های مربوط به رگولاتوری قابلیت اطمینان در نظر گرفته می‌شود. جدول ۴-۵ خلاصه‌ای از پروژه‌ها و پژوهش‌های این سازمان در زمینه قابلیت اطمینان را ارائه می‌دهد.

جدول ۴-۵: فعالیت‌های پژوهشی شرکت مدیریت شبکه با موضوع قابلیت اطمینان

عنوان	محور	مدیر پروژه	گروه مجری
بررسی فنی و اقتصادی پست‌های جدید نوع DCS و بهینه‌سازی پست‌های قدیمی و فرسوده CCS به DCS جهت افزایش قابلیت اطمینان شبکه	ارزیابی قابلیت اطمینان	مریم ودیعی	پژوهشگاه نیرو
ارزیابی قابلیت اطمینان در محیط تجدید ساختار یافته	ارزیابی قابلیت اطمینان	-	موسسه تحقیقات و آموزش مدیریت
پژوهش و بررسی مشابه‌سازی سخت افزاری شبکه فشارقوی با هدف بررسی حوادث شبکه	ارزیابی قابلیت اطمینان	دکتر حسین محسنی	دانشگاه تهران
امکان سنجی تهیه نرم‌افزار جامع قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت	ارزیابی قابلیت اطمینان	دکتر محمود فتوحی	داشگاه صنعتی شریف

۹-۳-۴- فعالیت‌های دبیرخانه تحقیقات برق

در جدول ۴-۶ پروژه‌های ثبت‌شده در دبیرخانه‌ی تحقیقات برق به یکی از محورهای پیشنهادی ارتباط داده شده است.

جدول ۴-۶: لیست پروژه‌های ثبت‌شده در دبیرخانه تحقیقات برق

عنوان پروژه	محور	کارفرما
تدوین بسته ابزار (نرم‌افزاری) تحلیل قابلیت اطمینان برای بسته نرم‌افزاری MATLAB	ارزیابی قابلیت اطمینان	دانشگاه صنعت آب و برق
تهیه مدل تعیین پارامترهای قابلیت اطمینان نیروگاه‌ها و پست‌ها	ارزیابی قابلیت اطمینان	دانشگاه علم و صنعت ایران
ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولید و انتقال خراسان	ارزیابی قابلیت اطمینان	شرکت برق منطقه‌ای خراسان
قابلیت اطمینان شبکه توزیع نیروی مشهد	ارزیابی قابلیت اطمینان	شرکت برق منطقه‌ای خراسان
بررسی قابلیت اطمینان خطوط قدیمی و سالخورده و ارائه روش‌های افزایش طول عمر	ارزیابی قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای اصفهان
بررسی و محاسبه ضریب قابلیت اطمینان ترانسفورماتورهای قدرت در شبکه	ارزیابی قابلیت اطمینان	کمیته تحقیقات شرکت توانیر
ارزیابی قابلیت اطمینان پست‌های فوق توزیع (۶۳/۲۰ کیلو ولت) استان همدان	ارزیابی قابلیت اطمینان	شرکت برق منطقه‌ای باختر
مطالعه قابلیت اطمینان شبکه ۲۰ کیلوولت شهرستان قائمشهر از نظر شاخص‌های انرژی	ارزیابی قابلیت اطمینان	شرکت برق منطقه‌ای مازندران
تعیین شاخص‌های قابلیت اطمینان در شبکه توزیع برق تربت حیدریه	ارزیابی قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای خراسان
امکان‌سنجی تهیه نرم‌افزار جامع قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت	ارزیابی قابلیت اطمینان	مدیریت شبکه برق ایران
ارزیابی اثرات اضافه شدن واحدهای جدید بادی مصوب خواف در شبکه خراسان از نقطه نظر قابلیت اطمینان و پایداری شبکه	ارزیابی قابلیت اطمینان	برق منطقه‌ای خراسان
بررسی شاخص قابلیت اطمینان در شبکه فوق توزیع زنجان	ارزیابی قابلیت اطمینان	شرکت برق منطقه‌ای زنجان
بررسی و محاسبه ضریب قابلیت اطمینان ترانسفورماتورهای قدرت در شبکه‌های	ارزیابی قابلیت اطمینان	شرکت مشانیر

کارفرما	محور	عنوان پروژه	
		انتقال نیروی ایران با ولتاژهای اولیه ۴۰۰، ۲۳۰ و ۱۳۲ کیلوولت	
شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان	بهبود قابلیت اطمینان	مطالعه قابلیت اطمینان در سیستم‌های حفاظتی شبکه تولید و انتقال برق آذربایجان و روش‌های افزایش	۱۴
شرکت برق منطقه‌ای خوزستان	بهبود قابلیت اطمینان	بررسی قابلیت اطمینان شبکه توزیع اهواز و روش‌های افزایش آن با توجه به پارامترهای فنی	۱۵
شرکت برق منطقه‌ای خوزستان	بهبود قابلیت اطمینان	افزایش قابلیت اطمینان در شبکه	۱۶
شرکت برق منطقه‌ای خوزستان	بهبود قابلیت اطمینان	افزایش قابلیت اطمینان در شبکه و کاهش تلفات به‌ویژه در توزیع	۱۷
شرکت برق منطقه‌ای فارس	بهبود قابلیت اطمینان	ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان سیستم انتقال فارس و بوشهر به‌منظور کاهش خاموشی‌ها	۱۸
شرکت برق منطقه‌ای اصفهان	بهبود قابلیت اطمینان	طراحی و ساخت یک سیستم کلید انتقال استاتیکی برای افزایش قابلیت اطمینان در بارهای حساس	۱۹
شرکت برق منطقه‌ای غرب	ارزیابی قابلیت اطمینان	طراحی و ساخت نرم‌افزار کاربردی محاسبات قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع	۲۰
شرکت برق منطقه‌ای تهران	ارزیابی قابلیت اطمینان	تحلیل کیفیت و کمیت تجهیزات پست‌های انتقال با استفاده از نتایج قابلیت اطمینان	۲۱
شرکت برق منطقه‌ای باختر	ارزیابی قابلیت اطمینان	مطالعه قابلیت اطمینان شبکه ۲۰ کیلوولت شهرستان خمین و خرم‌آباد از نظر شاخص‌های انرژی	۲۲
شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان	بهبود قابلیت اطمینان	تجزیه و تحلیل حوادث شبکه‌های توزیع هرمزگان جهت افزایش قابلیت اطمینان	۲۳
شرکت برق منطقه‌ای باختر	ارزیابی قابلیت اطمینان	تعیین شاخص‌های قابلیت اطمینان شبکه فوق توزیع استان لرستان	۲۴
شرکت برق منطقه‌ای خراسان	ارزیابی قابلیت اطمینان	مطالعه روش‌های محاسبه قابلیت اطمینان تجهیزات و سیستم مخابراتی مرکز دیسپاچینگ و ارائه شاخص‌های مرتبط برای سیستم تحت پوشش دیسپاچینگ شمال شرق	۲۵

کارفرما	محور	عنوان پروژه	
توزیع نیروی برق شهرستان اصفهان	بهبود قابلیت اطمینان	تجدید آرایش شبکه توزیع برق شهرستان اصفهان با هدف بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان	۲۶
شرکت برق منطقه‌ای خوزستان	ارزیابی قابلیت اطمینان	ارزیابی قابلیت اطمینان چند پست نمونه انتقال و فوق توزیع شرکت برق منطقه‌ای خوزستان	۲۷
شرکت برق منطقه‌ای زنجان	ارزیابی قابلیت اطمینان	تاثیرات جایابی تولیدات پراکنده بر میزان قابلیت اطمینان با منظور کردن اثر ادوات حفاظتی	۲۸
شرکت توزیع نیروی برق استان گیلان	ارزیابی قابلیت اطمینان	محاسبات قابلیت اطمینان در فیدرهای نمونه فشارمتوسط رشت جهت ارائه روش کاربردی برای ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات، محاسبه شاخص‌ها و تعیین محل جداکننده‌ها و مانور به منظور مدیریت اتفاقات	۲۹
شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ	بهبود قابلیت اطمینان	انجام محاسبات پخش بار و محاسبات قابلیت اطمینان در فیدرهای نمونه فشارمتوسط جهت بازآرایی و تعیین نقاط مانور به منظور کاهش تلفات و مدیریت اتفاقات	۳۰
شرکت برق منطقه‌ای اصفهان	ارزیابی قابلیت اطمینان	مطالعه قابلیت اطمینان در شبکه‌های تولید و انتقال و فوق توزیع شبکه برق منطقه‌ای اصفهان	۳۱
شرکت توزیع نیروی برق استان یزد	بهبود قابلیت اطمینان	مکان‌یابی بهینه سکسیونرها در شبکه توزیع انرژی الکتریکی به منظور افزایش قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم هوشمند	۳۲
شرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان	بهبود قابلیت اطمینان	تجدید آرایش شبکه فشارمتوسط توزیع برق هرمزگان در محدوده مدیریت برق ناحیه ۱ بندرعباس با هدف کاهش تلفات و بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان	۳۳
-	ارزیابی قابلیت اطمینان	بررسی احتمال وقوع حوادث و ارزیابی امنیت شبکه مازندران	۳۴
کمپته تحقیقات شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ	رگولاتوری قابلیت اطمینان	تدوین سند پایه "تعریف، پایش، سنجش، تنظیم و مدیریت پایایی" شبکه‌های توزیع نیروی برق	۳۵

۱۰-۳-۴- فعالیت‌های مرکز ملی مطالعات و برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت

در جدول ۴-۷ پروژه‌ها و فعالیت‌های انجام شده مرکز ملی مطالعات و برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت در حوزه‌ی قابلیت اطمینان به یکی از محورهای پیشنهادی ارتباط داده شده است.

جدول ۴-۷: لیست پروژه‌ها و فعالیت‌های انجام‌شده در مرکز ملی مطالعات و برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت

کارفرما	محور	عنوان	
شرکت توانیر	ارزیابی قابلیت اطمینان	مطالعات قابلیت اطمینان بر روی شبکه و طرح‌های توسعه شبکه تولید و انتقال ایران	۱
شرکت توانیر	ارزیابی قابلیت اطمینان	انتخاب الگوریتم‌ها، روش‌ها و ابزار مطالعات قابلیت اطمینان شبکه سراسری برق کشور	۲
شرکت توانیر	بهبود قابلیت اطمینان	مطالعات کفایت‌سنجی و بهبود کفایت شبکه برق جنوب شرق کشور	۳
شرکت مدیریت شبکه برق ایران	بهبود قابلیت اطمینان	برنامه‌ریزی زمانی تعمیر و نگهداشت واحدهای نیروگاهی شبکه سراسری برق کشور	۴
شرکت مدیریت شبکه برق ایران	رگولاتوری قابلیت اطمینان	تدوین عناوین استانداردها و دستورالعمل‌های مربوط به پایایی و امنیت شبکه برق کشور	۵
شرکت مدیریت شبکه برق ایران	ارزیابی قابلیت اطمینان	بررسی تجربیات بین‌المللی در خصوص دستورالعمل‌های بهره‌برداری از نقطه نظر پایایی و امنیت شبکه	۶
شرکت مدیریت شبکه برق ایران	رگولاتوری قابلیت اطمینان	تدوین استانداردهای برنامه‌ریزی بهره‌برداری	۷

۱۱-۳-۴- فعالیت‌های شرکت قدس نیرو در حوزه‌ی قابلیت اطمینان

در جدول ۴-۸ پروژه‌ها و فعالیت‌های انجام شده مرکز ملی مطالعات و برنامه‌ریزی شبکه‌های قدرت در حوزه‌ی قابلیت اطمینان به یکی از محورهای پیشنهادی ارتباط داده شده است.

جدول ۴-۸: لیست پروژه‌ها و فعالیت‌های انجام شده در شرکت قدس نیرو در حوزه‌ی پایایی

ردیف	عنوان پروژه	محور	سال
۱	قابلیت اعتماد در سیستم توزیع	ارزیابی قابلیت اطمینان	۱۳۷۴
۲	استاندارد پست‌های ۶۳/۲۰ کیلو ولت: گزارش ضمیمه شماره ۱، محاسبات قابلیت اطمینان	رگولاتوری قابلیت اطمینان	۱۳۷۲
۳	استاندارد طراحی بهینه پست‌های ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت، جلد ۱۰۴: قابلیت اطمینان	رگولاتوری قابلیت اطمینان	۱۳۷۷
۴	استاندارد طرح پست‌های ۶۳/۲۰ کیلوولت، گزارش ضمیمه شماره ۱، محاسبات قابلیت اطمینان	رگولاتوری قابلیت اطمینان	۱۳۶۹
۵	بهینه‌سازی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت	بهبود قابلیت اطمینان	۱۳۷۸
۶	پیش‌نویس استاندارد مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)، بررسی تدوین معیارهای مربوط به فلش ولتاژ، قابلیت اطمینان و پایداری تجهیزات	رگولاتوری قابلیت اطمینان	۱۳۷۷
۷	پیش‌نویس استاندارد معیارهای طراحی، مهندسی و برنامه‌ریزی شبکه‌های توزیع فشارمتوسط (۲۰ و ۳۳ کیلوولت)، شماره استاندارد ۶۷-۲۰۵: گزینه‌های مختلف یک طرح با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	رگولاتوری قابلیت اطمینان	۱۳۷۹
۸	استاندارد صنعت برق ایران - مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)، قسمت نهم - دستورالعمل اندازه‌گیری کیفیت برق، بازرسی و اطمینان از کیفیت آن	رگولاتوری قابلیت اطمینان	۱۳۸۱
۹	بخش مطالعات سیستم و شبکه، پروژه ۱۳-۲۲ بررسی احتمال قطع بار ناشی از بارهای مکانیکی دینامیک، گزارش اول: روشی برای محاسبه احتمال کار افت و قابلیت اعتماد سازه‌های شبکه تولید و انتقال نیرو برای بارهای باد و زلزله	ارزیابی قابلیت اطمینان	۱۳۶۳
۱۰	استاندارد طرح پست‌های ۶۳/۲۰ کیلوولت، مرحله اول، جلد اول: طرح مشخصات عمومی پست‌ها	رگولاتوری قابلیت اطمینان	۱۳۶۹
۱۱	استاندارد طرح پست‌های فوق توزیع فیوزدار و کم کلید، جلد اول: شناسایی و ارزیابی گزینه‌ها	رگولاتوری قابلیت اطمینان	۱۳۷۴
۱۲	استاندارد ظرفیت واحدهای نیروگاه‌های بخاری جلد اول - انتخاب ظرفیت	رگولاتوری قابلیت اطمینان	۱۳۷۵
۱۳	استاندارد ظرفیت واحدهای نیروگاه‌های بخاری جلد دوم - بررسی و ارزیابی	رگولاتوری قابلیت اطمینان	۱۳۷۵
۱۴	بررسی و ارزیابی توسعه سیستم نیروی انسانی در برنامه پنج‌ساله ششم، گزارش نهایی به وزارت نیرو	ارزیابی قابلیت اطمینان	۱۳۵۶
۱۵	پروژه طراحی تحقیقاتی نیروگاه بخار "SPRD": طراحی تفصیلی سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق	ارزیابی قابلیت اطمینان	۱۳۷۸

ردیف	عنوان پروژه	محور	سال
	نیروگاه، مبانی و پارامترهای دخیل در هزینه سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق		
۱۶	پروژه طراحی تحقیقاتی نیروگاه بخار "SPRD": طراحی تفصیلی سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق نیروگاه، تشریح انجام محاسبات طراحی تفصیلی سیستم در شرایط مختلف و ارائه یک نمونه دستی انجام محاسبات در هر زمینه	ارزیابی قابلیت اطمینان	۱۳۷۸
۱۷	پیش‌نویس استاندارد معیارهای طراحی، مهندسی و برنامه‌ریزی شبکه‌های توزیع فشار متوسط (۲۰ و ۳۳ کیلوولت)، استاندارد شماره: ۶۷-۲۰۶: نحوه مقایسه گزینه‌های مختلف یک طرح و انتخاب گزینه بهینه	رگولاتوری قابلیت اطمینان	۱۳۸۰
۱۸	پیش‌نویس استانداردهای سیستم و تجهیزات ابزار دقیق نیروگاه‌ها، مرحله دوم: بند ۱-۱-۱۶	رگولاتوری قابلیت اطمینان	۱۳۷۶
۱۹	تعیین نوع و مکان دقیق خطا در شبکه‌های توزیع دارای منابع تولید پراکنده با استفاده از شبکه‌های عصبی MLP (مقاله)	ارزیابی قابلیت اطمینان	۱۳۸۷
۲۰	گزارش نظارت بر آزمایشات کارخانه‌ای سیستم برق مطمئن پروژه نیروگاه بیستون (واحدهای ۳۲۰x۲ مگاواتی)	ارزیابی قابلیت اطمینان	۱۳۷۱

نتیجه‌گیری

با بررسی در سازمان‌های مختلف و دانشگاه‌ها و همچنین بررسی کنفرانس‌ها و مجلات داخلی و خارجی، ظرفیت تخصصی مرتبط با پایایی در کشور بررسی و ارائه گردید. همان‌طور که از این یافته‌ها مشخص می‌گردد، فعالیت‌های صورت‌گرفته چه در زمینه مقالات و پایان‌نامه‌ها و چه در زمینه پروژه‌های انجام‌شده زیاد بوده‌اند اما هماهنگی چندانی بین آنها دیده نمی‌شود و بنابراین لزوم تهیه یک دیتابیس مناسب برای آن لازم به‌نظر می‌رسد. بدین صورت در صوتی که مدیریت پژوهش در کشور ایجاد شود می‌توان از این دیتابیس برای تخصیص پروژه‌ها به افراد متخصص استفاده نمود.

بر اساس مطالعات انجام‌شده در فصل چهارم و دسته‌بندی فعالیت‌ها و مقالات ارائه‌شده در قالب محورهای مطالعاتی پیشنهادی، می‌توان نتیجه گرفت که تحقیقات صورت‌گرفته در زمینه مسائل رگولاتوری و مدیریتی قابلیت اطمینان از سهم بسیار کمتری نسبت به دو محور دیگر (ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان) برخوردار بوده و انجام تحقیقات و مطالعات بیشتر در این حوزه ضروری و موردنیاز می‌باشد.

همچنین در محور ارزیابی قابلیت اطمینان، با توجه به دسته‌بندی مقالات و فعالیت‌های انجام‌شده، می‌توان نتیجه گرفت که در زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات شبکه، زیرمحور روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های ارزیابی قابلیت اطمینان، زیرمحور منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو، زیرمحور شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو، زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی، زیرمحور مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان و زیرمحور برنامه‌ریزی و بهره‌برداری قابلیت اطمینان فعالیت مناسبی در سطح مقالات صورت گرفته شده است و زیرمحور کفایت منابع سوخت سهم بسیار پایینی از فعالیت‌ها را داراست و انجام تحقیقات بیشتر در این حوزه پیشنهاد می‌گردد. همچنین انجام تحقیقات بیشتر در زمینه اطلاعات قابلیت اطمینان و تهیه بانک‌های اطلاعاتی به‌منظور ارزیابی هر چه دقیق‌تر قابلیت اطمینان شبکه قدرت یکی از ضروریات موجود در این حوزه می‌باشد.

در محور بهبود قابلیت اطمینان با توجه به اهمیت و نقش پرسنل در بهبود قابلیت اطمینان شبکه قدرت و بازیابی انرژی الکتریکی، و سهم پایین مقالات ارائه‌شده و فعالیت‌های انجام‌شده در این حوزه، تحقیقات و فعالیت‌های بیشتری در حوزه

آموزش پرسنل جهت بهبود قابلیت اطمینان شبکه قدرت پیشنهاد می‌گردد. همچنین با توجه به موقعیت جغرافیایی و شرایط آب و هوایی کشور، تهیه برنامه‌های اضطراری به‌منظور عکس‌العمل بهتر در مواجهه با حوادث غیرمترقبه همچون زلزله، سیل و طوفان از ضروریات موجود در این حوزه می‌باشد.

لازم به ذکر است در این گزارش تمامی اطلاعات بر مبنای یافته‌های موجود و در دسترس بوده و امکان اضافه‌نمودن موارد نقص و همچنین آپدیت آن در ادامه وجود خواهد داشت.

پیوست ۱:

لیست مقالات مجلات و کنفرانس‌ها مربوط به مطالعات پایایی در حوزه انتقال و توزیع

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
1	عطاله	ابراهیم زاده	دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل	بررسی و آنالیز تاثیر خرابی سیستم خنک کننده بر قابلیت اطمینان ترانسفورماتور قدرت با استفاده از مدل مارکوف	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
2	سیدادیب	ابریشمی فر	دانشگاه علم و صنعت ایران	روشی ساده برای تسهیم بار بین UPS های موازی	1384	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
3	محمدباقر	ابوالحسنی جبلی	شرکت مدیریت شبکه برق ایران (IGMC) تهران، ایران	انتخاب نحوه مناسب خاز نگهداری در شبکه قدرت با مقایسه پروفیل ولتاژ و ارزیابی اقتصادی براساس تلفات و قابلیت اطمینان	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
4	محمدباقر	ابوالحسنی جبلی	شرکت مدیریت شبکه برق ایران	روند انتخاب طرح های بهینه شبکه های تولید، انتقال و فوق توزیع با در نظر گرفتن ملاحظات قابلیت اطمینان	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
5	امیر	احدی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل	دل سازی و تحلیل اثرات منابع تولید پراکنده و حلقوی کرن شبکه بر روی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1391	کنفرانس فناوری شبکه های الکتریکی هوشمند	مقاله
6	امیر	احدی	دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل	An analytical methodology for assessment of smart monitoring impact on future electric power distribution system reliability	2014	European Transaction on Power Systems	ژورنال
7	مهدی	احسان	دانشگاه صنعتی شریف دانشکده برق	استفاده از اعداد فازی در محاسبه قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1376	دوازدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
8	مهدی	احسان	دانشگاه صنعتی شریف تهران	یک مدل فازی برای توسعه بلند مدت سیستم تولید با استفاده از واحدهای حرارتی	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
9	مهدی	احسان	دانشگاه صنعتی شریف	Probabilistic Market Clearance Incorporating Reliability Criteria	2013	IEEE	ژورنال
10	مهدی	احسان	دانشگاه صنعتی شریف	Optimal reserve capacity allocation with consideration of customer reliability requirements	2010	IEEE	ژورنال
11	مهدی	احسان	دانشگاه صنعتی شریف	Reliability of Power Systems with Open Access	2003	JEST	ژورنال
12	آرش	احسانی	دانشگاه صنعتی شریف تهران	تأثیر تولیدات پراکنده بر قابلیت اطمینان سیستم های قدرت الکتریکی	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
13	آرش	احسانی	دانشکده مهندسی برق، دانشگاه صنعتی شریف	آثار تجدید ساختار صنعت برق بر کیفیت و قابلیت اطمینان تأمین انرژی الکتریکی	1384	پنجمین همایش ملی انرژی	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
14	آرش	احسانی	دانشگاه صنعتی شریف	A Proposed Method for Reliable Scheduling in Deregulated Power Systems	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
15	آرش	احسانی	شریف	A proposed model for co-optimization of energy and reserve in competitive electricity markets	2009	ELSEVIER	ژورنال
16	آرش	احسانی	دانشگاه صنعتی شریف	Reliability of Power Systems with Open Access	2003	JEST	ژورنال
17	بهشید	احمدخان بیگی	شرکت توزیع نیروی برق غرب استان تهران	کاربرد عملی AHP در مکان یابی کلیدهای شرکت توزیع غرب استان تهران	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
18	محمدجواد	احمدی	دانشکده صنعت آب و برق تهران	بررسی اثر شینه بندی در شاخص های قابلیت اطمینان پست های فشار قوی و آنالیز حساسیت در آنها	1376	دوازدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
19	هادی	احمدی	دانشگاه تربیت مدرس	Assessment of EV-parking lots effects on congestion management and system reliability	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
20	ایرج	احمدی	دانشگاه تربیت مدرس	مدلسازی اثر بارگذاری بر قابلیت اطمینان ترانسفورمر	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
21	حامد	احمدی	دانشکده مهندسی برق - دانشگاه علم و صنعت ایران	بررسی تاثیر برنامه پاسخگویی بار اضطراری (EDRP) برای بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان و قیمت نقطه های در سیستم های قدرت تجدیدساختاریافته	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
22	سعید	احمدی	مهندسین مشاور نارسیس - مشهد، مربی دانشگاه آزاد تربت حیدریه	بررسی راهکارهای کاهش سطح اتصال کوتاه در شبکه خراسان ۸۵ و ۹۰ با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
23	سعید	احمدی	دانشگاه آزادنوشهر	جایابی و ظرفیت یابی بهینه واحدهای تولید پراکنده به منظور بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان تلفات و پروفیل ولتاژ با استفاده از الگوریتم ژنتیک	1388	دومین کنفرانس نیروگاههای برق	مقاله
24	رویا	احمدی آهنگر	شرکت توانیر، دفتر فنی و نظارت انتقال	تحلیل و برنامه ریزی ارتقاء برنامه های نت (نگهداری و تعمیرات) شبکه های انتقال و فوق توزیع الکتریکی ایران	1386	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
25	رویا	احمدی آهنگر	شرکت توانیر - معاونت هماهنگی و تولید	محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان در سیستم انتقال و فوق توزیع شبکه برق ایران ومقایسه آن با سایر کشورها	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
26	مهرداد	احمدی کمرپشتی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد جویبار	لحاظ کردن عدم قطعیت‌های ترانس و خطوط شبکه توزیع الکتریکی بر شاخص انرژی تامین نشده مشترکین با روش فازی	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
27	مهرداد	احمدی کمرپشتی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد جویبار	منطق فازی؛ راهکاری برای لحاظ کردن عدم قطعیت‌ها در ارزیابی شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه توزیع الکتریکی	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
28	مسعود	احمدی گرجی	دانشگاه صنعتی شریف	مکان یابی بهینه تولیدات پراکنده در شبکه های توزیع با رویکرد آنالیز هزینه/ ارزش	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
29	ابوذر	اخلاص پور	دانشگاه شهید باهنر کرمان	جابایی بهینه ادوات کلیدزنی در شبکههای توزیع جهت افزایش قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم ژنتیک	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
30	الهام	اخوان رضایی	پژوهشگاه نیرو و دانشگاه تربیت مدرس	ارائه الگوریتم نوین محاسبه قابلیت اطمینان با مدلسازی نقاط مانور و عملکرد تجهیزات حفاظتی در شبکه های توزیع	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
31	الهام	اخوان رضایی	دانشکده تحصیلات تکمیلی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب	ارائه مدلی مبتنی بر درخت تصمیم به عنوان یک روش غیرپارامتریک دادهکاوی جهت مدلسازی نرخ خطای گذرا در شبکههای توزیع برق	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
32	الهام	اخوان رضایی	پژوهشگاه نیرو	یک الگوریتم سریع و ساده مسیریابی مبتنی بر روش رنگامیزی گراف برای مدلسازی شبکههای توزیع جهت پیشبینی قابلیت اطمینان	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
33	شهرام	اردبیلی	پژوهشگاه نیرو - گروه سازه تهران	شبیه سازی آزمون برج های انتقال نیرو توسط نرم افزار RESTT بررسی موردی بر ج HS2-10	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
34	ازواجی زاده	دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل	دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل	Reviewing the Effect of Distributed Generation Interconnections on Distribution Systems	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
35	علیرضا	اسپانلو	شرکت برق منطقه ای مازندران و گلستان	بررسی درجه بندی امنیت خطوط سیستم قدرت در برابر جزیره ای شدن	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
36	حمید	اسدی بقال	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران	مکانیابی همزمان سکسیونر ها و کلیدهای مانور در حضور نشانگرهای خطادر شبکه توزیع با در نظر گرفتن شاخص های قابلیت اطمینان مبتنی بر الگوریتم ژنتیک	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
37	محمدباقر	اسدی کیانی	شرکت توزیع نیروی برق مازندران، ایران فوق لیسانس برق - قدرت	استراتژی تعمیرات و نگهداری قابلیت اطمینان محور به روش AHP در شبکه های توزیع	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
38	محمدباقر	اسدی کیانی	شرکت توزیع برق مازندران	بررسی میدانی و تحلیلی علل اتصالی مفره های ۷۲۰ KV در نواحی شمال کشور و نقش آن در شاخ صهای قابلیت اطمینان	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
39	محمدباقر	اسدی کیانی	شرکت توزیع برق مازندران - ساری	بررسی نقش مقره‌های KV 20 در پایداری شبکه های توزیع برق با نگاه تطبیقی به شاخصهای قابلیت اطمینان	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
40	محمدجواد	اسدی لاری	برق منطقه ای تهران	مطالعات قابلیت اطمینان در طراحی شبکه های فوق توزیع	1387	هفتمین همایش کیفیت و بهره وری در صنعت برق	مقاله
41	محمد	اسکندری نصب	دانشگاه صنعتی شاهرود	A new multiobjective allocator of capacitor banks and distributed generations using a new investigated differential evolution	2013	European Transaction on Power Systems	ژورنال
42	محسن	اسکندری	بوعلی سینا همدان	A hybrid method for simultaneous optimization of DG capacity and operational strategy in microgrids considering uncertainty in electricity price forecasting	2014	ELSEVIER	ژورنال
43	علی	اسلامی	شرکت توزیع نیروی برق استان زنجان	ارزیابی تأثیر اتصال هادی های نول در کاهش تلفات شبکه های توزیع مجاور و دو مداره	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
44	علی	اسلامی	دانشگاه صنعتی شریف	تعیین تعداد بهینه ترانسفورماتورهای یدکی پستهای توزیع با استفاده از مدل مارکوف و محاسبات هزینه-فایده	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
45	سعید	اسماعیلی جعفرآبادی	دانشگاه شهید باهنر کرمان	جابایی بهینه ادوات کلیدزنی در شبکه‌های توزیع جهت افزایش قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم ژنتیک	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
46	محمد	اسماعیل همدانی گلشن	صنعتی اصفهان	Quantitative Reliability Assessment of Various Automated Industrial Substations and Their Impacts on Distribution Reliability	FALSE	IEEE	ژورنال
47	علی	اصغر رضی کاظمی	دانشگاه صنعتی شریف	شناسایی تجهیزات و قطعات مشکل ساز شبکه های توزیع انرژی الکتریکی با انالیز قابلیت اطمینان	1389	نخستین کنفرانس نگهداری و تعمیرات یکپارچه	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
48	علی	اصغر امجدی	شرکت برق منطقه ای زنجان مدیر عامل شرکت برق منطقه ای	بررسی و بهبود قابلیت اطمینان در شبکه توزیع شهرهای زنجان و قزوین با استفاده از نرم افزار DigSILENT	1383	نهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
49	علی	اصغر رضی کاظمی	دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف	شناسایی تجهیزات و قطعات مشکل ساز شبکه های توزیع انرژی الکتریکی به کمک روشی پیشنهادی بر مبنای تصمیم گیری سلسله مراتبی AHP	1389	نخستین کنفرانس نگهداری و تعمیرات یکپارچه	مقاله
50	علی	اصغر رضی کاظمی	دانشگاه صنعتی شریف	یک روش گزینش کلیدهای قدرت جهت پیاپی سازی سیستم پایش بر خط	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
51	علی	اصغر قدیمی	شرکت خدمات مهندسی برق (مشانیر) واحد تخصصی امور خطوط تهران - ایران	تعیین سرعت باد جهت طراحی خطوط انتقال انرژی الکتریکی بر اساس استاندارد جهانی IEC826	1380	شانزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
52	محمد رضا	اصولی	شرکت توزیع نیروی برق استان آذربایجان شرقی، تبریز	جایابی همزمان سکسیونرها و نقاط مانور در شبکه های توزیع انرژی الکتریکی	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
53	محمد رضا	اصولی تبریزی	شرکت توزیع نیروی برق استان آذربایجان شرقی	مکان یابی بهینه ی ریکلوزرها در شبکه های توزیع فشار متوسط	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
54	محمد حسین	اعتصامی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)	طراحی نیروگاه انرژیهای تجدیدپذیر مستقل با بکارگیری الگوریتم بهینه سازی رقابت استعماری	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
55	حسین	افراخته	دانشگاه گیلان	بررسی معایب ترانسفورماتورهای توزیع و کاهش نرخ خرابی با تعمیرات و نگهداری و طراحی MAINTENANCE EQUIPMENT CARD	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
56	حسین	افراخته	دانشگاه گیلان، رشت، ایران	تعیین همزمان مکان و ظرفیت بهینه بانکهای خازنی و تولیدات پراکنده در شبکههای توزیع به منظور بهبود تلفات و قابلیت اطمینان	1389	اولین کنفرانس بین المللی سالانه انرژی پاک	مقاله
57	رامین	افشار	کارشناسی مهندسی برق قدرت	مکانیابی بهینه کلیدهای اتوماسیون در شبکه های فشار متوسط توزیع برق با استفاده از الگوریتم ایمنی	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مقاله
58	کریم	افشارنیا	دانشگاه صنعتی شریف	تعیین حساسیت شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم تولید نسبت به مشخصات سیستم	1382	هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
59	سعید	افشارنیا	دانشگاه تهران، پردیس دانشکده‌های فنی	ویکردی جدید بر مکانیابی چندهدفه بانکهای خازنی در شبکه توزیع تجدیدساختار شده با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان مطلوب مشترکین مبتنی بر اتوماتای یادگیر	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
60	سعید	افشارنیا	تهران	A new long term load management model for asset governance of electrical distribution systems	2010	ELSEVIER	ژورنال
61	محمد رضا	اقابراهیمی	دانشگاه بیرجند	بررسی وضعیت سیستم های هیبریدی مبدل توان الکتریکی با محوریت ساختار بادی خورشیدی	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
62	فریبرز	اقتدارنیا	شرکت برق منطقه ای اصفهان	نقش تعمیرات پیشگیرانه در بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه های توزیع نیروی برق	1388	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
63	علی	اکبر دامکی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	تاثیر TCSC بر ریسک ناپایداری گذرای نیروگاه	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
64	محمد امین	اکبری	دانشگاه صنعتی شیراز	بررسی قابلیت اطمینان و پاسخ دینامیکی توری نهایی بادی نوع ژنراتور القایی از دو سو تغذیه با استفاده از کنترل فضای برداری به روش SVPWM	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
65	روح	الامین زینلی	ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی، گروه برق	ارائه روشی جدید برای تخصیص توان راکتیو به واحدهای تولیدی بر مبنای افزایش قابلیت اطمینان	1386	پانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
66	نبی	اله رضانی	دانشکده مهندسی برق دانشگاه علم و صنعت ایران	محاسبه شاخصهای کیفیت توان در بخشی از شبکه توزیع مازندران	1381	هفدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
67	حبیب	اله شبانی	شرکت توزیع برق شیراز	تأثیر اتوماسیون بر قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع	1381	سومین همایش کیفیت و بهره وری در صنعت برق	مقاله
68	مهدی	الهوردی نوهسی	شرکت پالایش نفت تبریز دانشگاه علم و صنعت	مدلسازی شبکه شرکت پالایش نفت تبریز به عنوان شبکه نمونه تولیدپراکنده و تأثیر آن بر شبکه سراسری	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
69	مهدی	امانی	دانشگاه شهید بهشتی تهران	بهینه سازی استفاده از نیروگاههای هیبریدی فتوولتائیک و بادی به همراه سیستم ذخیره باتری با استفاده از تکنیک قابلیت اطمینان LPSP	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
70	آرمان	امینی	دانشگاه علم و صنعت ایران	تحلیل قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع در حضور واحدهای تولید	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
				پراکنده		ایران	
71		امینی	شرکت توزیع آذربایجان غربی	ANALYSIS AND EVALUATION OF HEADLINE COVERED CONDUCTORS AS A SOLUTION FOR REDUCTION OF LOAD LOSS AND INCREASE RELIABILITY FROM FIELD VIEW USING FINITE ELEMENT METHOD	1389	ششمین کنفرانس بین‌المللی مسائل فنی و فیزیکی در مهندسی قدرت	مقاله
72	آرمان	امینی بدر	شرکت منا	حذف بار بهینه در شبکه های توزیع در حضور واحدهای تولید پراکنده برق جهت کاهش هزینه خاموشی مشترکین	1388	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
73	محمدعلی	امین	یزد	A new procedure for determination of insulators contamination in electrical distribution networks	2014	ELSEVIER	ژورنال
74	فرخ	امینی فر	شریف	Reliability Evaluation of an HVDC Transmission System Tapped by a VSC Station	2010	IEEE	ژورنال
75	فرخ	امینی فر	شریف	Reliability Study of HV Substations Equipped With the Fault Current Limiter	2012	IEEE	ژورنال
76	فرخ	امینی فر	شریف	Reliability Modeling of PMUs Using Fuzzy Sets	2010	IEEE	ژورنال
77	فرخ	امینی فر	شریف	Impact of WAMS Malfunction on Power System Reliability Assessment	2012	IEEE	ژورنال
78	فرخ	امینی فر	شریف	A Comprehensive Scheme for Reliability Centered Maintenance in Power Distribution Systems—Part I: Methodology	2013	IEEE	ژورنال
79	فرخ	امینی فر	شریف	A Comprehensive Scheme for Reliability-Centered Maintenance in Power Distribution Systems—Part II: Numerical Analysis	2013	IEEE	ژورنال
80	فرخ	امینی فر	شریف	Probabilistic Worth Assessment of Distributed Static Series Compensators	2011	IEEE	ژورنال
81	فرخ	امینی فر	شریف	Compromising Wind and Solar Energies from the Power System Adequacy Viewpoint	2012	IEEE	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
82	فرخ	امینی فر	دانشگاه صنعتی شریف	Reliability-Based Maintenance Scheduling of Generating Units in Restructured Power Systems	2013	TJEECS	ژورنال
83	فرخ	امینی فر	دانشگاه صنعتی شریف	Reliability-Constrained Unit Commitment Considering Interruptible Load Participation	2007	IJEEE	ژورنال
84	فرخ	امینی فر	دانشگاه صنعتی شریف	An Extended Reliability Model Of A Unified Power Flow Controller	2007	IET	ژورنال
85	سعید	انتظاری	دانشجوی کارشناسی دانشگاه تهران	ارزیابی روش های محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان در شرکت توزیع برق تهران بزرگ	1391	مقاله	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق
86	86	اورائی	آزاد علوم تحقیقات	Financial analysis and optimal size and operation for a multicarrier energy system	2012	ELSEVIER	ژورنال
87	حمید	ایران منش	دانشگاه شهید باهنر کرمان	پیرشدگی و حوادث ناشی از مفره ها در استان مازندران	1385	مقاله	یازدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق
88	حسن	آبروش	دانشگاه مازندران	پیرشدگی و حوادث ناشی از مفره ها در استان مازندران	1385	مقاله	یازدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق
89	رزم	آرا ذاکری فر	قطب علمی اتوماسیون و بهره برداری سیستمهای قدرت، دانشگاه علم و صنعت ای	ارزیابی آثار مدیریت سمت تقاضا با استفاده از شاخصهای قابلیت اطمینان	1387	مقاله	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق
90	محمد	آراسته	دانشگاه علم و صنعت ایران	روشی ساده برای تسهیم بار بین UPS های موازی	1384	مقاله	بیستیمین کنفرانس بین المللی برق
91	محمد رضا	آراستی	دانشگاه صنعتی شریف	مکان یابی پایانه های راه دور (RTU) به روش تصحیح شاخص قابلیت اطمینان SAIDI از طریق الگوریتم تصمیم گیری سلسله مراتبی (AHP)	1390	مقاله	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق
92	حمیدرضا	آرام	شرکت پایدار رسانا	زمان سنجی عملیات بهره برداری و رفع خاموشی ها	1388	مقاله	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق
93	احسان	اشوع	-	ارزیابی تأثیر شاخص انتظار قطع بار بر قابلیت اطمینان نیروگاه های تولید برق بادی با استفاده از الگوریتم مونت کارلو	1390	مقاله	نخستین همایش ملی انرژی باد و خورشید

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
94	مجید	آقابابایی	دانشگاه علوم دریایی امام خمینی	بررسی معایب ترانسفورماتورهای توزیع و کاهش نرخ خرابی با تعمیرات و نگهداری و طراحی MAINTENANCE EQUIPMENT CARD	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
95	مجید	آقابابایی	عضو هیئت علمی دانشگاه علوم دریایی امام خمینی	قابلیت اطمینان و دسترس پذیری انواع سیستم‌های رانش الکتریکی	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
96	جمشید	آقای	دانشگاه علم و صنعت ایرن - تهران	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع در محیط تجدید ساختار شده	1384	دهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
97	جمشید	آقای	دانشکده مهندسی برق - دانشگاه علم و صنعت ایران	بررسی تاثیر برنامه پاسخگویی بار اضطراری (EDRP) برای بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان و قیمت نقطه های در سیستم های قدرت تجدیدساختاریافته	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
98	علیرضا	آل سعدی	پژوهشگاه نیرو	ستفاده از مطالعات قابلیت اطمینان در طراحی و توسعه شبکه های انتقال و فوق توزیع	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
99	علیرضا	آل سعدی	پژوهشگاه نیرو، دانشگاه صنعتی شریف	ارائه روشی مناسب جهت مدلسازی المانهای حفاظتی برای محاسبه اندیسهای قابلیت اطمینان شبکه های انتقال برق	1384	بیستیمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
100		آیین	دانشگاه کرمان	Probabilistic Reliability Evaluation of Hybrid Wind-Photovoltaic Power Systems	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
101	علیرضا	بابائی	برق منطقه ای تهران	معرفی روشی جدید جهت معادلسازی سیستم قدرت مرکب در مطالعات قابلیت اطمینان	1384	بیستیمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
102	تقی	بارفروشی	FALSE	مدلسازی اثر بارگذاری بر قابلیت اطمینان ترانسفورمر	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
103	تقی	بارفروشی	شرکت برق منطقه ای مازندران	تاثیر کاهش خاموشی های گذرا بر شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه های توزیع انرژی الکتریکی	1380	شانزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
104	تقی	بارفروشی	دانشگاه تربیت مدرس، شرکت برق منطقه ای مازندران (ایران)	مدلسازی تأثیر اتوماسیون در قابلیت اطمینان شبکه های توزیع انرژی الکتریکی	1385	یازدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
105	جواد	باقرپور لاله زاری	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات کرمان	ارزیابی عدم قطعیت پست های توزیع هوایی با استفاده از روش منطق فازی بر قابلیت اطمینان شبکه برق شهر کرمان	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
106	امیر	باقری	-	ارائه روشی جدید برای مدلسازی شبکه قابلیت اطمینان واحد فتوولتاییک	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
						برق	
107	سعید	باقری شورکی	شریف	Reliability Modeling of PMUs Using Fuzzy Sets	2010	IEEE	ژورنال
108	سعید	باقری شورکی	شریف	Critical Component Identification in Reliability Centered Asset Management of Power Distribution Systems via Fuzzy AHP	2012	IEEE	ژورنال
109	مهدی	بانزاد	دانشگاه صنعتی شاهرود	جایابی بهینه واحد های تولید پراکنده بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم بهبود یافته جهش قورباغه	1391	مقاله	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق
110	مجید	باوفا	دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران	بررسی روند تغییرات بار شبکه سراسری برق ایران	1386	مقاله	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق
111	سیدرسول	بدری	شرکت ادصاب	معرفی روشی جدید جهت معادلسازی سیستم قدرت مرکب در مطالعات قابلیت اطمینان	1389	مقاله	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران
112	حسن	براتی	-	ارزیابی تأثیر شاخص انتظار قطع بار بر قابلیت اطمینان نیروگاه های تولید برق بادی با استفاده از الگوریتم مونت کارلو	1390	مقاله	نخستین همایش ملی انرژی باد و خورشید
113	وحیده	برادران سرخابی	دانشگاه آزاد شبستر	بکارگیری توپولوژی سلسله مراتبی در سیستم مدیریت منابع: افزایش قابلیت اطمینان سرویس رایانش مشبک	1387	مقاله	دومین همایش ملی مهندسی برق، کامپیوتر و فناوری اطلاعات
114	ع.	برآبادی	University of Tromsø, N-9037 Tromsø, Norway	Reliability Analysis of Electrical Power Distribution System Considering Operational Environment: A Case Study	1391	مقاله	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق
115	همایون	برهمندپور	پژوهشگاه نیرو	یک روش جدید برای تشخیص ساده و شناسایی سریع جزایردر شبکه های قدرت با استفاده از ماتریس اتصالات شبکه	1387	مقاله	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق
116	حسین	بنکچی	دانشگاه فردوسی مشهد - دانشکده علوم ریاضی - گروه آمار	مدلسازی و افزایش قابلیت اطمینان کانال های مخابراتی دیتا در ایستگاه های تحت پوشش دیسپاچینگ شمال شرق	1387	مقاله	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق
117	مسعود	بهجانی زاده	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب	برنامه ریزی تولید در برق منطقه ای فارس بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان	1386	مقاله	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
118	مسعود	بهجانی زاده	دانشگاه آزاد اسلامی تهران ایران	ارائه الگوریتمی مناسب جهت برنامه ریزی سیستم های قدرت بر حسب شاخص های قابلیت اطمینان	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
119	احمدعلی	بهمن پور	شرکت مهندسين مشاور نورگستر	امکان سنجی غربالی کردن شبکه فشار ضعیف بخشی از شهر تهران	1384	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
120	احمدعلی	بهمن پور	شرکت مهندسين مشاور نورگستر	بررسی قابلیت اطمینان، هزینه - منافع و مسائل حفاظت و رلیایز سیستم فشار ضعیف غربالی پیشنهادی برای منطقه فردوسی (تهران)	1385	یازدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
121	احمدعلی	بهمن پور	شرکت مهندسين مشاور نیرو	شرح ضرورتها و مباحث فلسفه و معیارگذاری سیستم فوق توزیع و توزیع نیروی هرمنطقه	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
122	علی	بهنیافر	دانشگاه صنعتی شاهرود	جایابی بهینه واحد های تولید پراکنده بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم بهبود یافته جهش قورباغه	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
123	ناصر	بیابانی		ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولید در حضور مزارع بادی و سیستم های ذخیره ساز انرژی	1392	سومین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
124	شیما	بیاتیان	دانشگاه آزاد اسلامی اراک	ارائه یک روش جدید مبتنی برافزونگی مسیر و افزونگی داده ها در شبکه های توری با بافر محدود جهت بهبود قابلیت اطمینان داده	1391	پانزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
125		بیگلری	دانشگاه آزاد کرمان	Probabilistic Reliability Evaluation of Hybrid Wind-Photovoltaic Power Systems	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
126	محسن	پارسا مقدم	دانشگاه تربیت مدرس	Coordinated decisions for transmission and generation expansion planning in electricity markets	2012	European Transaction on Power Systems	ژورنال
127	امیر	پارسافر	دانشگاه تربیت مدرس	A Stochastic Reliability-based Approach for Reserve Provision in Systems with High Wind Power Penetration	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
128	محسن	پارسامقدم	گروه مهندسی برق دانشگاه تربیت مدرس	ارزیابی مدیریت سمت تقاضا بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت با نرم افزار DiGSILENT	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
129	محسن	پارسامقدم	دانشگاه تربیت مدرس	Assessment of EV-parking lots effects on congestion management and system reliability	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
130	محسن	پارسامقدم	دانشگاه تربیت مدرس	A Stochastic Reliability-based Approach for Reserve Provision in Systems with High Wind Power Penetration	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
131	محسن	پارسامقدم	تربیت مدرس	Allocation of Network-Driven Load-Management Measures Using Multiattribute Decision Making	2010	IEEE	ژورنال
132	امیرحسین	پارسایی فرد	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب	بررسی اثر قابلیت اطمینان بر امکان سنجی اقتصادی واحدهای تولید همزمان برق و حرارت به کمک شبیه سازی مونت ک ارلو و نظریه بازی ها	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
133	امیرحسین	پارسایی فرد	دانشگاه آزاد اسلامی - واحدتهران	زمانبندی تعمیرات واحدهای نیروگاهی به کمک تئوری بازیها با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و عدم قطعیت بار	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
134	سمانه	پازوکی	آزاد تهران جنوب	Uncertainty modeling in optimal operation of energy hub in presence of wind, storage and demand response	2014	ELSEVIER	ژورنال
135	مجتبی	پرتوی	دانشگاه شهید باهنر کرمان	مدیریت انرژی سیستم هایبرید متشکل از پیل سوختی، آرایه فوتولتائیک و باتری با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
136	امیر	پرچ	دانشگاه علم و صنعت ایرن - تهران	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع در محیط تجدید ساختار شده	1384	دهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
137	مسعود	پروانیا	دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده مهندسی برق	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم مرکب با در نظر گرفتن اثر خروجیهای مربوط به پست	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
138	مسعود	پروانیا	دانشگاه صنعتی شریف	تعیین تعداد بهینه ترانسفورماتورهای یدکی پستهای توزیع با استفاده از مدل مارکوف و محاسبات هزینه-فایده	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
139	محمد	پوراحمد	دانشگاه صنعتی شریف	مدلسازی اثر بارگذاری بر قابلیت اطمینان ترانسفورمر	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
140	جواد	پوراآباده	دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر	تجدید آرایش چند هدفه شبکه‌های توزیع با احتساب رفتار غیرخطی بارها	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
141	رضا	پوراآبابا	شرکت برق منطقه ای اصفهان	ارزیابی قابلیت اطمینان دسترسی ترانسفورماتور های توزیع و ارائه برنامه تعمیرات پیشگیرانه براساس اصول قابلیت اطمینان	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
142	رضا	پورآقابابا	شرکت برق منطقه ای اصفهان	ارزیابی قابلیت اعتمادسیستمهای توزیع نیرو با بررسی اتفاقات شبکه فشارمتوسط درمحدوده منطقه برق شمیران	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
143	رضا	پورآقابابا	و دسترسی برای نیروگاه شهید منتظری اصفهان	ارائه برنامه تعمیرات پیشگیرانه مبتنی بر اصول قابلیت اطمینان و دسترسی برای نیروگاه شهید منتظری اصفهان	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
144	یوسف	پورجمال	دانشگاه تربیت معلم آذربایجان	جایابی منابع تولید پراکنده درسیستم های توزیع شعاعی با هدف کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
145	افشین	پورحیدر	شرکت توزیع نیروی برق جنوبشرق تهران	بررسی اثر نصب کابل خودنگهداردریبهودشاخص های قابلیت اطمینان شبکه های توزیع فشارضعیف هوایی	1386	دوازدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
146	محسن	پوررفیع عربانی	شرکت سهامی خدمات مهندسی برق (مشانیر)	بررسی سرعت باد مناسب جهت طراحی برپایه قابلیت اطمینان خطوط انتقال نیرو در ایران	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
147	محمدقاسم	پورمهدی	شرکت مهندسی مشاور غرب نیرو	جایابی عیب و بازایی به کمک سیستمهای خبره در شبکه های توزیع انرژی الکتریکی	1377	سیزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
148	پورهاشم	پورهاشم	شرکت توانیر	Reliability Assessment as Basis for New Transformer Substation Concepts	1381	هفدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
149	پوپک	پوشنگ باقری	شرکت مشانیر	تاثیر احداث نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای در مدیریت بار و قابلیت اطمینان شبکه قدرت	1387	دومین کنفرانس ملی نیروگاههای آبی کشور	مقاله
150	ابوالفضل	پیرایش نقاب	استادیار دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات	ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه های بادی منجیل و نیشابور	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
151	زهره	پیروزه	پژوهشگاه نیرو - گروه مطالعات سیستم	ارائه روش مناسب جهت ثبت حوادث و اتفاقات شبکه به منظور کاربرد در مطالعات قابلیت اطمینان	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
152	علی	پیروی	دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد	ارزیابی قابلیت اطمینان مبدل‌های الکترونیک قدرت انواع توربین باد متصل به شبکه	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
153	علی	پیروی	دانشگاه فردوسی مشهد	تأثیر شاخص های قابلیت اطمینان بر روی هزینه برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری فیدرهای شبکه توزیع با در نظر گرفتن اهمیت آن ها	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
154	علی	پیروی	دانشگاه فردوسی مشهد	بررسی قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت بهم پیوسته	1376	دوازدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
155	علی	پیروی	دانشگاه فردوسی مشهد	تأثیر اهمیت فیدرها بر قابلیت اطمینان و هزینه برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه فیدرهای شبکه توزیع	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
156	علی	پیروی	دانشگاه فردوسی مشهد	طراحی خط انتقال، جهت اتصال شبکه خراسان و سیستان - بلوچستان با بیشترین قابلیت اطمینان	1378	چهاردهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
157	قره	پیتیان	امیرکبیر	Improved bridge type inrush current limiter for primary grounded transformers	2013	ELSEVIER	ژورنال
158	حمدرضا	تابش	صنعتی اصفهان	Economical Design of Utility-Scale Photovoltaic Power Plants with Optimum Availability	2014	IEEE	ژورنال
159	حبیب	ترابی	معاون بهره برداری و دیسپاچینگ شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ	ارزیابی روش های محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان در شرکت توزیع برق تهران بزرگ	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
160	حبیب	ترابی	شرکت توزیع نیروی برق نواحی تهران بزرگ	زمان سنجی عملیات بهره برداری و رفع خاموشی ها	1388	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
161	علی	ترکمان	دانشگاه بوعلی سینا، همدان	بررسی تأثیر سوئیچهای اتوماتیک بر قابلیت اطمینان سیستم توزیع	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مقاله
162	محمد	تصوری	شرکت برق منطقه ای زنجان	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم مرکب با در نظر گرفتن اثر خروجیهای مربوط به پست	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
163	محمد	تصوری	شرکت توزیع نیروی برق استان زنجان	تعیین تعداد بهینه ترانسفورماتورهای یدکی پستهای توزیع با استفاده از مدل مارکوف و محاسبات هزینه-فایده	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
164	مقدس	تفرشی	دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین توسی	Distributed Energy Resources Capacity Determination of a Hybrid Power System in Electricity Market	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
165	تقوی		دانشگاه تهران	Impact of Dynamic Voltage Restorer (DVR) on Reliability Improvement of Distribution System Sensitive Loads	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
166	تقی خانی		دانشگاه بین المللی امام خمینی قزوین	A Novel Method for Calculating LOLP and Correcting LMP of the Corresponding Bus Using Network Graph	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
167	عادل	تقی زاده طرقله	دانشگاه صنعتی شریف	ارزیابی قابلیت اطمینان با استفاده از شبکه عصبی MLP و شبیه سازی مونت کارلو	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
168	عادل	تقی زاده طرقله	دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف	ایجاد یک بازار با در نظر گرفتن ملاک احتمالاتی در رزرو چرخان	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
169	وحید	تلاوت	دانشگاه علم و صنعت ایران تهران - ایران	امکان سنجی بهره برداری حلقوی از شبکه های توزیع فشار ضعیف از دیدگاه تلفات، قابلیت اطمینان و هماهنگی حفاظتی	1382	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
170	روزبه	تمیز کار	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه	تغییر آرایش شبکه های توزیع منظور استفاده بهینه از منابع تولید پراکنده	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
171	مهدی	تورانی	دانشگاه بیرجند	بررسی وضعیت سیستم های هیبریدی مبدل توان الکتریکی با محوریت ساختار بادی خورشیدی	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
172	عبدالرضا	توکلی	عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان	قابلیت اطمینان و دسترس پذیری انواع سیستم های رانش الکتریکی	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
173	محمودرضا	توکلی زانیانی	سازمان آب و برق خوزستان	مدیریت چرخه عمر نیروگاه دز در دوران پیری بر اساس تحلیل حوادث	1387	دومین کنفرانس ملی نیروگاه های آبی کشور	مقاله
174	174	توکلی	دانشگاه آزاد تبریز	IMPROVE DISTRIBUTION SYSTEM RELIABILITY AND EFFICIENCY USING SMART GRID TECHNOLOGIES	1389	ششمین کنفرانس بین المللی مسائل فنی و فیزیکی در مهندسی قدرت	مقاله
175	محمدحسن	تیموری	کارشناس نگهداری و تعمیرات شرکت سایپا	تاثیر اجرای عملیات نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان برافزایش ایمنی در پستهای برق شرکت سایپا	1389	نخستین کنفرانس نگهداری و تعمیرات یکپارچه	مقاله
176	پیام	تیمورزاده بابلی	تربیت مدرس	Allocation of Network-Driven Load-Management Measures Using Multiattribute Decision Making	2010	IEEE	ژورنال
177	نیلا	جاودانی ضیایی	موسسه آموزش عالی سجاد مشهد	بررسی قابلیت اطمینان شبکه تغذیه قطارشهری با روش مونت کارلو مطالعه موردی - خط اقطارشهری مشهد	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مقاله
178	محمد حسین	جاویدی	دانشگاه فردوسی مشهد	Coordinated decisions for transmission and generation expansion planning in electricity markets	2012	European Transaction on Power Systems	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
179	محمدحسین	جاویدی	گروه برق، دانشگاه فردوسی مشهد	انتخاب بهینه‌ی قراردادهای دوطرفه از دید مصرفکننده بمنظور حفظ قابلیت اطمینان مطلوب در سیستم های قدرت تجدیدساختار شده	1384	بیستمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
180	محمدحسین	جاویدی	ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی، گروه برق	ارائه روشی جدید برای تخصیص توان راکتیو به واحدهای تولیدی بر مبنای افزایش قابلیت اطمینان	1386	پانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
181	محمدحسین	جاویدی	استاد گروه برق، دانشگاه فردوسی مشهد	ارائه روشی جدید برای مقایسه شبکه های کنترل در سیستم مه‌ای قدرت	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
182	محمدحسین	جاویدی	دانشگاه فردوسی مشهد	The Effect of Time-Based Demand Response Program on LDC and Reliability of Power System	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
183	امراه	جبارزاد	دانشگاه آزاد خمین یشهر	ارزیابی قابلیت اعتمادسیستمهای توزیع نیرو با بررسی اتفاقات شبکه فشارمتوسط در محدوده منطقه برق شمیران	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
184	حسین	جباری	دانشجوی کارشناسی ارشد برق- قدرت دانشگاه فردوسی مشهد	ارزیابی قابلیت اطمینان مبدل‌های الکترونیک قدرت انواع توربین باد متصل به شبکه	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
185	شهرام	جدید	دانشگاه علم و صنعت ایران	تاثیر خازن سری کنترل شده با ترستور بر روی افزایش قابلیت اطمینان سیستم قدرت	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
186	شهرام	جدید	قطب علمی اتوماسیون و بهره برداری سیستمهای قدرت، دانشگاه علم و صنعت ای	ارزیابی آثار مدیریت سمت تقاضا با استفاده از شاخصهای قابلیت اطمینان	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
187	محمد	جزینی	دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات دماوند	افزایش سرعت قطع خطا در پست های برق فشار قوی با نانوکلید های الکترونیکی	1391	اولین کنفرانس ملی نانوالکترونیک ایران	مقاله
188	جعفر	جعفرزاده	شرکت توزیع نیروی برق تبریز	بررسی تاثیر اتوماسیون در قابلیت اطمینان شبکه های توزیع با حضور منابع تولید پراکنده و مطالعه موردی آن در شبکه امور برق روشنایی شرکت توزیع نیروی برق تبریز	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
189	جعفر	جعفرزاده	شرکت توزیع تبریز	Reliability Assessment of a New Generation of Fuse Cutouts in Distribution Power System	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
190	احمد	جعفری	شرکت توزیع برق مازندران	بررسی میدانی و تحلیلی علل اتصالی مفره های ۷۲۰ KV در نواحی شمال کشور و نقش آن در شاخ صهای قابلیت اطمینان	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
191	محمد	جعفری	شرکت توانیر، دفتر فنی و نظارت انتقال	تحلیل و برنامه ریزی ارتقاء برنامه های نت (نگهداری و تعمیرات) شبکه های انتقال و فوق توزیع الکتریکی ایران	1386	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
192	مسعود	جعفری	دانشجوی کارشناسی ارشد برق- قدرت دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران	روش جدید برای یافتن تعداد و مکان بهینه ادوات حفاظتی در شبکه های توزیع مجهز به تولید پراکنده	1388	چهارمین کنفرانس حفاظت و کنترل سیستم های قدرت	مقاله
193	مسعود	جعفری	دانشگاه تهران	جایایی بهینه و همزمان منابع تولید پراکنده و ادوات حفاظتی با استفاده از الگوریتم ژنتیک (GA) و الگوریتم کلونی مورچگان (ACS)	1389	اولین همایش منطقه ای مهندسی برق	مقاله
194	میثم	جعفری	دانشگاه تهران	تسویه بازار همزمان انرژی و رزرو چرخان در سیستم قدرت تجدید ساختار یافته بر اساس قابلیت اطمینان مطلوب مصرف کنندگان	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
195	میثم	جعفری	دانشکده فنی دانشگاه تهران ایران	تخصیص هزینه شبکه انتقال با در نظر گرفتن اهمیت ظرفیت خالی خطوط	1384	بیستیمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
196	مسعود	جعفری	دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران	جایایی و ظرفیت یابی بهینه و همزمان منابع تولید پراکنده و ادوات حفاظتی با استفاده از ترکیب الگوریتم کلونی مورچگان (ACS) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
197	میثم	جعفری	گروه مهندسی برق و کامپیوتر دانشکده فنی دانشگاه تهران ایران	تخصیص هزینه شبکه انتقال با در نظر گرفتن اهمیت ظرفیت خالی خطوط	1384	یستمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
198		جعفری		ANALYSIS AND EVALUATION OF HEADLINE COVERED CONDUCTORS AS A SOLUTION FOR REDUCTION OF LOAD LOSS AND INCREASE RELIABILITY FROM FIELD VIEW USING FINITE ELEMENT METHOD	1389	ششمین کنفرانس بین المللی مسائل فنی و فیزیکی در مهندسی قدرت	مقاله
199	عبدالله	جعفریان	شرکت توزیع برق تبریز	جایایی بهینه آشکارسازهای خطای RTU دار بروی شبکه ۲۰ کیلوولت شرکت توزیع نیروی برق تبریز با ارایه مدل جدید تابع هدف	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
200	میثم	جعفری نوکنندی		Scheduling of Spinning Reserve Considering Customer Choice on Reliability	FALSE	IEEE	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
201	داود	جلالی	پژوهشگاه نیرو	استفاده از مطالعات قابلیت اطمینان در طراحی و توسعه شبکه های انتقال و فوق توزیع	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
202	داود	جلالی	پژوهشگاه نیرو	ارائه الگوریتم مناسب جهت ارتقای قابلیت اطمینان شبکه های توزیع به کمک تحلیل حساسیت	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
203	داود	جلالی	پژوهشگاه نیرو	مطالعه تاثیر خطای کلیدهای شبکه توزیع بر محاسبه قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
204	داود	جلالی	پژوهشگاه نیرو	بررسی انتخاب نوع تجهیزات جداساز شبکه های توزیع هوایی و تأثیرات آن بر شاخصهای قابلیت اطمینان	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
205	داود	جلالی	پژوهشگاه نیرو	بررسی تاثیر تغییرات مدت زمان لازم برای انجام عملیات تعمیر و نگهداری بر روی قابلیت اطمینان شبکه توزیع	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
206	داود	جلالی	پژوهشگاه نیرو	بررسی سیستم کدگذاری عملکرد واحدهای تولید در مراجع مختلف و مقایسه آنها با سیستم ایران جهت ثبت حوادث نیروگاه ها	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
207	داود	جلالی	پژوهشگاه نیرو	تحلیل حوادث شبکه به منظور ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های انتقال و فوق توزیع و تعیین نقاط ضعف آن	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
208	داود	جلالی	پژوهشگاه نیرو	ارائه الگوریتم نوین محاسبه قابلیت اطمینان با مدل سازی نقاط مانور و عملکرد تجهیزات حفاظتی در شبکه های توزیع	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
209	داود	جلالی	پژوهشگاه نیرو - گروه مطالعات سیستم	ارائه روش مناسب جهت ثبت حوادث و اتفاقات شبکه به منظور کاربرد در مطالعات قابلیت اطمینان	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
210	داود	جلالی	پژوهشگاه نیرو	یک الگوریتم سریع و ساده مسیریابی مبتنی بر روش رنگ آمیزی گراف برای مدل سازی شبکه های توزیع جهت پیش بینی قابلیت اطمینان	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
211	داود	جلالی	پژوهشگاه نیرو	محاسبه ی قابلیت اطمینان پستهای فوق توزیع با در نظر گرفتن ظرفیت ترانسفورماتور پست و مانور بخش شعاعی	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
212	الشن	جلیل زاده	پژوهشگاه نیرو	بررسی انتخاب نوع تجهیزات جداساز شبکه های توزیع هوایی و تأثیرات آن بر شاخصهای قابلیت اطمینان	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
213	الشن	جلیل زاده	آزمایشگاه پژوهشی انتقال و توزیع برق - دانشگاه تربیت مدرس - تهران - ایران	بررسی تاثیر تغییرات مدت زمان لازم برای انجام عملیات تعمیر و نگهداری بر روی قابلیت اطمینان شبکه توزیع	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
214	الشن	جلیل زاده	پژوهشگاه نیرو و دانشگاه تربیت مدرس	ارائه الگوریتم نوین محاسبه قابلیت اطمینان با مدل‌سازی نقاط مانور و عملکرد تجهیزات حفاظتی در شبکه های توزیع	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
215	الشن	جلیل زاده	پژوهشگاه نیرو - گروه مطالعات سیستم	ارائه یک الگوریتم کاربردی برای جایابی سکسیونر در شبکه‌های فشار متوسط توزیع ایران	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
216	الشن	جلیل زاده	پژوهشگاه نیرو - گروه مطالعات سیستم	ارائه یک الگوریتم کاربردی برای جایابی نقاط مانور در شبکه‌های فشار متوسط توزیع ایران	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
217	سعید	جلیل زاده	دانشکده مهندسی دانشگاه زنجان	حل مسأله در مدار قرار گرفتن نیروگاهها با تلفیق قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید و انتقال	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
218	الشن	جلیل زاده	دانشگاه تربیت مدرس	یک الگوریتم سریع و ساده مسیریابی مبتنی بر روش رنگ‌آمیزی گراف برای مدل‌سازی شبکه‌های توزیع جهت پیش‌بینی قابلیت اطمینان	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
219	لیلا	جلیلی	شرکت توزیع برق تهران بزرگ	مدلسازی نرخ خطای تجهیزات حفاظتی همچون ریکلوزر در تعمیرات پیشگیرانه	1388	چهارمین کنفرانس حفاظت و کنترل سیستم های قدرت	مقاله
220	لیلا	جلیلی	دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات تهران	ارائه روشهای احتمالی و قطعی به منظور ارزیابی اثرات تعمیرات بر روی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع و مقایسه آنها	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
221	علیرضا	جلیلیان	استادیار دانشکده برق دانشگاه علم و صنعت ایران	بررسی تأثیر هماهنگی ادوات حفاظتی بر مشخصه کاهش ولتاژ شبکه توزیع برق	1386	دومین کنفرانس حفاظت و کنترل سیستم های قدرت	مقاله
222	علیرضا	جلیلیان	دانشکده برق دانشگاه علم و صنعت ایران (قطب علمی اتوماسیون و بهره بردار	ارزیابی سیستم حفاظتی یک شبکه توزیع برقبا استفاده از شاخص فراوانی فروافتادگی ولتاژ	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
223	علیرضا	جلیلیان	دانشکده مهندسی برق دانشگاه علم و صنعت ایران	محاسبه شاخصهای کیفیت توان در بخشی از شبکه توزیع مازندران	1381	هفدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
224	صادق	جمالی	دانشگاه علم و صنعت ایران - تهران	امکان سنجی بهره برداری حلقوی از شبکه های توزیع فشار ضعیف از دیدگاه تلفات، قابلیت اطمینان و هماهنگی حفاظتی	1382	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
225	صادق	جمالی	دانشگاه علم و صنعت ایران	تجدید پیکربندی سیستمهای توزیع بر مبنای شاخصهای قابلیت اطمینان	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
226	محمدجواد	جمالی	شرکت توزیع برق استان اصفهان	ارائه روشهای حذف و کاهش انواع عدم تعادل بار شبکه و محاسبات تنظیم بار اصولی و فنی شبکه	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
227	بهمن	جمشیدی عینی	شرکت توزیع نیروی برق غرب استان تهران	کاربرد عملی AHP در مکان یابی کلیدهای شرکت توزیع غرب استان تهران	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
228	وحید	جمشیدی گوهرریزی	دانشگاه شهیدباهنر کرمان	ارائه یک روش آزمون توکار انعطاف پذیر برای آزمایش تراشه شبکه ای	1392	کنگره ملی مهندسی برق، کامپیوتر و فناوری اطلاعات	مقاله
229	پیام	جوادی	شرکت توزیع نیروی برق استان زنجان	ارزیابی تأثیر اتصال هادی های نول در کاهش تلفات شبکه های توزیع مجاور و دو مداره	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
230	محمدصادق	جوادی	دانشگاه شهید چمران اهواز	ارزیابی چندهدفه طرح های توسعه مزارع بادی در ناحیه جنوب غرب ایران از دیدگاه هزینه و قابلیت اطمینان	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	مقاله
231	پیام	جوادی	شرکت توزیع نیروی برق استان زنجان	تعیین تعداد بهینه ترانسفورماتورهای یذکی پستهای توزیع با استفاده از مدل مارکوف و محاسبات هزینه-فایده	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
232	علی	جوادی	دانشگاه شهید باهنر کرمان	مدیریت انرژی سیستم هایبرید متشکل از پیل سوختی، آرایه فوتوولتائیک و باتری با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
233	محمدصادق	جوادی	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه برق، شیراز، ایران	برنامه ریزی بهینه جهت تعمیرات واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن قیود کوتاه مدت تولید و حاشیه رزرو مورد نیاز شبکه سراسری ایران	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
234	محمدصادق	جوادی	دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه تهران - ایران	برنامهریزی به مدار آمدن واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن قیود امنیت بر اساس قوانین بازار برق ایران	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
235	محمدصادق	جوادی	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه برق و الکترونیک، فارس، ایران	روشی نوین برای تجدید آرایش چند منظوره ی سیستم توزیع با استفاده از الگوریتم اجتماع پرندگان باینری	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
236	امین	جوادی نسب	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر، گروه برق، شوشتر، ایران	برنامه ریزی بهینه جهت تعمیرات واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن قیود کوتاه مدت تولید و حاشیه رزرو مورد نیاز شبکه سراسری ایران	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
237	احمد	جوانشیراستیاری	شرکت توزیع برق آذربایجان شرقی	تاثیر نصب مولد تولید پراکنده بر روی سیستم حفاظتی شبکه توزیع و ارائه تجربه عملی ستینگ حفاظتی نمونه	1388	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مقاله
238	محمود	جورابیان	دانشگاه شهید چمران	A comparison of methods for aging modeling in reliability evaluation of power distribution systems	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
239		جورابیان		Studding Two Indices of Voltage Stability in Reliability Constrained Unit Commitment in a Day-ahead Market	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
240	سیدعلی	جوکار	دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)	افزایش قابلیت اطمینان در ارسال ویدئو بر روی شبکه های سیار موردی	1391	بیستمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
241	مجید	جوکار راهجردی	شرکت مهندسی مشاور نیرو	بازیابی حداکثر بار در شبکه ای توزیع همراه با حذف بار بهینه با استفاده از هوش مصنوعی	1384	هشتمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
242	امیرحسین	چمبری	آزاد قزوین	A bi-objective model to optimize reliability and cost of system with a choice of redundancy strategies	2012	ELSEVIER	ژورنال
243	علیرضا	حاتمی شریف آبادی	دانشگاه بوعلی سینا همدان	ارزیابی قابلیت اطمینان پستها به کمک مجموعه های فازی	1382	هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
244	علیرضا	حاتمی شریف آبادی	دانشگاه بوعلی سینا، همدان	بررسی تأثیر سوئیچهای اتوماتیک بر قابلیت اطمینان سیستم توزیع	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مقاله
245		حاتمی	شرکت توزیع خراسان شمالی	Reliability Analysis of Electrical Power Distribution System Considering Operational Environment: A Case Study	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
246	علی	حاج ابراهیمی	دانشگاه تحصیلات تکمیلی و فناوری پیشرفته کرمان	جایابی واحدهای اندازه‌گیری فازوری با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان مبتنی بر الگوریتم NSGA-II	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
247	محمدابراهیم	حاجی آبادی	دانشگاه فردوسی مشهد	ارائه روشی جدید جهت مدل سازی تبادلات بین منطقه ای توان در مطالعه قابلیت اطمینان سیستم قدرت (مورد مطالعاتی: شبکه ۴۰۰ کیلوولت خراسان	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
248	محمدابراهیم	حاجی آبادی	-	ارائه مدل جدید در اولویت‌بندی مکانهای نصب نیروگاه بادی از دیدگاه قابلیت اطمینان سیستم قدرت	1391	نخستین کنفرانس انرژی بادی ایران	مقاله
249		حاجی پور		ANALYSIS AND EVALUATION OF HEADLINE COVERED CONDUCTORS AS A SOLUTION FOR REDUCTION OF LOAD LOSS AND INCREASE RELIABILITY FROM FIELD VIEW USING FINITE ELEMENT METHOD	1389	ششمین کنفرانس بین‌المللی مسائل فنی و فیزیکی در مهندسی قدرت	مقاله
250	محمدابراهیم	حاجی ر	دانشگاه فردوسی مشهد	برنامه ریزی توسعه نیروگاه بادی از دیدگاه قابلیت اطمینان و اقتصاد سیستم قدرت	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
251	امین	حاجی زاده	دانشگاه صنعتی شاهرود	جایابی بهینه واحد های تولید پراکنده بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم بهبود یافته جهش قورباغه	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
252	مسلم	حاجی مزدارانی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکو	بهبود کیفیت توان سیستم میکروشبکه در شرایط اضطراری وضعیت متصل به سیستم توزیع	1390	هشتمین همایش ملی انرژی	مقاله
253		حاجی زاده	دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین توسی	RELIABILITY IMPROVEMENT AND LOSS REDUCTION OF DISTRIBUTION SYSTEM WITH DISTRIBUTED GENERATION	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
254	حمزه	حاجیان حسین آبادی	صنعتی اصفهان	Quantitative Reliability Assessment of Various Automated Industrial Substations and Their Impacts on Distribution Reliability	FALSE	IEEE	ژورنال
255	حمزه	حاجیان حسین آبادی	صنعتی اصفهان	Impacts of Automated Control Systems on Substation Reliability	2011	IEEE	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
256	حمزه	حاجیان حسین آبادی	صنعتی اصفهان	Availability, Reliability, and Component Importance Evaluation of Various Repairable Substation Automation Systems	2012	IEEE	ژورنال
257	حمزه	حاجیان حسین آبادی	صنعتی اصفهان	Availability Comparison of Various Power Substation Automation Architectures	2013	IEEE	ژورنال
258	محمود	حالتی املشی	شرکت مهندسی مشاور نیرو	بازیابی حداکثر بار در شبکه ای توزیع همراه با حذف بار بهینه با استفاده از هوش مصنوعی	1384	هشتمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
259	همایون	حائری خیایوی	شرکت توانیر - معاونت هماهنگی و تولید	محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان در سیستم انتقال و فوق توزیع شبکه برق ایران و مقایسه آن با سایر کشورها	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
260	حسن	حبیب پور کاشی	شرکت برق منطقه ای مازندران ایران	مدلسازی تأثیر اتوماسیون در قابلیت اطمینان شبکه های توزیع انرژی الکتریکی	1385	یازدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
261	مرضیه	حجتی	ن گروه مهندسی کامپیوتر، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی نرم افزار، دانشگاه علم و هنر یزد	ارائه الگوریتم کارآمد برای تعیین قابلیت اعتماد در سیستم‌های k از n چند وضعیتی وزنی	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
262	حسین	حدادبان	دانشکده مهندسی دانشگاه زنجان	حل مسأله در مدار قرار گرفتن نیروگاهها با تلفیق قابلیت اطمینان شبکههای تولید و انتقال	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
263	الهه	حسن زاده	دانشگاه گیلان، رشت، ایران	تعیین همزمان مکان و ظرفیت بهینه بانکهای خازنی و تولیدات پراکنده در شبکههای توزیع به منظور بهبود تلفات و قابلیت اطمینان	1389	اولین کنفرانس بین المللی سالانه انرژی پاک	مقاله
264	مهدی	حسن نیا خیبری	دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر گروه برق	بهبود قابلیت اطمینان شبکه های توزیع دارای منابع تولیدپراکنده با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی	1390	سومین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
265	میثم	حسینی فر	صنعتی اصفهان	Quantitative Reliability Assessment of Various Automated Industrial Substations and Their Impacts on Distribution Reliability	FALSE	IEEE	ژورنال
266	مصطفی	حسین پور	-	ارائه روشی جدید جهت مدل سازی تبادلات بین منطقه ای توان در مطالعه قابلیت اطمینان سیستم قدرت (مورد مطالعاتی: شبکه ۴۰۰ کیلوولت	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
				خراسان			
267	مصطفی	حسین پوربوانلو	دانشگاه فردوسی مشهد	برنامه ریزی توسعه نیروگاه بادی از دیدگاه قابلیت اطمینان و اقتصاد سیستم قدرت	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
268	مصطفی	حسین پوربوانلو	دانشگاه فردوسی مشهد	ارائه مدل جدید در اولویت‌بندی مکانهای نصب نیروگاه بادی از دیدگاه قابلیت اطمینان سیستم قدرت	1391	نخستین کنفرانس انرژی بادی ایران	مقاله
269	سید	حسین حسینیان	دانشکده مهندسی برق - دانشگاه صنعتی امیرکبیر - تهران - ایران	ارائه یک روش ساده جهت تعیین ظرفیت بهینه رزرودر شبکه های تجدید ساختار یافته	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
270	سید	حسین حسینیان	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	جابایی منابع تولید پراکنده در شبکه توزیع به منظور بهینه کردن شاخصهای قابلیت اطمینان با الگوریتم PSO و تصمیمگیری چند معیاره	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
271	سید	حسین حسینیان	دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران	سرمایه گذاری بهینه در راستای کاهش نرخ بروز خطا به منظور افزایش قابلیت اطمینان در سیستم های توزیع	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
272	سید	حسین حسینیان	دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)	طراحی نیروگاه انرژیهای تجدیدپذیر مستقل با بکارگیری الگوریتم بهینهسازی رقابت استعماری	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
273	امیر	حسین دری نژاد	جوی کارشناسی دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور	ارزیابی روش های محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان در شرکت توزیع برق تهران بزرگ	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
274	سجاد	حسین زاده	دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول	ارائه الگوهای جدید تحمل پذیر خطا در پوشش شبکه های حسگر بیسیم و الگوریتمی برای کاهش مصرف انرژی	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
275	مصطفی	حسین زاده	دانشجوی کارشناسی ارشد MBA	لحاظ کردن عدم قطعتهای ترانس و خطوط شبکه توزیع الکتریکی بر شاخص انرژی تامین نشده مشترکین با روش فازی	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
276	سیدحسین	حسینی	گروه مهندسی برق - دانشکده فنی - دانشگاه تبریز	ارزیابی و مقایسه طرحهای مختلف شبکه مصرف داخلی نیروگاههای بخار از دیدگاه شاخص قابلیت اطمینان	1381	هفدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
277	سیدعلی	حسینی	دانشگاه آزاد اسلامی گناباد	الگوریتمی برای محاسبه پارامترهای قابلیت اطمینان در سیستمهای توزیع	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
278	سیدمحمدحسین	حسینی	دانشگاه آزاد - واحد علوم و تحقیقات تهران	جایگذاری بهینه وسایل سوئیچینگ در سیستمهای توزیع شعاعی با استفاده از برنامه ریزی غیرخطی با متغیرهای دودویی	1382	هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
279	سیدهادی	حسینی کردخیلی	دانشگاه مازندران	پیرشدگی و حوادث ناشی از مقرره ها در استان مازندران	1385	یازدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
280	سید حسین	حسینیان	دانشگاه امیرکبیر	Economic and reliable design of a hybrid PV-wind-fuel cell energy system using differential evolutionary algorithm	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
281	حسین زاده	حسین زاده	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین توسی	RELIABILITY IMPROVEMENT AND LOSS REDUCTION OF DISTRIBUTION SYSTEM WITH DISTRIBUTED GENERATION	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
282	محمودرضا	حقی	دانشگاه تربیت مدرس	A Feasibility Study of Wind Farm Installation Based on Reliability Assessment in Kish Island	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
283	محمودرضا	حقی	عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس	بررسی تأثیر نیروگاه بادی بر قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت	1388	هفتمین همایش ملی انرژی	مقاله
284	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس ایران	ارزیابی قابلیت اطمینان پستها به کمک مجموعه های فازی	1382	هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
285	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس دانشکده فنی مهندسی بخش برق	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای انتقال در حضور ادوات FACTS	1382	یازدهمین کنفرانس مهندسی برق	مقاله
286	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس بخش برق شرکت غرب نیرو گروه توزیع	استفاده از اعداد فازی در محاسبه قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1376	دوازدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
287	محمودرضا	حقی فام	برق منطقه ای هرمزگان	استفاده از مفهوم حساسیت الکتریکی بمنظور بهبود پرفیل ولتاژ	1387	چهاردهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
288	محمودرضا	حقی فام	استاد گروه مهندسی برق دانشگاه تربیت مدرس	بررسی اثر قابلیت اطمینان بر امکان سنجی اقتصادی واحدهای تولید همزمان برق و حرارت به کمک شبیه سازی مونت ک ارلو و نظریه بازی ها	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
289	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	بررسی طرح های توسعه شبکه انتقال کشور از دیدگاه قابلیت اطمینان شبکه	1384	هشتمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
290	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	پیشبینی شاخصهای قابلیت اطمینان در شبکه های شامل نیروگاه بادی با استفاده از الگوهای تکرار باد	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
291	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس - بخش مهندسی برق تهران - ایران	اتوماسیون بهینه ی کلیدها در شبکه های توزیع انرژی الکتریکی	1384	بیستمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
292	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس ایران	ارائه الگوریتمی مناسب جهت برنامه ریزی سیستم های قدرت بر حسب شاخص های قابلیت اطمینان	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
293	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	ارائه روشی مناسب جهت مدلسازی المانهای حفاظتی برای محاسبه اندیسهای قابلیت اطمینان شبکه های انتقال برق	1384	بیستمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
294	محمودرضا	حقی فام	بخش مهندسی برق دانشگاه تربیت مدرس	ارائه مدلی مبتنی بر درخت تصمیم به عنوان یک روش غیرپارامتریک دادهکاوی جهت مدلسازی نرخ خطای گذرا در شبکههای توزیع برق	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
295	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس تهران - دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر	ارائه یک روش احتمالاتی برای جابجایی منابع تولید پراکنده با تولید تصادفی در سیستم های توزیع	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
296	محمودرضا	حقی فام	عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس،	ارایه روشی برای بررسی تأثیر نصب نیروگاه بادی در نقاط مختلف ایران بر شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
297	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	ارتقاء قابلیت اطمینان شبکه ی توزیع با استفاده از مدل بیمه و مفهوم مطلوبیت انتظاری	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
298	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	جابجایی منابع تولید پراکنده در شبکه توزیع به منظور بهینه کردن شاخصهای قابلیت اطمینان با الگوریتم PSO و تصمیمگیری چند معیاره	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
299	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اسلامشهر	تغییر آرایش شبکه های توزیع به منظور استفاده بهینه از منابع تولید پراکنده	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
300	محمودرضا	حقی فام		تعیین ظرفیت معادل نیروگاه بادی منجیل با استفاده از روش مونت کارلو	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
301	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	جابجایی همزمان سکسیونرها و نقاط مانور در شبکه های توزیع انرژی الکتریکی	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
302	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	حوزه احتمالاتی تغذیه DG و اثر آن بر شاخ صهای قابلیت اطمینان	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
						برق	
303	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	روش برنامه ریزی پویا در مکان یابی منابع تولید پراکنده به منظور کاهش تلفات و بهبود قابلیت اطمینان	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
304	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	روشی جدید در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های انتقال با استفاده از منحنی های تداومی بار	1381	هفدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
305	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	روشی جدید در تعیین ظرفیت معادل نیروگاه‌های بادی بر مبنای شاخ صهای قابلیت اطمینان	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
306	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	زمانبندی تعمیرات واحدهای نیروگاهی به کمک تئوری بازیها با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و عدم قطعیت بار	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
307	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	طرحی نوین برای تغییر آرایش و حفاظت شبکه های توزیع دارای منابع تولید پراکنده با استفاده از شبکه های عصبی MLP	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
308	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	مدلسازی تأثیر اتوماسیون در قابلیت اطمینان شبکه های توزیع انرژی الکتریکی	1385	یازدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
309	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	Reliability evaluation of transmission network including effect of protection systems	2007	European Transaction on Power Systems	ژورنال
310	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	A new reduction method for reliability assessment of bulk electric power systems	2006	European Transaction on Power Systems	ژورنال
311	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	Optimal allocation of tie points in radial distribution systems using a genetic algorithm	2004	European Transaction on Power Systems	ژورنال
312	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	مکان یابی بهینه ی ریکلوزرها در شبکه های توزیع فشارمتوسط	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
313	محمودرضا	حقی فام	تربیت مدرس	Micro grid; Energy management; Reliability; Economic issue; Distributed generator	2013	ELSEVIER	ژورنال
314	محمودرضا	حقی فام	تربیت مدرس	Uncertainty modeling in optimal operation of energy hub in presence of wind, storage and demand response	2014	ELSEVIER	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
315	محمودرضا	حقی فام	تربیت مدرس	Bayesian estimation of overhead lines failure rate in electrical distribution systems	2014	ELSEVIER	ژورنال
316	محمودرضا	حقی فام	تربیت مدرس	Duration based reconfiguration of electric distribution networks using dynamic programming and harmony search algorithm	2012	ELSEVIER	ژورنال
317	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه صنعتی شریف	Reliability Evaluation of Transmission Network Including Effect of Protection Systems	2007	ETEP	ژورنال
318	محمودرضا	حقی فام	دانشگاه صنعتی شریف	A New Reduction Method for Reliability Assessment of Bulk Electric Power Systems	2006	ETEP	ژورنال
319	سعید	حکیمی گیلانی	دانشگاه گیلان	بررسی معایب ترانسفورماتورهای توزیع و کاهش نرخ خرابی با تعمیرات و نگهداری و طراحی MAINTENANCE EQUIPMENT CARD	1392		مقاله دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق
320	کمیل	حمیدی	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رفسنجان، گروه برق، رفسنجان، ایران	بررسی درجه بندی امنیت خطوط سیستم قدرت در برابر جزیره ای شدن	1392		مقاله پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران
321	مرتضی	حیدری	دانشگاه صنعتی شاهرود	جایابی بهینه واحد های تولید پراکنده بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم بهبود یافته جهش قورباغه	1391		مقاله هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق
322	مجتبی	حیدری	دانشگاه محقق اردبیلی	جایابی بهینه چند هدفه سکسیونرها در بخشی از شبکه توزیع الکتریکی افسریه تهران به کمک الگوریتم بهبود یافته چند هدفه VEPSO	1391		مقاله هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق
323	احسان	حیدریان فروشانی	دانشگاه تربیت مدرس	A Stochastic Reliability-based Approach for Reserve Provision in Systems with High Wind Power Penetration	1392		مقاله بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق
324	سعید	خادمی	شرکت برق منطقه ای خراسان - مرکز دیسپاچینگ	مدلسازی و افزایش قابلیت اطمینان کانال های مخابراتی دیتا در ایستگاه های تحت پوشش دیسپاچینگ شمال شرق	1388		مقاله بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق
325	غلامعلی	خاکباز	شرکت مهندسی مشاور نیرو	امکان سنجی غربالی کردن شبکه فشار ضعیف بخشی از شهر تهران	1384		مقاله بیستیمین کنفرانس بین المللی برق
326	نوید	خالصی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب	حوزه احتمالاتی تغذیه DG و اثر آن بر شاخ صهای قابلیت اطمینان	1387		مقاله بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
327	نوید	خالصی	دانشگاه آزاداسلامی واحدتهران جنوب	روش برنامه ریزی پویا در مکان یابی منابع تولید پراکنده به منظور کاهش تلفات و بهبود قابلیت اطمینان	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
328	علی	خالقی	دانشگاه سیستان و بلوچستان	جایابی واحدهای اندازه گیری فازوری با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان مبتنی بر الگوریتم NSGA-II	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
329	مجید	خانی	شرکت توزیع نیروی برق جنوبشرق تهران	بررسی اثر نصب کابل خودنگهداردر بهبود شاخص های قابلیت اطمینان شبکه های توزیع فشار ضعیف هوایی	1386	دوازدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
330	میثم	خجسته	دانشگاه صنعتی شریف	ارزیابی قابلیت اطمینان با استفاده از شبکه عصبی MLP و شبیه سازی مونت کارلو	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
331	میثم	خجسته	دانشگاه علم و صنعت	مقایسه و بررسی قابلیت اطمینان شرکت توزیع با شاخصهای جهانی	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
332	امین	خداپخشیان		Simultaneous Optimal Design of Measurement and Communication Infrastructures in Hierarchical Structured WAMS	2014	IEEE	ژورنال
333	محمد	خداداد حسین آبادی	دانشکده صنعت آب و برق تهران	بررسی اثر شینه بندی در شاخص های قابلیت اطمینان پست های فشار قوی و آنالیز حساسیت در آنها	1376	دوازدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
334	ع.	خدادنژاد	دانشگاه بین المللی امام خمینی قزوین	A Novel Method for Calculating LOLP and Correcting LMP of the Corresponding Bus Using Network Graph	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
335	علیرضا	خدادی	شرکت توزیع نیروی برق مرکز تهران	امکان سنجی بهره برداری حلقوی از شبکه های توزیع فشار ضعیف از دیدگاه تلفات، قابلیت اطمینان و هماهنگی حفاظتی	1382	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
336	علیرضا	خدادی	شرکت توزیع نیروی برق مرکز تهران	ارزش اقتصادی اتوماسیون در شبکه توزیع	1382	هشتمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
337	مجتبی	خدرزاده	دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور	Reliability Assessment of a New Generation of Fuse Cutouts in Distribution Power System	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
338	هادی	خطیب زاده آزاد	پژوهشگاه نیرو	مطالعه تاثیر خطای کلیدهای شبکه توزیع بر محاسبه قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
339	هادی	خطیب زاده آزاد	پژوهشگاه نیرو - گروه مطالعات سیستم	ارائه روش مناسب جهت ثبت حوادث و اتفاقات شبکه به منظور کاربرد در مطالعات قابلیت اطمینان	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
340	هادی	خطیب زاده آزاد	پژوهشگاه نیرو - گروه مطالعات سیستم	ارائه یک الگوریتم کاربردی برای جایابی سکسیونر در شبکه‌های فشار متوسط توزیع ایران	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
341	هادی	خطیب زاده آزاد	پژوهشگاه نیرو - گروه مطالعات سیستم	ارائه یک الگوریتم کاربردی برای جایابی نقاط مانور در شبکه‌های فشار متوسط توزیع ایران	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
342	هادی	خطیب زاده آزاد	ژوهشگاه نیرو - گروه مطالعات سیستم	توسعه الگوریتم جایابی سکسیونرهای معمولاً باز و بسته در شبکه های فشار متوسط توزیع ایران با تبدیل بار خطی به بار نقطه ای	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
343		خلیفه	دانشگاه شهید چمران اهواز	Studding Two Indices of Voltage Stability in Reliability Constrained Unit Commitment in a Day-ahead Market	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
344		خلیفه	دانشگاه شهید چمران اهواز	Different Strategies of Interruptible Load Contracts Implemented in Reliability Constrained Unit Commitment	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
345	وحید	خلیق	آزمایشگاه تحقیقاتی برنامه ریزی و بهره برداری از سیستمهای قدرت، دانشک	ارائه روشی جدید برای مدلسازی شبکه قابلیت اطمینان واحد فتوولتائیک	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
346		خندانی	بوعلی سینا همدان	Evaluation economic and reliability issues for an autonomous independent network of distributed energy resources	2014	ELSEVIER	ژورنال
347	علیرضا	خواجه	شرکت توزیع نیروی برق شیراز	کاربرد مهندسی ارزش در طراحی بهینه شبکه توزیع جهت کاهش تلفات	1388	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
348	پیام	خوارزمی	شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ	ارائه مدلی مبتنی بر درخت تصمیم به عنوان یک روش غیرپارامتریک داده‌کاوی جهت مدلسازی نرخ خطای گذرا در شبکه‌های توزیع برق	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
349	پیام	خوارزمی	مدیر فوریت های برق شرکت توزیع	ارزیابی روش های محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان در شرکت توزیع	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
			نیروی برق تهران بزرگ	برق تهران بزرگ		های توزیع نیروی برق	
350	پیام	خوارزمی	شرکت توزیع نیروی برق نواحی تهران بزرگ	زمان سنجی عملیات بهره برداری و رفع خاموشی ها	1388	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
351	مژده	خوش تیغ	موسسه آموزش عالی سجاد مشهد	بررسی قابلیت اطمینان شبکه تغذیه قطار شهری با روش مونت کارلو مطالعه موردی - خط اقطار شهری مشهد	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مقاله
352	غلامرضا	خوش خلق	دانشگاه تربیت مدرس	روشی جدید در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای انتقال با استفاده از منحنی های تداومی بار	1381	هفدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
353	حسین	دامرودی	کارشناس کنترل از دانشگاه صنعتی سهند تبریز، تهران،	ارایه روشی برای بررسی تأثیر نصب نیروگاه بادی در نقاط مختلف ایران بر شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
354	حمید	دانایی	پژوهشگاه نیرو	مطالعه تاثیر خطای کلیدهای شبکه توزیع بر محاسبه قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
355	حمید	دانایی	پژوهشگاه نیرو	تحلیل حوادث شبکه به منظور ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های انتقال و فوق توزیع و تعیین نقاط ضعف آن	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
356	موءز	داودی	دانشگاه fiu	Reliability based generator maintenance scheduling using hybrid evolutionary approach	2012	ELSEVIER	ژورنال
357	مهدی	داودی	دانشگاه fiu	Reliability based generator maintenance scheduling using hybrid evolutionary approach	2012	ELSEVIER	ژورنال
358	مسعود	داوری	دانشکده مهندسی برق - دانشگاه صنعتی امیرکبیر - تهران - ایران	ارائه یک روش ساده جهت تعیین ظرفیت بهینه رزرودر شبکه های تجدید ساختار یافته	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
359	قاسم	درخسان	دانشکده مهندسی برق دانشگاه علم و صنعت ایران	استفاده همزمان از نرم افزار GIS و PM در مطالعات قابلیت اطمینان شبکه های توزیع نیروی برق	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
360	ناهیده	درخشان فرد	دانشگاه آزاد تبریز	بکارگیری توپولوژی سلسله مراتبی در سیستم مدیریت منابع: افزایش قابلیت اطمینان سرویس رایانش مشبک	1387	دومین همایش ملی مهندسی برق، کامپیوتر و فناوری اطلاعات	مقاله
361	امین	درری رضانی	دانشجوی کارشناسی ارشد برق قدرت، مؤسسه آموزش عالی سجاد	ارزیابی شاخص قابلیت اطمینان با حضور نیروگاه های بادی کوچک در یک ریز شبکه	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مقاله
362	محمد رضا	درستکار قمصری	دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده مهندسی برق	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم مرکب با در نظر گرفتن اثر خروجیهای مربوط به پست	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
363	محمد رضا	درستکار قمصری	شریف	Probabilistic Worth Assessment of Distributed Static Series Compensators	2011	IEEE	ژورنال
364		درفشی	شرکت مدیریت شبکه	Distributed Energy Resources Capacity Determination of a Hybrid Power System in Electricity Market	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
365	بهروز	درویش متولی	شرکت توزیع برق مازندران	محاسبه شاخصهای کیفیت توان در بخشی از شبکه توزیع مازندران	1381	هفدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
366	سیدنوید	دربابازی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب	جایابی منابع تولید پراکنده در شبکه توزیع به منظور بهینه کردن شاخصهای قابلیت اطمینان با الگوریتم PSO و تصمیمگیری چند معیاره	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
367	علی	دستفان	دانشکده مهندسی برق و رباتیک دانشگاه صنعتی شاهرود	برآورد هزینه های وقفه در سیستم قدرت با استفاده از مدل ویبال-مارکوف	1387	هفتمین همایش کیفیت و بهره وری در صنعت برق	مقاله
368	رحمن	دشتی	دانشجوی دکتری برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد	جایابی بهینه ریکلوزر جهت افزایش قابلیت اطمینان شبکه توزیع نیروی برق استان بوشهر	1388	چهارمین کنفرانس حفاظت و کنترل سیستم های قدرت	مقاله
369	رضا	دشتی	شرکت توزیع نیروی برق استان بوشهر	ارزیابی دقیق بهره وری از نشانگرهای خطا	1386	دوازدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
370	رضا	دشتی	علم و صنعت	Reliability based asset assessment in electrical distribution systems	2013	ELSEVIER	ژورنال
371	رضا	دشتی	تهران	A new long term load management model for asset governance of electrical distribution systems	2010	ELSEVIER	ژورنال
372	احسان	دقیانوس	دانشگاه آزاد خمینی شهر	تخمین نرخ خرابی و متوسط زمان تعمیر اجزاء یک فیذر فشار متوسط براساس تکنیک تعدیل داده های قابلیت اطمینان	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
373	اصغر	دلیرخانقاه	شرکت پالایش نفت تبریز	مدلسازی شبکه شرکت پالایش نفت تبریز به عنوان شبکه نمونه تولیدپراکنده و تأثیر آن بر شبکه سراسری	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
374	علی	دنیوی	دانشگاه ارومیه	طراحی یک پروتکل انتقال داده چند مسیره در شبکه های حسگر بی سیم برای افزایش قابلیت اطمینان	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
375	ایمان	دهار	موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی خوزستان	برنامه ریزی بهینه جهت تعمیرات واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن قیود کوتاه مدت تولید و حاشیه رزرو مورد نیاز شبکه سراسری ایران	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
376		دهقان	دانشگاه علم و صنعت	Application of Differential Evolution Algorithm to Design a Hydrogen-based Wind/PV Plant Considering Reliability Indices	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
377	حسین	دهقان دهنوی	دانشگاه شهید باهنر، کرمان	بهبود قابلیت اطمینان به کمک بازآرایی خودکار در شبکه های توزیع هوشمند	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
378	پیمان	دهقانیان	دانشگاه صنعتی شریف	شناسایی تجهیزات و قطعات مشکل ساز شبکه های توزیع انرژی الکتریکی با انالیز قابلیت اطمینان	1389	نخستین کنفرانس نگهداری و تعمیرات یکپارچه	مقاله
379	پیمان	دهقانیان	دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف	شناسایی تجهیزات و قطعات مشکل ساز شبکه های توزیع انرژی الکتریکی به کمک روشی پیشنهادی بر مبنای تصمیم گیری سلسله مراتبی AHP	1389	نخستین کنفرانس نگهداری و تعمیرات یکپارچه	مقاله
380	پیمان	دهقانیان	شریف	A Comprehensive Scheme for Reliability Centered Maintenance in Power Distribution Systems—Part I: Methodology	2013	IEEE	ژورنال
381	پیمان	دهقانیان	شریف	A Comprehensive Scheme for Reliability-Centered Maintenance in Power Distribution Systems—Part II: Numerical Analysis	2013	IEEE	ژورنال
382	پیمان	دهقانیان	شریف	Critical Component Identification in Reliability Centered Asset Management of Power Distribution Systems via Fuzzy AHP	2012	IEEE	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
383	دوات گران	دوات گران	دانشگاه شهید چمران اهواز	Studding Two Indices of Voltage Stability in Reliability Constrained Unit Commitment in a Day-ahead Market	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
384	دوات گران	دوات گران	دانشگاه شهید چمران اهواز	Different Strategies of Interruptible Load Contracts Implemented in Reliability Constrained Unit Commitment	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
385	رضا	دوستی	دانشگاه بیرجند	کاربرد OPF در سیستم‌های مدیریت انرژی	1384	هشتمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
386	هادی	دوستی برحق	شرکت توزیع نیروی برق استان گیلان	مقایسه و بررسی قابلیت اطمینان شرکت توزیع با شاخصهای جهانی	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
387	مجید	ذوالعلی	شرکت فنی و مهندسی فراعمران نگار	استفاده همزمان از نرم افزار GIS و PM در مطالعات قابلیت اطمینان شبکه های توزیع نیروی برق	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
388	نرگس	رازقی فرد	شرکت توزیع نیروی برق شمالغرب	بازیابی حداکثر بار در شبکه ای توزیع همراه با حذف بار بهینه با استفاده از هوش مصنوعی	1384	هشتمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
389	علی اصغر	رازی کاظمی	شریف	Critical Component Identification in Reliability Centered Asset Management of Power Distribution Systems via Fuzzy AHP	2012	IEEE	ژورنال
390	علی اصغر	رازی کاظمی	شریف	Priority Assessment of Online Monitoring Investment for Power System Circuit Breakers—Part II: Determination of Optimum Number	2013	IEEE	ژورنال
391	ساعد	راعی	دانشگاه صنعتی شریف	بررسی طرح های توسعه شبکه انتقال کشور از دیدگاه قابلیت اطمینان شبکه	1384	هشتمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
392	فیروزه	رامشخواه	FALSE	بهینه سازی طراحی و ظرفیت پستهای شبکه توزیع با در نظرگیری ارزش بار از دست رفته در محاسبات قابلیت اطمینان	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
393	علی	رامین فر	شرکت توزیع نیروی برق تبریز	بررسی بهبود قابلیت اطمینان شبکه های توزیع کابلی با اجرای اتوماسیون و شبیه سازی آن در یک شبکه واقعی	1384	دهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
394	ابوذر	راوندی	باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد واحد ساوه	افزایش سرعت قطع خطا در پست های برق فشار قوی با نانوکلید های الکترونیکی	1391	اولین کنفرانس ملی نانوالکترونیک ایران	مقاله
395	مهران	ربانی	رئیس گروه مطالعات سیستم شرکت برق جنوب استان کرمان	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع با استفاده از شبکه عصبی Cascade و شاخص های پیشنهادی	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
396	عبدالرضا	ربعی فرادنبه	دانشگاه علم و صنعت ایران تهران - ایران	امکان سنجی بهره برداری حلقوی از شبکه های توزیع فشار ضعیف از دیدگاه تلفات، قابلیت اطمینان و هماهنگی حفاظتی	1382	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
397	مصطفی	رجبی	شرکت برق منطقه ای خراسان - مرکز دیسپاچینگ	مدلسازی و افزایش قابلیت اطمینان کانال های مخابراتی دیتا در ایستگاه های تحت پوشش دیسپاچینگ شمال شرق	1387	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
398		رجبی	دانشگاه تهران	checReactive Power Pricing in Power systems	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
399	عباس	رجبی قهنویه	دانشگاه صنعتی شریف	مکان یابی بهینه تولیدات پراکنده در شبکه های توزیع با رویکرد آنالیز هزینه/ ارزش	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
400	مصطفی	رجبی مشهدی	موسسه آموزش عالی سجاد مشهد	بررسی قابلیت اطمینان شبکه تغذیه قطارشهری با روش مونت کارلو مطالعه موردی - خط اقطارشهری مشهد	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مقاله
401	حبیب	رجبی مشهدی	دانشگاه فردوسی مشهد	برنامه ریزی توسعه تولید یک شرکت برق در محیط تجدید ساختار با اعمال محدودیتهای قابلیت اطمینان	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
402	حبیب	رجبی مشهدی	-	ارائه روشی جدید جهت مدل سازی تبادلات بین منطقه ای توان در مطالعه قابلیت اطمینان سیستم قدرت (مورد مطالعاتی: شبکه ۴۰۰ کیلوولت خراسان	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
403	حبیب	رجبی مشهدی	-	ارائه مدل جدید در اولویت بندی مکانهای نصب نیروگاه بادی از دیدگاه قابلیت اطمینان سیستم قدرت	1391	نخستین کنفرانس انرژی بادی ایران	مقاله
404	حبیب	رجبی مشهدی	دانشگاه فردوسی مشهد	ارزیابی چندهدفه طرح های توسعه مزارع بادی در ناحیه جنوب غرب ایران از دیدگاه هزینه و قابلیت اطمینان	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	مقاله
405	مصطفی	رجبی مشهدی	استادیار، مؤسسه آموزش عالی سجاد، شرکت برق منطقه ای	ارزیابی شاخص قابلیت اطمینان با حضور نیروگاه های بادی کوچک در یک ریز شبکه	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
			خراسان				
406	حبیب	رجبی مشهدی	فردوسی مشهد	An integrated model for generation maintenance coordination in a restructured power system involving gas network constraints and uncertainties	2013	ELSEVIER	ژورنال
407	حبیب	رجبی مشهدی	دانشیار گروه برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد	جایابی بهینه ریکلوزر جهت افزایش قابلیت اطمینان شبکه توزیع نیروی برق استان بوشهر	1388	چهارمین کنفرانس حفاظت و کنترل سیستم های قدرت	مقاله
408	حبیب	رجبی مشهدی	دانشگاه فردوسی مشهد	برنامه ریزی توسعه نیروگاه بادی از دیدگاه قابلیت اطمینان و اقتصاد سیستم قدرت	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
409	سیدحبیب اله	رحمتی	آزاد قزوین	A bi-objective model to optimize reliability and cost of system with a choice of redundancy strategies	2012	ELSEVIER	ژورنال
410	ایمان	رحمتی	شریف	Reliability Study of HV Substations Equipped With the Fault Current Limiter	2012	IEEE	ژورنال
411	ایرج	رحیمی پردنجانی		ارزیابی عملکرد، قابلیت اطمینان و ریسک در طرح حفاظتی سیستم f	1385	اولین کنفرانس تخصصی حفاظت و کنترل	مقاله
412	ایرج	رحیمی پردنجانی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	تاثیر TCSC بر ریسک ناپایداری گذرای نیروگاه	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
413	حسن	رستگار	استادیار دانشگاه صنعتی امیرکبیر	ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه های بادی منجیل و نیشابور	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
414	حسن	رستگار	دانشگاه صنعتی امیر کبیر ایران	روشی نو در انتخاب بهینه اندازه و تعداد توربینهای بادی و باتریها در یک سیستم بادی جدا از شبکه	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
415	احمد	رستمیان	دانشجوی کارشناسی ارشد برق	لحاظ کردن عدم قطعیت‌های ترانس و خطوط شبکه توزیع الکتریکی بر شاخص انرژی تامین نشده مشترکین با روش فازی	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
416	مهرداد	رستمی	شاهد	Improved bridge type inrush current limiter for primary grounded transformers	2013	ELSEVIER	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
417	مهدی	رسول زاده حقیقی	دانشگاه تربیت مدرس دانشکده فنی مهندسی بخش برق	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های انتقال در حضور ادوات FACTS	1382	یازدهمین کنفرانس مهندسی برق	مقاله
418	سعید	رسولی هیکل آباد	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز	ارائه درخت جمع‌آوری داده‌های موثر با قابلیت اطمینان و تحمل‌پذیری خطای بالا در شبکه‌های حسگر بیسیم	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
419	وحید	رشتچی	دانشگاه زنجان	جایایی بهینه تولیدات پراکنده در شبکه‌های توزیع برای بهبود قابلیت اطمینان به کمک الگوریتم قورباغه	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
420	مسعود	رشیدی نژاد	استادپار دانشگاه شهید باهنر کرمان	برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال بمنظور برقراری معاملات بازار برق و تامین قابلیت اطمینان N-1	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
421	مسعود	رشیدی نژاد	دانشگاه شهید باهنر، کرمان	بهبود قابلیت اطمینان به کمک بازآرایی خودکار در شبکه‌های توزیع هوشمند	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه‌های توزیع نیروی برق	مقاله
422	رشیدی نژاد	دانشگاه کرمان	دانشگاه کرمان	Probabilistic Reliability Evaluation of Hybrid Wind-Photovoltaic Power Systems	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
423	رضا خواه	دانشگاه علوم و تحقیقات تهران	دانشگاه علوم و تحقیقات تهران	Impact of Dynamic Voltage Restorer (DVR) on Reliability Improvement of Distribution System Sensitive Loads	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
424	علی	رضا روستا	دانشگاه صنعتی شیراز	بررسی قابلیت اطمینان و پاسخ دینامیکی توری نه‌ای بادی نوع ژنراتور القایی از دو سو تغذیه با استفاده از کنترل فضای برداری به روش SVPWM	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
425	سعید	رضا گلدانی	دانشگاه فردوسی مشهد	برنامه ریزی توسعه تولید یک شرکت برق در محیط تجدید ساختار با اعمال محدودیتهای قابلیت اطمینان	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
426	حسین	رضایی	شرکت توزیع برق مازندران	محاسبه شاخصهای کیفیت توان در بخشی از شبکه توزیع مازندران	1381	هفدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
427	سیدمحسن	رضوی	دانشگاه صنعتی شریف	استفاده از روش HAZOP در تحلیل مخاطره و بهبود قابلیت اطمینان در شبکه‌های قدرت	1384	اولین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE	مقاله
428	سیدرسول	رضیان	شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان	ارائه روشی برای تحلیل فیدرهای فشار متوسط از نظر قابلیت اطمینان و شناسایی فیدرهای بحرانی و تحلیل تعدادی از فیدرهای شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان با روش مذکور	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه‌های توزیع نیروی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
429	محسن	رفیعی	باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات	افزایش سرعت قطع خطا در پست های برق فشار قوی با نانوکلید های الکترونیکی	1391	اولین کنفرانس ملی نانوالکترونیک ایران	مقاله
430	پرویز	رمضانپور	دانشکده صنعت آب و برق تهران	بررسی اثر شینه بندی در شاخص های قابلیت اطمینان پست های فشار قوی و آنالیز حساسیت در آنها	1376	دوازدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
431	پرویز	رمضانپور	دانشکده مهندسی برق - دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	بررسی اثر قراردادهای خرید و فروش برق بین کشورهای همسایه در شاخصهای قابلیت اطمینان	1386	یست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
432	پرویز	رمضانپور	دانشگاه صنعت آب و برق	بررسی و بهبود قابلیت اطمینان در شبکه توزیع شهرهای زنجان و قزوین با استفاده از نرم افزار DigSILENT	1383	نهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
433	پرویز	رمضانپور	دانشگاه صنعت آب و برق (شهیدعباسپور)	جایابی بازبسته‌ها در شبکه های توزیع حاوی منابع تولید پراکنده بمنظور افزایش قابلیت اطمینان سیستم	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
434	مریم	رضانی	استادیاردانشگاه بیرجند	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولید در حضور مزارع بادی و سیستم های ذخیره ساز انرژی	1392	سومین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
435	مریم	رضانی	دانشگاه تربیت مدرس - بخش مهندسی برق تهران - ایران	اتوماسیون بهینه ی کلیدها در شبکه های توزیع انرژی الکتریکی	1384	بیستمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
436	مریم	رضانی	دانشگاه تربیت مدرس	جایابی همزمان سکسیونرها و نقاط مانور در شبکه های توزیع انرژی الکتریکی	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
437	مریم	رضانی	دانشگاه تربیت مدرس	مکان یابی بهینه ی ریکلوزرها در شبکه های توزیع فشارمتوسط	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
438	مریم	رضانی	دانشگاه بیرجند	Generating Unit Maintenance Scheduling in Power Market Based on Fairness and Competition	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
439		رنجیر	دانشگاه صنعتی شریف	A Proposed Method for Reliable Scheduling in Deregulated Power Systems	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
440		رنجیر	آزاد علوم تحقیقات	Financial analysis and optimal size and operation for a multicarrier energy system	2012	ELSEVIER	ژورنال
441		رنجیر	شریف	A proposed model for co-optimization of energy and reserve in competitive electricity markets	2009	ELSEVIER	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
442		روحانی	دانشگاه زنجان	An Integrated Hybrid Power Supply for Off-Grid Applications Fed by Wind/Photovoltaic/Fuel Cell Energy Systems	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
443	مهدی	روحبخش	شرکت توزیع نیروی برق مشهد	مکانیابی بهینه نصب ریکلوزر در یک فیدر شعاعی فشار متوسط	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
444	جواد	روحی	دانشگاه علوم فنون مازندران ایران	جایابی منابع تولید پراکنده جهت بهبود قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم ژنتیک	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	مقاله
445	مهرین	روحی فر	دانشگاه آزاداسلامی واحد تبریز	افزایش قابلیت اطمینان در تجمیع داده‌ی شبکه‌های حسگر بی سیم	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
446	بهروز	روزبهانی	شرکت منیران	ارزیابی دقیق بهره‌وری از نشانگرهای خطا	1386	دوازدهمین کنفرانس سراسری شبکه‌های توزیع نیروی برق	مقاله
447	عماد	روغنیان	دانشگاه خواجه نصیر	ارائه روشی نوین جهت آنالیز حالات بالقوه خرابی با استفاده از تکنیک تلفیقی DEA FMEA و الگوریتم K-means	1391	دومین همایش ملی کامپیوتر، برق و فن آوری اطلاعات	مقاله
448	ساحل	ریاضی	دانشگاه آزاداسلامی واحد تبریز	افزایش قابلیت اطمینان در تجمیع داده‌ی شبکه‌های حسگر بی سیم	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
449	احسان	ریحانی	موسسه آموزش عالی اسرار	Reliability based generator maintenance scheduling using hybrid evolutionary approach	2012	ELSEVIER	ژورنال
450	فرزاد	رئیزی	دانشکده برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد	انتخاب ژنراتورهای توربین بادی بهینه در سیستم قدرت با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و هزینه	1392	دومین کنفرانس ملی ایده‌های نو در مهندسی برق	مقاله
451	فرزاد	رئیزی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد	تعیین نوع و ظرفیت بهینه ژنراتورهای توربین بادی در سیستم قدرت با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و هزینه	1392	دومین کنفرانس ملی ایده‌های نو در مهندسی برق	مقاله
452	سجاد	زادخواست	شریف	Reliability Evaluation of an HVDC Transmission System Tapped by a VSC Station	2010	IEEE	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
453	کاظم	زارع	دانشگاه تبریز	بررسی تاثیر اتوماسیون در قابلیت اطمینان شبکه های توزیع با حضور منابع تولید پراکنده و مطالعه موردی آن در شبکه امور برق روشنایی شرکت توزیع نیروی برق تبریز	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
454	کاظم	زارع	دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه تبریز	بهبود قابلیت اطمینان شبکه های توزیع دارای منابع تولید پراکنده با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی	1390	سومین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
455	کاظم	زارع	دانشگاه تبریز	جایایی بهینه آشکارسازهای خطای RTU دار بر روی شبکه ۲۰ کیلوولت شرکت توزیع نیروی برق تبریز با ارایه مدل جدید تابع هدف	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
456	الهام	زارع زاده	ن گروه مهندسی کامپیوتر، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی نرم افزار، دانشگاه علم و هنر یزد	ارائه الگوریتم کارآمد برای تعیین قابلیت اعتماد در سیستم‌های k از n چند وضعیتی وزنی	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
457	مریم	زارع زاده	گروه مهندسی فناوری اطلاعات، دانشجوی کارشناسی ارشد فناوری اطلاعات، دانشگاه شاهد، تهران	ارائه الگوریتم کارآمد برای تعیین قابلیت اعتماد در سیستم‌های k از n چند وضعیتی وزنی	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
458	اکبر	زارع کابدول	شرکت توزیع نیروی برق غرب استان تهران	کاربرد عملی AHP در مکان یابی کلیدهای شرکت توزیع غرب استان تهران	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
459	جعفری	زارعی	دانشگاه آزاد اهر	Feasibility study and optimal reliable design of renewable hybrid energy system for rural electrification in Iran	1391	کنفرانس فناوری شبکه های الکتریکی هوشمند	مقاله
460	مهدی	زارعیان جهرمی	دانشگاه امیرکبیر	A Feasibility Study of Wind Farm Installation Based on Reliability Assessment in Kish Island	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
461	هادی	زاینده رودی	هیات علمی گروه برق دانشگاه آزاد واحد کرمان	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع با استفاده از شبکه عصبی Cascade و شاخص های پیشنهادی	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
462		زعفرانچی زاده	وزارت نیرو - سونا	Assessment of O&M Cost and Reliability of Wind Turbine System by Markov chain model	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
463	رسول	زندحاجی آبادی	شرکت توزیع برق تهران بزرگ	بررسی تأثیر سوئیچهای اتوماتیک بر قابلیت اطمینان سیستم توزیع	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مقاله
464		زندى پوریان	مرکز آموزش عالی سراج	ROLE OF THE INSULATOR IN CAUSING TEMPORARY SHORT CIRCUITS IN ELECTRIC DISTRIBUTION NETWORK OF MAZANDARAN	1389	ششمین کنفرانس بین المللی مسائل فنی و فیزیکی در مهندسی قدرت	مقاله
465	امین	زنگویی	دانشگاه فردوسی مشهد - دانشکده علوم ریاضی - گروه آمار	مدلسازی و افزایش قابلیت اطمینان کانال های مخابراتی دیتا در ایستگاه های تحت پوشش دیسپاچینگ شمال شرق	1387	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
466	هو تن	ژبان	دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)	افزایش قابلیت اطمینان در ارسال ویدئو بر روی شبکه های سیار موردی	1391	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
467	هدیه	ساجدی	دانشگاه امیرکبیر	ارائه یک روش قابل اطمینان و امن بمنظور گزارش حوادث در شبکه های حسگر فعال کننده بیسیم با استفاده از الگوریتم های هوشمند	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
468	سیدعلی	سادات نوری	دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر	بهبود قابلیت اطمینان در شبکه های موردی سیار با استفاده از شبکه های عصبی	1390	سومین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
469		سالم نیا	دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور	Structural and Operational Optimization of Multi-Carrier Energy Systems Considering Reliability Constraints	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
470		سامی	مرکز آموزش عالی آذربایجان	A COMPARISON BETWEEN POWER XLPE AND EPR HIGH VOLTAGE CABLES	1389	ششمین کنفرانس بین المللی مسائل فنی و فیزیکی در مهندسی قدرت	مقاله
471	سهیل	سبزواری	دانشگاه فردوسی مشهد	ارزیابی قابلیت اطمینان ناحیه ای از شبکه توزیع برق مشهد و ارائه راههای بهبود آن	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
472		سپاری	شرکت توزیع مازندران	ROLE OF THE INSULATOR IN CAUSING TEMPORARY SHORT CIRCUITS IN ELECTRIC DISTRIBUTION NETWORK OF MAZANDARAN	1389	ششمین کنفرانس بین المللی مسائل فنی و فیزیکی در مهندسی قدرت	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
473	محمد صادق	سپاسیان	دانشگاه صنعت و آب برق شهید عباسپور	Multi-objective transmission expansion planning based on reliability and market considering phase shifter transformers by fuzzy-genetic algorithm	2012	European Transaction on Power Systems	ژورنال
474	محمدصادق	سپاسیان	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	ارزیابی شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم با در نظر گرفتن مراحل بازیابی و محدودیتهای شبکه	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
475	فرامرز	سپری	شرکت توزیع نیروی برق مازندران، ایران فوق لیسانس برق - قدرت	استراتژی تعمیرات و نگهداری قابلیت اطمینان محور به روش AHP در شبکه های توزیع	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
476	فرامرز	سپری	شرکت توزیع برق مازندران	بررسی میدانی و تحلیلی علل اتصالی مفره های KV20 در نواحی شمال کشور و نقش آن در شاخ صهای قابلیت اطمینان	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
477	فرامرز	سپری	شرکت توزیع برق مازندران - ساری	بررسی نقش مفره های KV 20 در پایداری شبکه های توزیع برق با نگاه تطبیقی به شاخصهای قابلیت اطمینان	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
478	محمدحسین	سرپرنده	دانشگاه صنعتی شریف	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم مرکب تولید و انتقال با استفاده از روش شبیه سازی مونت کارلو هوشمند	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
479		سرخی	دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین توسی	RELIABILITY IMPROVEMENT AND LOSS REDUCTION OF DISTRIBUTION SYSTEM WITH DISTRIBUTED GENERATION	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
480	عباس	سرداری	دانشگاه زنجان	جایابی بهینه تولیدات پراکنده در شبکه های توزیع برای بهبود قابلیت اطمینان به کمک الگوریتم قورباغه	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
481	فاطمه	سعادت جو	گروه مهندسی کامپیوتر، استادیار، دانشگاه علم و هنر یزد	ارائه الگوریتم کارآمد برای تعیین قابلیت اعتماد در سیستم‌های k از n چند وضعیتی وزنی	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
482	علی	سعیدیان	استادیار دانشکده مهندسی دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران	روشی جدید برای بهبود و ارتقاء تجهیزات حفاظتی با استفاده از یک مدل قابلیت اطمینان	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
483		سعید نیا	دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل	Reviewing the Effect of Distributed Generation Interconnections on Distribution Systems	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
484		سعیدی	شهید باهنر	An explicit exact analytical approach for free vibration of circular/annular functionally graded plates bonded to piezoelectric actuator/sensor layers based on Reddy's plate theory	2013	ELSEVIER	ژورنال
485	مبین	سفیدگران	دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل	بررسی و آنالیز تاثیر خرابی سیستم خنک کننده بر قابلیت اطمینان ترانسفورماتور قدرت با استفاده از مدل مارکوف	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
486	انیسه	سلاجقه	دانشگاه آزاد علوم تحقیقات واحد کرمان	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع با استفاده از شبکه عصبی Cascade و شاخص های پیشنهادی	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
487	علی	سلدوزی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکو	بهبود کیفیت توان سیستم میکروشبکه در شرایط اضطراری وضعیت متصل به سیستم توزیع	1390	هشتمین همایش ملی انرژی	مقاله
488	سینا	سلطانی	دانشگاه آزاد تهران جنوب	A Feasibility Study of Wind Farm Installation Based on Reliability Assessment in Kish Island	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
489	نیما	سلطانی	دانشگاه آزاد تهران جنوب	A Feasibility Study of Wind Farm Installation Based on Reliability Assessment in Kish Island	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
490	سینا	سلطانی	دانشجوی دانشگاه آزاد واحد تهران- جنوب	بررسی تأثیر نیروگاه بادی بر قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت	1388	هفتمین همایش ملی انرژی	مقاله
491	سینا	سلطانی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران- جنوب	پیشبینی شاخصهای قابلیت اطمینان در شبکه های شامل نیروگاه بادی با استفاده از الگوهای تکرار باد	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
492	سینا	سلطانی	دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد تهران- جنوب،	ارایه روشی برای بررسی تأثیر نصب نیروگاه بادی در نقاط مختلف ایران بر شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
493	سینا	سلطانی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران - جنوب	روشی جدید در تعیین ظرفیت معادل نیروگا ههای بادی بر مبنای شاخ صهای قابلیت اطمینان	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
494	مالک	سلطانی نژاد	شرکت توزیع برق شمال استان کرمان	جایابی بهینه تولیدات پراکنده و کلیدهای کنترل از راه دور جهت انجام بهینه اتوماسیون در شبکه توزیع	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مقاله
495	محمود	سلیمان پورمقدم	دانشگاه آزاد اسلامی واحد قاینات	ارزیابی قابلیت اطمینان در محیط تجدید ساختار با استفاده از روش معادل سازی قابلیت اطمینان	1384	سومین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
496	سودابه	سلیمانی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران	مکانیابی همزمان سکسیونرها و کلیدهای مانور در حضور نشانگرهای خطادر شبکه توزیع با در نظر گرفتن شاخص های قابلیت اطمینان مبتنی بر الگوریتم ژنتیک	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
497	پویان	سلیمانی حمیدی نژاد	گروه مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی اراک	ارائه روشی نوین جهت آنالیز حالات بالقوه خرابی با استفاده از تکنیک تلفیقی DEA FMEA و الگوریتم K-means	1391	دومین همایش ملی کامپیوتر، برق و فن آوری اطلاعات	مقاله
498		سما کوه	شرکت توزیع مازندران	ROLE OF THE INSULATOR IN CAUSING TEMPORARY SHORT CIRCUITS IN ELECTRIC DISTRIBUTION NETWORK OF MAZANDARAN	1389	ششمین کنفرانس بین المللی مسائل فنی و فیزیکی در مهندسی قدرت	مقاله
499	علیرضا	سهرابی	شرکت توانیر ایران	قابلیت اطمینان نرخ خرابی دسترس ناپذیری آنالیز حساسیت اجزاء	1382	هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
500	علیرضا	سهرابی	شرکت توانیر - مدیریت دیسپاچینگ ملی ایران	محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان برنامه تعمیرات سالیانه واحدهای نیروگاهی	1377	سیزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
501	ش.	سیبونی	وزارت نیرو - سونا	Assessment of O&M Cost and Reliability of Wind Turbine System by Markov chain model	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
502	محسن	سیماب	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه برق و الکترونیک، فارس، ایران	روشی نوین برای تجدید آرایش چند منظوره ی سیستم توزیع با استفاده از الگوریتم اجتماع پرندگان باینری	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
503	حمید	سیمرغ	دانشگاه آزادساره	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه فوق توزیع استان لرستان با استفاده از نرم افزار DigSILENT و بررسی تاثیر اقدامات اصلاحی در میزان بهبود قابلیت اطمینان شبکه مذکور	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
504	حسین	سیفی	تربیت مدرس	An integrated model for generation maintenance coordination in a restructured power system involving gas network constraints and uncertainties	2013	ELSEVIER	ژورنال
505	بیبا	شادکار	دانشگاه شهیدچمران اهواز	ارائه الگوهای جدید تحمل پذیر خطا در پوشش شبکه های حسگر بیسیم و الگوریتمی برای کاهش مصرف انرژی	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
506	مهدی	شاملو	عباسپور	Economical load distribution in power networks that include hybrid solar power plants	2008	ELSEVIER	ژورنال
507		شاه محمدی	دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور	Structural and Operational Optimization of Multi-Carrier Energy Systems Considering Reliability Constraints	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
508	غضنفر	شاهقلیان	دانشکده برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد	انتخاب ژنراتورهای توربین بادی بهینه در سیستم قدرت با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و هزینه	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
509	غضنفر	شاهقلیان	دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد	تعیین نوع و ظرفیت بهینه ژنراتورهای توربین بادی در سیستم قدرت با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و هزینه	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
510	زاگرس	شاهوی	دانشگاه صنعتی شریف تهران - ایران	ارزیابی اثر سیستم ذخیره ساز انرژی به همراه نیروگاه بادی بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
511	حسین	شاهین زاده	گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه	بررسی فیدرهای شبکه توزیع برق در جهت بهینه سازی برنامه ریزی تعمیرات پیشگیرانه	1390	سومین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
512	حسین	شاهین زاده	گروه برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر	آلترناتیوهای بهبود قابلیت اطمینان شبکه توزیع برق در جهت کاهش با مطالعه موردی در شرکت توزیع برق شهرستان کرمان ENS	1389	دومین کنفرانس سراسری اصلاح الگوی مصرف انرژی الکتریکی	مقاله
513	محمد	شاهیده پور	شریف	Reliability Modeling of PMUs Using Fuzzy Sets	2010	IEEE	ژورنال
514	محمد	شاهیده پور	شریف	Impact of WAMS Malfunction on Power System Reliability Assessment	2012	IEEE	ژورنال
515	محمد	شاهیده پور	شریف	UPFC for Enhancing Power System Reliability	2010	IEEE	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
516	حسین	شاهین زاده	عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر	ارزیابی میزان تاثیر استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در افزایش قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1389	اولین همایش منطقه ای مهندسی برق	مقاله
517	حیدرعلی	شایانفر	دانشگاه علم و صنعت ایرن - تهران	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع در محیط تجدید ساختار شده	1384	دهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
518	حیدرعلی	شایانفر	دانشکده مهندسی برق دانشگاه علم و صنعت ایران	استفاده همزمان از نرم افزار GIS و PM در مطالعات قابلیت اطمینان شبکه های توزیع نیروی برق	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
519	حیدرعلی	شایانفر	دانشکده مهندسی برق - دانشگاه علم و صنعت ایران	بررسی تاثیر برنامه پاسخگویی بار اضطراری (EDRP) برای بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان و قیمت نقطه های در سیستم های قدرت تجدیدساختاریافته	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
520	حیدرعلی	شایانفر	دانشگاه علم و صنعت ایران	تحلیل قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع در حضور واحدهای تولید پراکنده	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
521	حیدرعلی	شایانفر	دانشکده برق دانشگاه علم و صنعت ایران	جایایی بهینه واحدهای تولید پراکنده (DG) برای بهبود قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
522	حیدرعلی	شایانفر	دانشگاه علم و صنعت ایران	حذف بار بهینه در شبکه های توزیع در حضور واحدهای تولید پراکنده برق جهت کاهش هزینه خاموشی مشترکین	1388	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
523	حیدرعلی	شایانفر	دانشگاه صنعتی شریف	Reliability improvement of distribution systems using SSVR	2009	ISA	ژورنال
524	حسین	شایقی		پتانسیل سنجی و طراحی بهینه نیروگاه بادی بر پایه ذخیره سازی هیدروژن جهت تأمین برق مورد نیاز ایستگاه پمپاژ آب سایت مشکینشهر	1391	نخستین کنفرانس انرژی بادی ایران	مقاله
525	حسین	شایقی	دانشگاه محقق اردبیلی	تاثیر انرژی بادی به همراه منابع خورشیدی و دیزلی بر قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت ترکیبی	1391	نخستین کنفرانس انرژی بادی ایران	مقاله
526	حسین	شایقی	دانشگاه محقق اردبیلی	جایایی بهینه چند هدفه سکسیونرها در بخشی از شبکه توزیع الکتریکی افسریه تهران به کمک الگوریتم بهبود یافته چند هدفه VEPSO	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
527	حسین	شایقی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل	جایایی بهینه واحدهای تولید پراکنده (DG) برای بهبود قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
528	حسین	شایقی	دانشکده فنی دانشگاه محقق اردبیلی	حل مسأله در مدار قرار گرفتن نیروگاهها با تلفیق قابلیت اطمینان شبکههای تولید و انتقال	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
529		شایقی	دانشگاه محقق اردبیلی	Feasibility study and optimal reliable design of renewable hybrid energy system for rural electrification in Iran	1391	کنفرانس فناوری شبکه های الکتریکی هوشمند	مقاله
530	مریم	شبرو	گروه مخابرات پژوهشکده کنترل و مدیریت شبکه - پژوهشگاه نیرو ایران	مدل سازی امنیت و قابلیت اطمینان در سامانه حفاظت از راه دور	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
531	شاهرخ	شجاعیان	دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر	تجدید آرایش چند هدفه شبکه‌های توزیع با احتساب رفتار غیرخطی بارها	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
532	شاهرخ	شجاعیان	دانشگاه آزاد خمینی شهر	تخمین نرخ خرابی و متوسط زمان تعمیر اجزاء یک فیدرفشار متوسط بر اساس تکنیک تعدیل داده های قابلیت اطمینان	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
533	محمدعلی	شرکت معصوم	پژوهشگاه نیرو	ارزیابی روش اندازه گیری جریان نشستی مفره جهت تعیین شدت آلودگی محیطی موثر بر ایزولاسیون	1384	بیستمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
534	محمدحسین	شریعت خواه	آزمایشگاه پژوهشی انتقال و توزیع برق - دانشگاه تربیت مدرس - تهران - ایران	بررسی تاثیر تغییرات مدت زمان لازم برای انجام عملیات تعمیر و نگهداری بر روی قابلیت اطمینان شبکه توزیع	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
535	زهرا	شریفی	شرکت توزیع برق شمال استان کرمان	جایابی بهینه تولیدات پراکنده و کلیدهای کنترل از راه دور جهت انجام بهینه اتوماسیون در شبکه توزیع	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مقاله
536	اسماعیل	شریفی آستانه	دانشگاه نیروی دریایی امام خمینی	جایابی و ظرفیت یابی بهینه واحدهای تولید پراکنده به منظور بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان تلفات و پروفیل ولتاژ با استفاده از الگوریتم ژنتیک	1388	دومین کنفرانس نیروگاههای برق	مقاله
537	حمید	شریفیان	دانشگاه بیرجند	مدل سازی، تحلیل و ارزیابی اقتصادی اثر کلیدهای اتوماسیون VIT بر روی قابلیت اطمینان شبکه توزیع برق	1391	پانزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
538	حمید	شریفیان	شرکت توزیع نیروی برق استان خراسان شمالی	مدل سازی و تحلیل اثر کلید های اتوماسیون VIT روی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
539	محمدحسین	شریعت خواه	تربیت مدرس	Duration based reconfiguration of electric distribution networks using dynamic programming and harmony search algorithm	2012	ELSEVIER	ژورنال
540	حمید	شعرباف تبریزی	دانشگاه فردوسی مشهد	به کارگیری نوعی ناحیه بندی در برنامه ریزی توسعه انتقال با هدف افزایش قابلیت اطمینان	1392	کنگره ملی مهندسی برق، کامپیوتر و فناوری اطلاعات	مقاله
541	حمید	شعرباف تبریزی	دانشگاه فردوسی مشهد،	ناحیه بندی بهینه سیستم های قدرت توسط الگوریتم رقابت استعماری با رویکرد توامان افزایش قابلیت اطمینان و کاهش هزینه	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
542	احمد	شکرالهی گاوزن	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	ارزیابی شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم با در نظر گرفتن مراحل بازایی و محدودیتهای شبکه	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
543	احمد	شکرالهی گاوزن	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	قابلیت اطمینان تولید توان الکتریکی در سیستم های قدرت با نیروگاههای حرارتی و بادی	1388	اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیر ساختها	مقاله
544	احمد	شکرالهی گاوزن	دانشگاه آزاد اسلامی واحد جویبار	لحاظ کردن عدم قطعتهای ترانس و خطوط شبکه توزیع الکتریکی بر شاخص انرژی تامین نشده مشترکین با روش فازی	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
545	احمد	شکرالهی گاوزن	دانشگاه آزاد اسلامی واحد جویبار	منطق فازی؛ راهکاری برای لحاظ کردن عدم قطعیت ها در ارزیابی شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه توزیع الکتریکی	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
546	محسن	شکیب	-	ارائه روشی برای تحلیل فیدرهای فشار متوسط از نظر قابلیت اطمینان و شناسایی فیدرهای بحرانی و تحلیل تعدادی از فیدرهای شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان با روش مذکور	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
547	سیدمحمد	شهرآئینی	دانشجوی دکتری برق - قدرت، دانشگاه فردوسی مشهد	ارائه روشی جدید برای مقایسه شبکه های کنترل در سیستم مهایی قدرت	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
548	مرادی	شهرابک	صنعتی اصفهان	Economical Design of Utility-Scale Photovoltaic Power Plants with Optimum Availability	2014	IEEE	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
549	سیدمحمد	شهرتاش	قطب علمی اتوماسیون و بهره برداری سیستم قدرت دانشگاه علم و صنعت ایران	مدل مارکف برای ارزیابی قابلیت اطمینان رله و بریکر در سیستم‌های قدرت بزرگ	1388	چهارمین کنفرانس حفاظت و کنترل سیستم های قدرت	مقاله
550		شهرتاش	دانشگاه علم و صنعت	A COMPARISON BETWEEN POWER XLPE AND EPR HIGH VOLTAGE CABLES	1389	ششمین کنفرانس بین‌المللی مسائل فنی و فیزیکی در مهندسی قدرت	مقاله
551	هادی	شهرکی	وه برق دانشگاه فردوسی مشهد	ارائه یک سوئیچ جدید MEMS به منظور کاهش اثر خودتحریکی و چسبندگی	1391	بیستمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
552	آرمین	شهسواری	تهران	Fault Indicator Deployment in Distribution Systems Considering Available Control and Protection Devices: A Multi-Objective Formulation Approach	2014	IEEE	ژورنال
553	پرویز	شهلایی	مجتمع عالی آموزشی و پژوهشی صنعت آب و برق غرب	بررسی و مقایسه قابلیت اطمینان توپولوژی بهای مختلف فیلتر اکتیو موازی	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق	مقاله
554	محمد کاظم	شیخ الاسلامی	دانشگاه تربیت مدرس	A Stochastic Reliability-based Approach for Reserve Provision in Systems with High Wind Power Penetration	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین‌المللی برق	مقاله
555	محمد کاظم	شیخ الاسلامی	دانشگاه تربیت مدرس	بررسی قابلیت اطمینان هابهای انرژی بادر نظر گرفتن فرآیند پیری تجهیزات و استفاده از روش ادغام	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
556	عبدالرضا	شیخ الاسلامی	دانشگاه علوم فنون مازندران ایران	جایابی منابع تولید پراکنده جهت بهبود قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم ژنتیک	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	مقاله
557	محمد	شیخ الاسلامی	دانشگاه تربیت مدرس	Multi-objective transmission expansion planning based on reliability and market considering phase shifter transformers by fuzzy-genetic algorithm	2012	European Transaction on Power Systems	ژورنال
558	علیرضا	شیخی فینی	دانشگاه هرمزگان - گروه برق شرکت مشانیر	محاسبات دسترس پذیری سیستم‌های اتوماسیون	1383	نوزدهمین کنفرانس بین‌المللی برق	مقاله
559		شیرانی	دانشگاه صنعتی شریف	A Proposed Method for Reliable Scheduling in Deregulated Power Systems	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین‌المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
560	شیما	شیریزدی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد	مطالعه فنی-اقتصادی توسعه یک فیدر خط در یکی از خطوط فوق توزیع تحت پوشش شرکت برق منطقه ای یزد با استفاده از آنالیز قابلیت اطمینان نرم افزار Digsilent طبقه‌بندی حالتهای گذرا در شبکه توزیع انرژی الکتریکی با استفاده از تبدیل موجک و تکنیک های آماری	1389	اولین همایش منطقه ای مهندسی برق	مقاله
561	غلامحسین	شیری	دانشگاه رازی کرمانشاه	تاثیر سیستم فتوولتائیک در عملکرد شبکه توزیع در حضور بار مسکونی	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
562	مجتبی	شیوایی	دانشگاه صنعت و آب برق شهید عباسپور	Multi-objective transmission expansion planning based on reliability and market considering phase shifter transformers by fuzzy-genetic algorithm	2012	European Transaction on Power Systems	ژورنال
563		شیخی	آزاد علوم تحقیقات	Financial analysis and optimal size and operation for a multicarrier energy system	2012	ELSEVIER	ژورنال
564	رضا	صابری	دانشگاه بیرجند	جایابی نشانگرهای خطا در شبکه های توزیع فشار متوسط طولیل	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
565	عباس	صابری نوقایی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد گناباد	برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال با در نظر گرفتن پاسخگویی بار و قابلیت اطمینان سیستم	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
566	محمد	صادق سپاسیان	دانشگاه صنعت آب و برق	مطالعات قابلیت اطمینان در طراحی شبکه های فوق توزیع	1387	هفتمین همایش کیفیت و بهره وری در صنعت برق	مقاله
567	محمد	صادق سپاسیان	دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور	Sub-transmission Expansion Planning with Attendance of Wind Farms Considering System Composite Reliability Aspects	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
568	حامد	صادقی	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد	جایابی بهینه کلیدهای اتوماسیون در شبکه های فشار متوسط توزیع برق	1391	چهارمین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
569	معصومه	صادقی	شرکت توزیع نواحی استان تهران	مطالعات قابلیت اطمینان در طراحی شبکه های فوق توزیع	1387	هفتمین همایش کیفیت و بهره وری در صنعت برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
570	مسعود	صادقی خمami	شرکت توانیر	مدلسازی نرخ خطای تجهیزات حفاظتی همچون ریکلوزر در تعمیرات پیشگیرانه	1388	چهارمین کنفرانس حفاظت و کنترل سیستم های قدرت	مقاله
571	مسعود	صادقی خمami	شرکت توزیع تهران بزرگ	ارائه روشهای احتمالی و قطعی به منظور ارزیابی اثرات تعمیرات بر روی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع و مقایسه آنها	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
572	فاطمه	صادقی نیکو	پژوهشگاه نیرو	بررسی انتخاب نوع تجهیزات جداساز شبکه های توزیع هوایی و تأثیرات آن بر شاخصهای قابلیت اطمینان	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
573	محبوبه	صادقیان لمراسکی	دانشجوی کارشناسی کامپیوتر دانشگاه علم و صنعت واحد بهشهر	افزایش قابلیت اطمینان سیستم های توزیع شعاعی با استفاده از الگوریتم RCGA2-PSO	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
574	محبوبه	صادقیان لمراسکی	دانشگاه علم و صنعت واحد بوشهر	مدل سازی سیستم قدرت با استفاده از منطق فازی به منظور ارزیابی قابلیت اطمینان در ۳ وضعیت آب و هوایی معمولی، بد و خیلی بد	1387	شانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
575		صادقی	دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور	Reliability Assessment of a New Generation of Fuse Cutouts in Distribution Power System	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
576	علی	صاریخانی	دانشگاه fiu	Reliability based generator maintenance scheduling using hybrid evolutionary approach	2012	ELSEVIER	ژورنال
577	فرشید	صالحی	دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر - دانشگاه سمنان - ایران	ارزیابی قابلیت اطمینان در پست های اتوماسیون بادر نظر گرفتن تجهیزات مازاد	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
578	جواد	صالحی	تربیت مدرس	Duration based reconfiguration of electric distribution networks using dynamic programming and harmony search algorithm	2012	ELSEVIER	ژورنال
579	احمد	صالحی دوبخشری	شریف	A Reliability Model of Large Wind Farms for Power System Adequacy Studies	2009	IEEE	ژورنال
580	محسن	صانعی	دانشگاه شهید چمران	A comparison of methods for aging modeling in reliability evaluation of power distribution systems	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
581		صانعی		Different Strategies of Interruptible Load Contracts Implemented in Reliability Constrained Unit	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
				Commitment			
582	مسعود	صبایی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)	افزایش قابلیت اطمینان در ارسال ویدئو بر روی شبکه های سیار موردی	1391	بیستمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
583		صبوری		Application of Differential Evolution Algorithm to Design a Hydrogen-based Wind/PV Plant Considering Reliability Indices	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
584	علی	صحراگرد	دانشگاه بیرجند	جایایی نشانگرهای خطا در شبکه های توزیع فشار متوسط طولیل	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
585	محسن	صدر	شرکت برق منطقه خراسان	ارائه روشی جدید جهت مدل سازی تبادلات بین منطقه ای توان در مطالعه قابلیت اطمینان سیستم قدرت (مورد مطالعاتی: شبکه ۴۰۰ کیلوولت خراسان	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
586	حنیف	صدیق نژاد	دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه علم و صنعت	بررسی تأثیر هماهنگی ادوات حفاظتی بر مشخصه کاهش ولتاژ شبکه توزیع برق	1386	دومین کنفرانس حفاظت و کنترل سیستم های قدرت	مقاله
587	حنیف	صدیق نژاد	دانشکده برق دانشگاه علم و صنعت ایران (قطب علمی اتوماسیون و بهره بردار	ارزیابی سیستم حفاظتی یک شبکه توزیع برقیبا استفاده از شاخص فراوانی فروافتادگی ولتاژ	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
588	محسن	صدیقی	دانشجوی ارشدبرق قدرت	تأثیر نصب تولیدات پراکنده DG بر روی سطوح مختلف قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت	1386	دهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
589	علیرضا	صدیقی انارکی	دانشگاه یزد	مطالعه فنی-اقتصادی توسعه یک فیدر خط در یکی از خطوط فوق توزیع تحت پوشش شرکت برق منطقه ای یزد با استفاده از آنالیز قابلیت اطمینان نرم افزار Digsilent طبقه‌بندی حالتهای گذرا در شبکه توزیع انرژی الکتریکی با استفاده از تبدیل موجک و تکنیک های آماری	1389	اولین همایش منطقه ای مهندسی برق	مقاله
590	علیرضا	صدیقی	یزد	A new procedure for determination of insulators contamination in electrical distribution networks	2014	ELSEVIER	ژورنال
591	محمدعلی	صفاری	شرکت توزیع برق غرب استان تهران	شناسایی تجهیزات و قطعات مشکل ساز شبکه های توزیع انرژی الکتریکی به کمک روشی پیشنهادی بر مبنای تصمیم گیری سلسله مراتبی AHP	1389	نخستین کنفرانس نگهداری و تعمیرات یکپارچه	مقاله
592	فاطمه	صفایی کوچکسرای	شرکت مخابرات استان مازندران	ارزیابی آثار مدیریت سمت تقاضا با استفاده از شاخصهای قابلیت اطمینان	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
593	امیر	صفدریان	دانشگاه صنعتی شریف	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم مرکب تولید و انتقال با استفاده از روش شبیه سازی مونت کارلو هوشمند	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
594	امیر	صفدریان	دانشگاه صنعتی شریف	روشی نوین برای محاسبه قابلیت اطمینان سیستم توزیع با مدلسازی سلول خورشیدی در یک شبکه هوشمند	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
595	امیر	صفدریان	شریف	Impact of WAMS Malfunction on Power System Reliability Assessment	2012	IEEE	ژورنال
596	امیر	صفدریان	شریف	Compromising Wind and Solar Energies from the Power System Adequacy Viewpoint	2012	IEEE	ژورنال
597	امیر	صفدریان	شریف	Benefits of Demand Response on Operation of Distribution Networks: A Case Study	2014	IEEE	ژورنال
598	اذینا	صلاتی	شرکت مهنا تهران - ایران	ارزیابی اثر سیستم ذخیره ساز انرژی به همراه نیروگاه بادی بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
599	محمد	صلای نادری	شرکت توانیر - معاونت هماهنگی و تولید	محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان در سیستم انتقال و فوق توزیع شبکه برق ایران و مقایسه آن با سایر کشورها	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
600	رامین	صمدی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل	جایایی بهینه واحدهای تولید پراکنده (DG) برای بهبود قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
601	مهدی	صمدی	دانشگاه فردوسی مشهد	The Effect of Time-Based Demand Response Program on LDC and Reliability of Power System	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
602	محسن	صنعی	دانشگاه شهید چمران اهواز	ارزیابی چندهدفه طرح های توسعه مزارع بادی در ناحیه جنوب غرب ایران از دیدگاه هزینه و قابلیت اطمینان	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	مقاله
603	محمد	صنعی آباده	دانشگاه تربیت مدرس	ارائه یک روش قابل اطمینان و امن بمنظور گزارش حوادث در شبکه های حسگر فعال کننده بیسیم با استفاده از الگوریتم های هوشمند	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
604	حسین	صیادی	خواجه نصیر	Application of the multi-objective optimization and risk analysis for the sizing of a residential small-scale CCHP system	2013	ELSEVIER	ژورنال
605	محمد رضا	طالبزاده	شرکت توزیع نیروی برق شمال شرق تهران	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع با استفاده از شبکه عصبی Cascade و شاخص های پیشنهادی	1386	دوازدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
606	محمدعلی	طالبی	دانشگاه علم و صنعت ایران	ارزیابی روش اندازه گیری جریان نشتی مقرر جهت تعیین شدت آلودگی محیطی موثر بر ایزولاسیون	1384	بیستمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
607	مهدی	طالبیان جلودار	دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر شرکت مشاوران ایران	محاسبات دسترس پذیری سیستمهای اتوماسیون	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
608	مرتضی	طاهرخانی	دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه تهران	برنامه ریزی توسعه تولید در محیط تجدید ساختار یافته با در نظر گرفتن قیود قابلیت اطمینان	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
609	مرتضی	طاهرخانی	دانشجوی مقطع دکترا دانشکده برق دانشگاه صنعتی شریف	اتصال بهینه مزرعه بادی به شبکه سیستم و اثرات آن بر شاخصهای قابلیت اطمینان	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
610	نستوه	طاهری جوان	دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)	افزایش قابلیت اطمینان در ارسال ویدئو بر روی شبکه های سیار موردی	1391	بیستمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
611	سجاد	طباطبایی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم مرکب با در نظر گرفتن اثر خروجیهای مربوط به پست	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
612		طباطبایی یزدی	دانشگاه فردوسی مشهد	FINANCIAL AND ENVIRONMENTAL ADVANTAGES OF ENERGY STORAGE	1376	دوازدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
613	رحمت	طلبی	شهید باهنر	An explicit exact analytical approach for free vibration of circular/annular functionally graded plates bonded to piezoelectric actuator/sensor layers based on Reddy's plate theory	2013	ELSEVIER	ژورنال
614	خسرو	طلوعیان	شرکت مهندسين مشاور نیرو	بازیابی حداکثر بار در شبکه ای توزیع همراه با حذف بار بهینه با استفاده از هوش مصنوعی	1384	هشتمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
615	مهین	طهماسب پور	شرکت توزیع نیروی برق تبریز	جایابی بهینه آشکارسازهای خطای RTU دار بر روی شبکه ۲۰ کیلوولت شرکت توزیع نیروی برق تبریز با ارایه مدل جدید تابع هدف	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
616	سعید	طوسی زاده	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد	جایابی بهینه کلیدهای اتوماسیون در شبکه های فشار متوسط توزیع برق	1391	چهارمین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
617	مهدی	ظریف	دانشگاه فردوسی مشهد	کاربرد RCM در سیستمهای قدرت و بکارگیری AHP در اولویت بندی تجهیزات	1384	بیستیمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
618	لیلا	ظفری	پژوهشگاه نیرو	تجدید پیکربندی سیستمهای توزیع بر مبنای شاخصهای قابلیت اطمینان	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
619	علیرضا	ظهیرنیا	عضو هیئت علمی دانشگاه علوم دریایی امام خمینی	قابلیت اطمینان و دسترس پذیری انواع سیستمهای رانش الکتریکی	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
620	سیدمصطفی	عابدی		تعیین ظرفیت معادل نیروگاه بادی منجیل با استفاده از روش مونت کارلو	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
621	محمدحسین	عابدی	دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور	Sub-transmission Expansion Planning with Attendance of Wind Farms Considering System Composite Reliability Aspects	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
622	س.س.	عابدی	دانشگاه امیرکبیر	Economic and reliable design of a hybrid PV-wind-fuel cell energy system using differential evolutionary algorithm	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
623	سید مصطفی	عابدی	تربیت مدرس	Micro grid; Energy management; Reliability; Economic issue; Distributed generator	2013	ELSEVIER	ژورنال
624	علی	عاقلی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران	تعیین محل مناسب استقرار تولیدات پراکنده جهت افزایش قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
625	کاظم	عاملی	مهندسین مشاور نارسیس - مشهد، مربی دانشگاه آزاد تربت حیدریه	بررسی راهکارهای کاهش سطح اتصال کوتاه در شبکه خراسان ۸۵ و ۹۰ با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
626	محمدتقی	عاملی	عباسپور	Economical load distribution in power networks that include hybrid solar power plants	2008	ELSEVIER	ژورنال
627	علی	عباسپور تهرانی	دانشگاه صنعتی شریف	برنامه ریزی سیستم تولید با وجود نیروگاه های بادی	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
628	علی	عباسپور تهرانی فرد	دانشگاه صنعتی شریف	ارزیابی قابلیت اطمینان با استفاده از شبکه عصبی MLP و شبیه سازی مونت کارلو	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
629	علی	عباسپور تهرانی فرد	دانشگاه صنعتی شریف تهران	تأثیر تولیدات پراکنده بر قابلیت اطمینان سیستم های قدرت الکتریکی	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
630	علی	عباسپور تهرانی فرد	دانشکده مهندسی برق، دانشگاه صنعتی شریف	آثار تجدید ساختار صنعت برق بر کیفیت و قابلیت اطمینان تأمین انرژی الکتریکی	1384	پنجمین همایش ملی انرژی	مقاله
631	علی	عباسپور تهرانی فرد	دانشگاه صنعتی شریف تهران - ایران	ارزیابی اثر سیستم ذخیره ساز انرژی به همراه نیروگاه بادی بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
632	علی	عباسپور تهرانی فرد	دانشگاه صنعتی شریف	مکان یابی بهینه تولیدات پراکنده در شبکه های توزیع با رویکرد آنالیز هزینه/ ارزش	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
633	جعفر	عباسی	دانشگاه فردوسی مشهد	ارزیابی قابلیت اطمینان ناحیه ای از شبکه توزیع برق مشهد و ارائه راههای بهبود آن	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
634	جعفر	عباسی	پژوهشگاه نیرو	استفاده از مطالعات قابلیت اطمینان در طراحی و توسعه شبکه های انتقال و فوق توزیع	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
635	جعفر	عباسی	پژوهشگاه نیرو - پژوهشکده برق ایران- تهران	ارائه الگوریتم مناسب برای محاسبه کات ست های مینیمم گراف شبکه به روش افزودن شاخه	1383	دوازدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
636	جعفر	عباسی	پژوهشگاه نیرو	یک روش کاربردی سریع برای تعیین کات ست های مینیمم در مطالعات قابلیت اطمینان شبکه های انتقال با استفاده از ماتریس اتصالات شبکه	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
637	جعفر	عباسی	پژوهشگاه نیرو	یک روش جدید برای تشخیص ساده و شناسایی سریع جزایر در شبکه های قدرت با استفاده از ماتریس اتصالات شبکه	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
638	عبدالرضا	عبدالرضا	پژوهشگاه نیرو - پژوهشکده برق ایران- تهران	ارائه الگوریتم مناسب برای محاسبه کات ست های مینیمم گراف شبکه به روش افزودن شاخه	1383	دوازدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
639	کامبیز	عبدالملکی	دانشگاه آزادنوشهر	جایابی و ظرفیت یابی بهینه واحدهای تولید پراکنده به منظور بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان تلفات و پروفیل ولتاژ با استفاده از الگوریتم ژنتیک	1388	دومین کنفرانس نیروگاههای برق	مقاله
640	حسین	عبداله زاده سنگرودی	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	قابلیت اطمینان تولید توان الکتریکی در سیستم های قدرت با نیروگاههای حرارتی و بادی	1388	اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیر ساختها	مقاله
641	رضا	عبداله زاده سنگرودی	دانشگاه علوم و تحقیقات تهران	Impact of Dynamic Voltage Restorer (DVR) on Reliability Improvement of Distribution System Sensitive Loads	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
642	غلامحسین	عبداللهی	خواجه نصیر	Application of the multi-objective optimization and risk analysis for the sizing of a residential small-scale CCHP system	2013	ELSEVIER	ژورنال
643	احمدی	عبدی	دانشگاه رازی کرمانشاه	تاثیر سیستم فتوولتائیک در عملکرد شبکه توزیع در حضور بار مسکونی	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
644	احمدی	عبدی	دانشگاه رازی کرمانشاه	جایابی تولیدات پراکنده توسط الگوریتم هوشمند ACS و مبتنی بر افزایش قابلیت اطمینان شبکه توزیع انرژی الکتریکی	1391	پانزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
645	امیر	عبیری جهرمی	دانشگاه صنعتی شریف	A fuzzy logic based approach to determine system well-being indices	2007	European Transaction on Power Systems	ژورنال
646	علی	عجمی	دانشگاه تربیت معلم آذربایجان	جایابی منابع تولید پراکنده در سیستم های توزیع شعاعی با هدف کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
647	داوود	عرب خابوری	دانشگاه علم و صنعت ایران	بررسی قابلیت اطمینان شبکه توزیع یک شهر و ارائه راه حل هایی برای بهبود آن	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
648	داوود	عرب خابوری	دانشگاه علم و صنعت ایران	ارائه راه حل هایی برای بهبود قابلیت اطمینان و تاثیر متقابل آن بر نرخ وقوع کاهش ولتاژ (Voltage Sag) در شبکه توزیع	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
649	داوود	عرب خابوری	شرکت مشاوران، دانشگاه علم و صنعت ایران	ارائه راهحلهایی برای بهبود قابلیت اطمینان و تاثیر متقابل آن بر نرخ وقوع کاهش ولتاژ (Voltage Sag) در شبکه توزیع	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
650	داود	عرب خابوری	علم و صنعت	Design and simulation of a PWM rectifier connected to a PM generator of micro turbine unit	2012	ELSEVIER	ژورنال
651	محمدتقی	عرب یارمحمدی	دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد دزفول	ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه های بادی منجیل و نیشابور	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
652	محمدتقی	عرب یارمحمدی	کارشناس ارشد برق - قدرت، مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد کتول	افزایش قابلیت اطمینان سیستم های توزیع شعاعی با استفاده از الگوریتم RCGA2-PSO	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
653	محمدتقی	عرب یارمحمدی	دانشجوی ارشد برق قدرت	تاثیر نصب تولیدات پراکنده DG بر روی سطوح مختلف قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت	1386	دهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
654	محمدتقی	عرب یارمحمدی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد کتول	مدل سازی سیستم قدرت با استفاده از منطق فازی به منظور ارزیابی قابلیت اطمینان در ۳ وضعیت آب و هوایی معمولی، بد و خیلی بد	1387	شانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
655		عربیان حسین آبادی	شریف	Wind turbine productivity considering electrical subassembly reliability	2010	ELSEVIER	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
656	دیاکو	عزیزی	دانشگاه علم و صنعت تهران	جایابی بهینه ریکلوزرها در شبکه توزیع جهت کاهش انرژی توزیع نشده با استفاده از الگوریتم اجتماع ذرات	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
657	محمدحسین	عسگری	دانشگاه تهران	ملاحظات در مورد طراحی نیروگاههای تولید برق کشور به منظور کاهش آسیبپذیری آنها در شرایط جنگی	1388	دومین کنفرانس نیروگاههای برق	مقاله
658	حسین	عسگریان ایبانه	دانشگاه امیرکبیر	ارزیابی عملکرد، قابلیت اطمینان و ریسک در طرح حفاظتی سیستم f	1385	اولین کنفرانس تخصصی حفاظت و کنترل	مقاله
659	حسین	عسگریان ایبانه	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	تاثیر TCSC بر ریسک ناپایداری گذرای نیروگاه	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
660	حسین	عسگریان ایبانه	دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران	تعیین محل مناسب استقرار تولیدات پراکنده جهت افزایش قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
661	حسین	عسگریان ایبانه	دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران	سرمایه گذاری بهینه در راستای کاهش نرخ بروز خطا به منظور افزایش قابلیت اطمینان در سیستم های توزیع	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
662	هدی	عطایی علیزاده	دانشگاه فردوسی مشهد	به کارگیری نوعی ناحیه بندی در برنامه ریزی توسعه انتقال با هدف افزایش قابلیت اطمینان	1392	کنگره ملی مهندسی برق، کامپیوتر و فناوری اطلاعات	مقاله
663	.	عظیمی	دانشگاه تهران	Impact of DLC Program on System Reliability and LMP Spikes of a Restructured Power System	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
664	جواد	علمایی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب	جایابی تولیدات پراکنده توسط الگوریتم هوشمند ACS و مبتنی بر افزایش قابلیت اطمینان شبکه توزیع انرژی الکتریکی	1391	پانزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
665	مجید	علمی	دانشگاه فردوسی مشهد	Coordinated decisions for transmission and generation expansion planning in electricity markets	2012	European Transaction on Power Systems	ژورنال
666	مسعود	علی	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	جایابی عیب و بازیابی به کمک سیستمهای خبره در شبکه های توزیع انرژی الکتریکی	1377	سیزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
667	مسعود	علی اکبرگلکار	دانشکده برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	بررسی سرعت باد مناسب جهت طراحی برپایه قابلیت اطمینان خطوط انتقال نیرو در ایران	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
668	بهزاد	علی پور	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات شعبه ایلام	ارائه یک مدل مبتنی بر کاربر جهت ارزیابی قابلیت اطمینان سرویس‌ها در معماری سرویس‌گرا با استفاده از زنجیره‌های مارکوف	1392	-	مقاله
669	ز.	علی پور	دانشگاه الزهرا	Reliability and vulnerability of Power Transmission Grid in Iran:A Complex Systems Approach	1391	نهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع	مقاله
670	سید	علی محمد جوادیان فیروز آبادی	شرکت مهندسین مشاور قدس نیرو دانشگاه آزاد اسلامی . واحد علوم و تحقیقات	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع در حضور منابع تولید پراکنده با در نظر گرفتن هماهنگی باز بست - فیوز	1387	سیزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
671	محمد رضا	علی محمدی	دانشکده مهندسی برق دانشگاه اصفهان	استفاده همزمان از نرم افزار GIS و PM در مطالعات قابلیت اطمینان شبکه های توزیع نیروی برق	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
672	مهری	علی محمدی	سازمان آب و برق خوزستان	مدیریت چرخه عمر نیروگاه دز در دوران پیری بر اساس تحلیل حوادث	1387	دومین کنفرانس ملی نیروگاه‌های آبی کشور	مقاله
673	یوسف	علی نژادبرمی	استادیار برق قدرت دانشگاه سمنان	تاثیر نصب تولیدات پراکنده DG بر روی سطوح مختلف قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت	1386	دهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
674	هاشم	علیپور	شرکت توانیر، دفتر فنی و نظارت انتقال	تحلیل و برنامه ریزی ارتقاء برنامه های نت (نگهداری و تعمیرات) شبکه های انتقال و فوق توزیع الکتریکی ایران	1386	بیست و ششمین کنفرانس بین‌المللی برق	مقاله
675	جواد	علیرضائیان	دانشگاه ارومیه	طراحی یک پروتکل انتقال داده چند مسیره در شبکه های حسگر بی سیم برای افزایش قابلیت اطمینان	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین‌المللی برق	مقاله
676	سعید	علیشاهی	کارشناسی مهندسی برق قدرت	مکانیابی بهینه کلیدهای اتوماسیون در شبکه های فشارمتوسط توزیع برق با استفاده از الگوریتم ایمنی	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مقاله
677		علی یاری	شرکت توزیع خراسان شمالی	Reliability Analysis of Electrical Power Distribution System Considering Operational Environment: A Case Study	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
678	مصطفی	عیددانی	استادیار دانشگاه آزاد بجنورد - دانشکده مهندسی - گروه برق، مربی دانشگاه	بررسی راهکارهای کاهش سطح اتصال کوتاه در شبکه خراسان ۸۵ و ۹۰ با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین‌المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
679	مصطفی	عیدیانی	دانشگاه آزاد اسلامی بجنورد	طراحی خط انتقال، جهت اتصال شبکه خراسان و سیستان - بلوچستان با بیشترین قابلیت اطمینان	1378	چهاردهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
680	ابوالفضل	عینی	دانشگاه علم و صنعت ایران	معرفی روشی جدید جهت معادلسازی سیستم قدرت مرکب در مطالعات قابلیت اطمینان	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
681	بهروز	غربی	دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان	بررسی اثرات نصب TCSC در شبکه برق استان سمنان	1390	سومین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
682	علی	غفاری	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز	افزایش قابلیت اطمینان در تجمیع داده‌ی شبکه‌های حسگر بی سیم	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
683	علی	غفاری	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز دانشکده کامپیوتر	ارائه الگوریتم مسیریابی جدید مبتنی بر کیفیت خدمات در شبکه‌های حسگر بی سیم	1390	سومین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
684	محمدباقر	غفرانی	دانشگاه صنعتی شریف	استفاده از روش HAZOP در تحلیل مخاطره و بهبود قابلیت اطمینان در شبکه‌های قدرت	1384	اولین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE	مقاله
685	احمد	غلامی	دانشگاه علم و صنعت ایرن - تهران	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های توزیع در محیط تجدید ساختار شده	1384	دهمین کنفرانس سراسری شبکه‌های توزیع نیروی برق	مقاله
686	احمد	غلامی	پژوهشگاه نیرو	ارزیابی روش اندازه‌گیری جریان ناشی مقرر جهت تعیین شدت آلودگی محیطی موثر بر ایزولاسیون	1384	بیستمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
687	احمد	غلامی	دانشگاه علم و صنعت تهران	جایابی بهینه ریکلوزرها در شبکه توزیع جهت کاهش انرژی توزیع نشده با استفاده از الگوریتم اجتماع ذرات	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه‌های توزیع نیروی برق	مقاله
688	محمدرضا	غلامی	دانشگاه زنجان	محاسبه پارامترهای قابلیت اطمینان در سطح تولید با استفاده از الگوریتم PSO	1387	شانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
689		غلامی	دانشگاه علم و صنعت	A COMPARISON BETWEEN POWER XLPE AND EPR HIGH VOLTAGE CABLES	1389	ششمین کنفرانس بین‌المللی مسائل فنی و فیزیکی در مهندسی قدرت	مقاله
690	زیبا	فاخری داریان	شرکت خدمات مهندسی برق (مشانیر) واحد تخصصی امور خطوط تهران - ایران	تعیین سرعت باد جهت طراحی خطوط انتقال انرژی الکتریکی بر اساس استاندارد جهانی IEC826	1380	شانزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
691	علی	فارسی	مجتمع عالی آموزشی و پژوهشی صنعت آب و برق آذربایجان	بررسی بهبود قابلیت اطمینان شبکه های توزیع کابلی با اجرای اتوماسیون و شبیه سازی آن در یک شبکه واقعی	1384	دهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
692		فارسی	مرکز آموزش عالی آذربایجان	A COMPARISON BETWEEN POWER XLPE AND EPR HIGH VOLTAGE CABLES	1389	ششمین کنفرانس بین المللی مسائل فنی و فیزیکی در مهندسی قدرت	مقاله
693	امیرحسین	فاکهی خراسانی	دانشگاه صنعتی شریف تهران	یک مدل فازی برای توسعه بلند مدت سیستم تولید با استفاده از واحدهای حرارتی	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
694	بهادر	فانی محمدآبادی	دانشکده برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد	انتخاب ژنراتورهای توربین بادی بهینه در سیستم قدرت با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و هزینه	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
695	بهادر	فانی محمدآبادی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد	تعیین نوع و ظرفیت بهینه ژنراتورهای توربین بادی در سیستم قدرت با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و هزینه	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
696	بهاره	فتاح	دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعت آب و برق	ارزیابی قابلیت اطمینان انسان نسبت به سیستم اتوماسیون در بهره برداری و دیسپاچینگ سیستم قدرت	1388	دومین کنفرانس ملی مهندسی برق	مقاله
697	امیرحسین	فتحی	دانشجوی دکتری مهندسی سیستمهای انرژی	مدل نوین در تعیین زمان تعمیر برنامه ریزی شده یک واحد تولید پراکنده خصوصی موتورگازی همراه با معرفی تابع جدید پیوسته هزینه احتمالی خرابی	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
698	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم مرکب تولید و انتقال با استفاده از روش شبیه سازی مونت کارلو هوشمند	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
699	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای بهم پیوسته با استفاده از مدل سلامت عمومی سیستم	1384	سیزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
700	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	استفاده از روش HAZOP در تحلیل مخاطره و بهبود قابلیت اطمینان در شبکه های قدرت	1384	اولین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE	مقاله
701	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال بمنظور برقراری معاملات بازار برق و تامین قابلیت اطمینان N-1	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
702	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	برنامه ریزی سیستم تولید با وجود نیروگاه های بادی	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
703	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	تاثیر احداث نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای در مدیریت بار و قابلیت اطمینان شبکه قدرت	1387	دومین کنفرانس ملی نیروگاه‌های آبی کشور	مقاله
704	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	تاثیر خازن سری کنترل شده با ترستور بر روی افزایش قابلیت اطمینان سیستم قدرت	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
705	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف تهران	تأثیر تولیدات پراکنده بر قابلیت اطمینان سیستم های قدرت الکتریکی	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
706	محمود	فتوحی فیروزآباد	انستگاه صنعتی شریف	تحلیل قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع در حضور واحدهای تولید پراکنده	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
707	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشکده برق - دانشگاه صنعتی شریف	مدلسازی نرخ خطای تجهیزات حفاظتی همچون ریکلوزر در تعمیرات پیشگیرانه	1388	چهارمین کنفرانس حفاظت و کنترل سیستم های قدرت	مقاله
708	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشکده مهندسی برق، دانشگاه صنعتی شریف	آثار تجدید ساختار صنعت برق بر کیفیت و قابلیت اطمینان تأمین انرژی الکتریکی	1384	پنجمین همایش ملی انرژی	مقاله
709	محمود	فتوحی فیروزآباد	هئیت علمی دانشکده برق دانشگاه صنعتی شریف	اتصال بهینه مزرعه بادی به شبکه سیستم و اثرات آن بر شاخصهای قابلیت اطمینان	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
710	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه علم و صنعت	ارائه الگوهای جدید تحمل پذیر خطا در پوشش شبکه های حسگر بیسیم و الگوریتمی برای کاهش مصرف انرژی	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
711	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	ارائه روشهای احتمالی و قطعی به منظور ارزیابی اثرات تعمیرات بر روی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع و مقایسه آنها	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
712	محمود	فتوحی فیروزآباد	پژوهشگاه نیرو، دانشگاه صنعتی شریف	ارائه روشی مناسب جهت مدلسازی المانهای حفاظتی برای محاسبه اندیسهای قابلیت اطمینان شبکه های انتقال برق	1384	بیستمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
713	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف	ارائه یک مدل فازی جهت محاسبه هزینه خاموشی مشترکین	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
714	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف ایران	ارائه ساختاری مناسب جهت مطالعات قابلیت اطمینان در سیستم قدرت ایران	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
715	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف تهران - ایران	ارزیابی اثر سیستم ذخیره ساز انرژی به همراه نیروگاه بادی بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
716	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	تعیین حساسیت شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم تولید نسبت به مشخصات سیستم	1382	هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
717	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	حذف بار بهینه در شبکه های توزیع در حضور واحدهای تولید پراکنده برق جهت کاهش هزینه خاموشی مشترکین	1388	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
718	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	روشی نوین برای محاسبه قابلیت اطمینان سیستم توزیع با مدلسازی سلول خورشیدی در یک شبکه هوشمند	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
719	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	شناسایی تجهیزات و قطعات مشکل ساز شبکه های توزیع انرژی الکتریکی با آنالیز قابلیت اطمینان	1389	نخستین کنفرانس نگهداری و تعمیرات یکپارچه	مقاله
720	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف	شناسایی تجهیزات و قطعات مشکل ساز شبکه های توزیع انرژی الکتریکی به کمک روشی پیشنهادی بر مبنای تصمیم گیری سلسله مراتبی AHP	1389	نخستین کنفرانس نگهداری و تعمیرات یکپارچه	مقاله
721	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف تهران	یک مدل فازی برای توسعه بلند مدت سیستم تولید با استفاده از واحدهای حرارتی	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
722	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	مکان یابی بهینه تولیدات پراکنده در شبکه های توزیع با رویکرد آنالیز هزینه/ ارزش	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
723	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	مدل سازی و تحلیل اثر ادوات خطایاب روی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1382	هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
724	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه شریف	Impact of Dynamic Voltage Restorer (DVR) on Reliability Improvement of Distribution System Sensitive Loads	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
725	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	COMPOSITE SYSTEM RELIABILITY EVALUATION IN THE DEREGULATED ENVIRONMENT USING AN EMBEDDED PROBABILISTIC/DETERMINISTIC APPROACH	1382	یازدهمین کنفرانس مهندسی برق	مقاله
726	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	A Proposed Method for Reliable Scheduling in Deregulated Power Systems	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
727	محمود	فتوحی فیروزآباد	شریف	A proposed model for co-optimization of energy and reserve in competitive electricity markets	2009	ELSEVIER	ژورنال
728	محمود	فتوحی فیروزآباد	شریف	Reliability Evaluation of an HVDC Transmission System Tapped by a VSC Station	2010	IEEE	ژورنال
729	محمود	فتوحی فیروزآباد	شریف	Reliability Study of HV Substations Equipped With the Fault Current Limiter	2012	IEEE	ژورنال
730	محمود	فتوحی فیروزآباد	شریف	Reliability Modeling of PMUs Using Fuzzy Sets	2010	IEEE	ژورنال
731	محمود	فتوحی فیروزآباد	شریف	Impact of WAMS Malfunction on Power System Reliability Assessment	2012	IEEE	ژورنال
732	محمود	فتوحی فیروزآباد	شریف	A Comprehensive Scheme for Reliability Centered Maintenance in Power Distribution Systems—Part I: Methodology	2013	IEEE	ژورنال
733	محمود	فتوحی فیروزآباد	شریف	A Comprehensive Scheme for Reliability-Centered Maintenance in Power Distribution Systems—Part II: Numerical Analysis	2013	IEEE	ژورنال
734	محمود	فتوحی فیروزآباد	شریف	Probabilistic Worth Assessment of Distributed Static Series Compensators	2011	IEEE	ژورنال
735	محمود	فتوحی فیروزآباد	شریف	Compromising Wind and Solar Energies from the Power System Adequacy Viewpoint	2012	IEEE	ژورنال
736	محمود	فتوحی فیروزآباد	شریف	Critical Component Identification in Reliability Centered Asset Management of Power Distribution Systems via Fuzzy AHP	2012	IEEE	ژورنال
737	محمود	فتوحی فیروزآباد	شریف	UPFC for Enhancing Power System Reliability	2010	IEEE	ژورنال
738	محمود	فتوحی فیروزآباد	شریف	A Reliability Model of Large Wind Farms for Power System Adequacy Studies	2009	IEEE	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
739	محمود	فتوحی فیروزآباد	شریف	Composite System Reliability Assessment Incorporating an Interline Power-Flow Controller	2008	IEEE	ژورنال
740	محمود	فتوحی فیروزآباد	شریف	Benefits of Demand Response on Operation of Distribution Networks: A Case Study	2014	IEEE	ژورنال
741	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Reliability evaluation of transmission network including effect of protection systems	2007	European Transaction on Power Systems	ژورنال
742	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	A new reduction method for reliability assessment of bulk electric power systems	2006	European Transaction on Power Systems	ژورنال
743	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	A fuzzy logic based approach to determine system well-being indices	2007	European Transaction on Power Systems	ژورنال
744	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Reliability Modeling of Dynamic Thermal Rating	2013	IEEE	ژورنال
745	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Probabilistic Market Clearance Incorporating Reliability Criteria	2013	IEEE	ژورنال
746	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Reliability-Based Maintenance Scheduling of Generating Units in Restructured Power Systems	2013	TJEECS	ژورنال
747	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Constructing the Bayesian Network for Components Reliability Importance Ranking in Composite Power Systems	2012	ELSEVIER	ژورنال
748	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Impacts of Fault Diagnosis Schemes on Distribution System Reliability	2012	IEEE	ژورنال
749	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Applications of Distribution Automation Technologies for Improving Reliability of Power Distribution Systems	2012	IEEE	ژورنال
750	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Design and Routine Test Optimization of Modern Protection Systems with Reliability and Economic Constraints	2012	IEEE	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
751	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Integration of Clustering Analysis and Reward/Penalty Mechanisms for Regulating Service Reliability in Distribution Systems	2012	IEEE	ژورنال
752	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	A Heuristic-based Approach for Reliability Importance Assessment of Energy Producers	2011	IEEE	ژورنال
753	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	New Considerations in Modern Protection System Quantitative Reliability Assessment	2010	IEEE	ژورنال
754	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Optimal reserve capacity allocation with consideration of customer reliability requirements	2010	IEEE	ژورنال
755	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Impacts of Automatic Control Systems of Loop Restoration Scheme on the Distribution System Reliability	2009	IEEE	ژورنال
756	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Customer Choice of Reliability in Spinning Reserve Procurement and Cost Allocation Using Well-being Analysis	2009	IEEE	ژورنال
757	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	A New Reliability Model of Large Wind Farms for Power System Adequacy Studies	2009	IEEE	ژورنال
758	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Reliability improvement of distribution systems using SSVR	2009	ISA	ژورنال
759	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Transmission Expansion Planning in Restructured Power Systems Considering Investment Cost and n-1 Reliability	2008	ELSEVIER	ژورنال
760	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Optimal Installation Capacity of Medium Hydro-Power Plants Considering Technical, Economic and Reliability Indices	2008	ELSEVIER	ژورنال
761	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Distribution System Reliability Enhancement using Optimal Capacitor Placement	2008	IET	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
762	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Determination of installation capacity in reservoir hydro-power plants considering technical, economical and reliability indices	2008	ELSEVIER	ژورنال
763	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Reliability-Constrained Unit Commitment Considering Interruptible Load Participation	2007	IJEE	ژورنال
764	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Quantitative Assessment of Protection System Reliability Incorporating Human Errors	2008	IRR	ژورنال
765	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Reliability Evaluation of Deregulated Electric Power Systems for Planning Applications	2008	JRESS	ژورنال
766	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Composite System Reliability Assessment Incorporating an Interline Power Flow Controller	2008	IEEE	ژورنال
767	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Reliability Evaluation of Transmission Network Including Effect of Protection Systems	2007	EETP	ژورنال
768	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	A New Reduction Method for Reliability Assessment of Bulk Electric Power Systems	2006	EETP	ژورنال
769	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	An Extended Reliability Model Of A Unified Power Flow Controller	2007	IET	ژورنال
770	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Reliability Assessment of An Automated Distribution System	2007	IET	ژورنال
771	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	A Novel Approach to Determine Minimal Tie-Sets of Complex Networks	2004	IEEE	ژورنال
772	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Reliability of Power Systems with Open Access	2003	JEST	ژورنال
773	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Composite System Reliability Evaluation Incorporating a Six-Phase Transmission Line	2003	IEE	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
774	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Reliability Evaluation of Hybrid Multi-Terminal HVDC Sub-Transmission Systems	2002	IEE	ژورنال
775	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Determination of the Optimum Routine Test and Self-Checking Intervals in Protective Relaying Using a Reliability Model	2002	IEEE	ژورنال
776	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Bibliography on the Application of Probability Methods in Power System Reliability Evaluation 1996-1999	2001	IEEE	ژورنال
777	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Impact of Load Management on Composite System Reliability Evaluation Short-Term Operating Benefits	2000	IEEE	ژورنال
778	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Sub-transmission System Reliability Enhancement Using a Thyristor Controlled Series Capacitor	2000	IEEE	ژورنال
779	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Impact of Unified Power Flow Controllers on Power System Reliability	2000	IEEE	ژورنال
780	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Power System Reliability Enhancement Using a Thyristor Controlled Series	1999	IEEE	ژورنال
781	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Interruptible Load Considerations in Well-being Analysis of Interconnected Systems	1998	IJQR	ژورنال
782	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	Diagnosing the Health of Engineering Systems	1996	IJQR	ژورنال
783	محمود	فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	An Approach to Evaluating System Well-being in Engineering Reliability Applications	1995	IJQR	ژورنال
784	امینی	فر	دانشگاه علم و صنعت، دانشگاه شریف	FAILURE ANALYSIS AND RELIABILITY EVALUATION of POWER TRANSFORMERS	FALSE	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
785	فراخته		دانشگاه گیلان	Reliability Assessment of Variable Capacitor Banks in Great Consumers Using MATLAB	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
786	ک.	فرجی	دانشگاه آزاد اهر	Feasibility study and optimal reliable design of renewable hybrid energy system for rural electrification in Iran	1391	کنفرانس فناوری شبکه های الکتریکی هوشمند	مقاله
787	امیر	فرجی فرد	دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران	بررسی روند تغییرات بار شبکه سراسری برق ایران	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
788	داود	فرخ زاد	شرکت مدیریت شبکه برق ایران	برنامه ریزی تولید در برق منطقه ای فارس بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
789	داود	فرخ زاد	سازمان توانیر ایران	ارائه ساختاری مناسب جهت مطالعات قابلیت اطمینان در سیستم قدرت ایران	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
790	داود	فرخ زاد	مدیریت شبکه ایران	Sub-transmission Expansion Planning with Attendance of Wind Farms Considering System Composite Reliability Aspects	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
791	نورالله	فرداد	شرکت پیمان خطوط گسترایران	کاربرد مفاهیم قابلیت اطمینان و دردسترس بودن در طراحی بهینه از پستهای فشارقوی DCS	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
792	کوروش	فردوسیان	کارشناس ارشد رشته برق - قدرت دانشکده تحصیلات تکمیلی واحد جنوب تهران	ارزیابی قابلیت اطمینان پستهای فشار قوی در سیستمهای قدرت	1384	هشتمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
793	امیر	فرشچیان	گروه مهندسی برق - دانشکده فنی - دانشگاه تبریز ، پژوهشکده تولید - پژوهشگاه نیرو	ارزیابی و مقایسه طرحهای مختلف شبکه مصرف داخلی نیروگاههای بخار از دیدگاه شاخص قابلیت اطمینان	1381	هفدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
794	فرشید	فروزبخش	دانشکده برق دانشگاه تهران	جایگذاری بهینه وسایل سوئیچینگ در سیستمهای توزیع شعاعی با استفاده از برنامه ریزی غیرخطی با متغیرهای دودویی	1382	هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
795	علیرضا	فریدونیان	دانشکده فنی مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر	ارزیابی قابلیت اطمینان انسان نسبت به سیستم اتوماسیون در بهره برداری و دیسپاچینگ سیستم قدرت	1388	دومین کنفرانس ملی مهندسی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
796	علیرضا	فریدونیان	شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ بخش مهندسی برق دانشگاه صنعت آب و برق قط	ارائه مدلی مبتنی بر درخت تصمیم به عنوان یک روش غیرپارامتریک داده‌کاوی جهت مدلسازی نرخ خطای گذرا در شبکه‌های توزیع برق	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق	مقاله
797	علیرضا	فریدونیان	دانشگاه صنعت آب و برق	نگرشی نوین بر مکان یابی چند هدفه واحدهای اندازه‌گیری فازور در حضور اندازه‌گیرهای غیرسنکرون با توجه به ارزش واقعی تخمین حالت در سیستم‌های قدرت	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین‌المللی برق	مقاله
798	علیرضا	فریدونیان	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	کان‌یابی واحدهای اندازه‌گیری فازور در شبکه‌های بزرگ مقیاس با استفاده از الگوریتم ژنتیک و نظریه گراف مبتنی بر ارزش مشاهده‌پذیری در شرایط ناپیچینی	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین‌المللی برق	مقاله
799	علیرضا	فریدونیان	تهران	Fault Indicator Deployment in Distribution Systems Considering Available Control and Protection Devices: A Multi-Objective Formulation Approach	2014	IEEE	ژورنال
800	محمد	فضلی	شرکت مدیریت تولید برق شازند CM کارشناس کنترل و ابزار دقیق - تکنسین مسئول اداره	افزایش قابلیت اطمینان و پایداری دیزل ژنراتورهای اضطراری نیروگاه حرارتی شازند به کمک تکنیکهای	1389	سومین کنفرانس نیروگاه‌های برق	مقاله
801	بامداد	فلاحتی	دانشگاه صنعتی شریف ایران	قابلیت اطمینان سیستم‌های اتوماسیون پست‌های فشار قویاز دیدگاه سیستم‌های چند وظیفه‌ای	1387	بیست و سومین کنفرانس بین‌المللی برق	مقاله
802	حمید	فلقی	دانشگاه تربیت مدرس - بخش مهندسی برق تهران - ایران	اتوماسیون بهینه‌ی کلیدها در شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی	1384	بیست‌و‌نهمین کنفرانس بین‌المللی برق	مقاله
803	حمید	فلقی	دانشگاه بیرجند	جایابی نشانگرهای خطا در شبکه‌های توزیع فشارمتوسط طویل	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه‌های توزیع نیروی برق	مقاله
804	حمید	فلقی	دانشگاه تربیت مدرس	جایابی همزمان سکسیونرها و نقاط مانور در شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی	1383	نوزدهمین کنفرانس بین‌المللی برق	مقاله
805	حمید	فلقی	دانشگاه تربیت مدرس	مکان‌یابی بهینه‌ی ریکلوزرها در شبکه‌های توزیع فشارمتوسط	1383	نوزدهمین کنفرانس بین‌المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
806	حمید	فلقی	دانشگاه بیرجند	مدل سازی و تحلیل اثر کلید های اتوماسیون VIT روی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع نیروی برق	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
807	حمید	فلقی	دانشگاه تربیت مدرس بخش مهندسی برق تهران - ایران	مدل سازی و تحلیل اثر ادوات خطایاب روی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1382	هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
808	محمود	فندرسکی	دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات	ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه های بادی منجیل و نیشابور	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
809	محمود	فندرسکی	کارشناس ارشد برق - قدرت دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات	افزایش قابلیت اطمینان سیستم های توزیع شعاعی با استفاده از الگوریتم RCGA2-PSO	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
810	محمود	فندرسکی	دانشجوی ارشد برق قدرت	تأثیر نصب تولیدات پراکنده DG بر روی سطوح مختلف قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت	1386	دهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
811	مهدی	فیروزنیا	شرکت فراب	تأثیر احداث نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای در مدیریت بار و قابلیت اطمینان شبکه قدرت	1387	دومین کنفرانس ملی نیروگاههای آبی کشور	مقاله
812	احمد	قادری شمیم	دانشگاه تربیت مدرس	تعیین ظرفیت معادل نیروگاه بادی منجیل با استفاده از روش مونت کارلو	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
813	هادی	قاسم آبادی	دانشگاه فردوسی مشهد	تأثیر شاخص های قابلیت اطمینان بر روی هزینه برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری فیدرهای شبکه توزیع با در نظر گرفتن اهمیت آن ها	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
814	هادی	قاسم آبادی	دانشگاه فردوسی مشهد	تأثیر اهمیت فیدرها بر قابلیت اطمینان و هزینه برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه فیدرهای شبکه توزیع	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
815	حسن	قاسمی	دانشگاه تهران	بررسی اثر منابع انرژی تجدیدپذیر بر رزرو چرخان بهینه در سیستم قدرت	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
816	محمد رضا	قاسمی	دانشگاه شهید بهشتی	تعیین تعداد و مکان بهینه ریکلوزرها در یک فیدر شعاعی نمونه از شبکه توزیع تهران پارسر اساس شاخصهای قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات گسسته	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
817	ناصر	قاسمی	دانشگاه آزاد - واحد علوم و تحقیقات تهران	جایگذاری بهینه وسایل سوئیچینگ در سیستمهای توزیع شعاعی با استفاده از برنامه ریزی غیرخطی با متغیرهای دودویی	1382	هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
818	محمد رضا	قاسمی	دانشگاه شهید بهشتی	نمونه مقاله مکان یابی بهینه ریکلوزرها در شبکه توزیع در حضور تولیدات پراکنده با در نظر گرفتن عدم قطعیت تولید و آنالیز حساسیت شبکه	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
819	حسن	قاسمی	تهران	A new long term load management model for asset governance of electrical distribution systems	2010	ELSEVIER	ژورنال
820	محمد حسن	قاسمی فرد	دانشگاه صنعتی شریف	مکان یابی پایانه های راه دور (RTU) به روش تصحیح شاخص قابلیت اطمینان SAIDI از طریق الگوریتم تصمیم گیری سلسله مراتبی (AHP)	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
821	عمادالدین	قاضی	شرکت تدبیر نیرو	بررسی اثر نصب کابل خودنگهدار در بهبود شاخص های قابلیت اطمینان شبکه های توزیع فشار ضعیف هوایی	1386	دوازدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
822	رضا	قاضی	دانشگاه فردوسی مشهد	برنامه ریزی توسعه تولید یک شرکت برق در محیط تجدید ساختار با اعمال محدودیتهای قابلیت اطمینان	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
823	رضا	قاضی	دانشگاه فردوسی مشهد	به کارگیری نوعی ناحیه بندی در برنامه ریزی توسعه انتقال با هدف افزایش قابلیت اطمینان	1392	کنگره ملی مهندسی برق، کامپیوتر و فناوری اطلاعات	مقاله
824	رضا	قاضی	استاد گروه برق دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد	ارائه روشی جهت تخصیص احتمالی هزینه قابلیت اطمینان خطوط با بکارگیری نرخ خرج خطوط	1386	پانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
825	رضا	قاضی	دانشگاه فردوسی مشهد، ایران	تخصیص هزینههای انتقال به ژنراتورها و بارهای شبکه با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	1384	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
826	رضا	قاضی	دانشگاه فردوسی مشهد	تخصیص هزینههای انتقال به ژنراتورها و بارهای شبکه با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
827	رضا	قاضی	دانشگاه فردوسی مشهد،	ناحیه بندی بهینه سیستم های قدرت توسط الگوریتم رقابت استعماری با رویکرد توامان افزایش قابلیت اطمینان و کاهش هزینه	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
828	محمد صادق	قاضی زاده	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	بررسی روند تغییرات بار شبکه سراسری برق ایران	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
829	محمدصادق	قاضی زاده	عضو هیئت علمی گروه برق، دانشگاه صنعت آب و برق	ارائه روشی جدید برای مقایسه شبکه های کنترل در سیستمهای قدرت	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
830	محمدصادق	قاضی زاده	دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور	The Effect of Time-Based Demand Response Program on LDC and Reliability of Power System	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
831	محمدصادق	قاضی زاده	دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور	Structural and Operational Optimization of Multi-Carrier Energy Systems Considering Reliability Constraints	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
832	مهدی	قاضی زاده احسائی	دانشگاه زابل	جایایی واحدهای اندازه گیری فازوری با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان مبتنی بر الگوریتم NSGA-II	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
833	محسن	قاینی	موسسه آموزش عالی سجاد مشهد	بررسی قابلیت اطمینان شبکه تغذیه قطارشهری با روش مونت کارلو مطالعه موردی - خط اقطارشهری مشهد	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مقاله
834	محسن	قاینی آبادی	دانشگاه فردوسی مشهد، ایران	تخصیص هزینههای انتقال به ژنراتورها و بارهای شبکه با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	1384	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
835	محسن	قاینی آبادی	دانشگاه فردوسی مشهد	تخصیص هزینههای انتقال به ژنراتورها و بارهای شبکه با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
836	محسن	قاینی آبادی	دانشگاه فردوسی مشهد	کاربرد RCM در سیستمهای قدرت و بکارگیری AHP در اولویت بندی تجهیزات	1384	بیستیمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
837	محسن	قاینی صوفی آبادی	گروه برق، دانشگاه فردوسی مشهد	انتخاب بهینه قراردادهای دوطرفه از دید مصرفکننده بمنظور حفظ قابلیت اطمینان مطلوب در سیستم های قدرت تجدیدساختار شده	1384	بیستیمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
838	محسن	قاینی صوفی آبادی	دانشجوی دکتری برق - قدرت، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد	ارائه روشی جهت تخصیص احتمالی هزینه قابلیت اطمینان خطوط با بکارگیری نرخ خرج خطوط	1386	پانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
839	فرزانه	قائمی	شرکت توزیع نیروی برق هرمزگان - دانشکده مهندسی برق - دانشگاه صنعتی امیر	اثر منابع تولید پراکنده بر قابلیت اطمینان فیدرهای پر بار شبکه توزیع بندرعباس	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
840	فرزانه	قائمی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر-تهران	مدل سازی و تعیین اثر منابع تولید پراکنده بر هزینه خاموشی مشترکین در شبکه توزیع بندرعباس	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
841	علیرضا	قدس	دانشگاه علم و صنعت ایران	بررسی قابلیت اطمینان شبکه توزیع یک شهر و ارائه راه حل هایی برای بهبود آن	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
842	علیرضا	قدس	دانشگاه علم و صنعت ایران	ارائه راه حل هایی برای بهبود قابلیت اطمینان و تاثیر متقابل آن بر نرخ وقوع کاهش ولتاژ (Voltage Sag) در شبکه توزیع	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
843	علیرضا	قدس	شرکت مشاوران ، دانشگاه علم و صنعت ایران	ارائه راهحلهایی برای بهبود قابلیت اطمینان و تاثیر متقابل آن بر نرخ وقوع کاهش ولتاژ (Voltage Sag) در شبکه توزیع	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
844	مینا	قدیری پور	دانشگاه آزاد دزفول	A comparison of methods for aging modeling in reliability evaluation of power distribution systems	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
845	نورالدین	قدیمی	دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل	A new multiobjective allocator of capacitor banks and distributed generations using a new investigated differential evolution	2013	European Transaction on Power Systems	ژورنال
846	نورالدین	قدیمی	دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل	An analytical methodology for assessment of smart monitoring impact on future electric power distribution system reliability	2014	European Transaction on Power Systems	ژورنال
847	حبیب	قراگوزلو	دانشجوی مقطع دکتری برق - قدرت دانشگاه تربیت مدرس	ارزیابی قابلیت اطمینان پستهای فشار قوی در سیستمهای قدرت	1384	هشتمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
848	حبیب	قراگوزلو	پژوهشگاه نیرو	بررسی سیستم کدگذاری عملکرد واحدهای تولید در مراجع مختلف و مقایسه آنها با سیستم ایران جهت ثبت حوادث نیروگاه ها	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
849	حبیب	قراگوزلو	دانشگاه تربیت مدرس	بررسی طرح های توسعه شبکه انتقال کشور از دیدگاه قابلیت اطمینان شبکه	1384	هشتمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
850	حبیب	قراگوزلو	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب	برنامه ریزی تولید در برق منطقه ای فارس بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
851	حبیب	قراگوزلو	دانشگاه تربیت مدرس ایران	ارائه الگوریتمی مناسب جهت برنامه ریزی سیستم های قدرت بر حسب شاخص های قابلیت اطمینان	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
852	حبیب	قراگوزلو	دانشگاه تربیت مدرس ایران	ارائه ساختاری مناسب جهت مطالعات قابلیت اطمینان در سیستم قدرت ایران	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
853	حبیب	قراگوزلو	شرکت مدیریت شبکه برق ایران	روند انتخاب طرح های بهینه شبکه های تولید، انتقال و فوق توزیع با در نظر گرفتن ملاحظات قابلیت اطمینان	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
854	حبیب	قراگوزلو	دانشگاه تربیت مدرس	مطالعه قابلیت اطمینان شبکه توزیع یزد و روشهای پیشنهادی بهبود آن	1389	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
855	حبیب اله	قراگوزلو	دانشگاه تربیت مدرس	A new reduction method for reliability assessment of bulk electric power systems	2006	European Transaction on Power Systems	ژورنال
856	حبیب	قراگوزلو	دانشگاه صنعتی شریف	A New Reduction Method for Reliability Assessment of Bulk Electric Power Systems	2006	ETEP	ژورنال
857	گنورگ	قره پتیان	دانشکده مهندسی برق - دانشگاه صنعتی امیرکبیر	ارزیابی و مقایسه طرهای مختلف شبکه مصرف داخلی نیروگاههای بخار از دیدگاه شاخص قابلیت اطمینان	1381	هفدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
858	گنورگ	قره پتیان	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	تاثیر TCSC بر ریسک ناپایداری گذرای نیروگاه	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
859	گنورگ	قره پتیان	دانشکده مهندسی برق - دانشگاه صنعتی امیرکبیر - پژوهشکده بهره برداری ایم	اثر منابع تولید پراکنده بر قابلیت اطمینان فیدرهای پربار شبکه توزیع بندرعباس	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
860	گنورگ	قره پتیان	پژوهشکده بهره برداری ایمن شبکه - دانشگاه صنعتی امیرکبیر	ارائه یک روش ساده جهت تعیین ظرفیت بهینه رزرودر شبکه های تجدید ساختار یافته	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
861	گنورگ	قره پتیان	دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)	طراحی نیروگاه انرژیهای تجدیدپذیر مستقل با بکارگیری الگوریتم بهینهسازی رقابت استعماری	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
862	گنورگ	قره پتیان	دانشگاه صنعتی امیرکبیر - تهران	مدل سازی و تعیین اثر منابع تولید پراکنده بر هزینه خاموشی مشترکین در شبکه توزیع بندرعباس	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
863	ه.	قروی آهنگر		Economic and reliable design of a hybrid PV-wind-fuel cell energy system using differential evolutionary algorithm	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
864	علیرضا	قشقاوی	دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران	بررسی روند تغییرات بار شبکه سراسری برق ایران	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
865	بابک	قلی زاد	شرکت سرمایه گذاری کارکنان صنعت برق در منطقه زنجان - قزوین	بررسی و بهبود قابلیت اطمینان در شبکه توزیع شهرهای زنجان و قزوین با استفاده از نرم افزار DigSILENT	1383	نهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
866	فرامرز	قلیچی	شرکت مهندسی مشاور مونکو ایران	کاربرد هادیهای پرظرفیت در افزایش ظرفیت خطوط انتقالو تاثیر آن در بهبود قابلیت اطمینان شبکه	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
867	ابراهیم	قندهاری	دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر	تجدید آرایش چند هدفه شبکه‌های توزیع با احتساب رفتار غیرخطی بارها	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
868	مالک	قنواتی	کارشناس ارشد رله های حفاظتی شرکت بهره برداری نفت و گاز مارون ، ایران	روشی جدید برای بهبود و ارتقاء تجهیزات حفاظتی با استفاده از یک مدل قابلیت اطمینان	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
869	رجبی	قهنویه	شریف	UPFC for Enhancing Power System Reliability	2010	IEEE	ژورنال
870	محمدامین	کاشیها	گروه مخابرات پژوهشکده کنترل و مدیریت شبکه - پژوهشگاه نیرو ایران	مدل سازی امنیت وقابلیت اطمینان درسامانه حفاظت ازراه دور	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
871	سیدمحمد	کاظم زاده	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - پژوهشگاه مواد و انرژی	افزایش سرعت قطع خطا درپست های برق فشار قوی با نانوکلید های الکترونیکی	1391	اولین کنفرانس ملی نانوالکترونیک ایران	مقاله
872	احمد	کاظمی	دانشگاه علم و صنعت ایران	تاثیر خازن سری کنترل شده با تریستور بر روی افزایش قابلیت اطمینان سیستم قدرت	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
873	احمد	کاظمی	دانشگاه علم و صنعت ایران	تاثیر خازن سری کنترل شده با تریستور بر روی افزایش قابلیت اطمینان سیستم قدرت	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
874	مصطفی	کاظمی	ژوهشگاه نیرو - گروه مطالعات سیستم	توسعه الگوریتم جایایی سکسیونرهای معمولاً باز و بسته در شبکه های فشار متوسط توزیع ایران با تبدیل بار خطی به بار نقطه ای	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
875	مصطفی	کاظمی	پژوهشگاه نیرو	محاسبه ی قابلیت اطمینان پستهای فوق توزیع با در نظر گرفتن ظرفیت ترانسفورماتور پست و مانور بخش شعاعی	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
876	احد	کاظمی		Application of Differential Evolution Algorithm to Design a Hydrogen-based Wind/PV Plant Considering Reliability Indices	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
877	احد	کاظمی	علم و صنعت	Composite System Reliability Assessment Incorporating an Interline Power-Flow Controller	2008	IEEE	ژورنال
878	حسین	کاظمی کارگر	دانشگاه شهید بهشتی تهران	بهینه سازی استفاده از نیروگاههای هیبریدی فتوولتائیک و بادی به همراه سیستم ذخیره باتری با استفاده از تکنیک قابلیت اطمینان LPSP	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
879	حسین	کاظمی کارگر		پتانسیل سنجی و طراحی بهینه نیروگاه بادی بر پایه ذخیره سازی هیدروژن جهت تأمین برق مورد نیاز ایستگاه پمپاژ آب سایت مشکینشهر	1391	نخستین کنفرانس انرژی بادی ایران	مقاله
880	حسین	کاظمی کارگر	دانشگاه شهیدبهشتی تهران	تأثیر انرژی بادی به همراه منابع خورشیدی و دیزلی بر قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت ترکیبی	1391	نخستین کنفرانس انرژی بادی ایران	مقاله
881	حسین	کاظمی کارگر	دانشگاه شهید بهشتی	تعیین تعداد و مکان بهینه ریکلوزرها در یک فیدر شعاعی نمونه از شبکه توزیع تهران پارسر اساس شاخصهای قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات گسسته	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
882	حسین	کاظمی کارگر	دانشگاه شهید بهشتی	نمونه مقاله مکان یابی بهینه ریکلوزرها در شبکه توزیع در حضور تولیدات پراکنده با در نظر گرفتن عدم قطعیت تولید و آنالیز حساسیت شبکه	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
883	مهرانگیز	کافی	برق منطقه ای هرمزگان	استفاده از مفهوم حساسیت الکتریکی بمنظور بهبود پرفیل ولتاژ	1387	چهاردهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
884	جواد	کافی کندی	دانشجویان کارشناسی ارشد	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولیددرحضورمزارع بادی و سیستم های ذخیره ساز انرژی	1392	سومین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
885	غلامرضا	کامیاب	دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران و واحد گناباد	برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال بمنظور برقراری معاملات بازار برق و تامین قابلیت اطمینان N-1	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
886	غلامرضا	کامیاب	دانشگاه آزاد - واحد گناباد و علوم و تحقیقات تهران	جایگذاری بهینه وسایل سوئیچینگ در سیستمهای توزیع شعاعی با استفاده از برنامه ریزی غیرخطی با متغیرهای دودویی	1382	هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
887	غلامرضا	کامیاب	دانشگاه آزاد اسلامی واحد گناباد	مکانیابی بهینه نصب ریکلوزر در یک فیدر شعاعی فشار متوسط	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
888	داود	کاهه	دانشگاه صنعتی شریف	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای بهم پیوسته با استفاده از مدل سلامت عمومی سیستم	1384	سیزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
889	خسرو	کبیری	دانشگاه صنعتی شریف دانشکده برق	استفاده از اعداد فازی در محاسبه قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1376	دوازدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
890	یحیی	کبیری رنایی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	بهینه سازی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع با کمک حلقه‌های داخلی	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
891	حسین	کرد	دانشگاه زنجان	An Integrated Hybrid Power Supply for Off-Grid Applications Fed by Wind/Photovoltaic/Fuel Cell Energy Systems	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
892	آرش	کردی	مدیرعامل شرکت برق منطقه ای باختر	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع در محیط تجدید ساختار شده	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
893	احسان	کرمانشاهی	پژوهشگاه نیرو - گروه مطالعات سیستم	ارائه یک الگوریتم کاربردی برای جایابی سکسیونر در شبکه‌های فشار متوسط توزیع ایران	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
894	احسان	کرمانشاهی	پژوهشگاه نیرو - گروه مطالعات سیستم	ارائه یک الگوریتم کاربردی برای جایابی نقاط مانور در شبکه‌های فشار متوسط توزیع ایران	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
895	قاسم	کرمی	شرکت موج نیرو	پیشنهاد روشی جدید برای مکان یابی مراکز کنترل و دیسپاچینگ توزیع (DCC)	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
896	مرضیه	کرمی	پژوهشگاه نیرو - گروه مطالعات سیستم	ارائه یک الگوریتم کاربردی برای جایابی سکسیونر در شبکه‌های فشار متوسط توزیع ایران	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
897	مرضیه	کرمی	پژوهشگاه نیرو - گروه مطالعات سیستم	ارائه یک الگوریتم کاربردی برای جایابی نقاط مانور در شبکه‌های فشار متوسط توزیع ایران	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
898	مرضیه	کرمی	ژوهشگاه نیرو - گروه مطالعات سیستم	توسعه الگوریتم جایایی سکسیونرهای معمولاً باز و بسته در شبکه های فشار متوسط توزیع ایران با تبدیل بار خطی به بار نقطه ای	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
899	قاسم	کرمی	پژوهشگاه نیرو - گروه دیسپاچینگ و تله متری ایران	روش سریع یافتن محل پست های کلیدی فشار متوسط جهت نصب RTU	1384	بیستمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
900	قاسم	کرمی	مدیریت شرکت موج نیرو	مکان یابی پایانه های راه دور (RTU) به روش تصحیح شاخص قابلیت اطمینان SAIDI از طریق الگوریتم تصمیم گیری سلسله مراتبی (AHP)	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
901	محمد	کرمی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا	مدل سازی و ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه بخار	1391	چهارمین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
902	شهرام	کریمی	مجتمع عالی آموزشی و پژوهشی صنعت آب و برق غرب	بررسی و مقایسه قابلیت اطمینان توپولوژی بهای مختلف فیلتر اکتیو موازی	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
903	سعید	کریمی	دانشگاه صنعتی شریف	برنامه ریزی سیستم تولید با وجود نیروگاه های بادی	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
904	شهرام	کریمی	استادیارمجتمع عالی آموزشی و پژوهشی غرب کرمانشاه	تاثیرسیستم فتوولتائیک در عملکرد شبکه توزیع در حضور بار مسکونی	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
905	ابراهیم	کریمی	شرکت برق منطقه ای اصفهان	نقش تعمیرات پیشگیرانه در بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه های توزیع نیروی برق	1388	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
906	علی	کریمی و رکانی	دانشجوی کارشناسی ارشد قدرت دانشگاه تهران	ارزیابی مدیریت سمت تقاضا بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت با نرم افزار DigSILENT	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
907	حسین	کشاورزی		ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه فوق توزیع استان لرستان با استفاده از نرم افزار DigSILENT و بررسی تاثیر اقدامات اصلاحی در میزان بهبود قابلیت اطمینان شبکه مذکور	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
908	اسماعیل	کشاورزی	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه برق و الکترونیک، فارس، ایران	روشی نوین برای تجدید آرایش چند منظوره ی سیستم توزیع با استفاده از الگوریتم اجتماع پرندگان باینری	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
909	محسن	کفاشیان نائینی	کارشناس نگهداری و تعمیرات شرکت سایپا	تاثیر اجرای عملیات نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان بر افزایش ایمنی در پستهای برق شرکت سایپا	1389	نخستین کنفرانس نگهداری و تعمیرات یکپارچه	مقاله
910	محسن	کلانتر	دانشگاه علم و صنعت ایران	تحلیل قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع در حضور واحدهای تولید پراکنده	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
911	محسن	کلانتر	دانشگاه علم و صنعت تهران	جایابی بهینه ریکلوزرها در شبکه توزیع جهت کاهش انرژی توزیع نشده با استفاده از الگوریتم اجتماع ذرات	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
912	محسن	کلانتر		Application of Differential Evolution Algorithm to Design a Hydrogen-based Wind/PV Plant Considering Reliability Indices	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
913	احمد	کندی	شرکت مدیریت تولید برق شازند - CM کارشناس کنترل و ابزار دقیق - تکنسین مسئول اداره	افزایش قابلیت اطمینان و پایداری دیزل ژنراتورهای اضطراری نیروگاه حرارتی شازند به کمک تکنیکهای	1389	سومین کنفرانس نیروگاههای برق	مقاله
914	ساناز	کوزه کنانی	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد	جایابی بهینه کلیدهای اتوماسیون در شبکه های فشار متوسط توزیع برق	1391	چهارمین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
915	ساناز	کوزه کنانی	کارشناسی مهندسی برق قدرت	مکانیابی بهینه کلیدهای اتوماسیون در شبکه های فشار متوسط توزیع برق با استفاده از الگوریتم ایمنی	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مقاله
916	رضا	کوسه لر	دانشگاه صنعتی امیر کبیر ایران	روشی نو در انتخاب بهینه اندازه و تعداد توربینهای بادی و باتریها در یک سیستم بادی جدا از شبکه	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
917	رضا	کی	دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان	بررسی اثرات نصب TCSC در شبکه برق استان سمنان	1390	سومین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
918	رضا	کی پور	دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر - دانشگاه سمنان - ایران	ارزیابی قابلیت اطمینان در پست های اتوماسیون بادر نظر گرفتن تجهیزات مازاد	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
919	رضا	کی پور	دانشگاه تربیت مدرس دانشکده فنی مهندسی بخش برق	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای انتقال در حضور ادوات FACTS	1382	یازدهمین کنفرانس مهندسی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
920	رضا	کی پور	دانشگاه تربیت مدرس	روشی جدید در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های انتقال با استفاده از منحنی های تداومی بار	1381	هفدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
921	فرشید	کی نیا	هیات علمی دانشگاه تحصیلات تکمیلی کرمان	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع با استفاده از شبکه عصبی Cascade و شاخص های پیشنهادی	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
922	محسن	کیا	دانشگاه آب و برق شهید عباسپور - شرکت موج نیرو	پیشنهاد روشی جدید برای مکان یابی مراکز کنترل و دیسپاچینگ توزیع (DCC)	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
923	نیما	کیا	شرکت توزیع نیروی برق غرب استان تهران - کرج	پیشنهاد روشی جدید برای مکان یابی مراکز کنترل و دیسپاچینگ توزیع (DCC)	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
924	فرهاد	کیانی نسب	شرکت توزیع برق استان اصفهان	ارائه روشهای حذف و کاهش انواع عدم تعادل بار شبکه و محاسبات تنظیم بار اصولی و فنی شبکه	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
925	شهرام	کیخانی	شرکت توزیع نیروی برق خراسان رضویایران	ارزیابی اقتصادی اتوماسیون شبکه های توزیع	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
926	مصطفی	کاظمی	پژوهشگاه نیرو	ارائه الگوریتم مناسب جهت ارتقای قابلیت اطمینان شبکه های توزیع به کمک تحلیل حساسیت	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
927	مصطفی	کاظمی	پژوهشگاه نیرو	مطالعه تاثیر خطای کلیدهای شبکه توزیع بر محاسبه قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
928	شهرام	کاظمی	دانشگاه صنعتی شریف	Impacts of Fault Diagnosis Schemes on Distribution System Reliability	2012	IEEE	ژورنال
929	شهاب الدین	کامیاب	شیراز	Performance evaluating of the AP1000 passive safety systems for mitigation of small break loss of coolant accident using risk assessment tool-II software	2012	ELSEVIER	ژورنال
930	عبدالله	کاووسی	صنعتی شیراز	Optimal Distribution Feeder Reconfiguration for Reliability Improvement Considering Uncertainty	2013	IEEE	ژورنال
931	مازیار	کریمی	پژوهشگاه نیرو	ارائه الگوریتم مناسب جهت ارتقای قابلیت اطمینان شبکه های توزیع به کمک تحلیل حساسیت	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
932	مازیار	کریمی	پژوهشگاه نیرو	مطالعه تاثیر خطای کلیدهای شبکه توزیع بر محاسبه قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
933	مازیار	کریمی	پژوهشگاه نیرو	محاسبه ی قابلیت اطمینان پستهای فوق توزیع با در نظر گرفتن ظرفیت ترانسفورماتور پست و مانور بخش شعاعی	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
934	آیدا	کریمی	آزاد قزوین	A bi-objective model to optimize reliability and cost of system with a choice of redundancy strategies	2012	ELSEVIER	ژورنال
935	محمدباقر	کوپایی	دانشگاه تهران	زمانبندی تعمیرات واحدهای نیروگاهی به کمک تئوری بازیها با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و عدم قطعیت بار	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
936	هومن	گدری	دانشگاه آزاد اسلامی واحد انار گروه برق	جایابی بهینه پستهای توزیع برق به منظور افزایش قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم HPSO	1390	چهارمین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
937	یاسر	گریوانی		ارزیابی عملکرد، قابلیت اطمینان و ریسک در طرح حفاظتی سیستم f	1385	اولین کنفرانس تخصصی حفاظت و کنترل	مقاله
938	حامد	گل زاده	دانشکده مهندسی برق - دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	بررسی اثر قراردادهای خرید و فروش برق بین کشورهای همسایه در شاخصهای قابلیت اطمینان	1386	یست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
939	حمیدرضا	گلپایگانی	دانشگاه علوم و تحقیقات واحد کرمانشاه	جایابی تولیدات پراکنده توسط الگوریتم هوشمند ACS و مبتنی بر افزایش قابلیت اطمینان شبکه توزیع انرژی الکتریکی	1391	پانزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
940	محمود	گلشن خواص	شرکت پایدار رسانا	زمان سنجی عملیات بهره برداری و رفع خاموشی ها	1388	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
941		گلکار	دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین توسی	RELIABILITY IMPROVEMENT AND LOSS REDUCTION OF DISTRIBUTION SYSTEM WITH DISTRIBUTED GENERATION	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
942		گلمحمدی	دانشگاه بیرجند	Generating Unit Maintenance Scheduling in Power Market Based on Fairness and Competition	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
943	حسین	گلنبدی	شریف	Simulation of an optical sensing system for automatic object tracking	2002	ELSEVIER	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
944	مجید	گندمکار	استادیار دانشگاه آزادساره	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه فوق توزیع استان لرستان با استفاده از نرم افزار DigSILENT و بررسی تاثیر اقدامات اصلاحی در میزان بهبود قابلیت اطمینان شبکه مذکور	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
945	مجید	گندمکار	گروه برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساره	آلترناتیوهای بهبود قابلیت اطمینان شبکه توزیع برق در جهت کاهش با مطالعه موردی در شرکت توزیع برق شهرستان کرمان ENS	1389	دومین کنفرانس سراسری اصلاح الگوی مصرف انرژی الکتریکی	مقاله
946	علی	گودرزی ۷	دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات گیلان	بررسی معایب ترانسفورماتورهای توزیع و کاهش نرخ خرابی با تعمیرات و نگهداری و طراحی MAINTENANCE EQUIPMENT CARD	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
947	علی	گودرزی املشی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات گیلان	قابلیت اطمینان و دسترس پذیری انواع سیستم‌های رانش الکتریکی	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	مقاله
948	محمد رضا	گیوه ای	گروه تحقیقات شرکت موج نیرو	پیشنهاد روشی جدید برای مکان یابی مراکز کنترل و دیسپاچینگ توزیع (DCC)	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
949	حمید	لسانی	آزمایشگاه پژوهشی سیستم و ماشین، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر پردیس	ارزیابی قابلیت اطمینان انسان نسبت به سیستم اتوماسیون در بهره برداری و دیسپاچینگ سیستم قدرت	1388	دومین کنفرانس ملی مهندسی برق	مقاله
950	حمید	لسانی	دانشگاه تهران	نگرشی نوین بر مکان یابی چند هدفه واحدهای اندازه گیری فازور در حضور اندازه گیرهای غیرسنکرون با توجه به ارزش واقعی تخمین حالت در سیستم های قدرت	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
951	حمید	لسانی	دانشگاه تهران	کان یابی واحدهای اندازه گیری فازور در شبکه های بزرگ مقیاس با استفاده از الگوریتم ژنتیک و نظریه گراف مبتنی بر ارزش مشاهده هیدری در شرایط ناپیینی	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
952	حمید	لسانی	تهران	Fault Indicator Deployment in Distribution Systems Considering Available Control and Protection Devices: A Multi-Objective Formulation Approach	2014	IEEE	ژورنال
953	سعید	لطفی ترازویی	دانشگاه محقق اردبیلی	تاثیر انرژی بادی به همراه منابع خورشیدی و دیزلی بر قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت ترکیبی	1391	نخستین کنفرانس انرژی بادی ایران	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
954	غلامرضا	لطیف شیگاهی	دانشگاه صنعت آب و برق شهیدعباسپورتهران	ارائه یک روش جدید مبتنی برافزونگی مسیر و افزونگی داده‌ها در شبکه‌های توری با بافر محدود جهت بهبود قابلیت اطمینان داده	1391	پانزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
955	محمدامین	لطیفی	تربیت مدرس	An integrated model for generation maintenance coordination in a restructured power system involving gas network constraints and uncertainties	2013	ELSEVIER	ژورنال
956	محمدحسین	لعله ئی	دانشکده مهندسی برق - دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	بررسی اثر قراردادهای خرید و فروش برق بین کشورهای همسایه در شاخصهای قابلیت اطمینان	1386	یست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
957	محمد مظفری	لقا	دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان	ارزیابی عدم قطعیت پست های توزیع هوایی با استفاده از روش منطق فازی بر قابلیت اطمینان شبکه برق شهر کرمان	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
958	متی	لهتونن	دانشگاه Aalto هلسینکی، فنلاند	یک روش گزینش کلیدهای قدرت جهت پیاده سازی سیستم پایش بر خط	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
959	کارو	لوکس	آزمایشگاه پژوهشی سیستم و ماشین، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر پردیس	ارزیابی قابلیت اطمینان انسان نسبت به سیستم اتوماسیون در بهره برداری و دیسپاچینگ سیستم قدرت	1388	دومین کنفرانس ملی مهندسی برق	مقاله
960	خلیل	مافی نژاد	-	ارائه یک سوئیچ جدید MEMS به منظور کاهش اثر خود تحریکی و چسبندگی	1391	بیستمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
961	مجتهد زاده	دانشگاه آزاد تبریز	دانشگاه آزاد تبریز	IMPROVE DISTRIBUTION SYSTEM RELIABILITY AND EFFICIENCY USING SMART GRID TECHNOLOGIES	1389	ششمین کنفرانس بین المللی مسائل فنی و فیزیکی در مهندسی قدرت	مقاله
962	سید	محسن حسینی	شرکت مدیریت تولید برق هرمزگان (نیروگاه بندرعباس)	قابلیت اطمینان توصیفی در نیروگاه ها	1383	پنجمین همایش کیفیت و بهره وری در صنعت برق	مقاله
963	محسن	محسنی	برق منطقه ای خراسان	کاربرد RCM در سیستمهای قدرت و بکارگیری AHP در اولویت بندی تجهیزات	1384	بیستمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
964	لیلا	محسنی	برق منطقه ای خراسان	کاربرد RCM در سیستمهای قدرت و بکارگیری AHP در اولویت بندی تجهیزات	1384	بیستمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
965	سیدعلی	محمد جوادیان	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه	تغییر آرایش شبکه های توزیع به منظور استفاده بهینه از منابع تولید پراکنده	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
						برق	
966	سیدعلی	محمد جوادیان	دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر	طرحی نوین برای تغییر آرایش و حفاظت شبکه های توزیع دارای منابع تولید پراکنده با استفاده از شبکه های عصبی MLP	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
967	علی	محمد رنجبر	دانشگاه صنعتی شریف تهران	تأثیر تولیدات پراکنده بر قابلیت اطمینان سیستم های قدرت الکتریکی	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
968	علی	محمد رنجبر	دانشکده مهندسی برق، دانشگاه صنعتی شریف	آثار تجدید ساختار صنعت برق بر کیفیت و قابلیت اطمینان تأمین انرژی الکتریکی	1384	پنجمین همایش ملی انرژی	مقاله
969	لیلی	محمدخانلی	دانشگاه تبریز	بکارگیری توپولوژی سلسله مراتبی در سیستم مدیریت منابع: افزایش قابلیت اطمینان سرویس رایانش مشبک	1387	دومین همایش ملی مهندسی برق، کامپیوتر و فناوری اطلاعات	مقاله
970	محسن	محمدزاده	تربیت مدرس	Bayesian estimation of overhead lines failure rate in electrical distribution systems	2014	ELSEVIER	ژورنال
971	سید	محمدصادق غیائی	FALSE	بهینه سازی طراحی و ظرفیت پستهای شبکه توزیع با در نظرگیری ارزش بار از دست رفته در محاسبات قابلیت اطمینان	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
972	میثم	محمدطاهری	دانشگاه زنجان	محاسبه پارامترهای قابلیت اطمینان در سطح تولید با استفاده از الگوریتم PSO	1387	شانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
973	بابک	محمدی	شرکت توزیع نیروی برق استان زنجان	ارزیابی تأثیر اتصال هادی های نول در کاهش تلفات شبکه های توزیع مجاور و دو مداره	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
974	فاضل	محمدی	دانشگاه گیلان	Reliability Assessment of Variable Capacitor Banks in Great Consumers Using MATLAB	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
975	محسن	محمدی	دانشگاه پیام نور	A new multiobjective allocator of capacitor banks and distributed generations using a new investigated differential evolution	2013	European Transaction on Power Systems	ژورنال
976	مرتضی	محمدی اردهالی	دانشکده مهندسی برق - دانشگاه صنعتی امیرکبیر - تهران - ایران	اثر منابع تولید پراکنده بر قابلیت اطمینان فیدرهای پربار شبکه توزیع بندرعباس	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
977	مرتضی	محمدی اردهالی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)	طراحی نیروگاه انرژیهای تجدیدپذیر مستقل با بکارگیری الگوریتم بهینهسازی رقابت استعماری	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
978	مرتضی	محمدی اردهالی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر-تهران	مدل سازی و تعیین اثر منابع تولید پراکنده بر هزینه خاموشی مشترکین در شبکه توزیع بندرعباس	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
979	حاتم	محمدی کامرا	دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا	مدل سازی و ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه بخار	1391	چهارمین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
980	محسن	محمدیان	دانشگاه شهید باهنر کرمان، گروه برق، کرمان، ایران	بررسی درجه بندی امنیت خطوط سیستم قدرت در برابر جزیره ای شدن	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
981	حسین	محمدیان	شرکت برق منطقه ای مازندران	تاثیر کاهش خاموشی های گذرا بر شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه های توزیع انرژی الکتریکی	1380	شانزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
982	محسن	محمدیان	دانشگاه شهید باهنر کرمان	مدیریت انرژی سیستم هایبرید متشکل از پیل سوختی، آرایه فوتوولتائیک و باتری با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
983	جواد	محمودی	دانشگاه صنعتی شریف	مکان یابی پایانه های راه دور (RTU) به روش تصحیح شاخص قابلیت اطمینان SAIDI از طریق الگوریتم تصمیم گیری سلسله مراتبی (AHP)	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
984	هادی	مدقق	شرکت مدیریت شبکه برق ایران (IGMC) تهران، ایران	انتخاب نحوه مناسب خاز نگذاری در شبکه قدرت با مقایسه پروفیل ولتاژ و ارزیابی اقتصادی براساس تلفات و قابلیت اطمینان	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
985	هادی	مدقق	شرکت مدیریت شبکه برق ایران	روند انتخاب طرح های بهینه شبکه های تولید، انتقال و فوق توزیع با در نظر گرفتن ملاحظات قابلیت اطمینان	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
986	هادی	مدقق	شرکت برق منطقه ای خراسان	طراحی خط انتقال، جهت اتصال شبکه خراسان و سیستان - بلوچستان با بیشترین قابلیت اطمینان	1378	چهاردهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
987	سید مجید	مدنی	شاهد	Improved bridge type inrush current limiter for primary grounded transformers	2013	ELSEVIER	ژورنال
988	محمدحسن	مدیرشانه چی	دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد - دانشکده مهندسی - گروه برق	بررسی راهکارهای کاهش سطح اتصال کوتاه در شبکه خراسان ۸۵ و ۹۰ با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
989	محمدحسن	مدیرشانه چی	دانشگاه فردوسی مشهد	طراحی خط انتقال، جهت اتصال شبکه خراسان و سیستان - بلوچستان با بیشترین قابلیت اطمینان	1378	چهاردهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
990	امین	مرادخانی	تربیت مدرس	Bayesian estimation of overhead lines failure rate in electrical distribution systems	2014	ELSEVIER	ژورنال
991	امین	مرادی	دانشگاه آزادخیمینی شهر	ارزیابی قابلیت اطمینان دسترسی ترانسفورماتور های توزیع و ارائه برنامه تعمیرات پیشگیرانه براساس اصول قابلیت اطمینان	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
992	امین	مرادی	دانشگاه آزاد خیمینی شهر	ارزیابی قابلیت اعتمادسیستمهای توزیع نیرو با بررسی اتفاقات شبکه فشارمتوسط درمحدوده منطقه برق شمیران	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
993	جلال	مرادی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد خیمینی شهر-اصفهان	ارائه برنامه تعمیرات پیشگیرانه مبتنی بر اصول قابلیت اطمینان و دسترسی برای نیروگاه شهید منتظری اصفهان	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
994		مرادی دلاوند	شرکت مونکو	Structural and Operational Optimization of Multi-Carrier Energy Systems Considering Reliability Constraints	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
995	محمد	مرادی	بوعلی سینا همدان	Evaluation economic and reliability issues for an autonomous independent network of distributed energy resources	2014	ELSEVIER	ژورنال
996	محمد	مرادی	بوعلی سینا همدان	A hybrid method for simultaneous optimization of DG capacity and operational strategy in microgrids considering uncertainty in electricity price forecasting	2014	ELSEVIER	ژورنال
997		مرتضوی		Studding Two Indices of Voltage Stability in Reliability Constrained Unit Commitment in a Day-ahead Market	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
998		مرتضوی		Different Strategies of Interruptible Load Contracts Implemented in Reliability Constrained Unit Commitment	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
999	فرشاد	مرحمتی	شرکت توزیع نیروی برق جنوبشرق تهران	بررسی اثر نصب کابل خودنگهداردر بهبودشاخص های قابلیت اطمینان شبکه های توزیع فشارضعیف هوایی	1386	دوازدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
1000	زهرا	مروج	دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر - دانشگاه سمنان - ایران	ارزیابی قابلیت اطمینال در پست های اتوماسیون بادر نظر گرفتن تجهیزات مازاد	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1001	فرشید	مستوفی	دانشگاه شهید بهشتی تهران	پتانسیل سنجی و طراحی بهینه نیروگاه بادی بر پایه ذخیره سازی هیدروژن جهت تأمین برق مورد نیاز ایستگاه پمپاژ آب سایت مشکینشهر	1391	نخستین کنفرانس انرژی بادی ایران	مقاله
1002	ف.	مستوفی	دانشگاه آزاد علوم تحقیقات تهران	Feasibility study and optimal reliable design of renewable hybrid energy system for rural electrification in Iran	1391	کنفرانس فناوری شبکه های الکتریکی هوشمند	مقاله
1003	حامد	مسکنی	کارشناسی ارشد مهندسی برق قدرت	مکانیابی بهینه کلیدهای اتوماسیون در شبکه های فشار متوسط توزیع برق با استفاده از الگوریتم ایمنی	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مقاله
1004	نیکی	مسلمی	پژوهشگاه نیرو	ستفاده از مطالعات قابلیت اطمینان در طراحی و توسعه شبکه های انتقال و فوق توزیع	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1005	نیکی	مسلمی	پژوهشگاه نیرو	ارائه الگوریتم مناسب جهت ارتقای قابلیت اطمینان شبکه های توزیع به کمک تحلیل حساسیت	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1006	نیکی	مسلمی	پژوهشگاه نیرو	مطالعه تاثیر خطای کلیدهای شبکه توزیع بر محاسبه قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1392	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1007	نیکی	مسلمی	پژوهشگاه نیرو	بررسی انتخاب نوع تجهیزات جداساز شبکه های توزیع هوایی و تأثیرات آن بر شاخصهای قابلیت اطمینان	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1008	نیکی	مسلمی	پژوهشگاه نیرو	بررسی تاثیر تغییرات مدت زمان لازم برای انجام عملیات تعمیر و نگهداری بر روی قابلیت اطمینان شبکه توزیع	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1009	نیکی	مسلمی	پژوهشگاه نیرو	تحلیل حوادث شبکه به منظور ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های انتقال و فوق توزیع و تعیین نقاط ضعف آن	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1010	نیکی	مسلمی	پژوهشگاه نیرو - پژوهشکده برق ایران- تهران	ارائه الگوریتم مناسب برای محاسبه کات ست های مینیمم گراف شبکه به روش افزودن شاخه	1383	دوازدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
1011	نیکی	مسلمی	پژوهشگاه نیرو	ارائه الگوریتم نوین محاسبه قابلیت اطمینان با مدل سازی نقاط مانور و عملکرد تجهیزات حفاظتی در شبکه های توزیع	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
1012	نیکی	مسلمی	پژوهشگاه نیرو - گروه مطالعات سیستم	ارائه روش مناسب جهت ثبت حوادث و اتفاقات شبکه به منظور کاربرد در مطالعات قابلیت اطمینان	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1013	نیکی	مسلمی	پژوهشگاه نیرو	ارائه روشی مناسب جهت مدل‌سازی المنهای حفاظتی برای محاسبه اندیسهای قابلیت اطمینان شبکه های انتقال برق	1384	بیستیمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1014	نیکی	مسلمی	ژوهشگاه نیرو - گروه مطالعات سیستم	توسعه الگوریتم جایایی سکسیونرهای معمولاً باز و بسته در شبکه های فشار متوسط توزیع ایران با تبدیل بار خطی به بار نقطه ای	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1015	نیکی	مسلمی	پژوهشگاه نیرو	یک روش کاربردی سریع برای تعیین کات ست های مینیمم در مطالعات قابلیت اطمینان شبکه های انتقال با استفاده از ماتریس اتصالات شبکه	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1016	نیکی	مسلمی	پژوهشگاه نیرو	یک روش جدید برای تشخیص ساده و شناسایی سریع جزایردر شبکه های قدرت با استفاده از ماتریس اتصالات شبکه	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1017	نیکی	مسلمی	پژوهشگاه نیرو	یک الگوریتم سریع و ساده مسیریایی مبتنی بر روش رنگآمیزی گراف برای مدل‌سازی شبکههای توزیع جهت پیشبینی قابلیت اطمینان	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1018	نیکی	مسلمی	پژوهشگاه نیرو	محاسبه ی قابلیت اطمینان پستهای فوق توزیع با در نظر گرفتن ظرفیت ترانسفورماتور پست و مانور بخش شعاعی	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1019	محمداحسان	مسیبیان	دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر - پردیس دانشکده فنی دانشگاه تهران - ایران	ارائه یک روش ترکیبی برای مدل‌سازی نیروگاه بادی در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1020	سید	مصطفی علمی	مؤسسه آموزش عالی پاسارگاد شیراز	مدل سازی و ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه بخار	1391	چهارمین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
1021	سعید	مصلح پور	هارتفورد	Economical load distribution in power networks that include hybrid solar power plants	2008	ELSEVIER	ژورنال
1022		مصیبیان	دانشگاه تهران	RELIABILITY ANALYSIS OF WIND ENERGY IN ELECTRIC POWER SYSTEMS	1389	ششمین کنفرانس بین المللی مسائل فنی و فیزیکی در مهندسی قدرت	مقاله
1023	بابک	مظفری	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران	مکانیایی همزمان سکسیونر ها و کلیدهای مانور در حضور نشانگرهای خطادر شبکه توزیع با در نظر گرفتن شاخص های قابلیت اطمینان مبتنی بر	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
				الگوریتم ژنتیک			
1024	مهدی	مظفری لقا	گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه	بررسی افزایش قابلیت اطمینان در شبکه توزیع با استفاده از نرم افزار CymeDIST مطالعه موردی در شرکت توزیع نیروی برق شهرستان کرمان	1389	اولین همایش منطقه ای مهندسی برق	مقاله
1025	مهدی	مظفری لقا	گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه	بررسی فیدرهای شبکه توزیع برق در جهت بهینه سازی برنامه ریزی تعمیرات پیشگیرانه	1390	سومین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
1026	مهدی	مظفری لقا	گروه برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه	آلترناتیوهای بهبود قابلیت اطمینان شبکه توزیع برق در جهت کاهش با مطالعه موردی در شرکت توزیع برق شهرستان کرمان ENS	1389	دومین کنفرانس سراسری اصلاح الگوی مصرف انرژی الکتریکی	مقاله
1027	مهدی	مظفری لقا	دانشگاه آزاد اسلامی واحد انار	ارزیابی عدم قطعیت پست های توزیع هوایی با استفاده از روش منطق فازی بر قابلیت اطمینان شبکه برق شهر کرمان	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
1028	کاظم	مظلومی	دانشگاه امیرکبیر	ارزیابی عملکرد، قابلیت اطمینان و ریسک در طرح حفاظتی سیستم f	1385	اولین کنفرانس تخصصی حفاظت و کنترل	مقاله
1029	کاظم	مظلومی	دانشگاه زنجان	جایابی بهینه تولیدات پراکنده در شبکه های توزیع برای بهبود قابلیت اطمینان به کمک الگوریتم قورباغه	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
1030	کاظم	مظلومی	دانشگاه زنجان	سرمایه گذاری بهینه در راستای کاهش نرخ بروز خطا به منظور افزایش قابلیت اطمینان در سیستم های توزیع	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1031	مهدی	مظهری	دانشگاه تهران، پردیس دانشکده‌های فنی	ویکردی جدید بر مکانیابی چندهدفه بانکهای خازنی در شبکه توزیع تجدیدساختار شده با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان مطلوب مشترکین مبتنی بر اتوماتای یادگیر	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1032	سیدمهدی	مظهری	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	کان یابی واحدهای اندازه گیری فازور در شبکه های بزرگ مقیاس با استفاده از الگوریتم ژنتیک و نظریه گراف مبتنی بر ارزش مشاهده هیذیری در شرایط ناپیینی	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1033	سید مهدی	مظهری	تهران	Fault Indicator Deployment in Distribution Systems Considering Available Control and Protection Devices: A Multi-Objective Formulation Approach	2014	IEEE	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
1034	امین	معاضدی	شرکت مشاورین	تحلیل علل وقوع یک حادثه در نیروگاه منتظر قائم و ارائه راه حل جهت پیشگیری از حوادث مشابه	1380	شانزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1035	ایلداد	معمدمدی	شرکت توانیر - معاونت هماهنگی و تولید	محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان در سیستم انتقال و فوق توزیع شبکه برق ایران و مقایسه آن با سایر کشورها	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1036	داریوش	معدنیان	شرکت منیران	ارزیابی دقیق بهره وری از نشانگرهای خطا	1386	دوازدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1037	حسین	معرفی	دانشکده مهندسی برق - دانشگاه صنعتی امیرکبیر - تهران - ایران	اثر منابع تولید پراکنده بر قابلیت اطمینان فیدهای پربار شبکه توزیع بندرعباس	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1038	حسین	معرفی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر - تهران	مدل سازی و تعیین اثر منابع تولید پراکنده بر هزینه خاموشی مشترکین در شبکه توزیع بندرعباس	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1039	امین	معصوم زاده	دانشجوی دکتری مهندسی سیستمهای انرژی	مدل نوین در تعیین زمان تعمیر برنامه ریزی شده یک واحد تولید پراکنده خصوصی موتورگازی همراه با معرفی تابع جدید پیوسته هزینه احتمالی خرابی	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
1040	حامد	معظمی گودرزی	دانشگاه علم و صنعت تهران	جایابی بهینه ریکلوزرها در شبکه توزیع جهت کاهش انرژی توزیع نشده با استفاده از الگوریتم اجتماع ذرات	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1041	معین	معینی اقطاعی	دانشگاه صنعتی شریف	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم مرکب تولید و انتقال با استفاده از روش شبیه سازی مونت کارلو هوشمند	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
1042	معین	معینی اقطاعی	دانشگاه صنعتی شریف	شناسایی تجهیزات و قطعات مشکل ساز شبکه های توزیع انرژی الکتریکی با آنالیز قابلیت اطمینان	1389	نخستین کنفرانس نگهداری و تعمیرات یکپارچه	مقاله
1043	ندا	مغربی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات کرمانشاه	تاثیر سیستم فتوولتائیک در عملکرد شبکه توزیع در حضور بار مسکونی	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
1044	سیدمسعود	مقدسی تفرشی	دانشکده برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی	سایزبندی بهینه میکرو شبکه با استفاده از الگوریتم اجتماع ذرات با در نظر گرفتن عدم قطعیت انرژی باد	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
1045	ایمان	ملک سعیدی	دانشگاه علم و صنعت ایران	A new multiobjective allocator of capacitor banks and distributed generations using a new investigated differential evolution	2013	European Transaction on Power Systems	ژورنال
1046	معین	منیع چی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب	بررسی اثر قابلیت اطمینان بر امکان سنجی اقتصادی واحدهای تولید همزمان برق و حرارت به کمک شبیه سازی مونت ک ارلو و نظریه بازی ها	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1047	معین	منیع چی	دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران	زمانبندی تعمیرات واحدهای نیروگاهی به کمک تئوری بازیها با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و عدم قطعیت بار	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1048	حسن	منصف	دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه تهران	برنامه ریزی توسعه تولید در محیط تجدید ساختار یافته با در نظر گرفتن قیود قابلیت اطمینان	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
1049	حسن	منصف	دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه تهران - ایران	برنامهریزی به مدار آمدن واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن قیود امنیت بر اساس قوانین بازار برق ایران	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
1050	حسن	منصف	دانشیار دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران	روش جدید برای یافتن تعداد و مکان بهینه ادوات حفاظتی در شبکه های توزیع مجهز به تولید پراکنده	1388	چهارمین کنفرانس حفاظت و کنترل سیستم های قدرت	مقاله
1051	حسن	منصف	-	ارائه روشی جدید برای مدلسازی شبکه قابلیت اطمینان واحد فتوولتائیک	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1052	حسن	منصف	دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر - پردیس دانشکده فنی دانشگاه تهران - ایران	ارائه یک روش ترکیبی برای مدلسازی نیروگاه بادی دراززیایی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1053	حسن	منصف	دانشگاه تهران	جایابی بهینه و همزمان منابع تولید پراکنده و ادوات حفاظتی با استفاده از الگوریتم ژنتیک (GA) و الگوریتم کلونی مورچگان (ACS)	1389	اولین همایش منطقه ای مهندسی برق	مقاله
1054	حسن	منصف	دانشگاه تهران	تسویه بازار همزمان انرژی و رزرو چرخان در سیستم قدرت تجدید ساختار یافته بر اساس قابلیت اطمینان مطلوب مصرف کنندگان	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1055	حسن	منصف	دانشکده فنی دانشگاه تهران ایران	تخصیص هزینه شبکه انتقال با در نظر گرفتن اهمیت ظرفیت خالی خطوط	1384	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1056	حسن	منصف	دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران	جایابی و ظرفیت یابی بهینه و همزمان منابع تولید پراکنده و ادوات حفاظتی با استفاده از ترکیب الگوریتم کلونی مورچگان (ACS) و تحلیل سلسله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
				مراتبی (AHP)			
1057	حسن	منصف	گروه مهندسی برق و کامپیوتر دانشکده فنی دانشگاه تهران ایران	تخصیص هزینه شبکه انتقال با در نظر گرفتن اهمیت ظرفیت خالی خطوط	1384	یستمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1058	حسن	منصف	دانشگاه تهران	نگرشی نوین بر مکان یابی چند هدفه واحدهای اندازه گیری فازور در حضور اندازه گیرهای غیرسنکرون با توجه به ارزش واقعی تخمین حالت در سیستم های قدرت	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1059	حسن	منصف	دانشگاه تهران	ملاحظات در مورد طراحی نیروگاههای تولید برق کشور به منظور کاهش آسیبپذیری آنها در شرایط جنگی	1388	دومین کنفرانس نیروگاههای برق	مقاله
1060	حسن	منصف	دانشگاه تهران	RELIABILITY ANALYSIS OF WIND ENERGY IN ELECTRIC POWER SYSTEMS	1389	ششمین کنفرانس بین المللی مسائل فنی و فیزیکی در مهندسی قدرت	مقاله
1061	حسن	منصف	دانشگاه تهران	Check Reactive Power Pricing in Power systems	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1062	حسن	منصف	دانشگاه تهران	Scheduling of Spinning Reserve Considering Customer Choice on Reliability	2009	IEEE	ژورنال
1063	سعید	منصوری	دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر-اصفهان	ارائه برنامه تعمیرات پیشگیرانه مبتنی بر اصول قابلیت اطمینان و دسترسی برای نیروگاه شهید منتظری اصفهان	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1064	سیدپرهام	منفرد	شرکت توزیع نیروی برق شیراز	کاربرد مهندسی ارزش در طراحی بهینه شبکه توزیع جهت کاهش تلفات	1388	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1065		منفرد	دانشگاه الزهرا	Reliability and vulnerability of Power Transmission Grid in Iran:A Complex Systems Approach	1391	نهمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع	مقاله
1066	سیدمهدی	مهایی	شرکت برق منطقه ای آذربایجان	جایابی بهینه آشکارسازهای خطای RTU دار بر روی شبکه ۲۰ کیلوولت شرکت توزیع نیروی برق تبریز با ارایه مدل جدید تابع هدف	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1067	سمیه	مهدوی جعفری	دانشگاه شهیدباهنر کرمان	ارائه یک روش آزمون توکار انعطاف پذیر برای آزمایش تراشه شبکه ای	1392	کنگره ملی مهندسی برق، کامپیوتر و فناوری اطلاعات	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
1068	احسان	مهدوی منش	-	ارائه روشی برای تحلیل فیدرهای فشارمتوسط از نظر قابلیت اطمینان و شناسایی فیدرهای بحرانی و تحلیل تعدادی از فیدرهای شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان با روش مذکور	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1069	سید	مهدی مظهری	دانشگاه تهران	نگرشی نوین بر مکان یابی چند هدفه واحدهای اندازه گیری فازور در حضور اندازه گیرهای غیرسنکرون با توجه به ارزش واقعی تخمین حالت در سیستم های قدرت	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1070	همایون	مهدی نسب	دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد	مطالعه فنی-اقتصادی توسعه یک فیدر خط در یکی از خطوط فوق توزیع تحت پوشش شرکت برق منطقه ای یزد با استفاده از آنالیز قابلیت اطمینان نرم افزار Digsilent طبقه‌بندی حالتهای گذرا در شبکه توزیع انرژی الکتریکی با استفاده از تبدیل موجک و تکنیک های آماری	1389	اولین همایش منطقه ای مهندسی برق	مقاله
1071	امیر	مهرتاش	دانشکده برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	بررسی سرعت باد مناسب جهت طراحی برپایه قابلیت اطمینان خطوط انتقال نیرو در ایران	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1072	سیدحسن	موسوی	دانشگاه بوعلی سینا همدان	ارزیابی قابلیت اطمینان پستها به کمک مجموعه های فازی	1382	هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1073	سیدمحمدعلی	موسوی	دانشگاه صنعت آب و برق (شهیدعباسپور)	جایابی بازپستها در شبکه های توزیع حاوی منابع تولید پراکنده بمنظور افزایش قابلیت اطمینان سیستم	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
1074	مازیا	میرحسینی مقدم	دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات	Coordinated decisions for transmission and generation expansion planning in electricity markets	2012	European Transaction on Power Systems	ژورنال
1075	محمدرضا	میرزایی	دانشکده مهندسی برق و رباتیک دانشگاه صنعتی شاهرود	برآورد هزینه های وقفه در سیستم قدرت با استفاده از مدل ویبال-مارکوف	1387	هفتمین همایش کیفیت و بهره وری در صنعت برق	مقاله
1076	محمد	میرزایی	دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل	بررسی و آنالیز تاثیر خرابی سیستم خنک کننده بر قابلیت اطمینان ترانسفورماتور قدرت با استفاده از مدل مارکوف	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1077	مسعود	میرزرگر	دانشگاه علم و صنعت ایران	روشی ساده برای تسهیم بار بین UPS های موازی	1384	بیستین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1078	داور	میرعباسی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل	دل سازی و تحلیل اثرات منابع تولید پراکنده و حلقوی کرن شبکه بر روی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1391	کنفرانس فناوری شبکه های الکتریکی هوشمند	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
1079	داور	میرعباسی	دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل	An analytical methodology for assessment of smart monitoring impact on future electric power distribution system reliability	2014	European Transaction on Power Systems	ژورنال
1080	احسان	میرمرادی	دانشگاه تهران	بررسی اثر منابع انرژی تجدیدپذیر بر رزرو چرخان بهینه در سیستم قدرت	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
1081	ایمان	ناصری	گروه مهندسی سیستم های انرژی دانشگاه صنعتی شریف	ارائه یک مدل فازی جهت محاسبه هزینه خاموشی مشترکین	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1082	امیر	ناظم پور	علم و صنعت	Design and simulation of a PWM rectifier connected to a PM generator of micro turbine unit	2012	ELSEVIER	ژورنال
1083	حمیدرضا	ناهیدی نژاد	دفتر فنی انتقال شرکت برق منطقه ای باختر	مدل مارکف برای ارزیابی قابلیت اطمینان رله و بریکر در سیستمهای قدرت بزرگ	1388	چهارمین کنفرانس حفاظت و کنترل سیستم های قدرت	مقاله
1084	سیدمحمدحسین	نبوی	پژوهشگاه نیرو	ارزیابی روش اندازه گیری جریان نشستی مقرر جهت تعیین شدت آلودگی محیطی موثر بر ایزولاسیون	1384	بیستیمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1085	حمیدرضا	نجفی	دانشگاه بیرجند	بررسی قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت بهم پیوسته	1376	دوازدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1086	حمیدرضا	نجفی	دانشگاه بیرجند	جایابی نشانگرهای خطا در شبکه های توزیع فشارمتوسط طویل	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1087	سجاد	نجفی	دانشگاه تربیت معلم آذربایجان	جایابی منابع تولید پراکنده در سیستم های توزیع شعاعی با هدف کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
1088	سعید	نجفی جوقی	مجتمع عالی آموزشی و پژوهشی صنعت آب و برق آذربایجان	بررسی بهبود قابلیت اطمینان شبکه های توزیع کابلی با اجرای اتوماسیون و شبیه سازی آن در یک شبکه واقعی	1384	دهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1089	امیرعباس	نجفی	خواجه نصیر	A bi-objective model to optimize reliability and cost of system with a choice of redundancy strategies	2012	ELSEVIER	ژورنال
1090	محمدابراهیم	نژاد	دانشگاه صنعتی مالک اشتر	ملاحظات در مورد طراحی نیروگاههای تولید برق کشور به منظور کاهش آسیبپذیری آنها در شرایط جنگی	1388	دومین کنفرانس نیروگاههای برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
1091	مسعود	نصری	شرکت توزیع نیروی برق شهرستان اصفهان	نقش تعمیرات پیشگیرانه در بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه های توزیع نیروی برق	1388	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1092	امیرفرشید	نصیری	کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر	ارائه یک روش قابل اطمینان و امن بمنظور گزارش حوادث در شبکه های حسگر فعال کننده بیسیم با استفاده از الگوریتم های هوشمند	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
1093	محمد رضا	نعمت الهی	شیراز	Performance evaluating of the AP1000 passive safety systems for mitigation of small break loss of coolant accident using risk assessment tool-II software	2012	ELSEVIER	ژورنال
1094	مجتبی	نعمتی	شرکت برق منطقه ای زنجان معاونت نظارت بر توزیع	بررسی و بهبود قابلیت اطمینان در شبکه توزیع شهرهای زنجان و قزوین با استفاده از نرم افزار DigSILENT	1383	نهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1095	جمشید	نعیمی	شرکت مدیریت تولید برق نکا	افزایش قابلیت اطمینان در واحدهای بخاری نیروگاه نکا	1387	اولین کنفرانس نیروگاههای برق	مقاله
1096	مجتبی	نقدی	شرکت توزیع نیروی برق غرب استان تهران	کاربرد عملی AHP در مکان یابی کلیدهای شرکت توزیع غرب استان تهران	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1097	ارش	نوایی فرد	دانشکده برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	سایزبندی بهینه میکرو شبکه با استفاده از الگوریتم اجتماع ذرات با در نظر گرفتن عدم قطعیت انرژی باد	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	مقاله
1098	آ.	نوایی فرد	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین توسی	Distributed Energy Resources Capacity Determination of a Hybrid Power System in Electricity Market	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1099	مهدی	نوروزی	دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی انرژی، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه شهید بهشتی	بررسی امکان احداث نیروگاه ترکیبی فتوولتائیک و بادی به همراه سیستم ذخیره باتری با استفاده از تکنیک های قابلیت اطمینان DPSP و LPSP در منطقه اشتهارد	1390	هشتمین همایش ملی انرژی	مقاله
1100	جواد	نوروزی	شرکت برق منطقه ای مازندران و گلستان	بررسی درجه بندی امنیت خطوط سیستم قدرت در برابر جزیره ای شدن	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
1101	مهدی	نوروزی	دانشگاه شهید بهشتی تهران	بهینه سازی استفاده از نیروگاههای هیبریدی فتوولتائیک و بادی به همراه سیستم ذخیره باتری با استفاده از تکنیک قابلیت اطمینان LPSP	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
1102		نوروزی	وزارت نیرو - سونا	Assessment of O&M Cost and Reliability of Wind Turbine System by Markov chain model	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
1103	صابر	نوریزاده	شرکت مهندسی مشاور مونکو ایران - دانشگاه صنعتی شریف	کاربرد هادیهای پرظرفیت در افزایش ظرفیت خطوط انتقالو تاثیر آن در بهبود قابلیت اطمینان شبکه	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1104	اسماعیل	نیازی	دانشگاه فردوسی مشهد	ارزیابی قابلیت اطمینان ناحیه ای از شبکه توزیع برق مشهد و ارائه راههای بهبود آن	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
1105	ابراهیم	نیازی	دانشگاه فردوسی مشهد	ارزیابی قابلیت اطمینان ناحیه ای از شبکه توزیع برق مشهد و ارائه راههای بهبود آن	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
1106	کاوه	نیایش	دانشگاه صنعتی شریف	یک روش گزینش کلیدهای قدرت جهت پیاده سازی سیستم پایش بر خط	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1107	امیر	نیرومندفام	دانشگاه تربیت مدرس	ارتقاء قابلیت اطمینان شبکه ی توزیع با استفاده از مدل بیمه و مفهوم مطلوبیت انتظاری	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1108	مجید	نیری پور	دانشگاه صنعتی شیراز	بررسی قابلیت اطمینان و پاسخ دینامیکی توربی نه‌ای بادی نوع ژنراتور القائی از دو سو تغذیه با استفاده از کنترل فضای برداری به روش SVPWM	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1109	عبدالحسین	نیکجو	دانشگاه صنعت آب و برق	قابلیت اطمینان توصیفی در نیروگا هها	1383	پنجمین همایش کیفیت و بهره وری در صنعت برق	مقاله
1110	فلور	نیکورای	شرکت برق منطقه ای آذربایجان	تحلیل حوادث شبکه به منظور ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های انتقال و فوق توزیع و تعیین نقاط ضعف آن	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1111	جواد	نیکوکار	دانشگاه آزاد ساوه	مکان یابی بهینه کلیدهای باز و بست مجدد به منظور بهبود شاخص های قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع با استفاده از الگوریتم ژنتیک	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق	مقاله
1112	کاوه	نیایش	شریف	Priority Assessment of Online Monitoring Investment for Power System Circuit Breakers—Part II: Determination of Optimum Number	2013	IEEE	ژورنال
1113	ظاهر	نیک نام	صنعتی شیراز	Optimal Distribution Feeder Reconfiguration for Reliability Improvement Considering Uncertainty	2013	IEEE	ژورنال
1114	سید	هادی حسینی	دانشگاه زنجان	محاسبه پارامترهای قابلیت اطمینان در سطح تولید با استفاده از الگوریتم PSO	1387	شانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
1115	ارزو	هادیان	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب- دانشکده تحصیلات تکمیلی	ارائه یک روش احتمالاتی برای جابجایی منابع تولید پراکنده با تولیدتصادفی در سیستم های توزیع	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1116	علی	هارون آبادی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز	ارائه یک مدل مبتنی بر کاربر جهت ارزیابی قابلیت اطمینان سرویس ها در معماری سرویس گرا با استفاده از زنجیره های مارکوف	1392	-	مقاله
1117	حسین	هارون آبادی	-	ارزیابی تأثیر شاخص انتظار قطع بار بر قابلیت اطمینان نیروگاه های تولید برق بادی با استفاده از الگوریتم مونت کارلو	1390	نخستین همایش ملی انرژی باد و خورشید	مقاله
1118	سیدمحسن	هاشمی	دانشگاه تربیت مدرس	بررسی قابلیت اطمینان هابهای انرژی بادرنظر گرفتن فرآیند پیری تجهیزات و استفاده از روش ادغام	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
1119	حامد	هاشمی دزکی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	بهینه سازی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع با کمک حلقه های داخلی	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1120	حامد	هاشمی دزکی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران	تعیین محل مناسب استقرار تولیدات پراکنده جهت افزایش قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1121	حامد	هاشمی دزکی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران	سرمایه گذاری بهینه در راستای کاهش نرخ بروز خطا به منظور افزایش قابلیت اطمینان در سیستم های توزیع	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1122	مریم	هدایتی	شرکت خدمات مهندسی برق (مشانیر) واحد تخصصی امور خطوط تهران - ایران	تعیین سرعت باد جهت طراحی خطوط انتقال انرژی الکتریکی بر اساس استاندارد جهانی IEC826	1380	شانزدهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1123	محمدعلی	هرمزی	شرکت برق منطقه ای فارس	مدل سازی سیستم قدرت با استفاده از منطق فازی به منظور ارزیابی قابلیت اطمینان در ۳ وضعیت آب و هوایی معمولی، بد و خیلی بد	1387	شانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مقاله
1124	محمد اسماعیل	همدانی گلشن	صنعتی اصفهان	Availability, Reliability, and Component Importance Evaluation of Various Repairable Substation Automation Systems	2012	IEEE	ژورنال
1125	زهرا	همراهی	-	ارائه الگوریتم مسیریابی جدید مبتنی بر کیفیت خدمات در شبکه های حسگر بی سیم	1390	سومین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
1126	میثم	همنی	شرکت برق منطقه ای استان سمنان	بررسی اثرات نصب TCSC در شبکه برق استان سمنان	1390	سومین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
1127	حسین	هنرآموز	شرکت توزیع نیروی برق استان خراسان شمالی	مدل سازی، تحلیل و ارزیابی اقتصادی اثر کلیدهای اتوماسیون VIT بر روی قابلیت اطمینان شبکه توزیع برق	1391	پانزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مقاله
1128	حسین	هنرآموز	شرکت توزیع نیروی برق استان خراسان شمالی	مدل سازی و تحلیل اثر کلید های اتوماسیون VIT روی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1129	محمداسماعیل	هنرمند	شرکت توزیع برق استان گیلان	مقایسه و بررسی قابلیت اطمینان شرکت توزیع با شاخصهای جهانی	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1130	رحمت الله	هوشمند		Simultaneous Optimal Design of Measurement and Communication Infrastructures in Hierarchical Structured WAMS	2014	IEEE	ژورنال
1131	بهروز	وحیدی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران	تعیین محل مناسب استقرار تولیدات پراکنده جهت افزایش قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1132	سید	وریا حسینی	دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه ارومیه، گروه کامپیوتر	ارائه روشی بر پایه ی توسعه درخت پوشا جهت محاسبه قابلیت اطمینان کلی شبکه	1391	چهارمین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
1133	محمد	وریج کاظمی	دانشگاه آزادنوشهر	جایابی و ظرفیت یابی بهینه واحدهای تولید پراکنده به منظور بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان تلفات و پروفیل ولتاژ با استفاده از الگوریتم ژنتیک	1388	دومین کنفرانس نیروگاههای برق	مقاله
1134	مهدی	وکیلیان	دانشگاه صنعتی شریف ایران	قابلیت اطمینان سیستم های اتوماسیون پست های فشار قویاز دیدگاه سیستم های چند وظیفه ای	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1135	مهدی	وکیلیان	دانشگاه صنعتی شریف	یک روش گزینش کلیدهای قدرت جهت پیاده سازی سیستم پایش بر خط	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1136	مهدی	وکیلیان	شریف	Priority Assessment of Online Monitoring Investment for Power System Circuit Breakers—Part II: Determination of Optimum Number	2013	IEEE	ژورنال

شماره	نام نویسنده	نام خانوادگی نویسنده	مشخصات نویسنده	عنوان سند	سال انتشار	محل انتشار	نوع سند
1137	عبدالامیر	یاقوتی	برق منطقه ای هرمزگان	استفاده از مفهوم حساسیت الکتریکی بمنظور بهبود پرفیل ولتاژ	1387	چهاردهمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1138	امیررضا	یاوری	شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ	نمونه مقاله مکان یابی بهینه ریکلوزرها در شبکه توزیع در حضور تولیدات پراکنده با در نظر گرفتن عدم قطعیت تولید و آنالیز حساسیت شبکه	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1139	محمد رضا	یدوی	شرکت توزیع نیروی برق شهرستان اصفهان	نقش تعمیرات پیشگیرانه در بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه های توزیع نیروی برق	1388	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مقاله
1140	حسام	یزدانپناهی	دانشکده مهندسی برق - دانشگاه صنعتی امیرکبیر - تهران - ایران	ارائه یک روش ساده جهت تعیین ظرفیت بهینه رزرو در شبکه های تجدید ساختار یافته	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1141	رضا	یزدانی	دانشگاه علوم فنون مازندران ایران	جایابی منابع تولید پراکنده جهت بهبود قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم ژنتیک	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	مقاله
1142	صالح	یوسفی	دانشگاه ارومیه	طراحی یک پروتکل انتقال داده چند مسیره در شبکه های حسگر بی سیم برای افزایش قابلیت اطمینان	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مقاله
1143	حسن	یوسفی فرخند	دانشگاه آزاد اسلامی واحد گناباد	برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال با در نظر گرفتن پاسخگویی بار و قابلیت اطمینان سیستم	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	مقاله
1144	شقایق	یوسفی	تربیت مدرس	Reliability based asset assessment in electrical distribution systems	2013	ELSEVIER	ژورنال
1145	غلامرضا	یوسفی	صنعتی اصفهان	Economical Design of Utility-Scale Photovoltaic Power Plants with Optimum Availability	2014	IEEE	ژورنال

پیوست ۲:

لیست پایان‌نامه‌های مربوط به مطالعات پایایی در حوزه انتقال و توزیع

شماره	نام	نام خانوادگی	عنوان سند	استاد راهنما	محل انتشار	سال انتشار	نوع سند	مقطع
1	کرامت	ابراهیم‌ناز رازلیقی	بازیابی بار در شبکه‌های توزیع با استفاده از منطق فازی و سیستم خبره		دانشگاه تربیت مدرس	1377	پایان نامه	کارشناسی ارشد
2	آرش	احسانی	ارزیابی بهینه ذخیره گردان و تاثیر آن بر پایایی سیستم قدرت	علی محمد رنجبر. محمود فتوحی فیروزآبادی	دانشگاه صنعتی شریف	1387	پایان نامه	دکتری
3	معصومه	احسانی مهر	ارزیابی قابلیت اطمینان بکارگیری میکروپروسورها در کنترل سیستمهای قدرت و رایانه‌های افزایش آن و اجرای یک مورد آزمایشگاهی بر روی میکروکنترلر at mega32 AVR	علی محمد فتوحی، مهدی جعفری پناه.	دانشگاه تفرش	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
4	حامد	احمدی	محاسبه ارزش اقتصادی شاخص‌های قابلیت اطمینان در نقاط اتصال بار در شبکه‌های قدرت تجدید ساختار یافته	حیدر علی شایانفر	دانشگاه علم و صنعت	1387		کارشناسی ارشد
5	مسعود	احمدی گرجی	مکان‌یابی بهینه تولیدات پراکنده در شبکه‌های توزیع با رویکرد آنالیز هزینه/ارزش	علی عباسپور تهرانی فرد	دانشگاه صنعتی شریف	1387	پایان نامه	کارشناسی ارشد
6	غلام	احمدی	ارزیابی قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع و بررسی راههای بهبود آن	قاسم اهرابیان، سهراب خان محمدی	دانشگاه تبریز	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
7	آروین	احمدی ازندریانی	برنامه ریزی مشارکت نیروگاه ها (UC) در حضور نیروگاه بادی به همراه کلید زنی خطوط انتقال	سعید اله مرتضوی	دانشگاه شهید چمران اهواز	1392	پایان نامه	کارشناسی ارشد
8	محمد حسین	اعتصامی	بهینه سازی پیکربندی سیستم ترکیبی مستقل از شبکه باد/خورشید/باتری با لحاظ قیود قابلیت اطمینان و هزینه سالیانه به کمک الگوریتم بهینه سازی رقابت استعماری بهبود یافته	مرتضی محمدی اردهالی، غلامحسین ریاحی دهکردی	دانشگاه امیرکبیر	1391		کارشناسی ارشد
9	امیر حسین	اعتمادی	ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان سیستم حفاظتی چندمنظوره در ترانسفورماتور	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1386	پایان نامه	کارشناسی ارشد
10	حسین	افراخته	کاربرد شبیه‌سازی مونت کارلو در ارزیابی قابلیت اعتماد سیستمهای توزیع با بار متغیر		دانشگاه تربیت مدرس	1379	پایان نامه	کارشناسی ارشد
11	کریم	افشار	تعیین و قیمت‌گذاری رزرو در محیط تجدید ساختار یافته	مهدی احسان. محمود فتوحی فیروزآبادی	دانشگاه صنعتی شریف	1386	پایان نامه	دکتری

شماره	نام	نام خوانوادگی	عنوان سند	استاد راهنما	محل انتشار	سال انتشار	نوع سند	مقطع
12	محمد امین	اکبری	برنامه ریزی چند هدفه توسعه تولید با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان در سیستم های تجدید ساختار یافته	علی رضا روستا	دانشگاه صنعتی شیراز	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
13	مجتبی	الیاسی	برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال در محیط تجدیدساختاریافته با در نظر گرفتن معیارهای احتمالاتی قابلیت اطمینان		دانشگاه تربیت مدرس	1387	پایان نامه	کارشناسی ارشد
14	نیما	امجدی	استفاده از یک سیستم هوشمند جدید برای ارزیابی به هنگام ایمنی شبکه های قدرت	مهدی احسان	دانشگاه صنعتی شریف	1376	پایان نامه	دکتری
15	جواد	امجدی پور	مکان یابی بهینه پست های فوق توزیع مبتنی بر قابلیت اطمینان	مریم رضانی	دانشگاه بیرجند	1392	پایان نامه	کارشناسی ارشد
16	مسعود	امیدوار	تاثیر نیروگاه های بادی در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت		دانشگاه تربیت مدرس	1384	پایان نامه	کارشناسی ارشد
17	فرخ	امینی فر	جایابی احتمالاتی واحد اندازه گیر فازوری (PMU) برای رویت پذیری شبکه های قدرت	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1389	پایان نامه	دکتری
18	فرخ	امینی فر	برنامه ریزی مشارکت واحدهای تولید با در نظر گرفتن قیود قابلیت اطمینان	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1386	پایان نامه	کارشناسی ارشد
19	محسن	انتظاری	برنامه ریزی اتوماسیون فیدر توزیع بر پایه ارزش	یوسف علی نژاد برمی	دانشگاه سمنان	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
20	احمد	انصاری	مدیریت پیری تجهیزات در شبکه های توزیع الکتریکی	علیرضا حاتمی	دانشگاه بوعلی سینا همدان	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
21	امیر	آب برین	بهبود قابلیت اطمینان در سیستمهای حفاظتی	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1385	پایان نامه	کارشناسی ارشد
22	حمیدرضا	آراسته	تجارت برنامه های پاسخگویی بار در بازار برق رقابتی		دانشگاه تربیت مدرس	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
23	اکرم	آسوده آرنانی	تعیین قابلیت اطمینان شبکه های قدرت با منظورنمودن Active Failure اجزاء سیستم	شهرام منتصر کوهساری	دانشگاه امیرکبیر	1375		کارشناسی ارشد

شماره	نام	نام خوانوادگی	عنوان سند	استاد راهنما	محل انتشار	سال انتشار	نوع سند	مقطع
24	علیرضا	آل سعدی	مدلسازی المانهای قطع کننده و تجهیزات حفاظتی در محاسبات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال برق		دانشگاه تربیت مدرس	1383	پایان نامه	کارشناسی ارشد
25	علیرضا	آل سعدی	مدلسازی المانهای قطع کننده و تجهیزات حفاظتی در محاسبات قابلیت اطمینان شبکه های انتقال برق	محمود رضا حقی فام	تربیت مدرس	1383	پایان نامه	کارشناسی ارشد
26	افشین	بارانی تمبی	بهره برداری بهینه از واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن قیود شبکه، نیروگاه های بادی به صورت احتمالی، بارهای قابل قطع و پیشامدهای اتفاقی (Contingency)	سعیداله مرتضوی	دانشگاه شهید چمران اهواز	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
27	تقی	بارفروشی	جایابی نقاط بهینه مانور در شبکه‌های توزیع		دانشگاه تربیت مدرس	1377	پایان نامه	کارشناسی ارشد
28	آلفرد	باگرامیان	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت با استفاده از شبکه‌های عصبی		دانشگاه تربیت مدرس	1373	پایان نامه	کارشناسی ارشد
29	آلفرد	باگرامیان	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت با استفاده از شبکه‌های عصبی	محسن پارسامقدم	دانشگاه تربیت مدرس	1373	پایان نامه	کارشناسی ارشد
30	میثم	باقری	بررسی تاثیر واحدهای تولید پراکنده بر قابلیت اطمینان سیستم های توزیع	سیدمسعود مقدس تفرشی	دانشگاه خواجه نصیر	1386	پایان نامه	کارشناسی
31	پریسا	باقری پارچین	ارزیابی قابلیت اطمینان در شبکه های برق قدرت	محمدعلی صنیعی منفرد	دانشگاه الزهراء علیها السلام	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
32	عبدالجلیل	پالیده	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم ترکیبی تولید و انتقال در حضور مزارع بادی	حمیدرضا نجفی	دانشگاه بیرجند	1388	پایان نامه	کارشناسی ارشد
33	آرش	پور بهی	جایابی بهینه ریکلوزر جهت افزایش قابلیت اطمینان شبکه توزیع در حضور منابع تولید پراکنده	شهرام جدید	دانشگاه علم و صنعت	1386	پایان نامه	کارشناسی ارشد
34	یوسف	پورجمال قویجاق	جایابی و مقداریابی بهینه منابع تولید پراکنده در سیستم‌های قدرت با هدف افزایش قابلیت اطمینان و کاهش تلفات	علی عجمی	دانشگاه تربیت معلم تبریز	1389	پایان نامه	کارشناسی ارشد

شماره	نام	نام خوانوادگی	عنوان سند	استاد راهنما	محل انتشار	سال انتشار	نوع سند	مقطع
35	محمد	پورگل محمد	ارزیابی مقایسه ای قابلیت اعتماد سیستم برق اضطراری نیروگاه به روش PSA و مارکوف	فرامرز معطر	دانشگاه امیرکبیر	1377		کارشناسی ارشد
36	یاسر	توحیدی	انتخاب نوع و ظرفیت بهینه واحدهای نیروگاهی در برنامه ریزی توسعه بخش تولید بر مبنای معیارهای قابلیت اطمینان	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1386	پایان نامه	کارشناسی ارشد
37	فاطمه	توریان	تعیین مکان و ظرفیت بهینه جهت نصب منبع پراکنده انرژی در یک میکروشبکه	سیدمسعود مقدس تفرشی	دانشگاه خواجه نصیر	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
38	پیام	تیمورزاده بابلی	بهبود قابلیت اطمینان شبکه توزیع با استفاده از منابع پاسخگویی بار در محیط تجدید ساختار یافته		دانشگاه تربیت مدرس	1388	پایان نامه	کارشناسی ارشد
39	حسین	جباری	ارزیابی قابلیت اطمینان مبدل های الکترونیک قدرت انواع توربین باد متصل به شبکه	علی پیروی	دانشگاه فردوسی مشهد	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
40	محمد علی	جعفری بندرآبادی	مدل سازی و پیش بینی سرعت باد با استفاده از منطق فازی و محاسبه قابلیت اطمینان واحدهای بادی با استفاده از آن	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1387	پایان نامه	کارشناسی ارشد
41	علیرضا	جم	تخصیص بهینه واحدهای تولید پراکنده بادی در شبکه توزیع شعاعی با در نظر گرفتن تلفات و قابلیت اطمینان	مرتضی محمدی اردهالی	دانشگاه امیرکبیر	1390		کارشناسی ارشد
42	کوروش	جناب	توسعه سیستم‌های عرضه انرژی الکتریکی (مدلسازی-بهینه‌سازی و رشد قابلیت اطمینان)	محمد سیدحسینی	دانشگاه علم و صنعت ایران -	1379	پایان نامه	کارشناسی ارشد
43	کوروش	جناب	توسعه سیستم‌های عرضه انرژی برق (مدل سازی- بهینه‌سازی و رشد قابلیت اطمینان)	محمد سید حسینی	دانشگاه خواجه نصیر	1379	پایان نامه	دکتری
44	فاطمه	جهانبانی اردکانی	بهبود پارامترهای طراحی سیستم ترکیبی باد-خورشید-باتری-شبکه با در نظر گرفتن قیود قابلیت اطمینان، اقتصادی و انتشار خطای سیستم در محاسبات	غلامحسین ریاحی دهکردی	دانشگاه امیرکبیر	1386		کارشناسی ارشد
45	حمزه	حاجیان حسین آبادی	مدل سازی، بررسی و مقایسه چیدمانهای متداول تجهیزات اتوماسیون پست جهت ارزیابی قابلیت اطمینان پست‌های خودکار	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1387	پایان نامه	کارشناسی ارشد
46	محمد ابراهیم	حاجی آبادی	ارزیابی سطح قابلیت اطمینان شبکه انتقال جهت استفاده در برنامه‌ریزی بهینه توسعه شبکه انتقال	سید حمید حسینی	دانشگاه صنعتی شریف	1387	پایان نامه	کارشناسی ارشد

شماره	نام	نام خوانوادگی	عنوان سند	استاد راهنما	محل انتشار	سال انتشار	نوع سند	مقطع
47	حمزه	حاجیان حسین آبادی	مدل‌سازی و ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های اتوماسیون پست	محمد اسماعیل همدانی گلشن	دانشگاه صنعتی اصفهان	1392	پایان نامه	دکتری
48	علی	حشمتی	مدلسازی مزرعه بادی برای مطالعات قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت	حمیدرضا نجفی	دانشگاه بیرجند	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
49	محمودرضا	حقی فام	ارزیابی بی‌درنگ قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت		دانشگاه تربیت مدرس	1374	پایان نامه	دکتری
50	بابک	حنیفه زاده	مدلسازی سطح ریسک هماهنگی ریکلوزر- فیوز در شبکه توزیع مجهز به تولیدات پراکنده و کاهش این سطح با استفاده از محدود کننده های جریان اتصال کوتاه (FCL)		دانشگاه تربیت مدرس	1389	پایان نامه	کارشناسی ارشد
51	سعید	حیدری	برنامه ریزی توسعه شبکه های توزیع با به کارگیری فناوری های شبکه ی هوشمند	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
52	مرتضی	حیدری	جایابی بهینه واحدهای تولید پراکنده بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان	مهدی بانژاد	دانشگاه صنعتی شاهرود	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
53	مجتبی	حیدری	جایابی بهینه کلیدهای حفاظتی در شبکه توزیع با الگوریتم اجتماع ذرات	خلیل ولی پور	دانشگاه محقق اردبیلی	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
54	سهیل	خرازی	محاسبه و مدلسازی اثر اتوماسیون سیستم توزیع بر روی قابلیت اطمینان سیستم	سیدمسعود مقدس تفرشی	دانشگاه خواجه نصیر	1382	پایان نامه	کارشناسی ارشد
55	عادل	خسروی هفشجانی	افزایش قابلیت اطمینان شبکه های توزیع شده بوسیله روش تشخیص و مکان یابی خطا	محمدی	دانشگاه علم و صنعت	1385	پایان نامه	کارشناسی ارشد
56	فرشاد	خسروی	ارزیابی قابلیت اطمینان در نیروگاههای حرارتی	قاسم اهرابیان	دانشگاه تبریز	1380	پایان نامه	کارشناسی ارشد
57	احمدی	خطیر	تعیین رزرو گردان مورد نیاز در سیستم با توجه به سطوح قابلیت اطمینان خریداران در یک محیط رقابتی	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1384	پایان نامه	کارشناسی ارشد

شماره	نام	نام خانوادگی	عنوان سند	استاد راهنما	محل انتشار	سال انتشار	نوع سند	مقطع
58	مهدی	داداش علی‌ها	بررسی آثار خروج‌های ناشی از پست‌ها بر روی قابلیت اطمینان سیستم‌های مرکب	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1386	پایان نامه	کارشناسی ارشد
59	یاسر	دامچی	تعیین زمان بهینه تست دوره‌ای سیستم حفاظتی با در نظر گرفتن احتمال خرابی برای سیستم حفاظت پشتیبان	جواد ساده	دانشگاه فردوسی مشهد	1389	پایان نامه	کارشناسی ارشد
60	طاهره	دائمی	استفاده از شبکه بیزی جهت ارزیابی قابلیت اطمینان و رتبه‌بندی اهمیت عناصر در سیستم‌های قدرت مرکب	اکبر ابراهیمی	دانشگاه صنعتی اصفهان	1391	پایان نامه	دکتری
61	محمد رضا	درستکار قمصری	بررسی قابلیت اطمینان ادوات DSSC و جایابی بهینه آن‌ها با هدف افزایش بارگذاری و قابلیت اطمینان سیستم	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1388	پایان نامه	کارشناسی ارشد
62	محمد رضا	دهقان منشادی	جایابی بهینه بازبست در سیستم توزیع برق	احمد میرزائی	دانشگاه یزد	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
63	پیمان	دهقانیان	پیشنهاد یک طرح جامع پیاده سازی مدیریت سرمایه قابلیت اطمینان محور در شبکه های توزیع انرژی الکتریکی	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
64	حسین	دهقانی تفتی	قابلیت اطمینان در سیستم های قدرت با در نظر گیری نیروگاههای کوچک	سید حسین حسینیان	دانشگاه امیرکبیر	1388		کارشناسی ارشد
65	عباس	رجبی قهنویه	ارزیابی احتمالی قابلیت انتقالی در حضور کنترل کننده جامع توان	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1388	پایان نامه	دکتری
66	فاطمه	رحیمی	تاثیر مدیریت تقاضا بر قابلیت اطمینان سیستم های هوشمند	علی اکبر گلکار	دانشگاه خواجه نصیر	1390	پایان نامه	کارشناسی
67	سجاد	رحیمی	مدیریت شارژ خودروهای الکتریکی هیبریدی با هدف بهبود قابلیت اطمینان	حسین عسکریان ابیانه	دانشگاه امیرکبیر	1392		کارشناسی ارشد
68	ایرج	رحیمی پردنجانی	ارزیابی قابلیت اطمینان طرح های حفاظتی خاص	حسین عسکریان ابیانه	دانشگاه امیرکبیر			کارشناسی ارشد
69	وحید	رستگار مقدم بجستانی	مدل سازی پایدار جهت بهبود پایایی سیستم های سری - موازی به کمک تخصیص افزونگی	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد

شماره	نام	نام خوانوادگی	عنوان سند	استاد راهنما	محل انتشار	سال انتشار	نوع سند	مقطع
70	طاهره	رستمی	اثر GUPFC بر قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت	احد کاظمی	دانشگاه علم و صنعت	1376		کارشناسی ارشد
71	محمد	رستمیان	ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه شهید سلیمی نکا	محمد باقر غفرانی	دانشگاه صنعتی شریف	1385	پایان نامه	کارشناسی ارشد
72	محمد	رسول زاده حقیقی	بررسی قابلیت اطمینان سیستم‌های انتقال مجهز به ادوات FACTS	محمود رضا حقیقی فام	تربیت مدرس	1380	پایان نامه	کارشناسی ارشد
73	مهدی	رسول زاده حقیقی	بررسی قابلیت اطمینان سیستم‌های انتقال مجهز به ادوات FACTS		دانشگاه تربیت مدرس	1380	پایان نامه	کارشناسی ارشد
74	پویا	رضایی	خازن گذاری و بازآرایی شبکه توزیع به منظور کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان	مهدی وکیلان	دانشگاه صنعتی شریف	1389	پایان نامه	کارشناسی ارشد
75	مسعود	رضایی بنام	تعیین تعداد و ظرفیت بهینه واحدهای تولید همزمان برق و حرارت با در نظر گرفتن قیمت پلکانی برق به کمک برنامه ریزی تصادفی	مهدی احسان	دانشگاه صنعتی شریف	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
76	حسین	رضوان نقندری	قابلیت اطمینان شبکه های بهم پیوسته قدرت	شهرام منتصر کوهساری	دانشگاه امیرکبیر	1373		کارشناسی ارشد
77	سجاد	رضوی زاده	بهبود حفاظت شبکه در حضور تولیدپراکنده با استفاده از رله های جهت دار	سید حسین حسینیان	دانشگاه امیرکبیر	1388		کارشناسی ارشد
78	امیرحسین	رنجبر	طراحی، شبیه سازی و ساخت مبدل تصحیح ضریب قدرت تک و دومرحله ای و مقایسه آنها از دیدگاه قابلیت اطمینان	گئورگ باباملک قره پتیان	دانشگاه امیرکبیر	1387		کارشناسی ارشد
79	حسین	زاینده‌رودی	انتخاب استراتژی بهینه توسعه اتوماسیون شبکه‌های توزیع از دیدگاه‌های مخابراتی و الکتریکی، مطالعه موردی در شبکه توزیع شهر کرمان		دانشگاه تربیت مدرس	1383	پایان نامه	کارشناسی ارشد
80	حامد	زندوکیلی	تاثیر انتشار خطای نرم در قابلیت اطمینان مدارات دیجیتال	علی ماهانی، محسن صانعی	دانشگاه شهید باهنر کرمان	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
81	جواد	زهروند حاجی آبادی	بررسی تاثیر تولید پراکنده بر شاخص‌های قابلیت اطمینان در سطح HLI با در نظر گرفتن اتفاقات در شبکه‌های توزیع		دانشگاه تربیت مدرس	1389	پایان نامه	کارشناسی ارشد
82	سید مبین	سفیدگران	مدل قابلیت اطمینان برای ترانسفورماتور قدرت	محمد میرزائی	دانشگاه مازندران	1389	پایان نامه	کارشناسی ارشد

شماره	نام	نام خانوادگی	عنوان سند	استاد راهنما	محل انتشار	سال انتشار	نوع سند	مقطع
83	جلال	سید شنوا	برنامه‌ریزی توسعه شبکه‌های انتقال بزرگ ترکیبی HVAC/HVDC تحت عدم قطعیت‌ها		دانشگاه تربیت مدرس	1387	پایان نامه	کارشناسی ارشد
84	محسن	سیماب	ارزیابی احتمالاتی ATC با در نظر گرفتن قیود قابلیت اطمینان		دانشگاه تربیت مدرس	1385	پایان نامه	کارشناسی ارشد
85	جلال	سیدشنوا	ارزیابی هوشمندانه پایداری گذرا در سیستم‌های قدرت	محسن پارسامقدم	دانشگاه تربیت مدرس	1373	پایان نامه	کارشناسی ارشد
86	حمید	شاکر اردکانی	محاسبه ظرفیت دینامیکی حرارتی خط انتقال به روش فازی و تاثیر آن بر قابلیت اطمینان سیستم	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1388	پایان نامه	کارشناسی ارشد
87	علی	شاه محمدی	بهینه‌سازی ساختاری و بهره‌برداری هاب‌های انرژی با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	محمد صادق قاضی زاده	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
88	عباس	شاهزاده	برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری واحدهای تولید در سیستم‌های تجدیدساختاریافته	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1384	پایان نامه	کارشناسی ارشد
89	زاگرس	شاهوی	ارزیابی اثر کاربرد سیستم ذخیره ساز انرژی به همراه نیروگاه بادی بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت	علی عباسپور تهرانی فرد	دانشگاه صنعتی شریف	1389	پایان نامه	کارشناسی ارشد
90	ابراهیم	شایسته	مدیریت تراکم شبکه انتقال با استفاده از برنامه‌های پاسخگویی بار و در نظر گرفتن قابلیت‌اطمینان سیستم قدرت		دانشگاه تربیت مدرس	1387	پایان نامه	کارشناسی ارشد
91	محمد حسین	شریعت خواه	تعیین آرایش شبکه‌های توزیع مبتنی بر منحنی بار		دانشگاه تربیت مدرس	1389	پایان نامه	کارشناسی ارشد
92	محمد حسین	شریعت خواه	تعیین آرایش شبکه‌های توزیع مبتنی بر منحنی بار	محمودرضا حقی فام	تربیت مدرس	1389	پایان نامه	کارشناسی ارشد
93	حمید	شریفیان	مطالعه و بررسی شاخص‌های قابلیت اطمینان شبکه توزیع در حضور کلیدهای هوشمند VIT روی فیدرهای فشارمتوسط	محمودرضا آقاابراهیمی	دانشگاه بیرجند	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد

شماره	نام	نام خانوادگی	عنوان سند	استاد راهنما	محل انتشار	سال انتشار	نوع سند	مقطع
94	احمد	شکرالهی گاوزن	ارزیابی قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع به روش منطق فازی	محمدصادق سپاسیان	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	1388	پایان نامه	کارشناسی ارشد
95	پرویز	شهلائی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت مجهز به (TCSC)		دانشگاه تربیت مدرس	1387	پایان نامه	کارشناسی ارشد
96	محمدنژاد	شورکایی	طراحی مدل انگیزشی بهبود قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع برق	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1390	پایان نامه	دکتری
97	محمد	شیرانی	برنامه‌ریزی توسعه شبکه‌های توزیع الکتریکی براساس هزینه افزایش قابلیت اطمینان	اکبر ابراهیمی	دانشگاه صنعتی اصفهان	1382	پایان نامه	کارشناسی ارشد
98	مسعود	صادقی	تعیین ظرفیت و محل منابع تولید پراکنده به منظور کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان		دانشگاه تربیت مدرس	1387	پایان نامه	کارشناسی ارشد
99	احمد	صالحی دوبخشری	برنامه‌ریزی بهینه توسعه نیروگاه‌های بادی در سیستم‌های قدرت از نقطه‌نظر قابلیت اطمینان	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1387	پایان نامه	کارشناسی ارشد
100	فرشید	صالحی	ارزیابی قابلیت اطمینان در پست های خودکار	رضا کی پور	دانشگاه سمنان	1389	پایان نامه	کارشناسی ارشد
101	جلیل	صحراگرد	بررسی قابلیت اطمینان فیدرهای نمونه از شبکه فشار متوسط شهر بندر عباس	محمد رضا حقی فام	دانشگاه خواجه نصیر	1378	پایان نامه	کارشناسی ارشد
102	علیرضا	صدیقی انارکی	بازیابی شبکه‌های قدرت با استفاده از سیستم‌های خبره		دانشگاه تربیت مدرس	1373	پایان نامه	کارشناسی ارشد
103	امیر	صفدریان	ارزیابی کفایت سیستم های مرکب تولید و انتقال با استفاده از آنالیز پس بهینگی	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1389	پایان نامه	کارشناسی ارشد
104	فهیمة	طیهورنی عصر	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع مجهز به سیستم اتوماسیون	احد کاظمی	دانشگاه علم و صنعت	1387	پایان نامه	کارشناسی ارشد

شماره	نام	نام خوانوادگی	عنوان سند	استاد راهنما	محل انتشار	سال انتشار	نوع سند	مقطع
105	لیلا	ظفری	تجدید پیکربندی سیستم های توزیع بر مبنای شاخص های قابلیت اطمینان	جمالی	دانشگاه علم و صنعت	1385		کارشناسی ارشد
106	مصطفی	عابدی	مدیریت دارایی در شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی با در نظر گرفتن قراردادهای بیمه قابلیت اطمینان		دانشگاه تربیت مدرس	1392	پایان نامه	کارشناسی ارشد
107	سید مصطفی	عابدی	مدیریت دارایی در شبکه های توزیع انرژی الکتریکی با در نظر گرفتن قراردادهای بیمه قابلیت اطمینان	محمودرضا حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	1392	پایان نامه	دکتری
108	سجاد	عادلی	تعیین مقدار رزرو با استفاده از روش های هوشمند با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	کریم افشار	دانشگاه بین المللی امام خمینی قزوین	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
109	احسان	عباسی	برنامه‌ریزی بهینه تعمیرات و نگهداری پیش‌گیرانه با محوریت قابلیت اطمینان برای شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1386	پایان نامه	کارشناسی ارشد
110	شیرزاد	عبدی	مکان یابی و تعیین اندازه بهینه منابع تولید پراکنده برای بهبود قابلیت اطمینان، کاهش تلفات و بهبود پروفایل ولتاژ شبکه های توزیع شعاعی با در نظر گرفتن ماهیت بار	کریم افشار	دانشگاه بین المللی امام خمینی قزوین	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
111	فریدون	عبدی نعمت آباد	بررسی در مدار قرار گرفتن نیروگاه‌ها با لحاظ واحدهای بادی و تلمبه‌ای-ذخیره‌ای و در نظر گرفتن فیود احتمالاتی	مهرداد طرفدارحق، محمد باقر بقاءشرفیان	دانشگاه تبریز	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
112	امیر	عبیری جهرمی	روش جدید در محاسبه شاخص‌های سلامت سیستم‌های تولید انرژی الکتریکی با استفاده از منطق فازی	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1385	پایان نامه	کارشناسی ارشد
113	هومن	عربیان حسین آبادی	دل قابلیت اعتماد سیستم توربین باد با ژنراتور دوسو تغذیه بدون جاروبک (BDFG)	سید هاشم اورعی میرزمانی، محمود فتوحی فیروزآبادی	دانشگاه صنعتی شریف	1388	پایان نامه	دکتری
114	علی	غفاریان صالحی نژاد	مدل سازی بار شبکه توزیع در حضور منابع تولید پراکنده و آنالیز اثرات جانبی آن	عبدالحمید اشراقی جهرمی	دانشگاه صنعتی شریف	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
115	مصطفی	فرج زاده	برنامه‌ریزی ظرفیت تولید در شبکه سراسری ایران از دیدگاه قابلیت اطمینان سیستم	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1383	پایان نامه	کارشناسی ارشد

شماره	نام	نام خوانوادگی	عنوان سند	استاد راهنما	محل انتشار	سال انتشار	نوع سند	مقطع
116	داود	فرخزاد	بهینه‌سازی برنامه‌ریزی بلندمدت تولید نیروگاه‌های حرارتی و آبی با مخازن چندمنظوره و محاسبه همزمان پایایی	محمد مدرس یزدی	دانشگاه صنعتی شریف	1380	پایان نامه	دکتری
117	مهدی	فیروزنیا	ارزیابی کاربرد ادوات ذخیره‌کننده انرژی $(ESDs)> (۲)$ در مدیریت بار و تاثیر آن بر شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه قدرت	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1383	پایان نامه	کارشناسی ارشد
118	احمد	قادری شمیم	تعیین ظرفیت قابل اعتبار نیروگاه بادی با در نظر گرفتن شاخص های قابلیت اطمینان سیستم های قدرت	محمد حسن مرادی	دانشگاه بوعلی سینا - همدان	1388	پایان نامه	کارشناسی ارشد
119	محمد	قاسملو	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت در حضور نیروگاه بادی	محمد حسن مرادی	دانشگاه بوعلی سینا - همدان	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
120	محمد حسن	قاسمی فرد	طراحی یک برنامه پاسخگویی بار برای بهبود قابلیت اطمینان سیستم توزیع	علی عباسپور تهرانی فرد	دانشگاه صنعتی شریف	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
121	حبیب	قراگوزلو	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت مرکب با استفاده از معادل سازی و کاهش ابعاد شبکه	غلامحسین ریاحی دهکردی	دانشگاه تربیت مدرس	1385	پایان نامه	دکتری
122	ترانه	قنبرزاده	مدلسازی V2G در مطالعات قابلیت اطمینان و بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت	غلامحسین ریاحی دهکردی	دانشگاه تربیت مدرس	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
123	علی	کاشفی کاویانی	طراحی اقتصادی یک نیروگاه مختلط بادی-خورشیدی با در نظر گرفتن PSO شاخص های قابلیت اطمینان و با استفاده از الگوریتم هوشمند	غلامحسین ریاحی دهکردی	دانشگاه امیرکبیر	1387	پایان نامه	کارشناسی ارشد
124	شهرام	کاظمی	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع هوشمند	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1390	پایان نامه	دکتری
125	خسرو	کبیری	کاربردمجموعه های فازی در ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع باوجودامکان مانور	مهدی احسان	دانشگاه صنعتی شریف	1376	پایان نامه	کارشناسی ارشد
126	سعید	کریمی	برنامه‌ریزی سیستم تولید انرژی الکتریکی از نقطه نظر قابلیت اطمینان با وجود نیروگاه‌های بادی	علی عباسپور تهرانی فرد	دانشگاه صنعتی شریف	1385	پایان نامه	کارشناسی ارشد
127	عبداله	کوروندی	برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری واحدهای نیرو گاهی	سیدمسعود مقدس تفرشی	دانشگاه خواجه نصیر	1379	پایان نامه	کارشناسی

شماره	نام	نام خوانوادگی	عنوان سند	استاد راهنما	محل انتشار	سال انتشار	نوع سند	مقطع
128	روح اله	کرم بیگی	ارزیابی قابلیت اطمینان تولید پراکنده بر اساس مد عملکرد آنها در شبکه های توزیع	محمود جورابیان	دانشگاه شهید چمران اهواز	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
129	زهرا	کلهری	تعیین مُد بهینه عملکرد DG با در نظر گرفتن برخی شاخص‌های قابلیت اطمینان	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه تفرش	1389	پایان نامه	کارشناسی ارشد
130	فرزاد	کلیم‌دست	بررسی اثرات مدیریت بار در بهبود قابلیت اعتماد سیستم‌های قدرت		دانشگاه تربیت مدرس	1377	پایان نامه	کارشناسی ارشد
131	فرزاد	کلیم دست	بررسی اثرات مدیریت بار در بهبود قابلیت اعتماد سیستم‌های قدرت	پارسا مقدم	دانشگاه تربیت مدرس	1377	پایان نامه	کارشناسی ارشد
132	محسن	کوکبی‌نژاد	فرایند قانون توانی برای قابلیت اعتمادپذیری سیستم‌های تعمیرپذیر		دانشگاه تربیت مدرس	1379	پایان نامه	کارشناسی ارشد
133	ساسان	گلججانی	بررسی تأثیر برنامه‌های پاسخ‌گویی بار بر تخصیص بهینه‌ی منابع تولید پراکنده به‌منظور بهبود قابلیت اطمینان		دانشگاه تربیت مدرس	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
134	مجتبی	گیلوانژاد	مدلسازی پدیده های غیرعادی شبکه در محاسبات قابلیت اطمینان جهت طراحی سیستم حفاظت توزیع	حسین عسکریان ایبانه	دانشگاه امیرکبیر	1392		دکترا
135	محمد امین	لطیفی	زمان‌بندی تعمیرات واحدهای نیروگاهی در سیستم قدرت تجدید ساختار شده با در نظر گرفتن عدم قطعیت منابع اولیه انرژی		دانشگاه تربیت مدرس	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
136	علی	محبوب راد	بررسی تأثیرات منابع ذخیره انرژی بر بهبود قابلیت اطمینان نیروگاه‌های بادی	منصور رفیعی	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
137	امین	محسن زاده	مدیریت فنی و اقتصادی شبکه های توزیع هوشمند در شرایط پس از وقوع خطا	محمودرضا حقی فام	تربیت مدرس	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
138	امین	محسن زاده	مدیریت فنی و اقتصادی شبکه‌های توزیع هوشمند در شرایط پس از وقوع خطا		دانشگاه تربیت مدرس	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد

شماره	نام	نام خوانوادگی	عنوان سند	استاد راهنما	محل انتشار	سال انتشار	نوع سند	مقطع
139	رحیم	محمدی	برنامه‌ریزی میان مدت و کوتاه مدت هماهنگ سیستم‌های توزیع در حضور منابع DER به منظور تامین قابلیت اطمینان مطلوب مصرف‌کنندگان		دانشگاه تربیت مدرس	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
140	هوشنگ	محمدی سراب	ارزیابی بهبود قابلیت اطمینان سیستم توزیع با اضافه کردن سیستم‌های ذخیره انرژی الکتریکی	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1386	پایان نامه	کارشناسی ارشد
141	عادل	مرادی	جایابی بهینه سوئیچها در سیستم توزیع با توجه به شاخصهای قابلیت اطمینان	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1384	پایان نامه	کارشناسی ارشد
142	سید رضا	مسعودیان زاده	مکان یابی و تعیین ظرفیت بهینه تولیدات پراکنده در شبکه قدرت با استفاده از تابع چند هدفه	رضا کی پور	دانشگاه سمنان	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
143	میثم	مشهوری	تخصیص و قیمت‌گذاری رزرو چرخان در محیط تجدیدساختار شده	مهدی احسان	دانشگاه صنعتی شریف	1385	پایان نامه	کارشناسی ارشد
144	ابوالفضل	مصدق	تعیین ظرفیت نصب منابع تولید پراکنده برای حفظ هماهنگی فیوزها و بازبسته‌ها به منظور جلوگیری از کاهش قابلیت اطمینان	احد کاظمی	دانشگاه علم و صنعت	1390		کارشناسی ارشد
145	مصطفی	مصطفی لو	خصیص هزینه های انتقال با قراردادهای قابلیت اطمینان	اصغر اکبری فرود	دانشگاه سمنان	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
146	کاظم	مظلومی	ارائه روشی نوین جهت ارزیابی تاثیر هماهنگی رله های حفاظتی بر روی شاخصهای قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع کابلی	حسین عسگریان ابیانه	دانشگاه امیرکبیر	1387		کارشناسی ارشد
147	سید مهدی	مقدسی	مدل سازی ادوات FACTS به منظور ارزیابی قابلیت اطمینان	احد کاظمی	دانشگاه علم و صنعت	1390		کارشناسی ارشد
148	محمد	مکتوبیان	برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری نیروگاه‌ها: بهینه‌سازی اقتصادی و قابلیت اطمینان	حسن قوجه بکلو	دانشگاه صنعتی اصفهان		پایان نامه	کارشناسی ارشد
149	مجید	مهدی زاده فرد	تحلیل بهره برداری از منابع تولید پراکنده به صورت جزیره ای و تاثیر آن بر شاخص های قابلیت اطمینان	محمدرضا آقاابراهیمی	دانشگاه بیرجند	1389	پایان نامه	کارشناسی ارشد

شماره	نام	نام خوانوادگی	عنوان سند	استاد راهنما	محل انتشار	سال انتشار	نوع سند	مقطع
150	امیر	مهرتاش	مدلسازی و بررسی بار گذاری خطوط انتقال انرژی بر پایه قابلیت اطمینان	علی اکبر گلکار	دانشگاه خواجه نصیر	1386	پایان نامه	کارشناسی ارشد
151	سید حسن	موسوی	کاربرد روش شبیه سازی مونت کارلو در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های تولید	احد کاظمی	دانشگاه علم و صنعت	1390		کارشناسی ارشد
152	حسن	موسوی	کاربرد روش شبیه‌سازی مونت کارلو در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های تولید	احد کاظمی	دانشگاه علم و صنعت ایران	1376	پایان نامه	کارشناسی ارشد
153	حسن	میرزایی	برنامه ریزی برای احداث نیروگاه‌های جدید با در نظر گرفتن شاخصهای قابلیت اطمینان و هزینه های اقتصادی	سیدمسعود مقدس تفرشی	دانشگاه خواجه نصیر	1379	پایان نامه	کارشناسی
154	محمد هادی	میدانی حاجی آقا	بررسی و بهبود قابلیت اطمینان شبکه توزیع در حضور منابع هارمونیک	مهرداد رستمی	دانشگاه شاهد	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد
155	محمد	میرزایی	آزمایش و تخمین طول عمر عایق ترانسفورماتور مبتنی بر تنش های الکتریکی - حرارتی و ارائه مدل قابلیت اطمینان آن	غلامی	دانشگاه علم و صنعت	1389		دکتر
156	ایمان	ناصری	انتخاب روش بهینه در تخمین هزینه خاموشی و ارائه نتایج روش بهینه در منطق فازی	محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1385	پایان نامه	کارشناسی ارشد
157	سید محمد حسین	نبوی	به کارگیری ادوات FACTS به منظور مدیریت تراکم یا در نظر گرفتن شاخص های قابلیت اطمینان	احد کاظمی	دانشگاه علم و صنعت	1389		کارشناسی ارشد
158	حمیدرضا	نجفی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت در ایران	علی پیروی		1370	پایان نامه	کارشناسی ارشد
159	آرش	نوابی فرد	تعیین ظرفیت بهینه منابع پراکنده انرژی یک سیستم خود مختار در محیط بازار برق	سیدمسعود مقدس تفرشی	دانشگاه خواجه نصیر	1389	پایان نامه	کارشناسی ارشد
160	مژگان	هدایتی مهدی آبادی	بررسی خرابی های سیستم مخابراتی در یک سیستم قدرت و تاثیر آن ها بر قابلیت اطمینان سیستم	علی عباسپور تهرانی فرد	دانشگاه صنعتی شریف	1390	پایان نامه	کارشناسی ارشد
161	عبدالامیر	یاقوتی	بارزدایی هوشمند به منظور تقویت قابلیت اطمینان از دیدگاه ولتاژ باسها		دانشگاه تربیت مدرس	1375	پایان نامه	کارشناسی ارشد
162	امین	یزدخواستی	حل مساله مکان یابی هاب به صورت چند هدفه و در شرایط عدم قطعیت جریان		دانشگاه تربیت مدرس	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد



شماره	نام	نام خوانوادگی	عنوان سند	استاد راهنما	محل انتشار	سال انتشار	نوع سند	مقطع
163	اشکان	یوسفی	استفاده از برنامه‌ی پاسخ‌گویی بار به عنوان ظرفیت رزرو برای افزایش قابلیت اطمینان سیستم قدرت		دانشگاه تربیت مدرس	1387	پایان نامه	کارشناسی ارشد
164	امین	یزدخواستی	حل مساله مکان یابی هاب به صورت چند هدفه و در شرایط عدم قطعیت جریان	محمد رضا امین ناصری	تربیت مدرس	1391	پایان نامه	کارشناسی ارشد

پیوست ۳:

لیست مقالات مجلات و کنفرانس‌ها به همراه پایان‌نامه‌های مربوط به مطالعات پایایی در حوزه تولید

نوع	سال انتشار	محل انتشار	افراد	عنوان	نام خوانوادگی	نام
مقاله	2012	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mobin Sefidgaran-Mohammad Mirzaie-Ataollah Ebrahimzadeh	Reliability model of the power transformer with ONAF cooling	ابراهیم زاده	عطاالله
پایان نامه	1389	دانشگاه صنعتی اصفهان	مرتضی جدیدالاسلام زیدآبادی- استاد راهنما: اکبر ابراهیمی- استاد مشاور: مسعود رشیدی نژاد	برنامه ریزی توسعه تولید با ارائه الگوریتم پیشنهادی SFL اصلاح شده	ابراهیمی	اکبر
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه صنعتی اصفهان	مظاهر حاجی باشی؛ استاد راهنما؛ اکبر ابراهیمی | استاد مشاور؛ احمدرضا تابش	تاثیر مزرعه بادی بر روی کفایت تولید در سیستم قدرت	ابراهیمی	اکبر
مقاله	2011	10th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2011	Mazaher Hajibashi-Akbar Ebrahimi	Selecting the wind site location and wind turbine rated power based on reliability indices of power system	ابراهیمی	اکبر
مقاله	2012	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Tahere Daemi-Akbar Ebrahimi-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Constructing the Bayesian Network for components reliability importance ranking in composite power systems	ابراهیمی	اکبر
مقاله	2009	International Review of Electrical Engineering	Seyed mostafa Hashemi Toghroljerdi-Akbar Ebrahimi	A New Analytical Method for Impact Evaluation of Distributed Generation on Distribution System Reliability.	ابراهیمی	اکبر
مقاله	2012	International Transactions on Electrical Energy Systems	Tahereh Daemi; Akbar Ebrahimi	Detailed reliability assessment of composite power systems considering load variation and weather conditions using the Bayesian network	ابراهیمی	اکبر
پایان نامه	1389	نگارش رضیه بهجت؛ استاد راهنما؛ وحید ابراهیمی پور؛ کامران رضایی		بررسی و بهینه‌سازی انرژی بر روی توربین گاز از طریق آنالیز قابلیت اطمینان	ابراهیمی پور	وحید
مقاله	2011	International Conference on Quality and Reliability (ICQR), 2011 IEEE	Vahid Ebrahimipour-Abdolhossein Tohidi-Fahime Rahmaniya	Simultaneously optimizing of reliability, cost and completion time in series-parallel systems considering redundant allocation using a genetic algorithm	ابراهیمی پور	وحید
مقاله	1391	دومین همایش ملی انرژی باد و خورشید	قاسم افشار؛ سیدمحمود ابوالحسن علوی؛ بهرام حدادسرای	اهمیت نیروگاه هیبرید باد و خورشید در تامین برق ضروری نقاط دوردست با رویکرد در پدافند غیرعامل	ابوالحسن علوی	سید محمود
مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	حبیب قراگوزلو-محمدباقر ابوالحسنی جبلی- هادی مدقق	روند انتخاب طرح‌های بهینه شبکه‌های تولید، انتقال و فوق توزیع با در نظر گرفتن ملاحظات قابلیت اطمینان	ابوالحسنی جبلی	محمد باقر
مقاله	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	امیرحسین فاکهی خراسانی-محمود فتوحی فیروزآباد-مهدی احسان	یک مدل فازی برای توسعه بلند مدت سیستم تولید با استفاده از واحدهای حرارتی	احسان	مهدی
مقاله		مجله مهندسی برق و الکترونیک ایران؛ سال دهم، شماره ۱	مجنتی نجفی، مهدی احسان، محمود فتوحی فیروزآباد، علی اخوین	تسویه تصادفی بازار با توجه به قابلیت اطمینان واحدهای تولید انرژی الکتریکی	احسان	مهدی
مقاله	2010	Energy	Mojtaba Najafi-Mehdi Ehsan -Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Ali Akhavein-	Optimal reserve capacity allocation with consideration of customer reliability requirements	احسان	مهدی

			Karim Afshar			
مقاله	2008	Applied Mathematics and Computation	Karim Afshar; Mehdi Ehsan ; Mahmoud Fotuhi-Firuzabad; Nima Amjady	Cost-benefit analysis and MILP for optimal reserve capacity determination in power system	احسان	مهدی
مقاله	2013	Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers	Mojtaba Najafi, M. Ehsan, M. Fotuhi-Firuzabad, A. Akhaverin	Random Settlement Market due to the Reliability of Electrical Power Generation units	احسان	مهدی
مقاله	2010	International Review of Electrical Engineering	Mojtaba Najafi, Mehdi Ehsan, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Ali Akhaverin	A Market Clearing Method with Consideration of Power Generation Response Reliability	احسان	مهدی
پایان نامه دکترا	2010	Oloom va Tahghighat Azad University	Mojtaba Najafii, Mehdi Ehsan	Reserve Market Management Considering Reliability Requirements of Loads	احسان	مهدی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1387	دانشگاه صنعتی شریف	آرش احسانی؛ استاد راهنما: علی محمد رنجبر؛ استاد مشاور: محمود فتوحی فیروزآباد	ارزیابی بهینه ذخیره گردان و تاثیر آن بر پایایی سیستم قدرت	احسانی	آرش
مقاله	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	آرش احسانی - علی عباسپور تهرانی فرد - محمود فتوحی فیروزآباد - علی محمد رنجبر	تأثیر تولیدات پراکنده بر قابلیت اطمینان سیستم های قدرت الکتریکی	احسانی	آرش
مقاله	1384	پنجمین همایش ملی انرژی	آرش احسانی - علی عباسپور تهرانی فرد - محمود فتوحی فیروزآباد - علی محمد رنجبر	آثار تجدید ساختار صنعت برق بر کیفیت و قابلیت اطمینان تأمین انرژی الکتریکی	احسانی	آرش
مقاله	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	Arash Ehsani-Ali Mohammad Ranjbar-Alireza Shirani-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	A Proposed Method for Reliable Scheduling in Deregulated Power Systems	احسانی	آرش
مقاله	2007	Iranian Journal of Science & Technology, Transaction B, Engineering Shiraz University	Arash Ehsani-Ali Mohamad Ranjbar-A. JAFARI-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	RELIABILITY EVALUATION OF DEREGULATED POWER SYSTEM CONSIDERING COMPETITIVE ELECTRICITY MARKET	احسانی	آرش
مقاله	2008	Reliability Engineering & System Safety	Arash Ehsani-Ali Mohamad Ranjbar-A. JAFARI-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Reliability evaluation of deregulated electric power systems for planning applications	احسانی	آرش
مقاله	2007	Journal of the North Carolina Academy of Science	Arash Ehsani, Ali Mohammad RANJBAR, A. JAFARI, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	RELIABILITY EVALUATION OF COMPETITIVE ELECTRICITY MARKETS	احسانی	آرش
مقاله	2007	Journal of the North Carolina Academy of Science	Arash EHSANI; Ali Mohamad Ranjbar; Mahmoud Fotuhi-Firuzabad; Ali Abbaspour	A Probabilistic Model for Reliability Evaluation of Wind Turbine Generation Systems	احسانی	آرش

مقاله	2006	IRANIAN JOURNAL OF ENERGY	Arash Ehsani; Ali Mohamad Ranjbar; Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Reliability Modeling of Wind Farms	احسانی	آرش
مقاله	2005	5th Congress on Energy Consumption Optimization, IEEE TENCON 2005	Arash Ehsani, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Ali Abbaspour, Ali Mohammad Ranjbar	An Analytical Method for the Reliability Evaluation of Wind Energy Systems	احسانی	آرش
مقاله	2006	International Conference on Technical and Physical Problems in Power Engineering, TPE-2006, Ankara, Turkey	Arash Ehsani, Ali Mohammad Ranjbar, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, S. C. Samani	Reliability Evaluation of Wind Turbine Generation Units	احسانی	آرش
مقاله	2005	5th Congress on Energy Consumption Optimization, IEEE TENCON 2005	Arash Ehsani, Ali Mohammad Ranjbar, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Ali Abbaspour	An Analytical Approach for Reliability Evaluation of Wind Energy Systems	احسانی	آرش
مقاله	2005	5th Congress on Energy Consumption Optimization, IEEE TENCON 2005	Arash Ehsani, Ali Mohammad Ranjbar, Ali Abbaspour, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Reliability Considerations in Buildings Power Supply Using Distributed Generations	احسانی	آرش
مقاله	1388	دومین کنفرانس نیروگاههای برق	اسماعیل شریفی آستانه-محمد وریج کاظمی-کامبیز عبدالملکی-سعید احمدی	جایابی و ظرفیت یابی بهینه واحدهای تولید پراکنده به منظور بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان تلفات و پروفیل ولتاژ با استفاده از الگوریتم ژنتیک	احمدی	سعید
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	حامد احمدی-جمشید آقایی-حیدرعلی شایانفر	بررسی تاثیر برنامه پاسخگویی بار اضطراری (EDRP) برای بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان و قیمت نقطه های در سیستم های قدرت تجدیدساختاریافته	احمدی	حامد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1384	دانشگاه صنعتی شریف	علی احمدی خطیر؛ استاد راهنما؛ محمود فتوحی فیروزآباد	تعیین رزرو گردان مورد نیاز در سیستم با توجه به سطوح قابلیت اطمینان خریداران در یک محیط رقابتی	احمدی خطیر	علی
مقاله	2009	Electric Power Systems Research	Ali Ahmadi-Khatir-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-L. Goel	Customer choice of reliability in spinning reserve procurement and cost allocation using well-being analysis	احمدی خطیر	علی
مقاله	2008	IEEE Electrical Power and Energy Conference, Vancouver, Canada	Ali Ahmadi-Khatir, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Customer Choice of Reliability in Spinning Reserve Procurement and Cost Allocation	احمدی خطیر	علی
مقاله	1391	بیستمین کنفرانس مهندسی برق ایران	بهنام نامور بهرغانی-محمدآقا شفیعی-محمد احمدیان-محمد مرادی دالوند	تعیین اندازه بهینه منابع ریزشبکه مستقل از شبکه جهت تامین بارالکتریکی و حرارتی با در نظر گرفتن قید آلودگی	احمدیان	محمد
پایان نامه	1390	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	بهنام نامور؛ استاد راهنما : محمد آقا شفیعی؛ استاد مشاور : محمد احمدیان	برنامه ریزی بهینه توسعه تولید ریزشبکه جهت تامین بار حرارتی و الکتریکی به منظور کاهش آلودگی	احمدیان	محمد
مقاله		سومین کنفرانس سالانه انرژی پاک	اروین احمدی ازندریانی-سعیداله	برنامه ریزی قابلیت اطمینان مقید مشارکت نیروگاه ها در حضور نیروگاه های بادی با قابلیت کلیدزنی	احمدی	اروین

			مرتضوی-سید قدرت اله سیف السادات-علی سفید گر در فولی	خطوط انتقال و در نظر گرفتن پیشامدهای اتفاقی	ازندیانی	
مقاله	2012	هفدهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق	امیرحسین دری نژاد؛ حبیب ترابی؛ سعید انتظاری؛ پیام خوارزمی؛ الهام اخوان رضایی؛ علیرضا فریدونیان	ارزیابی روش های محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان در شرکت توزیع برق تهران بزرگ	اخوان رضایی	الهام
مقاله		مجله مهندسی برق و الکترونیک ایران؛ سال دهم، شماره ۱	مجتبی نجفی، مهدی احسان، محمود فتوحی فیروزآباد، علی اخوین	تسویه تصادفی بازار با توجه به قابلیت اطمینان واحدهای تولید انرژی الکتریکی	اخوین	علی
مقاله	2010	Energy	Mojtaba Najafi-Mehdi Ehsan -Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Ali Akhaverin-Karim Afshar	Optimal reserve capacity allocation with consideration of customer reliability requirements	اخوین	علی
مقاله	2011	Energy Policy	Ali Akhaverin-Mahmoud Fotuhi Firuzabad	A heuristic-based approach for reliability importance assessment of energy producers	اخوین	علی
مقاله	2010	Electric Power Systems Research	Ali Akhaverin; Mahmoud Fotuhi Firuzabad; Roy Billinton; Davood Farrokhzad	Review of reduction techniques in the determination of composite system adequacy equivalents	اخوین	علی
مقاله	2010	International Energy Conference and Exhibition (EnergyCon), 2010 IEEE	Ali Akhaverin; D. Braun; M. Palazzo	Availability analysis of combined cycle power plant layouts which employ generator circuit-breakers and three-winding step-up transformers	اخوین	علی
مقاله	2013	Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers	Mojtaba Najafi, M. Ehsan, M. Fotuhi-Firuzabad, A. Akhaverin	Random Settlement Market due to the Reliability of Electrical Power Generation units	اخوین	علی
مقاله	2010	International Review of Electrical Engineering	Mojtaba Najafi, Mehdi Ehsan, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Ali Akhaverin	A Market Clearing Method with Consideration of Power Generation Response Reliability	اخوین	علی
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	محمدامین اکبری-مجید نبیری پور- علی رضا روستا-محمد ارجمند	بررسی قابلیت اطمینان و پاسخ دینامیکی توربینهای بادی نوع ژنراتور القایی از دو سو تغذیه با استفاده از کنترل فضای برداری به روش SVPWM	ارجمند	محمد
پروژه	1391	گروه مهندسی انرژی واحد علوم تحقیقات تهران	سالار ارشادی؛ آبتین عطایی	بررسی قابلیت اطمینان نیروگاه ۱۰ مگاواتی در دشت قزوین	ارشادی	سالار
مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	محمدحسن مرادی-محسن اسکندری	روش ترکیبی برای تعیین ظرفیت و استراتژی عملکرد بهینه منابع در میکروگرید	اسکندری	محسن
مقاله	2014	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mohammad Hassan Moradi-Mohsen Eskandari-Hemen Showkati	A hybrid method for simultaneous optimization of DG capacity and operational strategy in microgrids utilizing renewable energy resources	اسکندری	محسن
مقاله	2014	Renewable Energy	Mohammad Hassan Moradi-Mohsen Eskandari	A hybrid method for simultaneous optimization of DG capacity and operational strategy in microgrids considering uncertainty in electricity price forecasting	اسکندری	محسن

مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	هادی برجی-ملیحه مغفوری فرسنگی-سعید اسماعیلی	برنامه ریزی طولانی مدت توسعه شبکه تولید با استفاده از الگوریتم بهینه سازی فاخته	اسماعیلی	سعید
پایان نامه				مدیریت انرژی در سیستم هایبرید پیل سوختی- فتوولتائیک- باتری با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	اسماعیلی جعفر آبادی	سعید
مقاله	1384	سومین کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات	روزبه اشراق نیا-حسن مدیر شانه چی-حبیب رجیب مشهدی	زمان بندی بهینه تعمیرات و نگهداری واحدهای تولیدی در فضای رقابتی با استفاده از الگوریتم ژنتیک	اشراق نیا	روزبه
پایان نامه	1384	دانشگاه فردوسی مشهد	روزبه اشراق نیا	برنامه ریزی بهینه زمان بندی نگهداری و تعمیرات واحدهای شرکت های تولیدی در فضای رقابتی صنعت برق	اشراق نیا	روزبه
مقاله	2006	Power Systems Conference and Exposition, 2006. PSCE '06. 2006 IEEE PES	Roozbeh Eshraghnia-M. Hassan Modir Shanechi-Habib Rajabi Mashhadi	Generation Maintenance Scheduling in Power Market Based on Genetic Algorithm	اشراق نیا	روزبه
مقاله		دو ماهنامه هوش مصنوعی و ابزار دقیق ، شماره ۳ (پیاپی ۱۵)	عبدالرضا رضایی فر، علی اشرف مدرس، فرح جعفرنژاد، مهدی سجودی، حمیدرضا مؤمنی	امکان سنجی به کار گیری سامانه های کنترل مبتنی بر فیلدباس در نیروگاههای حرارتی	اشرف مدرس	علی
مقاله	2012	International Conference on Future Electrical Power and Energy Systems	Y. R. Jafarian-Hossein Asgharpour-Masoud Rashidinejad-Mohammad Ali Forghani	Multi Objective Power Generation Preventive Maintenance Scheduling	اصغرپور	حسین
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	زاگرس شاهوی-علی عباسپورتهرانی فرد-محمود فتوحی فیروزآباد-آذین اصلانی	ارزیابی اثر سیستم ذخیره ساز انرژی به همراه نیروگاه بادی بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت	اصلانی	آذین
مقاله	2010	25nd International Power System Conference, PSC 2010	Zagros Shahovee, Ali Abbaspour, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Azin Aslani	Impacts of Energy Storage Systems and Wind Power on System Reliability	اصلانی	آذین
مقاله	1387	دومین کنفرانس ملی نیروگاههای آبی کشور	حسن اطاعتی	معیارهای انتخاب پست GIS در پروژه نیروگاه تلمبه ای ذخیره ای سیاه بیشه	اطاعتی	حسن
پایان نامه کارشناسی ارشد	1391	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	محمد حسین اعتصامی، مرتضی محمدی اردهالی (استاد راهنما)، غلامحسین ریاحی دهکردی (استاد راهنما)	ب بهینه سازی پیکربندی سیستم ترکیبی مستقل از شبکه باد/خورشید/باتری با لحاظ قیود قابلیت اطمینان و هزینه سالیانه به کمک الگوریتم ب بهینه سازی رقابت استعماری ب هبود یافته	اعتصامی	محمد حسین
پایان نامه	1390	دانشگاه تربیت مدرس	ساسان گلیجانی؛ استاد راهنما : محسن پارسامقدم؛ استاد مشاور : حبیب اله اعلمی	بررسی تأثیر برنامه های پاسخ گویی بار بر تخصیص بهینه ی منابع تولید پراکنده با هدف بهبود قابلیت اطمینان	اعلمی	حبیب اله
پایان نامه				جایابی منابع تولیدات پراکنده (DG) به منظور بهبود قابلیت اطمینان و کاهش تلفات در سیستم های توزیع	افراخته	حسین
مقاله	1391	کنفرانس فناوری شبکه های الکتریکی	سعید حکیمی گیلاتی-حسین	تعیین اندازه بهینه سیستم تولید انرژی ترکیبی بادی- دیزلی برای تأمین بار یک منطقه مستقل از	افراخته	حسین

		هوشمند	افراخته-قلیچ سارلی	شبکه		
مقاله	1389	اولین کنفرانس بین المللی سالانه انرژی پاک	حسین افراخته-الهه حسن زاده	تعیین همزمان مکان و ظرفیت بهینه بانکهای خازنی و تولیدات پراکنده در شبکه های توزیع به منظور بهبود تلفات و قابلیت اطمینان	افراخته	حسین
مقاله	2012	4th Conference on Thermal Power Plants (CTPP), 2012	Saeed Hakimi Gilani; Hossein Afrakhte; Mojtaba Jabbari Ghadi	Probabilistic method for optimal placement of wind-based distributed generation with considering reliability improvement and power loss reduction	افراخته	حسین
مقاله	1382	هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	محمود فتوحی فیروزآباد-کریم افشار	تعیین حساسیت شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم تولید نسبت به مشخصات سیستم	افشار	کریم
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین	شیرزاد عبدی؛ استاد راهنما: کریم افشار؛ استاد مشاور: نوشین بیگدلی	مکان یابی و تعیین اندازه بهینه منابع تولید پراکنده برای بهبود قابلیت اطمینان، کاهش تلفات و بهبود پروفایل ولتاژ شبکه های توزیع شعاعی با در نظر گرفتن ماهیت بار	افشار	کریم
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین	نگارنده سجاد عادلی-استاد راهنما: کریم افشار	تعیین مقدار رزرو با استفاده از روش های هوشمند با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	افشار	کریم
مقاله	2010	Energy	Mojtaba Najafi-Mehdi Ehsan -Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Ali Akhavan-Karim Afshar	Optimal reserve capacity allocation with consideration of customer reliability requirements	افشار	کریم
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Shirzad Abdi-Karim Afshar	Application of IPSO-Monte Carlo for optimal distributed generation allocation and sizing	افشار	کریم
مقاله	2008	Applied Mathematics and Computation	Karim Afshar; Mehdi Ehsan ; Mahmoud Fotuhi-Firuzabad; Nima Amjady	Cost-benefit analysis and MILP for optimal reserve capacity determination in power system	افشار	کریم
مقاله	2013	Electric Power Systems Research	Karim Afshar; M.M. Barati	A new approach for determination and cost allocation of reserve in the restructured power systems	افشار	کریم
مقاله	1391	دومین همایش ملی انرژی باد و خورشید	قاسم افشار؛ سید محمود ابوالحسن علوی؛ بهرام حدادسرابی	اهمیت نیروگاه هیبرید باد و خورشید در تامین برق ضروری نقاط دوردست با رویکرد در پدافند غیرعامل	افشار	قاسم
مقاله	2009	Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, 2009 IEEE/PES	Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-S. Afshar-Davood Farrokhzad-Jaeseok Choi	Reliability centered maintenance program initiation on electric distribution networks	افشار	
مقاله پژوهشی	1392	سعید شاه رضایی؛ علی اصغر قدیمی؛ مجید گندمکار؛ مجید معظمی؛ ساناز شاه حیدری؛ علیرضا افشاری مقدم		ارزیابی قابلیت اعتماد شبکه برق منطقه ای باختر و بررسی راهکارهای بهبود شاخصهای قابلیت اعتماد آن	افشاری مقدم	علیرضا
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	فریبرز اقتدارنیا؛ ابراهیم کریمی؛ مجید فلاح-اصغر سعادت	برنامه ریزی ظرفیت سیستم تولید بر اساس شاخصهای قابلیت اطمینان	اقتدارنیا	فریبرز
مقاله	2012	Life Science Journal	Hasan Fayazi Boroujeni-Meysam Eghtedari-Mostafa Abdollahi-Elahe Behzadipour	Calculation of generation system reliability index: Loss of Load Probability	اقتداری	میثم
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Meysam Amirahmadi-Ashgar Akbari Foroud	Stochastic multi-objective programming for simultaneous clearing of energy and spinning reserve markets considering reliability preferences of	اکبری فرود	اصغر

				customers		
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Seyyed Hamid Elyas-Asghar Akbari Foroud-Hamed Chitsaz	A novel method for maintenance scheduling of generating units considering the demand side	اکبری فرود	اصغر
مقاله	2011	Innovative Smart Grid Technologies - India (ISGT India), 2011 IEEE PES	Seyyed Hamid Elyas; Sogol Babaeinejad Sarookolaee; Asghar Akbari Foroud	A novel approach for maintenance scheduling of generation units in restructured power system	اکبری فرود	اصغر
پایان نامه	1390	دانشگاه صنعتی شیراز	محمد امین اکبری- استاد راهنما : علیرضا روستا-استاد مشاور : جمشید آقائی	برنامه ریزی چند هدفه توسعه تولید با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان در سیستم های تجدید ساختار یافته	اکبری	محمد امین
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	محمد امین اکبری-مجید نیری پور- علی رضا روستا-محمد ارجمند	بررسی قابلیت اطمینان و پاسخ دینامیکی توربینهای بادی نوع ژنراتور القائی از دو سو تغذیه با استفاده از کنترل فضای برداری به روش SVPWM	اکبری	محمد امین
مقاله	2013	Electric Power Systems Research	Jamshid Aghaei; Mohammad Amin Akbari; Alireza Roosta; Amir Baharvandi	Multiobjective generation expansion planning considering power system adequacy	اکبری	محمد امین
مقاله	2011	Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology	Mohammad Mohammadi-M. Akbari Nasab	DG Placement with Considering Reliability Improvement and Power Loss Reduction with GA Method	اکبری نسب	
مقاله	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	امیر عبدالمهدی-محمد اله داد-حسن حسینی	برنامه ریزی بهینه تولید واحدهای نیروگاهی مبتنی بر بار ساعات آینده با در نظرگیری قیدمناطق بهره برداری ممنوعه و احتمال تخصیص رزرو	اله داد	محمد
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Seyyed Hamid Elyas-Asghar Akbari Foroud-Hamed Chitsaz	A novel method for maintenance scheduling of generating units considering the demand side	الیاس	سید حمید
مقاله	2011	Innovative Smart Grid Technologies - India (ISGT India), 2011 IEEE PES	Seyyed Hamid Elyas; Sogol Babaeinejad Sarookolaee; Asghar Akbari Foroud	A novel approach for maintenance scheduling of generation units in restructured power system	الیاس	سید حمید
مقاله	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مهدی نوروزی-حسین کاظمی کارگر-مهدی امانی	بهینه سازی استفاده از نیروگاههای هیبریدی فتوولتائیک و بادی به همراه سیستم ذخیره باتری با استفاده از تکنیک قابلیت اطمینان LPSP	امانی	مهدی
مقاله	2006	IEEE Transactions on Power Systems	Nima Amjady	Generation adequacy assessment of power systems by time series and fuzzy neural network	امجدی	نیما
مقاله	2003	IEEE Transactions on Power Systems	Nima Amjady; Davood Farrokhzad; Mohammad Modarres	Optimal Reliable Operation of Hydrothermal Power Systems with Random Unit Outages	امجدی	نیما
مقاله	2008	Applied Mathematics and Computation	Karim Afshar; Mehdi Ehsan ; Mahmoud Fotuhi-Firuzabad; Nima Amjady	Cost-benefit analysis and MILP for optimal reserve capacity determination in power system	امجدی	نیما
مقاله	2004	IEEE Transactions on Power Systems	Nima Amjady	A framework of reliability assessment with consideration effect of transient and voltage stabilities	امجدی	نیما

پایان نامه	1384	دانشگاه تربیت مدرس	مسعود امیدوار	تاثیر نیروگاه‌های بادی در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت	امیدوار	مسعود
مقاله	2006	7th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2006 IEEE	Mahmood-Reza Haghifam-Masoud Omidvar	Wind Farm Modeling in Reliability Assessment of Power System	امیدوار	مسعود
مقاله	2011	International Review on Modelling & Simulations	Masoud Omidvar-Mahmood-Reza Haghifam- B. Somayeh Mousavi	A Novel Wind Farm Modeling to Improve Reliability Assessment of Power System	امیدوار	مسعود
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Meysam Amirahmadi-Asgar Akbari Foroud	Stochastic multi-objective programming for simultaneous clearing of energy and spinning reserve markets considering reliability preferences of customers	امیراحمدی	میثم
مقاله	1385	نشریه علمی-پژوهشی برق	بابک مظفری، تورج امرایی، علیمحمد رنجبر، علیرضا شیرانی	مدیریت بهینه قطع بار در شبکه های قدرت تجدیدساختار شده برای جلوگیری از فروپاشی ولتاژ	امرایی	تورج
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	محمدجواد امیرخانلو؛ استاد راهنما: حسن براتی؛ استاد مشاور: سیدمهدی حسینی	جایابی و اندازه بهینه تولیدات پراکنده (DG) جهت بهبود پروفیل ولتاژ، کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع شعاعی با استفاده از الگوریتم ژنتیک	امیرخانلو	محمدجواد
مقاله	2009	International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2009. IEEM 2009. IEEE	Ali Saidian-Mohamad Amiri-Mina Sheikholeslami	The evaluation of reliability indices of a restructured distribution system considering the reserve agreement	امیری	محمد
مقاله	2009	Compatibility and Power Electronics, 2009. CPE '09	Ali Saidian-Mohamad Amiri	A novel technique to reliability evaluation considering priority of load curtailment for deregulated distribution system	امیری	محمد
مقاله	1387	اولین کنفرانس نیروگاه‌های برق	فرشاد خسروی-مرتضی امینی-ته وین کیخسروی	ارزیابی قابلیت اطمینان در نیروگاه های حرارتی	امینی	مرتضی
مقاله	1388	اولین کنفرانس ملی صنعت نیروگاه‌های حرارتی	Babak Amini-Ali Doniavi	Reliability modeling and analysis of thermal power plants	امینی	بابک
مقاله	1388	چهارمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب یابی	Babak Amini-Ali Doniavi	Reliability modelling with failure analysis And preventive maintenance	امینی	بابک
پایان نامه	1392	دانشگاه تربیت مدرس	محمدهادی امینی؛ استاد راهنما: محسن پارسامقدم	مکان‌یابی توأمان بهینه منابع تولید پراکنده و پارکینگ خودروهای برقی	امینی	محمدهادی
مقاله	1388	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	آرمان امینی بدر - محمود فتوحی فیروزآباد - حیدرعلی شایانفر-سعید عاچی زاده	حذف بار بهینه در شبکه های توزیع در حضور واحدهای تولید پراکنده برق جهت کاهش هزینه خاموشی مشترکین	امینی بدر	آرمان
مقاله	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	آرمان امینی-حیدرعلی شایانفر- محسن کلانتر-محمود فتوحی فیروزآباد	تحلیل قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع در حضور واحدهای تولید پراکنده	امینی بدر	آرمان
مقاله	2006	International Conference on	Arman Amini, H.	An Algorithm for Analyzing Reliability Indices for Radial Distribution	امینی بدر	آرمان

		Power System Technology (POWERCON), 2006	Shayanfar, Mohsen Kalantar, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Systems Including Distributed Generators		
مقاله	2006	14th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2006	Arman Amini, Heidar Ali Shayanfar, Mohsen Kalantar, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Distribution System Reliability Assessment Incorporating Distributed Generations	امینی بدر	آرمان
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1386	دانشگاه صنعتی شریف	فرخ امینی فر؛ استاد راهنما: محمود فتوحی فیروزآباد	برنامه ریزی مشارکت واحدهای تولید با در نظر گرفتن قیود قابلیت اطمینان	امینی فر	فرخ
مقاله	1382		محسن موحد، فرخ امینی	بررسی اثر قیمت خاموشی بر توسعه بهینه سیستم تولید برق کشور	امینی فر	فرخ
مقاله	1382	نشریه علمی-پژوهشی برق	نازنین خسروی، فرخ امینی	محاسبه خسارت ناشی از عدم تامین برق برای مشترکان صنعتی	امینی فر	فرخ
مقاله	1382	نشریه علمی-پژوهشی برق	نازنین خسروی، فرخ امینی	محاسبه خسارت ناشی از عدم تامین برق برای مشترکان عمومی	امینی فر	فرخ
پروژه	1385	شرکت برق منطقه ای تهران	سارا صاحب زمانی (مدیر پروژه)، فرخ امینی، نازنین خسروی زنجانی، حسن زیبا، پیام نظافت، غلامرضا و تفرداد	محاسبه خسارت خاموشی از دید مصرف کنندگان خانگی، تجاری، کشاورزی و عرضه کننده انرژی الکتریکی	امینی فر	فرخ
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Masood Parvania-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Farrok Aminifar-Amir Abiri-Jahromi	Reliability-constrained unit commitment using stochastic mixed-integer programming	امینی فر	فرخ
مقاله	2012	IEEE Transactions on Power Systems	Amir Safdarian-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Farrok Aminifar	Compromising Wind and Solar Energies From the Power System Adequacy Viewpoint	امینی فر	فرخ
مقاله	2009	IEEE Transactions on Power Systems	Farrok Aminifar-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Mohammad Shahidehpour	Unit Commitment With Probabilistic Spinning Reserve and Interruptible Load Considerations	امینی فر	فرخ
مقاله	2007	Iranian Journal of Electrical & Electronic Engineering	Farrok Aminifar-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Reliability-Constrained Unit Commitment Considering Interruptible Load Participation	امینی فر	فرخ
مقاله	2013	Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences	Mahmud Fotuhi-Firuzabad; Farrok Aminifar; Abbas Shahzadeh	Reliability-based maintenance scheduling of generating units in restructured power systems	امینی فر	فرخ
گزارش	2008	Sharif University of Technology	Mohammad Shahidehpour, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Farrok Aminifar	Power System Security	امینی فر	فرخ
مقاله		IEEE Transactions on Smart Grid	Farrok Aminifar, Mahmoud Fotuhi-	Power System Reliability Assessment Incorporating Monitoring/Control System Malfunction	امینی فر	فرخ

			Firuzabad, Mohammad Shahidehpour, Amir Safdarian			
مقاله	1391	اولین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	عبدالرضا پیر، محسن گیتی زاده، جمشید آقایی و محسن اندایشگر	برنامه ریزی بهینه توسعه تولید در سیستم قدرت با استفاده از روش بهینه سازی الگوریتم رقابت استعماری	اندایشگر	محسن
مقاله	2012	هفدهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق	امیرحسین دری نژاد؛ حبیب ترابی؛ سعید انتظاری؛ پیام خوارزمی؛ الهام اخوان رضایی؛ علیرضا فریدونیان	ارزیابی روش های محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان در شرکت توزیع برق تهران بزرگ	انتظاری	سعید
مقاله	2012	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	R. Ansari-Hassan Monsef	Optimization of DG placement in distribution system using artificial bee colony algorithm based on generation level reliability indices	انصاری	
مقاله	2010	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Hooman Arabian-Hoseynabadi-Hashem Oraee Mirzamani-P.J. Tavner	Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) for wind turbines	اورعی میرزمانی	هاشم
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشکده برق و کامپیوتر - دانشگاه سیستان و بلوچستان	امیر حسن لی؛ استاد راهنما: محمود اوکاتی صادق	نقش تولید پراکنده در کاهش ظرفیت های انتقال و ارتقاء امنیت شبکه	اوکاتی صادق	محمود
پایان نامه	1380	دانشگاه تبریز	فرشاد خسروی؛ استاد راهنما: قاسم اهرابیان؛ استاد مشاور: حسین حسینی	ارزیابی قابلیت اطمینان در نیروگاههای حرارتی	اهرابیان	قاسم
مقاله	2011	10th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2011	Taghi Sami-Seyyed Mehdi Mahaei-M. T. Hashemi Namarvar-H. Irvani	Optimal placement of DGs for reliability and loss evaluation using DiGSILENT software	ایروانی	
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشگاه فردوسی مشهد	بهروز آدینه؛ استاد راهنما: حبیب رجبی مشهدی	اولویت بندی باس های شبکه جهت اعمال برنامه های مدیریت مصرف از دیدگاه قابلیت اطمینان	آدینه	بهروز
مقاله	2013	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	بهروز آدینه الهه جق، حبیب رجبی مشهدی، محمدابراهیم حاجی آبادی	اولویت بندی باس ها جهت اعمال برنامه های مدیریت مصرف از دیدگاه قابلیت اطمینان	آدینه	بهروز
مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	آریا آذری برزندیق	بررسی و بهینه سازی مفهوم قابلیت اطمینان در تعمیرات اساسی توربین های گازی مورد استفاده در نیروگاه های حرارتی کوچک و متوسط	آذری برزندیق	آریا
مقاله	1391	اولین کنفرانس بین المللی صنعت سیمان، انرژی و محیط زیست	آریا آذری برزندیق	محاسبه و بهینه سازی قابلیت اطمینان یک سامانه تولید همزمان توان و گرما (CHP) مورد استفاده در فرآیند تولید سیمان	آذری برزندیق	آریا
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1388	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	الهوردی آزادرو، استاد راهنما: سعید جلیلزاده؛ استاد مشاور: محسن صنیعی	برنامه ریزی توسعه تولید با اعمال اثر قیود قابلیت اطمینان	آزادرو	الهوردی
مقاله	1390	نخستین همایش ملی انرژی باد و خورشید	احسان آشوغ-حسن براتی-حسین	ارزیابی تأثیر شاخص انتظار قطع بار بر قابلیت اطمینان نیروگاه های تولید برق بادی با استفاده از	آشوغ	احسان

			هارون آبادی	الگوریتم مونت کارلو		
پایان نامه	1389	دانشگاه بیرجند	مجید مهدی زاده فرد- استاد راهنما : محمد رضا آقا ابراهیمی استاد مشاور : حمیدرضا نجفی	تحلیل بهره برداری از منابع تولید پراکنده به صورت جزیره ای و تاثیر آن بر شاخص های قابلیت اطمینان	آقا ابراهیمی	محمد رضا
مقاله	2011	International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives (POWERENG), 2011	Mohammad Reza Aghaebrahimi; Majid Mehdizadeh; Hamid Reza Najafi	A new algorithm for reliability assessment of wind-diesel system in islanding mode of operation	آقا ابراهیمی	محمد رضا
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	محمد رضا کریم زاده؛ استاد راهنما : محمد آقا شفیعی	تخصیص بهینه منابع تولید پراکنده در شبکه های توزیع (تعیین مکان و ظرفیت) با هدف کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان شبکه با استفاده از الگوریتم بهینه ساز جستجوی گروهی (GSO)	آقا شفیعی	محمد
مقاله	1391	بیستمین کنفرانس مهندسی برق ایران	بهنام نامور بهرغانی-محمد آقا شفیعی-محمد احمدیان-محمد مرادی دالوند	تعیین اندازه بهینه منابع ریزشبهه مستقل از شبکه جهت تامین بارالکتریکی و حرارتی با در نظر گرفتن قید آلودگی	آقا شفیعی	محمد
پایان نامه	1390	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	بهنام نامور؛ استاد راهنما : محمد آقا شفیعی؛ استاد مشاور : محمد احمدیان	برنامه ریزی بهینه توسعه تولید ریزشبهه جهت تامین بار حرارتی و الکتریکی به منظور کاهش آلودگی	آقا شفیعی	محمد
مقاله	1384	سیزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	محمد رضا آقامحمدی-فرزاد دهقانی	ارزیابی و تحلیل امنیت استاتیکی سیستم های قدرت به کمک شبکه های عصبی	آقامحمدی	محمد رضا
مقاله	2013	Annals of Nuclear Energy	M. Aghaie; A. Norouzi; A. Zolfaghari; A. Minucheher; Z. Mohamadi Fard; R. Tumari	Advanced progressive real coded genetic algorithm for nuclear system availability optimization through preventive maintenance scheduling	آقایی	
پایان نامه	1390	دانشگاه صنعتی شیراز	محمد امین اکبری- استاد راهنما : علیرضا روستا-استاد مشاور : جمشید آقایی (پایان نامه)	برنامه ریزی چند هدفه توسعه تولید با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان در سیستم های تجدید ساختار یافته	آقایی	جمشید
مقاله	1391	اولین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	عبدالرضا پیر، محسن گیتی زاده، جمشید آقایی و محسن اندیشگر	برنامه ریزی بهینه توسعه تولید در سیستم قدرت با استفاده از روش بهینه سازی الگوریتم رقابت استعماری	آقایی	جمشید
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	نگارش سیدمحمد غفاری زاد ؛ استاد راهنما: جمشید آقایی ؛ استاد مشاور: حسن براتی	برنامه ریزی توسعه تولید در سیستم های قدرت تجدید ساختار یافته با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	آقایی	جمشید
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	حامد احمدی-جمشید آقایی- حیدرعلی شایانفر	بررسی تاثیر برنامه پاسخگویی بار اضطراری (EDRP) برای بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان و قیمت نقطه های در سیستم های قدرت تجدیدساختاریافته	آقایی	جمشید
مقاله	2014	Energy	Jamshid Aghaei-Kashem M. Muttaqi-Ali Azizivahed-Mohsen Gitizadeh	Distribution expansion planning considering reliability and security of energy using modified PSO (Particle Swarm Optimization) algorithm	آقایی	جمشید
مقاله	2013	Electric Power Systems Research	Jamshid Aghaei; Mohammad Amin Akbari;	Multiobjective generation expansion planning considering power system adequacy	آقایی	جمشید

			Alireza Roosta; Amir Baharvandi			
مقاله	2012	International Transactions on Electrical Energy Systems	Jamshid Aghaei; Alireza Roosta	Reliability constrained multi-period generation expansion planning of electrical energy resources using MILP	آقائی	جمشید
مقاله	1392	هجدهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق	احد بیگلری-مرتضی آیین-مرتضی قلی پور خواجه-مسعود رشیدی نژاد	ارزیابی احتمالاتی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت ترکیبی بادی-خورشیدی	آیین	مرتضی
مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	Morteza Aien-Ahad Biglari-Masoud Rashidinejad	Probabilistic Reliability Evaluation of Hybrid Wind-Photovoltaic Power Systems	آیین	مرتضی
مقاله	2010	International Conference on Power and Energy (PECon), 2010 IEEE	Farshad Khosravi-Naziha Ahmad Azli-Ebrahim Babaei	A new modeling method for reliability evaluation of Thermal Power Plants	بابایی	ابراهیم
مقاله	2011	Innovative Smart Grid Technologies - India (ISGT India), 2011 IEEE PES	Seyyed Hamid Elyas; Sogol Babaeinejad Sarookolae; Asghar Akbari Foroud	A novel approach for maintenance scheduling of generation units in restructured power system	بابایی نژاد ساروکالایی	سوگل
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشکده مهندسی - دانشگاه شهید چمران اهواز	افشین بارانی تمبی؛ استاد راهنما: سعیداله مرتضوی	بهره برداری بهینه از واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن قیود شبکه، نیروگاه های بادی به صورت احتمالی، بارهای قابل قطع و پیشامدهای اتفاقی (Contingency)	بارانی تمبی	افشین
مقاله	2010	Electric Power Quality and Supply Reliability Conference (PQ), 2010	Iman Khonakdar Tarsi-Abdolreza Sheikholeslami-Taghi Barforoushi-Seyed Mohammad Bagher Sadati	Investigating impacts of distributed generation on distribution networks reliability: A mathematical model	بارفروشی	تقی
مقاله	1388	اولین کنفرانس ملی صنعت نیروگاههای حرارتی	Sareh Bahmanpour-Mahdi Bashooki-Hamdi Reza Maanavi-Mohammad Hossein Refan	Reliability Comparison between PCS7 and SPPA T-2000 Automation System	باشوکی	مهدی
پایان نامه	1391	دانشکده برق و کامپیوتر - دانشگاه صنعتی (نوشیروانی) بابل	رضا باغی پور؛ استاد راهنما: سیدمهدی حسینی	جایابی بهینه خازن و مولد تولید پراکنده برای کاهش نرخ خرابی جهت بهبود قابلیت اطمینان و کاهش تلفات در سیستمهای توزیع با استفاده از الگوریتم ژنتیک	باغی پور	رضا
پایان نامه (کارشناسی)	1387	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	محمد علی باقرزاده؛ استاد راهنما: عاملی	تعیین میزان ذخیره چرخان بهینه در شبکه با استفاده از شاخص های قابلیت اطمینان	باقرزاده	محمد علی
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	وحید خلیق-حسن منصف-امیر باقری	ارائه روشی جدید برای مدل سازی شبکه قابلیت اطمینان واحد فتوولتاییک	باقری	امیر
پایان نامه	1386	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	میثم باقری	بررسی تاثیر واحدهای تولید پراکنده بر قابلیت اطمینان سیستم های توزیع	باقری	میثم
پایان نامه	1391	دانشکده فنی - دانشگاه الزهراء علیها السلام	پریسا باقری پارچین - استاد راهنما: محمدعلی صنیعی منفرد-استاد مشاور: مهدی سیف برقی	ارزیابی قابلیت اطمینان در شبکه های برق قدرت	باقری پارچین	پریسا
پایان نامه	1391	دانشگاه تبریز	نیما باقری فرح بخش؛ استاد راهنما: سید حسین حسینی؛ استاد مشاور	مدیریت بهینه توان در سیستم هیبریدی تولید توان الکتریکی PV/FC/Wind/Battery مجزا از شبکه قدرت	باقری فرح بخش	نیما

			مهران صباحی			
مقاله	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مرتضی حیدری-مهدی بانزاد-امین حاجی زاده-علی بهنیاافر	جایابی بهینه واحد های تولید پراکنده بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم بهبود یافته جهش قورباغه	بانزاد	مهدی
پایان نامه	1390	دانشگاه صنعتی شاهرود	مرتضی حیدری - استاد راهنما : مهدی بانزاد	جایابی بهینه واحدهای تولید پراکنده بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان	بانزاد	مهدی
مقاله	2008	The International Conference on Electrical Engineering	Ehsan Reihani-Majid Oloomi Buygi-Mahdi Banejad	Generation Maintenance Scheduling Using Hybrid Evolutionary Approach	بانزاد	مهدی
مقاله	2012	Journal of Basic and Applied Scientific Research	Ali Badri; Ahmad Norozpour Niazi	Preventive Generation Maintenance Scheduling Considering System Reliability and Energy Purchase in Restructured Power Systems	بدری	علی
مقاله	1390	نخستین همایش ملی انرژی باد و خورشید	احسان آشوغ-حسن براتی-حسین هارون آبادی	ارزیابی تأثیر شاخص انتظار قطع بار بر قابلیت اطمینان نیروگاه های تولید برق بادی با استفاده از الگوریتم مونت کارلو	براتی	حسن
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	محمدجواد امیرخانلو ؛ استاد راهنما: حسن براتی ؛ استاد مشاور: سیدمهدی حسینی	جایابی و اندازه بهینه تولیدات پراکنده (DG) جهت بهبود پروفیل ولتاژ، کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع شعاعی با استفاده از الگوریتم ژنتیک	براتی	حسن
مقاله		هفدهمین کنفرانس بین المللی برق	سیدمحمدحسن حسینی، حسین هارون آبادی، حسن براتی، فرشید فروزبخش، ناصر قاسمی، غلامرضا کامیاب	تعیین ظرفیت نصب بهینه نیروگاههای آبی کوچک با استفاده از ترازایی شاخص های فنی-اقتصادی و قابلیت اطمینان	براتی	حسن
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	نگارش محمد طالبزاده ؛ استاد راهنما محسن صنیعی ؛ استاد مشاور حسن براتی	جایابی و اندازه بهینه تولیدات پراکنده جهت بهبود شاخص های قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع با استفاده از الگوریتم ACS	براتی	حسن
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	نگارش سیدمحمد غفاری راد ؛ استاد راهنما: جمشید آقایی ؛ استاد مشاور: حسن براتی	برنامه ریزی توسعه تولید در سیستم های قدرت تجدید ساختار یافته با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	براتی	حسن
مقاله	2011	International Review on Modelling & Simulations	Hossein Haroonabadi-Hassan Barati	Generation Reliability Assessment in Power Markets Using MCS and Neural Networks	براتی	حسن
مقاله	2012	Smart Grid and Renewable Energy	Hossein Haroonabadi-Hassan Barati	Generation Reliability Evaluation in Deregulated Power Systems Using Game Theory and Neural Networks	براتی	حسن
مقاله	2013	Electric Power Systems Research	Karim Afshar; M.M. Barati	A new approach for determination and cost allocation of reserve in the restructured power systems	براتی	
پروژه	1381	پژوهشگاه نیرو	امیرحسین حاجی میرآقا (مدیر پروژه)، رضا براتی، الهام صادقیان سرخابی، ابوطالب نیازی، امیر فرشچیان صادق، گئورگ قره پتیان	تعیین مدل ملی و بهینه شبکه مصرف داخلی نیروگاههای بخاری از دیدگاه تولید انرژی الکتریکی	براتی	رضا
مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	هادی برجی-ملیحه مغفوری	برنامه ریزی طولانی مدت توسعه شبکه تولید با استفاده از الگوریتم بهینه سازی فاخته	برجی	هادی

			فرسنگی-سعید اسماعیلی			
مقاله	2010	International Energy Conference and Exhibition (EnergyCon), 2010 IEEE	Arash Navaeefard-S.M. Moghaddas Tafreshi-Mostafa Barzegari-Amir Jalali Shahrood	Optimal sizing of distributed energy resources in microgrid considering wind energy uncertainty with respect to reliability	برزگری	مصطفی
مقاله	2012	Second Iranian Conference on Renewable Energy and Distributed Generation (ICREDG), 2012	Mohammad Moradi Ghahderijani; Seyed Masoud Barakati; Saeed Tavakoli	Reliability evaluation of stand-alone hybrid microgrid using Sequential Monte Carlo Simulation	برکاتی	سید مسعود
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Mokhtar Bozorg-Ehsan Hajipour-Seyed Hamid Hosseini	Interruptible load contracts implementation in stochastic security constrained unit commitment	بزرگ	مختار
پروژه	1386	شرکت مدیریت شبکه برق ایران	زهره مدیحی بیدگلی (مدیر پروژه)، همایون برهمندپور	تهیه و تدوین استاندارد امنیت بهره برداری	برهمندپور	همایون
پایان نامه				جایابی منابع تولیدات پراکنده (DG) به منظور بهبود قابلیت اطمینان و کاهش تلفات در سیستم های توزیع	بستانی املشی	یاسر
مقاله	1391	اولین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	عادل بشار	تخصیص رزرو گردان بر مبنای روش های احتمالاتی و با عدم قطعیت در پیش بینی بار در شاخص ریسک پاسخ	بشار	عادل
مقاله	2012	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	Mohsen Bashir- Javad Sadeh	Size optimization of new hybrid stand-alone renewable energy system considering a reliability index	بشیر	محسن
مقاله	2012	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	Mohsen Bashir- Javad Sadeh	Optimal sizing of hybrid wind/photovoltaic/battery considering the uncertainty of wind and photovoltaic power using Monte Carlo	بشیر	محسن
مقاله	2012	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	Mehdi Nikzad-Mahdi Bashirvand-Babak Mozafari-Ali Mohamad Ranjbar	Prioritizing demand response programs from reliability aspect	بشیروند	مهدی
مقاله	2012	Energy	Mehdi Nikzad-Babak Mozafari-Mahdi Bashirvand-Soodabeh Solaymani-Ali Mohamad Ranjbar	Designing time-of-use program based on stochastic security constrained unit commitment considering reliability index	بشیروند	مهدی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	فاطمه توریان- استاد راهنما : سید محمد تقی بطحایی	تعیین مکان و ظرفیت بهینه جهت نصب منابع پراکنده انرژی در یک میکروشبکه	بطحایی	سید محمد تقی
مقاله	2000	Engineering Management Society, 2000. Proceedings of the 2000 IEEE	Seyed Mohammad Taghi Bathaee-Soroosh Sorooshian	Reliability analysis of auxiliary service system of steam power plant in Iran	بطحایی	سید محمد تقی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشکده مهندسی - دانشگاه شهید چمران اهواز	مهدی بغدادی- استاد راهنما : علی سعیدیان- استاد مشاور : مسعود	بهره برداری بهینه از شرکت های توزیع در بازار رقابتی با حضور نیروگاه های تولید پراکنده و بارزدایی	بغدادی	مهدی

			مقدس تفرشی			
مقاله	2010	International Review of Electrical Engineering	Mahdi Baghdadi-S. S. Mortazavi-A. Saidian	Reliability Based Unit Commitment of a Distribution Company with Integrations of Probabilistic Wind Farm and Spinning Reserve Based on Benders Decomposition Method.	بغدادی	مهدی
مقاله	2011	International Review of Electrical Engineering	Mahdi Baghdadi-S. S. Mortazavi-A. Saidian	Optimal Power Management of a DISCO with Integrations of Reliability Considerations and Wind Farm Based on Benders Decomposition	بغدادی	مهدی
مقاله	2012	Second Iranian Conference on Renewable Energy and Distributed Generation (ICREDG), 2012	Hamid Reza Baghaee-Gevorh B. Gharehpetian-Ali Kashefi Kaviani	Three dimensional Pareto Optimal solution to design a hybrid stand-alone wind/PV generation system with hydrogen energy storage using multi-objective Particle Swarm Optimization	بقائی	حمیدرضا
پایان نامه	1391	دانشگاه تبریز	فریدون عبدی نعمت آباد- استاد راهنما: مهرداد طرفدارحق استاد راهنما: محمد باقر بناء شریفیان	بررسی در مدار قرار گرفتن نیروگاه‌ها با لحاظ واحدهای بادی و تلمبه‌ای- ذخیره‌ای و در نظر گرفتن قیود احتمالاتی	بناء شریفیان	محمد باقر
پایان نامه	1391	دانشکده برق و کامپیوتر - دانشگاه صنعتی (نوشیروانی) بابل	زهرا بور؛ استاد راهنما: مهدی حسینی	تعیین مکان و اندازه‌ی بهینه واحدهای تولید پراکنده به منظور بهبود قابلیت اطمینان و کاهش تلفات سیستم در حضور بارهای متغیر با زمان با استفاده از الگوریتم ژنتیک	بور	زهرا
مقاله	2013	Majlesi Journal of Electrical Engineering	Zahra Boor, Seyyed Mehdi Hosseini	Optimal Placement of DG to Improve the Reliability of Distribution Systems Considering Time Varying Loads using Genetic Algorithm	بور	زهرا
مقاله	2013	Electric Power Systems Research	Jamshid Aghaei; Mohammad Amin Akbari; Alireza Roosta; Amir Baharvandi	Multiobjective generation expansion planning considering power system adequacy	بهاروندی	امیر
پایان نامه	1391	دانشگاه شهید بهشتی	حامد بهاری فر	برنامه ریزی تعمیرات و احدهای تولیدی در یک سیستم تجدید ساختار یافته قدرت	بهاری فر	حامد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	غلامحسین عبدالهی؛ استاد راهنما: حسین صیادی؛ استاد مشاور: علی بهبهانی نیا	بهینه سازی چند هدفه اگزرژواکونومیکی و آلودگی سیستم تولید همزمان با قابلیت اطمینان	بهبهانی نیا	علی
مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	حبیب فراگوزلو-مسعود بهجانی زاده-داود فرخزاد	برنامه ریزی تولید در برق منطقه ای فارس بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان	بهجانی زاده	مسعود
مقاله	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	حبیب فراگوزلو-محمودرضا حقی فام-مسعود بهجانی زاده	ارائه الگوریتمی مناسب جهت برنامه ریزی سیستم های قدرت بر حسب شاخص های قابلیت اطمینان	بهجانی زاده	مسعود
پایان نامه	1389		نگارش راضیه بهجت؛ استاد راهنما: وحید ابراهیمی پور؛ استاد مشاور: کامران رضایی	بررسی و بهینه‌سازی انرژی بر روی توربین گاز از طریق آنالیز قابلیت اطمینان	بهجت	راضیه
مقاله	2012	Life Science Journal	Hasan Fayazi Boroujeni-Meysam Eghtedari-Mostafa Abdollahi-Elahe Behzadipour	Calculation of generation system reliability index: Loss of Load Probability	بهزادی پور	الهه
مقاله	1388	اولین کنفرانس ملی صنعت نیروگاههای حرارتی	Sareh Bahmanpour-Mahdi Bashooki-Hamid Reza Maanavi-Mohammad Hossein Refan	Reliability Comparison between PCS7 and SPPA T-2000 Automation System	بهمن پور	ساره
مقاله	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های	مرتضی حیدری-مهدی بانزاد-امین	جایابی بهینه واحد های تولید پراکنده بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم	بهنیافر	علی

		توزیع نیروی برق	حاجی زاده-علی بهینافر	بهبود یافته جهش قورباغه		
مقاله	1392	سومین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	جواد کافی کندری-ناصر بیابانی-مریم رضانی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولید در حضور مزارع بادی و سیستم های ذخیره ساز انرژی	بیابانی	ناصر
مقاله	1392	هجدهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق	احد بیگلری-مرتضی آیین-مرتضی قلی پور خواجه-مسعود رشیدی نژاد	ارزیابی احتمالاتی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت ترکیبی بادی-خورشیدی	بیگلری	احد
مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	Morteza Aien-Ahad Biglari-Masoud Rashidinejad	Probabilistic Reliability Evaluation of Hybrid Wind-Photovoltaic Power Systems	بیگلری	احد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین	شیرزاد عبدی؛ استاد راهنما: کریم افشار؛ استاد مشاور: نوشین بیگلری	مکان یابی و تعیین اندازه بهینه منابع تولید پراکنده برای بهبود قابلیت اطمینان، کاهش تلفات و بهبود پروفایل ولتاژ شبکه های توزیع شعاعی با در نظر گرفتن ماهیت بار	بیگلری	نوشین
پایان نامه			آرمان خسروی؛ استاد راهنما: محسن پارسا مقدم	پخش بار اقتصادی در شبکه قدرت مشتمل بر نیروگاه های خورشیدی با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان مناسب	پارسا مقدم	محسن
پایان نامه			فرزاد کلیم دست؛ استاد راهنما: محسن پارسا مقدم	بررسی اثرات مدیریت بار در بهبود قابلیت اعتماد	پارسا مقدم	محسن
پایان نامه	1390	دانشگاه تربیت مدرس	ساسان گلجانی؛ استاد راهنما: محسن پارسا مقدم؛ استاد مشاور: حبیب اله اعلمی	بررسی تأثیر برنامه های پاسخ گویی بار بر تخصیص بهینه منابع تولید پراکنده با هدف بهبود قابلیت اطمینان	پارسا مقدم	محسن
پایان نامه			اشکان یوسفی-استاد راهنما محسن پارسا مقدم	استفاده از برنامه پاسخ گوئی بار به عنوان ظرفیت رزرو برای افزایش قابلیت اطمینان سیستم قدرت	پارسا مقدم	محسن
پایان نامه	1392	دانشگاه تربیت مدرس	استاد راهنما: محسن پارسا مقدم | دانشجو: محمد هادی امینی	مکان یابی توأمان بهینه منابع تولید پراکنده و پارکینگ خودروهای برقی	پارسا مقدم	محسن
پایان نامه	1390	دانشگاه تربیت مدرس	ترانه قنبرزاده؛ استاد راهنما: محسن پارسا مقدم؛ استاد مشاور: محمود رضا حقی فام	مدلسازی V2G در مطالعات قابلیت اطمینان و بهره برداری از سیستم های قدرت	پارسا مقدم	محسن
مقاله			محسن پارسا مقدم	مطالعه تاثیر اقتصادی حضور واحدهای تولید مشترکان در استراتژیهای پیشگیرانه-اصلاحی	پارسا مقدم	محسن
پایان نامه	1388	دانشگاه تربیت مدرس	پیام تیمور زاده بابلی؛ استاد راهنما: محسن پارسا مقدم	بهبود قابلیت اطمینان شبکه توزیع با استفاده از منابع پاسخگوئی بار	پارسا مقدم	محسن
مقاله	2012	Power and Energy Society General Meeting, 2012 IEEE	Ehsan Alishahi-Mohsen Parsa Moghaddam-Mohammad Kazem Sheikh-El-Eslami	A system dynamics approach for evaluating the optimum value of reliability-based incentive mechanism for wind generation in GEP	پارسا مقدم	محسن
مقاله	2011	Power and Energy Society General Meeting, 2011 IEEE	Taraneh Ghanbarzadeh-Sasan Goleijani-Mohsen Parsa Moghaddam	Reliability constrained unit commitment with electric vehicle to grid using Hybrid Particle Swarm Optimization and Ant Colony Optimization	پارسا مقدم	محسن
مقاله	2010	Energy	Ebrahim Shayesteh-Ashkan Yousefi-Mohsen Parsa Moghaddam	A probabilistic risk-based approach for spinning reserve provision using day-ahead demand response program	پارسا مقدم	محسن
مقاله	2013	Electric Power Systems Research	Sasan Goleijani, Taraneh Ghanbarzadeh, Fatemeh	Reliability constrained unit commitment in smart grid environment	پارسا مقدم	محسن

			Sadeghi Nikoo, Mohsen Parsa Moghaddam			
مقاله	2013	Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences	Maziar Mirhosseini Moghaddam, Mohammad Hossein Javidi, Mohsen Parsa Moghaddam, Majid Oloomi Buygi	Reliability - Based Generation Resource Planning in Electricity Markets	پارسا مقدم	محسن
مقاله	2010	IEEE Transactions on Power Delivery	Payam Teimourzadeh Baboli; Mohsen Parsa Moghaddam	Allocation of Network-Driven Load-Management Measures Using Multiattribute Decision Making	پارسا مقدم	محسن
مقاله	2008	International Conference on Power and Energy (PECon), 2008 IEEE	Ashkan Yousefi, Ebrahim Shayesteh, F. Daneshvar, Mohsen Parsa Moghadam	A Risk -Based Approach for Provision of Spinning Reserve by Means of Emergency Demand Response Program	پارسا مقدم	محسن
مقاله	2008	International Universities Power Engineering Conference (UPEC 2008), Padova, Italy	Ashkan Yousefi, Ebrahim Shayesteh, Kazem Zare, S. J. Kazempour, Mohsen Parsa Moghaddam, Mahmoud Reza Haghifam	Risk Based Spinning Reserve Allocation Considering Emergency Demand Response Program	پارسا مقدم	محسن
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	امیرحسین پارسایی فرد-معین منبع چی - محمودرضا حقی فام	بررسی اثر قابلیت اطمینان بر امکان سنجی اقتصادی واحدهای تولید همزمان برق و حرارت به کمک شبیه سازی مونت کارلو و نظریه بازی ها	پارسایی فرد	امیرحسین
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	معین منبع چی - محمدباقر کوپایی - امیرحسین پارسایی فرد - محمودرضا حقی فام	زمانبندی تعمیرات واحدهای نیروگاهی به کمک تئوری بازیها با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و عدم قطعیت بار	پارسایی فرد	امیرحسین
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1388	دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب	امیرحسین پارسایی	ارزیابی قابلیت اطمینان تولید در سیستم های تجدید ساختار یافته	پارسایی فرد	امیرحسین
مقاله	2009	Electrical Power & Energy Conference (EPEC), 2009 IEEE	Moein Manbachi-Amir Hossein Parsaeifard-Mahmood-Reza Haghifam	A new solution for maintenance scheduling using maintenance market simulation based on game theory	پارسایی فرد	امیرحسین
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Amir Hossein Parsaeifard-Moein Manbachi-Mohammad Bagher Kopayi-Mahmood-Reza Haghifam	A market-based generation expansion planning in deregulated environment based on distributed generations development	پارسایی فرد	امیرحسین
پایان نامه	1388	دانشگاه بیرجند	عبدالجلیل پالیده - استاد راهنما : حمیدرضا نجفی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم ترکیبی تولید و انتقال در حضور مزارع بادی	پالیده	عبدالجلیل
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1388	دانشگاه تربیت مدرس	مازیار یزدانی دماوندی؛ استاد راهنما : حسین سیفی؛ استاد مشاور : میر محسن پدرام	برنامه ریزی تعمیر و نگهداری واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن اثر بهره برداری از شبکه گاز	پدرام	میر محسن
کتاب	1384	مرکز ملی مطالعات و برنامه ریزی شبکه های قدرت	حسین سیفی، غلامرضا یوسفی، میرمحسن پدرام	عملیات بازار در سیستم های قدرت	پدرام	میر محسن

مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مجتبی پرتوی-محسن محمدیان- علی جوادی	مدیریت انرژی سیستم هایبرید متشکل از پیل سوختی، آرایه فوتولتائیک و باتری با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	پرتوی	مجتبی
مقاله	2010	International Conference on Power System Technology (POWERCON), 2010	Farzad Partovi-Babak Mozafari-Mona Ranjbar	An approach for daily assessment of active power reserve capacity and spinning reserve allocation in a power system	پرتوی	فرزاد
مقاله	2004	International Conference on Power System Technology (POWERCON), 2004	Abbas Rajabi-Ghahnavie, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Mostafa Parniani	Impact of Distributed Generation Resources on Customer Interruption Cost	پرنیانی	مصطفی
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAAPS), 2010 IEEE	Masood Parvania-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Farrokh Aminifar-Amir Abiri-Jahromi	Reliability-constrained unit commitment using stochastic mixed-integer programming	پروانیا	مسعود
مقاله	2010	IEEE Transactions on Smart Grid	Masood Parvania-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Demand Response Scheduling by Stochastic SCUC	پروانیا	مسعود
مقاله	2011	IEEE PES Innovative Smart Grid Technology Conference (ISGT2011 Asia), Curtin University of Technology, Perth, Australia	Masood Parvania, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Amir Abiri-Jahromi	Reliability Cost/Worth Approach for Optimal DG Placement in Distribution System	پروانیا	مسعود
مقاله	2010	13th Iranian Students Conference in Electrical Engineering (ISCEE), Tehran, Iran	Masood Parvania, R. Dorostkar, S. Tabatabaee, M. Tasavvori	Reliability Assessment of Composite System Considering Station Related Outages	پروانیا	مسعود
مقاله	2009	44th Universities Power Engineering Conference (UPEC), university of Strathclyde, Scotland,	Masood Parvania, M. Khojasteh, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Ali Abbaspour	A reliability cost/worth analysis approach for optimal DG placement in distribution system using modified particle swarm optimization	پروانیا	مسعود
مقاله	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	رضا پور آقا بابا-جلال مرادی-سعید منصوری	ارائه برنامه تعمیرات پیشگیرانه مبتنی بر اصول قابلیت اطمینان و دسترسی برای نیروگاه شهید منتظری اصفهان	پور آقا بابا	رضا
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشگاه علم و صنعت ایران	آرش پور بهی	جایابی بهینه ریکلوزر جهت افزایش قابلیت اطمینان شبکه توزیع در حضور منابع تولید پراکنده	پور بهی	آرش
مقاله	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	قاسم پیلتن-علیرضا حاتمی-سهیل پوراسماعیل	مدلسازی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت با در نظر گرفتن پیری تجهیزات با استفاده از الگوریتم Thinning	پوراسماعیل	سهیل
مقاله	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	محمد رضا خرمی نژاد شیرازی-شاهرخ شجاعیان-جواد پورآباده	تعیین زمان اورهال بهینه و توزیع اقتصادی باردریک سیستم قدرت تجدیدساختار شده با استفاده از شاخصهای قابلیت اطمینان	پورآباده	جواد
مقاله	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	وحید کنزه قی-شاهرخ شجاعیان-جواد پورآباده	ارائه الگوریتمی برای برآورد قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت با احتساب رزرو گردان بهره برداری به روش بهینه سازی ازدحام ذرات	پورآباده	جواد
مقاله	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و	وحید کنزه قی-شاهرخ شجاعیان-	برنامه ریزی به مدارآمدن واحدها با احتساب قابلیت اطمینان به روش بهینه سازی ازدحام ذرات	پورآباده	جواد

		الکترونیک ایران	جواد پورآباده			
مقاله	1390	اولین کنفرانس بین المللی و سومین کنفرانس ملی سد و نیروگاههای برق آبی	حسین شاهین زاده-جواد پورآباده- سیدامین فقهی	بررسی انواع مدل های ریاضی به منظور ارزیابی اثرات تعمیرات روی قابلیت اطمینان تجهیزات مکانیکی و الکتریکی موجود در نیروگاه های برق آبی	پورآباده	جواد
مقاله	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	یوسف پورجمال-علی عجمی-سجاد نجفی	جایابی منابع تولید پراکنده در سیستم های توزیع شعاعی با هدف کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان	پورجمال قویچاق	یوسف
مقاله	1390	مجله مهندسی برق ، سال چهل و دوم، شماره ۲	یوسف پورجمال، علی عجمی	یک روش جدید برای جایابی منابع تولید پراکنده در سیستم های توزیع با هدف کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان	پورجمال قویچاق	یوسف
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشکده مهندسی - دانشگاه تربیت معلم - تبریز	یوسف پورجمال قویچاق؛ استاد راهنما ؛ علی عجمی؛ استاد مشاور ؛ سجاد نجفی	جایابی و مقدریابی بهینه منابع تولید پراکنده در سیستم های قدرت با هدف افزایش قابلیت اطمینان و کاهش تلفات	پورجمال قویچاق	یوسف
پایان نامه کارشناسی ارشد	1377	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	محمد پورگل محمد، فرامرز معطر (استاد راهنما)، کامران سپانلو (استاد مشاور)	ارزیابی مقایسه ای قابلیت اعتماد سیستم برق اضطراری نیروگاه به روش PSA و مارکوف	پورگل محمد	محمد
مقاله	1387	دومین کنفرانس ملی نیروگاههای آبی کشور	مهدی فیروزنیا-پوپک پوشنگ باقری-محمود فتوحی فیروزآباد	تاثیر احداث نیروگاه تلمبه ذخیره ای در مدیریت بار و قابلیت اطمینان شبکه قدرت	پوشنگ باقری	پوپک
پایان نامه	1392	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	مهدی پویان راد	طراحی بهینه فرآیندی شبکه بخار فرآیندی با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	پویان راد	مهدی
مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	محمود فندرسکی - محمدتقی عرب یارمحمدی - حسن رستگار - ابوالفضل پیرایش نقاب	ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه های بادی منجیل و نیشابور	پیرایش نقاب	ابوالفضل
مقاله			علی پیروی-امیر شریف یزدی	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه تولید و انتقال شمال خراسان	پیروی	علی
مقاله	1376	دوازدهمین کنفرانس بین المللی برق	حمیدرضا نجفی-علی پیروی	بررسی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت به هم پیوسته	پیروی	علی
پایان نامه	1370	دانشگاه فردوسی مشهد	حمیدرضا نجفی- استاد راهنما : علی پیروی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت در ایران	پیروی	علی
مقاله	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	قاسم پیلتن-علیرضا حاتمی-سهیل پوراسماعیل	مدلسازی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت با در نظر گرفتن پیری تجهیزات با استفاده از الگوریتم Thinning	پیلتن	قاسم
مقاله	1391	اولین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	عبدالرضا پیر، محسن گیتی زاده، جمشید آقایی و محسن اندایشگر	برنامه ریزی بهینه توسعه تولید در سیستم قدرت با استفاده از روش بهینه سازی الگوریتم رقابت استعماری	پیر	عبدالرضا
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه صنعتی اصفهان	مظاهر حاجی باشی؛ استاد راهنما ؛ اکبر ابراهیمی | استاد مشاور ؛ احمدرضا تابش	تاثیر مزرعه بادی بر روی کفایت تولید در سیستم قدرت	تابش	احمدرضا
مقاله	2014	IEEE Transactions on Industrial Electronics	Zahra Moradi-Shahrbabak; Ahmadreza Tabesh; Gholam Reza Yousefi	Economical Design of Utility-Scale Photovoltaic Power Plants with Optimum Availability	تابش	احمدرضا

مقاله	2013	22nd International Conference on Electricity Distribution	Saber TALARI, Mahmoud Reza HAGHIFAM	THE IMPACT OF LOAD AND DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES ANAGEMENT ON MICROGRID RELIABILITY	تالاری	صابر
مقاله	2009	Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, 2009 IEEE/PES	Mehdi Tadayon-S. Golestani	A new method for optimal RCS placement in distribution power system considering DG islanding impact on reliability	تدین	مهدی
مقاله	2012	هفدهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق	امیرحسین دری نژاد؛ حبیب ترابی؛ سعید انتظاری؛ پیام خوارزمی؛ الهام اخوان رضایی؛ علیرضا فریدونیان	ارزیابی روش های محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان در شرکت توزیع برق تهران بزرگ	ترابی	حبیب
پروژه	۱۳۹۰	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه ای خراسان	مدیر پروژه: مصطفی عیدبانی، سید محسن صدر، کاظم عاملی، مرتضی ترابی، ساعد راعی، هادی مدقق	ارزیابی اثرات اضافه شدن واحدهای جدید بادی مصوب خواف در شبکه خراسان از نقطه نظر قابلیت اطمینان و پایداری شبکه	ترابی	مرتضی
مقاله	2010	13th Iranian Students Conference in Electrical Engineering (ISCEE), Tehran, Iran	Masood Parvania, R. Dorostkar, S. Tabatabaee, M. Tasavvori	Reliability Assessment of Composite System Considering Station Related Outages	تصوری	
مقاله	2012	2nd Iranian Conference on Smart Grids (ICSG), 2012	Mohammad Mahdi Mojarrad Kahani-Seyed Mojtaba Sajjadi- Hooman Tafvizi Zavareh	A wind farm's reliability and effects of the wind farm on a distribution grid's reliability indices	تفویضی زواره	هومن
مقاله		فصلنامه علوم و فناوری دریا، سال شانزدهم، شماره ۵۱	محمد وریج کاظمی، اسماعیل شریفی، محمد رضا سهیلی فر، شهریار تمندانی	بهبود شاخص SAIDI سیستم با استفاده از مکان‌یابی بهینه منابع انرژی تجدیدپذیر به کمک الگوریتم ژنتیک	تمندانی	شهریار
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	روزبه تمیزکار-سیدعلی محمد جوادیان - محمودرضا حقی فام	تغییر آرایش شبکه های توزیع به منظور استفاده بهینه از منابع تولید پراکنده	تمیزکار	روزبه
پایان نامه	1389	دانشگاه صنعتی شریف	یاسر توحیدی؛ استاد راهنما: محمود فتوحی فیروز آباد	انتخاب نوع و ظرفیت بهینه واحدهای نیروگاهی در برنامه ریزی توسعه بخش تولید بر مبنای معیارهای قابلیت اطمینان	توحیدی	یاسر
مقاله	2011	International Conference on Quality and Reliability (ICQR), 2011 IEEE	Vahid Ebrahimipour-Abdolhossein Tohidi-Fahime Rahmanniya	Simultaneously optimizing of reliability, cost and completion time in series-parallel systems considering redundant allocation using a genetic algorithm	توحیدی	عبدالحسین
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	فاطمه توریان - استاد راهنما: سید محمد تقی بطحایی	تعیین مکان و ظرفیت بهینه جهت نصب منابع پراکنده انرژی در یک میکروشبکه	توریان	فاطمه
پایان نامه	1388	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	فاطمه توریان	ارزیابی شاخص های قابلیت اطمینان میکروشبکه شامل منابع تجدید پذیر	توریان	فاطمه
مقاله	1387	دومین کنفرانس ملی نیروگاههای آبی کشور	محمودرضا توکلی زانیانی-مهری علی محمدی	مدیریت چرخه عمر نیروگاه دز در دوران پیری بر اساس تحلیل حوادث	توکلی زانیانی	محمودرضا
مقاله	2010	3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), 2010	Reza Shakerian-Hamid Tavakkolaii-Seyyed Hossein Kamali-Maysam Hedayati	Improved genetic algorithm for loss and simultaneously reliability optimization in radial distribution systems	توکلائی	حمیدرضا

مقاله	2012	Second Iranian Conference on Renewable Energy and Distributed Generation (ICREDG), 2012	Mohammad Moradi Ghahderijani; Seyed Masoud Barakati; Saeed Tavakoli	Reliability evaluation of stand-alone hybrid microgrid using Sequential Monte Carlo Simulation	توکلی	سعید
پایان نامه	1388	دانشگاه تربیت مدرس	پیام تیمور زاده بابلی؛ استاد راهنما؛ محسن پارسا مقدم	بهبود قابلیت اطمینان شبکه توزیع با استفاده از منابع پاسخگوئی بار	تیمورزاده بابلی	پیام
مقاله	2010	IEEE Transactions on Power Delivery	Payam Teimourzadeh Baboli; Mohsen Parsa Moghaddam	Allocation of Network-Driven Load-Management Measures Using Multiattribute Decision Making	تیمورزاده بابلی	پیام
مقاله	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	سید مهرداد حسینی-محمد حسین جاویدی	جایابی و اندازه یابی بهینه سیستمهای تولید همزمان برق و حرارت توسط الگوریتم PSO	جاویدی	محمدحسین
مقاله	1386	پانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	روح الامین زینلی-محمدحسین جاویدی	ارائه روشی جدید برای تخصیص توان راکتیو به واحدهای تولیدی بر مبنای افزایش قابلیت اطمینان	جاویدی	محمدحسین
مقاله		مجله کیفیت و بهره وری صنعت برق ایران ، سال اول، شماره ۲	مهدی صمدی، محمد حسین جاویدی، محمد صادق قاضی زاده	مدلسازی دینامیک سرمایه گذاری در توسعه تولید با در نظر گرفتن پاسخگویی بار	جاویدی	محمدحسین
مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	Mahdi Samadi-Mohammad Hossein Javidi-Mohammad Sadegh Ghazizadeh	The Effect of Time-Based Demand Response Program on LDC and Reliability of Power System	جاویدی	محمدحسین
مقاله	2013	Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences	Maziar Mirhosseini Moghaddam, Mohammad Hossein Javidi, Mohsen Parsa Moghaddam, Majid Oloomi Buygi	Reliability - Based Generation Resource Planning in Electricity Markets	جاویدی	محمدحسین
پایان نامه	1391	دانشگاه فردوسی مشهد	حسین جباری	ارزیابی قابلیت اطمینان مبدل های الکترونیک قدرت، انواع توربین باد متصل به شبکه	جباری	حسین
مقاله	2012	4th Conference on Thermal Power Plants (CTPP), 2012	Saeed Hakimi Gilani; Hossein Afrakhte; Mojtaba Jabbari Ghadi	Probabilistic method for optimal placement of wind-based distributed generation with considering reliability improvement and power loss reduction	جباری قادی	مجتبی
مقاله	1392	مجله کیفیت و بهره وری صنعت برق ایران، سال دوم، شماره ۴	بابک جدی، پرویز رضانبور، وحید وحیدی نسب	برنامه ریزی دینامیکی شبکه های توزیع با در نظر گرفتن منابع تولید پراکنده با استفاده از الگوریتم جستجوی هارمونی ترکیبی	جدی	بابک
مقاله	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	رزم آرا ذاکری فر- شهرام جدید- فاطمه صفایی کوچکسرای	ارزیابی آثار مدیریت سمت تقاضا با استفاده از شاخصهای قابلیت اطمینان	جدید	شهرام
مقاله	2011	IET Generation, Transmission & Distribution	B. Alizadeh-Shahram Jadid	Reliability constrained coordination of generation and transmission expansion planning in power systems using mixed integer programming	جدید	شهرام
پایان نامه	1389	دانشگاه صنعتی اصفهان	مرتضی جدیدالاسلام زیدآبادی- استاد راهنما : اکبر ابراهیمی- استاد مشاور : مسعود رشیدی نژاد	برنامه ریزی توسعه تولید با ارائه الگوریتم پیشنهادی SFL اصلاح شده	جدیدالاسلام زیدآبادی	مرتضی
مقاله	1392	دومین کنفرانس بین المللی مدیریت پسماند بازیافت و بیومس	محمد جزینی-میثم کشاورز-مسعود سراپاک-حسن قوری زری	بررسی میزان اهمیت انرژی تولیدی مولد های بیومس در شبکه برق	جزینی	محمد

مقاله	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	جعفر جعفرزاده-کاظم زارع	بررسی تاثیر اتوماسیون در قابلیت اطمینان شبکه های توزیع با حضور منابع تولید پراکنده و مطالعه موردی آن در شبکه امور برق روشنایی شرکت توزیع نیروی برق تبریز	جعفرزاده	جعفر
مقاله	2012	Proceedings of 17th Conference on Electrical Power Distribution Networks (EPDC), 2012	Seyyed Mehdi Mahaiei-Taghi Sami-Amir Shilebaf-Jafar Jafarzadeh	Simultaneous placement of distributed generations and capacitors with multi-objective function	جعفرزاده	جعفر
مقاله		دو ماهنامه هوش مصنوعی و ابزار دقیق ، شماره ۳ (پیاپی ۱۵)	عبدالرضا رضایی فر، علی اشرف مدرس، فرح جعفرزاد، مهدی سجودی، حمیدرضا مؤمنی	امکان سنجی به کار گیری سامانه های کنترل مبتنی بر فیلدباس در نیروگاههای حرارتی	جعفرزاد	فرح
مقاله	1389	اولین همایش منطقه ای مهندسی برق	مسعود جعفری-حسن منصف	جایابی بهینه و همزمان منابع تولید پراکنده و ادوات حفاظتی با استفاده از الگوریتم ژنتیک (GA) والگوریتم کلونی مورچگان (ACS)	جعفری	مسعود
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مسعود جعفری-حسن منصف	جایابی و ظرفیت یابی بهینه و همزمان منابع تولید پراکنده و ادوات حفاظتی با استفاده از ترکیب الگوریتم کلونی مورچگان (ACS) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)	جعفری	مسعود
پایان نامه				مدل سازی و پیش بینی سرعت باد با استفاده از منطق فازی و محاسبه قابلیت اطمینان واحدهای بادی با استفاده از آن	جعفری بندرآبادی	محمد علی
مقاله	1391	کنفرانس فناوری شبکه های الکتریکی هوشمند	Farshid Mostofi-Hossein shayeghi-Ahad Jafari Zaree-Karamat Faraji	Feasibility study and optimal reliable design of renewable hybrid energy system for rural electrification in Iran	جعفری زارعی	احد
مقاله	2007	Iranian Journal of Science & Technology, Transaction B, Engineering Shiraz University	Arash Ehsani-Ali Mohamad Ranjbar-A. JAFARI-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	RELIABILITY EVALUATION OF DEREGULATED POWER SYSTEM CONSIDERING COMPETITIVE ELECTRICITY MARKET	جعفری	
مقاله	2008	Reliability Engineering & System Safety	Arash Ehsani-Ali Mohamad Ranjbar-A. JAFARI-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Reliability evaluation of deregulated electric power systems for planning applications	جعفری	
مقاله	2012	International Conference on Future Electrical Power and Energy Systems	Y. R. Jafarian-Hossein Asgharpour-Masoud Rashidinejad-Mohammad Ali Forghani	Multi Objective Power Generation Preventive Maintenance Scheduling	جعفریان	
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1392	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات مازندران	نگارش مجتبی طالب پورچاری ؛ استاد راهنما: مهدی قریشی ؛ استاد مشاور: میثم جعفری نوکندی	بررسی و مقایسه مدل های توربین های بادی وارائه مدل بهینه از دیدگاه قابلیت اطمینان شبکه	جعفری نوکندی	میثم
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	میثم جعفری نوکندانی-حسن منصف	تسویه بازار همزمان انرژی و رزرو چرخان در سیستم قدرت تجدید ساختار یافته بر اساس قابلیت اطمینان مطلوب مصرف کنندگان	جعفری نوکندی	میثم
مقاله	2009	IEEE Transactions on Power Systems	Meysam Jaefari-Nokandi-Hassan Monsef	Scheduling of Spinning Reserve Considering Customer Choice on Reliability	جعفری نوکندی	میثم
پروژه	1386	شرکت برق منطقه ای آذربایجان	داود جلالی- حمید دانایی، نیکی مسلمی، مرجان دهقانی، جعفر عباسی	تهیه و استقرار نرم افزار ثبت و بررسی حوادث نیروگاههای تحت پوشش شرکت برق منطقه ای آذربایجان	جلالی	داود

مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	داود جلالی-حبیب قراگوزلو	بررسی سیستم کدگذاری عملکرد واحدهای تولید در مراجع مختلف و مقایسه آنها با سیستم ایران جهت ثبت حوادث نیروگاه ها	جلالی	داود
پروژه	1381	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه ای خراسان	مدیر پروژه: حمید دانایی، داود جلالی، نیکی مسلمی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولید و انتقال خراسان	جلالی	داود
مقاله	2010	International Energy Conference and Exhibition (EnergyCon), 2010 IEEE	Arash Navaeefard-S.M. Moghaddas Tafreshi-Mostafa Barzegari-Amir Jalali Shahrood	Optimal sizing of distributed energy resources in microgrid considering wind energy uncertainty with respect to reliability	جلالی شاهرود	امیر
پروژه	1391	کمیته مرکزی شرکت برق منطقه ای زنجان	مدیر پروژه: عباس سرداری، کاظم مظلومی، ابوالفضل جلیلود، شهرام محمدی، رضا نوروزیان، سجاد مهربانی (ناظر)	تاثیرات جابجایی تولیدات پراکنده بر میزان قابلیت اطمینان با منظور کردن اثر ادوات حفاظتی	جلیلود	ابوالفضل
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	ثنا صادقی-پرهام جلیلی-حامد ده یادگاری-حسین هوشمندی صفا	یک روش تحلیلی جهت ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم توزیع شامل DG	جلیلی	پرهام
مقاله	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	لیلا جلیلی-مسعود صادقی خمایی-محمود فتوحی فیروزآباد	ارائه روشهای احتمالی و قطعی به منظور ارزیابی اثرات تعمیرات بروی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع و مقایسه آنها	جلیلی	لیلا
مقاله	2011	16th Electric Power Distribution Conference, April 19-20, 2011, Bandarabbas, Iran	Leila Jalili, Masoud Sadeghi-Khammami, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Reliability of Distribution Systems Considering Smart Collar Cells	جلیلی	لیلا
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1388	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	الهوردی آزادرو، استاد راهنما: سعید جلیلزاده؛ استاد مشاور: محسن صنیعی	برنامه ریزی توسعه تولید با اعمال اثر قیود قابلیت اطمینان	جلیلزاده	سعید
مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	حسین شایقی-حسین حدادیان-سعید جلیلزاده	حل مسأله در مدار قرار گرفتن نیروگاهها با تلفیق قابلیت اطمینان شبکه های تولید و انتقال	جلیلزاده	سعید
مقاله	2009	Energy Conversion and Management	Saeid Jalilzadeh-Hossein shayeghi-Hossein Hadadian	Integrating generation and transmission networks reliability for unit commitment solution	جلیلزاده	سعید
پایان نامه کارشناسی ارشد	1390	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	علیرضا جم، مرتضی محمدی اردهالی (استاد راهنما)، سید حسین حسینیان (استاد مشاور)	تخصیص بهینه واحدهای تولید پراکنده بادی در شبکه توزیع شعاعی با در نظر گرفتن تلفات و قابلیت اطمینان	جم	علیرضا
پایان نامه			کوروش جناب- استاد راهنما : محمد سیدحسینی	توسعه سیستم های عرضه انرژی الکتریکی (مدلسازی-بهبودسازی و رشد قابلیت اطمینان)	جناب	کوروش
پایان نامه			کوروش جناب- استاد راهنما : محمد سیدحسینی	برنامه ریزی بلند مدت سیاست های بهینه سازی توسعه مراکز نیروگاهی با استفاده از تکنیک گسترش جستجوی تابو تحت قابلیت اطمینان معین	جناب	کوروش
طرح پژوهشی	1375	دانشگاه شهید بهشتی	منوچهر جندقی سمنانی	یک مدل احتمالی سیمولیشن هزینه های تولید در یک بهره برداری مشترک از شبکه برق با در نظر گرفتن خروج اضطراری نیروگاهها	جندقی سمنانی	منوچهر

مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	محمد صادق جوادی-محسن صنیعی-حبیب رجیبی مشهدی	ارزیابی چندهدفه طرح های توسعه مزارع بادی در ناحیه جنوب غرب ایران از دیدگاه هزینه و قابلیت اطمینان	جوادی	محمد صادق
مقاله	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	محمدصادق جوادی- ایمان دهار- امین جوادی نسب	برنامه ریزی بهینه جهت تعمیرات واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن قیود کوتاه مدت تولید و حاشیه رزرو مورد نیاز شبکه سراسری ایران	جوادی	محمد صادق
مقاله	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	محمدصادق جوادی-حسن منصف	برنامه ریزی به مدار آمدن واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن قیود امنیت بر اساس قوانین بازار برق ایران	جوادی	محمد صادق
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	محمدصادق جوادی-حسن منصف	برنامه ریزی به مدار آمدن واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن قیود امنیت و قابلیت اطمینان در سیستمهای قدرت مدرن	جوادی	محمد صادق
مقاله	1389	اولین همایش منطقه ای مهندسی برق	علی سعیدیان-بهرام نوشاد- محمدصادق جوادی	امکان سنجی نیروگاه تلمبه ذخیره ای برای شبکه برق خوزستان با در نظر گرفتن شبکه سراسری برق ایران با قید قابلیت اعتماد	جوادی	محمد صادق
مقاله		مینا گودرزی-بهرام نوشاد-محمد صادق جوادی		برنامه ریزی توسعه نیروگاهها برای شبکه سراسری برق ایران با هدف تامین قابلیت اعتماد به کمک برنامه توسعه تولید (WASP-IV) و الگوریتم پیشنهادی به روش برنامه دینامیکی و مقایسه آنها	جوادی	محمد صادق
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مجتبی پرتوی-محسن محمدیان- علی جوادی	مدیریت انرژی سیستم هایبرید متشکل از پیل سوختی، آرایه فوتولتائیک و باتری با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	جوادی	علی
مقاله	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	محمدصادق جوادی- ایمان دهار- امین جوادی نسب	برنامه ریزی بهینه جهت تعمیرات واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن قیود کوتاه مدت تولید و حاشیه رزرو مورد نیاز شبکه سراسری ایران	جوادی نسب	امین
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	روزبه تمیزکار-سیدعلی محمد جوادیان - محمودرضا حقی فام	تغییر آرایش شبکه های توزیع به منظور استفاده بهینه از منابع تولید پراکنده	جوادیان	سیدعلی محمد
مقاله				ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع در حضور منابع تولد پراکنده با در نظر گرفتن هماهنگی بازبست-فیوز	جوادیان فیروزآبادی	سیدعلی محمد
پایان نامه				مدیریت انرژی در سیستم هایبرید پیل سوختی- فتوولتائیک- باتری با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	جوادی قاسم آبادی	علی
مقاله	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	احمد جوانشیراستیاری	تاثیر نصب مولد تولید پراکنده بر روی سیستم حفاظتی شبکه توزیع و ارائه تجربه عملی ستینگ حفاظتی نمونه	جوانشیراستیاری	احمد
پایان نامه	1390	دانشکده مهندسی - دانشگاه شهید چمران اهواز	روح اله کرم بیگی- استاد راهنما : محمود جورابیان	ارزیابی قابلیت اطمینان تولید پراکنده بر اساس مد عملکرد آنها در شبکه های توزیع	جورابیان	محمود
مقاله	2013	21th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2013	Mohammad Khalifeh-Seyed Saeedolah Mortazavi-Mahmood Joorabian-Vahid Davatgaran	Studding two indices of voltage stability in reliability constrained unit commitment in a day-ahead market	جورابیان	محمود
پایان نامه کارشناسی ارشد	1386	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	فاطمه جهانبائی اردکانی، غلامحسین ریاحی دهکردی (استاد راهنما)، م.هرداد عابدی (استاد مشاور)	بهبود پارامترهای طراحی سیستم ترکیبی باد-خورشید-باتری-شبکه با در نظر گرفتن قیود قابلیت اطمینان، اقتصادی و انتشار خطای سیستم در محاسبات	جهانبائی اردکانی	فاطمه

مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	Fatemeh Jahanbani Ardakani-Gholamhossein Riahy Dehkordi-Mehrdad Abedi	Optimal sizing of a stand-alone hybrid system for south-west of Iran-case study	جهانبانی اردکانی	فاطمه
مقاله	2010	18th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2010	Fatemeh Jahanbani Ardakani-Gholamhossein Riahy Dehkordi-Mehrdad Abedi	Design of an optimum hybrid renewable energy system considering reliability indices	جهانبانی اردکانی	فاطمه
مقاله	2010	9th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2010	Fatemeh Jahanbani Ardakani-Gholamhossein Riahy Dehkordi-Mehrdad Abedi	Optimal sizing of a grid-connected hybrid system for north-west of Iran-case study	جهانبانی اردکانی	فاطمه
مقاله	2010	International Review of Electrical Engineering	Fatemeh Jahanbani Ardakani-Gholamhossein Riahy Dehkordi-Mehrdad Abedi	Optimal Sizing of a Stand-Alone Hybrid Wind/PV/Battery System Considering Reliability Indices Accompanied by Error Propagation Assessment.	جهانبانی اردکانی	فاطمه
مقاله	2008	International Conference on Power and Energy (PECon), 2008 IEEE	Pedram Jahangiri- Mahmoud Fotuhi- Firuzabad	Reliability assessment of distribution system with distributed generation	جهانگیری	پدرام
مقاله	2008	International Conference on Power and Energy (PECon), 2008 IEEE	Pedram Jahangiri, Mahmoud Fotuhi- Friuzabad	Reliability Assessment of Distribution System With Distributed Generation	جهانگیری	پدرام
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Seyyed Hamid Elyas- Asghar Akbari Foroud- Hamed Chitsaz	A novel method for maintenance scheduling of generating units considering the demand side	چیت ساز	حامد
مقاله	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	قاسم پیلتن-علیرضا حاتمی-سهیل پوراسماعیل	مدلسازی قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت با در نظر گرفتن پیری تجهیزات با استفاده از الگوریتم Thinning	حاتمی	علیرضا
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشکده مهندسی - دانشگاه بوعلی سینا - همدان	محمد قاسملو؛ استاد راهنما : محمد حسن مرادی؛ استاد مشاور : علی رضا حاتمی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت در حضور نیروگاه بادی	حاتمی	علیرضا
مقاله	2006	GCC Conference (GCC), 2006 IEEE	Alireza Hatami-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Evaluation of substation reliability indices and outage cost based on fuzzy arithmetic	حاتمی	علیرضا
مقاله	1391	نخستین کنفرانس انرژی بادی ایران	مصطفی حسین پوربوانلو-حبیب رجبی مشهدی-محمد ابراهیم حاجی آبادی	ارائه مدل جدید در اولویت بندی مکانهای نصب نیروگاه بادی از دیدگاه قابلیت اطمینان سیستم قدرت	حاجی آبادی	محمد ابراهیم
مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مصطفی حسین پوربوانلو-حبیب رجبی مشهدی-محمد ابراهیم حاجی آبادی	برنامه ریزی توسعه نیروگاه بادی از دیدگاه قابلیت اطمینان و اقتصاد سیستم قدرت	حاجی آبادی	محمد ابراهیم
مقاله	2013	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	بهروز ادینه الهه جق ، حبیب رجبی مشهدی ، محمدابراهیم حاجی	اولویت بندی باس ها جهت اعمال برنامه های مدیریت مصرف از دیدگاه قابلیت اطمینان	حاجی آبادی	محمد ابراهیم

			آبادی			
مقاله	2013	Journal of Zhejiang University- Science C: Computers & Electronics	mostafa hosseinpour , Habib Rajabi Mashhadi , mohamad ebrahim hajiabadi	A probabilistic model for assessing the reliability of wind farms in a power system	حاجی آبادی	محمد ابراهیم
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAAPS), 2010 IEEE	Mokhtar Bozorg-Ehsan Hajipour-Seyed Hamid Hosseini	Interruptible load contracts implementation in stochastic security constrained unit commitment	حاجی پور	احسان
مقاله	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مرتضی حیدری-مهدی بانزاد-امین حاجی زاده-علی بهنیاافر	جایابی بهینه واحد های تولید پراکنده بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم بهبود یافته جهش قورباغه	حاجی زاده	امین
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	نگارش مهدی سلامی لمراسکی ؛ استاد راهنما: عبدالرضا ربیعی ؛ استاد مشاور: امین حاجی زاده	برنامه ریزی در مدار قرارگرفتن واحدهای حرارتی و برق آبی مقید به قیود قابلیت اطمینان در محیط تجدید ساختار یافته	حاجی زاده	امین
مقاله	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	shora Hosseinzadeh- Masoud Aliakbar-Golkar- Shokrollah Shokri-Amin Hajizadeh	RELIABILITY IMPROVEMENT AND LOSS REDUCTION OF DISTRIBUTION SYSTEM WITH DISTRIBUTED GENERATION	حاجی زاده	امین
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه صنعتی اصفهان	مظاهر حاجی باشی؛ استاد راهنما ؛ اکبر ابراهیمی | استاد مشاور ؛ احمد رضا تابش	تاثیر مزرعه بادی بر روی کفایت تولید در سیستم قدرت	حاجی باشی	مظاهر
مقاله	2011	10th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2011	Mazaher Hajibashi-Akbar Ebrahimi	Selecting the wind site location and wind turbine rated power based on reliability indices of power system	حاجی باشی	مظاهر
پروژه	1381	پژوهشگاه نیرو	امیرحسین حاجی میرآقا (مدیر پروژه)، رضا براتی، الهام صادقیان سرخایی، ابوطالب نیازی، امیر فرشچیان صادق، گئورگ قره پتیان	تعیین مدل ملی و بهینه شبکه مصرف داخلی نیروگاههای بخاری از دیدگاه تولید انرژی الکتریکی	حاجی میرآقا	امیرحسین
پایان نامه	1386	دانشگاه فردوسی مشهد	مهدی حجازیان	تعیین رزروگردان موردنیاز و تخصیص هزینه های آن در یک محیط رقابتی	حجازیان	مهدی
مقاله	1391	دومین همایش ملی انرژی باد و خورشید	قاسم افشار؛ سیدمحمد ابوالحسن علوی؛ بهرام حدادسرای	اهمیت نیروگاه هیبرید باد و خورشید در تامین برق ضروری نقاط دوردست با رویکرد در پدافند غیرعامل	حدادسرای	بهرام
مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	حسین شایقی-حسین حدادیان- سعید جلیل زاده	حل مسأله در مدار قرار گرفتن نیروگاهها با تلفیق قابلیت اطمینان شبکه های تولید و انتقال	حدادیان	حسین
مقاله	2009	Energy Conversion and Management	Saeid Jalilzadeh-Hossein shayeghi-Hossein Hadadian	Integrating generation and transmission networks reliability for unit commitment solution	حدادیان	حسین
مقاله	1389	اولین کنفرانس بین المللی سالانه انرژی پاک	حسین افراخته-الهه حسن زاده	تعیین همزمان مکان و ظرفیت بهینه بانکهای خازنی و تولیدات پراکنده در شبکه های توزیع به منظور بهبود تلفات و قابلیت اطمینان	حسن زاده	الهه

مقاله	2011	3rd International Youth Conference on Energetics (IYCE), Proceedings of the 2011	Hamid Hassanzadehfard-Seyed Masoud Moghaddas-Tafreshi-Seyed Mehdi Hakimi	Effect of energy storage systems on optimal sizing of islanded micro-grid considering interruptible loads	حسن زاده فرد	حمید
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشکده برق و کامپیوتر - دانشگاه سیستان و بلوچستان	امیر حسن لی؛ استاد راهنما: محمود اوکاتی صادق	نقش تولید پراکنده در کاهش ظرفیت های انتقال و ارتقاء امنیت شبکه	حسن لی	امیر
مقاله	1390	سومین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مهدی حسن نیا خیبری-کاظم زارع	بهبود قابلیت اطمینان شبکه های توزیع دارای منابع تولیدپراکنده با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی	حسن نیا خیبری	مهدی
مقاله	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	امیر عبدالهی-محمد اله داد-حسن حسینی	برنامه ریزی بهینه تولید واحدهای نیروگاهی مبتنی بر بار ساعات آینده با در نظرگیری قیدمناطق بهره برداری ممنوعه و احتمال تخصیص رزرو	حسنی	حسن
مقاله	1387	همایش ملی سوخت، انرژی و محیط زیست	مریم حسینی واریانی-مرتضی محمدی ارداهالی-غلامحسین ریاحی دهکردی	مدل سازی و بررسی بهره برداری همزمان از انرژی فتوولتائیک و باد جهت تامین بار مشخص بر اساس قابلیت اطمینان و هزینه اقتصادی	حسنی واریانی	مریم
مقاله	1391	نخستین کنفرانس انرژی بادی ایران	مصطفی حسین پوربوانلو-حبیب رجبی مشهدی-محمد ابراهیم حاجی آبادی	ارائه مدل جدید در اولویت بندی مکانهای نصب نیروگاه بادی از دیدگاه قابلیت اطمینان سیستم قدرت	حسین پوربوانلو	مصطفی
مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مصطفی حسین پوربوانلو-حبیب رجبی مشهدی-محمد ابراهیم حاجی آبادی	برنامه ریزی توسعه نیروگاه بادی از دیدگاه قابلیت اطمینان و اقتصاد سیستم قدرت	حسین پوربوانلو	مصطفی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشگاه فردوسی مشهد	مصطفی حسین پور بوانلو- استاد راهنما: حبیب رجبی مشهدی	اولویت بندی مکان های نصب نیروگاه بادی از دیدگاه اقتصادی و قابلیت اطمینان سیستم قدرت	حسین پوربوانلو	مصطفی
مقاله	2013	Journal of Zhejiang University- Science C: Computers & Electronics	mostafa hosseinpour , Habib Rajabi Mashhadi , mohamad ebrahim hajiabadi	A probabilistic model for assessing the reliability of wind farms in a power system	حسین پوربوانلو	مصطفی
پایان نامه	1392	دانشگاه فردوسی مشهد	حسین حسین زاده	تعیین مکان و اندازه ی بهینه ی منابع تولید پراکنده به منظور بهبود در قابلیت اطمینان و پروفایل ولتاژ با استفاده از الگوریتم PSO	حسین زاده	حسین
مقاله	1381	هفدهمین کنفرانس بین المللی برق	سیدحسین حسینی-گنورگ قره پتیان-امیر فرشچیان	ارزیابی و مقایسه طرجهای مختلف شبکه مصرف داخلی نیروگاههای بخار از دیدگاه شاخص قابلیت اطمینان	حسینی	سیدحسین
پایان نامه	1391	دانشگاه تبریز	نیما باقری فرح بخش؛ استاد راهنما : سید حسین حسینی؛ استاد مشاور : مهران صباحی	مدیریت بهینه توان در سیستم هیبریدی تولید توان الکتریکی PV/FC/Wind/Battery مجزا از شبکه قدرت	حسینی	سیدحسین
پایان نامه	1380	دانشگاه تبریز	فرشاد خسروی؛ استاد راهنما: قاسم اهرابیان؛ استاد مشاور: حسین حسینی	ارزیابی قابلیت اطمینان در نیروگاههای حرارتی	حسینی	سیدحسین
پایان نامه	1382	دانشگاه تبریز	امیر فرشچیان؛ استاد راهنما :	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های مصرف داخلی نیروگاههای بخار و بررسی تاثیرجرانسازهای توان	حسینی	سیدحسین

			حسین حسینی؛ استاد مشاور : گنورگ قره پتیان	رادبوکتیو بر روی قابلیت اطمینان این شبکه ها		
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	محمدجواد امیرخانلو؛ استاد راهنما: حسن براتی؛ استاد مشاور: سیدمهدی حسینی	جایابی و اندازه بهینه تولیدات پراکنده (DG) جهت بهبود پروفیل ولتاژ، کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع شعاعی با استفاده از الگوریتم ژنتیک	حسینی	سیدمهدی
پایان نامه	1391	دانشکده برق و کامپیوتر - دانشگاه صنعتی (نوشیروانی) بابل	زهرا بور- استاد راهنما: مهدی حسینی	تعیین مکان و اندازه‌ی بهینه واحدهای تولید پراکنده به منظور بهبود قابلیت اطمینان و کاهش تلفات سیستم در حضور بارهای متغیر با زمان با استفاده از الگوریتم ژنتیک	حسینی	سیدمهدی
پایان نامه	1391	دانشکده برق و کامپیوتر - دانشگاه صنعتی (نوشیروانی) بابل	رضا باغی‌پور؛ استاد راهنما: سیدمهدی حسینی	جایابی بهینه خازن و مولد تولید پراکنده برای کاهش نرخ خرابی جهت بهبود قابلیت اطمینان و کاهش تلفات در سیستمهای توزیع با استفاده از الگوریتم ژنتیک	حسینی	سیدمهدی
مقاله	2013	Majlesi Journal of Electrical Engineering	Zahra Boor, Seyyed Mehdi Hosseini	Optimal Placement of DG to Improve the Reliability of Distribution Systems Considering Time Varying Loads using Genetic Algorithm	حسینی	سیدمهدی
مقاله	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	سید مهرداد حسینی-محمد حسین جاویدی	جایابی و اندازه یابی بهینه سیستمهای تولید همزمان برق و حرارت توسط الگوریتم PSO	حسینی	سید مهرداد
مقاله	1387	شانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	سید هادی حسینی-محمد رضا غلامی-میثم محمدطاهری	محاسبه پارامترهای قابلیت اطمینان در سطح تولید با استفاده از الگوریتم PSO	حسینی	سید هادی
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Mokhtar Bozorg-Ehsan Hajipour-Seyed Hamid Hosseini	Interruptible load contracts implementation in stochastic security constrained unit commitment	حسینی	سید حمید
مقاله	2014	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mir Mohammad Reza Sahebi-Seyed Hamid Hosseini	Stochastic security constrained unit commitment incorporating demand side reserve	حسینی	سید حمید
مقاله	2011	16th Conference on Electrical Power Distribution Networks (EPDC), 2011	Moein Moeini-Aghtaie-Payman Dehghanian-Seyed Hamid Hosseini	Optimal Distributed Generation placement in a restructured environment via a multi-objective optimization approach	حسینی	سید حمید
مقاله		هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	سیدمحمدحسن حسینی، حسین هارون آبادی، حسن براتی، فرشید فروزبخش، ناصر قاسمی، غلامرضا کامیاب	تعیین ظرفیت نصب بهینه نیروگاههای آبی کوچک با استفاده از ترازبایی شاخص های فنی- اقتصادی و قابلیت اطمینان	حسینی	سیدمحمدحسن
مقاله	2008	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Seyed Mohammad Hassan Hosseini-Farshid Forouzbakhsh-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Mehdi Vakilian	Determination of installation capacity in reservoir hydro-power plants considering technical, economical and reliability indices	حسینی	سیدمحمدحسن
مقاله	2005	Energy Policy	Seyed Mohammad Hassan Hosseini; Farshid Forouzbakhsh; M. Rahimpour	Determination of the optimal installation capacity of small hydro-power plants through the use of technical, economic and reliability indices	حسینی	سیدمحمدحسن
مقاله	1383	پنجمین همایش کیفیت و بهره وری در	عبدالحسین نیکجو-سید محسن	قابلیت اطمینان توصیفی در نیروگاه ها	حسینی	سید محسن

		صنعت برق	حسینی-علی محمد مهدیزاده			
مقاله	2012	Journal of Basic and Applied Scientific Research	Mohsen Karami; S. A. Hosseini; R.Karam Beigi; S. S. Karimi Madahi; Farzad Razavi; Ali Asghar Ghadimi	Optimal Operating Strategy for Distributed Generation Considering Reliability Index of SAIDI	حسینی	
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	سیدنوید دربابازی-سیدحسین حسینیان-محمودرضا حقی فام	جایابی منابع تولید پراکنده در شبکه توزیع به منظور بهینه کردن شاخصهای قابلیت اطمینان با الگوریتم PSO و تصمیمگیری چند معیاره	حسینیان	سیدحسین
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	حسام یزدانپناهی-مسعود داوری-سیدحسین حسینیان-گئورگ قره پتیان	ارائه یک روش ساده جهت تعیین ظرفیت بهینه رزرو در شبکه های تجدید ساختار یافته	حسینیان	سیدحسین
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	وحید لگزبان؛ سیدحسین حسینیان	طراحی مدل پیشنهادی ظرفیت به منظورتامین حدکفایت ظرفیت وافزایش قابلیت اطمینان سیستم	حسینیان	سیدحسین
مقاله	1391	بیستمین کنفرانس مهندسی برق ایران	محمد رشیدی؛ مهرداد عابدی؛ سیدحسین حسینیان	ارائه مدل جدید و تشریح بازار رزرو با درنظرگیری پارامترهای امنیت و قابلیت اطمینان با توجه به محدودیت های شبکه برق ایران	حسینیان	سیدحسین
پایان نامه کارشناسی ارشد	1390	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	علیرضا جم، مرتضی محمدی اردهالی (استاد راهنما)، سید حسین حسینیان (استاد مشاور)	تخصیص بهینه واحدهای تولید پراکنده بادی در شبکه توزیع شعاعی با درنظر گرفتن تلفات و قابلیت اطمینان	حسینیان	سیدحسین
پایان نامه کارشناسی ارشد	1388	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	حسین دهقانی تفتی، سید حسین حسینیان (استاد راهنما)	قابلیت اطمینان در سیستم های قدرت با در نظر گیری نیروگاههای کوچک	حسینیان	سیدحسین
مقاله	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	Sajjad Abedi-Hani Gharavi Ahangar-Mostafa Nick-Sayed Hossein Hosseinian	Economic and reliable design of a hybrid PV-wind-fuel cell energy system using differential evolutionary algorithm	حسینیان	سیدحسین
مقاله	2010	25nd International Power System Conference, PSC 2010	Navid Dryabary; ; Mahmoud-Reza Haghighfam	DG Allocation in Electric Distribution Networks for Reliability Improvements and MADMPSO	حسینیان	سیدحسین
مقاله	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	shora Hosseinzadeh-Masoud Aliakbar-Golkar-Shokrollah Shokri-Amin Hajizadeh	RELIABILITY IMPROVEMENT AND LOSS REDUCTION OF DISTRIBUTION SYSTEM WITH DISTRIBUTED GENERATION	حسین زاده	شورا
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه بیرجند	علی حشمتی؛ استاد راهنما : حمیدرضا نجفی؛ استاد مشاور : حمید فلقی	مدلسازی مزرعه بادی برای مطالعات قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت	حشمتی	علی
مقاله	2011	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	Mohammad Hossein Sarparandeh; Moein Moeini-Aghaie; Payman Dehghanian; Iraj Harsini; Ahmad Haghani	Feasibility study of operating an autonomous power system in presence of wind turbines, A practical experience in Manjil, Iran	حقانی	احمد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1386	مجتمع آموزش عالی فنی و مهندسی	نگارش علیرضا حقانی؛ استاد راهنما:	تعیین ذخیره گردان اقتصادی با توجه به ارزش قابلیت اطمینان در سیستمهای قدرت تجدید	حقانی	علیرضا

ارشد)		نوشیروانی	جواد روحی؛ استاد مشاور: عبدالرضا شیخ‌الاسلامی	ساختاریافته		
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین	داود حق‌شناس- استاد راهنما: فرزاد رضوی ؛ استاد مشاور: مانی شریفی	ارائه مدل ارزیابی قابلیت اطمینان یک نیروگاه سیکل ترکیبی و ارائه راه حل جهت افزایش شاخص‌های قابلیت اطمینان سیستم یک نیروگاه سیکل ترکیبی (موردکاوی نیروگاه سیکل ترکیبی منتظر قائم)	حق‌شناس	داود
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	امیرحسین پارسایی فرد-معین منبع چی - محمودرضا حقی فام	بررسی اثر قابلیت اطمینان بر امکان سنجی اقتصادی واحدهای تولید همزمان برق و حرارت به کمک شبیه سازی مونت کارلو و نظریه بازی ها	حقی فام	محمودرضا
مقاله	1388	هفتمین همایش ملی انرژی	محمودرضا حقی فام-سینا سلطانی	بررسی تأثیر نیروگاه بادی بر قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت	حقی فام	محمودرضا
مقاله	1388	اولین کنفرانس انرژی های تجدیدپذیر و تولید پراکنده	محمود رضا حقی فام ، سینا سلطانی	پیش بینی شاخص های قابلیت اطمینان در شبکه های شامل نیروگاه بادی با استفاده از الگوهای تکرار باد	حقی فام	محمودرضا
مقاله	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	محمود رضا حقی فام، سینا سلطانی ، حسین دامرودی	ارائه روشی برای بررسی تاثیر نصب نیروگاه بادی در نقاط مختلف ایران بر شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه	حقی فام	محمودرضا
کتاب				ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت	حقی فام	محمودرضا
مقاله	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	نوید خالصی-محمودرضا حقی فام	روش برنامه ریزی پویا در مکان یابی منابع تولید پراکنده به منظور کاهش تلفات و بهبود قابلیت اطمینان	حقی فام	محمودرضا
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	نوید خالصی-محمودرضا حقی فام	حوزه احتمالاتی تغذیه DG و اثر آن بر شاخصهای قابلیت اطمینان	حقی فام	محمودرضا
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	سیدنوید دریابازی-سیدحسین حسینیان-محمودرضا حقی فام	جایابی منابع تولید پراکنده در شبکه توزیع به منظور بهینه کردن شاخصهای قابلیت اطمینان با الگوریتم PSO و تصمیمگیری چند معیاره	حقی فام	محمودرضا
پایان نامه	1389	دانشگاه تربیت مدرس	جواد زهروند حاجی آبادی- استاد راهنما : محمود رضا حقی فام	بررسی تاثیر تولید پراکنده بر شاخص های قابلیت اطمینان در سطح HLI با در نظر گرفتن اتفاقات در شبکه‌های توزیع	حقی فام	محمودرضا
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	سینا سلطانی-محمودرضا حقی فام- آرش محدثی	برآورد بلندمدت قابلیت اطمینان در شبکه های متصل به نیروگاه بادی با بهره گیری از الگوهای تکرار باد	حقی فام	محمودرضا
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	سینا سلطانی-محمودرضا حقی فام	روشی جدید در تعیین ظرفیت معادل نیروگاههای بادی بر مبنای شاخصهای قابلیت اطمینان	حقی فام	محمودرضا
مقاله	1390	نشریه مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر ایران، شماره ۲۶	احمد قادری شمیم-محمودرضا حقی فام	مدلسازی نیروگاه بادی با روش فازی-مارکوف در مطالعات قابلیت اطمینان	حقی فام	محمودرضا
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1388	دانشگاه تربیت مدرس	احمد قادری شمیم؛ استاد راهنما : محمود رضا حقی فام	تعیین ظرفیت قابل اعتبار نیروگاه بادی با در نظر گرفتن شاخص های قابلیت اطمینان سیستم های قدرت	حقی فام	محمودرضا
مقاله	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	حبیب فراگورلو-محمودرضا حقی فام-مسعود بهجانی زاده	ارائه الگوریتمی مناسب جهت برنامه ریزی سیستم های قدرت بر حسب شاخص های قابلیت اطمینان	حقی فام	محمودرضا
پایان نامه	1390	دانشگاه تربیت مدرس	رحیم محمدی- استاد راهنما : محمودرضا حقی فام	برنامه ریزی میان مدت و کوتاه مدت هماهنگ سیستم های توزیع در حضور منابع DER به منظور تامین قابلیت اطمینان مطلوب مصرف کنندگان	حقی فام	محمودرضا
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	معین منبع چی-محمدباقر کوپایی- امیرحسین پارسایی فرد-محمودرضا	زمانبندی تعمیرات واحدهای نیروگاهی به کمک تنوری بازبها با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و عدم قطعیت بار	حقی فام	محمودرضا

			حقی فام			
مقاله	1387	فصلنامه فنی و مهندسی مدرس ، شماره ۳۴	حسین هارون آبادی-محمودرضا حقی فام-محمود فتوحی فیروزآباد	ارزیابی قابلیت اطمینان تولید در بازار برق اشتراکی با استفاده از سیستمهای هوشمند و شبیه سازی مونت کارلو	حقی فام	محمودرضا
مقاله	1386	نشریه دانشکده فنی، دوره ۴۱، شماره ۷	حسین هارون آبادی-محمودرضا حقی فام-محمود فتوحی فیروزآباد	ارزیابی قابلیت اطمینان تولید در بازار برق رقابتی کامل	حقی فام	محمودرضا
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	آرزو هادیان-محمودرضا حقی فام	ارائه یک روش احتمالاتی برای جایابی منابع تولید پراکنده با تولید تصادفی در سیستم های توزیع	حقی فام	محمودرضا
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	روزبه تمیزکار-سیدعلی محمد جوادیان - محمودرضا حقی فام	تغییر آرایش شبکه های توزیع به منظور استفاده بهینه از منابع تولید پراکنده	حقی فام	محمودرضا
پایان نامه	1390	دانشگاه تربیت مدرس	ترانه قنبرزاده؛ استاد راهنما : محسن پارسا مقدم؛ استاد مشاور : محمودرضا حقی فام	مدلسازی V2G در مطالعات قابلیت اطمینان و بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت	حقی فام	محمودرضا
پایان نامه	1390	دانشگاه یزد	محمد مسعود میرجلیلی؛ استاد راهنما : علی رضا صدیقی؛ استاد مشاور : محمود رضا حقی فام	بررسی تاثیر منابع تولید پراکنده بر حفاظت‌های موجود در شبکه توزیع انرژی الکتریکی و ارائه راهکار مناسب برای آنها	حقی فام	محمودرضا
مقاله		اولین کنفرانس انرژی های تجدیدپذیر و تولید پراکنده	مریم رضانی، حمید فلقی، محمودرضا حقی فام	کاربرد شبیه‌سازی مونت کارلو در ارزیابی قابلیت تبادل شبکه‌های انتقال در حضور نیروگاه‌های بادی	حقی فام	محمودرضا
پروژه	1392	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه ای اصفهان	محمود فتوحی فیروزآباد، محمودرضا حقی فام	مطالعه قابلیت اطمینان در شبکه‌های تولید و انتقال و فوق توزیع شبکه برق منطقه‌ای اصفهان	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Mahmoud Reza Haghifam-Sina Soltani	Reliability models for wind farms in generation system planning	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2006	7th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2006 IEEE	Mahmood-Reza Haghifam-Masoud Omidvar	Wind Farm Modeling in Reliability Assessment of Power System	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2005	Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, 2005 IEEE/PES	Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Habib Gharagozloo-Mahmood-Reza Haghifam	Impacts of Power Wheeling on Composite System Adequacy Enhancement	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2010	Proceedings of the International Symposium Modern Electric Power Systems (MEPS), 2010	Moein Manbachi-Faezeh Mahdloo-Mahmood-Reza Haghifam	A new solution for maintenance scheduling in deregulated environment based on lost opportunity cost of market participation and reliability	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Ahmad Ghaderi Shamim-Mahmood-Reza Haghifam-S. M. Abedi	Application of Monte Carlo simulation in Markov process for reliability analysis	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2010	11th International Conference on	Ehsan Naderi-Iman Kiaei-	NaS technology allocation for improving reliability of DG-enhanced	حقی فام	محمودرضا

		Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Mahmood-Reza Haghifam	distribution networks		
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Moein Manbachi-Faezeh Mahdloo-Mahmood-Reza Haghifam	A new solution for maintenance scheduling in deregulated environment applying Genetic Algorithm and Monte-Carlo Simulation	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2009	Electrical Power & Energy Conference (EPEC), 2009 IEEE	Navid Khalesi-Mahmood-Reza Haghifam	Application of dynamic programming for distributed generation allocation	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2009	Electrical Power & Energy Conference (EPEC), 2009 IEEE	Moein Manbachi-Amir Hossein Parsaeifard-Mahmood-Reza Haghifam	A new solution for maintenance scheduling using maintenance market simulation based on game theory	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Amir Hossein Parsaeifard-Moein Manbachi-Mohammad Bagher Kopayi-Mahmood-Reza Haghifam	A market-based generation expansion planning in deregulated environment based on distributed generations development	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2010	Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, 2010 IEEE/PES	Arezo Hadian-Mahmood-Reza Haghifam	Placement of DG with stochastic generation	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2014	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Seyyed Mostafa Abedi-Mahmoud Reza Haghifam	Second revenue stream for distributed generation in the presence of reliability insurance	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2011	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mahmoud Reza Haghifam-Moein Manbachi	Reliability and availability modelling of combined heat and power (CHP) systems	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2011	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Navid Khalesi-N. Rezaei-Mahmood-Reza Haghifam	DG allocation with application of dynamic programming for loss reduction and reliability improvement	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mahdi Sedghi-Masoud Aliakbar-Golkar-MahmoodReza Haghifam	Distribution network expansion considering distributed generation and storage units using modified PSO algorithm	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2011	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Hamid Falaghi-C. Singh-Mahmood-Reza Haghifam-Maryam Ramezani	DG integrated multistage distribution system expansion planning	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2011	International Review on Modelling & Simulations	Masoud Omidvar-Mahmood-Reza Haghifam- B. Somayeh Mousavi	A Novel Wind Farm Modeling to Improve Reliability Assessment of Power System	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2008	World Applied Sciences Journal	Hossein Haroonabadi-Mahmood-Reza Haghifam	Generation Reliability Assessment in Power Markets Using Monte Carlo Simulation and Intelligent Systems	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2009	International Journal of Electrical and Power Engineering	Hossein Haroonabadi-Mahmood-Reza Haghifam	Generation Reliability Evaluation and Comparison in Various Power Markets Using Monte Carlo Simulation and Neural Networks	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2011	Applied Soft Computing	Hossein Haroonabadi-Mahmood-Reza Haghifam	Generation reliability assessment in power markets using Monte Carlo simulation and soft computing	حقی فام	محمودرضا

مقاله	2007	13th International Conference on Intelligent Systems Applications to Power Systems, 2007. ISAP 2007.	Hossein Haroonabadi-Mahmood-Reza Haghifam	Generation Reliability Assessment in Power Market Using Fuzzy Logic and Monte Carlo Simulation	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2005	The International Conference on Computer as a Tool	Hamid Falaghi; Mahmood-Reza Haghifam	Distributed Generation Impacts on Electric Distribution Systems Reliability: Sensitivity Analysis	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2007	European Transactions on Electrical Power	Habib Gharaghozloo-Mahmood-Reza Haghifam-H.-J. Haubrich-Mahmoud Fotuhi Firozabad	A new reduction method for reliability assessment of bulk electric power systems	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2008	International Universities Power Engineering Conference (UPEC 2008), Padova, Italy	Ashkan Yousefi, Ebrahim Shayesteh, Kazem Zare, S. J. Kazempour, Mohsen Parsa Moghaddam, Mahmoud Reza Haghifam	Risk Based Spinning Reserve Allocation Considering Emergency Demand Response Program	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2009	15th International Conference on Intelligent System Applications to Power Systems	Hossein Haroonabadi-Mahmood-Reza Haghifam	Generation reliability and market price evaluation in power pool market using Monte Carlo simulation and neural networks	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2013	22nd International Conference on Electricity Distribution	Saber TALARI, Mahmoud Reza HAGHIFAM	THE IMPACT OF LOAD AND DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES ANAGEMENT ON MICROGRID RELIABILITY	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2013	22nd International Conference on Electricity Distribution	Maryam Youhannaei, Mahnaz Youhannaei, Mahmoud Reza Haghifam, Mohammad Esmail honarmand, A. Sharifi	CALCULATION AND ANALYSIS OF CUSTOMER DISSATISFACTION INDEX FOR RELIABILITY STUDIES IN GILAN ELECTRIC DISTRIBUTION NETWORK	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2013	22nd International Conference on Electricity Distribution	Seyyed Majid MIRI LARIMI, Mahmoud Reza HAGHIFAM, Kianoush ALIPOUR	RELIABILITY IMPROVEMENT ASSIGNMENT TO DISTRIBUTED GENERATION IN DISTRIBUTION NETWORK	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2013	22nd International Conference on Electricity Distribution	Seyyed Majid MIRI LARIMI, Mahmoud Reza HAGHIFAM	DG ALLOCATION BASED ON MODIFIED NODAL PRICE WITH CONSIDERATION OF LOSS AND RELIABILITY USING PSO	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2007	Modares Technical Journal	Hossein Haroonabad, Mahmoud-Reza Haghifam	Generation Reliability Assessment in Power Pool Market	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2007	Tabriz University Engineering Faculty Journal	Habib Garaghozloo, Mahmoud-Reza Haghifam, Mahmoud Fotouhi-Firozabad, Davood Farrokhzad	A New Method for Composite Reliability Assessment Using Graph Theory Concept	حقی فام	محمودرضا
مقاله	2010	25nd International Power System Conference, PSC 2010	Navid Dryabary; Seyed Hossein Hoseinian;	DG Allocation in Electric Distribution Networks for Reliability Improvements and MADMPSO	حقی فام	محمودرضا

			Mahmoud-Reza Haghifam			
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Majid Moazzami; Reza Hemmati; Fariborz Haghghatdar Fesharaki; S. Rafiee Rad	Reliability evaluation for different power plant busbar layouts by using sequential Monte Carlo simulation	حقیقت دار فشارکی	فریبرز
مقاله	1391	کنفرانس فناوری شبکه های الکتریکی هوشمند	سعید حکیمی گیلانی-حسین افراخته-قلیچ سارلی	تعیین اندازه بهینه سیستم تولید انرژی ترکیبی بادی- دیزلی برای تأمین بار یک منطقه مستقل از شبکه	حکیمی گیلانی	سعید
مقاله	2012	4th Conference on Thermal Power Plants (CTPP), 2012	Saeed Hakimi Gilani; Hossein Afrakhte; Mojtaba Jabbari Ghadi	Probabilistic method for optimal placement of wind-based distributed generation with considering reliability improvement and power loss reduction	حکیمی گیلانی	سعید
مقاله	2011	3rd International Youth Conference on Energetics (IYCE), Proceedings of the 2011	Hamid Hassanzadehfard-Seyed Masoud Moghaddas-Tafreshi-Seyed Mehdi Hakimi	Effect of energy storage systems on optimal sizing of islanded micro-grid considering interruptible loads	حکیمی	سید مهدی
مقاله	1392	اولین همایش ملی برق و کامپیوتر جنوب ایران	عبدالخالق حمیدی؛ حامد رجبی؛ مهرداد موحدپور	تاثیر ظرفیت بهینه مولدهای تولید پراکنده بر روی قابلیت عملکرد سیستم های توزیع	حمیدی	عبدالخالق
مقاله	1391	هفدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	مرتضی حیدری-مهدی بانژاد-امین حاجی زاده-علی بهنیاافر	جایابی بهینه واحد های تولید پراکنده بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم بهبود یافته جهش قورباغه	حیدری	مرتضی
پایان نامه	1390	دانشگاه صنعتی شاهرود	مرتضی حیدری - استاد راهنما : مهدی بانژاد	جایابی بهینه واحدهای تولید پراکنده بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان	حیدری	مرتضی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشکده مهندسی - دانشگاه شهید چمران اهواز	احمد حیدری؛ استاد راهنما : سید سعیداله مرتضوی	بهره برداری بهینه از سیستم قدرت دارای تولید پراکنده و نیروگاه های بادی در سیستم های تجدید ساختار یافته برق با در نظر گرفتن قیود AC و قابلیت اطمینان سیستم	حیدری	احمد
مقاله	2013	International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering	Ahmad Heidari-Mohammad Reza Alizadeh Pahlavani-Hamid Dehghani	Reliability-Security Constrained Unit Commitment with Hybrid Optimization Method	حیدری	احمد
مقاله	2014	Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences	AHMAD HEIDARI, MOHAMMAD REZA ALIZADEH PAHLAVANI, HAMID DEHGHANI	An advanced optimization technique for considering reliability issues and unit commitment problems simultaneously	حیدری	احمد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشگاه صنعتی شریف	سیامک خاکسار حقانی دهکردی؛ استاد راهنما: محمد حسن سعیدی؛ استاد راهنما: سیامک کاظم زاده حقانی	ارزیابی قابلیت اطمینان در بویلر بازیاپ نیروگاه های حرارتی سیکل ترکیبی	خاکسار حقانی دهکردی	سیامک
مقاله	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	نوید خالصی-محمودرضا حقی فام	روش برنامه ریزی پویا در مکان یابی منابع تولید پراکنده به منظور کاهش تلفات و بهبود قابلیت اطمینان	خالصی	نوید
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	نوید خالصی-محمودرضا حقی فام	حوزه احتمالاتی تغذیه DG و اثر آن بر شاخصهای قابلیت اطمینان	خالصی	نوید

مقاله	2009	Electrical Power & Energy Conference (EPEC), 2009 IEEE	Navid Khalesi-Mahmood-Reza Haghifam	Application of dynamic programming for distributed generation allocation	خالصی	نوید
مقاله	2011	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Navid Khalesi-N. Rezaei-Mahmood-Reza Haghifam	DG allocation with application of dynamic programming for loss reduction and reliability improvement	خالصی	نوید
طرح پژوهشی	1372	دانشگاه تبریز	پژوهشگر : سهراب خانمحمدی- مسئول : رسول کنارنگی	بررسی قابلیت اعتماد سیستمهای تولید	خانمحمدی	سهراب
مقاله	1366	دومین کنفرانس بین المللی برق	رسول کنارنگی-سهراب خانمحمدی	محاسبه شاخصهای اساسی قابلیت اطمینان ظرفیت تولیدی سیستمهای قدرت با استفاده از کامپیوتر	خانمحمدی	سهراب
مقاله	2009	44th Universities Power Engineering Conference (UPEC), university of Strathclyde, Scotland,	Masood Parvania, M. Khojasteh, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Ali Abbaspour	A reliability cost/worth analysis approach for optimal DG placement in distribution system using modified particle swarm optimization	خجسته	
مقاله	2013	Energy Conversion and Management	Reza Hemmati; Rahmat-Allah Hooshmand; Amin Khodabakhshian	Reliability constrained generation expansion planning with consideration of wind farms uncertainties in deregulated electricity market	خدابخشیان	امین
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشگاه صنعتی شریف	وحید خرمی؛ استاد راهنما: محمد باقر غفرانی	کاربرد روش PSA در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم برق اضطراری نیروگاه اتمی بوشهر و تحلیل حادثه قطع کامل برق نیروگاه (Black-Out Station)	خرمی	وحید
مقاله	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	محمد رضا خرمی نژاد شیرازی- شاهرخ شجاعیان-جواد پورآباد	تعیین زمان اورهال بهینه وتوزیع اقتصادی باردریک سیستم قدرت تجدیدساختار شده با استفاده از شاخصهای قابلیت اطمینان	خرمی نژاد شیرازی	محمد رضا
مقاله	1387	اولین کنفرانس نیروگاههای برق	فرشاد خسروی-مرتضی امینی-ته وین کیخسروی	ارزیابی قابلیت اطمینان در نیروگاه های حرارتی	خسروی	فرشاد
پایان نامه	1380	دانشگاه تبریز	فرشاد خسروی؛ استاد راهنما: قاسم اهراییان؛ استاد مشاور: حسین حسینی	ارزیابی قابلیت اطمینان در نیروگاههای حرارتی	خسروی	فرشاد
مقاله	2010	International Conference on Power and Energy (PECon), 2010 IEEE	Farshad Khosravi-Naziha Ahmad Azli-Ebrahim Babaei	A new modeling method for reliability evaluation of Thermal Power Plants	خسروی	فرشاد
پایان نامه		آرمان خسروی؛ استاد راهنما: محسن پارسا مقدم		پخش بار اقتصادی در شبکه قدرت مشتمل بر نیروگاههای خورشیدی با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان مناسب	خسروی	آرمان
مقاله	1382	نشریه علمی-پژوهشی برق	نازنین خسروی، فرخ امینی	محاسبه خسارت ناشی از عدم تامین برق برای مشترکان صنعتی	خسروی	نازنین
مقاله	1382	نشریه علمی-پژوهشی برق	نازنین خسروی، فرخ امینی	محاسبه خسارت ناشی از عدم تامین برق برای مشترکان عمومی	خسروی	نازنین
پروژه	1385	شرکت برق منطقه ای تهران	سارا صاحب زمانی (مدیر پروژه)، فرخ امینی، نازنین خسروی زنجانی، حسن زیبا، پیام نطاقت، غلامرضا وتفرداد	محاسبه خسارت خاموشی از دید مصرف کنندگان خانگی، تجاری، کشاورزی و عرضه کننده انرژی الکتریکی	خسروی	نازنین
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	وحید خلیق-حسن منصف-امیر باقری	ارائه روشی جدید برای مدل سازی شبکه قابلیت اطمینان واحد فتوولتاییک	خلیق	وحید
مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	Vahid Davatgaran-Seyed	Different Strategies of Interruptible Load Contracts Implemented in	خلیفه	محمد

			Saeedolah Mortazavi-Mohsen Saniei-Mohammad Khalifeh	Reliability Constrained Unit Commitment		
مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	Vahid Davatgaran-Seyed Saeedolah Mortazavi-Mohsen Saniei-Mohammad Khalifeh	Reliability Constrained Unit Commitment in a Deregulated Power System Using Different ptimization Methods	خلیفه	محمد
مقاله	2013	21th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2013	Mohammad Khalifeh-Seyed Saeedolah Mortazavi-Mahmood Joorabian-Vahid Davatgaran	Studding two indices of voltage stability in reliability constrained unit commitment in a day-ahead market	خلیفه	محمد
مقاله	2014	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mohammad Hassan Moradi-Ali Khandani	Evaluation economic and reliability issues for an autonomous independent network of distributed energy resources	خندانی	علی
پایان نامه	1387	مجتمع آموزش عالی فنی و مهندسی نوشیروانی	ایمان خنکدارطراسی؛ استاد راهنما: عبدالرضا شیخ‌الاسلامی؛ استاد مشاور: جواد روحی؛ استاد مشاور: سعید لسان	اثر تولید پراکنده بر قابلیت اطمینان و شاخصهای کیفیت توان	خنکدارطراسی	ایمان
مقاله	2010	Electric Power Quality and Supply Reliability Conference (PQ), 2010	Iman Khonakdar Tarsi-Abdolreza Sheikholeslami-Taghi Barforoushi-Seyed Mohammad Bagher Sadati	Investigating impacts of distributed generation on distribution networks reliability: A mathematical model	خنکدارطراسی	ایمان
مقاله	2012	هفدهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق	امیرحسین دری نژاد؛ حبیب ترابی؛ سعید انتظاری؛ پیام خوارزمی؛ الهام اخوان رضایی؛ علیرضا فریدونیان	ارزیابی روش های محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان در شرکت توزیع برق تهران بزرگ	خوارزمی	پیام
مقاله	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	محمود رضا حقی فام، سینا سلطانی ، حسین دامرودی	ارائه روشی برای بررسی تاثیر نصب نیروگاه بادی در نقاط مختلف ایران بر شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه	دامرودی	حسین
پروژه	1386	شرکت برق منطقه ای آذربایجان	داود جلالی - حمید دانایی، نیکی مسلمی، مرجان دهقانی، جعفر عباسی	تهیه و استقرار نرم افزار ثبت و بررسی حوادث نیروگاههای تحت پوشش شرکت برق منطقه ای آذربایجان	دانایی	حمید
پروژه	1381	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه ای خراسان	مدیر پروژه: حمید دانایی، داود جلالی، نیکی مسلمی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولید و انتقال خراسان	دانایی	حمید
مقاله	2008	International Conference on Power and Energy (PECon), 2008 IEEE	Ashkan Yousefi,Ebrahim Shayesteh, F. Daneshvar , Mohsen Parsa Moghadam	A Risk –Based Approach for Provision of Spinning Reserve by Means of Emergency Demand Response Program	دانشور	
مقاله		نشریه ی علمی برق	مهدی داورپناه، مجید صنایع پسند	روشی جدید برای بارزدایی بهینه در شبکه ی برق	داورپناه	مهدی
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	حسام یزدانپناهی-مسعود داوری- سیدحسین حسینیان-گئورگ قره	ارائه یک روش ساده جهت تعیین ظرفیت بهینه رزرو در شبکه های تجدید ساختار یافته	داوری	مسعود

			پتیا			
مقاله	2012	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Ehsan Reihani-Ali Sarikhani-Moez Davodi-Mehdi Davodi	Reliability based generator maintenance scheduling using hybrid evolutionary approach	داوودی	مهدی
مقاله	2012	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Ehsan Reihani-Ali Sarikhani-Moez Davodi-Mehdi Davodi	Reliability based generator maintenance scheduling using hybrid evolutionary approach	داوودی	موعظ
مقاله	2010	International Energy Conference and Exhibition (EnergyCon), 2010 IEEE	Ehsan Reihani-Moez Davodi-Mehdi Najjar-Reza Norouzizadeh	Reliability based generator maintenance scheduling using hybrid evolutionary approach	داوودی	موعظ
مقاله	2012	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Tahereh Daemi-Akbar Ebrahimi-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Constructing the Bayesian Network for components reliability importance ranking in composite power systems	دائمی	طاهره
مقاله	2012	International Transactions on Electrical Energy Systems	Tahereh Daemi; Akbar Ebrahimi	Detailed reliability assessment of composite power systems considering load variation and weather conditions using the Bayesian network	دائمی	طاهره
پایان نامه	1391	دانشکده برق و کامپیوتر - دانشگاه شیراز	سید سلمان درخوش؛ استاد راهنما؛ حیدر صامت	یافتن اندازه و مکان بهینه منابع تولید پراکنده با احتساب قیود حفاظتی	درخوش	سید سلمان
مقاله	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	امین درری رضانی-مصطفی رجبی مشهدی	ارزیابی شاخص قابلیت اطمینان با حضور نیروگاه های بادی کوچک در یک ریز شبکه	درری رضانی	امین
مقاله	2010	13th Iranian Students Conference in Electrical Engineering (ISCEE), Tehran, Iran	Masood Parvania, R. Dorostkar, S. Tabatabaee, M. Tasavvori	Reliability Assessment of Composite System Considering Station Related Outages	درستکار	
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	Arash Navaeefard-S.M. Moghaddas Tafreshi-Mehdi Derafshian Maram	Distributed Energy Resources Capacity Determination of a Hybrid Power System in Electricity Market	درفشیان مرام	مهدی
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	سیدنوید دریابازی-سیدحسین حسینیان-محمودرضا حقی فام	جایابی منابع تولید پراکنده در شبکه توزیع به منظور بهینه کردن شاخصهای قابلیت اطمینان با الگوریتم PSO و تصمیمگیری چند معیاره	دریابازی	سیدنوید
مقاله	2010	25nd International Power System Conference, PSC 2010	Navid Dryabary; Seyed Hossein Hoseinian; Mahmoud-Reza Haghifam	DG Allocation in Electric Distribution Networks for Reliability Improvements and MADMPSO	دریابازی	سیدنوید
مقاله	2012	هفدهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق	امیرحسین دری نژاد؛ حبیب ترابی؛ سعید انتظاری؛ پیام خوارزمی؛ الهام اخوان رضایی؛ علیرضا فریدونیان	ارزیابی روش های محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان در شرکت توزیع برق تهران بزرگ	دری نژاد	امیرحسین
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	محمد طلوع خیامی-حیدرعلی شایانفر-احد کاظمی-ملیحه دستپاک	مدلسازی قابلیت اطمینان RPFC و اثر آن بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت	دستپاک	ملیحه
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه صنعتی اصفهان	حسین دلاوری پور؛ استاد راهنما؛ حمیدرضا کارشناس	مدل سازی سیستم های ذخیره ساز جهت مطالعات قابلیت اطمینان و تعیین ظرفیت بهینه اجزای سیستم های انرژی باد جدا از شبکه	دلاوری پور	حسین
مقاله	1388	اولین کنفرانس ملی صنعت نیروگاههای	Babak Amini-Ali Doniavi	Reliability modeling and analysis of thermal power plants	دنیوی	علی

		حرارتی				
مقاله	1388	چهارمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب یابی	Babak Amini-Ali Doniavi	Reliability modelling with failure analysis And preventive maintenance	دنیوی	علی
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	ثنا صادقی-پرهام جلیلی-حامد ده یادگاری-حسین هوشمندی صفا	یک روش تحلیلی جهت ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم توزیع شامل DG	ده یادگاری	حامد
مقاله	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	محمدصادق جوادی-ایمان دهار-امین جوادی نسب	برنامه ریزی بهینه جهت تعمیرات واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن قیود کوتاه مدت تولید و حاشیه رزرو مورد نیاز شبکه سراسری ایران	دهار	ایمان
مقاله	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	Shahab Dehghan-Hedayat Saboori-Mohsen Kalantar-Ahad Kazemi	Application of Differential Evolution Algorithm to Design a Hydrogen-based Wind/PV Plant Considering Reliability Indices	دهقان	شهاب
مقاله	1384	سیزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	محمد رضا آقامحمدی-فرزاد دهقانی	ارزیابی و تحلیل امنیت استاتیکی سیستم های قدرت به کمک شبکه های عصبی	دهقانی	فرزاد
پروژه	1386	شرکت برق منطقه ای آذربایجان	داود جلالی- حمید دانایی، نیکی مسلمی، مرجان دهقانی، جعفر عباسی	تهیه و استقرار نرم افزار ثبت و بررسی حوادث نیروگاههای تحت پوشش شرکت برق منطقه ای آذربایجان	دهقانی	مرجان
مقاله	2013	International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering	Ahmad Heidari-Mohammad Reza Alizadeh Pahlavani-Hamid Dehghani	Reliability-Security Constrained Unit Commitment with Hybrid Optimization Method	دهقانی	حمید
مقاله	2014	Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences	AHMAD HEIDARI, MOHAMMAD REZA ALIZADEH PAHLAVANI, HAMID DEGHANI	An advanced optimization technique for considering reliability issues and unit commitment problems simultaneously	دهقانی	حمید
مقاله	2011	16th Conference on Electrical Power Distribution Networks (EPDC), 2011	Moein Moeini-Aghtaie-Payman Dehghanian-Seyed Hamid Hosseini	Optimal Distributed Generation placement in a restructured environment via a multi-objective optimization approach	دهقانیان	پیمان
مقاله	2011	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	Mohammad Hossein Sarparandeh; Moein Moeini-Aghtaie; Payman Dehghanian; Iraj Harsini; Ahmad Haghani	Feasibility study of operating an autonomous power system in presence of wind turbines, A practical experience in Manjil, Iran	دهقانیان	پیمان
مقاله	2011	21st International Conference on Electricity Distribution	Payman DEGHANIAN, Mahmud FOTUHI-FIRUZABAD, Ali RAZI KAZEMI	AN APPROACH ON CRITICAL COMPONENT IDENTIFICATION IN RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE OF POWER DISTRIBUTION SYSTEMS BASED ON ANALYTICAL HIERARCHICAL PROCESS	دهقانیان	پیمان
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشگاه زنجان	احمد روحانی- استاد راهنما : مهدی رؤف استاد مشاور : مریم دهقانی	برنامه ریزی توسعه مرکب نیروگاه ها و خطوط انتقال با در نظر گرفتن تولیدات پراکنده	دهقانی	مریم
پایان نامه کارشناسی	1388	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	حسین دهقانی تفتی، سید حسین	قابلیت اطمینان در سیستم های قدرت با در نظر گیری نیروگاههای کوچک	دهقانی تفتی	حسین

ارشد			حسینیان (استاد راهنما)			
مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	Vahid Davatgaran-Seyed Saeedolah Mortazavi-Mohsen Saniei-Mohammad Khalifeh	Different Strategies of Interruptible Load Contracts Implemented in Reliability Constrained Unit Commitment	دواتگران	وحید
مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	Vahid Davatgaran-Seyed Saeedolah Mortazavi-Mohsen Saniei-Mohammad Khalifeh	Reliability Constrained Unit Commitment in a Deregulated Power System Using Different ptimization Methods	دواتگران	وحید
مقاله	2013	21th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2013	Mohammad Khalifeh-Seyed Saeedolah Mortazavi-Mahmood Joorabian-Vahid Davatgaran	Studding two indices of voltage stability in reliability constrained unit commitment in a day-ahead market	دواتگران	وحید
پایان نامه	1391	دانشکده برق و کامپیوتر - دانشگاه سمنان	محمد تقی دوست محمدی؛ استاد راهنما: رضا کی پور	اتصال بهینه مزرعه بادی به شبکه بر اساس تحلیل قابلیت اطمینان-هزینه و اثرات آن بر شاخص های قابلیت اطمینان	دوست محمدی	محمد تقی
پایان نامه	1384	دانشگاه فردوسی مشهد	محمد دوست پرست	برنامه ریزی سیستم های نگهداری و تعمیرات (نت) بر اساس قابلیت اطمینان	دوست پرست	محمد
مقاله	1384	هشتمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	رضا دوستی	کاربرد OPF در سیستم های مدیریت انرژی	دوستی	رضا
مقاله	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	رزم آرا ذاکری فر- شهرام جدید- فاطمه صفایی کوچکسرای	ارزیابی آثار مدیریت سمت تقاضا با استفاده از شاخص های قابلیت اطمینان	ذاکری فر	رزم آرا
مقاله	2013	Annals of Nuclear Energy	M. Aghaie; A. Norouzi; A. Zolfaghari; A. Minucheher; Z. Mohamadi Fard; R. Tumari	Advanced progressive real coded genetic algorithm for nuclear system availability optimization through preventive maintenance scheduling	ذوالفقاری	
مقاله	2011	21st International Conference on Electricity Distribution	Payman DEGHANIAN, Mahmud FOTUHI-FIRUZABAD, Ali RAZI KAZEMI	AN APPROACH ON CRITICAL COMPONENT IDENTIFICATION IN RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE OF POWER DISTRIBUTION SYSTEMS BASED ON ANALYTICAL HIERARCHICAL PROCESS	رازی کاظمی	علی
مقاله	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	بابک روح الهی- وحید روح الهی- نسیم راستگو	مکان یابی و تعیین ظرفیت بهینه واحدهای تولید پراکنده در میکروگرید برای افزایش قابلیت اطمینان سیستم با استفاده از الگوریتم اجتماع ذرات	راستگو	نسیم
مقاله	2014	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Abdollah Rastgou-Jamal Moshtagh	Improved harmony search algorithm for transmission expansion planning with adequacy-security considerations in the deregulated power system	راستگو	عبدالله
پروژه	۱۳۹۰	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه ای خراسان	مدیر پروژه: مصطفی عیدبانی، سید محسن صدر، کاظم عاملی، مرتضی ترابی، ساعد راعی، هادی مدقق	ارزیابی اثرات اضافه شدن واحدهای جدید بادی مصوب خواف در شبکه خراسان از نقطه نظر قابلیت اطمینان و پایداری شبکه	راعی	ساعد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	نگارش مهدی سلامی لمراسکی؛ استاد راهنما: عبدالرضا ربیعی؛ استاد مشاور: امین حاجی زاده	برنامه ریزی در مدار قرار گرفتن واحدهای حرارتی و برق آبی مقید به قیود قابلیت اطمینان در محیط تجدید ساختار یافته	ربیعی	عبدالرضا

مقاله	1392	اولین همایش ملی برق و کامپیوتر جنوب ایران	عبدالخالق حمیدی؛ حامد رجبی؛ مهرداد موحدپور	تاثیر ظرفیت بهینه مولدهای تولید پراکنده بر روی قابلیت عملکرد سیستم های توزیع	رجبی	حامد
مقاله	1384	سومین کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات	روزبه اشراق نیا-حسن مدیر شانه چی-حبیب رجبی مشهدی	زمان بندی بهینه تعمیرات و نگهداری واحدهای تولیدی در فضای رقابتی با استفاده از الگوریتم ژنتیک	رجبی مشهدی	حبیب
مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	محمد صادق جوادی-محسن صنعی-حبیب رجبی مشهدی	ارزیابی چندهدفه طرح های توسعه مزارع بادی در ناحیه جنوب غرب ایران از دیدگاه هزینه و قابلیت اطمینان	رجبی مشهدی	حبیب
مقاله	1391	نخستین کنفرانس انرژی بادی ایران	مصطفی حسین پوربوانلو-حبیب رجبی مشهدی-محمد ابراهیم حاجی آبادی	ارائه مدل جدید در اولویت بندی مکانهای نصب نیروگاه بادی از دیدگاه قابلیت اطمینان سیستم قدرت	رجبی مشهدی	حبیب
مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	مصطفی حسین پوربوانلو-حبیب رجبی مشهدی-محمد ابراهیم حاجی آبادی	برنامه ریزی توسعه نیروگاه بادی از دیدگاه قابلیت اطمینان و اقتصاد سیستم قدرت	رجبی مشهدی	حبیب
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشگاه فردوسی مشهد	مصطفی حسین پور بوانلو- استاد راهنما : حبیب رجبی مشهدی	اولویت بندی مکان های نصب نیروگاه بادی از دیدگاه اقتصادی و قابلیت اطمینان سیستم قدرت	رجبی مشهدی	حبیب
مقاله	2009	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مهدی صمدی-حبیب رجبی مشهدی	تعیین بهینه مقدار ظرفیت رزرو چرخان و توزیع آن بین واحدها با در نظر گرفتن حوادث احتمالی در سیستم قدرت	رجبی مشهدی	حبیب
مقاله	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	سعید رضا گلدانی-حبیب رجبی مشهدی-رضا قاضی	برنامه ریزی توسعه تولید یک شرکت برق در محیط تجدید ساختار یافته با اعمال محدودیت های قابلیت اطمینان	رجبی مشهدی	حبیب
مقاله	2013	بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق	بهروز آدینه الهه جق , حبیب رجبی مشهدی , محمدابراهیم حاجی آبادی	اولویت بندی باس ها جهت اعمال برنامه های مدیریت مصرف از دیدگاه قابلیت اطمینان	رجبی مشهدی	حبیب
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشگاه فردوسی مشهد	بهروز آدینه؛ استاد راهنما : حبیب رجبی مشهدی	اولویت بندی باس های شبکه جهت اعمال برنامه های مدیریت مصرف از دیدگاه قابلیت اطمینان	رجبی مشهدی	حبیب
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mohammad Amin Latify- Hossein Seifi-Habib Rajabi Mashhadi	An integrated model for generation maintenance coordination in a restructured power system involving gas network constraints and uncertainties	رجبی مشهدی	حبیب
مقاله	2006	Power Systems Conference and Exposition, 2006. PSCE '06. 2006 IEEE PES	Roohbeh Eshraghnia-M. Hassan Modir Shanechi- Habib Rajabi Mashhadi	Generation Maintenance Scheduling in Power Market Based on Genetic Algorithm	رجبی مشهدی	حبیب
مقاله	2013	Journal of Zhejiang University- Science C: Computers & Electronics	mostafa hosseinpour , Habib Rajabi Mashhadi , mohamad ebrahim hajiabadi	A probabilistic model for assessing the reliability of wind farms in a power system	رجبی مشهدی	حبیب
مقاله	2009	PROCEEDINGS OF WORLD ACADEMY OF SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY	Sara Mohtashami; Habib Rajabi Mashhadi	Power Generation Scheduling of Thermal Units Considering Gas Pipelines Constraints	رجبی مشهدی	حبیب

مصطفی	رجبی مشهدی	ارزیابی شاخص قابلیت اطمینان با حضور نیروگاه های بادی کوچک در یک ریز شبکه	امین درری رمضانی-مصطفی رجبی مشهدی	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	1391	مقاله
مصطفی	رجبی مشهدی	برنامه ریزی کوتاه مدت واحدهای نیروگاهی به روش در مدار قرار گرفتن متوالی با طرح تصمیم گیری شبه جامع و در نظر گرفتن محدودیت بار حداقل	مصطفی رجبی مشهدی	دانشگاه فردوسی مشهد	1380	پایان نامه
عباس	رجبی قهنویه	Optimal PV-FC hybrid system operation considering reliability	Abbas Rajabi-Ghahnavie-Saber Arabi Nowdeh	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	2014	مقاله
عباس	رجبی قهنویه	An Analytical Method to Consider DG Impacts on Distribution System Reliability	Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Abbas Rajabi-Ghahnavie	Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, 2005 IEEE/PES	2005	مقاله
عباس	رجبی قهنویه	Impact of Distributed Generation Resources on Customer Interruption Cost	Abbas Rajabi-Ghahnavie, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Mostafa Parniani	International Conference on Power System Technology (POWERCON), 2004	2004	مقاله
عباس	رجبی قهنویه	An Analytical Approach to Consider DG Impacts on Distribution System Reliability	Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Abbas Rajabi-Ghahnavie	Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, 2005 IEEE/PES	2005	مقاله
عباس	رجبی قهنویه	Generating Units Maintenance Scheduling Using A Markov Decision Process	Abbas Rajabi, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	9th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2008 IEEE	2006	مقاله
امیرحسین	رحمانی	تاثیر استفاده از خودروهای الکتریکی با قابلیت اتصال به شبکه برق بر سبب بهینه واحدهای موجود در میکرو شبکه و قابلیت اطمینان میکرو شبکه	نگارش احسان طافی؛ استاد راهنما؛ امیرحسین رحمانی؛ استاد مشاور؛ محسن صنیعی	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	1390	پایان نامه (کارشناسی ارشد)
مهدی	رحمانی عندلیبی	Risk-cost-based generation scheduling smartly mixed with reliability-driven and market-driven demand response measures	Mehdi Rahmani-andebili	International Transactions on Electrical Energy Systems	2014	مقاله
فهیمه	رحمانیا	Simultaneously optimizing of reliability, cost and completion time in series-parallel systems considering redundant allocation using a genetic algorithm	Vahid Ebrahimipour-Abdolhossein Tohidi-Fahime Rahmanniya	International Conference on Quality and Reliability (ICQR), 2011 IEEE	2011	مقاله
سجاد	رحیمی	مدیریت شارژ خودروهای الکتریکی هیبریدی با هدف بهبود قابلیت اطمینان	سجاد رحیمی، حسین عسکریان ابیانه (استاد راهنما)	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	۱۳۹۲	پایان نامه کارشناسی ارشد
اشکان	رحیمی کیان	برنامه ریزی توسعه تولیدات پراکنده با در نظر گرفتن نایقینیا با استفاده از آنالیز سلسله مراتبی	مرتضی طاهرخانی-علی کریمی ورکانی-حسن منصف-اشکان رحیمی کیان	اولین کنفرانس نیروگاههای برق	1387	مقاله
	رحیم پور	Determination of the optimal installation capacity of small hydro-power plants through the use of technical, economic and reliability indices	Seyed Mohammad Hassan Hosseini; Farshid Forouzbaksh; M. Rahimpour	Energy Policy	2005	مقاله
فواد	رخشان	بهره گیری از آب عمق دریا جهت افزایش قابلیت اطمینان تولید واحدهای بخار و افزایش بازده واحدهای گازی نیروگاه نکا	مختار شعبانی-ابولفضل صفاری-عارف یگانه دوست-فواد رخشان	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	1391	مقاله

مقاله	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	حسن رستگار-رضا کوسه لر	روشی نو در انتخاب بهینه اندازه و تعداد توربینهای بادی و باتریها در یک سیستم بادی جدا از شبکه	رستگار	حسن
مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	محمود فندرسکی - محمدتقی عرب یارمحمدی - حسن رستگار - ابوالفضل پیرایش نقاب	ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه های بادی منجیل و نیشابور	رستگار	حسن
مقاله	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	محمد رستگار-محمود فتوحی فیروزآباد-امیر صفدریان	روشی نوین برای محاسبه قابلیت اطمینان سیستم توزیع با مدلسازی سلول خورشیدی در یک شبکه هوشمند	رستگار	محمد
مقاله	2012	2nd Iranian Conference on Smart Grids (ICSG), 2012	Mohammad Rastegar- Mahmoud Fotuhi- Firuzabad-Amir Safdarian	A novel method to assess distribution system reliability considering smart solar cell	رستگار	محمد
مقاله	2012	2nd Iranian Conference on Smart Grids (ICSG), 2012	Mohammad Rastegar, Mahmoud Fotuhi- Friuzabad, Amir Safdarian	A Novel Method to Assess Distribution System Reliability Considering Smart Solar Cell	رستگار	محمد
مقاله	2011	16th Electric Power Distribution Conference, April 19-20, 2011, Bandarabbas, Iran	Mohammad Rastegar, Mahmoud Fotuhi- Friuzabad, Amir Safdarian	Reliability of Distribution Systems Considering Smart Solar Cells	رستگار	محمد
مقاله	2011	19th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2011	Mohammad Rastegar, Mahmoud Fotuhi- Firuzabad, and Amir Safdarian	A Novel Method to Evaluate Distribution System Reliability Considering Solar Cell in a Smart Grid	رستگار	محمد
مقاله	2011	16th Conference on Electrical Power Distribution Networks (EPDC), 2011	Mohammad Rastegar, Mahmoud Fotuhi- Firuzabad, and Amir Safdarian	Distribution System Reliability Assessment Considering Smart Solar Cell	رستگار	محمد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1385	دانشگاه صنعتی شریف	محمد رستمیان؛ محمد باقر غفرانی	ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه شهید سلیمی نکا	رستمیان	محمد
مقاله	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	وحید رشتچی - کاظم مظلومی - عباس سرداری	جایابی بهینه تولیدات پراکنده در شبکه های توزیع برای بهبود قابلیت اطمینان به کمک الگوریتم قوریانه	رشتچی	وحید
مقاله	1391	بیستمین کنفرانس مهندسی برق ایران	محمد رشیدی؛ مهرداد عابدی؛ سیدحسین حسینیان	ارائه مدل جدید و تشریح بازار رزرو با در نظرگیری پارامترهای امنیت و قابلیت اطمینان با توجه به محدودیت های شبکه برق ایران	رشیدی	محمد
مقاله	1392	هجدهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق	احد بیگلری-مرتضی آیین-مرتضی قلی پور خواجه-مسعود رشیدی نژاد	ارزیابی احتمالاتی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت ترکیبی بادی- خورشیدی	رشیدی نژاد	مسعود
پایان نامه	1389	دانشگاه صنعتی اصفهان	مرتضی جدیدالاسلام زیدآبادی - استاد راهنما : اکبر ابراهیمی - استاد مشاور : مسعود رشیدی نژاد	برنامه ریزی توسعه تولید با ارائه الگوریتم پیشنهادی SFL اصلاح شده	رشیدی نژاد	مسعود
مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	Morteza Aien-Ahad Biglari-Masoud Rashidinejad	Probabilistic Reliability Evaluation of Hybrid Wind-Photovoltaic Power Systems	رشیدی نژاد	مسعود
مقاله	2012	International Conference on Future Electrical Power and	Y. R. Jafarian-Hossein Asgharpour-Masoud	Multi Objective Power Generation Preventive Maintenance Scheduling	رشیدی نژاد	مسعود

		Energy Systems	Rashidinejad-Mohammad Ali Forghani			
مقاله	2003	Proceedings of the Second Conference on the Power system Planning and Expansion	Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Masoud Rashidinejad	Generating Capacity Planning From a Reliability Point of View	رشدیدی نژاد	مسعود
مقاله	2003	Proceedings of the IFAC Symposium on Power Plants & Power Systems Control, Seoul, Korea	Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Masoud Rashidinejad, R. Billinton	Adequacy Assessment of Small Isolated Power Systems Using a Well-being Approach	رشدیدی نژاد	مسعود
مقاله	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	سعید رضا گلدانی-حبیب رجیبی مشهدی-رضا قاضی	برنامه ریزی توسعه تولید یک شرکت برق در محیط تجدید ساختار یافته با اعمال محدودیت های قابلیت اطمینان	رضا گلدانی	سعید
مقاله	1377	سیزدهمین کنفرانس بین المللی برق	غلامحسین رضایی	ارزیابی حادثه ترانسفورماتورهای قدرت در نیروگاه نکا	رضایی	غلامحسین
مقاله		دو ماهنامه هوش مصنوعی و ابزار دقیق ، شماره ۳ (پیاپی ۱۵)	عبدالرضا رضایی فر، علی اشرف مدرس، فرح جعفرنژاد، مهدی سجودی، حمیدرضا مؤمنی	امکان سنجی به کار گیری سامانه های کنترل مبتنی بر فیلدباس در نیروگاههای حرارتی	رضایی فر	عبدالرضا
پایان نامه	1389		نگارش رضیه بهجت ؛ استاد راهنما: وحید ابراهیمی پور ؛ استاد مشاور: کامران رضایی	بررسی و بهینه سازی انرژی بر روی توربین گاز از طریق آنالیز قابلیت اطمینان	رضایی	کامران
مقاله	2011	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Navid Khalesi-N. Rezaei-Mahmood-Reza Haghifam	DG allocation with application of dynamic programming for loss reduction and reliability improvement	رضایی	
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین	داود حق شناس - استاد راهنما: فرزاد رضوی ؛ استاد مشاور: مانی شریفی	ارائه مدل ارزیابی قابلیت اطمینان یک نیروگاه سیکل ترکیبی و ارائه راه حل جهت افزایش شاخص های قابلیت اطمینان سیستم یک نیروگاه سیکل ترکیبی (مورد کاوی نیروگاه سیکل ترکیبی منتظر قائم)	رضوی	فرزاد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشکده برق - دانشگاه تفرش	زهرا کلهری - استاد راهنما دکتر فرزاد رضوی - دکتر محمود فتوحی فیروزآباد	تعیین مد بهینه عملکرد DG با در نظر گرفتن برخی شاخص های قابلیت اطمینان	رضوی	فرزاد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشکده برق - دانشگاه تفرش	محسن گرمی؛ استاد راهنما : فرزاد رضوی	تعیین مکان و مد بهینه عملکرد DG با در نظر گرفتن پروفیل ولتاژ، تلفات و قابلیت اطمینان شبکه	رضوی	فرزاد
مقاله	2012	Journal of Basic and Applied Scientific Research	Mohsen Karami; S. A. Hosseini; Roohollah Karam Beigi; S. S. Karimi Madahi; Farzad Razavi; Ali Asghar Ghadimi	Optimal Operating Strategy for Distributed Generation Considering Reliability Index of SAIDI	رضوی	فرزاد
مقاله	1388	اولین کنفرانس ملی صنعت نیروگاههای حرارتی	Sareh Bahmanpour-Mahdi Bashooki-Hamid Reza Maanavi-Mohammad Hossein Refan	Reliability Comparison between PCS7 and SPPA T-2000 Automation System	رفان	محمدحسین
مقاله	2012	Proceedings of 17th Conference on Electrical Power Distribution Networks (EPDC), 2012	Seyed Mostafa Elmi-Mojtaba Rafiei	Effects of reclosing devices and distributed generation (DG) to improve reliability indices in radial distribution lines	رفیعی	مجتبی
پایان نامه			علی محبوب راد- استاد راهنما : منصور رفیعی	بررسی تأثیرات منابع ذخیره انرژی بر بهبود قابلیت اطمینان نیروگاه های بادی	رفیعی	منصور

مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Majid Moazzami; Reza Hemmati; Fariborz Haghghatdar Fesharaki; S. Rafiee Rad	Reliability evaluation for different power plant busbar layouts by using sequential Monte Carlo simulation	رفیعی راد	
مقاله	1392	مجله کیفیت و بهره وری صنعت برق ایران، سال دوم، شماره ۴	بابک جدی، پرویز رضانیپور، وحید وحیدی نسب	برنامه ریزی دینامیکی شبکه های توزیع با در نظر گرفتن منابع تولید پراکنده با استفاده از الگوریتم جستجوی هارمونی ترکیبی	رضانیپور	پرویز
پایان نامه	1389	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	مهدی قبادی؛ استاد راهنما : محمد تقی عاملی؛ استاد مشاور : پرویز رضانیپور	تخصیص بهینه منابع تولید پراکنده به منظور بهبود قابلیت اطمینان و کاهش تلفات با استفاده از مجموعه های فازی	رضانیپور	پرویز
مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	پرویز رضانیپور؛ محمدحسین لعله ئی؛ حامد گل زاده	بررسی اثر قراردادهای خرید و فروش برق بین کشورهای همسایه در شاخصهای قابلیت اطمینان	رضانیپور	پرویز
مقاله		اولین کنفرانس انرژی های تجدیدپذیر و تولید پراکنده	سید محمد علی موسوی، پرویز رضانیپور	جایابی بهینه بازست ها در شبکه های توزیع حاوی منابع تولید پراکنده بمنظور افزایش قابلیت اطمینان سیستم	رضانیپور	پرویز
پایان نامه (کارشناسی)	1388	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	پروین مرندی؛ استاد راهنما: پرویز رضانیپور	مطالعه قابلیت اطمینان نیرو گاه بادی با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو	رضانیپور	پرویز
مقاله	1392	سومین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	جواد کافی کندری-ناصر بیابانی-مریم رضانی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولید در حضور مزارع بادی و سیستم های ذخیره ساز انرژی	رضانی	مریم
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشگاه بیرجند	دانشجو : حسام گل محمدی-استاد راهنما : مریم رضانی؛ استاد مشاور : حمید فلقی	برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری واحدهای تولیدی در سیستم های قدرت تجدید ساختار یافته	رضانی	مریم
پایان نامه	1390	دانشگاه بیرجند	احمد نصریان - استاد راهنما : حمید فلقی استاد مشاور : مریم رضانی	مکان یابی منابع تولید پراکنده مرسوم مبتنی بر قابلیت اطمینان	رضانی	مریم
مقاله		اولین کنفرانس انرژی های تجدیدپذیر و تولید پراکنده	مریم رضانی، حمید فلقی، محمودرضا حقی فام	کاربرد شبیه سازی مونت کارلو در ارزیابی قابلیت تبادل شبکه های انتقال در حضور نیروگاه های بادی	رضانی	مریم
مقاله	2013	21th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2013	Hesam Golmohamadi-Maryam Ramezani	Generating unit maintenance scheduling in power market based on fairness and competition	رضانی	مریم
مقاله	2011	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Hamid Falaghi-C. Singh-Mahmood-Reza Haghifam-Maryam Ramezani	DG integrated multistage distribution system expansion planning	رضانی	مریم
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1387	دانشگاه صنعتی شریف	آرش احسانی؛ استاد راهنما: علی محمد رنجبر؛ استاد مشاور: محمود فتوحی فیروزآباد	ارزیابی بهینه ذخیره گردان و تأثیر آن بر پایایی سیستم قدرت	رنجبر	علی محمد
مقاله	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	آرش احسانی - علی عباسپور تهرانی فرد-محمود فتوحی فیروزآباد - علی	تأثیر تولیدات پراکنده بر قابلیت اطمینان سیستم های قدرت الکتریکی	رنجبر	علی محمد

			محمد رنجبر			
مقاله	1384	پنجمین همایش ملی انرژی	آرش احسانی-علی عباسپور تهرانی فرد- محمود فتوحی فیروزآباد-علی محمد رنجبر	آثار تجدید ساختار صنعت برق بر کیفیت و قابلیت اطمینان تأمین انرژی الکتریکی	رنجبر	علی محمد
مقاله	1385	نشریه علمی-پژوهشی برق	بابک مظفری، تورج امرایی، علیمحمد رنجبر، علیرضا شیرانی	مدیریت بهینه قطع بار در شبکه های قدرت تجدیدساختار شده برای جلوگیری از فروپاشی ولتاژ	رنجبر	علی محمد
مقاله	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	Arash Ehsani-Ali Mohammad Ranjbar- Alireza Shirani-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	A Proposed Method for Reliable Scheduling in Deregulated Power Systems	رنجبر	علی محمد
مقاله	2007	Iranian Journal of Science & Technology, Transaction B, Engineering Shiraz University	Arash Ehsani-Ali Mohamad Ranjbar-A. JAFARI-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	RELIABILITY EVALUATION OF DEREGULATED POWER SYSTEM CONSIDERING COMPETITIVE ELECTRICITY MARKET	رنجبر	علی محمد
مقاله	2012	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	Mehdi Nikzad-Mahdi Bashirvand-Babak Mozafari-Ali Mohamad Ranjbar	Prioritizing demand response programs from reliability aspect	رنجبر	علی محمد
مقاله	2008	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Soodabeh Solyamani-Ali Mohamad Ranjbar- Alireza Shirani	Strategic bidding of generating units in competitive electricity market with considering their reliability	رنجبر	علی محمد
مقاله	2012	Energy	Mehdi Nikzad-Babak Mozafari-Mahdi Bashirvand-Soodabeh Solyamani-Ali Mohamad Ranjbar	Designing time-of-use program based on stochastic security constrained unit commitment considering reliability index	رنجبر	علی محمد
مقاله	2008	Reliability Engineering & System Safety	Arash Ehsani-Ali Mohamad Ranjbar-A. JAFARI-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Reliability evaluation of deregulated electric power systems for planning applications	رنجبر	علی محمد
مقاله	2007	Journal of the North Carolina Academy of Science	Arash EHSANI; Ali Mohamad Ranjbar; Mahmoud Fotuhi- Firuzabad; Ali Abbaspour	A Probabilistic Model for Reliability Evaluation of Wind Turbine Generation Systems	رنجبر	علی محمد
مقاله	2006	IRANIAN JOURNAL OF ENERGY	Arash Ehsani; Ali Mohamad Ranjbar; Mahmoud Fotuhi- Firuzabad	Reliability Modeling of Wind Farms	رنجبر	علی محمد
مقاله	2005	5th Congress on Energy Consumption Optimization, IEEE TENCON 2005	Arash Ehsani, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Ali Abbaspour, Ali Mohammad Ranjbar	An Analytical Method for the Reliability Evaluation of Wind Energy Systems	رنجبر	علی محمد

مقاله	2006	International Conference on Technical and Physical Problems in Power Engineering, TPE-2006, Ankara, Turkey	Arash Ehsani, Ali Mohammad Ranjbar, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, S. C. Samani	Reliability Evaluation of Wind Turbine Generation Units	رنجبر	علی محمد
مقاله	2005	5th Congress on Energy Consumption Optimization, IEEE TENCON 2005	Arash Ehsani, Ali Mohammad Ranjbar, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Ali Abbaspour	An Analytical Approach for Reliability Evaluation of Wind Energy Systems	رنجبر	علی محمد
مقاله	2005	5th Congress on Energy Consumption Optimization, IEEE TENCON 2005	Arash Ehsani, Ali Mohammad Ranjbar, Ali Abbaspour, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Reliability Considerations in Buildings Power Supply Using Distributed Generations	رنجبر	علی محمد
مقاله	2010	International Conference on Power System Technology (POWERCON), 2010	Farzad Partovi-Babak Mozafari-Mona Ranjbar	An approach for daily assessment of active power reserve capacity and spinning reserve allocation in a power system	رنجبر	مونا
مقاله	1372	هشتمین کنفرانس بین المللی برق	فرامرز رهبر؛ حمیدرضا نجفی	بررسی اثرات ظرفیت واحدهای نیروگاههای بخاری بر روی شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم تولید شبکه سراسری ایران	رهبر	فرامرز
مقاله	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	بابک روح اللهی-وحید روح اللهی- نسیم راستگو	مکان یابی و تعیین ظرفیت بهینه واحدهای تولید پراکنده در میکروگرید برای افزایش قابلیت اطمینان سیستم با استفاده از الگوریتم اجتماع ذرات	روح اللهی	بابک
مقاله	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	بابک روح اللهی-وحید روح اللهی- نسیم راستگو	مکان یابی و تعیین ظرفیت بهینه واحدهای تولید پراکنده در میکروگرید برای افزایش قابلیت اطمینان سیستم با استفاده از الگوریتم اجتماع ذرات	روح اللهی	وحید
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشگاه زنجان	احمد روحانی- استاد راهنما : مهدی رثوفت استاد مشاور : مریم دهقانی	برنامه ریزی توسعه مرکب نیروگاه ها و خطوط انتقال با در نظر گرفتن تولیدات پراکنده	روحانی	احمد
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	Hossein Kord-Ahmad Rohani	An Integrated Hybrid Power Supply for Off-Grid Applications Fed by Wind/Photovoltaic/Fuel Cell Energy Systems	روحانی	احمد
پایان نامه	1387	مجتمع آموزش عالی فنی و مهندسی نوشیروانی	ایمان خنکدارطراسی؛ استاد راهنما: عبدالرضا شیخ الاسلامی؛ استاد مشاور: جواد روحی؛ استاد مشاور: سعید لسان	اثر تولید پراکنده بر قابلیت اطمینان و شاخصهای کیفیت توان	روحی	جواد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1386	مجتمع آموزش عالی فنی و مهندسی نوشیروانی	نگارش علیرضا حقانی؛ استاد راهنما: جواد روحی؛ استاد مشاور: عبدالرضا شیخ الاسلامی	تعیین ذخیره گردان اقتصادی با توجه به ارزش قابلیت اطمینان در سیستمهای قدرت تجدید ساختاریافته	روحی	جواد
مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	رضا یزدانی-عبدالرضا شیخ الاسلامی-جواد روحی	جایابی منابع تولید پراکنده جهت بهبود قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم ژنتیک	روحی	جواد
پایان نامه	1390	دانشگاه صنعتی شیراز	محمد امین اکبری- استاد راهنما : علیرضا روستا-استاد مشاور : جمشید آقائی	برنامه ریزی چند هدفه توسعه تولید با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان در سیستم های تجدید ساختار یافته	روستا	علیرضا

مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	محمدامین اکبری-مجید نیری پور- علی رضا روستا-محمد ارجمند	بررسی قابلیت اطمینان و پاسخ دینامیکی توربینهای بادی نوع ژنراتور القائی از دو سو تغذیه با استفاده از کنترل فضای برداری به روش SVPWM	روستا	علیرضا
مقاله	2013	Electric Power Systems Research	Jamshid Aghaei; Mohammad Amin Akbari; Alireza Roosta; Amir Baharvandi	Multiobjective generation expansion planning considering power system adequacy	روستا	علیرضا
مقاله	2012	International Transactions on Electrical Energy Systems	Jamshid Aghaei; Alireza Roosta	Reliability constrained multi-period generation expansion planning of electrical energy resources using MILP	روستا	علیرضا
پایان نامه	1383	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	ری شهری؛ استاد راهنما: عبدالحسین نیکجو	قابلیت اطمینان در سیستمهای اندازه گیری نیروگاه گازی	ری شهری	
مقاله	1387	همایش ملی سوخت، انرژی و محیط زیست	مریم حسینی واریانی-مرتضی محمدی اردهالی-غلامحسین ریاحی دهکردی	مدل سازی و بررسی بهره برداری همزمان از انرژی فتوولتائیک و باد جهت تامین بار مشخص بر اساس قابلیت اطمینان و هزینه اقتصادی	ریاحی دهکردی	غلامحسین
پایان نامه کارشناسی ارشد	1391	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	محمد حسین اعتصامی، مرتضی محمدی اردهالی (استاد راهنما)، غلامحسین ریاحی دهکردی (استاد راهنما)	بهبود سازی پیکربندی سیستم ترکیبی مستقل از شبکه باد/خورشید/باتری با لحاظ قیود قابلیت اطمینان و هزینه سالیانه به کمک الگوریتم بهینه سازی رقابت استعماری ب هبود یافته	ریاحی دهکردی	غلامحسین
پایان نامه کارشناسی ارشد	1386	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	فاطمه جهانبانی اردکانی، غلامحسین ریاحی دهکردی (استاد راهنما)، م هرداد عابدی (استاد مشاور)	بهبود پارامترهای طراحی سیستم ترکیبی باد-خورشید-باتری-شبکه با در نظر گرفتن قیود قابلیت اطمینان، اقتصادی و انتشار خطای سیستم در محاسبات	ریاحی دهکردی	غلامحسین
پایان نامه کارشناسی ارشد	1387	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	علی کاشفی کاویانی، غلامحسین ریاحی دهکردی (استاد راهنما)، ش هرام منتصر کوهساری (استاد مشاور)	طراحی اقتصادی یک نیروگاه مختلط بادی-خورشیدی با در نظر گرفتن PSO شاخص های قابلیت اطمینان و با استفاده از الگوریتم هوشمند	ریاحی دهکردی	غلامحسین
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	Fatemeh Jahanbani Ardakani-Gholamhossein Riahy Dehkordi-Mehrdad Abedi	Optimal sizing of a stand-alone hybrid system for south-west of Iran-case study	ریاحی دهکردی	غلامحسین
مقاله	2010	18th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2010	Fatemeh Jahanbani Ardakani-Gholamhossein Riahy Dehkordi-Mehrdad Abedi	Design of an optimum hybrid renewable energy system considering reliability indices	ریاحی دهکردی	غلامحسین
مقاله	2010	9th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2010	Fatemeh Jahanbani Ardakani-Gholamhossein Riahy Dehkordi-Mehrdad Abedi	Optimal sizing of a grid-connected hybrid system for north-west of Iran-case study	ریاحی دهکردی	غلامحسین
مقاله	2009	Renewable Energy	Ali Kashefi Kaviani; Gholamhossein Riahy	Optimal design of a reliable hydrogen-based stand-alone wind/PV generating system, considering component outages	ریاحی	غلامحسین

			Dehkordi; Shahram Montaser Kouhsari		دهکردی	
مقاله	2010	International Review of Electrical Engineering	Fatemeh Jahanbani Ardakani-Gholamhossein Riahy Dehkordi-Mehrdad Abedi	Optimal Sizing of a Stand-Alone Hybrid Wind/PV/Battery System Considering Reliability Indices Accompanied by Error Propagation Assessment.	ریاحی دهکردی	غلامحسین
مقاله	2012	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Ehsan Reihani-Ali Sarikhani-Moez Davodi- Mehdi Davodi	Reliability based generator maintenance scheduling using hybrid evolutionary approach	ریحانی	احسان
مقاله	2008	The International Conference on Electrical Engineering	Ehsan Reihani-Majid Oloomi Buygi-Mahdi Banejad	Generation Maintenance Scheduling Using Hybrid Evolutionary Approach	ریحانی	احسان
مقاله	2010	International Energy Conference and Exhibition (EnergyCon), 2010 IEEE	Ehsan Reihani-Moez Davodi-Mehdi Najjar- Reza Norouzizadeh	Reliability based generator maintenance scheduling using hybrid evolutionary approach	ریحانی	احسان
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشگاه زنجان	احمد روحانی - استاد راهنما : مهدی رثوفت استاد مشاور : مریم دهقانی	برنامه ریزی توسعه مرکب نیروگاه ها و خطوط انتقال با در نظر گرفتن تولیدات پراکنده	رثوفت	مهدی
مقاله	2011	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mehdi Raofat	Simultaneous allocation of DGs and remote controllable switches in distribution networks considering multilevel load model	رثوفت	مهدی
مقاله	2008	2nd International Power and Energy Conference, 2008. PECon 2008. IEEE	Ahmad Fallah Khoshbakht-Mehdi Raofat	Optimal allocation of DGs and RCSs to improve distribution network reliability and network energy loss	رثوفت	مهدی
مقاله	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	فرزاد رئیسی-غضنفر شاهقلیان- بهادر فانی محمدآبادی	تعیین نوع و ظرفیت بهینه ژنراتورهای توربین بادی در سیستم قدرت با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و هزینه	رئیس	فرزاد
مقاله		اولین کنفرانس انرژی های تجدیدپذیر و تولید پراکنده	کاظم زارع، سیدمهدی مهانی	جایابی همزمان منابع تولید پراکنده و خازنها به منظور بهبود قابلیت اطمینان و کاهش تلفات شبکه های توزیع	زارع	کاظم
مقاله	1390	سومین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	مهدی حسن نیا خیبری-کاظم زارع	بهبود قابلیت اطمینان شبکه های توزیع دارای منابع تولیدپراکنده با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی	زارع	کاظم
مقاله	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	جعفر جعفرزاده-کاظم زارع	بررسی تاثیر اتوماسیون در قابلیت اطمینان شبکه های توزیع با حضور منابع تولید پراکنده و مطالعه موردی آن در شبکه امور برق روشنایی شرکت توزیع نیروی برق تبریز	زارع	کاظم
مقاله	2008	International Universities Power Engineering Conference (UPEC 2008), Padova, Italy	Ashkan Yousefi, Ebrahim Shayesteh, Kazem Zare, S. J. Kazempour, Mohsen Parsa Moghaddam, Mahmoud Reza Haghifam	Risk Based Spinning Reserve Allocation Considering Emergency Demand Response Program	زارع	کاظم
مقاله	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	Ali Nowrouzi-Abolfazl Shirzad Siboni- Mohammad Taghi Zafranchizadeh	Assessment of O&M Cost and Reliability of Wind Turbine System by Markov chain model	زعفرانچی زاده	محمد تقی

جواد	زهروند حاجی آبادی	بررسی تاثیر تولید پراکنده بر شاخص‌های قابلیت اطمینان در سطح HLI با در نظر گرفتن اتفاقات در شبکه‌های توزیع	جواد زهروند حاجی آبادی - استاد راهنما : محمود رضا حقی فام	دانشگاه تربیت مدرس	1389	پایان نامه
حسن	زیبا	محاسبه خسارت خاموشی از دید مصرف کنندگان خانگی، تجاری، کشاورزی و عرضه کننده انرژی الکتریکی	سارا صاحب زمانی (مدیر پروژه)، فرخ امینی، نازنین خسروی زنجانی، حسن زیبا، پیام نظافت، غلامرضا و نفراد	شرکت برق منطقه ای تهران	1385	پروژه
روح الامین	زینلی	ارائه روشی جدید برای تخصیص توان راکتیو به واحدهای تولیدی بر مبنای افزایش قابلیت اطمینان	روح الامین زینلی - محمدحسین جاویدی	پانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	1386	مقاله
ذکیه	سادات موسوی	جایابی واحدهای تولید پراکنده با هدف بهبود قابلیت اطمینان و کاهش هزینه	ذکیه سادات موسوی؛ استاد راهنما : یوسف علی نژاد برمی	دانشکده برق و کامپیوتر - دانشگاه سمنان	1390	پایان نامه
سید محمد باقر	ساداتی	Investigating impacts of distributed generation on distribution networks reliability: A mathematical model	Iman Khonakdar Tarsi-Abdolreza Sheikholeslami-Taghi Barforoushi-Seyed Mohammad Bagher Sadati	Electric Power Quality and Supply Reliability Conference (PQ), 2010	2010	مقاله
جواد	ساده	Size optimization of new hybrid stand-alone renewable energy system considering a reliability index	Mohsen Bashir-Javad Sadeh	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	2012	مقاله
جواد	ساده	Optimal sizing of hybrid wind/photovoltaic/battery considering the uncertainty of wind and photovoltaic power using Monte Carlo	Mohsen Bashir- Javad Sadeh	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	2012	مقاله
قلیچ	سارلی	تعیین اندازه بهینه سیستم تولید انرژی ترکیبی بادی- دیزلی برای تأمین بار یک منطقه مستقل از شبکه	سعید حکیمی گیلانی- حسین افراخته- قلیچ سارلی	کنفرانس فناوری شبکه های الکتریکی هوشمند	1391	مقاله
علی	ساریخانی	Reliability based generator maintenance scheduling using hybrid evolutionary approach	Ehsan Reihani-Ali Sarikhani-Moez Davodi-Mehdi Davodi	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	2012	مقاله
سارا	ساکتی	محاسبه قابلیت اطمینان برای تجهیزات توربوماشینی	سارا ساکتی	دومین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب یابی	1386	مقاله
	سامانی	Reliability Evaluation of Wind Turbine Generation Units	Arash Ehsani, Ali Mohammad Ranjbar, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, S. C. Samani	International Conference on Technical and Physical Problems in Power Engineering, TPE-2006, Ankara, Turkey	2006	مقاله
تقی	سامی	Optimal placement of DGs for reliability and loss evaluation using DiGSILENT software	Taghi Sami-Seyyed Mehdi Mahaei-M. T. Hashemi Namarvar-H. Iravani	10th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2011	2011	مقاله
تقی	سامی	Simultaneous placement of distributed generations and capacitors with multi-objective function	Seyyed Mehdi Mahaei-Taghi Sami-Amir Shilebaf-Jafar Jafarzadeh	Proceedings of 17th Conference on Electrical Power Distribution Networks (EPDC), 2012	2012	مقاله
محمد صادق	سپاسیان	برنامه‌ریزی توسعه شبکه - فوق توزیع در حضور مزارع بادی با در نظر گرفتن مدل ترکیبی برای قابلیت	محمدحسین عابدی؛ استاد راهنما :	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	1391	پایان نامه (کارشناسی)

ارشد)			محمد صادق سیاسیان؛ استاد مشاور: داود فرخزاد	اطمینان سیستم		
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	علیرضا عابدی؛ استاد راهنما: محمد صادق سیاسیان	مدل سازی منابع انرژی تجدیدپذیر (بادی و خورشیدی) به منظور مطالعات قابلیت اطمینان در سطح HLI با استفاده از روش مونت کارلو	سیاسیان	محمد صادق
طرح پژوهشی	1386	مرکز مطالعات و برنامه ریزی شبکه های قدرت)دانشگاه تربیت مدرس(	مدیر: محمد صادق سیاسیان	مطالعات کفایت سنجی و بهبود کفایت شبکه برق جنوب شرق کشور	سیاسیان	محمد صادق
کتاب	2011	springer	Hossein Seifi - Mohammad Sadegh Sepasian	Electric Power System Planning - Issues, Algorithms and Solutions	سیاسیان	محمد صادق
پایان نامه کارشناسی ارشد	1377	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	محمد پورگل محمد، فرامرز معطر (استاد راهنما)، کامران سپانلو (استاد مشاور)	ارزیابی مقایسه ای قابلیت اعتماد سیستم برق اضطراری نیروگاه به روش PSA و مارکوف	سپانلو	کامران
مقاله	1388	دومین کنفرانس ملی مهندسی برق	مرتضی شعبان زاده-علیرضا لطفی- مهرداد ستایش نظر	طراحی و توسعه بهینه شبکه فشار متوسط توزیع در شرایط حضور احتمالی منابع تولید پراکنده به منظور حفظ قابلیت اطمینان سیستم	ستایش نظر	مهرداد
مقاله	1388	دومین کنفرانس ملی مهندسی برق	علیرضا لطفی-مرتضی شعبان زاده- مهرداد ستایش نظر	تعیین بهینه زمان، مکان و ظرفیت منابع تولید پراکنده با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان در شبکه های ولتاژ متوسط	ستایش نظر	مهرداد
پایان نامه	1388	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	مرتضی شعبان زاده؛ استاد راهنما: مهرداد ستایش نظر	طراحی بهینه شبکه فشار متوسط توزیع در شرایط حضور احتمالی واحدهای تولید پراکنده مشترکان به منظور حفظ قابلیت اطمینان شبکه و با در نظر گرفتن مساله ترانزیت برق	ستایش نظر	مهرداد
مقاله	2012	2nd Iranian Conference on Smart Grids (ICSG), 2012	Mohammad Mahdi Mojarrad Kahani-Seyed Mojtaba Sajjadi- Hooman Tafvizi Zavareh	A wind farm's reliability and effects of the wind farm on a distribution grid's reliability indices	سجادی	سید مجتبی
مقاله		دو ماهنامه هوش مصنوعی و ابزار دقیق، شماره ۳ (پیاپی ۱۵)	عبدالرضا رضایی فر، علی اشرف مدرس، فرح جعفرزاد، مهدی سجودی، حمیدرضا مؤمنی	امکان سنجی به کار گیری سامانه های کنترل مبتنی بر فیلدباس در نیروگاههای حرارتی	سجودی	مهدی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1387	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین	نگارش قدرت سربازی؛ استاد: راهنما نجفی؛ استاد مشاور: شوندی	استقرار سیستم نگهداری و تعمیرات با رویکرد قابلیت اطمینان (RCM) بر روی توربینهای گازی شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت منطقه شمالغرب ایران	سربازی	قدرت
مقاله	1392	دومین کنفرانس بین المللی مدیریت پسماند بازیافت و بیومس	محمد جزینی-میثم کشاورز-مسعود سرباک-حسن قوری زری	بررسی میزان اهمیت انرژی تولیدی مولد های بیومس در شبکه برق	سرباک	مسعود
مقاله	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	امیر صفدریان-محمود فتوحی فیروزآباد-محمدحسین سرپرنده- معین معینی اقطاعی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم مرکب تولید و انتقال با استفاده از روش شبیه سازی مونت کارلو هوشمند	سرپرنده	محمدحسین
مقاله	2011	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	Mohammad Hossein Sarparandeh; Moein Moeini-Aghaie; Payman Dehghanian; Iraj Harsini; Ahmad Haghani	Feasibility study of operating an autonomous power system in presence of wind turbines, A practical experience in Manjil, Iran	سرپرنده	محمدحسین

مقاله	2011	19th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2011	Amir Safdarian, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Mohamad Hosein Sarparandeh, Moein Moeini-Aghtaie	Composite Generation and Transmission System Reliability Assessment Using Intelligent Monte Carlo Simulation Method	سرپرنده	محمدحسین
مقاله	2010	Proceedings of the CIGRE Canada, Vancouver, Canada, 2010.	Amir Safdarian, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Mohammad Hossein Sarparandeh, Moein Moeini-Aghtaie	Composite System Reliability Assessment Using Intelligent Contingency Selection	سرپرنده	محمدحسین
مقاله	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	وحید رشتچی-کاظم مظلومی-عباس سرداری	جایابی بهینه تولیدات پراکنده در شبکه های توزیع برای بهبود قابلیت اطمینان به کمک الگوریتم قورباغه	سرداری	عباس
پایان نامه				تاثیرات جایابی تولیدات پراکنده بر میزان قابلیت اطمینان با منظور کردن اثر ادوات حفاظتی	سرداری	عباس
پروژه	1391	کمیته مرکزی شرکت برق منطقه ای زنجان	مدیر پروژه: عباس سرداری، کاظم مظلومی، ابوالفضل جلیلووند، شهرام محمدی، رضا نوروزیان، سجاد مهربانی (ناظر)	تاثیرات جایابی تولیدات پراکنده بر میزان قابلیت اطمینان با منظور کردن اثر ادوات حفاظتی	سرداری	عباس
مقاله	2000	Engineering Management Society, 2000. Proceedings of the 2000 IEEE	Seyed Mohammad Taghi Bathaee-Soroosh Sorooshian	Reliability analysis of auxiliary service system of steam power plant in Iran	سروشیان	سروش
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	فربرز اقتدارنیا؛ ابراهیم کریمی؛ مجید فلاح-اصغر سعادت	برنامه ریزی ظرفیت سیستم تولید بر اساس شاخصهای قابلیت اطمینان	سعادت	اصغر
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشگاه صنعتی شریف	سیامک خاکسار حقانی دهکردی؛ استاد راهنما: محمد حسن سعیدی؛ استاد راهنما: سیامک کاظم زاده حناتی	ارزیابی قابلیت اطمینان در بویلر بازیاب نیروگاه های حرارتی سیکل ترکیبی	سعیدی	محمدحسن
مقاله			مرتضی سعیدی و حسین سیفی	ارزیابی امنیت استاتیکی و دینامیکی سیستم قدرت بر اساس ریسک و بهبود آن به وسیله برنامه ریزی مجدد تولید	سعیدی	مرتضی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشکده مهندسی - دانشگاه شهید چمران اهواز	مهدی بغدادی- استاد راهنما : علی سعیدیان- استاد مشاور : مسعود مقدس تفرشی	بهره برداری بهینه از شرکت های توزیع در بازار رقابتی با حضور نیروگاه های تولید پراکنده و بارزدایی	سعیدیان	علی
مقاله	1389	اولین همایش منطقه ای مهندسی برق	علی سعیدیان-بهرام نوشاد-محمدصادق جوادی	امکان سنجی نیروگاه تلمبه ذخیره ای برای شبکه برق خوزستان با در نظر گرفتن شبکه سراسری برق ایران با قید قابلیت اعتماد	سعیدیان	علی
مقاله	2009	International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2009. IEEM 2009. IEEE	Ali Saidian-Mohamad Amiri-Mina Sheikholeslami	The evaluation of reliability indices of a restructured distribution system considering the reserve agreement	سعیدیان	علی
مقاله	2009	Compatibility and Power	Ali Saidian-Mohamad	A novel technique to reliability evaluation considering priority of load	سعیدیان	علی

		Electronics, 2009. CPE '09	Amiri	curtailment for deregulated distribution system		
مقاله	2010	SOURCE	Mahdi Baghdadi-S. S. Mortazavi-A. Saidian	Reliability Based Unit Commitment of a Distribution Company with Integrations of Probabilistic Wind Farm and Spinning Reserve Based on Benders Decomposition Method.	سعیدیان	علی
مقاله	2011	International Review of Electrical Engineering	Mahdi Baghdadi-S. S. Mortazavi-A. Saidian	Optimal Power Management of a DISCO with Integrations of Reliability Considerations and Wind Farm Based on Benders Decomposition	سعیدیان	علی
مقاله	2012	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mobin Sefidgaran-Mohammad Mirzaie-Ataollah Ebrahimzadeh	Reliability model of the power transformer with ONAF cooling	سفیدگران	مبین
مقاله				برنامه ریزی قابلیت اطمینان مقید مشارکت نیروگاه ها در حضور نیروگاه های بادی با قابلیت کلیدزنی خطوط انتقال و در نظر گرفتن پیشامدهای اتفاقی	سفیدگر دزفولی	علی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	نگارش مهدی سلامی لمراسکی ؛ استاد راهنما: عبدالرضا ربیعی ؛ استاد مشاور: امین حاجی‌زاده	برنامه‌ریزی در مدار قرار گرفتن واحدهای حرارتی و برق آبی مقید به قیود قابلیت اطمینان در محیط تجدید ساختار یافته	سلامی لمراسکی	مهدی
مقاله	1388	هفتمین همایش ملی انرژی	محمودرضا حقی فام-سینا سلطانی	بررسی تأثیر نیروگاه بادی بر قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت	سلطانی	سینا
مقاله	1388	اولین کنفرانس انرژی های تجدیدپذیر و تولید پراکنده	محمود رضا حقی فام ، سینا سلطانی	پیش بینی شاخص های قابلیت اطمینان در شبکه های شامل نیروگاه بادی با استفاده از الگوهای تکرار باد	سلطانی	سینا
مقاله	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	محمود رضا حقی فام، سینا سلطانی ، حسین دامرودی	ارائه روشی برای بررسی تاثیر نصب نیروگاه بادی در نقاط مختلف ایران بر شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه	سلطانی	سینا
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	سینا سلطانی-محمودرضا حقی فام-آرش محدثی	برآورد بلندمدت قابلیت اطمینان در شبکه های متصل به نیروگاه بادی با بهره گیری از الگوهای تکرار باد	سلطانی	سینا
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	سینا سلطانی-محمودرضا حقی فام	روشی جدید در تعیین ظرفیت معادل نیروگاههای بادی بر مبنای شاخصهای قابلیت اطمینان	سلطانی	سینا
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Mahmoud Reza Haghifam-Sina Soltani	Reliability models for wind farms in generation system planning	سلطانی	سینا
مقاله	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مالک سلطانی نژاد-زهره شریفی	جایابی بهینه تولیدات پراکنده و کلیدهای کنترل از راه دور جهت انجام بهینه اتوماسیون در شبکه توزیع	سلطانی نژاد	مالک
پایان نامه	1387	دانشگاه فردوسی مشهد	محمود سلیمانپور مقدم	تخصیص رزرو بر مبنای روش معادلسازی شبکه ای قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم ژنتیک	سلیمانپور مقدم	محمود
مقاله	2012	Energy	Mehdi Nikzad-Babak Mozafari-Mahdi Bashirvand-Soodabeh Solaymani-Ali Mohamad Ranjbar	Designing time-of-use program based on stochastic security constrained unit commitment considering reliability index	سلیمانی	سودابه
مقاله	2008	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Soodabeh Solaymanii-Ali Mohamad Ranjbar-Alireza Shirani	Strategic bidding of generating units in competitive electricity market with considering their reliability	سلیمانی	سودابه
مقاله	2012	Life Science Journal	Mojtaba Shirvani-Ahmad	Calculation of generation system reliability index: Expected Energy Not	سلیمی	اسدالله

			Memaripour-Mostafa Abdollahi-Asadollah Salimi	Served		
کتاب			مترجم: محمدحسین سلیمی نمین	استراتژیهای تعمیرات و نگهداری و قابلیت اطمینان	سلیمی نمین	محمدحسین
مقاله	1377	سیزدهمین کنفرانس بین المللی برق	علیرضا سهرابی	محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان برنامه تعمیرات سالیانه واحدهای نیروگاهی	سهرابی	علیرضا
مقاله	2013	Proceedings of the 2013 International Conference on Energy, Environment, Ecosystems and Development	Ali Reza Sohrabi	ECONOMIC ANALYSIS OF A PUMPED STORAGE PROJECT FOR IRAN GENERATING SYSTEM BASED ON A DYNAMIC MODELING	سهرابی	علیرضا
مقاله		فصلنامه علوم و فناوری دریا ، سال شانزدهم، شماره ۵۱	محمد وریج کاظمی، اسماعیل شریفی، محمد رضا سهیلی فر، شهریار تمندانی	بهبود شاخص SAIDI سیستم با استفاده از مکان یابی بهینه منابع انرژی تجدیدپذیر به کمک الگوریتم ژنتیک	سهیلی فر	محمد رضا
مقاله			مرتضی سعیدی؛ حسین سیفی	ارزیابی امنیت استاتیکی و دینامیکی سیستم قدرت بر اساس ریسک و بهبود آن به وسیله برنامه ریزی مجدد تولید	سیفی	حسین
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1388	دانشگاه تربیت مدرس	مازیار یزدانی دماوندی؛ استاد راهنما : حسین سیفی؛ استاد مشاور : میر محسن پدرام	برنامه ریزی تعمیر و نگهداری واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن اثر بهره برداری از شبکه گاز	سیفی	حسین
کتاب	1384	مرکز ملی مطالعات و برنامه ریزی شبکه های قدرت	حسین سیفی، غلامرضا یوسفی، میرمحسن پدرام	عملیات بازار در سیستم های قدرت	سیفی	حسین
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mohammad Amin Latify- Hossein Seifi-Habib Rajabi Mashhadi	An integrated model for generation maintenance coordination in a restructured power system involving gas network constraints and uncertainties	سیفی	حسین
کتاب	2011	springer	Hossein Seifi - Mohammad Sadegh Sepasian	Electric Power System Planning - Issues, Algorithms and Solutions	سیفی	حسین
مقاله	2011	International Review of Electrical Engineering	Ehsan Alishahi-M. Siah	Intelligent Reliability Constrained Unit Commitment with Wind Power Penetration: a Cost-Reliability-Emission Optimization.	سیاهی	محمد
پایان نامه			کوروش جناب- استاد راهنما : محمد سیدحسینی	توسعه سیستم های عرضه انرژی الکتریکی (مدلسازی-بهینه سازی و رشد قابلیت اطمینان)	سیدحسینی	محمد
پایان نامه			محمد سیدحسینی- نویسنده : کوروش جناب	برنامه ریزی بلند مدت سیاست های بهینه سازی توسعه مراکز نیروگاهی با استفاده از تکنیک گسترش جستجوی تابو تحت قابلیت اطمینان معین	سیدحسینی	محمد
مقاله				برنامه ریزی قابلیت اطمینان مقید مشارکت نیروگاه ها در حضور نیروگاه های بادی با قابلیت کلیدزنی خطوط انتقال و در نظر گرفتن پیشامدهای اتفاقی	سیف السادات	سید قدرت اله
پایان نامه	1391	دانشکده فنی - دانشگاه الزهراء علیها السلام	پرپسا باقری پارچین- استاد راهنما : محمدعلی صنیعی منفرد-استاد مشاور : مهدی سیف برقی	ارزیابی قابلیت اطمینان در شبکه های برق قدرت	سیف برقی	مهدی
پروژه			مدیر پروژه: آزاده شالودگی	بررسی و شناسایی عوامل موثر بر انرژی توزیع نشده در استان کردستان (سنندج) و تعیین هزینه واقعی انرژی توزیع نشده از دید مشترک در تعرفه های مختلف	شالودگی	آزاده

پایان نامه (کارشناسی ارشد)		دانشگاه تبریز	رسول کنارنگی؛ استاد راهنما؛ غلامعلی شابدی	بررسی قابلیت اطمینان نیروگاههای حرارتی بمنظور افزایش بهره وری آنها	شابدی	غلامعلی
مقاله	2010	3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), 2010	Reza Shakerian-Hamid Tavakkolaii-Seyyed Hossein Kamali-Maysam Hedayati	Improved genetic algorithm for loss and simultaneously reliability optimization in radial distribution systems	شاکریان	رضا
مقاله پژوهشی	1392	سعید شاه رضایی؛ علی اصغر قدیمی؛ مجید گندمکار؛ مجید معظمی؛ ساناز شاه حیدری؛ علیرضا افشاری مقدم		ارزیابی قابلیت اعتماد شبکه برق منطقه ای باختر و بررسی راهکارهای بهبود شاخصهای قابلیت اعتماد آن	شاه حیدری	ساناز
مقاله	1392	سومین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	سعید شاه رضایی-علی اصغر قدیمی-مجید معظمی	ارزیابی تاثیر نصب منابع تولید پراکنده بر روی شاخصهای قابلیت اعتماد شبکه برق منطقه ای باختر	شاه رضایی	سعید
مقاله پژوهشی	1392	سعید شاه رضایی؛ علی اصغر قدیمی؛ مجید گندمکار؛ مجید معظمی؛ ساناز شاه حیدری؛ علیرضا افشاری مقدم		ارزیابی قابلیت اعتماد شبکه برق منطقه ای باختر و بررسی راهکارهای بهبود شاخصهای قابلیت اعتماد آن	شاه رضایی	سعید
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1384	دانشگاه صنعتی شریف	عباس شاهزاده- استاد راهنما؛ محمود فتوحی فیروزآباد	برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری واحدهای تولید در سیستم های تجدید ساختار یافته	شاهزاده	عباس
مقاله	2013	Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences	Mahmud Fotuhi-Firuzabad; Farrokh Aminifar; Abbas Shahzadeh	Reliability-based maintenance scheduling of generating units in restructured power systems	شاهزاده	عباس
مقاله	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	فرزاد رئیسی-غضنفر شاهقلیان- بهادر فانی محمدآبادی	تعیین نوع و ظرفیت بهینه ژنراتورهای توربین بادی در سیستم قدرت با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و هزینه	شاهقلیان	غضنفر
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشگاه صنعتی شریف	زاگرس شاهوی؛ استاد راهنما؛ علی عباسپور تهرانی فرد؛ استاد مشاور؛ محمود فتوحی فیروز آباد	ارزیابی اثر کاربرد سیستم ذخیره ساز انرژی به همراه نیروگاه بادی بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت	شاهوی	زاگرس
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	زاگرس شاهوی-علی عباسپور تهرانی فرد-محمود فتوحی فیروزآباد-آذین اصلانی	ارزیابی اثر سیستم ذخیره ساز انرژی به همراه نیروگاه بادی بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت	شاهوی	زاگرس
مقاله	2011	IEEE PES Innovative Smart Grid Technology Conference (ISGT2011 Asia), Curtin University of Technology, Perth, Australia	Zagros Shahooei, Ali Abbaspour-Tehrani, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Reliability Improvement of power system due to Incorporating ESS with Wind Farm	شاهوی	زاگرس
مقاله	2010	25nd International Power System Conference, PSC 2010	Zagros Shahovee, Ali Abbaspour, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Azin Aslani	Impacts of Energy Storage Systems and Wind Power on System Reliability	شاهوی	زاگرس
مقاله	1390	اولین کنفرانس بین المللی و سومین کنفرانس ملی سد و نیروگاههای برق آبی	حسین شاهین زاده-جواد پورآباد-سیدامین فقهی	بررسی انواع مدل های ریاضی به منظور ارزیابی اثرات تعمیرات روی قابلیت اطمینان تجهیزات مکانیکی و الکتریکی موجود در نیروگاه های برق آبی	شاهین زاده	حسین
مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	حسین شایقی-حسین حدادیان-	حل مسأله در مدار قرار گرفتن نیروگاهها با تلفیق قابلیت اطمینان شبکه های تولید و انتقال	شایقی	حسین

			سعید جلیل زاده			
مقاله	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	رامین صمدی-حسین شایقی- حیدرعلی شایانفر	جایابی بهینه واحدهای تولید پراکنده (DG) برای بهبود قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	شایقی	حسین
مقاله	1391	نخستین کنفرانس انرژی بادی ایران	سعید لطفی ترازویی-حسین شایقی-محمد قیامی-حسین کاظمی کارگر	تاثیر انرژی بادی به همراه منابع خورشیدی و دیزلی بر قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت ترکیبی	شایقی	حسین
مقاله	1391	کنفرانس فناوری شبکه های الکتریکی هوشمند	Farshid Mostofi-Hossein shayeghi-Ahad Jafari Zaree-Karamat Faraji	Feasibility study and optimal reliable design of renewable hybrid energy system for rural electrification in Iran	شایقی	حسین
مقاله	2009	Energy Conversion and Management	Saeid Jalilzadeh-Hossein shayeghi-Hossein Hadadian	Integrating generation and transmission networks reliability for unit commitment solution	شایقی	حسین
مقاله	2012	INTERNATIONAL JOURNAL of RENEWABLE ENERGY RESEARCH	Farshid Mostofi; Hossein Shayeghi	Feasibility and Optimal Reliable Design of Renewable Hybrid Energy System for Rural Electrification in Iran	شایقی	حسین
مقاله	1388	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	آرمان امینی بدر - محمود فتوحی فیروزآباد - حیدرعلی شایانفر-سعید عباسی زاده	حذف بار بهینه در شبکه های توزیع در حضور واحدهای تولید پراکنده برق جهت کاهش هزینه خاموشی مشترکین	شایانفر	حیدرعلی
مقاله	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	آرمان امینی-حیدرعلی شایانفر- محسن کلانتر-محمود فتوحی فیروزآباد	تحلیل قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع در حضور واحدهای تولید پراکنده	شایانفر	حیدرعلی
مقاله	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	رامین صمدی-حسین شایقی- حیدرعلی شایانفر	جایابی بهینه واحدهای تولید پراکنده (DG) برای بهبود قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	شایانفر	حیدرعلی
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	محمد طلوع خیامی-حیدرعلی شایانفر-احد کاظمی-ملیحه دستپاک	مدلسازی قابلیت اطمینان RPFC و اثر آن بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت	شایانفر	حیدرعلی
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	حامد احمدی-جمشید آقایی- حیدرعلی شایانفر	بررسی تاثیر برنامه پاسخگویی بار اضطراری (EDRP) برای بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان و قیمت نقطه های در سیستم های قدرت تجدیدساختاریافته	شایانفر	حیدرعلی
مقاله	2006	14th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2006	Arman Amini, Heidar Ali Shayanfar, Mohsen Kalantar, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Distribution System Reliability Assessment Incorporating Distributed Generations	شایانفر	حیدرعلی
مقاله	2008	International Conference on Power and Energy (PECon), 2008 IEEE	Ashkan Yousefi, Ebrahim Shayesteh, F. Daneshvar, Mohsen Parsa Moghaddam	A Risk -Based Approach for Provision of Spinning Reserve by Means of Emergency Demand Response Program	شایسته	ابراهیم
مقاله	2010	Energy	Ebrahim Shayesteh-Ashkan Yousefi-Mohsen Parsa Moghaddam	A probabilistic risk-based approach for spinning reserve provision using day-ahead demand response program	شایسته	ابراهیم

مقاله	2008	International Universities Power Engineering Conference (UPEC 2008), Padova, Italy	Ashkan Yousefi, Ebrahim Shayesteh, Kazem Zare, S. J. Kazempour, Mohsen Parsa Moghaddam, Mahmoud Reza Haghifam	Risk Based Spinning Reserve Allocation Considering Emergency Demand Response Program	شایسته	ابراهیم
مقاله	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	محمد رضا خرمی نژاد شیرازی- شاهرخ شجاعیان- جواد پورآباده	تعیین زمان اورهال بهینه و توزیع اقتصادی باردریک سیستم قدرت تجدیدساختار شده با استفاده از شاخصهای قابلیت اطمینان	شجاعیان	شاهرخ
مقاله	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	وحید کنزه فی- شاهرخ شجاعیان- جواد پورآباده	ارائه الگوریتمی برای برآورد قابلیت اطمینان سیستم های قدرت با احتساب رزرو گردان بهره برداری به روش بهینه سازی ازدحام ذرات	شجاعیان	شاهرخ
مقاله	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	وحید کنزه فی- شاهرخ شجاعیان- جواد پورآباده	برنامه ریزی به مدار آمدن واحدها با احتساب قابلیت اطمینان به روش بهینه سازی ازدحام ذرات	شجاعیان	شاهرخ
کتاب	1387	شرکت توزیع نیروی برق شهرستان اصفهان زیر مجموعه شرکت توانیر	تالیف: ریچارد ای. براون؛ ترجمه: شاهرخ شجاعیان؛ محمد اسماعیل همدانی گلشن	قابلیت اطمینان شبکه های توزیع برق	شجاعیان	شاهرخ
مقاله	2009	International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2009. IEEM 2009. IEEE	Ali Saidian-Mohamad Amiri-Mina Sheikholeslami	The evaluation of reliability indices of a restructured distribution system considering the reserve agreement	شیخ الاسلامی	مینا
مقاله			علی پیروی- امیر شریف یزدی	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه تولید و انتقال شمال خراسان	شریف یزدی	امیر
پایان نامه	1374	دانشگاه فردوسی مشهد	امیر شریف یزدی	شبیه سازی قابلیت اطمینان شبکه توزیع و ارزیابی شبکه تولید و انتقال شمال خراسان و شبکه توزیع مشهد	شریف یزدی	امیر
مقاله	1388	دومین کنفرانس نیروگاههای برق	اسماعیل شریفی آستانه- محمد وریج کاظمی- کامبیز عبدالملکی- سعید احمدی	جایابی و ظرفیت یابی بهینه واحدهای تولید پراکنده به منظور بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان تلفات و پروفیل ولتاژ با استفاده از الگوریتم ژنتیک	شریفی	اسماعیل
مقاله		فصلنامه علوم و فناوری دریا، سال شانزدهم، شماره ۵۱	محمد وریج کاظمی، اسماعیل شریفی، محمد رضا سهیلی فر، شهریار تمدانی	بهبود شاخص SAIDI سیستم با استفاده از مکان یابی بهینه منابع انرژی تجدیدپذیر به کمک الگوریتم ژنتیک	شریفی	اسماعیل
مقاله	1391	اولین کنفرانس اتوماسیون صنعت برق	مالک سلطانی نژاد- زهرا شریفی	جایابی بهینه تولیدات پراکنده و کلیدهای کنترل از راه دور جهت انجام بهینه اتوماسیون در شبکه توزیع	شریفی	زهرا
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین	داود حق شناس- استاد راهنما: فرزاد رضوی؛ استاد مشاور: مانی شریفی	ارائه مدل ارزیابی قابلیت اطمینان یک نیروگاه سیکل ترکیبی و ارائه راه حل جهت افزایش شاخص های قابلیت اطمینان سیستم یک نیروگاه سیکل ترکیبی (مورد کاوی نیروگاه سیکل ترکیبی منتظر قائم)	شریفی	مانی
مقاله	2013	22nd International Conference on Electricity Distribution	Maryam Youhannaei, Mahnaz Youhannaei, Mahmoud Reza Haghifam, Mohammad Esmail honarmand, A. Sharifi	CALCULATION AND ANALYSIS OF CUSTOMER DISSATISFACTION INDEX FOR RELIABILITY STUDIES IN GILAN ELECTRIC DISTRIBUTION NETWORK	شریفی	

مقاله	1388	دومین کنفرانس ملی مهندسی برق	مرتضی شعبان زاده-علیرضا لطفی- مهرداد ستایش نظر	طراحی و توسعه بهینه شبکه فشار متوسط توزیع در شرایط حضور احتمالی منابع تولید پراکنده به منظور حفظ قابلیت اطمینان سیستم	شعبان زاده	مرتضی
مقاله	1388	دومین کنفرانس ملی مهندسی برق	علیرضا لطفی-مرتضی شعبان زاده- مهرداد ستایش نظر	تعیین بهینه زمان، مکان و ظرفیت منابع تولید پراکنده با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان در شبکه های ولتاژ متوسط	شعبان زاده	مرتضی
پایان نامه	1388	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	مرتضی شعبان زاده؛ استاد راهنما : مهرداد ستایش نظر	طراحی بهینه شبکه فشار متوسط توزیع در شرایط حضور احتمالی واحدهای تولید پراکنده مشترکان به منظور حفظ قابلیت اطمینان شبکه و با در نظر گرفتن مساله ترانزیت برق	شعبان زاده	مرتضی
مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	مختار شعبانی-ابولفضل صفاری- عارف یگانه دوست-فواد رخشان	بهره گیری از آب عمق دریا جهت افزایش قابلیت اطمینان تولید واحدهای بخار و افزایش بازده واحدهای گازی نیروگاه نکا	شعبانی	مختار
پایان نامه		آرش شعبانی- استاد راهنما : حسین کاظمی کارگر		برنامه ریزی توسعه تولید بهینه با اعمال اثر قیود قابلیت اطمینان در محیط تجدید ساختار	شعبانی	آرش
مقاله	1386	کنفرانس سراسری بهینه سازی مصرف انرژی	ابراهیم شعرا	استفاده از تولید پراکنده در بالابردن قابلیت اطمینان شبکه در استان بوشهر	شعرا	ابراهیم
مقاله	1388	اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیر ساختها	احمد شکرالهی گاوزن - حسین عبداله زاده سنگرودی	قابلیت اطمینان تولید توان الکتریکی در سیستم های قدرت با نیروگاههای حرارتی و بادی	شکرالهی گاوزن	احمد
مقاله	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	shora Hosseinzadeh- Masoud Aliakbar-Golkar- Shokrollah Shokri-Amin Hajizadeh	RELIABILITY IMPROVEMENT AND LOSS REDUCTION OF DISTRIBUTION SYSTEM WITH DISTRIBUTED GENERATION	شکری	شکرالله
مقاله	1392	فصلنامه انرژی ایران، سال شانزدهم، شماره ۴۶	محمدحسین شمس، محسن کیا، بهداد مهدوی	مطالعات طراحی بهینه یک نیروگاه فتوولتائیک ۱۰۰ کیلوواتی متصل به شبکه در تهران با استفاده از نرم افزار PVSyst	شمس	محمدحسین
مقاله	1389	هفتمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع	نقیسه شمسی گمچی	مدلسازی و ارزیابی قابلیت اطمینان حادثه ی اتمی چرنوبیل	شمسی گمچی	نقیسه
مقاله	2014	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mohammad Hassan Moradi-Mohsen Eskandari-Hemen Showkati	A hybrid method for simultaneous optimization of DG capacity and operational strategy in microgrids utilizing renewable energy resources	شوکتی	
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1387	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین	نگارش قدرت سربازی ؛ استاد: راهنما نجفی ؛ استاد مشاور: شوندی	استقرار سیستم نگهداری و تعمیرات با رویکرد قابلیت اطمینان (RCM) بر روی توربینهای گازی شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت منطقه شمالغرب ایران	شوندی	
مقاله	2012	Power and Energy Society General Meeting, 2012 IEEE	Ehsan Alishahi-Mohsen Parsa Moghaddam- Mohammad Kazem Sheikh-El-Eslami	A system dynamics approach for evaluating the optimum value of reliability-based incentive mechanism for wind generation in GEP	شیخ الاسلامی	محمد کاظم
مقاله	2012	Life Science Journal	Mojtaba Shirvani-Ahmad Memaripour-Mostafa Abdollahi-Asadollah Salimi	Calculation of generation system reliability index: Expected Energy Not Served	شیروانی	مجتبی
مقاله	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	ندا مغربی-غلامحسین شیبسی- شهرام کریمی-حمدی عبدی	تاثیرسیستم فتوولتائیک در عملکرد شبکه توزیع در حضور بار مسکونی	شیبسی	غلامحسین
مقاله	1390	سومین کنفرانس ملی صنعت نیروگاههای	جلال شیشوانی	ارزیابی قابلیت اطمینان در نیروگاه حرارتی	شیشوانی	جلال

		حرارتی				
پایان نامه	1387	مجتمع آموزش عالی فنی و مهندسی نوشیروانی	ایمان خنکدارطراسی؛ استاد راهنما: عبدالرضا شیخ الاسلامی؛ استاد مشاور: جواد روحی؛ استاد مشاور: سعید لسان	اثر تولید پراکنده بر قابلیت اطمینان و شاخصهای کیفیت توان	شیخ الاسلامی	عبدالرضا
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1386	مجتمع آموزش عالی فنی و مهندسی نوشیروانی	نگارش علیرضا حقانی؛ استاد راهنما: جواد روحی؛ استاد مشاور: عبدالرضا شیخ الاسلامی	تعیین ذخیره گردان اقتصادی با توجه به ارزش قابلیت اطمینان در سیستمهای قدرت تجدید ساختاریافته	شیخ الاسلامی	عبدالرضا
مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	رضا یزدانی-عبدالرضا شیخ الاسلامی-جواد روحی	جایابی منابع تولید پراکنده جهت بهبود قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم ژنتیک	شیخ الاسلامی	عبدالرضا
مقاله	2010	Electric Power Quality and Supply Reliability Conference (PQ), 2010	Iman Khonakdar Tarsi- Abdolreza Sheikholeslami-Taghi Barforoushi-Seyed Mohammad Bagher Sadati	Investigating impacts of distributed generation on distribution networks reliability: A mathematical model	شیخ الاسلامی	عبدالرضا
مقاله	1385	نشریه علمی-پژوهشی برق	بابک مظفری، تورج امرایی، علیمحمد رنجبر، علیرضا شیرانی	مدیریت بهینه قطع بار در شبکه های قدرت تجدیدساختار شده برای جلوگیری از فروپاشی ولتاژ	شیرانی	علیرضا
مقاله	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	Arash Ehsani-Ali Mohammad Ranjbar- Alireza Shirani-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	A Proposed Method for Reliable Scheduling in Deregulated Power Systems	شیرانی	علیرضا
مقاله	2008	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Soodabeh Solaymanii-Ali Mohamad Ranjbar- Alireza Shirani	Strategic bidding of generating units in competitive electricity market with considering their reliability	شیرانی	علیرضا
مقاله	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	Ali Nowrouzi-Abolfazl Shirzad Siboni- Mohammad Taghi Zafranchizadeh	Assessment of O&M Cost and Reliability of Wind Turbine System by Markov chain model	شیرزاد سپینی	ابوالفضل
مقاله	2012	Proceedings of 17th Conference on Electrical Power Distribution Networks (EPDC), 2012	Seyyed Mehdi Mahaei- Taghi Sami-Amir Shilebaf-Jafar Jafarzadeh	Simultaneous placement of distributed generations and capacitors with multi-objective function	شيله باف	امیر
مقاله	1391	چهارمین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	سلمان نصرالهی-عباس صابری نوقایی	جایابی بهینه منابع تولید پراکنده بر نظر گرفتن منحنی تداوم بار	صابری نوقایی	عباس
پروژه	1385	شرکت برق منطقه ای تهران	سارا صاحب زمانی (مدیر پروژه)، فرخ امینی، نازنین خسروی زنجانی، حسن زیبا، پیام نظافت، غلامرضا وتفرداد	محاسبه خسارت خاموشی از دید مصرف کنندگان خانگی، تجاری، کشاورزی و عرضه کننده انرژی الکتریکی	صاحب زمانی	سارا
مقاله	2014	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mir Mohammad Reza Sahebi-Seyed Hamid	Stochastic security constrained unit commitment incorporating demand side reserve	صاحبی	میر محمد رضا

			Hosseini			
پایان نامه	1387	دانشگاه تربیت مدرس	مسعود صادقی	تعیین ظرفیت و محل منابع تولید پراکنده به منظور کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان	صادقی	مسعود
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	ثنا صادقی-پرهام جلیلی-حامد ده یادگاری-حسین هوشمندنی صفا	یک روش تحلیلی جهت ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم توزیع شامل DG	صادقی	ثنا
مقاله	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	لیلا جلیلی-مسعود صادقی خمامی-محمود فتوحی فیروزآباد	ارائه روشهای احتمالی و قطعی به منظور ارزیابی اثرات تعمیرات بر روی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع و مقایسه آنها	صادقی خمامی	مسعود
مقاله	2011	16th Electric Power Distribution Conference, April 19-20, 2011, Bandarabbas, Iran	Leila Jalili, Masoud Sadeghi-Khammami, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Reliability of Distribution Systems Considering Smart Collar Cells	صادقی خمامی	مسعود
مقاله	2013	Electric Power Systems Research	Sasan Golejjani, Taraneh Ghanbarzadeh, Fatemeh Sadeghi Nikoo, Mohsen Parsa Moghaddam	Reliability constrained unit commitment in smart grid environment	صادقی نیکو	فاطمه
پروژه	1381	پژوهشگاه نیرو	امیرحسین حاجی میرآقا (مدیر پروژه)، رضا براتی، الهام صادقیان سرخابی، ابوطالب نیازی، امیر فرشچیان صادقی، گئورگ قره پتیان	تعیین مدل ملی و بهینه شبکه مصرف داخلی نیروگاههای بخاری از دیدگاه تولید انرژی الکتریکی	صادقیان سرخابی	الهام
مقاله	1387	مجله انجمن مهندسين برق و الکترونیک ایران-سال پنجم-شماره اول	احمد صالحی دوبخشری-محمود فتوحی فیروزآباد	برنامه ریزی توسعه واحدهای تولیدی در حضور نیروگاههای بادی از نقطه نظر قابلیت اطمینان	صالحی دوبخشری	احمد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1387	دانشگاه صنعتی شریف	احمد صالحی دوبخشری؛ استاد راهنما: محمود فتوحی فیروزآباد	برنامه ریزی بهینه توسعه نیروگاههای بادی در سیستمهای قدرت از نقطه نظر قابلیت اطمینان	صالحی دوبخشری	احمد
مقاله	2009	IEEE Transactions on Energy Conversion,	Ahmad Salehi-Dobakhshari-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	A Reliability Model of Large Wind Farms for Power System Adequacy Studies	صالحی دوبخشری	احمد
مقاله	2012	IET Renewable Power Generation	Ahmad Salehi-Dobakhshari-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Integration of large-scale wind farm projects including system reliability analysis	صالحی دوبخشری	احمد
مقاله	2009	World Academy of Science, Engineering and Technology	Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Ahmad Salehi-Dobakhshari	Reliability-based Selection of Wind Turbines for Large-Scale Wind Farms	صالحی دوبخشری	احمد
مقاله	2008	Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers (IAEEE)	Ahmad Salehi Dobakhshari, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Generation Expansion Planning Incorporating Wind Farms from a Reliability Point of View	صالحی دوبخشری	احمد
پایان نامه	1391	دانشکده برق و کامپیوتر - دانشگاه شیراز	سید سلمان درخوش؛ استاد راهنما: حیدر صامت	یافتن اندازه و مکان بهینه منابع تولید پراکنده با احتساب قیود حفاظتی	صامت	حیدر
پایان نامه	1391	دانشگاه تبریز	نیما باقری فرح بخش؛ استاد راهنما : سید حسین حسینی؛ استاد مشاور	مدیریت بهینه توان در سیستم هیبریدی تولید توان الکتریکی PV/FC/Wind/Battery مجزا از شبکه قدرت	صباحی	مهران

			مهران صباحی :			
پایان نامه	1392	دانشگاه صنعتی شریف	حامد صبحی	پیاده سازی فرایند نگهداری و تعمیرات قابلیت اطمینان محور در نیروگاه های بخاری و سیکل ترکیبی	صبحی	حامد
مقاله	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	Shahab Dehghan-Hedayat Saboori-Mohsen Kalantar- Ahad Kazemi	Application of Differential Evolution Algorithm to Design a Hydrogen-based Wind/PV Plant Considering Reliability Indices	صبوری	هدایت
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1373	دانشگاه صنعتی شریف	سید محمد صدرالسادات زاده-استاد راهنما: دکتر مصطفوی	تدوین نظام نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه تجهیزات و تاسیسات نیروگاه شهید رجایی	صدرالسادات	سید محمد
پروژه	۱۳۹۰	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه ای خراسان	مدیر پروژه: مصطفی عیددانی، سید محسن صدر، کاظم عاملی، مرتضی ترابی، ساعد راعی، هادی مدقق	ارزیابی اثرات اضافه شدن واحدهای جدید بادی مصوب خواف در شبکه خراسان از نقطه نظر قابلیت اطمینان و پایداری شبکه	صدر	سید محسن
پایان نامه	1389	دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تهران	حامد صدری	تاثیر مدل های ریاضی در جهت بهینه سازی سیستم هیبرید فتوولتائیک دیزل و باتری، با در نظر گرفتن پارامتر قابلیت اطمینان	صدری	حامد
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mahdi Sedghi-Masoud Aliakbar-Golkar- MahmoodReza Haghifam	Distribution network expansion considering distributed generation and storage units using modified PSO algorithm	صدقی	مهدی
مقاله	1386	دهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	محسن صدیقی-محمدتقی عرب پارمحمدی-محمود فندرسکی- یوسف علی نژادبرمی	تاثیر نصب تولیدات پراکنده DG بر روی سطوح مختلف قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت	صدیقی	محسن
پایان نامه	1390	دانشگاه یزد	محمد مسعود میرجلیلی؛ استاد راهنما : علی رضا صدیقی؛ استاد مشاور : محمود رضا حقی فام	بررسی تاثیر منابع تولید پراکنده بر حفاظت های موجود در شبکه توزیع انرژی الکتریکی و ارائه راهکار مناسب برای آنها	صدیقی	علی رضا
مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	مختار شعبانی-ابولفضل صفاری- عارف یگانه دوست-فواد رخشان	بهره گیری از آب عمق دریا جهت افزایش قابلیت اطمینان تولید واحدهای بخار و افزایش بازده واحدهای گازی نیروگاه نکا	صفاری	ابولفضل
مقاله	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	رزم آرا ذاکری فر- شهرام جدید- فاطمه صفایی کوچکسرای	ارزیابی آثار مدیریت سمت تقاضا با استفاده از شاخصهای قابلیت اطمینان	صفایی کوچکسرای	فاطمه
پایان نامه	1389	دانشگاه صنعتی شریف	امیر صفدریان؛ استاد راهنما: محمود فتوحی فیروزآباد	ارزیابی کفایت سیستم های مرکب تولید و انتقال با استفاده از آنالیز پس بهینگی	صفدریان	امیر
مقاله	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	امیر صفدریان-محمود فتوحی فیروزآباد-محمدحسین سرپرند- معین معینی اقطاعی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم مرکب تولید و انتقال با استفاده از روش شبیه سازی مونت کارلو هوشمند	صفدریان	امیر
مقاله	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	محمد رستگار-محمود فتوحی فیروزآباد-امیر صفدریان	روشی نوین برای محاسبه قابلیت اطمینان سیستم توزیع با مدل سازی سلول خورشیدی در یک شبکه هوشمند	صفدریان	امیر
مقاله	2012	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	Amir Safdarian-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Post Optimal Analysis application on the reliability evaluation of the Iran power grid	صفدریان	امیر
مقاله	2012	2nd Iranian Conference on Smart	Mohammad Rastegar-	A novel method to assess distribution system reliability considering smart	صفدریان	امیر

		Grids (ICSG), 2012	Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Amir Safdarian	solar cell		
مقاله	2012	IEEE Transactions on Power Systems	Amir Safdarian-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Farrok Aminifar	Compromising Wind and Solar Energies From the Power System Adequacy Viewpoint	صفدریان	امیر
مقاله	2014	IEEE Systems Journal	Amir Safdarian-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-M. Lehtonen	Benefits of Demand Response on Operation of Distribution Networks: A Case Study	صفدریان	امیر
مقاله	2012	2nd Iranian Conference on Smart Grids (ICSG), 2012	Mohammad Rastegar, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Amir Safdarian	A Novel Method to Assess Distribution System Reliability Considering Smart Solar Cell	صفدریان	امیر
مقاله	2011	16th Electric Power Distribution Conference, April 19-20, 2011, Bandarabbas, Iran	Mohammad Rastegar, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Amir Safdarian	Reliability of Distribution Systems Considering Smart Solar Cells	صفدریان	امیر
مقاله	2011	19th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2011	Amir Safdarian, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Mohamad Hosein Sarparandeh, Moein Moeini-Aghtaie	Composite Generation and Transmission System Reliability Assessment Using Intelligent Monte Carlo Simulation Method	صفدریان	امیر
مقاله		IEEE Transactions on Smart Grid	Farrok Aminifar, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Mohammad Shahidehpour, Amir Safdarian	Power System Reliability Assessment Incorporating Monitoring/Control System Malfunction	صفدریان	امیر
مقاله	2012	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	Amir Safdarian, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Post Optimal Analysis Application on the Reliability Evaluation of the Iran Power Grid	صفدریان	امیر
مقاله	2011	19th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2011	Mohammad Rastegar, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, and Amir Safdarian	A Novel Method to Evaluate Distribution System Reliability Considering Solar Cell in a Smart Grid	صفدریان	امیر
مقاله	2011	16th Conference on Electrical Power Distribution Networks (EPDC), 2011	Mohammad Rastegar, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, and Amir Safdarian	Distribution System Reliability Assessment Considering Smart Solar Cell	صفدریان	امیر
مقاله	2010	Proceedings of the CIGRE Canada, Vancouver, Canada, 2010.	Amir Safdarian, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Mohammad Hossein Sarparandeh, and Moein Moeini-Aghtaie	Composite System Reliability Assessment Using Intelligent Contingency Selection	صفدریان	امیر
مقاله	2013	INTERNATIONAL JOURNAL of RENEWABLE ENERGY RESEARCH	Farshid Mostofi; Masoud Safavi	Application of ABC Algorithm for Grid-Independent Hybrid Hydro/Photovoltaic/Wind/Fuel Cell Power Generation System Considering Cost and Reliability	صفوی	مسعود
مقاله	2009	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	مهدی صمدی-حبیب رجبی	تعیین بهینه مقدار ظرفیت رزرو چرخان و توزیع آن بین واحدها با در نظر گرفتن حوادث احتمالی در	صمدی	مهدی

			مشهدی	سیستم قدرت		
مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	Mahdi Samadi-Mohammad Hossein Javidi-Mohammad Sadegh Ghazizadeh	The Effect of Time-Based Demand Response Program on LDC and Reliability of Power System	صمدی	مهدی
مقاله	1387	یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	رامین صمدی-حسین شایقی-حیدرعلی شایانفر	جایابی بهینه واحدهای تولید پراکنده (DG) برای بهبود قابلیت اطمینان شبکه های توزیع	صمدی	رامین
مقاله		مجله کیفیت و بهره وری صنعت برق ایران ، سال اول، شماره ۲	مهدی صمدی، محمد حسین جاویدی، محمد صادق قاضی زاده	مدلسازی دینامیک سرمایه گذاری در توسعه تولید با در نظر گرفتن پاسخگویی بار	صمدی	مهدی
مقاله		نشریه ی علمی برق	مهدی داورپناه، مجید صنایع پسند	روشی جدید برای بارزدایی بهینه در شبکه ی برق	صنایع پسند	مجید
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1388	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	الهوردی آزادرو، استاد راهنما: سعید جلیلزاده؛ استاد مشاور: محسن صنیعی	برنامه ریزی توسعه تولید با اعمال اثر قیود قابلیت اطمینان	صنیعی	محسن
مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	محمد صادق جوادی-محسن صنیعی-حبیب رجبی مشهدی	ارزیابی چندهدفه طرح های توسعه مزارع بادی در ناحیه جنوب غرب ایران از دیدگاه هزینه و قابلیت اطمینان	صنیعی	محسن
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	نگارش محمد طالبزاده ؛ استاد راهنما محسن صنیعی ؛ استاد مشاور حسن براتی	جایابی و اندازه بهینه تولیدات پراکنده جهت بهبود شاخص های قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع با استفاده از الگوریتم ACS	صنیعی	محسن
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	نگارش احسان طافی؛ استاد راهنما: امیرحسین رحمانی؛ استاد مشاور: محسن صنیعی	تاثیر استفاده از خودروهای الکتریکی با قابلیت اتصال به شبکه برق بر سائز بهینه واحدهای موجود در میکروشبکه و قابلیت اطمینان میکروشبکه	صنیعی	محسن
مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	Vahid Davatgaran-Seyed Saeedolah Mortazavi-Mohsen Saniei-Mohammad Khalifeh	Different Strategies of Interruptible Load Contracts Implemented in Reliability Constrained Unit Commitment	صنیعی	محسن
مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	Vahid Davatgaran-Seyed Saeedolah Mortazavi-Mohsen Saniei-Mohammad Khalifeh	Reliability Constrained Unit Commitment in a Deregulated Power System Using Different ptimization Methods	صنیعی	محسن
پایان نامه	1391	دانشکده فنی - دانشگاه الزهراء عليها السلام	پریسا باقری پارچین- استاد راهنما: محمدعلی صنیعی منفرد-استاد مشاور: مهدی سیف برقی	ارزیابی قابلیت اطمینان در شبکه های برق قدرت	صنیعی منفرد	محمدعلی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	غلامحسین عبدالهی؛ استاد راهنما: حسین صیادی؛ استاد مشاور: علی بهبهانی نیا	بهینه سازی چند هدفه اگزرزواکونومیکی و آلودگی سیستم تولید همزمان با قابلیت اطمینان	صیادی	حسین
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	نگارش احسان طافی؛ استاد راهنما:	تاثیر استفاده از خودروهای الکتریکی با قابلیت اتصال به شبکه برق بر سائز بهینه واحدهای موجود در	طافی	احسان

ارشد)			امیرحسین رحمانی؛ استاد مشاور: محسن صنیعی	میکروشبکه و قابلیت اطمینان میکروشبکه		
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1392	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات مازندران	نگارش مجتبی طالب پور چاری؛ استاد راهنما: هدی قریشی؛ استاد مشاور: میثم جعفری نوکندی	بررسی و مقایسه مدل های توربین های بادی و ارائه مدل بهینه از دیدگاه قابلیت اطمینان شبکه	طالب پور چاری	مجتبی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	نگارش محمد طالب زاده؛ استاد راهنما محسن صنیعی؛ استاد مشاور حسن براتی	جایابی و اندازه بهینه تولیدات پراکنده جهت بهبود شاخص های قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع با استفاده از الگوریتم ACS	طالب زاده	محمد
مقاله	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مرتضی طاهرخانی-حسن منصف	برنامه ریزی توسعه تولید در محیط تجدید ساختار یافته با در نظر گرفتن قیود قابلیت اطمینان	طاهرخانی	مرتضی
مقاله	1387	اولین کنفرانس نیروگاه های برق	مرتضی طاهرخانی-علی کریمی ورکانی-حسن منصف-اشکان رحیمی کیان	برنامه ریزی توسعه تولیدات پراکنده با در نظر گرفتن ناپیچینها با استفاده از آنالیز سلسله مراتبی	طاهرخانی	مرتضی
مقاله	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مرتضی طاهرخانی-محمود فتوحی فیروزآباد	اتصال بهینه مزرعه بادی به شبکه سیستان و اثرات آن بر شاخص های قابلیت اطمینان	طاهرخانی	مرتضی
مقاله	2011	26nd International Power System Conference, PSC 2011	Morteza Taherkhani, Mahmoud Fotuhi- Friuzabad	Optimal integration of Wind Farms to Sistan Network and its Impacts on Reliability	طاهرخانی	مرتضی
مقاله	2010	13th Iranian Students Conference in Electrical Engineering (ISCEE), Tehran, Iran	Masood Parvania, R. Dorostkar, S. Tabatabaee, M. Tasavvori	Reliability Assessment of Composite System Considering Station Related Outages	طباطبایی	
پایان نامه	1391	دانشگاه تبریز	فریدون عیدی نعمت آباد-استاد راهنما: مهرداد طرفدار حق استاد راهنما: محمد باقر بناء شریفیان	بررسی در مدار قرار گرفتن نیروگاه ها با لحاظ واحدهای بادی و تلمبه ای-ذخیره ای و در نظر گرفتن قیود احتمالاتی	طرفدار حق	مهرداد
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	محمد طلوع خیامی-حیدرعلی شایانفر-احد کاظمی-ملیحه دستپاک	مدلسازی قابلیت اطمینان RPFC و اثر آن بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت	طلوع خیامی	محمد
مقاله	2013	Annals of Nuclear Energy	M. Aghaie; A. Norouzi; A. Zolfaghari; A. Minuchehr; Z. Mohamadi Fard; R. Tumari	Advanced progressive real coded genetic algorithm for nuclear system availability optimization through preventive maintenance scheduling	طوماری	
مقاله	1384	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	محسن قاینی صوفی آبادی-مهدی ظریف-محسن محسنی-لیلا محسنی	کاربرد RCM در سیستم های قدرت و بکارگیری AHP در اولویت بندی تجهیزات	ظریف	مهدی
مقاله	1391	بیست و ششمین کنفرانس مهندسی برق ایران	محمد رشیدی؛ مهرداد عابدی؛ سیدحسین حسینیان	ارائه مدل جدید و تشریح بازار رزرو با در نظرگیری پارامترهای امنیت و قابلیت اطمینان با توجه به محدودیت های شبکه برق ایران	عابدی	مهرداد

پایان نامه کارشناسی ارشد	1386	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	فاطمه جهانبانی اردکانی، غلامحسین ریاحی دهکردی (استاد راهنما)، م مهرداد عابدی (استاد مشاور)	بهبود پارامترهای طراحی سیستم ترکیبی باد-خورشید-باتری-شبکه با در نظر گرفتن قیود قابلیت اطمینان، اقتصادی و انتشار خطای سیستم در محاسبات	عابدی	مهرداد
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	Fatemeh Jahanbani Ardakani-Gholamhossein Riahy Dehkordi-Mehrdad Abedi	Optimal sizing of a stand-alone hybrid system for south-west of Iran-case study	عابدی	مهرداد
مقاله	2010	18th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2010	Fatemeh Jahanbani Ardakani-Gholamhossein Riahy Dehkordi-Mehrdad Abedi	Design of an optimum hybrid renewable energy system considering reliability indices	عابدی	مهرداد
مقاله	2010	9th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2010	Fatemeh Jahanbani Ardakani-Gholamhossein Riahy Dehkordi-Mehrdad Abedi	Optimal sizing of a grid-connected hybrid system for north-west of Iran-case study	عابدی	مهرداد
مقاله	2010	International Review of Electrical Engineering	Fatemeh Jahanbani Ardakani-Gholamhossein Riahy Dehkordi-Mehrdad Abedi	Optimal Sizing of a Stand-Alone Hybrid Wind/PV/Battery System Considering Reliability Indices Accompanied by Error Propagation Assessment.	عابدی	مهرداد
مقاله	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	Sajjad Abedi-Hani Gharavi Ahangar-Mostafa Nick-Sayed Hossein Hosseinian	Economic and reliable design of a hybrid PV-wind-fuel cell energy system using differential evolutionary algorithm	عابدی	سجاد
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Ahmad Ghaderi Shamim- Mahmood-Reza Haghifam-S. M. Abedi	Application of Monte Carlo simulation in Markov process for reliability analysis	عابدی	سید مصطفی
مقاله	2014	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Seyyed Mostafa Abedi- Mahmoud Reza Haghifam	Second revenue stream for distributed generation in the presence of reliability insurance	عابدی	سید مصطفی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	محمدحسین عابدی؛ استاد راهنما؛ محمد صادق سپاسیان؛ استاد مشاور؛ داود فرخزاد	برنامه‌ریزی توسعه شبکه فوق توزیع در حضور مزارع بادی با در نظر گرفتن مدل ترکیبی برای قابلیت اطمینان سیستم	عابدی	محمدحسین
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	علیرضا عابدی؛ استاد راهنما؛ محمد صادق سپاسیان	مدل سازی منابع انرژی تجدیدپذیر (بادی و خورشیدی) به منظور مطالعات قابلیت اطمینان در سطح HLI با استفاده از روش مونت کارلو	عابدی	علیرضا
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)، قزوین	نگارنده سجاد عادل-استاد راهنما: کریم افشار	تعیین مقدار رزرو با استفاده از روش‌های هوشمند با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	عادل	سجاد
پایان نامه (کارشناسی)	1387	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	محمد علی باقرزاده؛ استاد راهنما؛ محمد تقی عاملی	تعیین میزان ذخیره چرخان بهینه در شبکه با استفاده از شاخص های قابلیت اطمینان	عاملی	محمد تقی
پایان نامه	1389	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	مهدی قبادی؛ استاد راهنما؛ محمد	تخصیص بهینه منابع تولید پراکنده به منظور بهبود قابلیت اطمینان و کاهش تلفات با استفاده از	عاملی	محمد تقی

			تقی عاملی؛ استاد مشاور : پرویز رضانیپور	مجموعه های فازی		
پایان نامه (کارشناسی)	1389	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	حمزه موذن؛ استاد راهنما: محمد تقی عاملی	نرم افزار بارزدایی هوشمند در سیستم های قدرت جهت افزایش پایداری و قابلیت اطمینان شبکه	عاملی	محمد تقی
پروژه	۱۳۹۰	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه ای خراسان	مدیر پروژه: مصطفی عیدپانی، سید محسن صدر، کاظم عاملی، مرتضی ترابی، ساعد راعی، هادی مدقق	ارزیابی اثرات اضافه شدن واحدهای جدید بادی مصوب خواف در شبکه خراسان از نقطه نظر قابلیت اطمینان و پایداری شبکه	عاملی	کاظم
مقاله	1388	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	آرمان امینی بدر - محمود فتوحی فیروزآباد - حیدرعلی شایانفر-سعید عباچی زاده	حذف بار بهینه در شبکه های توزیع در حضور واحدهای تولید پراکنده برق جهت کاهش هزینه خاموشی مشترکین	عباچی زاده	سعید
پایان نامه				مدل سازی و پیش بینی سرعت باد با استفاده از منطق فازی و محاسبه قابلیت اطمینان واحدهای بادی با استفاده از آن	عباسپور	علی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشگاه صنعتی شریف	زاگرس شاهوی؛ استاد راهنما: علی عباسپور تهرانی فرد؛ استاد مشاور: محمود فتوحی فیروز آباد	ارزیابی اثر کاربرد سیستم ذخیره ساز انرژی به همراه نیروگاه بادی بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت	عباسپور تهرانی	علی
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	زاگرس شاهوی-علی عباسپور تهرانی فرد-محمود فتوحی فیروزآباد-آذین اصلانی	ارزیابی اثر سیستم ذخیره ساز انرژی به همراه نیروگاه بادی بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت	عباسپور تهرانی	علی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1385	دانشگاه صنعتی شریف	سعید کریمی - استاد راهنما: علی عباس پور تهرانی، استاد راهنما: محمود فتوحی فیروزآباد	برنامه ریزی سیستم تولید انرژی الکتریکی از نقطه نظر قابلیت اطمینان با وجود نیروگاه های بادی	عباسپور تهرانی	علی
مقاله	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	سعید کریمی-محمود فتوحی فیروزآباد-علی عباسپور	برنامه ریزی سیستم تولید با وجود نیروگاه های بادی	عباسپور تهرانی	علی
مقاله	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	آرش احسانی -علی عباسپور تهرانی فرد-محمود فتوحی فیروزآباد-علی محمد رنجبر	تأثیر تولیدات پراکنده بر قابلیت اطمینان سیستم های قدرت الکتریکی	عباسپور تهرانی	علی
مقاله	1384	پنجمین همایش ملی انرژی	آرش احسانی-علی عباسپور تهرانی فرد- محمود فتوحی فیروزآباد-علی محمد رنجبر	آثار تجدید ساختار صنعت برق بر کیفیت و قابلیت اطمینان تأمین انرژی الکتریکی	عباسپور تهرانی	علی
مقاله	2013	7th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO), 2013 IEEE	Amir Ghaed-Ali Abbaspour, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Moein Moeini-Aghtaie	Reliability evaluation of a composite power system containing wind and solar generation	عباسپور تهرانی	علی
مقاله	2014	IEEE Transactions on Sustainable Energy	Amir Ghaed-Ali Abbaspour-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Moein	Toward a Comprehensive Model of Large-Scale DFIG-Based Wind Farms in Adequacy Assessment of Power Systems	عباسپور تهرانی	علی

			Moeini-Aghtaie			
مقاله	2007	Journal of the North Carolina Academy of Science	Arash EHSANI; Ali Mohamad Ranjbar; Mahmoud Fotuhi-Firuzabad; Ali Abbaspour	A Probabilistic Model for Reliability Evaluation of Wind Turbine Generation Systems	عباسپور تهرانی	علی
مقاله	2005	5th Congress on Energy Consumption Optimization, IEEE TENCON 2005	Arash Ehsani, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Ali Abbaspour, Ali Mohammad Ranjbar	An Analytical Method for the Reliability Evaluation of Wind Energy Systems	عباسپور تهرانی	علی
مقاله	2011	IEEE PES Innovative Smart Grid Technology Conference (ISGT2011 Asia), Curtin University of Technology, Perth, Australia	Zagros Shahooei, Ali Abbaspour-Tehrani, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Reliability Improvement of power system due to Incorporating ESS with Wind Farm	عباسپور تهرانی	علی
مقاله	2010	25nd International Power System Conference, PSC 2010	Zagros Shahovee, Ali Abbaspour, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Azin Aslani	Impacts of Energy Storage Systems and Wind Power on System Reliability	عباسپور تهرانی	علی
مقاله	2010	CIGR ♦ Canada, Conference on Power Systems, Vancouver	Moein Moeini-Aghtaie, Ali Abbaspour, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Wind Farm Fuzzy Modeling for Adequacy Evaluation of Power System	عباسپور تهرانی	علی
مقاله	2005	5th Congress on Energy Consumption Optimization, IEEE TENCON 2005	Arash Ehsani, Ali Mohammad Ranjbar, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Ali Abbaspour	An Analytical Approach for Reliability Evaluation of Wind Energy Systems	عباسپور تهرانی	علی
مقاله	2005	5th Congress on Energy Consumption Optimization, IEEE TENCON 2005	Arash Ehsani, Ali Mohammad Ranjbar, Ali Abbaspour, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Reliability Considerations in Buildings Power Supply Using Distributed Generations	عباسپور تهرانی	علی
مقاله	2009	44th Universities Power Engineering Conference (UPEC), university of Strathclyde, Scotland,	Masood Parvania, M. Khojasteh, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Ali Abbaspour	A reliability cost/worth analysis approach for optimal DG placement in distribution system using modified particle swarm optimization	عباسپور تهرانی	علی
پروژه	1386	شرکت برق منطقه ای آذربایجان	داود جلالی - حمید دانایی، نیکی مسلمی، مرجان دهقانی، جعفر عباسی	تهیه و استقرار نرم افزار ثبت و بررسی حوادث نیروگاههای تحت پوشش شرکت برق منطقه ای آذربایجان	عباسی	جعفر
پایان نامه	1392	دانشگاه صنعتی شاهرود	فاضل عباسی	تجدید آرایش در شبکه های توزیع در حضور منابع تولید پراکنده با هدف بهبود قابلیت اطمینان	عباسی	فاضل
مقاله	2007	IEEE Transactions on Power Systems	Amir Abiri-Jahromi; Mahmoud Fotuhi-Firuzabad; E. Abbasi	Optimal Scheduling of Spinning Reserve Based on Well-Being Model	عباسی	
مقاله	2012	Life Science Journal	Mojtaba Shirvani-Ahmad	Calculation of generation system reliability index: Expected Energy Not	عبداللهی	مصطفی

			Memaripour-Mostafa Abdollahi-Asadollah Salimi	Served		
مقاله	2012	Life Science Journal	Hasan Fayazi Boroujeni- Meysam Eghtedari- Mostafa Abdollahi-Elahe Behzadipour	Calculation of generation system reliability index: Loss of Load Probability	عبداللهی	مصطفی
مقاله	1388	دومین کنفرانس نیروگاههای برق	اسماعیل شریفی آستانه-محمد وریج کاظمی-کامبیز عبدالملکی- سعید احمدی	جایابی و ظرفیت یابی بهینه واحدهای تولید پراکنده به منظور بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان تلفات و پروفیل ولتاژ با استفاده از الگوریتم ژنتیک	عبدالملکی	کامبیز
مقاله	1388	اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیر ساختها	احمد شکرالهی گاوزن - حسین عبداله زاده سنگرودی	قابلیت اطمینان تولید توان الکتریکی در سیستم های قدرت با نیروگاههای حرارتی و بادی	عبداله زاده سنگرودی	حسین
مقاله	1389	پنجمین کنفرانس پایش وضعیت و عیب یابی	علیرضا عبداللهی-محمدرضا عبداللهی	اثر بخشی تکنیک ترموگرافی در افزایش راندمان و پایش وضعیت در نیروگاهها	عبداللهی	علیرضا
مقاله	1389	پنجمین کنفرانس پایش وضعیت و عیب یابی	علیرضا عبداللهی-محمدرضا عبداللهی	اثر بخشی تکنیک ترموگرافی در افزایش راندمان و پایش وضعیت در نیروگاهها	عبداللهی	محمد رضا
مقاله	1389	سیزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	امیر عبداللهی-محمد اله داد-حسن حسینی	برنامه ریزی بهینه تولید واحدهای نیروگاهی مبتنی بر بار ساعات آینده با در نظرگیری قیدمناطق بهره برداری ممنوعه و احتمال تخصیص رزرو	عبداللهی	امیر
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	غلامحسین عبداللهی؛ استاد راهنما؛ حسین صیادی؛ استاد مشاور؛ علی بهبهانی نیا	بهینه سازی چند هدفه اگزرزوآکونومیکی و آلودگی سیستم تولید همزمان با قابلیت اطمینان	عبداللهی	غلامحسین
مقاله	1391	پانزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	حمیدرضا گلپایگانی-حمدی عبدی-جواد علمایی	جایابی تولیدات پراکنده توسط الگوریتم هوشمند ACS و مبتنی بر افزایش قابلیت اطمینان شبکه توزیع انرژی الکتریکی	عبدی	حمدی
مقاله	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	ندا مغربی-غلامحسین شیسی- شهرام کریمی-حمدی عبدی	تاثیر سیستم فتوولتائیک در عملکرد شبکه توزیع در حضور بار مسکونی	عبدی	حمدی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین	شیرزاد عبدی؛ استاد راهنما؛ کریم افشار؛ استاد مشاور؛ نوشین بیگدلی	مکان یابی و تعیین اندازه بهینه منابع تولید پراکنده برای بهبود قابلیت اطمینان، کاهش تلفات و بهبود پروفایل ولتاژ شبکه های توزیع شعاعی با در نظر گرفتن ماهیت بار	عبدی	شیرزاد
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Shirzad Abdi-Karim Afshar	Application of IPSO-Monte Carlo for optimal distributed generation allocation and sizing	عبدی	شیرزاد
پایان نامه	1391	دانشگاه تبریز	فریدون عبدی نعمت آباد- استاد راهنما؛ مهرداد طرفدارحراق استاد راهنما؛ محمد باقر بناء شریفیان	بررسی در مدار قرار گرفتن نیروگاهها با لحاظ واحدهای بادی و تلمبه‌ای- ذخیره‌ای و در نظر گرفتن قیود احتمالاتی	عبدی نعمت آباد	فریدون
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAAPS), 2010 IEEE	Masood Parvania- Mahmoud Fotuhi- Firuzabad-Farrokh Aminifar-Amir Abiri- Jahromi	Reliability-constrained unit commitment using stochastic mixed-integer programming	عبیری جهرمی	امیر
مقاله	2007	IEEE Transactions on Power Systems	Amir Abiri- Jahromi; Mahmoud Fotuhi-Firuzabad; E.	Optimal Scheduling of Spinning Reserve Based on Well-Being Model	عبیری جهرمی	امیر

			Abbasi			
مقاله	2011	IEEE PES Innovative Smart Grid Technology Conference (ISGT2011 Asia), Curtin University of Technology, Perth, Australia	Masood Parvania, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Amir Abiri-Jahromi	Reliability Cost/Worth Approach for Optimal DG Placement in Distribution System	عبیری جهرمی	امیر
مقاله	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	یوسف پورجمال-علی عجمی-سجاد نجفی	جایابی منابع تولید پراکنده در سیستم های توزیع شعاعی با هدف کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان	عجمی	علی
مقاله	1390	مجله مهندسی برق، سال چهل و دوم، شماره ۲	یوسف پورجمال، علی عجمی	یک روش جدید برای جایابی منابع تولید پراکنده در سیستم های توزیع با هدف کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان	عجمی	علی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشکده مهندسی - دانشگاه تربیت معلم - تبریز	یوسف پورجمال قویچاق؛ استاد راهنما؛ علی عجمی؛ استاد مشاور؛ سجاد نجفی	جایابی و مقداربایی بهینه منابع تولید پراکنده در سیستم های قدرت با هدف افزایش قابلیت اطمینان و کاهش تلفات	عجمی	علی
مقاله	1386	دهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	محسن صدیقی-محمدتقی عرب یارمحمدی-محمود فندرسکی-یوسف علی نژادبرمی	تاثیر نصب تولیدات پراکنده DG بر روی سطوح مختلف قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت	عرب یارمحمدی	محمدتقی
مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	محمود فندرسکی - محمدتقی عرب یارمحمدی - حسن رستگار - ابوالفضل پیرایش نقاب	ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه های بادی منجیل و نیشابور	عرب یارمحمدی	محمدتقی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه ارومیه	صابر عربی نوده	بکارگیری بهینه پیلهای خورشیدی و پیلهای سوختی در سیستمهای توزیع با لحاظ تاثیر بر قابلیت اطمینان	عربی نوده	صابر
مقاله	2014	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Abbas Rajabi-Ghahnavie-Saber Arabi Nowdeh	Optimal PV-FC hybrid system operation considering reliability	عربی نوده	صابر
مقاله	2010	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Hooman Arabian-Hoseynabadi-Hashem Oraee Mirzamani-P.J. Tavner	Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) for wind turbines	عربیان حسین آبادی	هومن
مقاله	2014	Energy	Jamshid Aghaei-Kashem M. Muttaqi-Ali Azizivahed-Mohsen Gitizadeh	Distribution expansion planning considering reliability and security of energy using modified PSO (Particle Swarm Optimization) algorithm	عزیزی واحد	علی
طرح پژوهشی	1391	حامد هاشمی دزکی، حسین عسکریان ابیانه، کاظم مظلومی		افزایش بهره وری و قابلیت اطمینان شبکه های توزیع به کمک بهینه سازی چندمنظوره سیستم حفاظتی و کلیدزنی	عسکریان ابیانه	حسین
پایان نامه کارشناسی ارشد	۱۳۹۲	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	سجاد رحیمی، حسین عسکریان ابیانه (استاد راهنما)	مدیریت شارژ خودروهای الکتریکی هیبریدی با هدف بهبود قابلیت اطمینان	عسکریان ابیانه	حسین
پروژه	1391	گروه مهندسی انرژی واحد علوم تحقیقات تهران	سالار ارشادی؛ آبتین عطایی	بررسی قابلیت اطمینان نیروگاه ۱۰ مگاواتی در دشت قزوین	عطایی	آبتین

پایان نامه	1381	دانشگاه صنعتی شریف	علیرضا عظیمیان؛ محمد باقر غفرانی	تحلیل خرابیهای مستقل و مشترک و قابلیت اطمینان سیستم برق اضطراری نیروگاه بوشهر (۱۰۰۰- VVER) و تعیین درجه اهمیت وقایع پایه از نظریاتی	عظیمیان	علیرضا
مقاله	2010	Proceedings of the 12th WSEAS international conference on Mathematical methods and computational techniques in electrical engineering	Javad Nikukar-Iman Ala	Modeling of Wind Farm in Reliability Study by Means of Monte Carlo simulation	علاء	ایمان
مقاله	1391	پانزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	حمیدرضا گلپایگانی-حمدی عبدی-جواد علمایی	جایابی تولیدات پراکنده توسط الگوریتم هوشمند ACS و مبتنی بر افزایش قابلیت اطمینان شبکه توزیع انرژی الکتریکی	علمایی	جواد
مقاله	1391	چهارمین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	حاتم محمدی کامرا-محمد کرمی- سید مصطفی علمی	مدل سازی و ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه بخار	علمی	سید مصطفی
مقاله	2012	Proceedings of 17th Conference on Electrical Power Distribution Networks (EPDC), 2012	Seyed Mostafa Elmi-Mojtaba Rafiei	Effects of reclosing devices and distributed generation (DG) to improve reliability indices in radial distribution lines	علمی	سید مصطفی
مقاله	2008	The International Conference on Electrical Engineering	Ehsan Reihani-Majid Oloomi Buygi-Mahdi Banejad	Generation Maintenance Scheduling Using Hybrid Evolutionary Approach	علمی بایگی	مجید
مقاله	2013	Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences	Maziar Mirhosseini Moghaddam, Mohammad Hossein Javidi, Mohsen Parsa Moghaddam, Majid Oloomi Buygi	Reliability - Based Generation Resource Planning in Electricity Markets	علمی بایگی	مجید
مقاله	2013	22nd International Conference on Electricity Distribution	Seyyed Majid MIRI LARIMI, Mahmoud Reza HAGHIFAM, Kianoush ALIPOUR	RELIABILITY IMPROVEMENT ASSIGNMENT TO DISTRIBUTED GENERATION IN DISTRIBUTION NETWORK	علیپور	کیانوش
مقاله	1387	دومین کنفرانس ملی نیروگاههای آبی کشور	محمودرضا توکلی زانیانی-مهری علی محمدی	مدیریت چرخه عمر نیروگاه دز در دوران پیری بر اساس تحلیل حوادث	علی محمدی	مهری
مقاله	1386	دهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	محسن صدیقی-محمدتقی عرب پارمحمدی-محمود فندرسکی- یوسف علی نژادبرمی	تاثیر نصب تولیدات پراکنده DG بر روی سطوح مختلف قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت	علی نژادبرمی	یوسف
پایان نامه	1390	دانشکده برق و کامپیوتر - دانشگاه سمنان	ذکویه سادات موسوی؛ استاد راهنما: یوسف علی نژاد برمی	جایابی واحدهای تولید پراکنده با هدف بهبود قابلیت اطمینان و کاهش هزینه	علی نژادبرمی	یوسف
مقاله	2013	International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering	Ahmad Heidari-Mohammad Reza Alizadeh Pahlavani-Hamid Dehghani	Reliability-Security Constrained Unit Commitment with Hybrid Optimization Method	علیزاده پهلوانی	محمد رضا
مقاله	2014	Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences	AHMAD HEIDARI, MOHAMMAD REZA ALIZADEH	An advanced optimization technique for considering reliability issues and unit commitment problems simultaneously	علیزاده پهلوانی	محمد رضا

			PAHLAVANI, HAMID DEGHANI			
مقاله	2012	Power and Energy Society General Meeting, 2012 IEEE	Ehsan Alishahi-Mohsen Parsa Moghaddam-Mohammad Kazem Sheikh-El-Eslami	A system dynamics approach for evaluating the optimum value of reliability-based incentive mechanism for wind generation in GEP	علیشاهی	احسان
مقاله	2011	International Review of Electrical Engineering	Ehsan Alishahi-M. Siah	Intelligent Reliability Constrained Unit Commitment with Wind Power Penetration: a Cost-Reliability-Emission Optimization.	علیشاهی	احسان
مقاله	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	shora Hosseinzadeh-Masoud Aliakbar-Golkar-Shokrollah Shokri-Amin Hajizadeh	RELIABILITY IMPROVEMENT AND LOSS REDUCTION OF DISTRIBUTION SYSTEM WITH DISTRIBUTED GENERATION	علی اکبر گلکار	مسعود
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mahdi Sedghi-Masoud Aliakbar-Golkar-MahmoorReza Haghifam	Distribution network expansion considering distributed generation and storage units using modified PSO algorithm	علی اکبر گلکار	مسعود
مقاله	2011	IET Generation, Transmission & Distribution	B. Alizadeh-Shahram Jadid	Reliability constrained coordination of generation and transmission expansion planning in power systems using mixed integer programming	علیزاده	
پروژه	۱۳۹۰	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه ای خراسان	مدیر پروژه: مصطفی عیدپانی، سید محسن صدر، کاظم عاملی، مرتضی ترابی، ساعد راعی، هادی مدقق	ارزیابی اثرات اضافه شدن واحدهای جدید بادی مصوب خواف در شبکه خراسان از نقطه نظر قابلیت اطمینان و پایداری شبکه	عیدپانی	مصطفی
پایان نامه	1381	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	عیسی نژاد؛ استاد راهنما: عبدالحسین نیکجو	روشهای بررسی قابلیت اطمینان دیگ بخار	عیسی نژاد	
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول	نگارش سیدمحمد غفاری راد؛ استاد راهنما: جمشید آقایی؛ استاد مشاور: حسن براتی	برنامه ریزی توسعه تولید در سیستم های قدرت تجدید ساختار یافته با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	غفاری راد	سیدمحمد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1385	دانشگاه صنعتی شریف	محمد رستمیان؛ محمد باقر غفرانی	ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه شهید سلیمی نکا	غفرانی	محمدباقر
پایان نامه	1381	دانشگاه صنعتی شریف	علیرضا عظیمیان؛ محمد باقر غفرانی	تحلیل خرابیهای مستقل و مشترک و قابلیت اطمینان سیستم برق اضطراری نیروگاه بوشهر (۱۰۰۰-VVER) و تعیین درجه اهمیت وقایع پایه از نظرایمینی	غفرانی	محمدباقر
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشگاه صنعتی شریف	وحید خرمی؛ استاد راهنما: محمد باقر غفرانی	کاربرد روش PSA در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم برق اضطراری نیروگاه اتمی بوشهر و تحلیل حادثه قطع کامل برق نیروگاه (Black-Out Station)	غفرانی	محمد باقر
مقاله	1387	شانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	سید هادی حسینی-محمدرضا غلامی-میثم محمدطاهری	محاسبه پارامترهای قابلیت اطمینان در سطح تولید با استفاده از الگوریتم PSO	غلامی	محمدرضا
مقاله	1388	چهارمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب یابی	احمد کندی- محمد صالح غلامی دیلمی	نمونه هایی از اجرای موفق برخی تکنیک های پایش وضعیت در واحد CM نیروگاه حرارتی شازند	غلامی دیلمی	محمد صالح
مقاله	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	امیرحسین فاکهی خراسانی-محمود فتوحی فیروزآباد-مهدی احسان	یک مدل فازی برای توسعه بلند مدت سیستم تولید با استفاده از واحدهای حرارتی	فاکهی خراسانی	امیرحسین
مقاله	1392	دومین کنفرانس ملی ایده های نو در	فرزاد رئیسی-غضنفر شاهقلیان-	تعیین نوع و ظرفیت بهینه ژنراتورهای توربین بادی در سیستم قدرت با در نظر گرفتن قابلیت	فانی	بهادر

		مهندسی برق	بهادر فانی محمدآبادی	اطمینان و هزینه	محمدآبادی	
مقاله	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	امین معصوم زاده-امیرحسین فتوحی	مدل نوین در تعیین زمان تعمیر برنامه ریزی شده یک واحد تولید پراکنده خصوصی موتورگازی همراه با معرفی تابع جدید پیوسته هزینه احتمالی خرابی	فتوحی	امیرحسین
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1386	دانشگاه صنعتی شریف	فرخ امینی فر؛ استاد راهنما: محمود فتوحی فیروزآباد	برنامه ریزی مشارکت واحدهای تولید با در نظر گرفتن قیود قابلیت اطمینان	فتوحی فیروزآباد	محمود
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1387	دانشگاه صنعتی شریف	آرش احسانی؛ استاد راهنما: علی محمد رنجبر؛ استاد مشاور: محمود فتوحی فیروزآباد	ارزیابی بهینه ذخیره گردان و تاثیر آن بر پایایی سیستم قدرت	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1382	هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	محمود فتوحی فیروزآباد-کریم افشار	تعیین حساسیت شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم تولید نسبت به مشخصات سیستم	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1388	چهاردهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	آرمان امینی بدر - محمود فتوحی فیروزآباد - حیدرعلی شایانفر-سعید عباچی زاده	حذف بار بهینه در شبکه های توزیع در حضور واحدهای تولید پراکنده برق جهت کاهش هزینه خاموشی مشترکین	فتوحی فیروزآباد	محمود
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1384	دانشگاه صنعتی شریف	علی احمدی خطیر؛ استاد راهنما: محمود فتوحی فیروزآباد	تعیین رزرو گردان مورد نیاز در سیستم با توجه به سطوح قابلیت اطمینان خریداران در یک محیط رقابتی	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	آرمان امینی-حیدرعلی شایانفر- محسن کلانتر-محمود فتوحی فیروزآباد	تحلیل قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع در حضور واحدهای تولید پراکنده	فتوحی فیروزآباد	محمود
پایان نامه	1389	دانشگاه صنعتی شریف	یاسر توحیدی؛ استاد راهنما: محمود فتوحی فیروز آ باد	انتخاب نوع و ظرفیت بهینه واحدهای نیروگاهی در برنامه ریزی توسعه بخش تولید بر مبنای معیارهای قابلیت اطمینان	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله				ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع در حضور منابع تولد پراکنده با در نظر گرفتن هماهنگی بازبست-فیوز	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1387	مجله انجمن مهندسی برق و الکترونیک ایران-سال پنجم-شماره اول	احمد صالحی دوبخشری-محمود فتوحی فیروزآباد	برنامه ریزی توسعه واحدهای تولیدی در حضور نیروگاههای بادی از نقطه نظر قابلیت اطمینان	فتوحی فیروزآباد	محمود
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1384	دانشگاه صنعتی شریف	عباس شاهزاده- استاد راهنما: محمود فتوحی فیروزآباد	برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری واحدهای تولید در سیستم های تجدیدساختاریافته	فتوحی فیروزآباد	محمود
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشگاه صنعتی شریف	زاگرس شاهی؛ استاد راهنما: علی عباسپور تهرانی فرد؛ استاد مشاور: محمود فتوحی فیروز آ باد	ارزیابی اثر کاربرد سیستم ذخیره ساز انرژی به همراه نیروگاه بادی بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	زاگرس شاهی-علی عباسپور تهرانی فرد-محمود فتوحی فیروزآباد-آذین اصلانی	ارزیابی اثر سیستم ذخیره ساز انرژی به همراه نیروگاه بادی بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت	فتوحی فیروزآباد	محمود
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1387	دانشگاه صنعتی شریف	احمد صالحی دوبخشری؛ استاد راهنما: محمود فتوحی فیروزآباد	برنامه ریزی بهینه توسعه نیروگاه های بادی در سیستم های قدرت از نقطه نظر قابلیت اطمینان	فتوحی فیروزآباد	محمود

محمود	فتوحی فیروزآباد	ارزیابی کفایت سیستم های مرکب تولید و انتقال با استفاده از آنالیز پس بهینگی	امیر صفدریان؛ استاد راهنما: محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1389	پایان نامه
محمود	فتوحی فیروزآباد	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم مرکب تولید و انتقال با استفاده از روش شبیه سازی مونت کارلو هوشمند	امیر صفدریان-محمود فتوحی فیروزآباد-محمدحسین سرپرنده- معین معینی اقطاعی	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	1390	مقاله
محمود	فتوحی فیروزآباد	برنامه ریزی ظرفیت تولید در شبکه سراسری ایران از دیدگاه قابلیت اطمینان سیستم	مصطفی فرج زاده؛ استاد راهنما: محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1383	پایان نامه (کارشناسی ارشد)
محمود	فتوحی فیروزآباد	ارزیابی کاربرد ادوات ذخیره کننده انرژی در مدیریت بار و تاثیر آن بر شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه قدرت				پایان نامه
محمود	فتوحی فیروزآباد	ارزیابی ریسک در سیستم های قدرت - الگوها، روش ها و کاربردها	مترجمین: دکتر محمود فتوحی فیروز آباد، دکتر داوود فرخزاد، مهندس صابر نوری زاده	مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف		کتاب
محمود	فتوحی فیروزآباد	تاثیر احداث نیروگاه تلمبه ذخیره های در مدیریت بار و قابلیت اطمینان شبکه قدرت	مهدی فیروزنیا-پوپک پوشنگ باقری-محمود فتوحی فیروزآباد	دومین کنفرانس ملی نیروگاههای آبی کشور	1387	مقاله
محمود	فتوحی فیروزآباد	برنامه ریزی تعمیر و نگهداری در سیستمهای قدرت تجدید ساختار شده	نویسنده: محمد شاهیده پور؛ مترجم: محمود فتوحی فیروزآباد؛ مترجم: صابر نوری زاده	مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف	1389	کتاب
محمود	فتوحی فیروزآباد	یک مدل فازی برای توسعه بلند مدت سیستم تولید با استفاده از واحدهای حرارتی	امیرحسین فاکهی خراسانی-محمود فتوحی فیروزآباد-مهدی احسان	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	1383	مقاله
محمود	فتوحی فیروزآباد	ارائه ساختاری مناسب جهت مطالعات قابلیت اطمینان در سیستم قدرت ایران	حبیب قراگوزلو-محمود فتوحی فیروزآباد-داوود فرخزاد	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	1383	مقاله
محمود	فتوحی فیروزآباد	تعیین مُد بهینه عملکرد DG با در نظر گرفتن برخی شاخص های قابلیت اطمینان	زهرا کلهری - استاد راهنما دکتر فرزاد رضوی - دکتر محمود فتوحی فیروزآباد	دانشکده برق - دانشگاه تفرش	1389	پایان نامه (کارشناسی ارشد)
محمود	فتوحی فیروزآباد	برنامه ریزی سیستم تولید انرژی الکتریکی از نقطه نظر قابلیت اطمینان با وجود نیروگاه های بادی	سعید کریمی - استاد راهنما: علی عباس پور تهرانی، استاد راهنما: محمود فتوحی فیروزآباد	دانشگاه صنعتی شریف	1385	پایان نامه (کارشناسی ارشد)
محمود	فتوحی فیروزآباد	برنامه ریزی سیستم تولید با وجود نیروگاه های بادی	سعید کریمی-محمود فتوحی فیروزآباد-علی عباسپور	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	1385	مقاله
محمود	فتوحی فیروزآباد	ارزیابی بهبود قابلیت اطمینان سیستم توزیع با اضافه کردن سیستم های ذخیره انرژی الکتریکی				پایان نامه
محمود	فتوحی فیروزآباد	تسویه تصادفی بازار با توجه به قابلیت اطمینان واحدهای تولید انرژی الکتریکی	مجتبی نجفی، مهدی احسان، محمود فتوحی فیروزآباد، علی اخوین			مقاله
محمود	فتوحی	ارزیابی قابلیت اطمینان تولید در بازار برق اشتراکی با استفاده از سیستم های هوشمند و شبیه سازی	حسین هارون آبادی-محمودرضا	فصلنامه فنی و مهندسی مدرس ، شماره ۳۴	1387	مقاله

			حقی فام-محمود فتوحی فیروزآباد	مونت کارلو	فیروزآباد	
مقاله	1386	نشریه دانشکده فنی، دوره ۴۱، شماره ۷	حسین هارون آبادی-محمودرضا حقی فام-محمود فتوحی فیروزآباد	ارزیابی قابلیت اطمینان تولید در بازار برق رقابتی کامل	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	محمد رستگار-محمود فتوحی فیروزآباد-امیر صفدریان	روشی نوین برای محاسبه قابلیت اطمینان سیستم توزیع با مدل‌سازی سلول خورشیدی در یک شبکه هوشمند	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	آرش احسانی-علی عباسپور تهرانی فرد-محمود فتوحی فیروزآباد-علی محمد رنجبر	تأثیر تولیدات پراکنده بر قابلیت اطمینان سیستم های قدرت الکتریکی	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1384	پنجمین همایش ملی انرژی	آرش احسانی-علی عباسپور تهرانی فرد-محمود فتوحی فیروزآباد-علی محمد رنجبر	آثار تجدید ساختار صنعت برق بر کیفیت و قابلیت اطمینان تأمین انرژی الکتریکی	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	مرتضی طاهرخانی-محمود فتوحی فیروزآباد	اتصال بهینه مزرعه بادی به شبکه سیستم و اثرات آن بر شاخصهای قابلیت اطمینان	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1389	پانزدهمین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع نیروی برق	لیلا جلیلی-مسعود صادقی خمایی-محمود فتوحی فیروزآباد	ارائه روشهای احتمالی و قطعی به منظور ارزیابی اثرات تعمیرات بر روی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع و مقایسه آنها	فتوحی فیروزآباد	محمود
پروژه	1389	دانشگاه صنعتی شریف	محمود فتوحی فیروزآباد	امکان سنجی تهیه نرم افزار جامع قابلیت اطمینان سیستم های قدرت	فتوحی فیروزآباد	محمود
کتاب		شرکت مدیریت شبکه برق ایران	محمود فتوحی فیروزآباد	امنیت در شبکه های قدرت	فتوحی فیروزآباد	محمود
پروژه	1389	کمیته تحقیقات شرکت مدیریت شبکه برق ایران	محمود فتوحی فیروزآباد	امکان سنجی تهیه نرم افزار جامع قابلیت اطمینان سیستم های قدرت	فتوحی فیروزآباد	محمود
پروژه	1392	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه ای اصفهان	محمود فتوحی فیروزآباد، محمودرضا حقی فام	مطالعه قابلیت اطمینان در شبکه های تولید و انتقال و فوق توزیع شبکه برق منطقه ای اصفهان	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	Arash Ehsani-Ali Mohammad Ranjbar- Alireza Shirani-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	A Proposed Method for Reliable Scheduling in Deregulated Power Systems	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1382	یازدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	Mahmoud Fotuhi- Firuzabad-Roy Billinton- S. Aboreshaid-S. O. Faried	COMPOSITE SYSTEM RELIABILITY EVALUATION IN THE DEREGULATED ENVIRONMENT USING AN EMBEDDED PROBABILISTIC/DETERMINISTIC APPROACH	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2012	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	Amir Safdarian-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Post Optimal Analysis application on the reliability evaluation of the Iran power grid	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2009	IEEE Transactions on Energy Conversion,	Ahmad Salehi- Dobakhshari-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	A Reliability Model of Large Wind Farms for Power System Adequacy Studies	فتوحی فیروزآباد	محمود

مقاله	2013	7th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO), 2013 IEEE	Amir Ghaed-Abbaspour, A.-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Moeini-Moeini-Aghtaie	Reliability evaluation of a composite power system containing wind and solar generation	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2007	Iranian Journal of Science & Technology, Transaction B, Engineering Shiraz University	Arash Ehsani-Ali Mohamad Ranjbar-A. JAFARI-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	RELIABILITY EVALUATION OF DEREGULATED POWER SYSTEM CONSIDERING COMPETITIVE ELECTRICITY MARKET	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2005	Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, 2005 IEEE/PES	Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Habib Gharagozloo-Mahmood-Reza Haghifam	Impacts of Power Wheeling on Composite System Adequacy Enhancement	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2006	GCC Conference (GCC), 2006 IEEE	Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Habib Gharagozloo-Mahmood-Reza Haghifam	Evaluation of substation reliability indices and outage cost based on fuzzy arithmetic	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2009	15th International Conference on Intelligent Systems Applications to Power Systems, 2009. ISAP 2009.	Hossein Haroonabadi-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Generation Reliability Evaluation in Power Markets Using Monte Carlo Simulation and Neural Networks	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Masood Parvania-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Farrokhs Aminifar-Amir Abiri-Jahromi	Reliability-constrained unit commitment using stochastic mixed-integer programming	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2009	Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, 2009 IEEE/PES	Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-S. Afshar-Davood Farrokhzad-Jaeseok Choi	Reliability centered maintenance program initiation on electric distribution networks	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2012	2nd Iranian Conference on Smart Grids (ICSG), 2012	Mohammad Rastegar-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Amir Safdarian	A novel method to assess distribution system reliability considering smart solar cell	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2012	IEEE Transactions on Power Systems	Amir Safdarian-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Farrokhs Aminifar	Compromising Wind and Solar Energies From the Power System Adequacy Viewpoint	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2014	IEEE Systems Journal	Amir Safdarian-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-M. Lehtonen	Benefits of Demand Response on Operation of Distribution Networks: A Case Study	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2008	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Seyed Mohammad Hassan Hosseini-Farshid Forouzabakhsh-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Mehdi Vakilian	Determination of installation capacity in reservoir hydro-power plants considering technical, economical and reliability indices	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2010	Energy	Mojtaba Najafi-Mehdi	Optimal reserve capacity allocation with consideration of customer	فتوحی	محمود

			Ehsan -Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Ali Akhavein-Karim Afshar	reliability requirements	فیروزآباد	
مقاله	2012	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Tahere Daemi-Akbar Ebrahimi-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Constructing the Bayesian Network for components reliability importance ranking in composite power systems	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2008	Reliability Engineering & System Safety	Arash Ehsani-Ali Mohamad Ranjbar-A. JAFARI-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Reliability evaluation of deregulated electric power systems for planning applications	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2012	IET Renewable Power Generation	Ahmad Salehi-Dobakhshari-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Integration of large-scale wind farm projects including system reliability analysis	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2009	IEEE Transactions on Power Systems	Farrokh Aminifar-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Mohammad Shahidehpour	Unit Commitment With Probabilistic Spinning Reserve and Interruptible Load Considerations	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2014	IEEE Transactions on Sustainable Energy	Amir Ghaed-Ali Abbaspour-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Moein Moeini-Aghaie	Toward a Comprehensive Model of Large-Scale DFIG-Based Wind Farms in Adequacy Assessment of Power Systems	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2007	Iranian Journal of Electrical & Electronic Engineering	Farrokh Aminifar-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Reliability-Constrained Unit Commitment Considering Interruptible Load Participation	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2009	Electric Power Systems Research	Ali Ahmadi-Khatir-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-L. Goel	Customer choice of reliability in spinning reserve procurement and cost allocation using well-being analysis	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2008	International Conference on Power and Energy (PECon), 2008 IEEE	Pedram Jahangiri-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Reliability assessment of distribution system with distributed generation	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2013	Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences	Mahmud Fotuhi-Firuzabad; Farrokh Aminifar; Abbas Shahzadeh	Reliability-based maintenance scheduling of generating units in restructured power systems	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2007	Journal of the North Carolina Academy of Science	Arash EHSANI; Ali Mohamad Ranjbar; Mahmoud Fotuhi-Firuzabad; Ali Abbaspour	A Probabilistic Model for Reliability Evaluation of Wind Turbine Generation Systems	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2006	IRANIAN JOURNAL OF ENERGY	Arash Ehsani; Ali Mohamad Ranjbar; Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Reliability Modeling of Wind Farms	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2009	World Academy of Science, Engineering and Technology	Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Ahmad Salehi-	Reliability-based Selection of Wind Turbines for Large-Scale Wind Farms	فتوحی	محمود

			Dobakhshari		فیروزآباد	
مقاله	2005	Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, 2005 IEEE/PES	Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Abbas Rajabi-Ghahnavie	An Analytical Method to Consider DG Impacts on Distribution System Reliability	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2005	5th Congress on Energy Consumption Optimization, IEEE TENCON 2005	Arash Ehsani, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Ali Abbaspour, Ali Mohammad Ranjbar	An Analytical Method for the Reliability Evaluation of Wind Energy Systems	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2008	Applied Mathematics and Computation	Karim Afshar; Mehdi Ehsan ; Mahmoud Fotuhi-Firuzabad; Nima Amjady	Cost-benefit analysis and MILP for optimal reserve capacity determination in power system	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2010	IEEE Transactions on Smart Grid	Masood Parvania-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Demand Response Scheduling by Stochastic SCUC	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2010	Electric Power Systems Research	Ali Akhavan; Mahmoud Fotuhi Firuzabad; Roy Billinton; Davood Farrokhzad	Review of reduction techniques in the determination of composite system adequacy equivalents	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2007	IEEE Transactions on Power Systems	Amir Abiri-Jahromi; Mahmoud Fotuhi-Firuzabad; E. Abbasi	Optimal Scheduling of Spinning Reserve Based on Well-Being Model	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2004	International Conference on Power System Technology (POWERCON), 2004	Davood Farrokhzad; Mahmoud Fotuhi-Firuzabad; Habib Gharahgozloo	A data collection scheme for reliability evaluation and assessment-a practical case in Iran	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2000	Power Engineering Society Summer Meeting, 2000. IEEE	Mahmoud Fotuhi-Firuzabad; Roy Billinton	A security based approach for generating unit scheduling	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1999	Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering	Mahmoud Fotuhi-Firuzabad; Roy Billinton	Generating unit commitment using a reliability framework	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2014	Proceedings of the 2nd International Conference on Technical and Physical Problems in Power Engineering	Mahmoud fotuhi firuzabad-Mostafa Farajzadeh-Habib Gharagozloo	Generating Capacity Reliability Evaluation A Practical Case Study in Iran	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2007	European Transactions on Electrical Power	Habib Gharaghozloo-Mahmood-Reza Haghifam-H.-J. Haubrich-Mahmoud Fotuhi Firozabad	A new reduction method for reliability assessment of bulk electric power systems	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2008	IEEE Transactions on Power Delivery	Sayed-Mahdi Moghadasi; Ahad Kazemi; Mahmoud	Composite System Reliability Assessment Incorporating an Interline Power-Flow Controller	فتوحی فیروزآباد	محمود

			Fotuhi-Firuzabad; Abdel-Aty Edris			
مقاله	1997	Proceedings of the 16th Congress of the World Energy Council (WEC), Tehran, Iran, 1997	S. Adzanu, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, R. Billinton	Reliability Impact of Non-Utility Generation in Composite Generation and Transmission systems	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1997	Proceedings of the 5th PMAPS International Conference, Vancouver, Canada	R. Billinton, R. Karki, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Probabilistic Methods Applied to Adequacy Assessment of Small Isolated Power Generating Systems	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1998	Proceedings of the International Conference on Energy Management and Power Delivery EMPD'98 Singapore	R. Billinton, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, R. Karki	A New Approach to Adequacy Assessment of Small Isolated Power Generating Systems	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1999	Proceedings of the 13th Power System Computation Conference (PSCC), Trondheim, Norway	R. Billinton, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	A Well-being Framework for Incorporating Demand-Side Management in Power System Reliability Evaluation	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2001	Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering	R. Billinton, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Composite Systems Operating Reserve Assessment Using a Reliability Framework	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2003	Proceedings of the ICEE03 Conference, Shiraz, Iran	Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, R. Billinton, S. Aboreshaid, S. O. Faried	Composite System Reliability Evaluation in the Deregulated Environment	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2003	Proceedings of the Second Conference on the Power system Planning and Expansion	Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Masoud Rashidinejad	Generating Capacity Planning From a Reliability Point of View	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2003	Proceedings of the IFAC Symposium on Power Plants & Power Systems Control, Seoul, Korea	Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Masoud Rashidinejad, R. Billinton	Adequacy Assessment of Small Isolated Power Systems Using a Well-being Approach	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2004	International Conference on Power System Technology (POWERCON), 2004	Abbas Rajabi-Ghahnavie, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Mostafa Parniani	Impact of Distributed Generation Resources on Customer Interruption Cost	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2004	First Iranian Conference on Ecoenergy, Urmia University, Urmia, Iran	Mehdi Firuznia, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, M. H. Varahram	Power System Reliability Enhancement Using Energy Storage Devices	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2004	Proceedings of the 2nd International Conference on Technical and Physical Problems in Power Engineering, TPE-2004, Tabriz, Iran	Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Mostafa Farajzadeh, Habib Gharagozloo	Generating Capacity Reliability Evaluation- A Practical Case Study in Iran	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2005	Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, 2005 IEEE/PES	Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Abbas Rajabi-Ghahnavie	An Analytical Approach to Consider DG Impacts on Distribution System Reliability	فتوحی فیروزآباد	محمود

مقاله	2012	2nd Iranian Conference on Smart Grids (ICSG), 2012	Mohammad Rastegar, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Amir Safdarian	A Novel Method to Assess Distribution System Reliability Considering Smart Solar Cell	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2011	26nd International Power System Conference, PSC 2011	Morteza Taherkhani, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Optimal integration of Wind Farms to Sistan Network and its Impacts on Reliability	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2011	IEEE PES Innovative Smart Grid Technology Conference (ISGT2011 Asia), Curtin University of Technology, Perth, Australia	Zagros Shahooei, Ali Abbaspour-Tehrani, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Reliability Improvement of power system due to Incorporating ESS with Wind Farm	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2011	IEEE PES Innovative Smart Grid Technology Conference (ISGT2011 Asia), Curtin University of Technology, Perth, Australia	Masood Parvania, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Amir Abiri-Jahromi	Reliability Cost/Worth Approach for Optimal DG Placement in Distribution System	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2011	16th Electric Power Distribution Conference, April 19-20, 2011, Bandarabbas, Iran	Mohammad Rastegar, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Amir Safdarian	Reliability of Distribution Systems Considering Smart Solar Cells	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2011	16th Electric Power Distribution Conference, April 19-20, 2011, Bandarabbas, Iran	Leila Jalili, Masoud Sadeghi-Khammami, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Reliability of Distribution Systems Considering Smart Collar Cells	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2011	19th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2011	Amir Safdarian, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Mohamad Hosein Sarparandeh, Moein Moeini-Aghaie	Composite Generation and Transmission System Reliability Assessment Using Intelligent Monte Carlo Simulation Method	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2010	25nd International Power System Conference, PSC 2010	Zagros Shahovee, Ali Abbaspour, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Azin Aslani	Impacts of Energy Storage Systems and Wind Power on System Reliability	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2010	CIGR ♦ Canada, Conference on Power Systems, Vancouver	Moein Moeini-Aghaie, Ali Abbaspour, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Wind Farm Fuzzy Modeling for Adequacy Evaluation of Power System	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2008	International Conference on Power and Energy (PECon), 2008 IEEE	Pedram Jahangiri, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Reliability Assessment of Distribution System With Distributed Generation	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2008	IEEE Electrical Power and Energy Conference, Vancouver, Canada	Ali Ahmadi-Khatir, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Customer Choice of Reliability in Spinning Reserve Procurement and Cost Allocation	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2007	22nd International Power System Conference, PSC 2007	E. Naseri, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Determination of Customer Interruption Cost Using a Fuzzy Based Approach	فتوحی فیروزآباد	محمود

مقاله	2006	International Conference on Power System Technology (POWERCON), 2006	Arman Amini, H. Shayanfar, Mohsen Kalantar, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	An Algorithm for Analyzing Reliability Indices for Radial Distribution Systems Including Distributed Generators	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2006	International Conference on Technical and Physical Problems in Power Engineering, TPE-2006, Ankara, Turkey	Arash Ehsani, Ali Mohammad Ranjbar, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, S. C. Samani	Reliability Evaluation of Wind Turbine Generation Units	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2006	14th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2006	Arman Amini, Heidar Ali Shayanfar, Mohsen Kalantar, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Distribution System Reliability Assessment Incorporating Distributed Generations	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2006	9th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2008 IEEE	Abbas Rajabi, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Generating Units Maintenance Scheduling Using A Markov Decision Process	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2005	5th Congress on Energy Consumption Optimization, IEEE TENCON 2005	Arash Ehsani, Ali Mohammad Ranjbar, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Ali Abbaspour	An Analytical Approach for Reliability Evaluation of Wind Energy Systems	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2005	5th Congress on Energy Consumption Optimization, IEEE TENCON 2005	Arash Ehsani, Ali Mohammad Ranjbar, Ali Abbaspour, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Reliability Considerations in Buildings Power Supply Using Distributed Generations	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2007	Journal of Faculty of Engineering, University of Tabriz	Habib Gharagozloo, Mahmoud Reza Haghifiam, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Davood Farokhzad	A New Method for Reliability Assessment of a Small Area in a Large Scale Composite Power System Using Graph Theory	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2000	Journal of Electric Power Systems Research	R. Billinton, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	A Reliability Framework for Generating Unit Commitment	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2000	IEEE Transactions on Power Systems	Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, R. Billinton	Impact of Load Management on Composite System Reliability Evaluation Short-Term Operating Benefits	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	1998	International Journal of Quality and Reliability	Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Interruptible Load Considerations in Well-being Analysis of Interconnected Systems	فتوحی فیروزآباد	محمود
گزارش	2008	Sharif University of Technology	Mohammad Shahidehpour, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Farrokh Aminifar	Power System Security	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2011	21st International Conference on Electricity Distribution	Payman DEGHANIAN, Mahmud FOTUHI-FIRUZABAD, Ali RAZI	AN APPROACH ON CRITICAL COMPONENT IDENTIFICATION IN RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE OF POWER DISTRIBUTION SYSTEMS BASED ON ANALYTICAL	فتوحی فیروزآباد	محمود

			KAZEMI	HIERARCHICAL PROCESS		
مقاله	2011	21st International Conference on Electricity Distribution	Hossein MOHAMMADNEZHAD-SHOURKAEI, Mahmoud FOTUHI-FIRUZABAD	PRINCIPAL REQUIREMENTS OF DESIGNING THE REWARD-PENALTY CHEMES FOR RELIABILITY IMPROVEMENT IN DISTRIBUTION SYSTEMS	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2007	Tabriz University Engineering Faculty Journal	Habib Garaghozloo, Mahmoud-Reza Haghifam, Mahmoud Fotouhi-Firozabad , Davood Farrokhzad	A New Method for Composite Reliability Assessment Using Graph Theory Concept	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2009	44th Universities Power Engineering Conference (UPEC), university of Strathclyde, Scotland,	Masood Parvania, M. Khojasteh, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Ali Abbaspour	A reliability cost/worth analysis approach for optimal DG placement in distribution system using modified particle swarm optimization	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله		IEEE Transactions on Smart Grid	Farrokh Aminifar, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Mohammad Shahidehpour, Amir Safdarian	Power System Reliability Assessment Incorporating Monitoring/Control System Malfunction	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2012	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	Amir Safdarian, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Post Optimal Analysis Application on the Reliability Evaluation of the Iran Power Grid	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2011	19th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2011	Mohammad Rastegar, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, and Amir Safdarian	A Novel Method to Evaluate Distribution System Reliability Considering Solar Cell in a Smart Grid	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2011	16th Conference on Electrical Power Distribution Networks (EPDC), 2011	Mohammad Rastegar, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, and Amir Safdarian	Distribution System Reliability Assessment Considering Smart Solar Cell	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2010	Proceedings of the CIGRE Canada, Vancouver, Canada, 2010.	Amir Safdarian, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Mohammad Hossein Sarparandeh, and Moein Moeini-Aghtaie	Composite System Reliability Assessment Using Intelligent Contingency Selection	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2008	Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers (IAEEE)	Ahmad Salehi Dobakhshari, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Generation Expansion Planning Incorporating Wind Farms from a Reliability Point of View	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2013	Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers	Mojtaba Najafi, M. Ehsan, M. Fotuhi-Firuzabad, A. Akhavein	Random Settlement Market due to the Reliability of Electrical Power Generation units	فتوحی فیروزآباد	محمود
مقاله	2010	International Review of Electrical Engineering	Mojtaba Najafi, Mehdi Ehsan, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Ali Akhavein	A Market Clearing Method with Consideration of Power Generation Response Reliability	فتوحی فیروزآباد	محمود

پایان نامه	1387	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	محمد علی فتوحی قزوینی	برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری واحد های نیروگاهی در سیستم های قدرت	فتوحی قزوینی	محمد علی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1383	دانشگاه صنعتی شریف	مصطفی فرج زاده؛ استاد راهنما؛ محمود فتوحی فیروزآباد	برنامه ریزی ظرفیت تولید در شبکه سراسری ایران از دیدگاه قابلیت اطمینان سیستم	فرج زاده	مصطفی
مقاله	2014	Proceedings of the 2nd International Conference on Technical and Physical Problems in Power Engineering	Mahmoud Fotuhi firuzabad-Mostafa Farajzadeh-Habib Gharagozloo	Generating Capacity Reliability Evaluation A Practical Case Study in Iran	فرج زاده	مصطفی
مقاله	2004	Proceedings of the 2nd International Conference on Technical and Physical Problems in Power Engineering, TPE-2004, Tabriz, Iran	Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Mostafa Farajzadeh, Habib Gharagozloo	Generating Capacity Reliability Evaluation- A Practical Case Study in Iran	فرج زاده	مصطفی
مقاله	1391	کنفرانس فناوری شبکه های الکتریکی هوشمند	Farshid Mostofi-Hossein shayeghi-Ahad Jafari Zaree-Karamat Faraji	Feasibility study and optimal reliable design of renewable hybrid energy system for rural electrification in Iran	فرجی	کرامت
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	محمدحسین عابدی؛ استاد راهنما؛ محمد صادق سپاسیان؛ استاد مشاور؛ داود فرخزاد	برنامه ریزی توسعه شبکه- فوق توزیع در حضور مزارع بادی با در نظر گرفتن مدل ترکیبی برای قابلیت اطمینان سیستم	فرخزاد	داود
پایان نامه		داود فرخزاد- استاد راهنما: محمد مدرس یزدی		بهبودسازی برنامه ریزی بلندمدت تولید نیروگاههای حرارتی و آبی با مخازن چندمنظوره و محاسبه همزمان پایایی	فرخزاد	داود
کتاب		مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف	مترجمین: دکتر محمود فتوحی فیروز آباد، دکتر داوود فرخزاد، مهندس صابر نوری زاده	ارزیابی ریسک در سیستم های قدرت - الگوها، روش ها و کاربردها	فرخزاد	داود
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1373	دانشگاه صنعتی شریف	داوود فرخزاد-استاد راهنما: محمد مدرس یزدی	بررسی پایایی ظرفیت تولید شبکه برق سراسری ایران	فرخزاد	داود
گزارش		دفتر پایایی سازمان توانیر	داود فرخزاد	شاخصهای عملکرد نیروگاهها	فرخزاد	داود
گزارش		دفتر پایایی سازمان توانیر	داود فرخزاد	مفاهیم قابلیت اطمینان و شاخصهای قابلیت اطمینان در سطح تولید	فرخزاد	داود
مقاله	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	حبیب قراگوزلو-محمود فتوحی فیروزآباد-داود فرخزاد	ارائه ساختاری مناسب جهت مطالعات قابلیت اطمینان در سیستم قدرت ایران	فرخزاد	داود
مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	حبیب قراگوزلو-مسعود بهجانی زاده-داود فرخزاد	برنامه ریزی تولید در برق منطقه ای فارس بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان	فرخزاد	داود
مقاله	2009	Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, 2009 IEEE/PES	Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-S. Afshar-Davood Farrokhzad-Jaeseok Choi	Reliability centered maintenance program initiation on electric distribution networks	فرخزاد	داود
مقاله	2003	IEEE Transactions on Power Systems	Nima Amjady; Davood Farrokhzad; Mohammad Modarres	Optimal Reliable Operation of Hydrothermal Power Systems with Random Unit Outages	فرخزاد	داود

مقاله	2010	Electric Power Systems Research	Ali Akhvein; Mahmoud Fotuhi Firuzabad; Roy Billinton; Davood Farrokhzad	Review of reduction techniques in the determination of composite system adequacy equivalents	فرخزاد	داود
مقاله	2004	International Conference on Power System Technology (POWERCON), 2004	Davood Farrokhzad; Mahmoud Fotuhi-Firuzabad; Habib Gharahgozloo	A data collection scheme for reliability evaluation and assessment-a practical case in Iran	فرخزاد	داود
مقاله	2007	Journal of Faculty of Engineering, University of Tabriz	Habib Gharagozloo, Mahmoud Reza Haghifam, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Davood Farokhzad	A New Method for Reliability Assessment of a Small Area in a Large Scale Composite Power System Using Graph Theory	فرخزاد	داود
مقاله	2007	Tabriz University Engineering Faculty Journal	Habib Garaghozloo, Mahmoud-Reza Haghifam, Mahmoud Fotouhi-Firozabad, Davood Farrokhzad	A New Method for Composite Reliability Assessment Using Graph Theory Concept	فرخزاد	داود
مقاله	1384	هشتمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	کوروش فردوسیان-حبیب قراگوزلو	ارزیابی قابلیت اطمینان پستهای فشار قوی در سیستمهای قدرت	فردوسیان	کوروش
مقاله	1381	هفدهمین کنفرانس بین المللی برق	سیدحسین حسینی-گنورگ قره پتیان-امیر فرشچیان	ارزیابی و مقایسه طرحهای مختلف شبکه مصرف داخلی نیروگاههای بخار از دیدگاه شاخص قابلیت اطمینان	فرشچیان	امیر
پایان نامه	1382	دانشگاه تبریز	امیر فرشچیان؛ استاد راهنما : حسین حسینی؛ استاد مشاور : گنورگ قره پتیان	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های مصرف داخلی نیروگاههای بخار و بررسی تاثیر جبران سازه های توان رادیواکتیو بر روی قابلیت اطمینان این شبکه ها	فرشچیان	امیر
پروژه	1381	پژوهشگاه نیرو	امیرحسین حاجی میرآقا (مدیر پروژه)، رضا براتی، الهام صادقیان سرخابی، ابوطالب نیازی، امیر فرشچیان صادق، گنورگ قره پتیان	تعیین مدل ملی و بهینه شبکه مصرف داخلی نیروگاههای بخاری از دیدگاه تولید انرژی الکتریکی	فرشچیان	امیر
مقاله	2012	International Conference on Future Electrical Power and Energy Systems	Y. R. Jafarian-Hossein Asgharpour-Masoud Rashidinejad-Mohammad Ali Forghani	Multi Objective Power Generation Preventive Maintenance Scheduling	فرقانی	محمد علی
مقاله		هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	سیدمحمدحسن حسینی، حسین هارون آبادی، حسن براتی، فرشید فروزبخش، ناصر قاسمی، غلامرضا کامیاب	تعیین ظرفیت نصب بهینه نیروگاههای آبی کوچک با استفاده از ترازایی شاخص های فنی-اقتصادی و قابلیت اطمینان	فروزبخش	فرشید
مقاله	2008	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Seyed Mohammad Hassan Hosseini-Farshid Forouzbakhsh-Mahmoud	Determination of installation capacity in reservoir hydro-power plants considering technical, economical and reliability indices	فروزبخش	فرشید

			Fotuhi-Firuzabad-Mehdi Vakilian			
مقاله	2005	Energy Policy	Seyed Mohammad Hassan Hosseini; Farshid Forouzbaksh; M. Rahimpour	Determination of the optimal installation capacity of small hydro-power plants through the use of technical, economic and reliability indices	فروزبخش	فرشید
مقاله	2012	هفدهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق	امیرحسین دری نژاد؛ حبیب ترابی؛ سعید انتظاری؛ پیام خوارزمی؛ الهام اخوان رضایی؛ علیرضا فریدونیان	ارزیابی روش های محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان در شرکت توزیع برق تهران بزرگ	فریدونیان	علیرضا
پایان نامه	1390	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	محمد فضایی	بررسی تأثیرات نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در برنامه ریزی تولید	فضایی	محمد
مقاله	1389	سومین کنفرانس نیروگاههای برق	احمد کندی-محمد فضلی	افزایش قابلیت اطمینان و پایداری دیزل ژنراتورهای اضطراری نیروگاه حرارتی شازند به کمک تکنیکهای CM	فضلی	محمد
پروژه	1374	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه ای آذربایجان	ناصر فغفوری	مطالعه قابلیت اطمینان در سیستمهای حفاظتی شبکه تولید و انتقال برق آذربایجان و روشهای افزایش	فغفوری	ناصر
مقاله	1390	اولین کنفرانس بین المللی و سومین کنفرانس ملی سد و نیروگاههای برق آبی	حسین شاهین زاده-جواد پورآباده-سیدامین فقهی	بررسی انواع مدل های ریاضی به منظور ارزیابی اثرات تعمیرات روی قابلیت اطمینان تجهیزات مکانیکی و الکتریکی موجود در نیروگاه های برق آبی	فقهی	سیدامین
مقاله	1367	سومین کنفرانس بین المللی برق	نظام الدین فقیه	اپتیمال بازرسیهای نگهداری بمنظور افزایش قابلیت اطمینان در نیروگاهها و تاسیسات برق	فقیه	نظام الدین
مقاله	1389	کنفرانس بهینه سازی مصرف انرژی	Hadi Fekrmandi; Payam Faghihi	Overcoming Challenges for a Renewable Energy Future	فقهی	پیام
مقاله	1389	کنفرانس بهینه سازی مصرف انرژی	Hadi Fekrmandi; Payam Faghihi	Overcoming Challenges for a Renewable Energy Future	فکرمندی	هادی
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	فریبرز اقتدارنیا؛ ابراهیم کریمی؛ مجید فلاح-اصغر سعادت	برنامه ریزی ظرفیت سیستم تولید بر اساس شاخصهای قابلیت اطمینان	فلاح	مجید
مقاله	2008	2nd International Power and Energy Conference, 2008. PECon 2008. IEEE	Ahmad Fallah Khoshbakht-Mehdi Raofat	Optimal allocation of DGs and RCSs to improve distribution network reliability and network energy loss	فلاح خوشبخت	احمد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه بیرجند	علی حشمتی؛ استاد راهنما : حمیدرضا نجفی؛ استاد مشاور : حمید فلقی	مدلسازی مزرعه بادی برای مطالعات قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت	فلقی	حمید
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشگاه بیرجند	دانشجو : حسام گل محمدی-استاد راهنما : مریم رضائی؛ استاد مشاور : حمید فلقی	برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری واحدهای تولیدی در سیستم های قدرت تجدید ساختار یافته	فلقی	حمید
پایان نامه	1390	دانشگاه بیرجند	احمد نصریان - استاد راهنما : حمید فلقی استاد مشاور : مریم رضائی	مکان یابی منابع تولید پراکنده مرسوم مبتنی بر قابلیت اطمینان	فلقی	حمید
مقاله		اولین کنفرانس انرژی های تجدیدپذیر و تولید پراکنده	مریم رضائی، حمید فلقی، محمودرضا حقی فام	کاربرد شبیه سازی مونت کارلو در ارزیابی قابلیت تبادل شبکه های انتقال در حضور نیروگاه های بادی	فلقی	حمید

مقاله	2011	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Hamid Falaghi-C. Singh-Mahmood-Reza Haghifam-Maryam Ramezani	DG integrated multistage distribution system expansion planning	فلقی	حمید
مقاله	2005	The International Conference on Computer as a Tool	Hamid Falaghi; Mahmood-Reza Haghifam	Distributed Generation Impacts on Electric Distribution Systems Reliability: Sensitivity Analysis	فلقی	حمید
مقاله	1386	دهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	محسن صدیقی-محمدتقی عرب یارمحمدی-محمود فندرسکی- یوسف علی نژادبرمی	تاثیر نصب تولیدات پراکنده DG بر روی سطوح مختلف قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت	فندرسکی	محمود
مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	محمود فندرسکی- محمدتقی عرب یارمحمدی- حسن رستگار - ابوالفضل پیرایش نقاب	ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه های بادی منجیل و نیشابور	فندرسکی	محمود
مقاله	2012	Life Science Journal	Hasan Fayazi Boroujeni-Meysam Eghtedari-Mostafa Abdollahi-Elahe Behzadipour	Calculation of generation system reliability index: Loss of Load Probability	فیاضی بروجنی	حسن
پایان نامه				ارزیابی کاربرد ادوات ذخیره کننده انرژی در مدیریت بار و تاثیر آن بر شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه قدرت	فیروزنیا	مهدی
مقاله	1387	دومین کنفرانس ملی نیروگاههای آبی کشور	مهدی فیروزنیا-پوپک پوشنگ باقری-محمود فتوحی فیروزآباد	تاثیر احداث نیروگاه تلمبه ذخیره های در مدیریت بار و قابلیت اطمینان شبکه قدرت	فیروزنیا	مهدی
مقاله	2004	First Iranian Conference on Ecoenergy, Urmia University, Urmia, Iran	Mehdi Firuznia, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, M. H Varahram	Power System Reliability Enhancement Using Energy Storage Devices	فیروزنیا	مهدی
مقاله	1390	نشریه مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر ایران، شماره ۲۶	احمد قادری شمیم-محمودرضا حقی فام	مدلسازی نیروگاه بادی با روش فازی-مارکوف در مطالعات قابلیت اطمینان	قادری شمیم	احمد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1388	دانشگاه تربیت مدرس	احمد قادری شمیم؛ استاد راهنما : محمود رضا حقی فام	تعیین ظرفیت قابل اعتبار نیروگاه بادی با در نظر گرفتن شاخص های قابلیت اطمینان سیستم های قدرت	قادری شمیم	احمد
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAAPS), 2010 IEEE	Ahmad Ghaderi Shamim-Mahmood-Reza Haghifam-S. M. Abedi	Application of Monte Carlo simulation in Markov process for reliability analysis	قادری شمیم	احمد
مقاله	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	Sajjad Abedi-Hani Gharavi Ahangar-Mostafa Nick-Sayed Hossein Hosseinian	Economic and reliable design of a hybrid PV-wind-fuel cell energy system using differential evolutionary algorithm	قاروی	هانی
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشکده مهندسی - دانشگاه بوعلی سینا - همدان	محمد قاسملو؛ استاد راهنما : محمد حسن مرادی؛ استاد مشاور : علی رضا حاتمی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت در حضور نیروگاه بادی	قاسملو	محمد

مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	احسان میرمرادی-حسن قاسمی	بررسی اثر منابع انرژی تجدیدپذیر بر رزرو چرخان بهینه در سیستم قدرت	قاسمی	حسن
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	محمد رضا قاسمی-حسین کاظمی کارگر-امیر رضا یآوری	مکان یابی بهینه ریکلوزرها در شبکه توزیع در حضور تولیدات پراکنده با در نظر گرفتن عدم قطعیت تولید و آنالیز حساسیت شبکه	قاسمی	محمد رضا
پایان نامه	1391	دانشگاه شهید بهشتی	محمد رضا قاسمی	جایابی بهینه کلیدهای باز بست با توجه به عدم قطعیت تامین تولید توان توسط منابع تجدید	قاسمی	محمد رضا
مقاله		هجدهمین کنفرانس بین المللی برق	سید محمد حسن حسینی، حسین هارون آبادی، حسن براتی، فرشید فروزبخش، ناصر قاسمی، غلامرضا کامیاب	تعیین ظرفیت نصب بهینه نیروگاههای آبی کوچک با استفاده از تراز یابی شاخص های فنی-اقتصادی و قابلیت اطمینان	قاسمی	ناصر
مقاله	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	سعید رضا گلدانی-حبیب رجبی مشهدی-رضا قاضی	برنامه ریزی توسعه تولید یک شرکت برق در محیط تجدید ساختار یافته با اعمال محدودیت های قابلیت اطمینان	قاضی	رضا
مقاله		مجله کیفیت و بهره وری صنعت برق ایران ، سال اول، شماره ۲	مهدی صمدی، محمد حسین جاویدی، محمد صادق قاضی زاده	مدلسازی دینامیک سرمایه گذاری در توسعه تولید با در نظر گرفتن پاسخگویی بار	قاضی زاده	محمد صادق
مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	Mahdi Samadi- Mohammad Hossein Javidi-Mohammad Sadegh Ghazizadeh	The Effect of Time-Based Demand Response Program on LDC and Reliability of Power System	قاضی زاده	محمد صادق
مقاله	1384	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	محسن قاینی صوفی آبادی-مهدی ظریف-محسن محسنی-لیلا محسنی	کاربرد RCM در سیستمهای قدرت و بکارگیری AHP در اولویت بندی تجهیزات	قاینی صوفی آبادی	محسن
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1385	دانشگاه فردوسی مشهد	محسن قاینی صوفی آبادی	آنالیز خروج خطوط و ژنراتورها و بکارگیری آن در تخصیص هزینه های فراگیر انتقال	قاینی صوفی آبادی	محسن
مقاله	2013	7th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO), 2013 IEEE	Amir Ghaed-Abbaspour, A.-Mahmoud Fotuhi- Firuzabad-Moein Moeini- Aghtaie	Reliability evaluation of a composite power system containing wind and solar generation	قاندی	امیر
مقاله	2014	IEEE Transactions on Sustainable Energy	Amir Ghaed-Ali Abbaspour-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Moein Moeini-Aghtaie	Toward a Comprehensive Model of Large-Scale DFIG-Based Wind Farms in Adequacy Assessment of Power Systems	قاندی	امیر
مقاله	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	فرزانه قائمی-گنورگ قره پتیان- مرتضی محمدی اردهالی-حسین معرفی	مدل سازی و تعیین اثر منابع تولید پراکنده بر هزینه خاموشی مشترکین در شبکه توزیع بندرعباس	قائمی	فرزانه
مقاله	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	حسین معرفی- گنورگ قره پتیان- مرتضی محمدی اردهالی-فرزانه قائمی	اثر منابع تولید پراکنده بر قابلیت اطمینان فیدهای پربار شبکه توزیع بندرعباس	قائمی	فرزانه
پایان نامه	1389	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	مهدی قبادی؛ استاد راهنما : محمد	تخصیص بهینه منابع تولید پراکنده به منظور بهبود قابلیت اطمینان و کاهش تلفات با استفاده از	قبادی	مهدی

			تقی عاملی؛ استاد مشاور : پرویز رضانپور	مجموعه های فازی		
مقاله	1392	سومین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	سعید شاه رضایی-علی اصغر قدیمی-مجید معظمی	ارزیابی تاثیر نصب منابع تولید پراکنده بر روی شاخصهای قابلیت اعتماد شبکه برق منطقه ای باختر	قدیمی	علی اصغر
مقاله پژوهشی	1392	سعید شاه رضایی؛ علی اصغر قدیمی؛ مجید گندمکار؛ مجید معظمی؛ ساناز شاه حیدری؛ علیرضا افشاری مقدم		ارزیابی قابلیت اعتماد شبکه برق منطقه ای باختر و بررسی راهکارهای بهبود شاخصهای قابلیت اعتماد آن	قدیمی	علی اصغر
مقاله	2012	Journal of Basic and Applied Scientific Research	Mohsen Karami; S. A. Hosseini; Roohollah Karam Beigi; S. S. Karimi Madahi; Farzad Razavi; Ali Asghar Ghadimi	Optimal Operating Strategy for Distributed Generation Considering Reliability Index of SAIDI	قدیمی	علی اصغر
مقاله	1383	نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق	حبیب قراگوزلو-محمود فتوحی فیروزآباد-داود فرخزاد	ارائه ساختاری مناسب جهت مطالعات قابلیت اطمینان در سیستم قدرت ایران	قراگوزلو	حبیب
مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	حبیب قراگوزلو-مسعود بهجانی زاده-داود فرخزاد	برنامه ریزی تولید در برق منطقه ای فارس بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان	قراگوزلو	حبیب
مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	حبیب قراگوزلو-محمدباقر ابوالحسنی جبلی- هادی مدقق	روند انتخاب طرحهای بهینه شبکههای تولید، انتقال و فوق توزیع با در نظر گرفتن ملاحظات قابلیت اطمینان	قراگوزلو	حبیب
مقاله	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	حبیب قراگوزلو-محمودرضا حقی فام-مسعود بهجانی زاده	ارائه الگوریتمی مناسب جهت برنامه ریزی سیستم های قدرت بر حسب شاخص های قابلیت اطمینان	قراگوزلو	حبیب
مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	داود جلالی-حبیب قراگوزلو	بررسی سیستم کدگذاری عملکرد واحدهای تولید در مراجع مختلف و مقایسه آنها با سیستم ایران جهت ثبت حوادث نیروگاه ها	قراگوزلو	حبیب
مقاله	1384	هشتمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	کوروش فردوسیان-حبیب قراگوزلو	ارزیابی قابلیت اطمینان پستهای فشار قوی در سیستمهای قدرت	قراگوزلو	حبیب
مقاله	2005	Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, 2005 IEEE/PES	Mahmoud Fotuhi- Firuzabad-Habib Gharagozloo-Mahmood- Reza Haghifam	Impacts of Power Wheeling on Composite System Adequacy Enhancement	قراگوزلو	حبیب
مقاله	2004	International Conference on Power System Technology (POWERCON), 2004	Davood Farrokhzad; Mahmood Fotuhi-Firuzabad; Habib Gharagozloo	A data collection scheme for reliability evaluation and assessment-a practical case in Iran	قراگوزلو	حبیب
مقاله	2014	Proceedings of the 2nd International Conference on Technical and Physical Problems in Power Engineering	Mahmoud fotuhi firuzabad-Mostafa Farajzadeh-Habib Gharagozloo	Generating Capacity Reliability Evaluation A Practical Case Study in Iran	قراگوزلو	حبیب
مقاله	2007	European Transactions on Electrical Power	Habib Gharagozloo- Mahmood-Reza Haghifam-H.-J. Haubrich- Mahmoud Fotuhi	A new reduction method for reliability assessment of bulk electric power systems	قراگوزلو	حبیب

			Firozabad			
مقاله	2004	Proceedings of the 2nd International Conference on Technical and Physical Problems in Power Engineering, TPE-2004, Tabriz, Iran	Mahmoud Fotuhi-Friuzabad, Mostafa Farajzadeh, Habib Gharagozloo	Generating Capacity Reliability Evaluation- A Practical Case Study in Iran	قراگوزلو	حبيب
مقاله	2007	Journal of Faculty of Engineering, University of Tabriz	Habib Gharagozloo, Mahmoud Reza Haghifiam, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Davood Farokhzad	A New Method for Reliability Assessment of a Small Area in a Large Scale Composite Power System Using Graph Theory	قراگوزلو	حبيب
مقاله	2007	Tabriz University Engineering Faculty Journal	Habib Garagozloo, Mahmoud-Reza Haghifam, Mahmoud Fotouhi-Firozabad, Davood Farokhzad	A New Method for Composite Reliability Assessment Using Graph Theory Concept	قراگوزلو	حبيب
مقاله	1381	هفدهمین کنفرانس بین المللی برق	سیدحسین حسینی-گنورگ قره پتیان-امیر فرشچیان	ارزیابی و مقایسه طرحهای مختلف شبکه مصرف داخلی نیروگاههای بخار از دیدگاه شاخص قابلیت اطمینان	قره پتیان	گنورگ
پایان نامه	1382	دانشگاه تبریز	امیر فرشچیان؛ استاد راهنما : حسین حسینی؛ استاد مشاور : گنورگ قره پتیان	ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های مصرف داخلی نیروگاههای بخار و بررسی تاثیر جبرانسازهای توان رادیواکتیو بر روی قابلیت اطمینان این شبکه ها	قره پتیان	گنورگ
مقاله	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	فرزانه قائمی-گنورگ قره پتیان-مرتضی محمدی اردهالی-حسین معرفی	مدل سازی و تعیین اثر منابع تولید پراکنده بر هزینه خاموشی مشترکین در شبکه توزیع بندرعباس	قره پتیان	گنورگ
مقاله	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	حسین معرفی- گنورگ قره پتیان-مرتضی محمدی اردهالی-فرزانه قائمی	اثر منابع تولید پراکنده بر قابلیت اطمینان فیدرهای پربار شبکه توزیع بندرعباس	قره پتیان	گنورگ
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	حسام یزدانپناهی-مسعود داوری-سیدحسین حسینیان-گنورگ قره پتیان	ارائه یک روش ساده جهت تعیین ظرفیت بهینه رزرو در شبکه های تجدید ساختار یافته	قره پتیان	گنورگ
پروژه	1381	پژوهشگاه نیرو	امیرحسین حاجی میرآقا (مدیر پروژه)، رضا براتی، الهام صادقیان سرخابی، ابوطالب نیازی، امیر فرشچیان صادق، گنورگ قره پتیان	تعیین مدل ملی و بهینه شبکه مصرف داخلی نیروگاههای بخاری از دیدگاه تولید انرژی الکتریکی	قره پتیان	گنورگ
مقاله	2012	Second Iranian Conference on Renewable Energy and Distributed Generation (ICREDG), 2012	Hamid Reza Baghaee-Gevorh B. Gharehpetian-Ali Kashefi Kaviani	Three dimensional Pareto Optimal solution to design a hybrid stand-alone wind/PV generation system with hydrogen energy storage using multi-objective Particle Swarm Optimization	قره پتیان	گنورگ

مقاله	2007	Energy Policy	Amir Hossien Ghorashi	Prospects of nuclear power plants for sustainable energy development in Islamic Republic of Iran	قربشی	امیرحسین
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1392	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات مازندران	نگارش مجتبی طالب پور چاری ؛ استاد راهنما: هدی قربشی ؛ استاد مشاور: میثم جعفری نوکندی	بررسی و مقایسه مدل های توربین های بادی وارانه مدل بهینه از دیدگاه قابلیت اطمینان شبکه	قربشی	هدی
مقاله	1392	هجدهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق	احد بیگلری-مرتضی آیین-مرتضی قلی پور خواجه-مسعود رشیدی نژاد	ارزیابی احتمالاتی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت ترکیبی بادی-خورشیدی	قلی پور خواجه	مرتضی
پایان نامه	1390	دانشگاه تربیت مدرس	ترانه قنبرزاده؛ استاد راهنما : محسن پارسا مقدم؛ استاد مشاور : محمودرضا حقی فام	مدلسازی V2G در مطالعات قابلیت اطمینان و بهره برداری از سیستم های قدرت	قنبرزاده	ترانه
مقاله	2011	Power and Energy Society General Meeting, 2011 IEEE	Taraneh Ghanbarzadeh-Sasan Goleijani-Mohsen Parsa Moghaddam	Reliability constrained unit commitment with electric vehicle to grid using Hybrid Particle Swarm Optimization and Ant Colony Optimization	قنبرزاده	ترانه
مقاله	2013	Electric Power Systems Research	Sasan Goleijani, Taraneh Ghanbarzadeh, Fatemeh Sadeghi Nikoo, Mohsen Parsa Moghaddam	Reliability constrained unit commitment in smart grid environment	قنبرزاده	ترانه
مقاله	1392	دومین کنفرانس بین المللی مدیریت پسماند بازیافت و بیومس	محمد جزینی-میثم کشاورز-مسعود سرپاک-حسن قوری زری	بررسی میزان اهمیت انرژی تولیدی مولد های بیومس در شبکه برق	قوری زری	حسن
مقاله	1391	نخستین کنفرانس انرژی بادی ایران	سعید لطفی ترازویی-حسین شایقی-محمد قیامی-حسین کاظمی کارگر	تاثیر انرژی بادی به همراه منابع خورشیدی و دیزلی بر قابلیت اطمینان سیستم های قدرت ترکیبی	قیامی	محمد
مقاله	۴۳	فصلنامه انرژی ایران ، سال پانزدهم، شماره	سعید لطفی ترازویی، محمد قیامی، حسین کاظمی کارگر	طراحی بهینه سیستم انرژی ترکیبی مستقل از شبکه با در نظر گرفتن شاخص قابلیت اطمینان LPSP (مورد مطالعاتی: روستای ارسون استان اردبیل)	قیامی	محمد
مقاله	1391	دومین کنفرانس بین المللی سالانه انرژی پاک	علی منشاری؛ محمد قیامی؛ فرشید مستوفی	ارائه روشی جدید به منظور بهبود قابلیت اطمینان سیستم ترکیبی برق آبی کوچک، بادی و خورشیدی با استفاده از الگوریتم مورچگان (ACO)	قیامی	محمد
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	Saeid Lotfi Trazouei-Mohammad Ghiamy-Hossein Kazemi kargar	Techno-economic design of a stand- alone hybrid power system based on battery storage with LPSP reliability index	قیامی	محمد
پایان نامه کارشناسی ارشد	1387	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	علی کاشفی کاویانی، غلامحسین ریاحی دهکردی (استاد راهنما)، ش هرام منتصر کوهساری (استاد مشاور)	طراحی اقتصادی یک نیروگاه مختلط بادی-خورشیدی با در نظر گرفتن PSO شاخص های قابلیت اطمینان و با استفاده از الگوریتم هوشمند	کاشفی کاویانی	علی
مقاله	2012	Second Iranian Conference on Renewable Energy and Distributed Generation (ICREDG), 2012	Hamid Reza Baghaee-Gevorh B. Gharehpetian-Ali Kashefi Kaviani	Three dimensional Pareto Optimal solution to design a hybrid stand-alone wind/PV generation system with hydrogen energy storage using multi-objective Particle Swarm Optimization	کاشفی کاویانی	علی

مقاله	2009	Renewable Energy	Ali Kashefi Kaviani; Gholamhossein Riahy Dehkordi; Shahram Montaser Kouhsari	Optimal design of a reliable hydrogen-based stand-alone wind/PV generating system, considering component outages	کاشفی کاویانی	علی
مقاله	2008	International Universities Power Engineering Conference (UPEC 2008), Padova, Italy	Ashkan Yousefi, Ebrahim Shayesteh, Kazem Zare, S. J. Kazempour, Mohsen Parsa Moghaddam, Mahmoud Reza Haghifam	Risk Based Spinning Reserve Allocation Considering Emergency Demand Response Program	کاظم پور	
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشگاه صنعتی شریف	سیامک خاکسار حقانی دهکردی؛ استاد راهنما: محمد حسن سعیدی؛ استاد راهنما: سیامک کاظم زاده حنانی	ارزیابی قابلیت اطمینان در بویلر بازیاب نیروگاه های حرارتی سیکل ترکیبی	کاظم زاده حنانی	سیامک
پایان نامه	1376	دانشگاه علم و صنعت ایران	حسن موسوی- استاد راهنما : احد کاظمی	کاربرد روش شبیه سازی مونت کارلو در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های تولید	کاظمی	احد
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	محمد طلوع خیامی-حیدرعلی شایانفر-احد کاظمی-ملیحه دستپاک	مدلسازی قابلیت اطمینان RPFC و اثر آن بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت	کاظمی	احد
پایان نامه کارشناسی ارشد	1389	دانشگاه علم و صنعت	ابوالفضل صدوق، احد کاظمی (استاد راهنما)	تعیین ظرفیت نصب منابع تولید پراکنده برای حفظ هماهنگی فیوزها و بازبست ها به منظور جلوگیری از کاهش قابلیت اطمینان	کاظمی	احد
مقاله	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	Shahab Dehghan-Hedayat Saboori-Mohsen Kalantar- Ahad Kazemi	Application of Differential Evolution Algorithm to Design a Hydrogen- based Wind/PV Plant Considering Reliability Indices	کاظمی	احد
مقاله	2008	IEEE Transactions on Power Delivery	Sayed-Mahdi Moghadas; Ahad Kazemi; Mahmoud Fotuhi-Firuzabad; Abdel- Aty Edris	Composite System Reliability Assessment Incorporating an Interline Power-Flow Controller	کاظمی	احد
پایان نامه		آرش شعبانی- استاد راهنما : حسین کاظمی کارگر		برنامه ریزی توسعه تولید بهینه با اعمال اثر قیود قابلیت اطمینان در محیط تجدید ساختار	کاظمی کارگر	حسین
مقاله	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مهدی نوروزی-حسین کاظمی کارگر-مهدی امانی	بهینه سازی استفاده از نیروگاه های هیبریدی فتوولتائیک و بادی به همراه سیستم ذخیره باتری با استفاده از تکنیک قابلیت اطمینان LPSP	کاظمی کارگر	حسین
مقاله	1390	هشتمین همایش ملی انرژی	مهدی نوروزی-حسین کاظمی کارگر	بررسی امکان احداث نیروگاه ترکیبی فتوولتائیک و بادی به همراه سیستم ذخیره باتری با استفاده از تکنیک های قابلیت اطمینان DPSP و LPSP در منطقه اشتهارد	کاظمی کارگر	حسین
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	محمد رضا قاسمی-حسین کاظمی کارگر-امیررضا پآوری	مکان یابی بهینه ریکلوزرها در شبکه توزیع در حضور تولیدات پراکنده با در نظر گرفتن عدم قطعیت تولید و آنالیز حساسیت شبکه	کاظمی کارگر	حسین
مقاله	1391	نخستین کنفرانس انرژی بادی ایران	سعید لطفی ترازویی-حسین شایقی-محمد قیامی-حسین کاظمی کارگر	تاثیر انرژی بادی به همراه منابع خورشیدی و دیزلی بر قابلیت اطمینان سیستم های قدرت ترکیبی	کاظمی کارگر	حسین

مقاله	فصلنامه انرژی ایران ، سال پانزدهم، شماره ۴۳	سعید لطفی ترازویی، محمد قیامی، حسین کاظمی کارگر	طراحی بهینه سیستم انرژی ترکیبی مستقل از شبکه با در نظر گرفتن شاخص قابلیت اطمینان LPSP (مورد مطالعاتی: روستای ارسون استان اردبیل)	کاظمی کارگر	حسین
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق Saeid Lotfi Trazouei-Mohammad Ghiamy-Hossein Kazemi kargar	Techno-economic design of a stand- alone hybrid power system based on battery storage with LPSP reliability index	کاظمی کارگر	حسین
مقاله	1392	سومین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران جواد کافی کندری-ناصر بیابانی-مریم رضانی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولید در حضور مزارع بادی و سیستم های ذخیره ساز انرژی	کافی کندری	جواد
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق Hossein Kord-Ahmad Rohani	An Integrated Hybrid Power Supply for Off-Grid Applications Fed by Wind/Photovoltaic/Fuel Cell Energy Systems	کرد	حسین
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق فریبرز اقتدارنیا؛ ابراهیم کریمی؛ مجید فلاح-اصغر سعادت	برنامه ریزی ظرفیت سیستم تولید بر اساس شاخصهای قابلیت اطمینان	کریمی	ابراهیم
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1385	دانشگاه صنعتی شریف سعید کریمی- استاد راهنما: علی عباس پور تهرانی، استاد راهنما: محمود فتوحی فیروزآباد	برنامه ریزی سیستم تولید انرژی الکتریکی از نقطه نظر قابلیت اطمینان با وجود نیروگاه های بادی	کریمی	سعید
مقاله	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران سعید کریمی-محمود فتوحی فیروزآباد-علی عباسپور	برنامه ریزی سیستم تولید با وجود نیروگاه های بادی	کریمی	سعید
مقاله	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران ندا مغربی-غلامحسین شیبسی-شهرام کریمی-حمده عبدی	تاثیر سیستم فتوولتائیک در عملکرد شبکه توزیع در حضور بار مسکونی	کریمی	شهرام
مقاله	2012	Journal of Basic and Applied Scientific Research Mohsen Karami; S. A. Hosseini; Roohollah Karam Beigi; S. S. Karimi Madahi; Farzad Razavi; Ali Asghar Ghadimi	Optimal Operating Strategy for Distributed Generation Considering Reliability Index of SAIDI	کریمی مداحی	
مقاله	1387	اولین کنفرانس نیروگاه های برق مرتضی طاهرخانی-علی کریمی ورکانی-حسن منصف-اشکان رحیمی کیان	برنامه ریزی توسعه تولیدات پراکنده با در نظر گرفتن نایقنیه با استفاده از آنالیز سلسله مراتبی	کریمی ورکانی	علی
مقاله	1392	دومین کنفرانس بین المللی مدیریت پسماند بازیافت و بیومس محمد جزینی-میثم کشاورز-مسعود سرپاک-حسن قوری زری	بررسی میزان اهمیت انرژی تولیدی مولد های بیومس در شبکه برق	کشاورز	میثم
مقاله	1385	چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران آرمان امینی-حیدرعلی شایانفر-محسن کلانتر-محمود فتوحی فیروزآباد	تحلیل قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع در حضور واحدهای تولید پراکنده	کلانتر	محسن
مقاله	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران Shahab Dehghan-Hedayat Saboori-Mohsen Kalantar-Ahad Kazemi	Application of Differential Evolution Algorithm to Design a Hydrogen-based Wind/PV Plant Considering Reliability Indices	کلانتر	محسن
مقاله	2006	14th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2006 Arman Amini, Heidar Ali Shayanfar, Mohsen Kalantar, Mahmoud Fotuhi-Friuzabad	Distribution System Reliability Assessment Incorporating Distributed Generations	کلانتر	محسن

پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشکده برق - دانشگاه تفرش	زهرا کلهری - استاد راهنما دکتر فرزاد رضوی - دکتر محمود فتوحی فیروزآباد	تعیین مد بهینه عملکرد DG با در نظر گرفتن برخی شاخص‌های قابلیت اطمینان	کلهری	زهرا
پایان نامه		فرزاد کلیم دست؛ استاد راهنما: محسن پارسا مقدم		بررسی اثرات مدیریت بار در بهبود قابلیت اعتماد	کلیم دست	فرزاد
مقاله	2010	3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), 2010	Reza Shakerian-Hamid Tavakkolaii-Seyyed Hossein Kamali-Maysam Hedayati	Improved genetic algorithm for loss and simultaneously reliability optimization in radial distribution systems	کمالی	سید حسین
مقاله	1389	سومین کنفرانس نیروگاه‌های برق	احمد کندی-محمد فضلی	افزایش قابلیت اطمینان و پایداری دیزل ژنراتورهای اضطراری نیروگاه حرارتی سازند به کمک تکنیک‌های CM	کندی	احمد
مقاله	1388	چهارمین کنفرانس تخصصی پیش وضعیت و عیب یابی	احمد کندی - محمد صالح غلامی دیلمی	نمونه‌هایی از اجرای موفق برخی تکنیک‌های پیش وضعیت در واحد CM نیروگاه حرارتی سازند	کندی	احمد
مقاله	1392	دومین کنفرانس ملی ایده‌های نو در مهندسی برق	وحید کنزه قی - شاهرخ شجاعیان - جواد پورآباد	ارائه الگوریتمی برای برآورد قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت با احتساب رزرو گردان بهره برداری به روش بهینه‌سازی ازدحام ذرات	کنزه قی	وحید
مقاله	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	وحید کنزه قی - شاهرخ شجاعیان - جواد پورآباد	برنامه ریزی به مدارآمدن واحدها با احتساب قابلیت اطمینان به روش بهینه‌سازی ازدحام ذرات	کنزه قی	وحید
مقاله	1383	نوزدهمین کنفرانس بین‌المللی برق	حسن رستگار - رضا کوسه لر	روشی نو در انتخاب بهینه اندازه و تعداد توربینهای بادی و باتریها در یک سیستم بادی جدا از شبکه	کوسه لر	رضا
مقاله	1392	فصلنامه انرژی ایران، سال شانزدهم، شماره ۴۶	محمدحسین شمس، محسن کیا، بهداد مهدوی	مطالعات طراحی بهینه یک نیروگاه فتوولتائیک ۱۰۰ کیلوواتی متصل به شبکه در تهران با استفاده از نرم افزار PVsyst	کیا	محسن
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Ehsan Naderi-Iman Kiaei-Mahmood-Reza Haghifam	NaS technology allocation for improving reliability of DG-enhanced distribution networks	کیایی	ایمان
مقاله	1387	اولین کنفرانس نیروگاه‌های برق	فرشاد خسروی - مرتضی امینی - نه وین کیخسروی	ارزیابی قابلیت اطمینان در نیروگاه های حرارتی	کیخسروی	نه وین
مقاله	2012	Indian Journal of Science and Technolog	Bahram Noshad-Mina Goodarzi-Shahla Kivan	Generation Expansion Planning for Iranian Power Grid Aiming at Providing Reliability by Comparing WASP-IV Program and Proposed Algorithm by Dynamic Programming	کیوان	شهلا
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه صنعتی اصفهان	حسین دلاوری پور؛ استاد راهنما: حمیدرضا کارشناس	مدل سازی سیستم‌های ذخیره ساز جهت مطالعات قابلیت اطمینان و تعیین ظرفیت بهینه اجزای سیستم‌های انرژی یاد جدا از شبکه	کارشناس	حمیدرضا
مقاله		هجدهمین کنفرانس بین‌المللی برق	سیدمحمدحسن حسینی، حسین هارون آبادی، حسن براتی، فرشید فروزبخش، ناصر قاسمی، غلامرضا کامیاب	تعیین ظرفیت نصب بهینه نیروگاه‌های آبی کوچک با استفاده از تراز یابی شاخص های فنی - اقتصادی و قابلیت اطمینان	کامیاب	غلامرضا
مقاله	2013	IEEE Transactions on Power Delivery	Abdollah Kavousi-Fard-Taher Niknam	Optimal Distribution Feeder Reconfiguration for Reliability Improvement Considering Uncertainty	کاووسی فرد	عبدالله

پایان نامه	1390	دانشکده مهندسی - دانشگاه شهید چمران اهواز	روح اله کرم بیگی - استاد راهنما : محمود جورابیان	ارزیابی قابلیت اطمینان تولید پراکنده بر اساس مد عملکرد آنها در شبکه های توزیع	کرم بیگی	روح اله
مقاله	2012	Journal of Basic and Applied Scientific Research	Mohsen Karami; S. A. Hosseini; Roohollah Karam Beigi; S. S. Karimi Madahi; Farzad Razavi; Ali Asghar Ghadimi	Optimal Operating Strategy for Distributed Generation Considering Reliability Index of SAIDI	کرم بیگی	روح اله
پایان نامه				جایابی منابع تولیدات پراکنده (DG) به منظور بهبود قابلیت اطمینان و کاهش تلفات در سیستم های توزیع	کرمی	علی
مقاله	1391	چهارمین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	حاتم محمدی کامرا - محمد کرمی - سید مصطفی علمی	مدل سازی و ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه بخار	کرمی	محمد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشکده برق - دانشگاه تفرش	محسن کرمی؛ استاد راهنما : فرزاد رضوی	تعیین مکان و مد بهینه عملکرد DG با در نظر گرفتن پروفیل ولتاژ، تلفات و قابلیت اطمینان شبکه	کرمی	محسن
مقاله	2012	Journal of Basic and Applied Scientific Research	Mohsen Karami; S. A. Hosseini; R.Karam Beigi; S. S. Karimi Madahi; Farzad Razavi; Ali Asghar Ghadimi	Optimal Operating Strategy for Distributed Generation Considering Reliability Index of SAIDI	کرمی	محسن
پایان نامه	1389	دانشگاه شهید بهشتی	مازیار کریمی	برنامه ریزی توسعه خطوط انتقال در سیستم های تجدید ساختار شده با در نظر گرفتن مدیریت گرفتگی خطوط و قابلیت اطمینان شبکه	کریمی	مازیار
مقاله	2013	Indian Journal of Science & Technology	Mahdi Maaref-Hasan Monsef-Maziar Karimi	A Reliability Model for a Doubly Fed Induction Generator Based Wind Turbine Unit Considering Auxiliary Components.	کریمی	مازیار
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	محمد رضا کریم زاده؛ استاد راهنما : محمد آقا شفيعی	تخصیص بهینه منابع تولید پراکنده در شبکه های توزیع (تعیین مکان و ظرفیت) با هدف کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان شبکه با استفاده از الگوریتم بهینه ساز جستجوی گروهی (GSO)	کریم زاده	محمد رضا
طرح پژوهشی	1372	دانشگاه تبریز	پژوهشگر : سهراب خانمحمدی - مسئول : رسول کنارنگی	بررسی قابلیت اعتماد سیستمهای تولید	کنارنگی	رسول
پایان نامه (کارشناسی ارشد)		دانشگاه تبریز	رسول کنارنگی؛ استاد راهنما؛ غلامعلی شابدی	بررسی قابلیت اطمینان نیروگاههای حرارتی بمنظور افزایش بهره وری آنها	کنارنگی	رسول
مقاله	1366	دومین کنفرانس بین المللی برق	رسول کنارنگی - سهراب خانمحمدی	محاسبه شاخصهای اساسی قابلیت اطمینان ظرفیت تولیدی سیستمهای قدرت با استفاده از کامپیوتر	کنارنگی	رسول
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	معین منبع چی - محمدباقر کوپایی - امیرحسین پارسایی فرد - محمودرضا حقی فام	زمانبندی تعمیرات واحدهای نیروگاهی به کمک تئوری بازیها با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و عدم قطعیت بار	کوپایی	محمدباقر
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Amir Hossein Parsaeifard-Moein Manbachi-Mohammad Bagher Kopayi-Mahmood-Reza Haghifam	A market-based generation expansion planning in deregulated environment based on distributed generations development	کوپایی	محمدباقر
پایان نامه	1379	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	عبدالله کوروندی	برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری واحدهای نیرو گاهی	کوروندی	عبدالله

رضا	کی پور	اتصال بهینه مزرعه بادی به شبکه بر اساس تحلیل قابلیت اطمینان-هزینه و اثرات آن بر شاخص های قابلیت اطمینان	محمد تقی دوست محمدی؛ استاد راهنا : رضا کی پور	دانشکده برق و کامپیوتر - دانشگاه سمنان	1391	پایان نامه
حامد	گل زاده	بررسی اثر قراردادهای خرید و فروش برق بین کشورهای همسایه در شاخصهای قابلیت اطمینان	پرویز رمضانپور؛ محمدحسین لعله ئی؛ حامد گل زاده	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	1386	مقاله
حسام	گل محمدی	برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری واحدهای تولیدی در سیستم های قدرت تجدید ساختار یافته	دانشجو : حسام گل محمدی-استاد راهنا : مریم رضانی؛ استاد مشاور : حمید فلقی	دانشگاه بیرجند	1391	پایان نامه (کارشناسی ارشد)
حسام	گل محمدی	Generating unit maintenance scheduling in power market based on fairness and competition	Hesam Golmohamadi- Maryam Ramezani	21th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2013	2013	مقاله
حمیدرضا	گلپایگانی	جایابی تولیدات پراکنده توسط الگوریتم هوشمند ACS و مبتنی بر افزایش قابلیت اطمینان شبکه توزیع انرژی الکتریکی	حمیدرضا گلپایگانی-حمدی عبدی-جواد علمایی	پانزدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	1391	مقاله
	گلستانی	A new method for optimal RCS placement in distribution power system considering DG islanding impact on reliability	Mehdi Tadayon-S. Golestani	Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, 2009 IEEE/PES	2009	مقاله
ساسان	گلیجانی	بررسی تأثیر برنامه‌های پاسخ‌گویی بار بر تخصیص بهینه‌ی منابع تولید پراکنده با هدف بهبود قابلیت اطمینان	ساسان گلیجانی؛ استاد راهنا : محسن پارسامقدم؛ استاد مشاور : حبیب اله اعلمی	دانشگاه تربیت مدرس	1390	پایان نامه
ساسان	گلیجانی	Reliability constrained unit commitment with electric vehicle to grid using Hybrid Particle Swarm Optimization and Ant Colony Optimization	Taraneh Ghanbarzadeh- Sasan Goleijani-Mohsen Parsa Moghaddam	Power and Energy Society General Meeting, 2011 IEEE	2011	مقاله
ساسان	گلیجانی	Reliability constrained unit commitment in smart grid environment	Sasan Goleijani, Taraneh Ghanbarzadeh, Fatemeh Sadeghi Nikoo, Mohsen Parsa Moghaddam	Electric Power Systems Research	2013	مقاله
مجید	گندمکار	ارزیابی قابلیت اعتماد شبکه برق منطقه ای باختر و بررسی راهکارهای بهبود شاخصهای قابلیت اعتماد آن	سعید شاه رضایی؛ علی اصغر قدیمی؛ مجید گندمکار؛ مجید معظمی؛ ساناز شاه حیدری؛ علیرضا افشاری مقدم		1392	مقاله پژوهشی
مینا	گودرزی	برنامه ریزی توسعه نیروگاهها برای شبکه سراسری برق ایران با هدف تامین قابلیت اعتماد به کمک برنامه توسعه تولید (WASP-IV) و الگوریتم پیشنهادی به روش برنامه دینامیکی و مقایسه آنها	مینا گودرزی-بهرام نوشاد-محمد صادق جوادی			مقاله
مینا	گودرزی	Generation Expansion Planning for Iranian Power Grid Aiming at Providing Reliability by Comparing WASP-IV Program and Proposed Algorithm by Dynamic Programming	Bahram Noshad-Mina Goodarzi-Shahla Kivan	Indian Journal of Science and Technolog	2012	مقاله
محسن	گیتی زاده	برنامه ریزی بهینه توسعه تولید در سیستم قدرت با استفاده از روش بهینه سازی الگوریتم رقابت استعماری	عبدالرضا پیر، محسن گیتی زاده، جمشید آقایی و محسن اندایشگر	اولین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق	1391	مقاله
محسن	گیتی زاده	Distribution expansion planning considering reliability and security of energy using modified PSO (Particle Swarm Optimization) algorithm	Jamshid Aghaei-Kashem M. Muttaqi-Ali Azizivahed-Mohsen Gitizadeh	Energy	2014	مقاله

پایان نامه	1387	مجتمع آموزش عالی فنی و مهندسی نوشیروانی	ایمان خنکدارطراسی؛ استاد راهنما: عبدالرضا شیخ‌الاسلامی؛ استاد مشاور: جواد روحی؛ استاد مشاور: سعید لسان	اثر تولید پراکنده بر قابلیت اطمینان و شاخصهای کیفیت توان	لسان	سعید
پایان نامه	1375	دانشگاه فردوسی مشهد	محمد رضا لشگری	برنامه‌ریزی بهینه زمان‌بندی تعمیرات نگهداری واحدهای تولید در سیستم قدرت	لشگری	محمد رضا
مقاله	1388	دومین کنفرانس ملی مهندسی برق	مرتضی شعبان زاده-علیرضا لطفی- مهرداد ستایش نظر	طراحی و توسعه بهینه شبکه فشار متوسط توزیع در شرایط حضور احتمالی منابع تولید پراکنده به منظور حفظ قابلیت اطمینان سیستم	لطفی	علیرضا
مقاله	1388	دومین کنفرانس ملی مهندسی برق	علیرضا لطفی-مرتضی شعبان زاده- مهرداد ستایش نظر	تعیین بهینه زمان، مکان و ظرفیت منابع تولید پراکنده با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان در شبکه های ولتاژ متوسط	لطفی	علیرضا
مقاله	1391	نخستین کنفرانس انرژی بادی ایران	سعید لطفی ترازویی-حسین شایقی-محمد قیامی-حسین کاظمی کارگر	تاثیر انرژی بادی به همراه منابع خورشیدی و دیزلی بر قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت ترکیبی	لطفی ترازویی	سعید
مقاله		فصلنامه انرژی ایران ، سال پانزدهم، شماره ۴۳	سعید لطفی ترازویی، محمد قیامی، حسین کاظمی کارگر	طراحی بهینه سیستم انرژی ترکیبی مستقل از شبکه با در نظر گرفتن شاخص قابلیت اطمینان LPSP (مورد مطالعاتی: روستای ارسون استان اردبیل)	لطفی ترازویی	سعید
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	Saeid Lotfi Trazouei- Mohammad Ghiamy- Hossein Kazemi kargar	Techno-economic design of a stand- alone hybrid power system based on battery storage with LPSP reliability index	لطفی ترازویی	سعید
پایان نامه	1391	دانشگاه تربیت مدرس	محمد امین لطیفی	زمان‌بندی تعمیرات واحدهای نیروگاهی در سیستم قدرت تجدید ساختار شده با در نظر گرفتن عدم قطعیت منابع اولیه انرژی	لطیفی	محمد امین
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mohammad Amin Latify- Hossein Seifi-Habib Rajabi Mashhadi	An integrated model for generation maintenance coordination in a restructured power system involving gas network constraints and uncertainties	لطیفی	محمد امین
مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	پرویز رمضانپور؛ محمد حسین لعله ئی؛ حامد گل زاده	بررسی اثر قراردادهای خرید و فروش برق بین کشورهای همسایه در شاخصهای قابلیت اطمینان	لعله ئی	محمد حسین
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	وحید لگزیان؛ سید حسین حسینیان	طراحی مدل پیشنهادی ظرفیت به منظور تامین حدکفایت ظرفیت و افزایش قابلیت اطمینان سیستم	لگزیان	وحید
مقاله	2012	2nd Iranian Conference on Smart Grids (ICSG), 2012	Mohammad Mahdi Mojarrad Kahani-Seyed Mojtaba Sajjadi- Hooman Tafvizi Zavareh	A wind farm's reliability and effects of the wind farm on a distribution grid's reliability indices	مجرد کاهانی	محمد مهدی
پایان نامه			علی محبوب راد- استاد راهنما : منصور رفیعی	بررسی تأثیرات منابع ذخیره انرژی بر بهبود قابلیت اطمینان نیروگاه‌های بادی	محبوب راد	علی
مقاله	2009	PROCEEDINGS OF WORLD ACADEMY OF SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY	Sara Mohtashami; Habib Rajabi Mashhadi	Power Generation Scheduling of Thermal Units Considering Gas Pipelines Constraints	محتشمی	سارا
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	سینا سلطانی-محمودرضا حقی فام- آرش محدثی	برآورد بلندمدت قابلیت اطمینان در شبکه های متصل به نیروگاه بادی با بهره گیری از الگوهای تکرار باد	محدثی	آرش
مقاله	1384	بیستمین کنفرانس بین المللی برق	محسن قاینی صوفی آبادی-مهدی	کاربرد RCM در سیستمهای قدرت و بکارگیری AHP در اولویت بندی تجهیزات	محسنی	محسن

			ظریف-محسن محسنی-لیلا محسنی			
مقاله	1384	بیستمین کنفرانس بین المللی برق	محسن قایمی صوفی آبادی-مهدی ظریف-محسن محسنی-لیلا محسنی	کاربرد RCM در سیستمهای قدرت و بکارگیری AHP در اولویت بندی تجهیزات	محسنی	لیلا
پروژه	1387	دانشگاه تهران	حسین محسنی	پژوهش و بررسی مشابه سازی سخت افزاری شبکه فشارقوی با هدف بررسی حوادث شبکه	محسنی	حسین
مقاله	1387	شانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	سید هادی حسینی-محمدرضا غلامی-میثم محمدطاهری	محاسبه پارامترهای قابلیت اطمینان در سطح تولید با استفاده از الگوریتم PSO	محمدطاهری	میثم
مقاله	2011	21st International Conference on Electricity Distribution	Hossein MOHAMMADNEZHAD-SHOURKAEI, Mahmoud FOTUHI-FIRUZABAD	PRINCIPAL REQUIREMENTS OF DESIGNING THE REWARD-PENALTY CHEMES FOR RELIABILITY IMPROVEMENT IN DISTRIBUTION SYSTEMS	محمد نژاد	حسین
مقاله	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	فرزانه قائمی-گئورگ قره پتیان- مرتضی محمدی اردهالی-حسین معرفی	مدل سازی و تعیین اثر منابع تولید پراکنده بر هزینه خاموشی مشترکین در شبکه توزیع بندرعباس	محمدی اردهالی	مرتضی
مقاله	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	حسین معرفی- گئورگ قره پتیان- مرتضی محمدی اردهالی-فرزانه قائمی	اثر منابع تولید پراکنده بر قابلیت اطمینان فیدرهای پربار شبکه توزیع بندرعباس	محمدی اردهالی	مرتضی
مقاله	1387	همایش ملی سوخت، انرژی و محیط زیست	مریم حسنی واریانی-مرتضی محمدی اردهالی-غلامحسین ریاحی دهکردی	مدل سازی و بررسی بهره برداری همزمان از انرژی فتوولتائیک و باد جهت تامین بار مشخص بر اساس قابلیت اطمینان و هزینه اقتصادی	محمدی اردهالی	مرتضی
پایان نامه کارشناسی ارشد	1391	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	محمد حسین اعتصامی، مرتضی محمدی اردهالی (استاد راهنما)، غلامحسین ریاحی دهکردی (استاد راهنما)	بهینه سازی پیکربندی سیستم ترکیبی مستقل از شبکه باد/خورشید/باتری با لحاظ قیود قابلیت اطمینان و هزینه سالانه به کمک الگوریتم بهینه سازی رقابت استعماری بهبود یافته	محمدی اردهالی	مرتضی
پایان نامه کارشناسی ارشد	1390	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	علیرضا جم، مرتضی محمدی اردهالی (استاد راهنما)، سید حسین حسینیان (استاد مشاور)	تخصیص بهینه واحدهای تولید پراکنده بادی در شبکه توزیع شعاعی با در نظر گرفتن تلفات و قابلیت اطمینان	محمدی اردهالی	مرتضی
پایان نامه				ارزیابی بهبود قابلیت اطمینان سیستم توزیع با اضافه کردن سیستمهای ذخیره انرژی الکتریکی	محمدی سراب	هوشنگ
مقاله	1391	چهارمین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	حاتم محمدی کامرا-محمد کرمی- سید مصطفی علمی	مدل سازی و ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه بخار	محمدی کامرا	حاتم
پایان نامه				تاثیرات جایابی تولیدات پراکنده بر میزان قابلیت اطمینان با منظور کردن اثر ادوات حفاظتی	محمدی	شهرام
پروژه	1391	کمیته مرکزی شرکت برق منطقه ای زنجان	مدیر پروژه: عباس سرداری، کاظم مظلومی، ابوالفضل جلیلود، شهرام محمدی، رضا نوروزیان، سجاد	تاثیرات جایابی تولیدات پراکنده بر میزان قابلیت اطمینان با منظور کردن اثر ادوات حفاظتی	محمدی	شهرام

			مهربانی (ناظر)			
پایان نامه	1390	دانشگاه تربیت مدرس	رحیم محمدی- استاد راهنما: محمودرضا حقی فام	برنامه ریزی میان مدت و کوتاه مدت هماهنگ سیستم های توزیع در حضور منابع DER به منظور تامین قابلیت اطمینان مطلوب مصرف کنندگان	محمدی	رحیم
مقاله	2011	Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology	Mohammad Mohammadi-M. Akbari Nasab	DG Placement with Considering Reliability Improvement and Power Loss Reduction with GA Method	محمدی	محمد
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mohammad Mohammadi-Mehdi Nafar	Optimal placement of multitypes DG as independent private sector under pool/hybrid power market using GA-based Tabu Search method	محمدی	محمد
مقاله	2013	Annals of Nuclear Energy	M. Aghaie; A. Norouzi; A. Zolfaghari; A. Minucheher; Z. Mohamadi Fard; R. Tumari	Advanced progressive real coded genetic algorithm for nuclear system availability optimization through preventive maintenance scheduling	محمدی فرد	
پایان نامه				مدیریت انرژی در سیستم هایبرید پیل سوختی- فتوولتائیک- باتری با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	محمدیان	محسن
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	مجتبی پروتی-محسن محمدیان- علی جوادی	مدیریت انرژی سیستم هایبرید متشکل از پیل سوختی، آرایه فتوولتائیک و باتری با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان	محمدیان	محسن
پایان نامه			داود فرخزاد- استاد راهنما: محمد مدرس یزدی	بهینه سازی برنامه ریزی بلندمدت تولید نیروگاههای حرارتی و آبی با مخازن چندمنظوره و محاسبه همزمان پایای	مدرس یزدی	محمد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1373	دانشگاه صنعتی شریف	داوود فرخزاد-استاد راهنما: محمد مدرس یزدی	بررسی پایایی ظرفیت تولید شبکه برق سراسری ایران	مدرس یزدی	محمد
مقاله	2003	IEEE Transactions on Power Systems	Nima Amjady; Davood Farrokhzad; Mohammad Modarres	Optimal Reliable Operation of Hydrothermal Power Systems with Random Unit Outages	مدرس یزدی	محمد
مقاله	1386	بیست و دومین کنفرانس بین المللی برق	حبیب فراگوزلو-محمدباقر ابوالحسنی جلی- هادی مدقق	روند انتخاب طرح های بهینه شبکه های تولید، انتقال و فوق توزیع با در نظر گرفتن ملاحظات قابلیت اطمینان	مدقق	هادی
پروژه	۱۳۹۰	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه ای خراسان	مدیر پروژه: مصطفی عیدپانی، سید محسن صدر، کاظم عاملی، مرتضی ترابی، ساعد راعی، هادی مدقق	ارزیابی اثرات اضافه شدن واحدهای جدید بادی مصوب خواف در شبکه خراسان از نقطه نظر قابلیت اطمینان و پایداری شبکه	مدقق	هادی
پروژه	1386	شرکت مدیریت شبکه برق ایران	زهرا مدیحی بیدگلی (مدیر پروژه)، همایون برهمندپور	تهیه و تدوین استاندارد امنیت بهره برداری	مدیحی بیدگلی	زهرا
مقاله	1384	سومین کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات	روزبه اشراق نیا-حسن مدیر شانه چی-حبیب رجیبی مشهدی	زمان بندی بهینه تعمیرات و نگهداری واحدهای تولیدی در فضای رقابتی با استفاده از الگوریتم ژنتیک	مدیر شانه چی	حسن
مقاله	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	رضا پور آقا بابا- جلال مرادی- سعید منصوری	ارائه برنامه تعمیرات پیشگیرانه مبتنی بر اصول قابلیت اطمینان و دسترسی برای نیروگاه شهید منتظری اصفهان	مرادی	جلال
مقاله	1391	بیستمین کنفرانس مهندسی برق ایران	بهنام نامور بهرغانی-محمد آقا شفیعی-محمد احمدیان-محمد مرادی دالوند	تعیین اندازه بهینه منابع ریزشبکه مستقل از شبکه جهت تامین بارالکتريکی و حرارتی با در نظر گرفتن قید آلودگی	مرادی دالوند	محمد

پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشکده مهندسی - دانشگاه بوعلی سینا - همدان	محمد قاسملو؛ استاد راهنما : محمد حسن مرادی؛ استاد مشاور : علی رضا حاتمی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت در حضور نیروگاه بادی	مرادی	محمد حسن
مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	محمدحسن مرادی-محسن اسکندری	روش ترکیبی برای تعیین ظرفیت و استراتژی عملکرد بهینه منابع در میکروگرید	مرادی	محمد حسن
مقاله	2014	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mohammad Hassan Moradi-Ali Khandani	Evaluation economic and reliability issues for an autonomous independent network of distributed energy resources	مرادی	محمد حسن
مقاله	2014	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mohammad Hassan Moradi-Mohsen Eskandari-Hemen Showkati	A hybrid method for simultaneous optimization of DG capacity and operational strategy in microgrids utilizing renewable energy resources	مرادی	محمد حسن
مقاله	2014	Renewable Energy	Mohammad Hassan Moradi-Mohsen Eskandari	A hybrid method for simultaneous optimization of DG capacity and operational strategy in microgrids considering uncertainty in electricity price forecasting	مرادی	محمد حسن
مقاله	2014	IEEE Transactions on Industrial Electronics	Zahra Moradi-Shahrbabak; Ahmadreza Tabesh; Gholam Reza Yousefi	Economical Design of Utility-Scale Photovoltaic Power Plants with Optimum Availability	مرادی شهر بابک	زهرا
مقاله	2012	Second Iranian Conference on Renewable Energy and Distributed Generation (ICREDG), 2012	Mohammad Moradi Ghahderijani; Seyed Masoud Barakati; Saeed Tavakoli	Reliability evaluation of stand-alone hybrid microgrid using Sequential Monte Carlo Simulation	مرادی قهدریجانی	محمد
مقاله				برنامه ریزی قابلیت اطمینان مقید مشارکت نیروگاه ها در حضور نیروگاه های بادی با قابلیت کلیدزنی خطوط انتقال و در نظر گرفتن پیشامدهای اتفاقی	مرتضوی	سعیداله
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1391	دانشکده مهندسی - دانشگاه شهید چمران اهواز	افشین بارانی تمبی؛ استاد راهنما: سعیداله مرتضوی	بهره برداری بهینه از واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن قیود شبکه، نیروگاه های بادی به صورت احتمالی، بارهای قابل قطع و پیشامدهای اتفاقی (Contingency)	مرتضوی	سعیداله
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشکده مهندسی - دانشگاه شهید چمران اهواز	احمد حیدری؛ استاد راهنما : سید سعیداله مرتضوی	بهره برداری بهینه از سیستم قدرت دارای تولید پراکنده و نیروگاه های بادی در سیستم های تجدید ساختار یافته برق با در نظر گرفتن قیود AC و قابلیت اطمینان سیستم	مرتضوی	سعیداله
مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	Vahid Davatgaran-Seyed Saeedolah Mortazavi-Mohsen Saniei-Mohammad Khalifeh	Different Strategies of Interruptible Load Contracts Implemented in Reliability Constrained Unit Commitment	مرتضوی	سعیداله
مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	Vahid Davatgaran-Seyed Saeedolah Mortazavi-Mohsen Saniei-Mohammad Khalifeh	Reliability Constrained Unit Commitment in a Deregulated Power System Using Different ptimization Methods	مرتضوی	سعیداله
مقاله	2013	21th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2013	Mohammad Khalifeh-Seyed Saeedolah Mortazavi-Mahmood Joorabian-V. Davatgaran	Studding two indices of voltage stability in reliability constrained unit commitment in a day-ahead market	مرتضوی	سعیداله

مقاله	2010	SOURCE	Mahdi Baghdadi-S. S. Mortazavi-A. Saidian	Reliability Based Unit Commitment of a Distribution Company with Integrations of Probabilistic Wind Farm and Spinning Reserve Based on Benders Decomposition Method.	مرتضوی	سعیداله
مقاله	2011	International Review of Electrical Engineering	Mahdi Baghdadi-S. S. Mortazavi-A. Saidian	Optimal Power Management of a DISCO with Integrations of Reliability Considerations and Wind Farm Based on Benders Decomposition	مرتضوی	سعیداله
پایان نامه (کارشناسی)	1388	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	پروین مرندی؛ استاد راهنما: پرویز رضانیور	مطالعه قابلیت اطمینان نیرو گاه بادی با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو	مرندی	پروین
مقاله	۴۴	فصلنامه انرژی ایران ، سال پانزدهم، شماره	فرشید مستوفی	ارائه روشی جدید به منظور جابایی و تعیین ظرفیت بهینه منابع تولید پراکنده ترکیبی بادی و خورشیدی در شبکه مشکین شهر توسط الگوریتم (GSA)	مستوفی	فرشید
مقاله	1391	دومین کنفرانس بین المللی سالانه انرژی پاک	علی منشاری؛ محمد قیامی؛ فرشید مستوفی	ارائه روشی جدید به منظور بهبود قابلیت اطمینان سیستم ترکیبی برق آبی کوچک، بادی و خورشیدی با استفاده از الگوریتم مورچگان (ACO)	مستوفی	فرشید
مقاله	2012	INTERNATIONAL JOURNAL of RENEWABLE ENERGY RESEARCH	Farshid Mostofi; Hossein Shayeghi	Feasibility and Optimal Reliable Design of Renewable Hybrid Energy System for Rural Electrification in Iran	مستوفی	فرشید
مقاله	2013	INTERNATIONAL JOURNAL of RENEWABLE ENERGY RESEARCH	Farshid Mostofi; Masoud Safavi	Application of ABC Algorithm for Grid-Independent Hybrid Hydro/Photovoltaic/Wind/Fuel Cell Power Generation System Considering Cost and Reliability	مستوفی	فرشید
پروژه	1386	شرکت برق منطقه ای آذربایجان	داود جلالی- حمید دانایی، نیکی مسلمی، مرجان دهقانی، جعفر عباسی	تهیه و استقرار نرم افزار ثبت و بررسی حوادث نیروگاههای تحت پوشش شرکت برق منطقه ای آذربایجان	مسلمی	نیکی
پروژه	1381	کمیته تحقیقات شرکت برق منطقه ای خراسان	مدیر پروژه: حمید دانایی، داود جلالی، نیکی مسلمی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولید و انتقال خراسان	مسلمی	نیکی
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	محمداحسان مسیبیان-حسن منصف	ارائه یک روش ترکیبی برای مدل سازی نیروگاه بادی در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت	مسیبیان	محمداحسان
مقاله	1389	ششمین کنفرانس بین المللی مسائل فنی و فیزیکی در مهندسی قدرت	Mohammad Ehsan Mosayebian-Hassan Monsef	RELIABILITY ANALYSIS OF WIND ENERGY IN ELECTRIC POWER SYSTEMS	مسیبیان	محمداحسان
مقاله	2010	International Review on Modelling & Simulations	Mohammad Ehsan Mosayebian; Hassan Monsef	Reliability Evaluation in Power System Integrated with Wind Power	مسیبیان	محمداحسان
مقاله	2014	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Abdollah Rastgou-Jamal Moshtagh	Improved harmony search algorithm for transmission expansion planning with adequacy-security considerations in the deregulated power system	مشتاق	جمال
پایان نامه کارشناسی ارشد	1389	دانشگاه علم و صنعت	ابوالفضل مصدق، احد کاظمی (استاد راهنما)	تعیین ظرفیت نصب منابع تولید پراکنده برای حفظ هماهنگی فیوزها و بازبسته ها به منظور جلوگیری از کاهش قابلیت اطمینان	مصدق	ابوالفضل
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1373	دانشگاه صنعتی شریف	سید محمد صدرالسادات زاده-استاد راهنما: دکتر مصطفوی	تدوین نظام نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه تجهیزات و تاسیسات نیروگاه شهید رجایی	مصطفوی	بابک
مقاله	1385	نشریه علمی-پژوهشی برق	بابک مظفری، تورج امرایی، علیمحمد رنجبر، علیرضا شیرانی	مدیریت بهینه قطع بار در شبکه های قدرت تجدیدساختار شده برای جلوگیری از فروپاشی ولتاژ	مظفری	بابک

مقاله	2012	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	Mehdi Nikzad-Mahdi Bashirvand-Babak Mozafari-Ali Mohamad Ranjbar	Prioritizing demand response programs from reliability aspect	مظفری	بابک
مقاله	2012	Energy	Mehdi Nikzad-Babak Mozafari-Mahdi Bashirvand-Soodabeh Solaymani-Ali Mohamad Ranjbar	Designing time-of-use program based on stochastic security constrained unit commitment considering reliability index	مظفری	بابک
مقاله	2010	International Conference on Power System Technology (POWERCON), 2010	Farzad Partovi-Babak Mozafari-Mona Ranjbar	An approach for daily assessment of active power reserve capacity and spinning reserve allocation in a power system	مظفری	بابک
مقاله	2014	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mehdi Nikzad; Babak Mozafari	Reliability assessment of incentive- and priced-based demand response programs in restructured power systems	مظفری	بابک
مقاله	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	وحید رشتچی-کاظم مظلومی-عباس سرداری	جایابی بهینه تولیدات پراکنده در شبکه های توزیع برای بهبود قابلیت اطمینان به کمک الگوریتم قورباغه	مظلومی	کاظم
پایان نامه				تأثیرات جایابی تولیدات پراکنده بر میزان قابلیت اطمینان با منظور کردن اثر ادوات حفاظتی	مظلومی	کاظم
طرح پژوهشی	1391	کاظم مظلومی	حامد هاشمی دزکی، حسین عسکریان ابیانه، کاظم مظلومی	افزایش بهره وری و قابلیت اطمینان شبکه های توزیع به کمک بهینه سازی چندمنظوره سیستم حفاظتی و کلیدزنی	مظلومی	کاظم
پروژه	1391	کمیته مرکزی شرکت برق منطقه ای زنجان	مدیر پروژه: عباس سرداری، کاظم مظلومی، ابوالفضل جلیلود، شهرام محمدی، رضا نوروزیان، سجاد مهربانی (ناظر)	تأثیرات جایابی تولیدات پراکنده بر میزان قابلیت اطمینان با منظور کردن اثر ادوات حفاظتی	مظلومی	کاظم
مقاله	2013	Indian Journal of Science & Technology	Mahdi Maaref-Hasan Monsef-Maziar Karimi	A Reliability Model for a Doubly Fed Induction Generator Based Wind Turbine Unit Considering Auxiliary Components.	معارف	مهدی
مقاله	1380	شانزدهمین کنفرانس بین المللی برق	امین معاضدی	تحلیل علل وقوع یک حادثه در نیروگاه منتظر قائم و ارائه راه حل جهت پیشگیری از حوادث مشابه	معاذی	امین
پایان نامه	1386		امیر معتمدی	طراحی بازار سرویس های جانبی و تسویه همزمان بازار انرژی و رزرو گردان بر مبنای شاخص های قابلیت اطمینان	معتمدی	امیر
مقاله	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	فرزانه قائمی-گئورگ قره پتیان-مرتضی محمدی اردهالی-حسین معرفی	مدل سازی و تعیین اثر منابع تولید پراکنده بر هزینه خاموشی مشترکین در شبکه توزیع بندرعباس	معرفی	حسین
مقاله	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	حسین معرفی- گئورگ قره پتیان-مرتضی محمدی اردهالی-فرزانه قائمی	اثر منابع تولید پراکنده بر قابلیت اطمینان فیدرهای پربار شبکه توزیع بندرعباس	معرفی	حسین
مقاله	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	امین معصوم زاده-امیرحسین فتحی	مدل نوین در تعیین زمان تعمیر برنامه ریزی شده یک واحد تولید پراکنده خصوصی موتورگازی همراه با معرفی تابع جدید پیوسته هزینه احتمالی خرابی	معصوم زاده	امین
پایان نامه کارشناسی	1377	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	محمد پورگل محمد، فرامرز معطر	ارزیابی مقایسه ای قابلیت اعتماد سیستم برق اضطراری نیروگاه به روش PSA و مارکوف	معطر	فرامرز

ارشد			(استاد راهنما)، کامران سپانلو (استاد مشاور)			
مقاله	1392	سومین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	سعید شاه رضایی-علی اصغر قدیمی-مجید معظمی	ارزیابی تاثیر نصب منابع تولید پراکنده بر روی شاخصهای قابلیت اعتماد شبکه برق منطقه ای باختر	معظمی	مجید
مقاله پژوهشی	1392	سعید شاه رضایی؛ علی اصغر قدیمی؛ مجید گندمکار؛ مجید معظمی؛ ساناز شاه حیدری؛ علیرضا افشاری مقدم		ارزیابی قابلیت اعتماد شبکه برق منطقه ای باختر و بررسی راهکارهای بهبود شاخصهای قابلیت اعتماد آن	معظمی	مجید
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Majid Moazzami; Reza Hemmati; Fariborz Haghghatdar Fesharaki; S. Rafiee Rad	Reliability evaluation for different power plant busbar layouts by using sequential Monte Carlo simulation	معظمی	مجید
مقاله	2012	Life Science Journal	Mojtaba Shirvani-Ahmad Memaripour-Mostafa Abdollahi-Asadollah Salimi	Calculation of generation system reliability index: Expected Energy Not Served	معماری پور	احمد
مقاله	1388	اولین کنفرانس ملی صنعت نیروگاههای حرارتی	Sareh Bahmanpour-Mahdi Bashooki-Hamid Reza Maanavi-Mohammad Hossein Refan	Reliability Comparison between PCS7 and SPPA T-2000 Automation System	معنوی	حمیدرضا
مقاله	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	امیر صفدریان-محمود فتوحی فیروزآباد-محمدحسین سرپرنده-معین معینی اقطاعی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم مرکب تولید و انتقال با استفاده از روش شبیه سازی مونت کارلو هوشمند	معینی اقطاعی	معین
مقاله	2013	7th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO), 2013 IEEE	Amir Ghaed-Abbaspour, A.-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Moein Moeini-Aghtaie	Reliability evaluation of a composite power system containing wind and solar generation	معینی اقطاعی	معین
مقاله	2011	16th Conference on Electrical Power Distribution Networks (EPDC), 2011	Moein Moeini-Aghtaie-Payman Dehghanian-Seyed Hamid Hosseini	Optimal Distributed Generation placement in a restructured environment via a multi-objective optimization approach	معینی اقطاعی	معین
مقاله	2014	IEEE Transactions on Sustainable Energy	Amir Ghaed-Ali Abbaspour-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Moein Moeini-Aghtaie	Toward a Comprehensive Model of Large-Scale DFIG-Based Wind Farms in Adequacy Assessment of Power Systems	معینی اقطاعی	معین
مقاله	2011	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	Mohammad Hossein Sarparandeh; Moein Moeini-Aghtaie; Payman Dehghanian; Iraj Harsini; Ahmad Haghani	Feasibility study of operating an autonomous power system in presence of wind turbines, A practical experience in Manjil, Iran	معینی اقطاعی	معین
مقاله	2011	19th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2011	Amir Safdarian, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Mohamad Hosein Sarparandeh,	Composite Generation and Transmission System Reliability Assessment Using Intelligent Monte Carlo Simulation Method	معینی اقطاعی	معین

			Moein Moeini-Aghtaie			
مقاله	2010	CIGR Canada, Conference on Power Systems, Vancouver	Moein Moeini-Aghtaie, Ali Abbaspour, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Wind Farm Fuzzy Modeling for Adequacy Evaluation of Power System	معینی اقطاعی	معین
مقاله	2010	Proceedings of the CIGRE Canada, Vancouver, Canada, 2010.	Amir Safdarian, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Mohammad Hossein Sarparandeh, Moein Moeini-Aghtaie	Composite System Reliability Assessment Using Intelligent Contingency Selection	معینی اقطاعی	معین
مقاله	1392	پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران	ندا مغربی-غلامحسین شیبسی-شهرام کریمی-حمیدی عبدی	تائیرسیستم فتوولتائیک در عملکرد شبکه توزیع در حضور بار مسکونی	مغربی	ندا
مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	هادی برجی-ملیحه مغفوری فرسنگی-سعید اسماعیلی	برنامه ریزی طولانی مدت توسعه شبکه تولید با استفاده از الگوریتم بهینه سازی فاخته	مغفوری فرسنگی	ملیحه
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشکده مهندسی - دانشگاه شهید چمران اهواز	مهدی بغدادی- استاد راهنما : علی سعیدیان- استاد مشاور : مسعود مقدس تفرشی	بهره برداری بهینه از شرکت های توزیع در بازار رقابتی با حضور نیروگاه های تولید پراکنده و بارزدایی	مقدس تفرشی	مسعود
مقاله	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	ارش نوایی فرد-سیدمسعود مقدسی تفرشی	سایزبندی بهینه میکروشبکه با استفاده از الگوریتم اجتماع ذرات با در نظر گرفتن عدم قطعیت انرژی باد	مقدس تفرشی	مسعود
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	Arash Navaeefard-S.M. Moghaddas Tafreshi-Mehdi Derafshian Maram	Distributed Energy Resources Capacity Determination of a Hybrid Power System in Electricity Market	مقدس تفرشی	مسعود
مقاله	2010	International Energy Conference and Exhibition (EnergyCon), 2010 IEEE	Arash Navaeefard-S.M. Moghaddas Tafreshi-Mostafa Barzegari-Amir Jalali Shahrood	Optimal sizing of distributed energy resources in microgrid considering wind energy uncertainty with respect to reliability	مقدس تفرشی	مسعود
مقاله	2011	3rd International Youth Conference on Energetics (IYCE), Proceedings of the 2011	Hamid Hassanzadehfard-Seyed Masoud Moghaddas-Tafreshi-Seyed Mehdi Hakimi	Effect of energy storage systems on optimal sizing of islanded micro-grid considering interruptible loads	مقدس تفرشی	مسعود
مقاله	2008	IEEE Transactions on Power Delivery	Sayed-Mahdi Moghadasi; Ahad Kazemi; Mahmoud Fotuhi-Firuzabad; Abdel-Aty Edris	Composite System Reliability Assessment Incorporating an Interline Power-Flow Controller	مقدسی	سید مهدی
پایان نامه	1372	دانشگاه صنعتی اصفهان	محمد مکتوبیان	برنامه ریزی تعمیر و نگهداری نیروگاه ها: بهینه سازی اقتصادی و قابلیت اطمینان	مکتوبیان	محمد
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	امیرحسین پارسایی فرد-معین منبع چی- محمودرضا حقی فام	بررسی اثر قابلیت اطمینان بر امکان سنجی اقتصادی واحدهای تولید همزمان برق و حرارت به کمک شبیه سازی مونت کارلو و نظریه بازی ها	منبع چی	معین
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	معین منبع چی-محمدباقر کوپایی-امیرحسین پارسایی فرد-محمودرضا	زمانبندی تعمیرات واحدهای نیروگاهی به کمک تئوری بازیها با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و عدم قطعیت بار	منبع چی	معین

			حقی فام			
مقاله	2010	Proceedings of the International Symposium Modern Electric Power Systems (MEPS), 2010	Moein Manbachi-Faezeh Mahdloo-Mahmood-Reza Haghifam	A new solution for maintenance scheduling in deregulated environment based on lost opportunity cost of market participation and reliability	منبع چی	معین
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Moein Manbachi-Faezeh Mahdloo-Mahmood-Reza Haghifam	A new solution for maintenance scheduling in deregulated environment applying Genetic Algorithm and Monte-Carlo Simulation	منبع چی	معین
مقاله	2009	Electrical Power & Energy Conference (EPEC), 2009 IEEE	Moein Manbachi-Amir Hossein Parsaeifard-Mahmood-Reza Haghifam	A new solution for maintenance scheduling using maintenance market simulation based on game theory	منبع چی	معین
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Amir Hossein Parsaeifard-Moein Manbachi-Mohammad Bagher Kopayi-Mahmood-Reza Haghifam	A market-based generation expansion planning in deregulated environment based on distributed generations development	منبع چی	معین
مقاله	2011	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mahmoud Reza Haghifam-Moein Manbachi	Reliability and availability modelling of combined heat and power (CHP) systems	منبع چی	معین
نرم افزار			شهرام منتصر کوهساری	نرم افزار پاشا (PASHA)	منتصر کوهساری	شهرام
پایان نامه کارشناسی ارشد	1387	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	علی کاشفی کاویانی، غلامحسین ریاحی دهکردی (استاد راهنما)، ش هرام منتصر کوهساری (استاد مشاور)	طراحی اقتصادی یک نیروگاه مختلط بادی-خورشیدی با در نظر گرفتن PSO شاخص های قابلیت اطمینان و با استفاده از الگوریتم هوشمند	منتصر کوهساری	شهرام
مقاله	2009	Renewable Energy	Ali Kashefi Kaviani; Gholamhossein Riahy Dehkordi; Shahram Montaser Kouhsari	Optimal design of a reliable hydrogen-based stand-alone wind/PV generating system, considering component outages	منتصر کوهساری	شهرام
مقاله	1391	دومین کنفرانس بین المللی سالانه انرژی پاک	علی منشاری؛ محمد قیامی؛ فرشید مستوفی	ارائه روشی جدید به منظور بهبود قابلیت اطمینان سیستم ترکیبی برق آبی کوچک، بادی و خورشیدی با استفاده از الگوریتم مورچگان (ACO)	منشاری	علی
مقاله	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	محمدصادق جوادی-حسن منصف	برنامه ریزی به مدار آمدن واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن قیود امنیت بر اساس قوانین بازار برق ایران	منصف	حسن
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	محمدصادق جوادی-حسن منصف	برنامه ریزی به مدار آمدن واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن قیود امنیت و قابلیت اطمینان در سیستمهای قدرت مدرن	منصف	حسن
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	وحید خلیق-حسن منصف-امیر باقری	ارائه روشی جدید برای مدلسازی شبکه قابلیت اطمینان واحد فتوولتاییک	منصف	حسن
مقاله	1388	دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مرتضی طاهرخانی-حسن منصف	برنامه ریزی توسعه تولید در محیط تجدید ساختار یافته با در نظر گرفتن قیود قابلیت اطمینان	منصف	حسن

مقاله	1387	اولین کنفرانس نیروگاههای برق	مرتضی طاهرخانی-علی کریمی ورکانی-حسن منصف-اشکان رحیمی کیان	برنامه ریزی توسعه تولیدات پراکنده با در نظر گرفتن ناپیچینها با استفاده از آنالیز سلسله مراتبی	منصف	حسن
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	محمداحسان مسیبیان-حسن منصف	ارائه یک روش ترکیبی برای مدل سازی نیروگاه بادی در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت	منصف	حسن
مقاله	1389	اولین همایش منطقه ای مهندسی برق	مسعود جعفری-حسن منصف	جایابی بهینه و همزمان منابع تولید پراکنده و ادوات حفاظتی با استفاده از الگوریتم ژنتیک (GA) و الگوریتم کلونی مورچگان (ACS)	منصف	حسن
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	مسعود جعفری-حسن منصف	جایابی و ظرفیت یابی بهینه و همزمان منابع تولید پراکنده و ادوات حفاظتی با استفاده از ترکیب الگوریتم کلونی مورچگان (ACS) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)	منصف	حسن
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	میثم جعفری نوکندانی-حسن منصف	تسویه بازار همزمان انرژی و رزرو چرخان در سیستم قدرت تجدید ساختار یافته بر اساس قابلیت اطمینان مطلوب مصرف کنندگان	منصف	حسن
مقاله	1389	ششمین کنفرانس بین المللی مسائل فنی و فیزیکی در مهندسی قدرت	Mohammad Ehsan Mosayebian-Hassan Monsef	RELIABILITY ANALYSIS OF WIND ENERGY IN ELECTRIC POWER SYSTEMS	منصف	حسن
مقاله	2011	10th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2011	Reza Yousefian-Hassan Monsef	DG-allocation based on reliability indices by means of Monte Carlo simulation and AHP	منصف	حسن
مقاله	2012	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	R. Ansari-Hassan Monsef	Optimization of DG placement in distribution system using artificial bee colony algorithm based on generation level reliability indices	منصف	حسن
مقاله	2009	IEEE Transactions on Power Systems	Meysam Jaefari-Nokandi-Hassan Monsef	Scheduling of Spinning Reserve Considering Customer Choice on Reliability	منصف	حسن
مقاله	2013	Indian Journal of Science & Technology	Mahdi Maaref-Hasan Monsef-Maziar Karimi	A Reliability Model for a Doubly Fed Induction Generator Based Wind Turbine Unit Considering Auxiliary Components.	منصف	حسن
مقاله	2010	International Review on Modelling & Simulations	Mohammad Ehsan Mosayebian; Hassan Monsef	Reliability Evaluation in Power System Integrated with Wind Power	منصف	حسن
مقاله	1390	بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق	رضا پور آقا بابا-جلال مرادی- سعید منصوری	ارائه برنامه تعمیرات پیشگیرانه مبتنی بر اصول قابلیت اطمینان و دسترسی برای نیروگاه شهید منتظری اصفهان	منصوری	سعید
مقاله		اولین کنفرانس انرژی های تجدیدپذیر و تولید پراکنده	کاظم زارع، سیدمهدی مهائی	جایابی همزمان منابع تولید پراکنده و خازنها به منظور بهبود قابلیت اطمینان و کاهش تلفات شبکه های توزیع	مهائی	سیدمهدی
مقاله	2011	10th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2011	Taghi Sami-Seyyed Mehdi Mahaei-M. T. Hashemi Namarvar-H. Irvani	Optimal placement of DGs for reliability and loss evaluation using DlgSILENT software	مهائی	سیدمهدی
مقاله	2012	Proceedings of 17th Conference on Electrical Power Distribution Networks (EPDC), 2012	Seyyed Mehdi Mahaei-Taghi Sami-Amir Shilebaf-Jafar Jafarzadeh	Simultaneous placement of distributed generations and capacitors with multi-objective function	مهائی	سیدمهدی
مقاله	2010	Proceedings of the International Symposium Modern Electric	Moein Manbachi-Faezeh Mahdloo-Mahmood-Reza	A new solution for maintenance scheduling in deregulated environment based on lost opportunity cost of market participation and reliability	مهدلو	فائزه

		Power Systems (MEPS), 2010	Haghifam			
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	Moein Manbachi-Faezeh Mahdloo-Mahmood-Reza Haghifam	A new solution for maintenance scheduling in deregulated environment applying Genetic Algorithm and Monte-Carlo Simulation	مهدلو	فائزه
مقاله	1392	فصلنامه انرژی ایران، سال شانزدهم، شماره ۴۶	محمدحسین شمس، محسن کیا، بهداد مهدوی	مطالعات طراحی بهینه یک نیروگاه فتوولتائیک ۱۰۰ کیلوواتی متصل به شبکه در تهران با استفاده از نرم افزار PVSyst	مهدوی	بهداد
مقاله		مجموعه مقالات کنفرانس علمی - تخصصی صنعت نیروگاه تجربه اول - نیروگاه حرارتی شهید رجایی	غلامحسین مهدی پور	روش های افزایش قابلیت اطمینان برج های خنک کن نیروگاه حرارتی تبریز با توجه به تجارب بهره برداری	مهدی پور	غلامحسین
پایان نامه	1389	دانشگاه بیرجند	مجید مهدی زاده فرد - استاد راهنما : محمد رضا آقا ابراهیمی استاد مشاور : حمیدرضا نجفی (پایان نامه)	تحلیل بهره برداری از منابع تولید پراکنده به صورت جزیره ای و تاثیر آن بر شاخص های قابلیت اطمینان	مهدی زاده فرد	مجید
مقاله	2011	International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives (POWERENG), 2011	Mohammad Reza Aghaebrahimi; Majid Mehdizadeh; Hamid Reza Najafi	A new algorithm for reliability assessment of wind-diesel system in islanding mode of operation	مهدی زاده فرد	مجید
مقاله				قابلیت اطمینان توصیفی در نیروگاه ها	مهدیزاده	علی محمد
پروژه	1391	کمیته مرکزی شرکت برق منطقه ای زنجان	مدیر پروژه: عباس سرداری، کاظم مظلومی، ابوالفضل جلیلود، شهرام محمدی، رضا نوروزیان، سجاد مهربانی (ناظر)	تاثیرات جایابی تولیدات پراکنده بر میزان قابلیت اطمینان با منظور کردن اثر ادوات حفاظتی	مهربانی	سجاد
مقاله	2011	Power and Energy Society General Meeting, 2011 IEEE	A. Mehrtash-P. Wang-L. Goel, L.	Reliability evaluation of generation system incorporating renewable generators in a spot power market	مهرتاش	امیر
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010 IEEE	A. Mehrtash-P. Wang-L. Goel, L.	Reliability evaluation of restructured power systems with wind farms using Equivalent Multi-State models	مهرتاش	امیر
مقاله	2012	IEEE Transactions on Power Systems	A. Mehrtash-P. Wang-L. Goel, L.	Reliability Evaluation of Power Systems Considering Restructuring and Renewable Generators	مهرتاش	امیر
مقاله	1382		محسن موحد، فرخ امینی	بررسی اثر قیمت خاموشی بر توسعه بهینه سیستم تولید برق کشور	موحد	محسن
مقاله	1392	اولین همایش ملی برق و کامپیوتر جنوب ایران	عبدالخالق حمیدی؛ حامد رجیب؛ مهرداد موحدپور	تاثیر ظرفیت بهینه مولدهای تولید پراکنده بر روی قابلیت عملکرد سیستم های توزیع	موحدپور	مهرداد
پایان نامه (کارشناسی)	1389	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	حمزه موذن؛ استاد راهنما: محمد تقی عاملی	نرم افزار بارزدایی هوشمند در سیستم های قدرت جهت افزایش پایداری و قابلیت اطمینان شبکه	موذن	حمزه
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1376	دانشگاه علم و صنعت ایران	سید حسن موسوی	کاربرد روش شبیه سازی مونت کارلو در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های تولید	موسوی	سید حسن

مقاله	اولین کنفرانس انرژی های تجدیدپذیر و تولید پراکنده		سید محمد علی موسوی، پرویز رمضانپور	جایابی بهینه بازست ها در شبکه های توزیع حاوی منابع تولید پراکنده بمنظور افزایش قابلیت اطمینان سیستم	موسوی	سید محمد علی
پایان نامه	1376	دانشگاه علم و صنعت ایران	حسن موسوی - استاد راهنما : احد کاظمی	کاربرد روش شبیه سازی مونت کارلو در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های تولید	موسوی	حسن
مقاله	2011	International Review on Modelling & Simulations	Masoud Omidvar- Mahmood-Reza Haghifam- B. Somayeh Mousavi	A Novel Wind Farm Modeling to Improve Reliability Assessment of Power System	موسوی	بی بی سمیه
پروژه			مدیر پروژه: سید حسین موسوی	مطالعه کاربرد روش شبیه سازی مونت کارلو در مطالعات قابلیت اطمینان سیستم های تولید قدرت	موسوی	سید حسین
مقاله	دو ماهنامه هوش مصنوعی و ابزار دقیق ، شماره ۳ (پیاپی ۱۵)		عبدالرضا رضایی فر، علی اشرف مدرس، فرح جعفرنژاد، مهدی سجودی، حمیدرضا مؤمنی	امکان سنجی به کار گیری سامانه های کنترل مبتنی بر فیلدباس در نیروگاه های حرارتی	مؤمنی	حمیدرضا
مقاله	2013	Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences	Maziar Mirhosseini Moghaddam, Mohammad Hossein Javidi, Mohsen Parsa Moghaddam, Majid Oloomi Buygi	Reliability - Based Generation Resource Planning in Electricity Markets	میرحسینی مقدم	مازیار
پایان نامه	1379	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	حسن میرزایی	برنامه ریزی برای احداث نیروگاه های جدید با در نظر گرفتن شاخص های قابلیت اطمینان و هزینه های اقتصادی	میرزایی	حسن
مقاله	2012	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mobin Sefidgaran- Mohammad Mirzaie- Ataollah Ebrahimzadeh	Reliability model of the power transformer with ONAF cooling	میرزایی	محمد
مقاله	1392	بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران	احسان میرمردادی - حسن قاسمی	بررسی اثر منابع انرژی تجدیدپذیر بر رزرو چرخان بهینه در سیستم قدرت	میرمردادی	احسان
پایان نامه	1390	دانشگاه یزد	محمد مسعود میرجلیلی؛ استاد راهنما : علی رضا صدیقی؛ استاد مشاور : محمود رضا حقی فام	بررسی تاثیر منابع تولید پراکنده بر حفاظت های موجود در شبکه توزیع انرژی الکتریکی و ارائه راهکار مناسب برای آنها	میرجلیلی	محمد مسعود
مقاله	2013	22nd International Conference on Electricity Distribution	Seyyed Majid MIRI LARIMI, Mahmoud Reza HAGHIFAM, Kianoush ALIPOUR	RELIABILITY IMPROVEMENT ASSIGNMENT TO DISTRIBUTED GENERATION IN DISTRIBUTION NETWORK	میری	سید مجید
مقاله	2013	22nd International Conference on Electricity Distribution	Seyyed Majid MIRI LARIMI, Mahmoud Reza HAGHIFAM	DG ALLOCATION BASED ON MODIFIED NODAL PRICE WITH CONSIDERATION OF LOSS AND RELIABILITY USING PSO	میری	سید مجید
مقاله	2013	Annals of Nuclear Energy	M. Aghaie; A. Norouzi; A. Zolfaghari; A. Minucheher; Z. Mohamadi Fard; R. Tumari	Advanced progressive real coded genetic algorithm for nuclear system availability optimization through preventive maintenance scheduling	مینوچهر	
مقاله	2010	11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS), 2010	Ehsan Naderi-Iman Kiaei- Mahmood-Reza Haghifam	NaS technology allocation for improving reliability of DG-enhanced distribution networks	نادری	احسان

		IEEE				
مقاله	2007	22nd International Power System Conference, PSC 2007	E. Naseri, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Determination of Customer Interruption Cost Using a Fuzzy Based Approach	ناصری	
مقاله	1391	بیستمین کنفرانس مهندسی برق ایران	بهنام نامور بهرغانی-محمد آقا شفیعی-محمد احمدیان-محمد مرادی دالوند	تعیین اندازه بهینه منابع ریزشبهه مستقل از شبکه جهت تامین بارالکتریکی و حرارتی با در نظر گرفتن قید آلودگی	نامور بهرغانی	بهنام
پایان نامه	1390	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	بهنام نامور؛ استاد راهنما : محمد آقا شفیعی؛ استاد مشاور : محمد احمدیان	برنامه ریزی بهینه توسعه تولید ریزشبهه جهت تامین بار حرارتی و الکتریکی به منظور کاهش آلودگی	نامور بهرغانی	بهنام
مقاله	2010	International Energy Conference and Exhibition (EnergyCon), 2010 IEEE	Ehsan Reihani-Moez Davodi-Mehdi Najjar-Reza Norouzizadeh	Reliability based generator maintenance scheduling using hybrid evolutionary approach	نجار	مهدی
مقاله	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	یوسف پورجمال-علی عجمی-سجاد نجفی	جایابی منابع تولید پراکنده در سیستم های توزیع شعاعی با هدف کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان	نجفی	سجاد
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1389	دانشکده مهندسی - دانشگاه تربیت معلم - تبریز	یوسف پورجمال قویچاق؛ استاد راهنما : علی عجمی؛ استاد مشاور : سجاد نجفی	جایابی و مقدار یابی بهینه منابع تولید پراکنده در سیستم های قدرت با هدف افزایش قابلیت اطمینان و کاهش تلفات	نجفی	سجاد
مقاله		مجله مهندسی برق و الکترونیک ایران؛ سال دهم، شماره ۱	مجتبی نجفی، مهدی احسان، محمود فتوحی فیروزآباد، علی اخوین	تسویه تصادفی بازار با توجه به قابلیت اطمینان واحدهای تولید انرژی الکتریکی	نجفی	مجتبی
مقاله	2010	Energy	Mojtaba Najafi-Mehdi Ehsan -Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Ali Akhavan-Karim Afshar	Optimal reserve capacity allocation with consideration of customer reliability requirements	نجفی	مجتبی
مقاله	2013	Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers	Mojtaba Najafi, M. Ehsan, M. Fotuhi-Firuzabad, A. Akhavan	Random Settlement Market due to the Reliability of Electrical Power Generation units	نجفی	مجتبی
مقاله	2010	International Review of Electrical Engineering	Mojtaba Najafi, Mehdi Ehsan, Mahmoud Fotuhi-Firuzabad, Ali Akhavan	A Market Clearing Method with Consideration of Power Generation Response Reliability	نجفی	مجتبی
پایان نامه دکترا	2010	Oloom va Tahghighat Azad University	Mojtaba Najafii, Mehdi Ehsan	Reserve Market Management Considering Reliability Requirements of Loads	نجفی	مجتبی
پایان نامه	1388	دانشگاه بیرجند	عبدالجلیل پالیده- استاد راهنما : حمیدرضا نجفی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم ترکیبی تولید و انتقال در حضور مزارع بادی	نجفی	حمیدرضا
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1390	دانشگاه بیرجند	علی حشمتی؛ استاد راهنما : حمیدرضا نجفی؛ استاد مشاور : حمیدقلقی	مدلسازی مزرعه بادی برای مطالعات قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت	نجفی	حمیدرضا
مقاله	1372	هشتمین کنفرانس بین المللی برق	فرامرز رهبر؛ حمیدرضا نجفی	بررسی اثرات ظرفیت واحدهای نیروگاههای بخاری بر روی شاخصهای قابلیت اطمینان سیستم تولید	نجفی	حمیدرضا

				شبکه سراسری ایران		
پایان نامه	1389	دانشگاه بیرجند	مجید مهدی زاده فرد- استاد راهنما : محمد رضا آقا ابراهیمی استاد مشاور : حمیدرضا نجفی	تحلیل بهره برداری از منابع تولید پراکنده به صورت جزیره ای و تاثیر آن بر شاخص های قابلیت اطمینان	نجفی	حمیدرضا
مقاله	1376	دوازدهمین کنفرانس بین المللی برق	حمیدرضا نجفی-علی پیروی	بررسی قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت به هم پیوسته	نجفی	حمیدرضا
پایان نامه	1370	دانشگاه فردوسی مشهد	حمیدرضا نجفی- استاد راهنما : D191 (پایان نامه)	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت در ایران	نجفی	حمیدرضا
مقاله	2011	International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives (POWERENG), 2011	Mohammad Reza Aghaebrahimi; Majid Mehdizadeh; Hamid Reza Najafi	A new algorithm for reliability assessment of wind-diesel system in islanding mode of operation	نجفی	حمیدرضا
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1387	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین	نگارش قدرت سربازی ؛ استاد: راهنما نجفی ؛ استاد مشاور؛ شوندی	استقرار سیستم نگهداری و تعمیرات با رویکرد قابلیت اطمینان (RCM) بر روی توربینهای گازی شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت منطقه شمالغرب ایران	نجفی	
مقاله	1391	چهارمین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران	سلمان نصرالهی-عباس صابری نوقایی	جایابی بهینه منابع تولید پراکنده با در نظر گرفتن منحنی تداوم بار	نصرالهی	سلمان
پایان نامه	1390	دانشگاه بیرجند	احمد نصریان؛ استاد راهنما : حمید فلقی؛ استاد مشاور : مریم رضانی	مکان یابی منابع تولید پراکنده مرسوم مبتنی بر قابلیت اطمینان	نصریان	احمد
پروژه	1385	شرکت برق منطقه ای تهران	سارا صاحب زمانی (مدیر پروژه)، فرخ امینی، نازنین خسروی زنجانی، حسن زیبا، پیام نظافت، غلامرضا وتفرداد	محاسبه خسارت خاموشی از دید مصرف کنندگان خانگی، تجاری، کشاورزی و عرضه کننده انرژی الکتریکی	نظافت	پیام
مقاله	1390	دومین کنفرانس مدیریت و بهینه سازی مصرف انرژی	جمشید نعیمی	افزایش کارایی بویلر در واحدهای بخاری نیروگاه نکا	نعیمی	جمشید
مقاله	1387	اولین کنفرانس نیروگاههای برق	جمشید نعیمی	افزایش قابلیت اطمینان در واحدهای بخاری نیروگاه نکا	نعیمی	جمشید
مقاله	1390	نخستین همایش ملی مدیریت انرژی در صنایع نفت و گاز	جمشید نعیمی	مدیریت مصرف انرژی در بویلر واحدهای بخاری نیروگاه نکا	نعیمی	جمشید
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mohammad Mohammadi-Mehdi Nafar	Optimal placement of multitypes DG as independent private sector under pool/hybrid power market using GA-based Tabu Search method	نفر	مهدی
مقاله	1388	نخستین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران	ارش نوایی فرد-سیدمسعود مقدسی تفرشی	سایزبندی بهینه میکروشبکه با استفاده از الگوریتم اجتماع ذرات با در نظر گرفتن عدم قطعیت انرژی باد	نوایی فرد	ارش
پایان نامه	1389	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	ارش نوایی فرد	تعیین ظرفیت بهینه منابع پراکنده انرژی یک سیستم خود مختار در محیط بازار برق	نوایی فرد	ارش
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	Arash Navaeefard-S.M. Moghaddas Tafreshi-Mehdi Derafshian Maram	Distributed Energy Resources Capacity Determination of a Hybrid Power System in Electricity Market	نوایی فرد	ارش
مقاله	2010	International Energy Conference and Exhibition (EnergyCon),	Arash Navaeefard-S.M. Moghaddas Tafreshi-	Optimal sizing of distributed energy resources in microgrid considering wind energy uncertainty with respect to reliability	نوایی فرد	ارش

		2010 IEEE	Mostafa Barzegari-Amir Jalali Shahrood			
مقاله	2012	Journal of Basic and Applied Scientific Research	Ali Badri; Ahmad Norouzpour Niazi	Preventive Generation Maintenance Scheduling Considering System Reliability and Energy Purchase in Restructured Power Systems	نوروزپور نیازی	احمد
مقاله	1390	چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران	مهدی نوروزی-حسین کاظمی کارگر-مهدی امانی	بهینه سازی استفاده از نیروگاههای هیبریدی فتوولتائیک و بادی به همراه سیستم ذخیره باتری با استفاده از تکنیک قابلیت اطمینان LPSP	نوروزی	مهدی
مقاله	1390	هشتمین همایش ملی انرژی	مهدی نوروزی-حسین کاظمی کارگر	بررسی امکان احداث نیروگاه ترکیبی فتوولتائیک و بادی به همراه سیستم ذخیره باتری با استفاده از تکنیک های قابلیت اطمینان DPSP و LPSP در منطقه اشتهارد	نوروزی	مهدی
پایان نامه	1388	دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تهران	مهدی نوروزی	بهینه سازی استفاده از نیروگاههای هیبریدی فتوولتائیک و بادی به همراه سیستم ذخیره باتری با استفاده از تکنیک قابلیت اطمینان DPSP	نوروزی	مهدی
پروژه	1391	کمیته مرکزی شرکت برق منطقه ای زنجان	مدیر پروژه: عباس سرداری، کاظم مظلومی، ابوالفضل جلیلووند، شهرام محمدی، رضا نوروزیان، سجاد مهربانی (ناظر)	تاثیرات جایابی تولیدات پراکنده بر میزان قابلیت اطمینان با منظور کردن اثر ادوات حفاظتی	نوروزیان	رضا
مقاله	2010	International Energy Conference and Exhibition (EnergyCon), 2010 IEEE	Ehsan Reihani-Moez Davodi-Mehdi Najjar-Reza Norouzizadeh	Reliability based generator maintenance scheduling using hybrid evolutionary approach	نوروزی زاده	رضا
مقاله	1385	بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق	Ali Nowrouzi-Abolfazl Shirzad Siboni-Mohammad Taghi Zafranchizadeh	Assessment of O&M Cost and Reliability of Wind Turbine System by Markov chain model	نوروزی	علی
مقاله	2013	Annals of Nuclear Energy	M. Aghaie; A. Norouzi; A. Zolfaghari; A. Minucmehr; Z. Mohamadi Fard; R. Tumari	Advanced progressive real coded genetic algorithm for nuclear system availability optimization through preventive maintenance scheduling	نوروزی	
کتاب		مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف	مترجمین: دکتر محمود فتوحی فیروز آباد، دکتر داوود فرخزاد، مهندس صابر نوری زاده	ارزیابی ریسک در سیستم های قدرت - الگوها، روش ها و کاربردها	نوری زاده	صابر
کتاب	1389	مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف	نویسنده: محمد شاهیده پور؛ مترجم: محمود فتوحی فیروزآباد؛ مترجم: صابر نوری زاده	برنامه ریزی تعمیر و نگهداری در سیستمهای قدرت تجدید ساختار شده	نوری زاده	صابر
مقاله	1389	اولین همایش منطقه ای مهندسی برق	علی سعیدیان-بهرام نوشاد-محمدصادق جوادی	امکان سنجی نیروگاه تلمبه ذخیره ای برای شبکه برق خوزستان با در نظر گرفتن شبکه سراسری برق ایران با قید قابلیت اعتماد	نوشاد	بهرام
مقاله		مینا گودرزی-بهرام نوشاد-محمد صادق جوادی		برنامه ریزی توسعه نیروگاهها برای شبکه سراسری برق ایران با هدف تامین قابلیت اعتماد به کمک برنامه توسعه تولید (WASP-IV) و الگوریتم پیشنهادی به روش برنامه دینامیکی و مقایسه آنها	نوشاد	بهرام
مقاله	2012	Indian Journal of Science and Technolog	Bahram Noshad-Mina Goodarzi-Shahla Kivan	Generation Expansion Planning for Iranian Power Grid Aiming at Providing Reliability by Comparing WASP-IV Program and Proposed Algorithm by Dynamic Programming	نوشاد	بهرام

پروژه	1381	پژوهشگاه نیرو	امیرحسین حاجی میرآقا (مدیر پروژه)، رضا براتی، الهام صادقیان سرخایی، ابوطالب نیازی، امیر فرشچیان صادق، گئورگ قره پتیان	تعیین مدل ملی و بهینه شبکه مصرف داخلی نیروگاههای بخاری از دیدگاه تولید انرژی الکتریکی	نیازی	ابوطالب
مقاله	1389	بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق	محمدامین اکبری-مجید نیروی پور- علی رضا روستا-محمد ارجمند	بررسی قابلیت اطمینان و پاسخ دینامیکی توربینهای بادی نوع ژنراتور القایی از دو سو تغذیه با استفاده از کنترل فضای برداری به روش SVPWM	نیروی پور	مجید
مقاله	1390	نوزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران	Sajjad Abedi-Hani Gharavi Ahangar-Mostafa Nick-Sayed Hossein Hosseinian	Economic and reliable design of a hybrid PV-wind-fuel cell energy system using differential evolutionary algorithm	نیک	مصطفی
مقاله	2012	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	Mehdi Nikzad-Mahdi Bashirvand-Babak Mozafari-Ali Mohamad Ranjbar	Prioritizing demand response programs from reliability aspect	نیکزاد	مهدی
مقاله	2012	Energy	Mehdi Nikzad-Babak Mozafari-Mahdi Bashirvand-Soodabeh Solaymani-Ali Mohamad Ranjbar	Designing time-of-use program based on stochastic security constrained unit commitment considering reliability index	نیکزاد	مهدی
مقاله	2014	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Mehdi Nikzad; Babak Mozafari	Reliability assessment of incentive- and priced-based demand response programs in restructured power systems	نیکزاد	مهدی
مقاله	2013	IEEE Transactions on Power Delivery	Abdollah Kavousi-Fard- Taher Niknam	Optimal Distribution Feeder Reconfiguration for Reliability Improvement Considering Uncertainty	نیکنام	طاہر
مقاله	2010	Proceedings of the 12th WSEAS international conference on Mathematical methods and computational techniques in electrical engineering	Javad Nikukar-Iman Ala	Modeling of Wind Farm in Reliability Study by Means of Monte Carlo simulation	نیکوکار	جواد
مقاله	1383	پنجمین همایش کیفیت و بهره وری در صنعت برق	عبدالحسین نیکجو-سید محسن حسینی-علی محمد مهدیزاده	قابلیت اطمینان توصیفی در نیروگاه ها	نیکجو	عبدالحسین
کتاب			مترجم: عبدالحسین نیکجو	نگهداری مبتنی بر قابلیت اطمینان	نیکجو	عبدالحسین
مقاله علمی پژوهشی و علمی ترویجی	2001	دانشگاه فنی اذربایجان	عبدالحسین نیکجو (نفر سوم)	پیش بینی فاصله زمان قبل از تعمیر نیروگاه با توجه مشخصه نرخ خرابی آنها	نیکجو	عبدالحسین
مقاله علمی پژوهشی و علمی ترویجی	2003	مسائل مهندسی قدرت آکادمی فیزیک اذربایجان	عبدالحسین نیکجو (نفر سوم)	دقت تخمین پارامترهای فرسایش المانهای تجهیزات نیروگاهی	نیکجو	عبدالحسین
مقاله علمی پژوهشی و علمی ترویجی	2002	مسائل مهندسی قدرت آکادمی فیزیک اذربایجان	عبدالحسین نیکجو (نفر سوم)	قابلیت اطمینان اجزا نیروگاهی در سرعت یکنواخت فرسایش	نیکجو	عبدالحسین
مقاله علمی پژوهشی و علمی ترویجی	2002	مسائل مهندسی قدرت آکادمی فیزیک اذربایجان	عبدالحسین نیکجو (نفر سوم)	روش محاسبه پارامترهای قابلیت دوام اجزا نیروگاهی در فرسایش با سرعت فزاینده	نیکجو	عبدالحسین

عبدالحسین	نیکجو	تدوین شرح خدمات ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه بعثت	مدیر: عبدالحسین نیکجو	شرکت مشانیر	1381	طرح پژوهشی
عبدالحسین	نیکجو	روشهای بررسی قابلیت اطمینان دیگ بخار	عیسی نژاد؛ استاد راهنما؛ عبدالحسین نیکجو	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	1381	پایان نامه
عبدالحسین	نیکجو	قابلیت اطمینان در سیستمهای اندازه گیری نیروگاه گازی	ری شهری؛ استاد راهنما؛ عبدالحسین نیکجو	دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)	1383	پایان نامه
غلامرضا	وتفرداد	محاسبه خسارت خاموشی از دید مصرف کنندگان خانگی، تجاری، کشاورزی و عرضه کننده انرژی الکتریکی	سارا صاحب زمانی (مدیر پروژه)، فرخ امینی، نازنین خسروی زنجانی، حسن زیبا، پیام نظافت، غلامرضا وتفرداد	شرکت برق منطقه ای تهران	1385	پروژه
آرش	وحیدنیا	جایابی بهینه ادوات کلیدزنی برای افزایش قابلیت اطمینان در شبکه های توزیع فشار متوسط با تولید پراکنده	آرش وحیدنیا	دانشگاه صنعتی شاهرود	1388	پایان نامه
وحید	وحیدی آبادی	برنامه ریزی دینامیکی شبکه های توزیع با در نظر گرفتن منابع تولید پراکنده با استفاده از الگوریتم جستجوی هارمونی ترکیبی	بابک جدی، پرویز رمضانپور، وحید وحیدی نسب	مجله کیفیت و بهره وری صنعت برق ایران، سال دوم، شماره ۴	1392	مقاله
محمدهادی	ورهرام	ارزیابی کاربرد ادوات ذخیره کننده انرژی در مدیریت بار و تاثیر آن بر شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه قدرت				پایان نامه
محمد	وریج کاظمی	جایابی و ظرفیت یابی بهینه واحدهای تولید پراکنده به منظور بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان تلفات و پروفیل ولتاژ با استفاده از الگوریتم ژنتیک	اسماعیل شریفی آستانه-محمد وریج کاظمی-کامبیز عبدالملکی- سعید احمدی	دومین کنفرانس نیروگاههای برق	1388	مقاله
محمد	وریج کاظمی	بهبود شاخص SAIDI سیستم با استفاده از مکان یابی بهینه منابع انرژی تجدیدپذیر به کمک الگوریتم ژنتیک	محمد وریج کاظمی، اسماعیل شریفی، محمد رضا سهیلی فر، شهریار تمندانی	فصلنامه علوم و فناوری دریا، سال شانزدهم، شماره ۵۱		مقاله
مهدی	وکیلان	Determination of installation capacity in reservoir hydro-power plants considering technical, economical and reliability indices	Seyed Mohammad Hassan Hosseini-Farshid Forouzbakhsh-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad-Mehdi Vakilian	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	2008	مقاله
آرزو	هادیان	ارائه یک روش احتمالاتی برای جایابی منابع تولید پراکنده با تولید تصادفی در سیستم های توزیع	آرزو هادیان-محمودرضا حقی فام	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	1388	مقاله
آرزو	هادیان	Placement of DG with stochastic generation	Arezoo Hadian- Mahmood-Reza Haghifam	Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, 2010 IEEE/PES	2010	مقاله
حسین	هارون آبادی	ارزیابی تأثیر شاخص انتظار قطع بار بر قابلیت اطمینان نیروگاه های تولید برق بادی با استفاده از الگوریتم مونت کارلو	احسان آشوغ-حسن براتی-حسین هارون آبادی	نخستین همایش ملی انرژی باد و خورشید	1390	مقاله
حسین	هارون آبادی	تعیین ظرفیت نصب بهینه نیروگاههای آبی کوچک با استفاده از ترازبایی شاخص های فنی-اقتصادی و قابلیت اطمینان	سیدمحمدحسن حسینی، حسین هارون آبادی، حسن براتی، فرشید فروزبخش، ناصر قاسمی، غلامرضا کامیاب	هجدهمین کنفرانس بین المللی برق		مقاله

مقاله	1387	فصلنامه فنی و مهندسی مدرس ، شماره ۳۴	حسین هارون آبادی-محمودرضا حقی فام-محمود فتوحی فیروزآباد	ارزیابی قابلیت اطمینان تولید در بازار برق اشتراکی با استفاده از سیستمهای هوشمند و شبیه سازی مونت کارلو	هارون آبادی	حسین
مقاله	1386	نشریه دانشکده فنی، دوره ۴۱، شماره ۷	حسین هارون آبادی-محمودرضا حقی فام-محمود فتوحی فیروزآباد	ارزیابی قابلیت اطمینان تولید در بازار برق رقابتی کامل	هارون آبادی	حسین
پایان نامه	1386	دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تهران	حسین هارون آبادی	ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت تجدید ساختار شده	هارون آبادی	حسین
مقاله	2010	International Conference on Power and Energy (PECon), 2010 IEEE	Hossein Haroonabadi	Generation reliability assessment in power markets using game theory and MCS	هارون آبادی	حسین
مقاله	2009	15th International Conference on Intelligent Systems Applications to Power Systems, 2009. ISAP 2009.	Hossein Haroonabadi-Mahmoud Fotuhi-Firuzabad	Generation Reliability Evaluation in Power Markets Using Monte Carlo Simulation and Neural Networks	هارون آبادی	حسین
مقاله	2011	International Review on Modelling & Simulations	Hossein Haroonabadi-Hassan Barati	Generation Reliability Assessment in Power Markets Using MCS and Neural Networks	هارون آبادی	حسین
مقاله	2012	Smart Grid and Renewable Energy	Hossein Haroonabadi-Hassan Barati	Generation Reliability Evaluation in Deregulated Power Systems Using Game Theory and Neural Networks	هارون آبادی	حسین
مقاله	2008	World Applied Sciences Journal	Hossein Haroonabadi-Mahmood-Reza Haghifam	Generation Reliability Assessment in Power Markets Using Monte Carlo Simulation and Intelligent Systems	هارون آبادی	حسین
مقاله	2009	International Journal of Electrical and Power Engineering	Hossein Haroonabadi-Mahmood-Reza Haghifam	Generation Reliability Evaluation and Comparison in Various Power Markets Using Monte Carlo Simulation and Neural Networks	هارون آبادی	حسین
مقاله	2011	Applied Soft Computing	Hossein Haroonabadi-Mahmood-Reza Haghifam	Generation reliability assessment in power markets using Monte Carlo simulation and soft computing	هارون آبادی	حسین
مقاله	2007	13th International Conference on Intelligent Systems Applications to Power Systems, 2007. ISAP 2007.	Hossein Haroonabadi-Mahmood-Reza Haghifam	Generation Reliability Assessment in Power Market Using Fuzzy Logic and Monte Carlo Simulation	هارون آبادی	حسین
مقاله	2009	15th International Conference on Intelligent System Applications to Power Systems	Hossein Haroonabadi-Mahmood-Reza Haghifam	Generation reliability and market price evaluation in power pool market using Monte Carlo simulation and neural networks	هارون آبادی	حسین
مقاله	2007	Modares Technical Journal	Hossein Haroonabad, Mahmoud-Reza Haghifam	Generation Reliability Assessment in Power Pool Market	هارون آبادی	حسین
مقاله	2009	International Review of Electrical Engineering	Seyed mostafa Hashemi Toghroljerdi-Akbar Ebrahimi	A New Analytical Method for Impact Evaluation of Distributed Generation on Distribution System Reliability.	هاشمی	سید مصطفی
طرح پژوهشی	1391	حامد هاشمی دزکی، حسین عسکریان ابیانه ، کاظم مظلومی		افزایش بهره وری و قابلیت اطمینان شبکه های توزیع به کمک بهینه سازی چندمنظوره سیستم حفاظتی و کلیدزنی	هاشمی دزکی	حامد
مقاله	2011	10th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2011	Taghi Sami-Seyyed Mehdi Mahaei-M. T. Hashemi Namarvar-H. Irvani	Optimal placement of DGs for reliability and loss evaluation using DiGSILENT software	هاشمی نام آور	

مقاله	2010	3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), 2010	Reza Shakerian-Hamid Tavakkolaii-Seyyed Hossein Kamali-Maysam Hedayati	Improved genetic algorithm for loss and simultaneously reliability optimization in radial distribution systems	هدایتی	میثم
مقاله	2011	11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012	Mohammad Hossein Sarparandeh; Moein Moeini-Aghtaie; Payman Dehghanian; Iraj Harsini; Ahmad Haghani	Feasibility study of operating an autonomous power system in presence of wind turbines, A practical experience in Manjil, Iran	هرسینی	ایرج
مقاله	2013	Energy Conversion and Management	Reza Hemmati; Rahmat-Allah Hooshmand; Amin Khodabakhshian	Reliability constrained generation expansion planning with consideration of wind farms uncertainties in deregulated electricity market	همتی	رضا
مقاله	2013	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	Majid Moazzami; Reza Hemmati; Fariborz Haghghatdar Fesharaki; S. Rafiee Rad	Reliability evaluation for different power plant busbar layouts by using sequential Monte Carlo simulation	همتی	رضا
کتاب	1387	شرکت توزیع نیروی برق شهرستان اصفهان زیر مجموعه شرکت توانیر	تالیف: ریچارد ای. براون؛ ترجمه: شاهرخ شجاعیان؛ محمداسماعیل همدانی گلشن	قابلیت اطمینان شبکه های توزیع برق	همدانی گلشن	محمداسماعیل
کتاب				ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت	هنرمند	محمداسماعیل
مقاله	2013	22nd International Conference on Electricity Distribution	Maryam Youhannaeei, Mahnaz Youhannaeei, Mahmoud Reza Haghifam, Mohammad Esmail honarmand, A. Sharifi	CALCULATION AND ANALYSIS OF CUSTOMER DISSATISFACTION INDEX FOR RELIABILITY STUDIES IN GILAN ELECTRIC DISTRIBUTION NETWORK	هنرمند	محمداسماعیل
مقاله	2013	Energy Conversion and Management	Reza Hemmati; Rahmat-Allah Hooshmand; Amin Khodabakhshian	Reliability constrained generation expansion planning with consideration of wind farms uncertainties in deregulated electricity market	هوشمند	رحمت الله
مقاله	1388	بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق	ثنا صادقی-پرهام جلیلی-حامد ده پادگاری-حسین هوشمندی صفا	یک روش تحلیلی جهت ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم توزیع شامل DG	هوشمندی صفا	حسین
پایان نامه	1388	دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تهران	وحید هیبت الله پور	به مدار آوردن واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن اندیس های قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم سرد شدن تدریجی بهبود یافته	هیبت الله پور	وحید
مقاله	1391	بیست و هفتمین کنفرانس بین المللی برق	محمد رضا قاسمی-حسین کاظمی کارگر-امیررضا یآوری	مکان یابی بهینه ریکلوزرها در شبکه توزیع در حضور تولیدات پراکنده با در نظر گرفتن عدم قطعیت تولید و آنالیز حساسیت شبکه	یاوری	امیررضا
مقاله	1387	بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق	حسام یزدانپناهی-مسعود داوری- سیدحسین حسینیان-گنورگ قره پتیان	ارائه یک روش ساده جهت تعیین ظرفیت بهینه رزرو در شبکه های تجدید ساختار یافته	یزدانپناهی	حسام
مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	رضا یزدانی-عبدالرضا شیخ الاسلامی-جواد روحی	جایابی منابع تولید پراکنده جهت بهبود قابلیت اطمینان با استفاده از الگوریتم ژنتیک	یزدانی	رضا

مقاله	1391	پنجمین کنفرانس نیروگاههای برق	مختار شعبانی-ابولفضل صفاری- عارف یگانه دوست-فواد رخشان	بهره گیری از آب عمق دریا جهت افزایش قابلیت اطمینان تولید واحدهای بخار و افزایش بازده واحدهای گازی نیروگاه نکا	یگانه دوست	عارف
کتاب	1384	مرکز ملی مطالعات و برنامه ریزی شبکه های قدرت	حسین سیفی، غلامرضا یوسفی، میرمحسن پدram	عملیات بازار در سیستم های قدرت	یوسفی	غلامرضا
مقاله	2014	IEEE Transactions on Industrial Electronics	Zahra Moradi-Shahrbabak; Ahmadreza Tabesh; Gholam Reza Yousefi	Economical Design of Utility-Scale Photovoltaic Power Plants with Optimum Availability	یوسفی	غلامرضا
پایان نامه (کارشناسی ارشد)	1388	دانشگاه تربیت مدرس	مازیار یزدانی دماوندی؛ استاد راهنما : حسین سیفی؛ استاد مشاور : میر محسن پدram	برنامه ریزی تعمیر و نگهداری واحدهای نیروگاهی با در نظر گرفتن اثر بهره برداری از شبکه گاز	یزدانی دماوندی	مازیار
مقاله	2013	22nd International Conference on Electricity Distribution	Maryam Youhannaei, Mahnaz Youhannaei, Mahmoud Reza Haghifam, Mohammad Esmail honarmand, A. Sharifi	CALCULATION AND ANALYSIS OF CUSTOMER DISSATISFACTION INDEX FOR RELIABILITY STUDIES IN GILAN ELECTRIC DISTRIBUTION NETWORK	یوحنايي	مریم
مقاله	2013	22nd International Conference on Electricity Distribution	Maryam Youhannaei, Mahnaz Youhannaei, Mahmoud Reza Haghifam, Mohammad Esmail honarmand, A. Sharifi	CALCULATION AND ANALYSIS OF CUSTOMER DISSATISFACTION INDEX FOR RELIABILITY STUDIES IN GILAN ELECTRIC DISTRIBUTION NETWORK	یوحنايي	مهناز
پایان نامه		اشکان یوسفی-استاد راهنما محسن پارسا مقدم		استفاده از برنامه پاسخ گوئی بار به عنوان ظرفیت رزرو برای افزایش قابلیت اطمینان سیستم قدرت	یوسفی	اشکان
مقاله	2010	Energy	Ebrahim Shayesteh-Ashkan Yousefi-Mohsen Parsa Moghaddam	A probabilistic risk-based approach for spinning reserve provision using day-ahead demand response program	یوسفی	اشکان
مقاله	2008	International Conference on Power and Energy (PECon), 2008 IEEE	Ashkan Yousefi, Ebrahim Shayesteh, F. Daneshvar, Mohsen Parsa Moghaddam	A Risk-Based Approach for Provision of Spinning Reserve by Means of Emergency Demand Response Program	یوسفی	اشکان
مقاله	2008	International Universities Power Engineering Conference (UPEC 2008), Padova, Italy	Ashkan Yousefi, Ebrahim Shayesteh, Kazem Zare, S. J. Kazempour, Mohsen Parsa Moghaddam, Mahmoud Reza Haghifam	Risk Based Spinning Reserve Allocation Considering Emergency Demand Response Program	یوسفی	اشکان
مقاله	2011	10th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2011	Reza Yousefian-Hassan Monsef	DG-allocation based on reliability indices by means of Monte Carlo simulation and AHP	یوسفیان	رضا

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

مقدمه ۴

فصل اول: ادبیات ارزیابی نظام نوآوری فناورانه ۵

۱-۱- مرور ادبیات سیاست نوآوری ۶

۱-۱-۱- مفهوم گذار فناورانه ۱۰

۱-۱-۲- مکانیزم‌های تکاملی گذار ۱۱

۱-۱-۳- رویکردهای تحلیلی نوآوری ۱۶

۱-۱-۴- نظام‌های نوآوری ۲۴

۱-۲- ارائه سیاست‌هایی سیستمی برای مشکلات شناسایی شده ۴۱

۱-۲-۱- ارائه اهداف ابزارهای سیستمی و ابزارهای سیستمی متناسب با مشکلات سیستمی ۴۱

فصل دوم: چالش‌های توسعه پایایی در شبکه برق در قالب کارکردهای نظام نوآوری و سیاست‌های رفع

آن ۵۲

۲-۱- چالش‌های توسعه پایایی در شبکه برق ۵۲

۲-۲- سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های پایایی در شبکه برق ۶۶

نتیجه‌گیری ۶۹

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۷.....	شکل (۱-۱): روند توسعه‌ی سیاست‌گذاری نوآوری اسمیتس و کولمن.....
۹.....	شکل (۲-۱): مقایسه میان سه نوع سیاست علم، فناوری، و نوآوری.....
۱۳.....	شکل (۳-۱): چهار مرحله در تکامل مسیر گذار.....
۵۲.....	شکل (۱-۲): متدولوژی تدوین اقدامات توسعه پایایی در شبکه برق.....

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۷	جدول (۱-۱): مقایسه مکاتب توسعه اقتصادی
۱۸	جدول (۲-۱): دسته‌بندی نوآوری از ابعاد مختلف
۱۹	جدول (۳-۱): فرایندهای نوآوری
۲۰	جدول (۴-۱): مقایسه مدل‌های کلان فرایند نوآوری
۲۳	جدول (۵-۱): مقایسه ویژگی‌های رویکردهای سیستمی نوآوری
۲۵	جدول (۶-۱): چهار دیدگاه مختلف در تحلیل‌های اقتصادی
۲۷	جدول (۷-۱): مقایسه رویکردهای نظام‌های نوآوری
۳۲	جدول (۸-۱): کارکردهای پیشنهادی و شاخص‌های آن‌ها
۳۹	جدول (۹-۱): خلاصه کلیه زیرکارکردها
۴۱	جدول (۱۰-۱): اهداف ابزارهای سیستمی متناسب با مشکلات سیستمی ارائه شده
۴۲	جدول (۱۱-۱): ابزارهای سیاستی انفرادی بالقوه برای رسیدن به اهداف ابزارهای سیستمی
۴۴	جدول (۱۲-۱): ارائه پیشنهادها سیاستی و ابزارهای سیستمی برای مشکلات سیستمی شناسایی شده به تفکیک هر کارکرد
۵۳	جدول (۱-۲): خلاصه مصاحبه با جناب آقای دکتر قراگوزلو
۵۵	جدول (۲-۲): خلاصه مصاحبه با جناب آقای دکتر رجبی مشهدی
۵۶	جدول (۳-۲): خلاصه مصاحبه با جناب آقای دکتر حقی فام
۵۸	جدول (۴-۲): خلاصه مصاحبه با جناب آقای دکتر قاضی‌زاده
۵۹	جدول (۵-۲): خلاصه مصاحبه با جناب آقای مهندس راعی
۶۱	جدول (۶-۲): خلاصه مصاحبه با جناب آقای دکتر فتوحی
۶۳	جدول (۷-۲): خلاصه مصاحبه با جناب آقای دکتر کریمی
۶۵	جدول (۸-۲): چالش‌های توسعه پایایی در شبکه برق
۶۶	جدول (۹-۲): سیاست‌ها و اقدامات رفع هر یک از چالش‌ها
۶۷	جدول (۱۰-۲): نتایج نظرسنجی اولویت‌بندی چالش‌های مختلف پایایی در کشور از متخصصین

مقدمه

در مراحل اول تا سوم تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه پایایی در شبکه برق پس از انجام مطالعات اولیه در زمینه ساختار، قوانین و درخت فناوری پایایی به تدوین چشم‌انداز و اولویت بندی پرداخته شد. در فاز چهارم به تدوین سیاست‌های کلان مورد نیاز در سند توسعه پایایی در شبکه برق پرداخته می‌شود. در این گزارش با استفاده از مفهوم نظام نوآوری توسعه فناوری، به شناسایی چالش‌های پیش روی مسیر توسعه پایایی و ارائه سیاست‌ها و اقدامات مناسب برای هریک از آن‌ها پرداخته شده است. بدین منظور در این گزارش در فصل اول ادبیات ارزیابی نظام نوآوری مرور شده است. در فصل دوم چالش‌های مربوط به هر یک از ابعاد ساختاری نظام نوآوری فناوری در هر یک از کارکردهای نظام نوآوری فناورانه شامل توسعه و انتشار دانش، فعالیت‌های کارآفرینی، شکل دهی به بازار، بسیج منابع، مشروعیت بخشی و جهت‌دهی به سیستم از سوی تعدادی از متخصصان این حوزه شناسایی شده است. و سپس به بررسی و ارائه سیاست‌ها و اقدامات مناسب برای رفع هریک از این چالش‌ها پرداخته شده است. لازم به ذکر است اهداف خرد فناورانه در بخش اقدامات ذیل اقدام تعریف پروژه‌های ملی مورد حمایت دولت در راستای نیازمندی‌های کشور گنجانده شده است.

فصل اول: ادبیات ارزیابی نظام نوآوری فناورانه

۱- فصل اول ادبیات ارزیابی نظام نوآوری فناورانه

جهت‌گیری‌های پشتیبان مشتمل بر کلیه اهداف، راهکارها و سیاست‌هایی هستند که به‌منظور محقق‌نمودن چشم‌انداز و در راستای جهت‌گیری‌های کلان سند راهبردی طراحی می‌شوند. در حقیقت این جهت‌گیری‌ها را می‌توان راه‌های میانی و خرد برای دستیابی به اهداف توسعه فناوری دانست. در ادامه تلاش می‌شود تا روشی برای طراحی اجزای جهت‌گیری‌های پشتیبان ارائه شود. اما قبل از آن نیاز است تا با مرور ادبیات، روش‌هایی که می‌تواند در طراحی این اجزا مورد استفاده واقع شود، صورت پذیرد.

در جهت‌گیری‌های پشتیبان، به‌دلیل معین‌بودن چارچوب کلی فرایند توسعه (اهداف کلان و راهبردها) از مرحله قبل، بسترسازی برای عبور موفق از این مسیر موضوع محوری می‌باشد. باتوجه به موضوع مورد مطالعه که فناوری‌های راهبردی است، "نوآوری" و فراهم‌آوردن شرایط "ایجاد، گسترش و به‌کارگرفتن آن"، به‌عنوان اساسی‌ترین بسترساز در مسیر توسعه فناوری قلمداد می‌شود. بر این اساس، آنچه که قرار است در جهت‌گیری‌های پشتیبان یک سند ملی دنبال شود، مهیاکردن بستری برای خلق، انتشار و بهره‌برداری از نوآوری، به‌منظور محقق‌نمودن جهت‌گیری‌های کلان اتخاذشده در مسیر توسعه یک فناوری راهبردی است.

براساس ماموریتی که در جهت‌گیری‌های پشتیبان دنبال می‌گردد، سیاست نوآوری یکی از نزدیک‌ترین و متناسب‌ترین حوزه ادبیاتی است که مرور آن به شناخت چگونگی ایجاد بسترهای نوآوری محور کمک نماید. همانند بخش جهت‌گیری‌های کلان، طیف گسترده‌ای از روش‌ها و رویکردها را می‌توان در قالب مرور ادبیات این بخش مورد مطالعه قرار داد. پس از ارائه مرور ادبیاتی از سیاست نوآوری و بررسی روش‌ها و رویکردهای مورد استفاده در آن، روش پیشنهادی برای تدوین اهداف خرد، راهکارها، و سیاست‌های پشتیبان در جهت‌گیری‌های پشتیبان ارائه می‌شود.

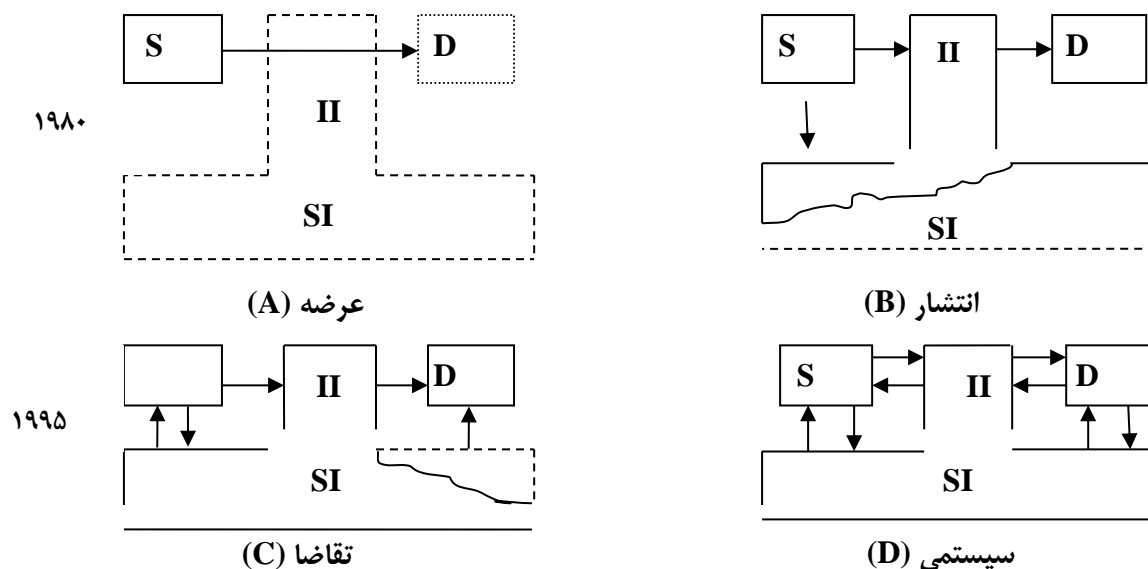
۱-۱- مرور ادبیات سیاست نوآوری

دولت‌ها به منظور تسهیل در ایجاد نوآوری به انجام اقداماتی مبادرت می‌ورزند. مجموعه این اقدامات که از جانب بخش عمومی^۱ صورت می‌پذیرد و بر نوآوری اثرگذار است را سیاست‌گذاری نوآوری می‌نامند. از دهه ۷۰ میلادی که عبارت «سیاست‌گذاری نوآوری» برای اولین بار بر سر زبان‌ها افتاد تاکنون، کاربردهای این مفهوم دچار تغییرات گوناگونی شده است. در مطالعه روند تکامل سیاست‌گذاری نوآوری دیده می‌شود که این فرایند، تغییر در نگاه‌های موجود در نظریه نوآوری و اقدام به نوآوری را نیز بازتاب می‌دهد. بنابراین، چیزی به‌عنوان توسعه نظریه، اقدام و یا سیاست‌گذاری نوآوری به‌طور مستقل از موضوعات دیگر وجود ندارد. بلکه در مقابل، توسعه مفاهیم و نگاه‌های موجود در این موضوعات در یک فرایند تکامل تعاملی، رابطه‌ای دوسویه با یکدیگر دارند. اسمیتس و کولمن این توسعه را در یک نمودار بر مبنای روند توسعه سیاست‌گذاری نوآوری به‌تصویر کشیده‌اند (شکل ۱-۱) [۲]. آن‌ها چهار مؤلفه را به‌عنوان محل اثر سیاست نوآوری شناسایی می‌کنند. عامل اول، طرف عرضه (S) یا همان فراهم‌آوردندگان دانش (چه عمومی و چه خصوصی) هستند. عامل دوم، طرف تقاضا (D) شامل مشتریان شرکت‌ها، سازمان‌های دارای اختیار و دیگر سازمان‌هایی هستند که می‌توان به‌عنوان کاربران دانش و محصولات دانش بنیادین به آن‌ها نگریست. عامل سوم، زیرساخت‌های واسطه‌ای^۲ (II) هستند با هدف ایجاد ارتباط بین عرضه و تقاضا. عامل چهارم نیز زیرساخت حمایتی^۳ (SI) است که شامل عواملی همچون نظام آموزشی، زیرساخت‌های مالی و غیرمالی و کیفیت روابط صنعتی می‌باشد.

1- Public Sector

2- Intermediary Infrastructure

3- Supportive Infrastructure



شکل (۱-۱): روند توسعه‌ی سیاست‌گذاری نوآوری اسمیتس و کولمن

همان‌طور که در شکل (۱-۱) پیداست، روند توسعه حوزه‌های تحت تأثیر سیاست‌گذاری نوآوری با رشد در مؤلفه‌های محل اثر سیاست‌ها و نیز با رشد روابط آن‌ها همراه بوده است. بر مبنای این روند توسعه می‌توان ۴ مرحله را در تکامل آن بیان کرد. مرحله (A): در اواخر دهه‌ی ۷۰، سیاست‌گذاری نوآوری به‌طور صریح شروع به ظهور کرد. تمرکز در این مرحله از سیاست‌گذاری نوآوری بر جمع‌آوری دانش و سبدهای از سیاست‌ها است. همچنین این سیاست‌ها به‌طور عمده متشکل از ابزارهای مالی (یارانه‌ها و ابزارهای مالیاتی)، با هدف اثرگذاری بر عوامل موجود در طرف عرضه دانش (S) بودند و به چگونگی توزیع و یا به‌دست‌آوری^۱ دانش توجه زیادی نمی‌شد.

مرحله (B): در اواسط دهه ۸۰، سیاست‌های نوآوری به سوی سیاست‌های متمایل به اشاعه گرایید. در این مرحله، بکارگیری ابزارهای انتقال دانش و تأسیس مراکز نوآوری مرسوم گردید. همچنین استفاده از ابزارهایی برای ایجاد هماهنگی و پرورش محققان نیز از مشخصه‌های این مرحله است.

مرحله (C): در اواسط دهه ۹۰، در تکمیل ابزارهای موجود در مراحل (A) و (B) در سیاست‌گذاری‌ها توجه بیشتری به ارائه حمایت‌های سازمانی به فرایند نوآوری (به‌ویژه به شرکت‌ها) معطوف گردید. در این مرحله، کاربران و عرضه‌کنندگان در تعامل با یکدیگر مورد توجه قرار گرفتند. به تدریج، سیاست‌ها دربرگیرنده زیرساخت‌های حمایتی و بسترهای لازم برای نوآوری نیز شدند.

به‌طور خلاصه می‌توان گفت که این مرحله شروعی برای اتخاذ رویکردی منسجم‌تر برای تحریک نوآوری است و وضع سیاست‌های نوآوری گسترده‌تر و همه‌جانبه‌تر گردید.

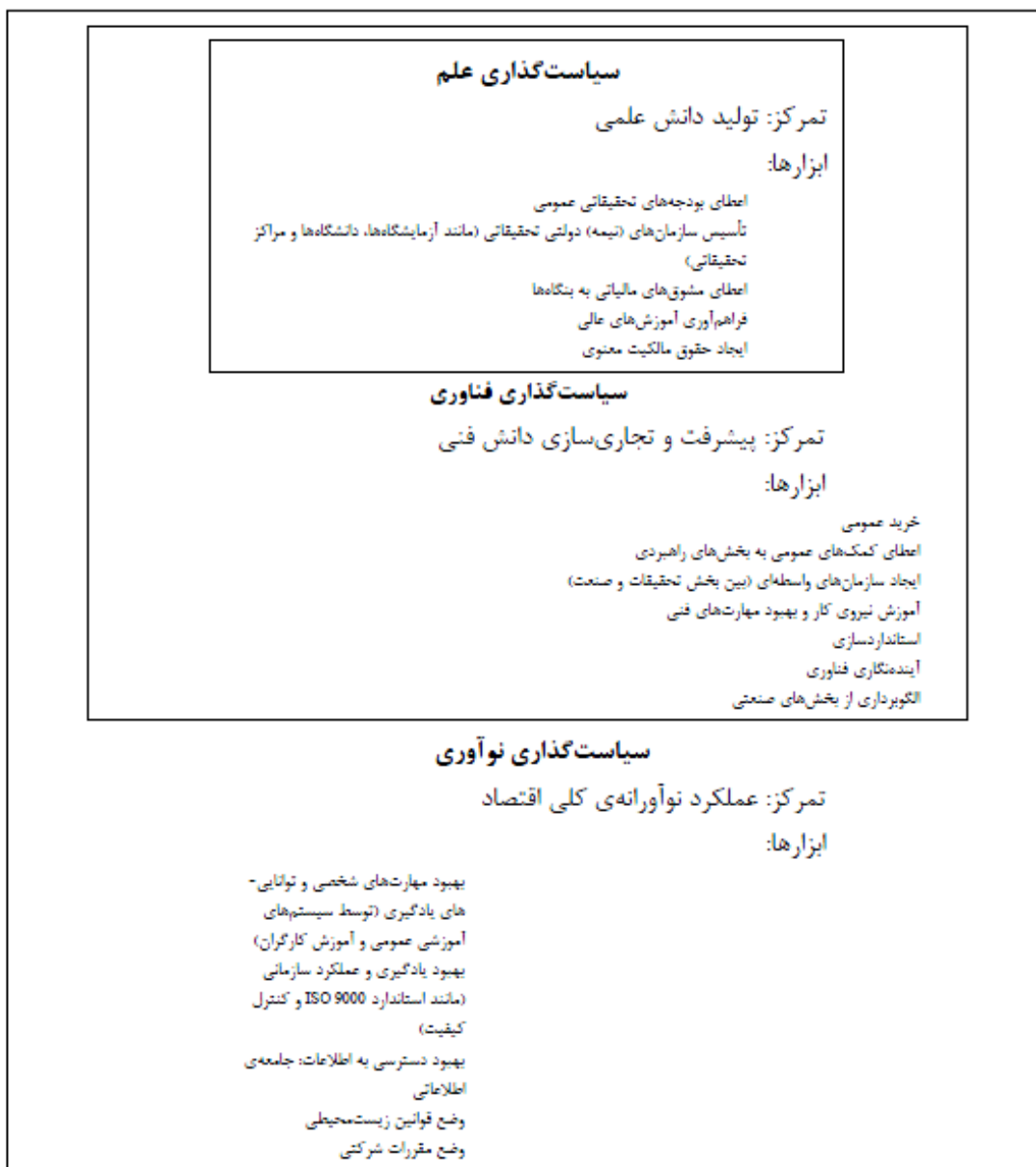
مرحله (D): در این مرحله، رویکردی یکپارچه توسعه یافت و نگرش سیستمی ظاهر شد. بجای تحریک برخی از عوامل و یا روابط خاص، تمرکز سیاست‌های نوآوری بر بهبود عملکرد نظام نوآوری در سطح کلان، معطوف گردید. علاوه بر این تغییر در نگرش، این واقعیت نیز در این مرحله نهادینه شد که سیاست‌گذاری نوآوری لزوماً معادل با مشوق‌های مالی نیست و می‌تواند از دیگر ظرفیت‌های حکومت و سیاست‌گذاران نیز بهره برد. روند دیگر در این مرحله، استفاده صریح از رویکرد نظام‌های نوآوری به عنوان چارچوبی برای تحلیل بوده است. همچنین در این مرحله به راهبری عوامل واسطه‌ای نیز توجه شد.

در کنار سیاست نوآوری، مفهوم سیاست علم قرار می‌گیرد. این مفهوم به دوران پس از جنگ جهانی دوم تعلق دارد. در حقیقت، تا پیش از جنگ به ایده علم به عنوان یک نیروی سازنده توجه نشد. اما پس از آن به نقش سیاست‌گذاری علم در امنیت ملی، سلامت و رشد اقتصادی توجه شد. علت اصلی برای تغییر نگرش به سیاست‌گذاری علم، چگونگی اتمام جنگ جهانی دوم و شروع جنگ سرد ذکر می‌شود. مهم‌ترین مسائل در سیاست‌گذاری علم مربوط به تخصیص منابع کافی به علم، توزیع هوشمندانه آن‌ها میان فعالیت‌های مختلف با هدف حصول اطمینان از استفاده کارای منابع و کمک به رفاه اجتماعی بوده است. اهداف سیاست‌گذاری علم نیز شامل ایجاد منزلت ملی^۱ و ارزش‌های فرهنگی علاوه بر اهداف اجتماعی و اقتصادی و نیز امنیت ملی است.

در نهایت، سیاست‌گذاری فناوری به سیاست‌هایی اشاره دارد که بر فناوری‌ها و بخش‌ها متمرکز هستند. سیاست فناوری بیشتر بر فناوری‌های دانش‌بنیان نظیر انرژی هسته‌ای، فضانوردی، کامپیوترها، داروسازی و مهندسی ژنتیک که محور رشد اقتصادی هستند، متمرکز است. مفهوم سیاست‌گذاری فناوری برای کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته متفاوت است. در کشورهای توسعه‌یافته این مفهوم مربوط به ایجاد ظرفیت برای تولید فناوری‌های دانش‌بنیان نوظهور و بکارگیری این نوآوری‌ها است. در حالی که در کشورهای در حال توسعه، این مفهوم به چگونگی ایجاد توانایی در رابطه با جذب و استفاده از این فناوری‌ها در هنگام ورودشان به بازار می‌پردازد. اهداف سیاست‌گذاری فناوری با اهداف سیاست‌گذاری علم تفاوت چندانی نمی‌کند. با این وجود، تفاوت میان این دو نوع سیاست‌گذاری را می‌توان در فاصله‌گرفتن سیاست‌گذاری فناوری از ملاحظات فلسفی عام و

1- National prestige

گرایش آن به توجه بیشتر و کاربردی‌تر به منزلت ملی و اهداف اقتصادی به صورت کاربردی خلاصه کرد. در مجموع، مقایسه میان سه نوع سیاست علم، فناوری، و نوآوری را می‌توان در قالب تصویر کشید [۱].



شکل (۱-۲): مقایسه میان سه نوع سیاست علم، فناوری، و نوآوری

در کنار مباحثی که از سیاست‌گذاری نوآوری مطرح شد، مفاهیمی نیز وجود دارند که در قالب سیاست‌گذاری نوآوری و برای تحلیل تغییر فناورانه به کار می‌روند. در سیاست نوآوری، تغییر فناورانه (یا توسعه یک فناوری جدید) غالباً تحت عنوان گذارهای

فناورانه بررسی می‌گردد. این گذارها فرایندهایی تکاملی و مرحله‌مند بوده که نیازمند راهبری در طول زمان هستند. در ادامه سعی می‌شود تا به تشریح بیشتر این مفاهیم پرداخته شود.

۱-۱-۱- مفهوم گذار فناورانه

فناوری از نگاه جامعه‌شناسی چیزی فراتر از ماهیت فنی و به‌صورت پیکره‌بندی^۱ دارای ماموریتی خاص تعریف می‌شود. در این تعریف منظور از پیکره‌بندی، مجموعه به‌هم‌پیوسته‌ای^۲ از اجزا می‌باشد. داشتن ماموریت هم به برآورده‌نمودن کارکردهای اجتماعی-اقتصادی اشاره دارد. با در نظر گرفتن این تعریف، ظهور فناوری‌های تازه همواره با مشکل عدم تطابق^۳ با پیکره‌بندی‌های موجود^۴ نظام‌های فنی-اجتماعی روبه‌رو خواهد بود [۳]. این عدم تطابق به دلیل وجود اثرگذاری دوطرفه میان فناوری و ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی محیط توسعه به وجود می‌آید. فناوری‌های موجود به‌طور عمیقی با شیوه‌های کاربری^۵، سبک زندگی، فناوری‌های مکمل، مدل‌های کسب‌وکار^۶ و ساختارهای نهادی سیاسی در ارتباط هستند. از این رو، تغییر فناورانه مفهومی گسترده‌تر از تولید یک فناوری جدید پیدا کرده و تا سطح دگرگونی در ساختارهای اقتصادی-اجتماعی را نیز شامل می‌شود. نتیجه اینکه تغییر فناورانه دارای ماهیتی چندبعدی است که باید در تحلیل و سیاست‌گذاری آن در نظر گرفته شود.

سوال اساسی دیگری که در تغییر فناورانه در سطح ملی به وجود می‌آید، پیرامون چگونگی تشکیل لختی^۷ در نظام اجتماعی-فنی و نحوه غلبه بر آن است [۴]. وجود لختی نسبت به شرایط موجود باعث می‌شود تا تغییر فناورانه همراه با تغییر تدریجی (نه بنیادین) در نظام‌های اجتماعی-اقتصادی-فناورانه^۸ به وقوع بپیوندد. این نظام‌ها شامل مجموعه‌ای از کنش‌گران (افراد حقیقی، بنگاه‌ها، و سازمان‌ها)، نهادها (هنجارهای اجتماعی و فناورانه^۹، مقررات^{۱۰}، و معیارهای عملکرد مطلوب^{۱۱})، مصنوعات و

1- Configuration

2- Interrelated

3- Mismatched

4- Established configuration

5- User practice

6- Business models

7- Inertia

8- Socio-technical systems

9- Societal and technical norms

10- Regulations

11- Standards of good practice

دانش‌هایی می‌شود که با هم در تعامل بوده و خدمتی مشخص را به اجتماع ارائه می‌کنند [۵]. بنابراین می‌توان گفت که تدریجی و تکاملی بودن، دومین ویژگی مهم در تغییرات فناورانه است.

با برخورداری از دو ویژگی چندبعدی بودن تغییر و نیز تکاملی (تدریجی) بودن آن، از تغییر فناوری به صورت یک مسیر گذار^۱ یاد می‌شود. گذار عبارت است از مجموعه‌ای از فرایندهای تدریجی^۲، پیوسته در طول زمان، چند سطحی^۳، چند مرحله‌ای^۴ و شتاب‌دهنده^۵ که با هدف ایجاد تغییرات فراگیر در ابعاد اجتماعی، فنی و اقتصادی به وقوع پیوسته و منجر به دگرگونی نظام‌های اجتماعی-فنی موجود می‌گردد. بنابراین گذار نه تنها مسیری برای تغییرات فناورانه است، بلکه تغییر در عادات، آیین‌نامه‌ها، زیرساخت‌ها و فرهنگ مصرف را نیز شامل می‌شود [۴]. مفهوم گذار فناورانه در سطوح مختلف بنگاه، بخش، منطقه و کشور قابل تعریف است.

با توصیف و تعریف ارائه شده، اکنون لازم است بررسی شود که چه مکانیزم‌های کلانی منجر به وقوع گذار می‌شوند. این بررسی در ادامه و در قالب مکانیزم‌های تکاملی گذار انجام می‌شود.

۲-۱-۱ - مکانیزم‌های تکاملی گذار

اگرچه در گذار فناورانه تغییرات گسترده و عمیقی به وقوع می‌پیوندد، اما این مسیر بیش از اینکه ماهیت تحول^۶ (تغییر بنیادین) داشته باشد، دارای ویژگی‌های تکاملی است [۶]. این تکامل فناورانه با دو مکانیزم مختلف قابل رخداد است: تنوع، انتخاب و ابقاء^۷؛ در این سازوکار تکاملی، با تشویق محیط نوآوری به ایجاد تنوع و گزینه‌های جایگزین فناورانه، گستره‌ای از فرصت‌ها برای تکامل نظام اجتماعی-فنی پدید می‌آید. این فرصت‌های پدیدآمده برای تبدیل شدن به واقعیت با مقاومت پیکره‌بندی موجود (در نظام اجتماعی-فنی) روبه‌رو می‌شوند. به عبارت دیگر، نظام اجتماعی-فنی موجود با ایجاد بستری از مکانیزم‌های بازار یا مجموعه انتظارات^۸، به محدود کردن دامنه تنوع و پالایش و انتخاب گزینه‌های مختلف می‌پردازند.

1- Transition pathway

2- Gradual

3- Multi-level

4- Multi-stage

5- Reinforcing

6- Revolution

7- Variation, Selection, Retention

8- Expectations

گزینه‌های برگزیده شده جایگزین اجزای قدیمی در پیکره نظام اجتماعی-فنی می‌گردد. در نهایت، به منظور تثبیت تغییرات تدریجی به وقوع پیوسته، در آخرین مرحله به ابقاء و پایدار نمودن تغییرات به وجود آمده در پیکره بندی موجود پرداخته می‌شود. بروز نوآوری و پیکره بندی مجدد^۱: در این سازوکار تکاملی، نوآوری‌های فناورانه پدید آمده دارای ماهیت هم‌زی‌گرانه‌ای^۲ در ارتباط با نظام اجتماعی-فنی موجود می‌باشند. بنابراین، ظهور هر نوآوری به پرکردن یک خلا (نیازی) از پیکره بندی موجود کمک می‌کند. با قرارگیری نوآوری در نظام موجود، زمینه برای ایجاد تغییرات بعدی به وجود آمده و در پی وقوع تغییرات پایایی^۳، پیکره بندی نظام موجود مورد بازساخت قرار می‌گیرد.

با در نظر داشتن این مکانیزم‌ها، تکامل گذار با وقوع مراحل مختلف به وقوع می‌پیوندد. این مراحل به همراه ویژگی‌های آن‌ها در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۲-۱-۱- مراحل تکاملی گذار

گذار مجموعه‌ای از تغییرات است که در حوزه‌های مختلف به وقوع می‌پیوندد، وقوع هر تغییر زمینه را برای تغییرات در حوزه‌های دیگر فراهم می‌کند. بر این اساس، در فرایند گذار در لایه‌های مختلف پویایی وجود داشته (کلان، میانی، خرد) و رشد و تکامل^۴ در حوزه‌های متفاوت به وقوع می‌پیوندد. اما این تغییرات بنیادین و تکامل‌ها به طور همزمان در حوزه‌های مختلف به وقوع نمی‌پیوسته و ماهیت تدریجی دارد.

تفکر سیستمی فرایند گذار را با نگاه تغییرات در متغیرهای انباشت و جریان^۵ توصیف می‌کند. انباشت متغیرهایی از سیستم هستند که به آرامی و در طول بازه طولانی از زمان تغییر می‌کنند. جریان نیز متغیرهایی هستند که در بازه‌های زمانی کوتاه مدت دامنه تغییرات گسترده‌ای را از خود نشان داده و ارتباط میان متغیرهای انباشت را نیز برقرار می‌کنند. با این نگاه، گذار نتیجه توسعه بلندمدت انباشت‌ها و تغییرات کوتاه مدت جریان‌هاست.

1- Unfolding and reconfiguration

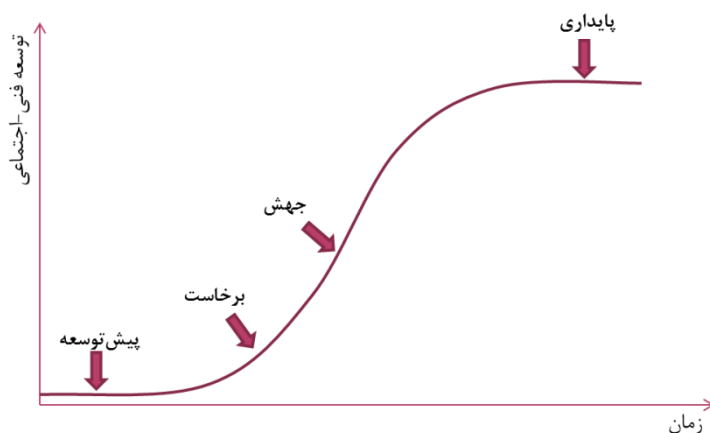
2- Symbiotic innovations

3- Cascade dynamics

4- Co-evolution

5- Stock and flow

سرعت، گستردگی، و بازه زمانی وقوع تغییر ابعادی هستند که نوع گذار فناورانه را مشخص می‌نمایند. همان‌طور که پیش‌تر در تعریف گذار مورد بررسی قرار گرفت، یکی از مهمترین ویژگی‌های این تغییر چندبعدی فناورانه و چند مرحله‌ای بودن آن است. پیش‌توسعه، برخاست، جهش، و پایداری چهار مرحله در تکامل مسیر گذار هستند (شکل ۱-۳).



شکل (۱-۳): چهار مرحله در تکامل مسیر گذار

پیش‌توسعه^۱: این مرحله با عدم تغییر محسوس در شرایط کنونی همراه بوده و ماموریت اصلی آن پشتیبانی از ایجاد تنوع در نظام‌های اجتماعی-فنی است. در این حالت تعادل پویا در نظام اجتماعی-فنی برقرار است.

برخاست^۲: تغییرات ابتدایی در پیکره‌بندی موجود ظهور کرده و تکانه لازم برای ایجاد دگرگونی در نظام اجتماعی-فنی فراهم می‌شود.

جهش^۳: تغییرات محسوس و گسترده در نظام اجتماعی-فنی پدید آمده و فرایندهای یادگیری و انتشار دانش و تغییرات نیز به‌وقوع می‌پیوندد.

پایداری^۴: پیکره‌بندی جدیدی شکل گرفته و تعادلی پویا در نظام اجتماعی-فنی برقرار می‌گردد.

1. Pre-development
2. Take-off
3. Acceleration
- 4- Stabilization

یکی از مهمترین مسایلی که در قالب ادبیات سیاست نوآوری مطرح می‌شود، چگونگی فراهم‌آوردن شرایط لازم برای حرکت در طول این مراحل تکاملی است. این موضوع تحت عنوان راهبری فرایندهای گذار در زیربخش بعدی مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

۲-۲-۱-۱- راهبری فرایندهای گذار

اگر گذار به صورت مجموعه‌ای از مسیرهای ممکن توسعه در نظر گرفته شود، راهبری وسیله‌ای است برای تاثیرگذاری (نه کنترل کامل) بر جهت، وسعت، و سرعت این مسیرها [۶]. با در نظر داشتن مسیر گذار به صورت فرایندی پیچیده و چندبعدی، وجود یک نیروی راهبری و هدایت برای گذر از مراحل مختلف احساس می‌شود.

از مفهوم راهبری^۱ و هدایت در گذارهای فناورانه برداشت‌های مختلفی می‌شود. راهبری مسیر گذار نه فقط به معنی نظارت بالا-به-پایین دولتی^۲ (که در آن دولت‌ها به اتخاذ سیاست‌های الزام‌آور می‌پردازند) است و نه فقط داشتن رویکرد بازار آزاد^۳ (که در آن تغییرات اجتماعی-فنی توسط نیروهای بازار به وقوع می‌پیوندد). منظور از راهبری در مطالعات گذار رسیدن به تعادلی میان سه بخش دولت، بازار و جامعه است. این هدف با توسعه سیاست‌ها در فرایندی تعاملی با حضور کنش‌گران مختلف محقق می‌گردد. این‌ها سیاست‌هایی هستند که بر پایه تفاهم و توافق ایجاد شده در بسترهای شبکه‌ای مشتمل بر همکاری و یادگیری میان کنش‌گران متعامل توسعه پیدا می‌کنند. در مجموع، برنامه‌ریزی بالا-به-پایین، بهره‌مندی از پویایی‌های بازار، و مدیریت شبکه‌ها (ایجاد توافق جمعی) منعکس‌کننده تعریف موردنظر از مفهوم راهبری گذار هستند. در ادامه به ضرورت راهبری مورد بحث قرار می‌گیرد.

۳-۲-۱-۱- ضرورت راهبری گذار

لختی به وجود آمده (در طول زمان) در پیکره‌بندی نظام‌های اجتماعی-فنی غالباً به ایجاد قفل‌شدگی^۴ و یا وابستگی به مسیر^۵ منجر می‌شود. این وضعیت موانع زیادی را در مسیر گذارهای فناورانه به وجود می‌آورد. بر این اساس، گذار فناورانه نیازمند مداخله‌های هوشمندانه از جانب کنش‌گران نظام اجتماعی-فنی هستند. با در نظرگیری این مداخله هوشمندانه، فرایند گذار به

1- Governance

2- Top-down steering by government

3- Liberal free market approach

4- Lock-in

5- Path-dependency

مسیری هدایت شده، هدفمند و جهت‌دار (از پیش) که نیازمند برنامه‌ریزی است، تبدیل می‌شود [۷]. در این هدایت‌دهی، کنش‌گران سیاست‌گذار و نهادهای قانون‌گذار نقش اصلی را برعهده دارند، اگرچه مشارکت یکپارچه کلیه کنش‌گران نیز ضروری است.

۴-۲-۱-۱- اساس مداخلات سیاست‌گذارانه در راهبری گذار

به‌طور کلی انجام مداخلات گسترده در مراحل مختلف فرایند گذار نه تنها نمی‌تواند اهداف توسعه را محقق کند، بلکه ممکن است آثار گذار را از مسیر رشد طبیعی خود نیز منحرف کند. شکست بسیاری از کشورهای درحال توسعه (مانند کشورهای اروپای شرقی در دهه ۶۰) که با پیروی از مداخله گسترده، دولت را جانشین بازار نموده بودند، شاهدی بر این مدعاست. در ادبیات امروز سیاست نوآوری، مداخلات سیاست‌گذارانه نه در تمام مسیر گذار، بلکه تنها در نقاط شکست آن مجاز است. نقاط شکست بخش‌هایی از فرایند گذار هستند که به‌طور طبیعی قابل رفع و بهبودی نبوده و نیازمند مداخله هوشمندانه هستند. بر این اساس، پایه مداخلات سیاست‌گذارانه در راهبری فرایند گذار بر پایه وقوع سه نوع شکست بازار^۱، ساختاری^۲ و دگرگونی^۳ است. بازار رقابتی کامل و غیرمتمرکز باعث به‌وجودآمدن کمبود سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های توسعه دانش می‌شود و عامل اصلی مداخله بر اساس شکست‌های بازار است. اما شکست یک سیستم همیشه به‌دلیل کمبود سرمایه‌گذاری نیست، بلکه مکانیزم‌هایی نیز وجود دارند که منجر به عملکرد پایین سیستم شده و از آن‌ها به‌عنوان شکست‌های ساختاری یاد می‌شود. اصلاح این شکست‌ها در بعضی شرایط نیازمند حرکت در مسیر خلاف جهت بازار رقابتی کامل می‌باشد (مانند ایجاد همکاری و شبکه‌سازی بین بنگاه‌ها و دانشگاه‌ها). در نهایت، گونه‌ای دیگر از شکست‌ها نیز وجود دارد که جدا از دو نوع قبلی بوده و رفع آن‌ها برای تضمین گذار در بلندمدت ضروری است. این شکست‌ها، شکست‌های دگرگونی نام می‌گیرند. در زیر نمونه‌های مختلفی از سه نوع شکست از نگاه وبر و روراچر توضیح داده شده است [۱].

شکست بازار

- عدم تقارن اطلاعات: عدم تعیین محیط بیرون و افق زمانی کوتاه‌مدت سرمایه‌گذاری بخش خصوصی
- سرریز دانش: ویژگی‌های کالای عمومی و نشت دانش تولیدی

1- Market failure

2- Systemic failure (structural)

3- Systemic failure (transformational)

- هزینه‌های جانبی: وجود هزینه‌های جانبی تخریب زیست‌محیطی

- بهره‌برداری بیش از حد از منابع: بهره‌برداری بیش از حد از منابع در نبود نهادهای قانون‌گذار

شکست‌های ساختاری

- شکست زیرساخت‌ها: ضعف و نقصان در زیرساخت‌های فیزیکی کنونی که برای انجام فعالیت‌های نوآورانه

ضروری هستند

- شکست نهادی: شکست به دلیل مکانیزم‌های نهادهای رسمی و غیررسمی که مانع انجام فعالیت‌های نوآورانه

می‌شوند

- شکست شبکه‌ای: وجود تعاملات قوی و یا ضعیف میان کنش‌گران

- شکست توانمندی: نبود توانمندی‌های لازم برای سازگارشدها با تغییرات و شرایط و فرصت‌های فناورانه

شکست‌های دگرگونی

- شکست جهت‌یابی: نبود چشم‌انداز مشترک، عدم توانایی در یکپارچه‌سازی فعالیت‌ها، کمبود قوانین و استانداردها،

نبود منابع مالی هدف‌گذاری شده برای تحقیقات

- شکست تبیین نیاز: نبود شرایط برای پیش‌بینی و یادگیری از نیازهای بازار و مشتری

- شکست یکپارچگی سیاست‌ها: نبود یکپارچگی افقی و عمودی میان سیاست‌ها

- شکست بازخوردی: عدم توانایی سیستم در پایش و اصلاح فرایند راهبری

بر پایه این نقاط شکست که اساس مداخلات سیاست‌گذارانه است، رویکردهای تحلیلی مختلفی برای تشریح وضعیت

موجود گزار و نیز تجویز سیاست‌ها و راهکارها توسعه پیدا کرده است. این رویکردها در زیر بخش‌های بعدی به‌طور مبسوط

مورد بررسی قرار می‌گیرد [۱].

۳-۱-۱- رویکردهای تحلیلی نوآوری

رویکردهای تحلیلی نوآوری شامل مجموعه‌ای از مکاتب، مدل‌ها و ابزارها هستند که برای توصیف وضعیت موجود و استفاده

از آن در جهت سیاست‌گذاری نوآوری به‌کار گرفته می‌شود. این مدل‌ها و ابزارها را می‌توان هم در سیاست‌گذاری نوآوری و

فناوری و هم در تدوین راهکارهای فناوری به‌عنوان یک روش مورد استفاده قرار داد. برای همین منظور، در این بخش به

بررسی این رویکردها از منظرهای مختلف پرداخته می‌شود. بررسی رویکردهای تحلیلی نوآوری در این بخش در سه سطح کلان (مکتب توسعه)، میانی (مدل کلان فرایند نوآوری) و خرد (مدل سیستمی فرایند نوآوری) صورت می‌پذیرد. در علم اقتصاد، به توسعه اقتصادی کشورها از نگاه مکاتب گوناگونی نگریسته می‌شود. هر یک از این مکاتب، با دارابودن نگاهی خاص نسبت به فناوری، سیاست‌های متفاوتی را برای توسعه و صنعتی شدن کشورها ارائه می‌نمایند. از این رو، بررسی این مکاتب با در نظر گرفتن نگرش هر یک نسبت به فناوری، در انتخاب رویکرد نهایی تحلیل ضروری است. به‌طور کلی، نظریاتی که به‌طور گسترده مورد استقبال مجامع آکادمیک دنیا قرار گرفته‌اند، را می‌توان در چهار دسته ساختارگرایان، نئوکلاسیک‌ها، نئوشومپترین‌ها و نهادگرایان تقسیم‌بندی نمود (جدول (۱-۱)).

ساختارگرایان مهمترین علت در عقب‌ماندگی کشورهای توسعه‌نیافته را وابستگی‌های تجاری، مالی، فناورانه و مدیریتی به کشورهای پیشرفته دانسته و معتقد به توسعه درون‌گرا و دخالت مستقیم دولت در توسعه صنایع و فناوری‌ها هستند. نئوکلاسیک‌ها با تاکید بر مدیریت فعالیت‌های اقتصادی در قالب دولت حداقل و اقتصاد بازار، بر رقابت بین بنگاه‌های اقتصادی، آزادسازی (مقررات‌زدایی و خصوصی‌سازی) و مشارکت در تجارت بین‌المللی (تجارت خارجی به‌مثابه موتور رشد اقتصاد) توجه می‌کنند.

نهادگرایان با تمرکز بر مسائلی نظیر ساختار و عملکرد سیستم‌های اقتصادی، تغییرات فناوری، و تعیین اولویت‌ها و اهداف ملی توسعه، راهبرد صنعتی شدن از طریق یادگیری را در جهت توسعه صنعتی کشورهای در حال توسعه پیشنهاد می‌کنند. نئوشومپترین‌ها با تکیه بر دو نظریه سیکل‌های بلند توسعه اقتصادی و تخریب سازنده شومپتر، تحولات سریع فناورانه را فرصتی برای توسعه صنعتی کشورهای در حال توسعه و حضور در بازارهای جهانی قلمداد می‌کند و نظام نوآوری را به‌عنوان ابزار بهره‌برداری از این فرصت معرفی می‌کنند [۱].

جدول (۱-۱): مقایسه مکاتب توسعه اقتصادی

نهادگرایان	نئوشومپترین‌ها	نئوکلاسیک‌ها	ساختارگرایان	
توانمندی‌های نهادین	یادگیری تعاملی	هزینه‌ها در کوتاه‌مدت	آثار خارجی	کانون تحلیل
فرایندی قابل یادگیری	دانش تجلی‌یافته در ماشین‌آلات که به راحتی قابل انتقال نیست	کالای قابل مبادله	عامل وابستگی	نگرش به فناوری
به‌عنوان منبع با تاکید ویژه بر	به‌عنوان منبع	به‌عنوان هزینه	نیروی کار ارزان و فراوان	نگرش به نیروی

نهادگرایان	نووشومپترین‌ها	نووکلاسیک‌ها	ساختارگرایان	
مهندسين			ماهر و نیمه‌ماهر	کار
مداخله راهبردی	مداخله راهبردی	دولت حداقل	دخالت گسترده	نقش دولت
پس از ظهور و قبل از استانداردیزه شدن و با تکیه بر مزیت‌های رقابتی	با ظهور یک صنعت	پس از بلوغ یک صنعت و با تکیه بر مزیت‌های داخلی	جایگزینی واردات	نقطه ورود به صنعت
رقابت کنترل شده برای حصول بازه مقیاس	رقابت محدود برای ایجاد نوآوری	رقابت حداکثری	حمایت مطلق از بنگاه‌های داخلی	نگرش به رقابت
کشورهای جنوب شرق آسیا مانند اندونزی، فیلیپین و مالزی و همچنین ترکیه	اروپا، اسکانديناوی و ژاپن در دهه ۱۹۹۰	انگلیس و ایالات متحده در دوره‌های ریگان و تاچر	آمریکای لاتین دهه ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰	کشورهای استفاده‌کننده

در میان این مکاتب، مکتب اقتصادی نووشومپترین با توجه به ویژگی‌های مطرح‌شده برای آن، دارای تطابق بیشتری با شرایط حاضر در کشور ایران است. یکی از مهمترین ویژگی‌های این مکتب توجه بر مفهوم نوآوری است. در ادامه و در سطوح میانی و خرد بر مدل‌ها و رویکردهایی تمرکز می‌گردد که نوآوری را در مرکز توجه خود دارند.

نوآوری عبارت است از فرایندهای جستجو، کشف^۱، آزمایش، توسعه، شبیه‌سازی^۲ و پذیرش یک محصول، فرایند جدید و یا تغییرات سازمانی. نوآوری متشکل از دو جزء اصلی خلق ایده جدید (اختراع)، و تبدیل ایده خلاقانه به کسب و کار (بهره‌برداری) است. عدم تعیین، تاکید بر یادگیری در حین اجرا، یادگیری درحین استفاده و خاصیت تجمعی^۳، فروض اساسی هستند که نوآوری را از مفاهیم مشابه جدا می‌کند [۸]. نوآوری را می‌توان از ابعاد گوناگون دسته‌بندی نمود (جدول (۱-۲)).

جدول (۱-۲): دسته‌بندی نوآوری از ابعاد مختلف

انواع	معیار
نوآوری تدریجی، نوآوری بنیادین، پارادایم‌های فناورانه-اقتصادی	درجه تغییر
نوآوری در محصول، نوآوری در فرایند	هدف نوآوری
نوآوری فناورانه، نوآوری اداری (غیرفناورانه)	موضوع نوآوری
نوآوری افزایش‌دهنده شایستگی، نوآوری مخرب شایستگی	اثرگذاری

1- Discovery

2- Imitation

3- Cumulativeness

فرایند نوآوری شامل مجموعه فعالیت‌هایی است که منجر به شکل‌گیری نوآوری در یک سیستم می‌گردد. تولید دانش، تبدیل دانش به مصنوع به‌وسیله فرایندها، سیستم‌ها، محصولات و خدمات و در نهایت تطابق دادن پیوسته مصنوع با نیاز بازار، سه زیرفرایند اصلی در فرایند نوآوری می‌باشند، که هر یک به سطوح خردتری تقسیم می‌گردند (جدول ۳-۱).

جدول (۳-۱): فرایندهای نوآوری

تخصص‌پروری کارکردی و یکپارچه‌سازی-ظهور آزمایشگاه‌های تحقیق و توسعه صنعتی	تولید دانش علمی و فناورانه
همگرایی فناورانه ^۱ و تجزیه عمودی ^۲ فناوری‌های تولید ارتباط صنعت با دانشگاه	
حفظ روندهای فناورانه همراه نظریه‌های علمی آگاهی از برنامه‌های حمایت مالی دولتی	تبدیل دانش به مصنوع
حفظ یکپارچگی سیستمی مدیریت عدم تعیین موجود در نوآوری	
درک نیازهای بازار تطابق مصنوع با نیازهای بازار	تطبیق مصنوع با نیاز بازار

در ادبیات مدل‌های مختلفی وجود دارد که با تعریف ارائه‌شده از فرایند نوآوری، به تصویرسازی از واقعیت موجود می‌پردازد. مجموعه این مدل‌ها را می‌توان به سه دسته اصلی مدل‌های خطی نوآوری، مدل‌های پیوندی و تعاملی نوآوری، و مدل‌های یکپارچه سیستمی تقسیم کرد.

مدل‌های خطی، نوآوری را نتیجه فرایند خطی دانسته که از مراحل مختلف پژوهش پایه، کاربردی، تحقیق و توسعه، تجاری‌سازی، بازاریابی و در انتها انتشار، به‌صورتی متوالی و سلسله‌مراتبی و در مسیری یک‌طرفه تشکیل شده است. دو مدل فشار فناوری^۳ و کشش بازار^۴ از مدل‌های مطرح در این حوزه هستند.

1- Technological Convergence

2- Vertical Disintegration

3- Technology pull

4- Market push

مدل پیوندی و تعاملی نوآوری، نوآوری را نتیجه یک فرایند خطی ندانسته و با تاکید بر فرایند مرحله‌ای نوآوری، حلقه‌های بازخوردی میان فعالیت‌های تحقیق و توسعه و بازاریابی برقرار می‌نماید. در این مدل، ترکیبی از کشش و رانش بازار و فناوری مطرح می‌گردد [۹].

مدل یکپارچه سیستمی، به وجود همکاری و رابطه دو طرفه میان اجزای مختلف اشاره دارد. بنابراین، وجه تمایز اصلی این مدل‌ها با گروه‌های قبلی را می‌توان در توسعه موازی نوآوری کاملاً یکپارچه، داشتن یک نگاه کل‌گرا به فرایند نوآوری، و شامل شدن اجزای مختلف و روابط متفاوت میان آن‌ها دانست.

جدول (۴-۱): مقایسه مدل‌های کلان فرایند نوآوری

مدل سیستمی نوآوری	مدل تعاملی نوآوری	مدل خطی نوآوری	
۲۰۰۰-۱۹۸۰	۱۹۸۰-۱۹۷۰	۱۹۷۰-۱۹۶۰	دوره مطرح شدن
کلید اجزای دخیل در نوآوری با در نظر گرفتن روابط میان آن‌ها	تعامل میان تحقیق و توسعه و بازار	تحقیق و توسعه؛ بازار	منبع نوآوری
یکپارچه با در نظر گیری کلید اجزا و روابط سیستمی	مرحله‌ای با در نظر گرفتن حلقه‌های بازخوردی	خطی و یکطرفه	فرایند نوآوری
نظام‌های نوآوری، سیستم‌های اجتماعی فناوریانه، مدل الماسی پورتر، تحلیل داده-ستاده، رویکرد بلوک‌های توسعه	مدل Rothwell & Zegveld؛ مدل Kline and Rosenber	مدل فشار فناوری، کشش بازار	مدل‌های مطرح

۱-۱-۳-۱- رویکردهای سیستمی نوآوری

تاکنون رویکردهای سیستمی مختلفی برای تحلیل فرایند نوآوری (تحلیل روند موجود، تحلیل سیاست‌ها^۱، و سنجش اثرگذاری سیاست‌ها) ارائه گردیده است. در ادامه سعی می‌شود به صورت اجمالی این رویکردها توصیف و سپس باهم مقایسه گردد. هدف از مقایسه این رویکردها انتخاب بهترین یا بدترین رویکرد نیست، بلکه هدف تشخیص نقاط ضعف و قوت و دامنه اثر بخشی هر رویکرد است. با توجه به این مقایسه، می‌توان رویکرد مناسب تحلیل و سیاست‌گذاری را با توجه به ویژگی‌های مسئله انتخاب نمود. براساس تئوری تکاملی شومپتر^۲، کلیه این رویکردها را می‌توان به دو دسته رویکردهای شبه‌تکاملی^۲ و تکاملی^۳ تقسیم نمود.

۱- تحلیل سیاست‌ها روشی است که در شناسایی موانع و مشکلات سیستمی و نیز تعیین بهترین گزینه سیاستی با توجه به سطح پوشش مشکلات مورد استفاده قرار می‌گیرد.

2- Quasi-evolutionary approach

3- Evolutionary approach

در ادبیات از رویکردهای مختلفی برای مطالعه و توصیف نظام‌های اجتماعی-فنی و یا راهبری فرایند گذار استفاده شده است. مارکارد و همکاران دامنه گسترده‌ای از چارچوب‌ها و روش‌های نظری را برای توضیح و مطالعه مسیر گذار پیشنهاد می‌کنند. نظریه‌های عمومی مانند نظریه اقتصاد تکاملی^۱، نظریه شبکه‌های کنش‌گران^۲ و رویکردهایی با تاکید بیشتر بر فناوری مانند ساخت اجتماعی فناوری^۳، ارزیابی سازنده فناوری^۴، موج‌های بلند، مطالعات آینده‌پژوهی فناوری^۵، راهبری بازخوردی و جامعه‌شناسی انتظارات نمونه‌هایی از این چارچوب‌ها و روش‌های عمومی مورد استفاده در مطالعات گذار هستند.

علاوه بر این روش‌های عمومی، گونه‌هایی دیگر از رویکردها وجود دارند که به‌طور خاص برای تحلیل و راهبری گذارهای فناورانه توسعه داده شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. این رویکردها به دو دسته تکاملی‌ها و شبه‌تکاملی‌ها تقسیم می‌شوند.

در رویکردهای تکاملی نوآوری، تنوع‌های فناورانه در محیط انتخابی^۶ متکی بر مکانیزم‌های بازار پدید آمده و فرایند تکامل بدون مداخله و جهت‌دهی از خارج به‌وقوع می‌پیوندد. دو نقد بر نگاه تکاملی وارد می‌شود: اول اینکه بازار تقاضا و تمایلات مصرف^۷ در نوآوری‌های فناورانه بنیادین (که در گذار به‌وجود می‌آیند) هنوز شکل نگرفته‌اند. به‌عبارت دیگر، بازار، عادات مصرف و فناوری‌های جدید به‌طور همزمان به ظهور می‌رسند. در این حالت، فرایند انتخاب چیزی فراتر از پذیرفتن از میان گزینه‌های نوآوری بوده و مفهوم پذیرش مصرف‌کننده و نهادینه‌نمودن آن در عادات زندگی و بومی‌سازی را نیز شامل می‌شود. نقد دوم بر این موضوع تاکید دارد که علاوه بر بازار و مصرف‌کننده، سیاست‌ها، نهادها، و شبکه‌ها نیز در شکل‌دهی به محیط انتخاب نقش اساسی دارند. بنابراین گذار فرایند تکاملی مشارکتی^۸ است [۱].

در طرف مقابل، رویکردهای شبه‌تکاملی فرایند تکامل را کاملاً بدون جهت ندانسته و سعی در مداخله و جهت‌دهی آن از طریق محیط تنوع مبتنی بر فعالیت‌های راهبردی کنش‌گران دارد. این فعالیت‌های راهبردی در راستای ایجاد نوآوری در محیط‌های حفاظت‌شده و نیز محیط انتخاب مبتنی بر انتظارات شکل‌گرفته، انجام می‌شود. ریب و اسکات معتقدند که

- 1- Evolutionary economic theory
- 2- Actor network theory
- 3- Social construction of technology
- 4- Constructive technology assessment
- 5- Technology future study
- 6- Selection environment
- 7- Preferences
- 8- Co-evolution

در رویکردهای شبه تکاملی، وقوع گذار در کارزاری از بیم‌ها و امیدها^۱ به وقوع می‌پیوندد. منظور از این کارزار، رویایی انتظارات^۲ مختلف، تجارب، موفقیت‌ها و شکست‌های پیشین است که کنش‌گران موجود در نظام اجتماعی-فنی در یک محیط اجتماعی-شناختی^۳ شکل داده‌اند. این انتظارات و تجارب به صورت تجمعی و در سال‌های متمادی در اذهان کنش‌گران شکل گرفته، در نتیجه از میان بردن و تغییر آن‌ها در کوتاه‌مدت به وقوع نمی‌پیوندد. در این رویکردها، دو گروه کنش‌گران در نظر گرفته می‌شوند. گروه اول که کنش‌گران فعال^۴ هستند. آن‌ها توسعه‌دهندگانی هستند که به جانب‌داری از گسترش فناوری پرداخته، به شکل‌دهی انتظارات (بیم و امید) در اذهان سایر کنش‌گران کمک کرده و در برابر سایر رقابا به رقابت می‌پردازند. در طرف مقابل، گروه دوم کنش‌گران منفعل یا انتخاب‌گر^۵ هستند. آن‌ها برخلاف گروه اول درگیر فرایندهای معرفی و توسعه ابتدایی فناوری نمی‌شوند. بلکه با ارزیابی خروجی کارهای کنش‌گران فعال و نیز مبتنی بر انتظارات شکل گرفته، در فرایند توسعه خوشبین‌ترین گزینه فناورانه مشارکت می‌نمایند [۱].

با تشریح ویژگی‌های تکاملی‌ها و شبه تکاملی‌ها، در زیر رویکردهای مختلفی که برای تحلیل و سیاست‌گذاری فرایند گذار در قالب این گروه توسعه داده شده، توضیح داده می‌شود.

۲-۳-۱-۱- رویکردهای شبه تکاملی^۶

این رویکردها، گذار را به صورت یک الگوی تاریخی قابل تصویر در سه لایه مختلف در نظر می‌گیرند. بر اساس این رویکردها، مهمترین مشکلات ساختاری از سیستم‌های اجتماعی ناشی می‌گردد که توسط نیروهای بازار قابل توجیه نیست. رویکرد چندسطحی^۷ یکی از مدل‌های این رویکرد است که به تحلیل فرایند گذار شامل نوآوری‌های مختلف در سطح کلان (مانند بخش حمل و نقل) می‌پردازد. بر اساس این رویکرد، گذار فناوری در قالب سه سطح رژیم‌های اجتماعی-فناورانه^۸، سطح گوشه^۹ و دورنما^{۱۰} قابل تعریف است. در اثر پویایی ایجادشده در تعامل سطوح مختلف، فرایند گذار به وقوع می‌پیوندد. مدیریت

- 1- Arena of expectations
- 2- Expectations
- 3- Socio-cognitive sphere
- 4- Enactor
- 5- Selector
- 6- Quasi-evolutionary
- 7- Multi-levels perspective
- 8- Socio-technical regimes
- 9- Niche
- 10- Landscape

گوشه راهبردی^۱ رویکرد دیگری است که با توجه به جذابیت گوشه‌ها در چارچوب چندسطحی به‌عنوان سطح پدیدآورنده نوآوری، با نگرشی پایین-به-بالا به تعریف چارچوبی مفهومی برای توضیح چگونگی تشکیل گوشه‌ها و چگونگی محافظت از نوآوری در گوشه‌هایی مجزا از سطح رژیم می‌پردازد. در کنار این‌ها، رویکرد مدیریت گذار^۲ قرار می‌گیرند. بر اساس این مدل‌ها، گذار فرایندی چندسطحی و چندعاملی^۳ بوده که گوشه‌ها مهمترین نقش را در ایجاد گذار فناورانه برعهده دارند [۱۰]. این رویکرد به‌دنبال تحلیل این موضوع است که گوشه‌ها چگونه می‌توانند در ایجاد تغییر موفق یا شکست‌خورده باشند. در این مدل، بر نقش کنش‌گران^۴ و نیز مداخلات ضروری سیاستی نیز تاکید شده است [۱۰].

۳-۳-۱-۱- رویکردهای تکاملی^۵

یکی از اولین مدل‌های موجود در این رویکرد، بلوک‌های توسعه است. رویکرد بلوک‌های توسعه که در سال ۱۹۵۰ مطرح شد، به بیان این موضوع می‌پردازد که توالی از مکمل‌ها از طریق یک سری فشارهای ساختاری مانند، عدم تعادل، ممکن است نتیجه یک موقعیت تعادلی جدید باشد. در کنار این رویکرد، مدل‌های نظام‌های نوآوری به‌عنوان مهمترین جریان در ادبیات رویکردهای تکاملی قرار می‌گیرند. مفهوم نظام‌های نوآوری به‌عنوان یکی از زمینه‌های پژوهشی غالب در ادبیات مطالعات نوآوری^۶ از اواخر دهه ۱۹۸۰ با انتشار اولین مراجع مطرح گردید. این رویکرد بر پایه تئوری اقتصاد تکاملی به تبیین شرایط محیطی و درونی لازم برای توسعه نوآوری با نگرشی سیستمی می‌پردازد. نظام‌های نوآوری در سطوح مختلف ملی، منطقه‌ای، فناورانه، بخشی، و اخیراً هم در سطوح بنگاهی و بین‌المللی برای مقاصد مختلف تحلیلی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱].

۴-۳-۱-۱- مقایسه رویکردهای سیستمی نوآوری

کلیه مدل‌ها و رویکردهای اشاره شده در این قسمت را می‌توان از ابعاد مختلف با هم مقایسه نمود. این مقایسه نشان‌دهنده خوب بودن و یا بد بودن یک ابزار در حالت کلی نبوده و تنها به بیان ویژگی‌های این مدل‌ها از ابعاد مختلف می‌پردازد. بر اساس این ویژگی، متناسب‌ترین ابزار برای تحلیل توسعه فناوری راهبردی انتخاب می‌گردد (جدول ۱-۵).

جدول (۱-۵): مقایسه ویژگی‌های رویکردهای سیستمی نوآوری

- 1- Strategic niche management
- 2- Transition management
- 3- Multi actor
- 4- Agency
- 5- Evolutionary
- 6- Innovation studies

رویکرد چندسطحی	مدیریت راهبردی گوشه‌ها	مدیریت گذار	بلوک‌های توسعه	نظام‌های نوآوری
سطح تحلیل گذارهای فناورانه بلندمدت، کارکردهای اجتماعی (مانند حمل‌ونقل)	شبکه‌های نوآوری، یک کاربرد خاص فناوری	گذارهای فناورانه بلندمدت	سطح صنعت	سطوح ملی، منطقه‌ای، فناورانه و بخشی
نوع سیستم	پویا	پویا	پویا	پویا
هدف تحلیل	تحلیل فرایند گذار شامل نوآوری‌های مختلف در سطح کلان	تحلیل چگونگی تشکیل گوشه‌ها و چگونگی محافظت از نوآوری در گوشه‌هایی مجزا از سطح رژیم	نقش گوشه‌ها در ایجاد تغییر و گذار فناورانه	تحلیل ساختاری با بررسی روابط بین فشارهای ساختاری و نوآوری‌های ایجادشده
عامل نوآوری	پویایی پدیدآمده از تعامل سطوح رژیم گوشه و دورنما	فناوری‌های نو و چیدمان‌های جدید اجتماعی اقتصادی	سطح گوشه و کنش‌گران	کنش‌گران، نهادها، روابط و شبکه‌ها

نظام نوآوری فناورانه^۱ به‌عنوان رویکرد تکاملی و رویکرد چند سطحی^۲، مدیریت گذار^۳، مدیریت راهبردی گوشه‌ها^۴ به‌عنوان رویکردهای شبه تکاملی برای بررسی در این بخش انتخاب شده‌اند. از خروجی تحلیلی حاصل از این رویکردها می‌توان در طراحی اجزای جهت‌گیری‌های پشتیبان استفاده نمود.

در ادامه به بررسی این رویکردها به‌طور مبسوط پرداخته می‌شود. اولین این رویکردها، نظام‌های نوآوری فناورانه هستند. قبل از توضیح این رویکرد، لازم است تا به تبیین جایگاه آن در میان سایر رویکردهای نظام‌های نوآوری پرداخته شود [۱].

۴-۱-۱ - نظام‌های نوآوری

نظام‌های نوآوری شامل کلیه عوامل اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، سازمانی، نهادی و سایر عوامل اثرگذار بر توسعه، انتشار و بهره‌برداری از نوآوری می‌گردد. هر نظام نوآوری از سه جز اصلی مولفه‌ها (کنش‌گران، نهادها و فناوری‌ها)، روابط (مواصلات میان مولفه‌ها)، و شناسه‌ها (توانایی اجزا در ایجاد شایستگی فناورانه-اقتصادی) تشکیل شده است [۱۱].

مفهوم نظام‌های نوآوری را می‌توان یکی از زمینه‌های پژوهشی غالب در ادبیات مطالعات نوآوری^۵ به حساب آورد. تمرکز اصلی مطالعات نوآوری، بیان رشد فناورانه در اقتصاد است. اما مطالعات نوآوری در شکل امروزی خود و مفهوم نظام‌های نوآوری

1- Technological innovation systems
 2- Multi-levels perspective (MLP)
 3- Transition management (TM)
 4- Strategic niche management
 5- Innovation studies

را باید به‌طور قطع تحت تاثیر کارهای شومپیتر و سایر تحقیقات خارج از جریان اصلی اقتصاد مانند اقتصاد نهادگرا، اقتصاد توسعه^۲ و اقتصاد نئوشومپیترین^۳ دانست.

به‌طور کلی، چهار رویکرد تحلیل اقتصادی نزدیک به نظام‌های نوآوری وجود دارد. اقتصاد نئوکلاسیک که به‌عنوان رایج‌ترین مکتب، بر انتخاب میان گزینه‌های اقتصادی مشخص و تعریف‌شده (بعضا همراه با ریسک) توسط کنش‌گران خردگرا^۴ پرداخته و کانون تحلیل را در تخصیص منابع محدود به کنش‌گران قرار می‌دهد. در طرف دیگر، رویکرد مدیریت نوآوری با تمرکز تحلیل بر نوآوری، به انتخاب میان گزینه‌های پروژه‌های تحقیق و توسعه کنش‌گران خردگرا می‌پردازد. در کنار این دو رویکرد، اقتصاد اتریشی مانند اقتصاد نئوکلاسیک بر تخصیص منابع محدود تمرکز داشته، ولی برخلاف آن بازار را وسیله‌ی ایجاد فرایند یادگیری پویای کنش‌گران می‌داند. رویکرد نظام‌های نوآوری نیز مانند مکتب اتریشی بر یادگیری تاکید داشته و نیز همانند مدیریت نوآوری، نوآوری را محور تحلیل خود قرار می‌دهد (جدول ۱-۶).

جدول (۱-۶): چهار دیدگاه مختلف در تحلیل‌های اقتصادی

نوآوری	تخصیص منابع	
مدیریت نوآوری ^۶	مکتب اقتصاد نئوکلاسیک ^۵	انتخاب خردگرا
نظام‌های نوآوری	مکتب اقتصاد اتریشی ^۷	یادگیری

یک نظام نوآوری را می‌توان از ابعاد مختلف مرزبندی نموده و بر این اساس، مدل‌هایی برای اهداف تحلیلی متفاوت پدید آورد. بر طبق Edquest مرزهای این سیستم می‌تواند در چهار بعد جغرافیایی، فناورانه و گروه محصول و فعالیت تعریف گردد. بر این اساس، چهار مدل نظام نوآوری ملی، نظام نوآوری منطقه‌ای، نظام نوآوری بخشی و نظام نوآوری فناورانه مطرح می‌گردد. با استفاده از رویکرد سیستمی، از سه دیدگاه مختلف تحلیل بر اساس عوامل (جعبه سفید)، تحلیل بر اساس خروجی (جعبه سیاه) و تحلیل بر اساس گذار سیستمی، می‌توان به مطالعه نظام‌های نوآوری پرداخت. در تحلیل بر اساس عوامل که

1- Institutional Economics

2- Development Economics

3- Evolutionary Economics

4- Rational agent

5- Neoclassical economics

6- Management of innovation

7- Austrian economics

تحلیل ساختاری نام می‌گیرد، به شناخت اجزای اصلی درون مرزهای سیستم پرداخته می‌شود. در رویکرد تحلیل بر اساس خروجی که تحلیل کارکردی نام‌گذاری می‌شود، مجموعه فعالیت‌هایی که اجزای سیستم به انجام می‌رسانند و موجب ایجاد پویایی می‌گردند، هدف مطالعه قرار می‌گیرد. درنهایت، تحلیل گذار نیز تکامل و تغییرات سیستم در طول زمان را مورد مطالعه قرار می‌دهد. مقایسه رویکردهای مختلف نظام نوآوری از این سه منظر به‌همراه ابعاد دیگر، در جدول (۷-۱) مورد بررسی قرار گرفته است [۱].

جدول (۷-۱): مقایسه رویکردهای نظام‌های نوآوری

نظام نوآوری ملی	نظام نوآوری منطقه‌ای	نظام نوآوری بخشی	نظام نوآوری فناورانه
پایه گذار/سال	فریمین (۱۹۸۷ و ۱۹۸۸)، لاندول (۱۹۸۸)، و نلسون (۱۹۹۳)	برسچی و مالربا (۱۹۹۷)	کارلسون و اتانکویچ (۱۹۹۱)
سطح تمرکز (مرز سیستم)	مرزهای جغرافیایی-ملی	بخش و زیربخش (گروه‌های محصول و بخش‌های محصول)	فناوری به معنای یک حوزه دانشی، محصول و مجموعه‌ای از محصولات مرتبط به هم و با هدف برآوردن کارکردی خاص
هدف تحلیل	مقایسه عملکرد نوآورانه کشورها-تحلیل نقش پیشرفت‌های فناورانه در رشد اقتصادی؛ سیاست‌ها و راهبردهای اقتصادی اجتماعی برای بارور کردن نوآوری در یک کشور	تحلیل تفاوت نوآوری در بخش‌های مختلف؛ تعیین سیاست‌ها و راهبردهای توسعه صنایع	ارزیابی روند توسعه یک نوآوری فناورانه از نگاه ساختار و کارکرد؛ شناسایی موانع و محرک‌های توسعه؛ سیاست‌گذاری توسعه فناوری
رویکردهای مشابه	مدل‌های رشد اقتصادی نئوکلاسیک-مدل‌های خطی و تعاملی نوآوری-مدل الماسی پورتر	اقتصاد صنعتی (ساختار-هدایت-عملکرد، رویکرد هزینه‌های تراکنش، مدل‌های نظریه بازی‌های همکاری‌های راهبردی، و مطالعات اقتصادسنجی صنعتی)، رویکرد استفاده از مطالعات موردی و مطالعات نوآوری و نوع‌شناسی‌های تجربی	بلوک‌های شایستگی؛ نظام‌های بسیط فناورانه
شناخت ساختاری	سطح محدود: کنش‌گران و روابط متعامل با نوآوری به‌طور مستقیم سطح گسترده: تمام اجزای اجتماعی، فرهنگی، و سیاسی موجود در محیط کلان کشور	دانش، فرایندهای یادگیری و فناوری‌ها، کنش‌گران و شبکه‌ها، قواعد، تقاضا	کنش‌گران، نهادها، فناوری‌ها، روابط و شبکه‌ها
شناخت کارکردی	تعریف زیرکارکردهای مختلف در قالب سه	تقسیم‌بندی عوامل پویایی داخلی به سه دسته	هفت کارکرد خلق دانش، انتشار دانش،



نظام نوآوری ملی	نظام نوآوری منطقه‌ای	نظام نوآوری بخشی	نظام نوآوری فناورانه
کارکرد اصلی تولید، انتشار و استفاده از نوآوری	یادگیری تعاملی، اشتراک دانش، مجاورت و نهادپندگی	ایجاد ناهمگنی (ورود عوامل جدید، تحقیق و توسعه و نوآوری) و انتخاب به‌منظور کاستن از ناهمگنی (انتخاب بازار و انتخاب غیربازار)	فعالیت‌های کارآفرینی، جهت‌دهی به جستجو، تامین منابع، شکل‌دهی بازار و مشروعیت‌بخشی؛ تاکید بر مفهوم تکانه و حلقه‌های علی تجمعی در ایجاد پویایی
شکل‌گیری نهادها و بنگاه‌ها در کشور و نیز ایجاد یکپارچگی میان اجزا موجود	توسعه شبکه‌های میان بنگاه‌ها در یک منطقه	چرخه عمر صنعت و نیز تحلیل تکامل بلندمدت صنایع Shumpeter	تکامل سیستم براساس مدل توالی نوآوری، مرکب از چهار موتور نوآوری (موتور محرک علم و فناوری، موتور کارآفرینی، موتور شکل‌دهی به سیستم، موتور بازار)
تاکید بر نوآوری و پیشرفت‌های فناورانه به‌عنوان عامل اثرگذار در رشد اقتصادی کشورها	خوشه‌های منطقه‌ای به‌عنوان یکی از عوامل اثرگذار مهم در فرایند نوآوری	وابسته بودن عوامل اثرگذار بر نوآوری به بخش	تاکید بر نقش شایستگی اقتصادی، به‌معنی توانایی در توسعه و بهره‌برداری از فرصت‌های جدید کسب‌وکار، در ایجاد نوآوری فناورانه؛ تاکید بر پویایی سیستم و چگونگی شکل‌گیری سیستم

تکامل و گذار

ویژگی محوری

۱-۴-۱-۱ - نظام‌های فناورانه نوآوری

نظام‌های نوآوری فناورانه^۱ به تحلیل گذار از منظر تغییرات نهادی، سازمانی، اقتصادی، سیاسی و فنی پیرامون ظهور فناوری‌های جدید می‌پردازد. این رویکرد بر پایه نظر کارلسون و استکویتز درباره نوآوری شکل گرفته است که مهمترین محرک‌های خلق، انتشار و بهره‌برداری از نوآوری‌های فناورانه را در تعاملات نظام‌مند کنش‌گران، تحت زیرساخت‌های نهادی می‌داند. این برداشت از گسترش نوآوری فناورانه با الهام از تئوری بلوک‌های توسعه^۲ و نیز در ارتباط با رویکردهای نظام ملی نوآوری^۳ و نظام بخشی نوآوری^۴ است.

از زمان توسعه اولیه این رویکرد در سال ۱۹۹۱، تغییرات مختلف و بهبودهای متفاوتی در مفهوم و ابزارهای عملیاتی آن صورت پذیرفته است. تمرکز بر فناوری‌های مشخص^۵ به جای تمرکز بر فناوری‌های عمومی و گسترده^۶، تاکید بر وقوع نوآوری‌های بنیادین به‌عنوان محرک گذارهای اجتماعی-فنی به‌جای تاکید بر نوآوری فناورانه به‌عنوان ابزاری در ایجاد رشد اقتصادی، و توجه به فناوری‌های نوظهور (و غالباً پایدار) به‌جای توجه به سایر انواع فناوری، نمونه‌هایی از تغییرات و همگرایی‌هایی صورت گرفته در این حوزه است. علاوه بر این‌ها، شناسایی مجموعه فرایندهای لازم برای توسعه نوآوری تحت عنوان کارکردهای نظام نوآوری فناورانه، شناسایی مجموعه مکانیزم‌های اثرگذار بر شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه در قالب موانع و محرک‌های توسعه، ارائه تحلیل‌های ساختاری در قالب نقش کنش‌گران، نهادها و شبکه‌ها در شکل‌گیری نوآوری، گسترش مفهوم شکست‌های بازار و با ارائه تعریفی جدید تحت عنوان شکست‌های سیستمی^۷، برقراری ارتباط و ایجاد سازگاری میان رویکردهای مختلف گذار (مانند رویکرد TIS و MLP) و ارائه رویکردهایی برای راهبری شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه، نمونه‌هایی از بهبودهای صورت پذیرفته در رویکرد نظام‌های نوآوری فناورانه در طول زمان است.

- 1- Technological innovation systems (TIS)
- 2- Development blocks
- 3- National innovation systems (NIS)
- 4- Sectoral innovation systems (SIS)
- 5- Specific technology
- 6- Generic technology
- 7- Systemic failures

به کار بردن رویکرد سیستمی در مطالعه تغییرات فناورانه، بستری برای درک توسعه فناوری را فراهم می‌نماید. نظام‌های نوآوری با تمرکز خاص بر فناوری، نمونه‌ای از این رویکردهای سیستمی هستند که در ادبیات از آن‌ها تحت عنوان نظام نوآوری فناورانه^۱ یاد می‌گردد. بر این اساس، کارلسون و استنکوویتز این مفهوم را به صورت زیر تعریف می‌کنند:

شبکه‌ای پویا از عوامل که در یک حوزه اقتصادی/صنعتی خاص با هم در تعامل بوده، تحت مجموعه‌ای از زیرساخت‌های نهادها قرار داشته، و در فرایند خلق، انتشار و بهره‌برداری از دانش دخیل هستند.

نقطه شروع تحلیل در نظام‌های نوآوری فناورانه مرزهای جغرافیایی و یا یک صنعت خاص نبوده، بلکه این رویکرد تمرکز بر فناوری را هدف مطالعه قرار می‌دهد. با این حال، یک نظام نوآوری فناورانه می‌تواند در عین تمرکز بر یک فناوری، گستره‌ای از مرزهای جغرافیایی و بخش‌های مختلف را در برگیرد. هدف تحلیل‌های نظام نوآوری فناورانه ارزیابی روند توسعه یک نوآوری فناورانه از نگاه ساختار و فرایندهایی است که به پشتیبانی و یا ممانعت از آن می‌پردازد. در تعریف نظام نوآوری فناورانه، فناوری هم به معنای مواد، سخت‌افزارها و نرم‌افزارهایی است که به شکل مستقیم در فرایند توسعه به کار می‌روند، و هم به شکل دانشی است که چه به شکل عمومی و یا نهفته در محصول وجود دارد [۱۲].

نظام نوآوری فناورانه علی‌رغم دارا بودن ویژگی‌های مشترک با سایر رویکردهای نظام نوآوری، دارای دو ویژگی متمایزکننده از آن‌هاست:

تاکید بر نقش شایستگی اقتصادی، به معنی توانایی در توسعه و بهره‌برداری از فرصت‌های جدید کسب‌وکار در ایجاد نوآوری فناورانه. بر این اساس، بهره‌برداری و ترکیب دانش‌های موجود جز جدایی‌ناپذیر نوآوری فناورانه می‌باشد. در حقیقت بر خلاف سایر رویکردها که تفکری کلان از نوآوری داشتند، این ویژگی بر اهمیت نیروهای کارآفرین به عنوان منابع نوآوری تاکید دارد. تاکید جدی بر پویایی سیستم و تمرکز بر نقش کارآفرینان در این رویکرد، زمینه را برای بررسی روند شکل‌گیری این سیستم در طول زمان آماده کرده تا از این طریق روند پویایی در نظر گرفته شود.

در بکارگیری نظام نوآوری فناورانه، در نظرگیری چهار فرض اساسی ضروری است:

سیستم (نه تک‌تک اجزا) به عنوان واحد تحلیل قرار می‌گیرد. این فرض در سایر مدل‌های نظام نوآوری نیز مشابه است. سیستم ماهیتی پویا دارد. بنابراین در نظر گرفتن بازخوردها برای بررسی روند شکل‌گیری این سیستم‌ها ضروری می‌باشد.

۱- این اصطلاح توسط محققین مختلف به گونه‌های متفاوت به کار گرفته شده است. کارلسون و استنکوویتز اصطلاح سیستم‌های تکنولوژیکی را بکار برده‌اند و محققان سوئدی نیز واژه نظام نوآوری تکنولوژی محور را برگزیده‌اند.

فرصت‌های فناورانه عملاً نامحدود هستند. بنابراین لازم است تا تمرکز بیشتری در شناسایی، جذب و بهره‌برداری از فرصت‌های فناورانه صورت پذیرد. به عبارت دیگر، بالابردن توانایی جذب اهمیت بیشتری از توانایی تولید فناوری جدید دارد. هر بازیگر در چارچوب خردپذیری محدود^۱ عمل می‌کند. به عبارت دیگر، بازیگران این نظام خردپذیر هستند، اما با محدودیت‌هایی از جنس توانایی‌ها و اطلاعات روبه‌رو هستند.

در کنار رویکرد نظام نوآوری فناورانه، مفهوم بلوک‌های شایستگی^۲ قرار می‌گیرد. بلوک‌های شایستگی از جانب طرف تقاضا (محصول یا بازار) و به عنوان مجموع زیرساخت‌های لازم برای ساخت، انتخاب، تشخیص دادن، انتشار و بهره‌برداری از ایده‌های جدید در خوشه‌هایی از بنگاه‌ها تعریف می‌گردد. نمونه‌ای از تحلیل با این رویکرد را می‌توان در بلوک شایستگی برای نظام سلامت کشور سوئد جستجو نمود که در آن اجزای تشکیل‌دهنده نظام‌های نوآوری فناوری مختلف محصولات و فناوری‌های لازم بخش سلامت را تامین می‌کنند، به تصویر کشیده شده است.

با معرفی نظام نوآوری فناورانه توسط کارلسون و استنکوویتز، مطالعات گسترده‌ای با تمرکز بر ویژگی پویایی این رویکرد به‌انجام رسیده و مفاهیمی مانند حجم بحرانی^۳، تکانه^۴ و حلقه‌های علی تجمعی^۵ مطرح گردید. به‌منظور شناخت کافی از این مفاهیم، در ادامه لازم است تا دو حوزه اساسی نظام‌های نوآوری فناورانه، شناخت کارکردی و حلقه‌های علی تجمعی تبیین گردد [۱].

۲-۴-۱-۱- شناخت کارکردی نظام نوآوری

نظام‌های نوآوری فناورانه را می‌توان به‌عنوان رویکردی برای تحلیل تغییرات فناورانه به‌کار برد. از آن جایی که تنها با تحلیل ساختاری نظام‌های فنی-اجتماعی نمی‌توان تمام جوانب تغییرات فناورانه را در نظر گرفت، این رویکرد می‌بایست فراهم‌آورنده چارچوبی برای تحلیل کارکردی^۶ نظام‌های فنی-اجتماعی باشد. دنبال کردن فرایندهای نوآوری و یا به تعبیری دیگر، توسعه،

1- Bounded rationality
2- Competence block
3- Critical mass
4- Momentum
5- Cumulative causation

۶- کارکردها عوامل فرایندی مؤثر بر توسعه فناوری محسوب می‌شوند.

انتشار و به‌کارگیری نوآوری‌ها در عمل را به‌عنوان کارکرد اصلی نظام‌های نوآوری قلمداد می‌کند. برای مطالعه میزان تحقق فرایندهای اصلی سیستم، محققان کارکردهای مختلفی را در سطح اول سیستم (زیرکارکرد) شناسایی کرده‌اند.^۱ اخیراً جاکوبسون و برگک نیز دسته‌بندی پالایش شده‌ای از کارکردهای نظام نوآوری فناورانه ارائه داده‌اند. با مرور بخش عمده‌ای از مقالاتی که به دسته‌بندی کارکردها پرداخته‌اند، هفت کارکرد اصلی مورد شناسایی قرار می‌گیرند. مجموعه کارکردهای ذکر شده به‌همراه شاخص‌هایی برای سنجش سطح برآورده‌شدن این کارکردها در جدول (۸-۱) ارائه شده است [۱].

جدول (۸-۱): کارکردهای پیشنهادی و شاخص‌های آن‌ها

شاخص	توصیف	کارکرد
فعالیت‌های کارآفرینی	شامل ترجمه دانش فنی موجود در زمینه یک فناوری خاص به زبان موقعیت‌های کاری جدید و انجام پروژه‌های عملیاتی و یا انجام فعالیت‌هایی با هدف اثبات مفیدبودن فناوری نوظهور در محیط تجاری است.	تعداد و کیفیت پروژه‌های انجام‌شده با هدف تجاری‌سازی، حجم سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر انجام شده، تعداد نمایشگاه‌های فناوری برگزارشده، تعداد پروژه‌های نمایشی انجام‌شده
خلق دانش	درب‌گیرنده فعالیت‌های یادگیری است که به‌طور عمده بر دانش فنی فناوری و به‌میزان کمتر، بر بازار، شبکه‌ها و مصرف‌کننده‌های آن تمرکز دارد. این فرایند یادگیری، به اقسام گوناگونی می‌تواند واقع شود. یادگیری کتابخانه‌ای و یادگیری در حین انجام کار از انواع مهم این دسته از فعالیت‌ها هستند.	تعداد مقالات ISI منتشر شده، تعداد حق اختراعات ثبت شده به‌صورت بین‌المللی در زمینه فناوری، تعداد مطالعات علمی و فنی صورت گرفته از فناوری، تعداد گزارش‌های تولیدشده در رابطه با مطالعه بازار، تعداد مطالعات امکان‌سنجی انجام شده
انتشار دانش	درب‌گیرنده فعالیت‌هایی است با هدف پراکنده‌سازی ^۲ و به‌اشتراک‌گذاری ^۳ دانش و اطلاعات انجام می‌شوند. بنابراین، مهمترین نقش کارکرد انتشار دانش، ایجاد یادگیری تعاملی است. وجود روابط و در حالت پیچیده‌تر، شبکه‌هایی از بازیگران از پیش‌نیازهای این کارکرد به‌شمار می‌رود.	تعداد کنفرانس‌ها و کارگاه‌های برگزارشده در رابطه با فناوری، تعداد و اندازه شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام فناورانه، میزان جابه‌جایی نیروهای تحصیل‌کرده دانشگاهی با محوریت فناوری
جهت‌دهی به سیستم	اشاره به فعالیت‌هایی دارد که منجر به مشخص شدن نیازها و جهت‌دهی به فعالیت‌های بازیگران موجود در نظام فناوری می‌گردد. همچنین، رفع مشکلات موجود در کارکردهای دیگر نظام نیز می‌تواند در قالب این کارکرد انجام شود.	تعداد و اثربخشی قوانین مربوط به فناوری، استانداردهای تدوین شده، میزان شکل‌گیری انتظاراتی درباره آینده فناوری
شکل‌گیری بازار	شامل فعالیت‌هایی (مانند حمایت‌های مالی از کاربرد فناوری نوظهور) است که با ارائه امتیازاتی منجر به ایجاد تقاضا برای فناوری می‌گردد.	تعداد و حجم niche markes، تعداد و تنوع کاربران موجود برای فناوری، تعداد و تنوع نهادهای تنظیم‌شده برای شکل‌دهی به بازار،

۱- هنگامی که گفته می‌شود کارکردها در سطح اول سیستم تعریف شده‌اند، کارکرد کلی سیستم به‌صورت پیش‌فرض در سطح صفر سیستم تعریف شده است.

2. Dissemination

3. Sharing

شاخص	توصیف	کارکرد
تامین منابع	شامل تخصیص سرمایه‌های مالی، انسانی، مکمل و مواد موردنیاز برای توسعه فناوری است. همچنین، گسترش زیرساخت‌های عمومی موردنیاز پیشرفت فناوری، مانند سیستم‌های آموزشی و تسهیلات تحقیق و توسعه نیز در زمره این کارکرد قرار می‌گیرد.	میزان عدم قطعیت موجود در برابر تولیدکنندگان و یا سرمایه‌گذاران، مرحله بلوغ (دوره عمر) بازار حجم کمک‌های بلاعوض دولتی (یارانه) و سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی، میزان دسترسی به نیروی انسانی فنی، میزان دسترسی به مواد اولیه، میزان توسعه زیرساخت‌های موردنیاز فناوری و محصولات و خدمات مکمل
مشروعیت‌بخشی	دربگیرنده‌ی تمامی فعالیت‌ها با هدف غلبه بر مخالفت بازیگران ذی‌نفع در فناوری‌های کنونی از طریق تشویق صاحبان قدرت به ایجاد آرایش جدیدی از قواعد و مقررات مربوط به نظام نوآوری فناورانه است.	میزان هم‌گرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری فناورانه در حال توسعه، میزان مشروعیت سرمایه‌گذاری در توسعه فناوری و محصولات مربوط به آن، میزان رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از فناوری، میزان حمایت از فناوری در رسانه‌ها

همان‌طور که اشاره شد، نظام‌های نوآوری تکنولوژیک را می‌توان به‌عنوان رویکردی برای تحلیل تغییرات تکنولوژیک به‌کار برد. دنبال کردن فرایندهای نوآوری و یا به‌تعبیری دیگر، توسعه، انتشار و به‌کارگیری نوآوری‌ها در عمل را به‌عنوان کارکرد اصلی نظام‌های نوآوری قلمداد می‌کند. برای مطالعه میزان تحقق کارکرد اصلی سیستم، محققان کارکردهای مختلفی را در سطح اول سیستم شناسایی کرده‌اند.^۱ بنابراین می‌توان به کارکردهای سیستم به‌عنوان زیرکارکردهای کارکرد اصلی آن نگریست. این کارکردها عوامل فرایندی مؤثر بر توسعه تکنولوژی محسوب می‌شوند. همچنین، کارکردهای سیستم برای پایداری فعالیت‌های رخ داده در آن می‌باشند. یعنی با دسته‌بندی فعالیت‌های متجانس می‌توان کارکردهای نظام را شناسایی کرد. ارائه دسته‌بندی‌های مختلف از کارکردها نیز به‌علت وجود دسته‌بندی‌های مختلف از فعالیت‌های سیستم است.

هفت کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی، خلق دانش، انتشار دانش، جهت‌دهی به سیستم، تامین منابع موردنیاز، شکل‌دهی به بازار و مشروعیت‌بخشی کارکردهای اصلی یک نظام نوآوری است. برای اینکه بتوان به شناسایی موانع و محرک‌های موجود در انجام فعالیت در هر کارکرد پرداخت، لازم است تا در ابتدا شاخص‌هایی برای هر کارکرد استخراج نمود. بر اساس این شاخص‌ها، در فاز بعدی پرسش‌هایی (با محوریت قراردادان هر شاخص و زیرکارکرد) طراحی می‌گردد و انجام مصاحبه پیرامون

۱- هنگامی که گفته می‌شود کارکردها در سطح اول سیستم تعریف شده‌اند، کارکرد کلی سیستم به‌صورت پیش‌فرض در سطح صفر سیستم تعریف شده است.

مجموعه پرسش‌های هر کارکرد، استخراج کلیه موانع و محرک‌ها در تمام ابعاد آن کارکرد را نتیجه می‌دهد. برای این منظور، در زیر کارکردهای نظام نوآوری به‌همراه شاخص‌های مشخص‌کننده آن‌ها ارائه شده است.

الف) فعالیت‌های کارآفرینی

کارآفرینان، در کانون توسعه هر فناوری قرار می‌گیرند. نقش کارآفرینان، ترجمه دانش فنی موجود در زمینه یک فناوری خاص به زبان موقعیت‌های کاری جدید و انجام پروژه‌های عملیاتی است. همچنین، فعالیت‌های کارآفرینی شامل پروژه‌هایی با هدف اثبات مفیدبودن فناوری نوظهور در محیط تجاری است. بنابراین، هدف فعالیت‌های کارآفرینی، انتفاعی است. درحقیقت، کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی نقطه جدایش نظام تکنولوژیکی نوآوری از یک سیستم تحقیق و توسعه است. مثال‌هایی از فعالیت‌های مربوط به این کارکرد، ساخت نمونه‌های اولیه از فناوری با هدف فروش یا نمایش آن و برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی از آن است. کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی را می‌توان در بخش خصوصی و از طریق شرکت‌های انتفاعی و نیز از طریق بازیگران موجود در بخش دولتی تحقق بخشید. بنابراین، بسته به نیاز فناوری و توانایی بازیگران می‌توان از قابلیت‌های هر دو بخش بهره برد. شرکت‌های انتفاعی دخیل در تحقق این کارکرد را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد. گروه اول، شرکت‌کننده‌های جدیدی هستند که از فرصت ایجادشده، به‌عنوان چشم‌اندازی در تسخیر بازار جدید بهره می‌برند. دسته دوم، شرکت‌های موجودند که در استراتژی خود، استفاده از مزایای فناوری‌های جدید را هدف قرار داده‌اند.

بنابراین، این کارکرد دربرگیرنده ایجاد شرایط سرمایه‌گذاری مناسب در زمینه کارآفرینی و نیز میزان ظهور سازمان‌های

کارآفرین در محیطی رقابتی است. رخدادهای نشان‌گر تحقق این کارکرد در یک فناوری خاص عبارتند از:

- سرمایه‌گذاری خطرپذیر صورت‌پذیرفته در فناوری
- ورود شرکت‌های نوآور داخلی در این زمینه
- ارائه محصولات و خدمات جدید در زمینه فناوری
- ظهور شرکت‌های نوپا در زمینه فناوری
- انجام پروژه‌هایی با هدف تجاری‌سازی فناوری

ب) خلق دانش

کارکرد خلق دانش دربرگیرنده فعالیت‌های یادگیری است که به‌طور عمده بر دانش فنی فناوری و به‌میزان کمتر، بر بازار، شبکه‌ها و مصرف‌کننده‌های آن تمرکز دارد. این فرایند یادگیری، می‌تواند به اقسام گوناگونی باشد. یادگیری کتابخانه‌ای و یادگیری درحین انجام کار از انواع مهم این دسته از فعالیت‌ها هستند. کارکرد خلق دانش را باید به‌عنوان پیش‌نیازی ضروری برای توسعه فناوری در نظر گرفت. در بستر توسعه فناوری، افزایش نرخ خروجی در تولید دانش، می‌تواند منجر به پدیداری گزینه‌های فناوری و کاربردی بیشتری از فناوری در نظام نوآوری تکنولوژیک شود. فعالیت‌های توسعه دانش می‌توانند منبع داخلی یا خارجی داشته باشند. به بیان بهتر می‌توان گفت که توسعه دانش، می‌تواند توسط فعالیت‌هایی به‌صورت درون‌زا و یا انتقال فناوری انجام پذیرد. نمونه فعالیت‌هایی که در این کارکرد می‌توان نام برد، در زیر آورده شده‌اند:

پروژه‌های تحقیق و توسعه انجام‌شده با هدف توسعه دانش در زمینه‌های ساخت و طراحی توسط سازمان‌های مختلف (در بخش‌های صنعت، دانشگاه و دولت) شامل:

- مطالعات کتابخانه‌ای
- طرح‌های پایلوت
- توسعه نمونه‌های اولیه (Prototype)
- انتقال فناوری
- مهندسی معکوس
- سرمایه‌گذاری‌های مشترک با هدف توسعه دانش

این پروژه‌ها می‌توانند توسط پتنت‌های ثبت‌شده (حق اختراعات)، مقالات و کتاب‌های منتشرشده و گزارش‌های تدوین شده، بررسی عملکرد سازمان‌های تحقیقاتی فعال (خصوصی یا عمومی) در زمینه فناوری و نیز محصولات تولید شده شناسایی شوند.

ج) انتشار دانش

این کارکرد دربرگیرنده فعالیت‌هایی است که با هدف تسهیم (پراکنده‌سازی و به‌اشتراک‌گذاری) دانش و اطلاعات انجام می‌شوند. بنابراین، مهمترین نقش کارکرد انتشار دانش، ایجاد یادگیری تعاملی است. وجود روابط و در حالت پیچیده‌تر، شبکه‌هایی از بازیگران از پیش‌نیازهای این کارکرد به‌شمار می‌رود. مهمترین نقش یک شبکه، آسان‌سازی تبادل اطلاعات در

بین بازیگران است. کارکرد انتشار دانش، شامل این تعاملات موجود میان بازیگران است. فعالیت‌های مربوط به انتشار دانش، توسط دامنه گسترده‌ای از بازیگران انجام می‌شود. در وضعیت مطلوب، سیاست‌گذاران با توسعه‌دهندگان فناوری (صنعتگران) رابطه برقرار می‌کنند و توسعه‌دهندگان فناوری نیز با پژوهشگران حوزه فناوری، مرتبط می‌باشند. از طریق این تعاملات، فهم مشترکی از موضوع توسعه فناوری در بین بازیگران مختلف ایجاد می‌گردد. این فهم مشترک منجر به افزایش سازگاری ساختار موجود با فناوری نوظهور و بالعکس می‌شود. موارد زیر را می‌توان نمونه‌هایی از رخدادهای مربوط به این کارکرد دانست:

- استفاده از رسانه‌های جمعی برای انتشار مطالب پیرامون فناوری شامل اطلاعات فنی و غیرفنی (مانند بازار)
- فراهم‌آوری بسترهای لازم برای اطلاع‌رسانی در رابطه با دانسته‌های موجود (بدانیم که چه می‌دانیم) مانند فراهم‌آوری پایگاه‌های اطلاعاتی یکپارچه
- میزان فعالیت شبکه‌های دانشی موجود
- برگزاری کنفرانس‌ها، کارگاه‌های آموزشی
- پیمان‌ها و توافق‌نامه‌های بین بازیگران با هدف تبادل دانش

د) جهت‌دهی به سیستم

به‌علت محدود بودن منابع در دسترس، می‌بایست از میان گزینه‌های مختلف فناورانه موجود دست به انتخاب زد. بدون انجام این کار، نیاز و انتظارات بازیگران از روند توسعه ناشناخته باقی مانده و منابع در دامنه وسیعی از گزینه‌ها پراکنده شده و به هدر می‌رود. برای جلوگیری از هدررفتن منابع، کارکرد جهت‌دهی به جستجو در روند توسعه فناورانه تعریف می‌گردد.

کارکرد جهت‌دهی به جستجو، اشاره به فعالیت‌هایی دارد که منجر به مشخص شدن نیازها و جهت‌دهی به فعالیت‌های بازیگران موجود در نظام فناوری می‌گردد. بنابراین، بدون وجود این کارکرد، تمام منابع موجود به هدر رفته و تمام گزینه‌های توسعه، ناموفق باقی می‌ماند. همچنین، رفع مشکلات موجود در کارکردهای دیگر نظام نیز می‌تواند در قالب این کارکرد انجام شود. این کارکرد می‌تواند توسط بازیگران مختلفی از جمله صنعت، دولت و بازار تحقق پیدا کند.

نمونه‌هایی از رخدادهای موثر بر تحقق این کارکرد، به شرح زیر است:

- هدف‌گذاری‌های انجام‌شده در زمینه فناوری
- استانداردهای تدوین شده در زمینه مطالعات و جهت‌دهی‌های مناسب

- قوانین وضع شده در زمینه فناوری (تسهیل‌گر، تنظیم‌گر، سیاست‌ها)
- حرکت‌های جمعی از سوی تعدادی از بازیگران در نتیجه شکل‌گیری برخی انتظارات و یا هنجارها
- نگاه‌های مثبت و یا منفی ایجاد شده در رابطه با سیستم یا بخشی از آن

ه) شکل‌دهی به بازار

نیاید انتظار داشت که فناوری‌های نوظهور، توانایی رقابت با فناوری‌های موجود را داشته باشند. بنابراین، نیاز به ایجاد محیطی با هدف افزایش رقابت‌پذیری فناوری نوظهور احساس می‌شود. کارکرد شکل‌گیری بازار، شامل فعالیت‌هایی (مانند حمایت‌های مالی از کاربرد فناوری نوظهور) است که با ارائه امتیازاتی منجر به ایجاد تقاضا برای فناوری می‌گردد. با فعالیت‌های مختلفی می‌توان به تحقق این کارکرد کمک کرد:

- ایجاد مزیت رقابتی بوسیله سیاست‌های مالیاتی بر فناوری و صنایع رقیب
- کاهش هزینه‌های مصرف فناوری
- وضع آیین‌نامه‌ها و قواعد تنظیم‌کننده بازار در مورد فناوری
- معافیت‌های مالیاتی بر فناوری
- اعطای تسهیلات در صورت استفاده از فناوری
- تعیین حداقلی از سهم استفاده از فناوری
- اقدامات انجام شده برای بازاریابی محصولات تولید شده از فناوری

و) بسیج منابع

دسترسی به منابع موردنیاز، از ضرورت‌های توسعه نظام‌های نوآوری است. کارکرد تامین منابع، به تخصیص سرمایه‌های مالی، انسانی، مکمل و مواد موردنیاز برای توسعه فناوری می‌پردازد. فعالیت‌های مربوط به این کارکرد شامل انواع سرمایه‌گذاری‌ها و یارانه‌های تعلق گرفته به عوامل مختلف توسعه است. همچنین، گسترش زیرساخت‌های عمومی موردنیاز پیشرفت فناوری، مانند سیستم‌های آموزشی و تسهیلات تحقیق و توسعه نیز در زمره این کارکرد قرار می‌گیرد.

این کارکرد می‌تواند توسط دولت، صنعت و یا هر بازیگر موثر دیگری در توسعه فناوری، برآورده گردد. با افزایش سطح بلوغ فناوری نوظهور، انتظار می‌رود سهم بخش خصوصی در تامین منابع موردنیاز نیز بیشتر گردد. نمونه‌ای از فعالیت‌های مربوط به این کارکرد شود، در ادامه آورده شده است:

- کمک‌های بلاعوض دولتی (یارانه) برای گسترش و نشر فناوری یا انجام فعالیت کارآفرینی
- سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی در گسترش فناوری
- توسعه زیرساخت‌های موردنیاز فناوری
- تلاش‌های انجام‌گرفته برای تامین مواد و قطعات موردنیاز
- تلاش‌های انجام‌گرفته برای آموزش نیروهای انسانی (علمی و مهارتی)

ز) مشروعیت بخشی

ظهور یک فناوری جدید اغلب با مخالفت بازیگران ذینفع در فناوری‌های کنونی همراه می‌شود. بنابراین، می‌بایست بازیگران فناوری نوظهور، بر این لختی غلبه نمایند. این امر، از طریق تشویق صاحبان قدرت به ایجاد آرایش جدیدی از قواعد و مقررات مربوط به نظام نوآوری فناورانه صورت می‌پذیرد. کارکرد حمایت از سوی نهادهای پشتیبان، شامل لابی‌های سیاسی و رایزنی‌هایی است که بین گروه ذینفعان فناوری صورت می‌پذیرد. این کارکرد، به‌میزان زیادی با کارکرد جهت‌دهی فرایندهای تحقیقاتی شباهت دارد. بزرگترین تفاوت بین آن‌ها این است که در کارکرد حمایت از سوی نهادهای پشتیبان، قواعد موجود در نظام تکنولوژیکی نوآوری تغییر نمی‌کنند. این کارکرد تنها به متقاعدسازی نهادهای پشتیبان می‌پردازد. پس از این مرحله رسمیت‌بخشیدن به فناوری از طریق وضع قواعد جدید، توسط نهادهای پشتیبان صورت می‌پذیرد. فعالیت وضع قوانینی در حمایت از فناوری نیز مربوط به کارکردهای دیگر (مانند جهت‌دهی فرایندهای تحقیقاتی و تامین منابع) است.

با وجود برآورده‌شدن این کارکرد توسط بخش خصوصی و عمومی، بازیگران بخش خصوصی مانند سازمان‌های غیر دولتی (NGO) و یا صنایع حامی فناوری نقش پررنگ‌تری را ایفا می‌کنند. توجه شود که در تمام فعالیت‌های این کارکرد، گروهی از بازیگران، گروهی دیگر از بازیگران با قدرت اجرایی را به استفاده از فناوری نوظهور ترغیب می‌کنند. نمونه‌ای از رخدادهای موثر در تحقق این کارکرد، موارد زیر است:

- رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از فناوری

- اعمال نفوذ گروه‌های پشتیبان فناوری در بخش‌های مختلف دولت و صنعت (شامل NGOها)
- شکل‌گیری شبکه‌هایی با هدف افزایش قدرت سیاسی بازیگران
- حمایت‌های انجام‌شده از فناوری از سوی تصمیم‌گیران [۱].

بر اساس شاخص‌ها و تعاریف ارائه‌شده از هر یک از کارکردهای هفت‌گانه، می‌توان دید کاملی از تمام ابعاد یک کارکرد به‌دست آورد. بر اساس این دید کامل، سوالات مطرح‌شده در فاز دو از جامعیت برخوردار می‌گردند. کلیه زیرکارکردها را می‌توان در قالب زیر به‌نمایش گذاشت:

جدول (۹-۱): خلاصه کلیه زیرکارکردها

شاخص‌های کمی	شاخص‌های کیفی	زیرعامل	عامل
تعداد پروژه‌های انجام‌شده با هدف تجاری‌سازی		ایجاد فرصت‌های جدید	فعالیت‌های کارآفرینانه
تعداد شرکت‌های ثبت‌شده در زمینه فناوری			
ورود شرکت‌های موجود به عرصه فناوری			
حجم سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر انجام‌شده			
برگزاری نمایشگاه تکنولوژی		نمایش فرصت‌های جدید	
انجام پروژه‌های نمایشی			
تعداد مقالات ISI منتشرشده در زمینه تکنولوژی		فنی	توسعه دانش
تعداد حق اختراعات ثبت‌شده به‌صورت بین‌المللی در زمینه تکنولوژی			
تعداد سازمان‌های تحقیقاتی (R&D) فعال در زمینه تکنولوژی			
اندازه سازمان‌های تحقیقاتی (R&D) فعال در زمینه تکنولوژی			
تعداد مطالعات علمی و فنی صورت‌گرفته از تکنولوژی			
تعداد توسعه و ایجاد نمونه‌های آزمایشی و اولیه از تکنولوژی (Prototype)			
تعداد گزارش‌های تولیدشده در رابطه با مطالعه بازار		غیرفنی	
تعداد مطالعات امکان‌سنجی انجام شده			
تعداد فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نوآرانه مشترک صورت‌پذیرفته میان واحدهای مختلف (با هدف تسهیم دانش)		فنی	انتشار دانش
تعداد کنفرانس‌ها و کارگاه‌های برگزارشده در رابطه با فناوری			
تعداد شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام تکنولوژیک			
اندازه شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام تکنولوژیک			

شاخص‌های کمی	شاخص‌های کیفی	زیرعامل	عامل
	میزان جابه‌جایی نیروهای تحصیل کرده دانشگاهی با محوریت تکنولوژی		
تعداد گزارش‌های منتشرشده در رابطه با مطالعه بازار		غیرفنی	
تعداد مطالعات امکان‌سنجی منتشر شده			
قانون‌گذاری در رابطه با تکنولوژی		رسمی (وضع نهادها)	جهت‌دهی به سیستم
استانداردهای تدوین شده			
	وضع چشم‌اندازهای جدید برای توسعه تکنولوژی و یا موارد دیگر که بر تکنولوژی اثرگذارند	غیررسمی (شکل‌گیری انتظارات)	
	شکل‌گیری محرک‌هایی برای توسعه تکنولوژی یا نوع خاصی از آن (مانند ارزان شدن قیمت منابع مصرفی تکنولوژی)		
	شفاف‌سازی تقاضای کاربران اصلی		
	رشد تکنولوژی در کشورهای دیگر		
	ایجاد تغییر در عوامل کلان اثرگذار بر سیستم (مانند تغییرات آب و هوایی)		
	شکل‌گیری انتظاراتی درباره آینده تکنولوژی		
	شفاف‌سازی پتانسیل بازار		شکل‌گیری بازار
	میزان عدم قطعیت موجود در برابر تولیدکنندگان و یا سرمایه‌گذاران		
	شناسایی مرحله بلوغ (دوره عمر) بازار		
تعداد و تنوع کاربران موجود برای تکنولوژی			
تعداد و تنوع نهادهای تنظیم‌شده برای شکل‌دهی به بازار			
کمک‌های بلاعوض دولتی (یارانه)		مالی	بسیج منابع
سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی در گسترش فناوری			
	دردسترس بودن نیروی انسانی فنی در رابطه با تکنولوژی موردنظر	انسانی	
	تأمین مواد اولیه مورد نیاز برای توسعه تکنولوژی از خارج از کشور	مواد	
	توسعه زیرساخت‌های موردنیاز تکنولوژی	دارایی‌های	

عامل	زیرعامل	شاخص‌های کیفی	شاخص‌های کمی
	مکمل	و محصولات و خدمات مکمل	
مشروعیت بخشی		میزان هم‌گرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری تکنولوژیک در حال توسعه	
		میزان مشروعیت سرمایه‌گذاری در توسعه تکنولوژی و محصولات مربوط به آن	
		رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از تکنولوژی	
		اعمال نفوذ گروه‌های پشتیبان تکنولوژی در بخش‌های مختلف دولت و صنعت	

۲-۱- ارائه سیاست‌هایی سیستمی برای مشکلات شناسایی شده

مشکلات سیستمی که به‌طور دقیق شناسایی شده‌اند، به‌راحتی می‌توانند با اهداف ابزارهای سیستمی هم‌راستا شوند و به‌وسیله یک توصیه سیاسی با هدف پشتیبانی توسعه کل نظام، دنبال شوند. در ادامه ابتدا ابزار سیستمی مشکلات ساختاری و سپس ابزار سیستمی متناسب با مشکلات محیطی تبیین می‌شوند.

۱-۲-۱- ارائه اهداف ابزارهای سیستمی و ابزارهای سیستمی متناسب با مشکلات سیستمی

مشکلات سیستمی شناسایی شده و اهداف مرتبط ابزارهای سیستمی در جدول (۱۰-۱) به‌طور خلاصه آمده است. به‌منظور برآورده‌نمودن اهداف ابزارهای سیستمی، یک مجموعه از ابزارهای سیاستی قبلا در ادبیات معرفی شده‌اند که یک مرور کلی بر آنها در جدول (۱۱-۱) آمده است. این ابزارها در ایجاد یک ابزار سیستمی برای نظام نوآوری تحت بررسی نقش حمایتی ایفا می‌کنند. انتخاب آنها نه تنها به مشکلات شناسایی شده، وابسته است بلکه به تعاملات متقابل ابزارها، شرایط اقتصادی و سیاسی- اجتماعی محیط اطراف فناوری، اثرات دیگر نظام‌های رقیب نیز وابسته است. آنها می‌بایست به طریقی انتخاب شوند که اثربخشی، تقویت متقابل و کنش منظم خود را حفظ نمایند. یک ابزار سیستمی یک مجموعه یکپارچه و منسجم از ابزارهایی است که برای یک نظام نوآوری خاص طراحی شده است و هدف آن ایجاد فرصت‌ها و شرایطی برای

شکل‌گیری نظام است. (البته از طریق تحت تاثیر قراردادن عناصر و ارتباطات داخلی نظام که در غیر این صورت به‌طور خودبه‌خودی ظهور نخواهد کرد.)

جدول (۱-۱): اهداف ابزارهای سیستمی متناسب با مشکلات سیستمی ارائه شده

مشکل سیستمی	نوع مشکل سیستمی	هدف ابزار سیستمی
مشکلات	وجود؟	تحریک و سازمان‌دهی مشارکت بازیگران متنوع (NGOها، شرکت‌ها، دولت و ...)
بازیگران	توانایی؟	ایجاد فضا برای توسعه توانایی‌های بازیگران (به‌عنوان مثال از طریق یادگیری و آزمایش)
مشکلات تعاملات	وجود؟	تحریک به وقوع انجامیدن تعاملات فی مابین بازیگران (به‌عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع)
مشکلات	شدت؟	ممانعت کردن از گره‌هایی که یا بیشتر از حد قوی هستند و تقویت گره‌های ضعیف
مشکلات نهادی	وجود؟	تضمین وجود نهادها (سخت و نرم)
مشکلات	توانایی؟	جلوگیری کردن از اینکه نهادها خیلی ضعیف یا خیلی قوی باشند
مشکلات	وجود؟	تحریک ایجاد زیرساخت‌های فیزیکی، مالی و دانشی.
زیرساختی	کیفیت؟	تضمین اینکه کیفیت زیر ساخت‌ها مناسب است.

انتظار می‌رود که کاربرد یک ابزار سیستمی خوب طراحی‌شده در توسعه نظام و دستیابی به نرخ‌های بالاتر نوآوری آشکار شود. به شکل تحلیلی، این حقیقت می‌بایست در تقویت کارکردهایی که قبلاً ضعیف بوده یا اصلاً وجود نداشته‌اند، مشاهده گردد [۱].

جدول (۱-۱): ابزارهای سیاستی انفرادی بالقوه برای رسیدن به اهداف ابزارهای سیستمی

هدف ابزارهای سیستمی	مثال‌هایی از ابزارهای سیستمی برای رسیدن به اهداف تبیین شده
تحریک و سازمان‌دهی مشارکت بازیگران متنوع (NGOها، شرکت‌ها، دولت و ...)	خوشه‌ها؛ شکل‌های جدیدی از مشارکت بین شرکت‌های عمومی و خصوصی؛ تکنیک‌های تعاملی مشارکت ذینفعان؛ بحث‌های عمومی؛ کارگاه‌های علمی؛ نشست‌های موضوعی؛ کارزارهای گذار؛ سرمایه‌گذاری خطرپذیر؛ سرمایه‌های ریسکی
ایجاد فضا برای توسعه توانایی‌های بازیگران (به‌عنوان مثال از طریق یادگیری و آزمایش)	گفتمان بیان؛ پس‌بینی؛ آینده‌نگاری؛ ره‌نگاشت؛ طوفان مغزی؛ برنامه‌های آموزشی؛ بسترهای دانشی فناوری؛ توسعه سناریو؛ کارگاه‌های آموزشی؛ آزمایشگاه‌های سیاست‌گذاری؛ پروژه‌های پایلوت.

هدف ابزارهای سیستمی	مثال‌هایی از ابزارهای سیستمی برای رسیدن به اهداف تبیین شده
تحریک به وقوع انجامیدن تعاملات فی مابین بازیگران (به‌عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع)	برنامه‌های تحقیقاتی تعاونی، کنفرانس توسعه اجماع؛ کمک‌های مالی و برنامه‌های تعاونی، ابزار واسطه‌ای (پل‌زدن) (مراکز برتری‌ها، مراکز شایستگی)؛ همکاری و طرح‌های تحرک؛ روش‌های ارزش‌گذاری سیاست، بحث تسهیل در تصمیم‌گیری، مراکز ترویج علمی؛ انتقال فناوری.
ممانعت از گره‌هایی که بیش از حد قوی هستند و تقویت گره‌های ضعیف	تهیه به موقع (راهبردی، عمومی، R&D دوستانه)؛ مراکز نمایشی برای فناوری؛ مدیریت استراتژیک آشیانه‌ها؛ ابزارهای سیاسی (جوایز و افتخارات برای نوآوری و شکوفایی نوآوری)؛ وام / تضمین / مشوق‌های مالیاتی برای پروژه‌های نوآورانه و یا برای کاربرد جدید تکنولوژی؛ جوایز؛ ارزیابی سازنده فناوری؛ ارتقاء برنامه‌های فناوری، بحث، گفتمان، سرمایه‌گذاری خطرپذیر، سرمایه‌ریسکی.
تضمین وجود نهادها (سخت و نرم)	اقدامات ایجاد آگاهی، کمپین‌های آموزش و اطلاعات، بحث‌های عمومی، لابی، برچسب‌های داوطلبانه، موافقت‌نامه‌های داوطلبانه
جلوگیری از اینکه نهادها خیلی ضعیف یا خیلی قوی باشند	آیین‌نامه‌ها (عمومی، خصوصی)، محدودیت تعهدات، هنجارهای (محصول، کاربر)، موافقت‌نامه‌ها، قوانین حق ثبت اختراع، استاندارد، مالیات، حقوق، اصول، مکانیزم عدم رعایت دستورالعمل‌ها
تحریک ایجاد زیرساخت‌های فیزیکی، مالی و دانشی	کمک‌های مالی کلاسیک R&D، مالیات، وام، طرح، بودجه (نهادی، سرمایه‌گذاری، ضمانت، R&D)، یارانه، آزمایشگاه‌های تحقیقاتی عمومی
تضمین اینکه کیفیت زیر ساخت‌ها مناسب است	آینده‌نگاری؛ روند مطالعات؛ نقشه‌راه؛ تعیین معیار هوشمند؛ تجزیه و تحلیل SWOT (نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدات)؛ بخش و مطالعات بخشی و خوشه‌ای؛ تجزیه و تحلیل مشکل / نیازها / سهام‌داران / راه حل؛ سیستم‌های اطلاعاتی (مدیریت برنامه یا نظارت پروژه)؛ شیوه‌های ارزش‌گذاری و ابزار نظرسنجی کاربر؛ پایگاه داده‌ها؛ خدمات مشاوره‌ای؛ برنامه‌های کاربردی سفارشی ساخته شده از گروه سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری؛ تکنیک‌های مدیریت دانش؛ ارزیابی فناوری؛ مکانیسم‌های انتقال دانش؛ ابزارهای اطلاعاتی سیاست (نظارت بر سیاست‌ها و ابزار ارزیابی، تجزیه و تحلیل سیستم)؛ رده؛ نمودار روند

باید توجه داشت در این متدولوژی تا کنون مشکلات سیستمی شناسایی شده است. جداول بالا مشکلات سیستمی را به تفکیک و ابزارهای سیاستی را به‌طور کلی و بدون تفکیک کارکردها نشان می‌دهد. به دلیل اینکه مشکلات سیستمی به تفکیک کارکردها شناسایی شده است، ابزارهای سیستمی و پیشنهادها سیاستی‌ای که مرتبط با مشکلات سیستمی هر کارکرد است نیز در جدول (۱۲-۱) تبیین می‌شود. با این وجود باید توجه داشت بسته به حوزه فناوری مورد مطالعه ممکن است پیشنهادها سیاستی جزئی‌تر و یا ترکیبی از ابزارهای سیاستی نیز استفاده شود. در پایان وقتی در مورد یک فناوری خاص ابزارهای سیاستی به‌طور مشخص بیان شد، می‌توان آنرا در جدول جمع‌بندی مرحله قبل اضافه کرد [۱].

جدول (۱-۱۲): ارائه پیشنهاد‌های سیاستی و ابزار‌های سیستمی برای مشکلات سیستمی شناسایی شده به تفکیک هر کارکرد

کارکرد	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	هدف ابزار‌های سیستمی	پیشنهاد‌های سیاستی و ابزار‌های سیستمی
	مشکلات بازیگران	وجود	شکل‌های جدیدی از مشارکت بین شرکت‌های عمومی و خصوصی ایجاد شود؛ تکنیک‌های تعاملی مشارکت ذینفعان به وجود آید؛ به سرمایه‌گذاری خطرپذیر بها داده شود؛ استفاده از خوشه‌بندی فناوری برای تحریک ورود کارآفرینان؛ برگزاری بحث‌های عمومی و کارگاه‌های علمی و نشست‌های موضوعی به منظور تحریک کارآفرینان؛ ایجاد کارزارهای گذار به وسیله ایجاد یک شبکه از بازیگران قوی داخلی و خارجی برای مشخص کردن مشکلات، توسعه چشم‌اندازها، راه‌های رسیدن به آنها، تنظیم اهداف و سیر زمانی برای اتفاق افتادن گذار که منجر به ورود کارآفرینان می‌شود
		توانایی	با استفاده از ابزار‌های زیر می‌توان فضا را برای توسعه‌ی بازیگران کارآفرینی فراهم کرد: طوفان مغزی، برنامه‌های آموزشی، بسترهای دانشی فناوری، کارگاه‌های آموزشی، پروژه‌های پایلوت
کارآفرینی	مشکلات تعاملات	وجود	ایجاد برنامه‌های تحقیقاتی تعاونی؛ برگزاری کنفرانس توسعه اجماع؛ استفاده از ابزار واسطه‌ای (پل زدن) (مراکز برتری‌ها، مراکز شایستگی)؛ به وجود آوردن همکاری و طرح‌های تحرک؛ بررسی بهترین روش انتقال فناوری برای ایجاد تعامل بین کارآفرینان
		شدت	تهیه به موقع احتیاجات (راهبردی، عمومی، R&D دوستانه) تعاملات بین کارآفرینان را افزایش می‌دهد؛ ایجاد مراکز نمایشی که باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ با استفاده از مدیریت استراتژیک آشیانه‌ها می‌توان با گره‌های قوی رژیم مقابله کرد و گره‌های ضعیف موجود در آشیانه را تقویت کرد؛ استفاده از ابزار‌های سیاستی (جوایز و افتخارات برای نوآوری و شکوفایی نوآوری) می‌تواند باعث تقویت گره‌های ضعیف شود؛ وام/ تضمین/ مشوق‌های مالیاتی برای پروژه‌های نوآورانه و یا برای کاربرد جدید تکنولوژی باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ ارزیابی سازنده فناوری باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ با ارتقاء برنامه‌های فناوری تعاملات بین بازیگران این حوزه افزایش می‌یابد؛ بحث و گفتمان نیز باعث تقویت گره‌های بین کارآفرینان می‌شود؛ ایجاد سرمایه‌گذاری خطرپذیر باعث تقویت تعاملات بین کارآفرینان می‌شود.
	مشکلات قوانین	وجود	با استفاده از ابزار زیر می‌توان وجود قوانین نرم و سخت را تضمین کرد: اقدامات ایجاد آگاهی، کمپین‌های آموزش و اطلاعات، بحث‌های عمومی، لابی، موافقت‌نامه‌های داوطلبانه
کیفیت		با استفاده از ابزار زیر می‌توان نهاد‌های ضعیف را تقویت کرد و از قدرت نهاد‌های مخالفت‌کننده با توسعه فناوری مورد نظر کاست: آیین‌نامه‌ها (عمومی، خصوصی)، محدودیت تعهدات، هنجارها (محصول، کاربر)،	

کارکرد	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	هدف ابزارهای سیستمی	پیشنهاد‌های سیاستی و ابزارهای سیستمی
مشکلات زیرساخت‌ها	وجود	تحریک ایجاد زیرساخت‌های فیزیکی، مالی و دانشی.	موافقت‌نامه‌ها، قوانین حق ثبت اختراع، استاندارد، مالیات، حقوق، اصول، مکانیزم عدم رعایت دستورالعمل‌ها
	کیفیت	تضمین اینکه کیفیت زیر ساخت‌ها مناسب است.	برای تضمین کیفیت زیر ساخت‌های مربوط به کارآفرینی می‌توان از همه ابزارهای جدول (۱۱-۱) به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.
مشکلات بازیگران	وجود	تحریک و سازمان‌دهی مشارکت بازیگران متنوع	به‌وجودآوردن شکل‌های جدیدی از مشارکت بین شرکت‌های عمومی و خصوصی و پروژه‌های دانشگاهی؛ فراهم‌آوردن بستری برای گرویدن دانشجویان و اساتید به گروه ذینفعان در حوزه مربوطه؛ تشویق دانشگاه‌ها برای برگزاری کارگاه‌های علمی و نشست‌های موضوعی؛ تشویق دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها برای تبیین کارزارهای گذار
	توانایی	ایجاد فضا برای توسعه توانایی‌های بازیگران (به‌عنوان مثال از طریق یادگیری و آزمایش)	با استفاده از ابزارهای زیر می‌توان فضا را برای توسعه بازیگران توسعه دانش فراهم کرد: گفت‌وگو، طوفان مغزی، برنامه‌های آموزشی، بسترهای دانشی فناوری، کارگاه‌های آموزشی
توسعه دانش	وجود	تحریک به وقوع انجامیدن تعاملات فی مابین بازیگران (به‌عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع)	ایجاد برنامه‌های تحقیقاتی تعاونی؛ برگزاری کنفرانس توسعه اجماع؛ به‌وجودآوردن برنامه‌های تعاونی؛ استفاده از ابزار واسطه‌ای (پل‌زدن) (مراکز برتری‌ها، مراکز شایستگی) برای ایجاد تعامل بین دانشگاه‌ها و تعامل بین صنعت و دانشگاه؛ بررسی بهترین روش انتقال فناوری و اجرای آن در حوزه فناوری مورد مطالعه برای ایجاد تعامل بین بازیگران توسعه دانش
	شدت	ممانعت کردن از گره‌هایی که بیش از حد قوی هستند و تقویت گره‌های ضعیف	تهیه به‌موقع احتیاجات (راهبردی، عمومی، R&D دوستانه) تعاملات بین بازیگران توسعه دانش را افزایش می‌دهد؛ ایجاد مراکز نمایشی که باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ با استفاده از مدیریت استراتژیک آشیانه‌ها می‌توان با گره‌های قوی رژیم مقابله کرد و گره‌های ضعیف موجود در آشیانه را تقویت کرد؛ استفاده از ابزارهای سیاستی (جوایز و افتخارات برای نوآوری و شکوفایی نوآوری) می‌تواند باعث تقویت گره‌های ضعیف برای توسعه دانش شود؛ ارزیابی سازنده فناوری باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ با ارتقاء برنامه‌های فناوری تعاملات بین بازیگران این حوزه افزایش می‌یابد؛ بحث و گفت‌وگو نیز باعث تقویت گره‌های بین بازیگران توسعه دانش می‌شود.
مشکلات قوانین	وجود	تضمین وجود نهادها (سخت و نرم)	با استفاده از ابزار زیر می‌توان وجود قوانین نرم و سخت را تضمین کرد؛ اقدامات ایجاد آگاهی، کمپین‌های آموزش و اطلاعات، بحث‌های عمومی، لابی، موافقت‌نامه‌های داوطلبانه
	کیفیت	جلوگیری کردن از اینکه نهادها خیلی ضعیف یا خیلی قوی باشند	با استفاده از ابزار زیر می‌توان نهادهای ضعیف را تقویت کرد و از قدرت نهادهای مخالفت‌کننده با توسعه فناوری مورد نظر کاست؛ آیین‌نامه‌ها (عمومی، خصوصی)، محدودیت تعهدات، هنجارها (محصول، کاربر)، موافقت‌نامه‌ها، قوانین حق ثبت اختراع، استاندارد، مالیات، حقوق، اصول،

کارکرد	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	هدف ابزارهای سیستمی	پیشنهاد‌های سیاستی و ابزارهای سیستمی
مشکلات زیرساخت‌ها	وجود	تحریک ایجاد زیرساخت‌های فیزیکی، مالی و دانشی.	مکانیزم عدم رعایت دستورالعمل‌ها
	کیفیت	تضمین اینکه کیفیت زیر ساخت‌ها مناسب است.	برای تحریک ایجاد زیر ساخت‌های مربوط به توسعه دانش می‌توان از همه ابزارهای جدول (۱۱-۱) به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.
مشکلات بازیگران	وجود	تحریک و سازمان‌دهی مشارکت بازیگران متنوع	به‌وجود آوردن شکل‌های جدیدی از مشارکت بین شرکت‌های عمومی و خصوصی با بانک‌ها و سازمان‌های تامین منابع مالی؛ ایجاد تکنیک‌های تعاملی مشارکت ذینفعان و سازمان‌های تامین منابع مالی؛ برگزاری بحث‌های عمومی و کارگاه‌های علمی برای تربیت نیروی انسانی، برپایی نشست‌های موضوعی برای نحوه تامین منابع مالی و انسانی
	توانایی	ایجاد فضا برای توسعه توانایی‌های بازیگران (به‌عنوان مثال از طریق یادگیری و آزمایش)	با استفاده از ابزارهای زیر می‌توان فضا را برای توسعه بازیگران تامین و تسهیل منابع فراهم کرد: گفت‌وگو، بیان، پس‌بینی، آینده‌نگاری، ره‌نگاشت، طوفان مغزی، آزمایشگاه‌های سیاست‌گذاری
تأمین و تسهیل منابع	وجود	تحریک به وقوع انجامیدن تعاملات فی مابین بازیگران (به‌عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع)	کنفرانس توسعه اجماع کمک‌های مالی و برنامه‌های تعاونی به منظور تحریک متولیان تامین و تسهیل منابع استفاده از ابزار واسطه‌ای (پل زدن) (مراکز برتری‌ها، مراکز شایستگی) همکاری و طرح‌های تحرک
	شدت	ممانعت کردن از گره‌هایی که بیشتر از حد قوی هستند و تقویت گره‌های ضعیف	تهیه به موقع احتیاجات (راهبردی، عمومی، R&D دوستانه) تعاملات بین بازیگران تامین و تسهیل منابع را افزایش می‌دهد؛ ایجاد مراکز نمایشی که باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ با استفاده از مدیریت استراتژیک آشیانه‌ها می‌توان با گره‌های قوی رژیم مقابله کرد و گره‌های ضعیف موجود در آشیانه را تقویت کرد؛ استفاده از ابزارهای سیاستی (جوایز و افتخارات برای نوآوری و شکوفایی نوآوری) می‌تواند باعث تقویت گره‌های ضعیف شود؛ وام/تضمین/ مشوق‌های مالیاتی برای پروژه‌های نوآورانه و یا برای کاربرد جدید تکنولوژی باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ ارزیابی سازنده فناوری باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ با ارتقاء برنامه‌های فناوری تعاملات بین بازیگران این حوزه افزایش می‌یابد؛ بحث و گفت‌وگو نیز باعث تقویت گره‌های بین تامین‌کنندگان منابع می‌شود.
مشکلات قوانین	وجود	تضمین وجود نهادها (سخت و نرم)	با استفاده از ابزار زیر می‌توان وجود قوانین نرم و سخت را تضمین کرد؛ اقدامات ایجاد آگاهی، کمپین‌های آموزش و اطلاعات، بحث‌های عمومی، لابی، موافقت‌نامه‌های داوطلبانه
	کیفیت	جلوگیری کردن از اینکه نهادها خیلی ضعیف یا خیلی قوی باشند	با استفاده از ابزار زیر می‌توان نهادهای ضعیف را تقویت کرد و از قدرت نهادهای مخالفت‌کننده با توسعه فناوری موردنظر کاست؛ آیین‌نامه‌ها

کارکرد	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	هدف ابزارهای سیستمی	پیشنهاد‌های سیاستی و ابزارهای سیستمی
مشکلات زیرساخت‌ها	وجود	تحریک ایجاد زیرساخت‌های فیزیکی، مالی و دانشی.	(عمومی، خصوصی)، محدودیت تعهدات، هنجارها (محصول، کاربر)، موافقت‌نامه‌ها، قوانین حق ثبت اختراع، استاندارد، مالیات، حقوق، اصول، مکانیزم عدم رعایت دستورالعمل‌ها
	کیفیت	تضمین اینکه کیفیت زیر ساخت‌ها مناسب است.	برای تحریک ایجاد زیر ساخت‌های مربوط به تامین و تسهیل منابع می‌توان از همه‌ی ابزارهای جدول (۱۱-۱) به‌صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد. برای تضمین کیفیت زیر ساخت‌های مربوط به تامین و تسهیل منابع می‌توان از همه‌ی ابزارهای جدول (۱۱-۱) به‌صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.
مشکلات بازیگران	وجود	تحریک و سازمان‌دهی مشارکت بازیگران متنوع	ایجاد شکل‌های جدیدی از مشارکت بین شرکت‌های عمومی و خصوصی؛ تکنیک‌های تعاملی مشارکت ذینفعان برای انتشار دانش؛ برپایی بحث‌های عمومی و کارگاه‌های علمی و نشست‌های موضوعی؛ برای تشویق متولیان انتشار دانش
	توانایی	ایجاد فضا برای توسعه توانایی‌های بازیگران (به‌عنوان مثال از طریق یادگیری و آزمایش)	با استفاده از ابزارهای زیر می‌توان فضا را برای توسعه بازیگران انتشار دانش فراهم کرد: برنامه‌های آموزشی، بسترهای دانشی فناوری، کارگاه‌های آموزشی
انتشار دانش	وجود	تحریک به‌وقوع انجامیدن تعاملات فی مابین بازیگران (به‌عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع)	به‌وجودآوردن برنامه‌های تحقیقاتی تعاونی؛ برگزاری کنفرانس توسعه اجماع؛ استفاده از ابزار واسطه‌ای (پل‌زدن) (مراکز برتری‌ها، مراکز شایستگی)؛ ایجاد مراکز ترویج علمی؛ فراهم‌آوردن بستری مناسب برای ثبت اطلاعات مربوطه
	مشکلات تعاملات	ممانعت کردن از گره‌هایی که بیشتر از حد قوی هستند و تقویت گره‌های ضعیف	تهیه به موقع احتیاجات (راهبردی، عمومی، R&D دوستانه) تعاملات بین بازیگران انتشار دانش را افزایش می‌دهد؛ ایجاد مراکز نمایشی که باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ با استفاده از مدیریت استراتژیک آشیانه‌ها می‌توان با گره‌های قوی رژیم مقابله کرد و گره‌های ضعیف موجود در آشیانه را تقویت کرد؛ استفاده از ابزارهای سیاستی (جوایز و افتخارات برای نوآوری و شکوفایی نوآوری) می‌تواند باعث تقویت گره‌های ضعیف برای انتشار دانش شود؛ ارزیابی سازنده فناوری باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ با ارتقاء برنامه‌های فنآوری تعاملات بین بازیگران این حوزه افزایش می‌یابد؛ بحث و گفت‌وگو نیز باعث تقویت گره‌های بین بازیگران انتشار دانش می‌شود.
	وجود	تضمین وجود نهادها (سخت و نرم)	با استفاده از ابزار زیر می‌توان وجود قوانین نرم و سخت را تضمین کرد؛ اقدامات ایجاد آگاهی، کمپین‌های آموزش و اطلاعات، بحث‌های عمومی، لابی، موافقت‌نامه‌های داوطلبانه
مشکلات قوانین	کیفیت	جلوگیری کردن از اینکه نهادها خیلی ضعیف یا خیلی قوی باشند	با استفاده از ابزار زیر می‌توان نهادهای ضعیف را تقویت کرد و از قدرت نهادهای مخالفت‌کننده با توسعه فناوری موردنظر کاست: آیین‌نامه‌ها (عمومی، خصوصی)، محدودیت تعهدات، هنجارها (محصول، کاربر)، موافقت‌نامه‌ها، قوانین حق ثبت اختراع، استاندارد، مالیات، حقوق، اصول، مکانیزم عدم رعایت دستورالعمل‌ها

کارکرد	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری		هدف ابزارهای سیستمی	پیشنهاد‌های سیاستی و ابزارهای سیستمی
	مشکلات زیرساخت‌ها	وجود	تحریک ایجاد زیرساخت‌های فیزیکی، مالی و دانشی.	برای تحریک ایجاد زیر ساخت‌های مربوط به انتشار دانش می‌توان از همه ابزارهای جدول (۱۱-۱) به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.
کیفیت		تضمین اینکه کیفیت زیرساخت‌ها مناسب است.	برای تضمین کیفیت زیرساخت‌های مربوط به انتشار دانش می‌توان از همه ابزارهای جدول (۱۱-۱) به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.	
مشکلات بازیگران	وجود	تحریک و سازمان‌دهی مشارکت بازیگران متنوع	شکل‌های جدیدی از مشارکت بین شرکت‌های عمومی و خصوصی؛ تکنیک‌های تعاملی مشارکت ذینفعان؛ برپایی بحث‌های عمومی و کارگاه‌های علمی و نشست‌های موضوعی به منظور تشویق متولیان جهت‌دهی به سیستم و اجماع بین بازیگران این حوزه؛ تبیین کارزارهای گذار به منظور اجماع سازمان‌های جهت‌دهی به سیستم	
	توانایی	ایجاد فضا برای توسعه توانایی‌های بازیگران (به‌عنوان مثال از طریق یادگیری و آزمایش)	با استفاده از ابزارهای زیر می‌توان فضا را برای توسعه بازیگران جهت‌دهی به سیستم فراهم کرد: گفت‌وگو، بیان، پس‌بینی، آینده‌نگاری، ره‌نگاشت، طوفان مغزی، برنامه‌های آموزشی، بسترهای دانشی فناوری، توسعه سناریو، آزمایشگاه‌های سیاست‌گذاری	
جهت‌دهی به سیستم	وجود	تحریک به‌وقوع انجامیدن تعاملات فی مابین بازیگران (به‌عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع)	برگزاری کنفرانس توسعه اجماع؛ استفاده از ابزار واسطه‌ای (پل‌زدن) (مراکز برتری‌ها، مراکز شایستگی)؛ فراهم‌آوردن همکاری و طرح‌های تحرک؛ بررسی روش‌های ارزش‌گذاری سیاست؛ ایجاد بستری مناسب برای تسهیل در تصمیم‌گیری	
	مشکلات تعاملات	ممانعت‌کردن از گره‌هایی که بیشتر از حد قوی هستند و تقویت گره‌های ضعیف	تهیه به‌موقع احتیاجات (راهبردی، عمومی، R&D دوستانه) تعاملات بین بازیگران جهت‌دهی به سیستم را افزایش می‌دهد؛ ایجاد مراکز نمایشی که باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ با استفاده از مدیریت استراتژیک آشیانه‌ها می‌توان با گره‌های قوی رژیم مقابله کرد و گره‌های ضعیف موجود در آشیانه را تقویت کرد؛ استفاده از ابزارهای سیاستی (جوایز و افتخارات برای نوآوری و شکوفایی نوآوری) می‌تواند باعث تقویت گره‌های ضعیف شود؛ وام/تضمین / مشوق‌های مالیاتی برای پروژه‌های نوآورانه و یا برای کاربرد جدید تکنولوژی باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ ارزیابی سازنده فناوری باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ با ارتقاء برنامه‌های فناوری تعاملات بین بازیگران این حوزه افزایش می‌یابد؛ بحث و گفت‌وگو نیز باعث تقویت گره‌های بین بازیگران جهت‌دهی به سیستم می‌شود؛ ایجاد سرمایه‌گذاری خطرپذیر باعث تقویت تعاملات بین بازیگران جهت‌دهی به سیستم می‌شود.	
	مشکلات قوانین	وجود	تضمین وجود نهادها (سخت و نرم)	با استفاده از ابزار زیر می‌توان وجود قوانین نرم و سخت را تضمین کرد؛ اقدامات ایجاد آگاهی، کمپین‌های آموزش و اطلاعات، بحث‌های عمومی، لابی، موافقت‌نامه‌های داوطلبانه
مشکلات قوانین	کیفیت	جلوگیری کردن از اینکه نهادها خیلی ضعیف یا خیلی قوی باشند.	با استفاده از ابزار زیر می‌توان نهادهای ضعیف را تقویت کرد و از قدرت نهادهای مخالفت‌کننده با توسعه فناوری موردنظر کاست؛ آیین‌نامه‌ها (عمومی، خصوصی)، محدودیت تعهدات، هنجارهای (محصول، کاربر)،	

کارکرد	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	هدف ابزارهای سیستمی	پیشنهاد‌های سیاستی و ابزارهای سیستمی
			موافقت‌نامه‌ها، قوانین حق ثبت اختراع، استاندارد، مالیات، حقوق، اصول، مکانیزم عدم رعایت دستورالعمل‌ها
	مشکلات زیرساخت‌ها	وجود	برای تحریک ایجاد زیرساخت‌های مربوط به جهت‌دهی به سیستم می‌توان از همه ابزارهای جدول (۱-۱۱) به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.
		کیفیت	برای تضمین اینکه کیفیت زیر ساخت‌ها مناسب است.
	مشکلات بازیگران	وجود	ایجاد شکل‌های جدیدی از مشارکت بین شرکت‌های عمومی و خصوصی به منظور ایجاد سازمان‌های مردم‌نهاد برای مشروعیت‌بخشی؛ اجرای بحث‌های عمومی و کارگاه‌های علمی و نشست‌های موضوعی برای تهیه متولیان مشروعیت بخشی
		توانایی	با استفاده از ابزارهای زیر می‌توان فضا را برای توسعه بازیگران مشروعیت‌بخشی فراهم کرد: گفت‌وگو، بیان، پس‌بینی، آینده‌نگاری، ره‌نگاشت، برنامه‌های آموزشی، بسترهای دانشی فناوری، توسعه سناریو، کارگاه‌های آموزشی، آزمایشگاه‌های سیاست‌گذاری، پروژه‌های پایلوت
	مشکلات تعاملات	وجود	تدوین برنامه‌های تحقیقاتی تعاونی، برگزاری کنفرانس توسعه اجماع، استفاده از ابزار واسطه‌ای (پل‌زدن) (مراکز برتری‌ها، مراکز شایستگی)، ایجاد مراکز ترویج علمی
		شدت	تهیه به موقع احتیاجات (راهبردی، عمومی، R&D دوستانه) تعاملات بین بازیگران مشروعیت‌بخشی را افزایش می‌دهد؛ ایجاد مراکز نمایشی که باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ با استفاده از مدیریت استراتژیک آشیانه‌ها می‌توان با گره‌های قوی رژیم مقابله کرد و گره‌های ضعیف موجود در آشیانه را تقویت کرد؛ استفاده از ابزارهای سیاستی (جوایز و افتخارات برای نوآوری و شکوفایی نوآوری) می‌تواند باعث تقویت گره‌های ضعیف شود؛ وام / تضمین / مشوق‌های مالیاتی برای پروژه‌های نوآورانه و یا برای کاربرد جدید تکنولوژی باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ ارزیابی سازنده فناوری باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ با ارتقاء برنامه‌های فناوری تعاملات بین بازیگران این حوزه افزایش می‌یابد؛ بحث و گفت‌وگو نیز باعث تقویت گره‌های بین بازیگران مشروعیت‌بخشی می‌شود
	مشکلات قوانین	وجود	با استفاده از ابزار زیر می‌توان وجود قوانین نرم و سخت را تضمین کرد: اقدامات ایجاد آگاهی کمپین‌های آموزش و اطلاعات بحث‌های عمومی لابی

کارکرد	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	هدف ابزارهای سیستمی	پیشنهاد‌های سیاستی و ابزارهای سیستمی
			موافقت‌نامه‌های داوطلبانه
		کیفیت	با استفاده از ابزار زیر می‌توان نهادهای ضعیف را تقویت کرد و از قدرت نهادهای مخالفت‌کننده با توسعه فناوری موردنظر کاست: آیین‌نامه‌ها (عمومی، خصوصی)، محدودیت تعهدات، هنجارها (محصول، کاربر)، موافقت‌نامه‌ها، قوانین حق ثبت اختراع، استاندارد، مالیات، حقوق، اصول، مکانیزم عدم رعایت دستورالعمل‌ها
مشکلات زیرساخت‌ها	وجود	تحریک ایجاد زیرساخت‌های فیزیکی، مالی و دانشی.	برای تحریک ایجاد زیرساخت‌های مربوط به مشروعیت‌بخشی می‌توان از همه ابزارهای جدول (۱-۱۱) به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.
	کیفیت	تضمین اینکه کیفیت زیر ساخت‌ها مناسب است.	برای تضمین کیفیت زیرساخت‌های مربوط به مشروعیت‌بخشی می‌توان از همه ابزارهای جدول (۱-۱۱) به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.
مشکلات بازیگران	وجود	تحریک و سازمان‌دهی مشارکت بازیگران متنوع	بحث‌های عمومی و کارگاه‌های علمی و نشست‌های موضوعی به منظور ایجاد تقاضا؛ ایجاد کارزارهای گذار برای ایجاد تقاضا به منظور شکل‌گیری بازار اولیه
	توانایی	ایجاد فضا برای توسعه توانایی‌های بازیگران (به‌عنوان مثال از طریق یادگیری و آزمایش)	با استفاده از ابزارهای زیر می‌توان فضا را برای توسعه بازیگران شکل‌دهی به بازار فراهم کرد: گفت‌وگو، بیان، پس‌بینی، آینده‌نگاری، ره‌نگاشت، طوفان مغزی، برنامه‌های آموزشی، توسعه سناریو، کارگاه‌های آموزشی، آزمایشگاه‌های سیاست‌گذاری، پروژه‌های پایلوت
مشکلات تعاملات	وجود	تحریک به وقوع انجامیدن تعاملات فی مابین بازیگران (به عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع)	برگزاری کنفرانس توسعه اجماع؛ استفاده از ابزار واسطه‌ای (پل‌زدن) (مراکز برتری‌ها، مراکز شایستگی)؛ فراهم آوردن بستری برای همکاری و طرح‌های تحرک؛ ایجاد مراکز ترویج علمی؛ بررسی وجوه مختلف انتقال فناوری به منظور ایجاد تعامل بین بازیگران شکل‌دهی به بازار
	شدت	ممانعت کردن از گره‌هایی که بیشتر از حد قوی هستند و تقویت گره‌های ضعیف.	تهیه به‌موقع احتیاجات (راهبردی، عمومی، R&D دوستانه) تعاملات بین بازیگران شکل‌دهی به بازار را افزایش می‌دهد؛ ایجاد مراکز نمایشی که باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ با استفاده از مدیریت استراتژیک آشیانه‌ها می‌توان با گره‌های قوی رژیم مقابله کرد و گره‌های ضعیف موجود در آشیانه را تقویت کرد؛ استفاده از ابزارهای سیاستی (جوایز و افتخارات برای نوآوری و شکوفایی نوآوری) می‌تواند باعث تقویت گره‌های ضعیف شود؛ وام/ تضمین/ مشوق‌های مالیاتی برای پروژه‌های نوآورانه و یا برای کاربرد جدید تکنولوژی باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود؛ با ارتقاء برنامه‌های فناوری تعاملات بین بازیگران این حوزه افزایش می‌یابد؛ بحث و گفت‌وگو نیز باعث تقویت گره‌های بین بازیگران شکل‌دهی به بازار می‌شود؛ ایجاد سرمایه‌گذاری خطرپذیر باعث تقویت تعاملات بین بازیگران شکل‌دهی به بازار می‌شود
مشکلات قوانین	وجود	تضمین وجود نهادها (سخت و نرم)	با استفاده از ابزار زیر می‌توان وجود قوانین نرم و سخت را تضمین کرد؛ اقدامات ایجاد آگاهی، کمپین‌های آموزش و اطلاعات، بحث‌های عمومی، لابی، موافقت‌نامه‌های داوطلبانه

پیشنهاد‌های سیاستی و ابزارهای سیستمی	هدف ابزارهای سیستمی	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری		کارکرد
با استفاده از ابزار زیر می‌توان نهادهای ضعیف را تقویت کرد و از قدرت نهادهای مخالفت‌کننده با توسعه فناوری موردنظر کاست: آیین‌نامه‌ها (عمومی، خصوصی)، محدودیت تعهدات، هنجارها (محصول، کاربر)، قوانین حق ثبت اختراع، استاندارد، مالیات، حقوق، مکانیزم عدم رعایت دستورالعمل‌ها	جلوگیری کردن از اینکه نهادها خیلی ضعیف یا خیلی قوی باشند.	کیفیت		
برای تحریک ایجاد زیرساخت‌های مربوط به شکل‌دهی به بازار می‌توان از همه ابزارهای جدول (۱-۱۱) به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.	تحریک ایجاد زیرساخت‌های فیزیکی، مالی و دانشی.	وجود	مشکلات	
برای تضمین کیفیت زیرساخت‌های مربوط به شکل‌دهی به بازار می‌توان از همه ابزارهای جدول (۱-۱۱) به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.	تضمین اینکه کیفیت زیرساخت‌ها مناسب است.	کیفیت	زیرساخت‌ها	

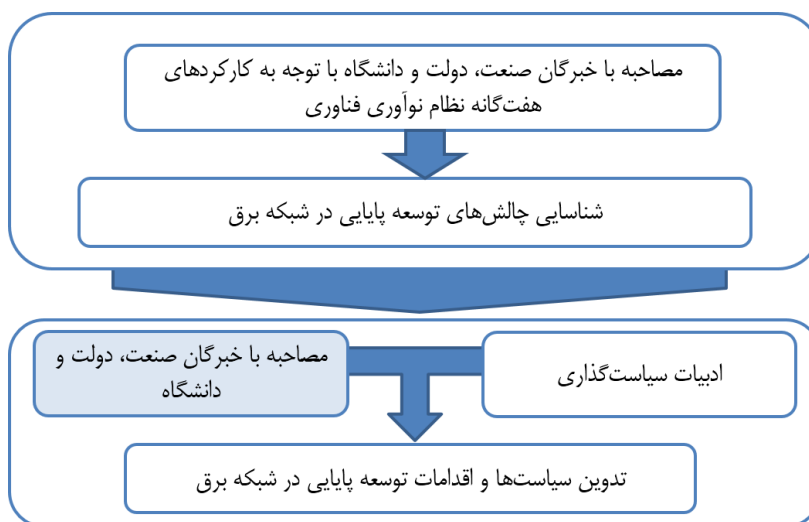
فصل دوم

۲- چالش‌های توسعه پایایی در شبکه برق در قالب کارکردهای نظام نوآوری و سیاست‌های رفع آن

به منظور تدوین سیاست‌های کلان مورد نیاز در سند توسعه پایایی در شبکه برق ایران، چالش‌های مربوط به هر یک از ابعاد ساختاری نظام نوآوری فناوری در هر یک از کارکردهای نظام نوآوری فناورانه شامل توسعه و انتشار دانش، فعالیت‌های کارآفرینی، شکل دهی به بازار، بسیج منابع، مشروعیت بخشی و جهت‌دهی به سیستم از سوی تعدادی از متخصصان این حوزه شناسایی شد که در این فصل در ابتدا خلاصه‌ای از نظرات خبرگان بیان می‌شود و سپس چالش‌های توسعه پایایی در شبکه برق در هر یک از کارکردها دسته‌بندی می‌گردد. در نهایت سیاست‌های لازم برای رفع این چالش‌ها تعیین می‌گردد.

۲-۱- چالش‌های توسعه پایایی در شبکه برق

به منظور احصاء چالش‌های پیش‌روی توسعه پایایی در شبکه برق و تدوین اقدامات مطابق با شکل (۲-۱) در ابتدا چالش‌های پیش‌روی پایایی از طریق برگزاری مصاحبه‌هایی با خبرگان بر اساس کارکردهای هفت‌گانه نظام نوآوری فناوری صورت پذیرفت سپس با توجه به این مصاحبه‌های صورت‌گرفته و همچنین ادبیات سیاست‌گذاری، اقدامات مورد نیاز جهت رفع هر یک از این چالش‌ها تدوین گردید.



شکل (۲-۱): متدولوژی تدوین اقدامات توسعه پایایی در شبکه برق

در ادامه خلاصه‌ای از مصاحبه‌های صورت گرفته با تنی چند از متخصصان صنعتی، دانشگاهی و سیاست‌گذاران مختلف ارائه

می‌گردد. این متخصصین عبارتند از:

- جناب آقای دکتر حبیب قراگوزلو
- جناب آقای دکتر مصطفی رجیبی مشهدی
- جناب آقای دکتر محمودرضا حقی فام
- جناب آقای دکتر محمدصادق قاضی‌زاده
- جناب آقای مهندس اسعد راعی
- جناب آقای دکتر محمود فتوحی
- جناب آقای دکتر ابراهیم کریمی

در ادامه خلاصه‌ای از مصاحبه‌های صورت گرفته ارائه می‌گردد و سپس اهم چالش‌های موردنظر متخصصان فوق‌الذکر در

چهارچوب کارکردهای هفت‌گانه نظام نوآوری فناورانه ارائه می‌گردد.

جدول (۱-۲): خلاصه مصاحبه با جناب آقای دکتر قراگوزلو

توضیحات	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	موتور محرک کارآفرینی
<p>- وجود مشکلات پایایی در کشور، از جمله قائم به فرد بودن آن، به این ترتیب که با تغییرات مدیران و سیاست‌گذاران در این حوزه، تمامی پروژه‌هایی که این افراد به دنبال آن بوده اند، از بین می‌رود و افراد جدید کار خود را انجام می‌دهند و این نیز به خاطر عدم وجود برنامه توسعه در این زمینه است.</p>	<p>آیا شرکت‌های دانش‌بنیان به منظور توجیه اقتصادی فناوری کافی هستند؟ آیا فعالیتهای کارآفرینی دارای کیفیت خوبی هستند؟ نرخ ورود کارآفرینان در این حوزه را چگونه برآورد می‌کنید (آیا کارآفرینان جدید وارد سیستم می‌شوند)؟ سرمایه‌گذاری خطرپذیر که منجر به توجیه اقتصادی می‌شود، وجود دارد یا خیر؟</p>	کارآفرینی
	<p>- در حال حاضر شرکت‌های مجری فعالیتهای پایایی برای شرایط کنونی کافی است اما باید فرهنگ سازی شود تا برای ۵ تا ۱۰ سال آینده که پایایی می‌بایست توسعه فراوانی یابد، اضافه شوند.</p>	<p>وضعیت دانش پایه موجود در نظام در ارتباط با کمیت و کیفیت آن چگونه است؟ دانش موجود در سیستم بنیادی است یا کاربردی (توانمندی فناورانه کشور در چه سطحی قرار دارد)؟ آیا تعداد پروژه‌های پژوهشی و اختراع و مقاله و پتنت به مقدار کافی موجود است؟</p>	کارکردهای کلیدی
<p>- نبود داده‌ها و اطلاعات کافی و مناسب در خصوص مطالعات قابلیت اطمینان به صورت پردازش شده و کمبود کارشناس مسلط به مسائل مربوط به پایایی، اطلاعات، نرم افزارها از دیگر چالش‌ها هستند.</p>	<p>آیا یک جایگاه بین المللی پیشرو، برنامه‌های راه اندازی و ارجاعات فراوان به مقاله در نظام وجود دارد؟ آیا توسعه دانش صورت گرفته در نظام تقاضا محور است؟ آیا فناوری با نیازهای نظام نوآوری هماهنگ و مرتبط است؟</p>	توسعه دانش

توضیحات	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	موتور محرک کارآفرینی
<ul style="list-style-type: none"> - در دانشگاه‌ها مطالبی بیان می‌شود که خیلی جلوتر از صنعت است، بنابراین حداقل تا ۵ سال آینده کمبود دانش در این خصوص نداریم. اما از این دانش در صنعت استفاده نمی‌شود. - توسعه دانش بسیار مناسب بوده است اما ارتباط بین صنعت و دانشگاه ضعیف است. حل این مسئله باید در اولویت بالایی قرار داشته باشد. 	<p>آیا منابع مالی کافی برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟</p> <ul style="list-style-type: none"> - میزان منابع دولتی چقدر است؟ کافی است یا خیر؟ - میزان سرمایه خطرپذیر چه قدر است؟ کافی است یا خیر؟ - سهولت دسترسی به این منابع را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ <p>آیا تربیت نیروی انسانی در حوزه‌ی آموزش و پژوهش مرتبط با فناوری به میزان کافی وجود دارد یا خیر؟</p> <p>کیفیت منابع انسانی تربیت‌شده در چه سطحی است؟</p>	تامین و تسهیل منابع
	<ul style="list-style-type: none"> - تعیین شاخص‌های مناسب برای مطالعات قابلیت اطمینان - شرکت‌های برق می‌بایست مطالعات پایایی را جزء مطالعات روتین خود قرار دهند که برای آن دسته از شرکت‌هایی که در این زمینه ورود پیدا نکرده‌اند، باید برای آن‌ها پروژه‌های کوچک تعریف شود، مشاورانی برای این کار به این شرکت‌ها مراجعه کنند و فرهنگ‌سازی انجام شود و پس از مدتی خودشان این مطالعات را انجام دهند. 	<p>آیا همکاری‌های فناورانه بین بازیگران فعال در این زمینه اعم از خرید فناوری، لیسانس، همکاری تحقیق و توسعه و غیره وجود دارد یا خیر؟</p> <p>همایش، کنفرانس و مجله‌ای در مورد این فناوری وجود دارد یا خیر؟</p> <p>آیا نمایشگاه‌های تخصصی برای ارایه دستاوردهای کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟</p>	انتشار دانش
<ul style="list-style-type: none"> - تشکیل شورای پایایی برای فرهنگ‌سازی فعالیت‌های مرتبط با پایایی در صنعت بود، اما این شورا در اجرا ضعیف عمل کرده است. - در برنامه‌ریزی شبکه، استفاده از مطالعات قابلیت اطمینان به اندازه کافی نیست. - دستورالعمل‌های مدیریتی مرتبط با پایایی کمی در کشور وجود دارد. 	<p>آیا یک هدف کاملاً مشخص و مشترک برای نظام وجود دارد؟</p> <p>آیا فعالیت‌های کارآفرینی در این حوزه‌ی فناورانه جهت‌دهی شده است؟</p> <p>آیا منابع مالی و انسانی در جهت توسعه فعالیت‌های است یا خیر؟</p> <p>آیا سیاست‌های دولت در جهت حمایت از فعالیت‌های کارآفرینی هست یا خیر؟</p>	جهت‌دهی به سیستم
	<ul style="list-style-type: none"> - برای پیگیری و نظارت بر پایایی شرکت‌ها هیچ متولی وجود ندارد. شورای پایایی فراشرکتی است و البته چندان شناخته شده نیست. - همچنین باید نرم‌افزارهای مطالعات پایایی با کاربری آسان و بومی داشته باشیم تا بتوان از آنها در مطالعات مختلف و مطابق با دستورالعمل‌های بومی استفاده کرد. 	<p>آیا سرمایه‌گذاری در تکنولوژی به عنوان یک تصمیم مشروع پذیرفته شده است؟ (مشروعیت بخشی اتفاق افتاده است یا خیر؟)</p> <p>آیا مقاومت زیادی در جهت تغییر وجود دارد؟ این مقاومت از کجا نشأت می‌گیرد؟</p> <p>آیا فعالیت‌های مشروعیت‌بخشی منجر به تخصیص منابع به فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟</p>	مشروعیت بخشی
<ul style="list-style-type: none"> - برای پیگیری و نظارت بر پایایی شرکت‌ها هیچ متولی وجود ندارد. شورای پایایی فراشرکتی است و البته چندان شناخته شده نیست. - همچنین باید نرم‌افزارهای مطالعات پایایی با کاربری آسان و بومی داشته باشیم تا بتوان از آنها در مطالعات مختلف و مطابق با دستورالعمل‌های بومی استفاده کرد. 	<p>آیا بازار اولیه شکل گرفته است؟ اندازه‌ی آن را چقدر است؟</p> <p>آیا این بازار باعث جهت‌دهی به سیستم برای توسعه‌ی فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟</p> <p>آیا جذابیت بازار باعث ورود کارآفرینان جدید شده است یا خیر؟</p>	شکل‌دهی بازار

جدول (۲-۲): خلاصه مصاحبه با جناب آقای دکتر رجبی مشهدی

توضیحات	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	موتور محرک کارآفرینی
<ul style="list-style-type: none"> - در حال حاضر توسعه دانش در قابلیت اطمینان ارجح‌تر است نسبت به اجرای فعالیت‌ها، اما این دو کاملاً لازم و ملزوم هستند. - باید دانش فنی و مطابق با وضعیت کشور ایجاد شود و توسعه یابد. - آموزش به کارشناسان و مدیران در خصوص پایایی از اهمیت بالایی برخوردار است. 	<p>آیا شرکت‌های دانش‌بنیان به منظور توجیه اقتصادی فناوری کافی هستند؟</p> <p>آیا فعالیتهای کارآفرینی دارای کیفیت خوبی هستند؟</p> <p>نرخ ورود کارآفرینان در این حوزه را چگونه برآورد می‌کنید (آیا کارآفرینان جدید وارد سیستم می‌شوند)؟</p> <p>سرمایه‌گذاری خطرپذیر که منجر به توجیه اقتصادی می‌شود، وجود دارد یا خیر؟</p>	کارآفرینی
<ul style="list-style-type: none"> - مهم‌ترین چالش پیش روی توسعه پایایی، مسائل اقتصادی در صنعت برق است. چراکه منابع تامین مالی مشخص نیستند. می‌بایست نظامی جامع برای تامین منابع مالی وجود داشته باشد. واگذاری به بخش خصوصی می‌تواند از منظر تامین منابع مالی و فنی در این زمینه مفید واقع شود. - با توسعه متوازن شبکه تولید، انتقال و توزیع، خیلی از محدودیت‌ها برطرف می‌شود و قابلیت اطمینان شبکه افزایش می‌یابد. 	<p>وضعیت دانش پایه موجود در نظام در ارتباط با کمیت و کیفیت آن چگونه است؟</p> <p>دانش موجود در سیستم بنیادی است یا کاربردی (توانمندی فناورانه کشور در چه سطحی قرار دارد)؟</p> <p>آیا تعداد پروژه‌های پژوهشی و اختراع و مقاله و پتنت به مقدار کافی موجود است؟</p> <p>آیا یک جایگاه بین‌المللی پیشرو، برنامه‌های راه‌اندازی و ارجاعات فراوان به مقاله در نظام وجود دارد؟</p> <p>آیا توسعه دانش صورت گرفته در نظام تقاضا محور است؟</p> <p>آیا فناوری با نیازهای نظام نوآوری هماهنگ و مرتبط است؟</p>	کارکردهای کلیدی
<ul style="list-style-type: none"> - استفاده از شبکه‌های هوشمند، می‌تواند خاموشی‌ها را به حداقل برساند. - در وضعیت فعلی قابلیت اتصال به شبکه‌های همجوار وجود ندارد که در صورت رفع آن پایایی شبکه افزایش خواهد یافت. - در زمینه بکارگیری مطالعات پایایی فرهنگ‌سازی صورت نگرفته و اکثر مدیران به این موضوع اهمیت نمی‌دهند. 	<p>آیا منابع مالی کافی برای توسعه فعالیتهای کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟</p> <p>- میزان منابع دولتی چقدر است؟ کافی است یا خیر؟</p> <p>- میزان سرمایه خطرپذیر چه قدر است؟ کافی است یا خیر؟</p> <p>- سهولت دسترسی به این منابع را چگونه ارزیابی می‌کنید؟</p> <p>آیا تربیت نیروی انسانی در حوزه‌ی آموزش و پژوهش مرتبط با فناوری به میزان کافی وجود دارد یا خیر؟</p> <p>کیفیت منابع انسانی تربیت شده در چه سطحی است؟</p>	تأمین و تسهیل منابع
<ul style="list-style-type: none"> - از آنجایی که رشد صنعت از اهداف اساسی کشور است، تامین برق مطمئن دارای اهمیت بسیار زیادی خواهد بود و پایایی رکن اصلی رسیدن به این مهم است. - از چالش‌های پیش روی آینده این است که می‌بایست در توسعه معماری شبکه رویکرد پایایی وجود داشته باشد. - انرژی‌های تجدیدپذیر با ۲۰ درصد نفوذ، برای 	<p>آیا همکاری‌های فناورانه بین بازیگران فعال در این زمینه اعم از خرید فناوری، لیسانس، همکاری تحقیق و توسعه و غیره وجود دارد یا خیر؟</p> <p>همایش، کنفرانس و مجله‌ای در مورد این فناوری وجود دارد یا خیر؟</p> <p>آیا نمایشگاه‌های تخصصی برای ارایه دستاوردهای کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟</p> <p>آیا یک هدف کاملاً مشخص و مشترک برای نظام وجود دارد؟</p> <p>آیا فعالیتهای کارآفرینی در این حوزه‌ی فناورانه جهت‌دهی شده است؟</p> <p>آیا منابع مالی و انسانی در جهت توسعه فعالیتهای است یا خیر؟</p>	انتشار دانش
		جهت‌دهی به سیستم

توضیحات	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	موتور محرک کارآفرینی
شبکه چالش ایجاد نمی‌کند و عدم قطعیت ناشی از آن قابل جبران خواهد بود.	آیا سیاست‌های دولت در جهت حمایت از فعالیتهای کارآفرینی هست یا خیر؟	
از آنجایی که شورای پایایی دارای سازمان و بازوی اجرایی نیست، نمی‌تواند موثر واقع شود. در این خصوص شرکت توانیر می‌تواند متولی قابلیت اطمینان در شبکه برق باشد.	آیا سرمایه‌گذاری در تکنولوژی به عنوان یک تصمیم مشروع پذیرفته شده است؟ (مشروعیت بخشی اتفاق افتاده است یا خیر)؟ آیا مقاومت زیادی در جهت تغییر وجود دارد؟ این مقاومت از کجا نشات می‌گیرد؟ آیا فعالیتهای مشروعیت‌بخشی منجر به تخصیص منابع به فعالیتهای کارآفرینی شده است یا خیر؟	مشروعیت بخشی کارکردهای حاشیه‌ای
	آیا بازار اولیه شکل گرفته است؟ اندازه‌ی آن را چقدر است؟ آیا این بازار باعث جهت‌دهی به سیستم برای توسعه‌ی فعالیتهای کارآفرینی شده است یا خیر؟ آیا جذابیت بازار باعث ورود کارآفرینان جدید شده است یا خیر؟	شکل‌دهی بازار

جدول (۲-۳): خلاصه مصاحبه با جناب آقای دکتر حقی‌فام

توضیحات	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	موتور محرک کارآفرینی
در زمینه پایایی، توسعه دانش به نسبت وجود دارد، اما عمق زیادی ندارد. باید در مباحث علمی مرتبط فراتر رفته و باید آمادگی عمیق‌تر و مرتبط با وضعیت کنونی کشور کسب شود. دانشجویان مباحث کلی و عمومی را آموزش می‌بینند و در سطح مانده‌اند.	آیا شرکت‌های دانش‌بنیان به منظور توجیه اقتصادی فناوری کافی هستند؟ آیا فعالیتهای کارآفرینی دارای کیفیت خوبی هستند؟ نرخ ورود کارآفرینان در این حوزه را چگونه برآورد می‌کنید (آیا کارآفرینان جدید وارد سیستم می‌شوند)؟ سرمایه‌گذاری خطرپذیر که منجر به توجیه اقتصادی می‌شود، وجود دارد یا خیر؟	کارآفرینی
به‌دلیل مشکلات مالی شدید صنعت برق، این صنعت تقریباً ورشکسته می‌باشد و بر اساس دیدگاهی که در خصوص قابلیت‌اطمینان وجود دارد، احتمال این که بخواهد به پایایی توجه شود، پایین است.	وضعیت دانش پایه موجود در نظام در ارتباط با کمیت و کیفیت آن چگونه است؟ دانش موجود در سیستم بنیادی است یا کاربردی (توانمندی فناورانه کشور در چه سطحی قرار دارد)؟	کارکردهای کلیدی
تهیه بانک اطلاعاتی داده‌های قابلیت اطمینان، یکی از مباحث خیلی مهم و پایه‌ای در قابلیت اطمینان است.	آیا تعداد پروژه‌های پژوهشی و اختراع و مقاله و پتنت به مقدار کافی موجود است؟ آیا یک جایگاه بین‌المللی پیشرو، برنامه‌های راه‌اندازی و ارجاعات فراوان به مقاله در نظام وجود دارد؟	توسعه دانش
از فعالیتهای بسیار لازم جهت توسعه پایایی، تربیت نیروهایی است که در صنعت بتوانند قابلیت اطمینان را اجرا یا پیگیری نمایند و	آیا توسعه دانش صورت گرفته در نظام تقاضا محور است؟ آیا فناوری با نیازهای نظام نوآوری هماهنگ و مرتبط است؟	

توضیحات	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	موتور محرک کارآفرینی
<p>همچنین می‌بایست وظیفه هر بخش در خصوص فعالیت‌های پایایی مشخص شود.</p> <p>- قابلیت اطمینان باید در راستای طراحی، برنامه‌ریزی و بهره‌برداری قرار گیرد و باید مدل‌های عملیاتی برای آنها استخراج و پیاده‌سازی نمود.</p> <p>- ارزش خاموشی در صنعت برق ایران بسیار متفاوت با نرخ بهای مصرفی برق است و بنابراین در محاسبات باید ارزش خاموشی واقعی لحاظ گردد که این خود نیازمند محاسبه ارزش خاموشی برای بخش‌های مختلف صنعت است.</p> <p>- یکی از نیازهای اساسی جهت توسعه پایایی تهیه و توسعه ابزارهای محاسباتی پایایی (بومی) است.</p> <p>- برای پیشبرد و توسعه پایایی متولیان پایایی باید سازمانی را تشکیل دهند و بخش‌های خصوصی، پیمانکاری و دولتی در کنار هم جمع شوند.</p>	<p>آیا منابع مالی کافی برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟</p> <p>- میزان منابع دولتی چقدر است؟ کافی است یا خیر؟</p> <p>- میزان سرمایه خطرپذیر چه قدر است؟ کافی است یا خیر؟</p> <p>- سهولت دسترسی به این منابع را چگونه ارزیابی می‌کنید؟</p> <p>آیا تربیت نیروی انسانی در حوزه‌ی آموزش و پژوهش مرتبط با فناوری به میزان کافی وجود دارد یا خیر؟</p> <p>کیفیت منابع انسانی تربیت‌شده در چه سطحی است؟</p>	<p>تامین و تسهیل منابع</p>
<p>- ارزش خاموشی در صنعت برق ایران بسیار متفاوت با نرخ بهای مصرفی برق است و بنابراین در محاسبات باید ارزش خاموشی واقعی لحاظ گردد که این خود نیازمند محاسبه ارزش خاموشی برای بخش‌های مختلف صنعت است.</p> <p>- یکی از نیازهای اساسی جهت توسعه پایایی تهیه و توسعه ابزارهای محاسباتی پایایی (بومی) است.</p> <p>- برای پیشبرد و توسعه پایایی متولیان پایایی باید سازمانی را تشکیل دهند و بخش‌های خصوصی، پیمانکاری و دولتی در کنار هم جمع شوند.</p>	<p>آیا همکاری‌های فناورانه بین بازیگران فعال در این زمینه اعم از خرید فناوری، لیسانس، همکاری تحقیق و توسعه و غیره وجود دارد یا خیر؟</p> <p>همایش، کنفرانس و مجله‌ای در مورد این فناوری وجود دارد یا خیر؟</p> <p>آیا نمایشگاه‌های تخصصی برای ارایه دستاوردهای کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟</p>	<p>کارکردهای حمایتی</p> <p>انتشار دانش</p>
<p>- در بحث دانش می‌بایست سبک جدید آموزشی ایجاد نمود. باید دانشگاه‌ها مأموریت محور شوند و آزمایشگاه‌های مناسب توسط دانشگاه به وجود بیاید.</p> <p>- توسعه پایایی نیاز به یک سیستم اطلاعاتی هماهنگ سراسری و جامع دارد.</p> <p>- در قسمت امنیت سایبری نگرانی‌های زیادی وجود دارد و حفاظت فیزیکی مناسبی نیز باید اندیشیده شود.</p> <p>- شورای پایایی باید حضور پررنگ‌تری داشته باشد چراکه صنعت برق همانند یک سیستم است و باید کنترل و هماهنگ شود. در این زمینه ممکن است نیاز به تغییرات اساسی وجود داشته باشد. ذی‌نفعان باید در این شورا حضور داشته باشند. در این صورت تصمیم‌گیری بهتر و مناسب‌تر اتخاذ می‌شود.</p>	<p>آیا سرمایه‌گذاری در تکنولوژی به عنوان یک تصمیم مشروع پذیرفته شده است؟ (مشروعیت بخشی اتفاق افتاده است یا خیر؟)</p> <p>آیا مقاومت زیادی در جهت تغییر وجود دارد؟ این مقاومت از کجا نشأت می‌گیرد؟</p> <p>آیا فعالیت‌های مشروعیت‌بخشی منجر به تخصیص منابع به فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟</p>	<p>جهت‌دهی به سیستم مشروعیت بخشی</p>
<p>- در قسمت امنیت سایبری نگرانی‌های زیادی وجود دارد و حفاظت فیزیکی مناسبی نیز باید اندیشیده شود.</p> <p>- شورای پایایی باید حضور پررنگ‌تری داشته باشد چراکه صنعت برق همانند یک سیستم است و باید کنترل و هماهنگ شود. در این زمینه ممکن است نیاز به تغییرات اساسی وجود داشته باشد. ذی‌نفعان باید در این شورا حضور داشته باشند. در این صورت تصمیم‌گیری بهتر و مناسب‌تر اتخاذ می‌شود.</p>	<p>آیا بازار اولیه شکل گرفته است؟ اندازه‌ی آن را چقدر است؟</p> <p>آیا این بازار باعث جهت‌دهی به سیستم برای توسعه‌ی فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟</p> <p>آیا جذابیت بازار باعث ورود کارآفرینان جدید شده است یا خیر؟</p>	<p>کارکردهای حاشیه‌ای</p> <p>شکل‌دهی بازار</p>

جدول (۲-۴): خلاصه مصاحبه با جناب آقای دکتر قاضی‌زاده

توضیحات	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	موتور محرک کارآفرینی
<p>- در حال حاضر و با توجه به نیازهای فعلی به اندازه کافی شرکت‌های مشاور و دانش‌بنیان وجود دارد، و در ادامه جهت توسعه پایایی، شرکت‌های جدید می‌تواند به صورت اقماری شکل گیرد. همچنین به دلیل تشابه مساله پایایی با برخی مسائل اقتصادی و فنی، متخصصانی که بتوانند در توسعه پایایی همکاری داشته باشند، وجود دارد.</p>	<p>آیا شرکت‌های دانش‌بنیان به منظور توجیه اقتصادی فناوری کافی هستند؟ آیا فعالیتهای کارآفرینی دارای کیفیت خوبی هستند؟ نرخ ورود کارآفرینان در این حوزه را چگونه برآورد می‌کنید (آیا کارآفرینان جدید وارد سیستم می‌شوند)؟ سرمایه‌گذاری خطرپذیر که منجر به توجیه اقتصادی می‌شود، وجود دارد یا خیر؟</p>	کارآفرینی
	<p>وضعیت دانش پایه موجود در نظام در ارتباط با کمیت و کیفیت آن چگونه است؟ دانش موجود در سیستم بنیادی است یا کاربردی (توانمندی فناورانه کشور در چه سطحی قرار دارد)؟ آیا تعداد پروژه‌های پژوهشی و اختراع و مقاله و پتنت به مقدار کافی موجود است؟ آیا یک جایگاه بین‌المللی پیشرو، برنامه‌های راه‌اندازی و ارجاعات فراوان به مقاله در نظام وجود دارد؟ آیا توسعه دانش صورت گرفته در نظام تقاضا محور است؟ آیا فناوری با نیازهای نظام نوآوری هماهنگ و مرتبط است؟</p>	کارکردهای کلیدی
<p>- برای توسعه پایایی در کشور نیاز به ابزارهای محاسباتی بومی است که در این زمینه فعالیت‌های مناسبی صورت نگرفته است و لازم است که به این زمینه توجه ویژه شود. - از نظر تئوری مطالعات پایایی مشکل نداریم اما چون بعضی از روش‌ها، فعالیت‌ها و ابزارها به صورت گسترده و در شبکه واقعی اجرا نشده است، مشکلات اجرا مشخص نیست و ممکن است چالش‌هایی پیش رو باشد. - در مسیر توسعه پایایی، وجود زیرساخت‌های مناسب بسیار با اهمیت است. - در صنعت برق کشور هنوز تفکر لزوم بکارگیری پایایی شکل نگرفته است. برای پاسخ دادن به مساله قابلیت اطمینان کار قوی و بزرگ مطالعاتی انجام نشده است. در صورتی که ظرفیت انجام این مطالعات در کشور وجود دارد.</p>	<p>آیا منابع مالی کافی برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟ - میزان منابع دولتی چقدر است؟ کافی است یا خیر؟ - میزان سرمایه خطرپذیر چه قدر است؟ کافی است یا خیر؟ - سهولت دسترسی به این منابع را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ آیا تربیت نیروی انسانی در حوزه‌ی آموزش و پژوهش مرتبط با فناوری به میزان کافی وجود دارد یا خیر؟ کیفیت منابع انسانی تربیت شده در چه سطحی است؟</p>	توسعه دانش تامین و تسهیل منابع
	<p>آیا همکاری‌های فناورانه بین بازیگران فعال در این زمینه اعم از خرید فناوری، لیسانس، همکاری تحقیق و توسعه و غیره وجود دارد یا خیر؟ همایش، کنفرانس و مجله‌ای در مورد این فناوری وجود دارد یا خیر؟ آیا نمایشگاه‌های تخصصی برای ارایه دستاوردهای کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟ آیا یک هدف کاملاً مشخص و مشترک برای نظام وجود دارد؟ آیا فعالیت‌های کارآفرینی در این حوزه‌ی فناورانه جهت‌دهی شده است؟ آیا منابع مالی و انسانی در جهت توسعه فعالیت‌های است یا خیر؟</p>	کارکردهای حمایتی انتشار دانش جهت‌دهی به سیستم

توضیحات	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	موتور محرک کارآفرینی	
<p>نمی‌کند. می‌بایست در این خصوص تغییرات مناسبی صورت گیرد.</p> <p>در برخی زمان‌ها استانداردهای فنی اجازه خاموشی را می‌دهد، اما انتظارات اجتماعی تغییر کرده و بالا رفته است و بنابراین ارزش خاموشی می‌بایست به درستی محاسبه و در محاسبات مد نظر قرار گیرد.</p>	<p>آیا سیاست‌های دولت در جهت حمایت از فعالیت‌های کارآفرینی هست یا خیر؟</p>	<p>مشروعیت بخشی</p> <p>کارکردهای حاشیه‌ای</p>	
	<p>آیا سرمایه‌گذاری در تکنولوژی به عنوان یک تصمیم مشروع پذیرفته شده است؟ (مشروعیت بخشی اتفاق افتاده است یا خیر؟)</p> <p>آیا مقاومت زیادی در جهت تغییر وجود دارد؟ این مقاومت از کجا نشات می‌گیرد؟</p> <p>آیا فعالیت‌های مشروعیت‌بخشی منجر به تخصیص منابع به فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟</p>		
	<p>آیا بازار اولیه شکل گرفته است؟ اندازه‌ی آن را چقدر است؟</p> <p>آیا این بازار باعث جهت‌دهی به سیستم برای توسعه‌ی فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟</p> <p>آیا جذابیت بازار باعث ورود کارآفرینان جدید شده است یا خیر؟</p>		<p>شکل‌دهی بازار</p>

جدول (۲-۵): خلاصه مصاحبه با جناب آقای مهندس راعی

توضیحات	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	موتور محرک کارآفرینی
<p>نه در پایایی که در کل موضوعات، برای مشارکت بخش خصوصی قواعد و قوانین مشخصی تعریف نشده است. سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و روند آن خیلی مهم است.</p> <p>یکی از مهمترین چالش‌های پیش روی توسعه پایایی زیرساخت‌ها هستند. باید ابتدا زیرساخت‌ها فراهم شود تا بتوان پایایی را در شبکه برق ایران توسعه داد. بنابراین تمامی مواردی که به نوعی به زیرساخت مربوط می‌شوند دارای اولویت بالا هستند.</p> <p>درخصوص پایایی باید یک چارچوب و الگوی عملکردی مناسبی تعریف شود و دولت و سیاست‌گذاران کلان کشور آن را بپذیرند. در ادامه وظایف هر بخش مشخص شود و پیگیری فعالیت‌های پایایی از طریق بخش‌های مرتبط انجام شود.</p> <p>خصوصی‌سازی در صنعت برق، به جای</p>	<p>آیا شرکت‌های دانش‌بنیان به منظور توجیه اقتصادی فناوری کافی هستند؟</p> <p>آیا فعالیت‌های کارآفرینی دارای کیفیت خوبی هستند؟</p> <p>نرخ ورود کارآفرینان در این حوزه را چگونه برآورد می‌کنید (آیا کارآفرینان جدید وارد سیستم می‌شوند)؟</p> <p>سرمایه‌گذاری خطرپذیر که منجر به توجیه اقتصادی می‌شود، وجود دارد یا خیر؟</p> <p>وضعیت دانش پایه موجود در نظام در ارتباط با کمیت و کیفیت آن چگونه است؟</p> <p>دانش موجود در سیستم بنیادی است یا کاربردی (توانمندی فناورانه کشور در چه سطحی قرار دارد)؟</p> <p>آیا تعداد پروژه‌های پژوهشی و اختراع و مقاله و پتنت به مقدار کافی موجود است؟</p> <p>آیا یک جایگاه بین‌المللی پیشرو، برنامه‌های راه‌اندازی و ارجاعات فراوان به مقاله در نظام وجود دارد؟</p> <p>آیا توسعه دانش صورت گرفته در نظام تقاضا محور است؟</p> <p>آیا فناوری با نیازهای نظام نوآوری هماهنگ و مرتبط است؟</p>	<p>کارآفرینی</p> <p>کارکردهای کلیدی</p> <p>توسعه دانش</p>

توضیحات	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	موتور محرک کارآفرینی
مفیدبودن، نابودکننده صنعت برق بوده است. چراکه در این زمینه، سرمایه‌گذار جذب نشده است و فقط یکی دو شرکت بزرگ ایجاد شده و تنها قیمت برق زیاد شده است.	<p>آیا منابع مالی کافی برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟</p> <p>- میزان منابع دولتی چقدر است؟ کافی است یا خیر؟</p> <p>- میزان سرمایه‌گذار پذیر چه قدر است؟ کافی است یا خیر؟</p> <p>- سهولت دسترسی به این منابع را چگونه ارزیابی می‌کنید؟</p> <p>آیا تربیت نیروی انسانی در حوزه‌ی آموزش و پژوهش مرتبط با فناوری به میزان کافی وجود دارد یا خیر؟</p> <p>کیفیت منابع انسانی تربیت‌شده در چه سطحی است؟</p>	تامین و تسهیل منابع
	<p>آیا همکاری‌های فناورانه بین بازیگران فعال در این زمینه اعم از خرید فناوری، لیسانس، همکاری تحقیق و توسعه و غیره وجود دارد یا خیر؟</p> <p>همایش، کنفرانس و مجله‌ای در مورد این فناوری وجود دارد یا خیر؟</p> <p>آیا نمایشگاه‌های تخصصی برای ارایه دستاوردهای کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟</p>	انتشار دانش
	<p>آیا یک هدف کاملاً مشخص و مشترک برای نظام وجود دارد؟</p> <p>آیا فعالیت‌های کارآفرینی در این حوزه‌ی فناورانه جهت‌دهی شده است؟</p> <p>آیا منابع مالی و انسانی در جهت توسعه فعالیت‌های است یا خیر؟</p> <p>آیا سیاست‌های دولت در جهت حمایت از فعالیت‌های کارآفرینی هست یا خیر؟</p>	جهت‌دهی به سیستم
کارکردهای حاشیه‌ای	<p>آیا سرمایه‌گذاری در تکنولوژی به عنوان یک تصمیم مشروع پذیرفته شده است؟ (مشروعیت بخشی اتفاق افتاده است یا خیر؟)</p> <p>آیا مقاومت زیادی در جهت تغییر وجود دارد؟ این مقاومت از کجا نشأت می‌گیرد؟</p> <p>آیا فعالیت‌های مشروعیت‌بخشی منجر به تخصیص منابع به فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟</p>	مشروعیت بخشی
	<p>آیا بازار اولیه شکل گرفته است؟ اندازه‌ی آن را چقدر است؟</p> <p>آیا این بازار باعث جهت‌دهی به سیستم برای توسعه‌ی فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟</p> <p>آیا جذابیت بازار باعث ورود کارآفرینان جدید شده است یا خیر؟</p>	شکل‌دهی بازار

جدول (۲-۶): خلاصه مصاحبه با جناب آقای دکتر فتوحی

توضیحات	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	موتور محرک کارآفرینی
<p>شرکت‌های کنونی در زمینه پایایی خیلی حرفه‌ای نیستند و فقط نتیج نرم‌افزار خاصی را با عمق کم و بدون هیچ تفسیری ارائه می‌کنند. در حال حاضر تعداد شرکت‌ها کم است اما می‌تواند و باید زیاد شود.</p> <p>آموزش‌های تخصصی برای قابلیت اطمینان برای بخش‌های مختلف صنعت باید انجام شود. اثرگذاران بر روی قابلیت اطمینان و نوع اثر آنها می‌بایست شناسایی شوند و دانش مرتبط در اختیار آنها قرار گیرد. باید یک دانش عمومی در خصوص قابلیت اطمینان برای همه وجود داشته باشد، و سپس یکسری دوره‌های تخصصی حین خدمت برای افراد مختلف وجود داشته باشد تا قابلیت اطمینان در صنعت برق نهادینه شود.</p> <p>مطالعات پایایی جزء آن دسته مطالعاتی است که بصورت لازم در نظر گرفته نمی‌شود، درحالی‌که اثر آن به‌خصوص از نظر اقتصادی، بسیار زیاد است. در این رابطه مطالعات هزینه-فایده کمتر در نظر گرفته شده است و در مطالعات قابلیت اطمینان اهمیت اقتصادی معمولاً لحاظ نمی‌گردد.</p>	<p>آیا شرکت‌های دانش‌بنیان به منظور توجیه اقتصادی فناوری کافی هستند؟</p> <p>آیا فعالیتهای کارآفرینی دارای کیفیت خوبی هستند؟</p> <p>نرخ ورود کارآفرینان در این حوزه را چگونه برآورد می‌کنید (آیا کارآفرینان جدید وارد سیستم می‌شوند)؟</p> <p>سرمایه‌گذاری خطرپذیر که منجر به توجیه اقتصادی می‌شود، وجود دارد یا خیر؟</p>	کارآفرینی
	<p>وضعیت دانش پایه موجود در نظام در ارتباط با کمیت و کیفیت آن دانش موجود در سیستم بنیادی است یا کاربردی (توانمندی فناورانه کشور در چه سطحی قرار دارد)؟</p> <p>آیا تعداد پروژه‌های پژوهشی و اختراع و مقاله و پتنت به مقدار کافی موجود است؟</p> <p>آیا یک جایگاه بین‌المللی پیشرو، برنامه‌های راه‌اندازی و ارجاعات فراوان به مقاله در نظام وجود دارد؟</p> <p>آیا توسعه دانش صورت گرفته در نظام تقاضا محور است؟</p> <p>آیا فناوری با نیازهای نظام نوآوری هماهنگ و مرتبط است؟</p>	<p>وضعیت دانش پایه موجود در نظام در ارتباط با کمیت و کیفیت آن دانش موجود در سیستم بنیادی است یا کاربردی (توانمندی فناورانه کشور در چه سطحی قرار دارد)؟</p> <p>آیا تعداد پروژه‌های پژوهشی و اختراع و مقاله و پتنت به مقدار کافی موجود است؟</p> <p>آیا یک جایگاه بین‌المللی پیشرو، برنامه‌های راه‌اندازی و ارجاعات فراوان به مقاله در نظام وجود دارد؟</p> <p>آیا توسعه دانش صورت گرفته در نظام تقاضا محور است؟</p> <p>آیا فناوری با نیازهای نظام نوآوری هماهنگ و مرتبط است؟</p>	کارکردهای کلیدی
<p>از بعد منابع مالی حداقل در شروع باید سرمایه‌گذاری بیشتری چه از نظر انجام مطالعات و چه پیش‌فرض‌های لازم (مانند بانک اطلاعاتی قابلیت اطمینان) انجام شود.</p> <p>از نظر مدیریتی، عدم شناخت نسبت به اهمیت قابلیت اطمینان سبب بی‌توجهی نسبت به این موضوع شده است.</p> <p>متخصصان این حوزه تعداد کمی هستند که با توجه به پیشرفت و اهمیت قابلیت اطمینان طبیعی است.</p> <p>مطالعات قابلیت اطمینان وقتی اهمیت پیدا می‌کند که هدف جلب رضایت مشتریان است و از طرفی انتظار مردم از شبکه برق بالا رفته است و اهمیت قابلیت اطمینان بیشتر شده است و بنابراین باید به سیاست‌های جلب رضایت مشتریان توجه شود.</p> <p>شورای پایایی به منظور نهادینه کردن اهمیت قابلیت</p>	<p>آیا منابع مالی کافی برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟</p> <p>- میزان منابع دولتی چقدر است؟ کافی است یا خیر؟</p> <p>- میزان سرمایه خطرپذیر چه قدر است؟ کافی است یا خیر؟</p> <p>- سهولت دسترسی به این منابع را چگونه ارزیابی می‌کنید؟</p> <p>آیا تربیت نیروی انسانی در حوزه‌ی آموزش و پژوهش مرتبط با فناوری به میزان کافی وجود دارد یا خیر؟</p> <p>کیفیت منابع انسانی تربیت‌شده در چه سطحی است؟</p>	توسعه دانش
	<p>آیا همکاری‌های فناورانه بین بازیگران فعال در این زمینه اعم از خرید فناوری، لیسانس، همکاری تحقیق و توسعه و غیره وجود دارد یا خیر؟</p> <p>همایش، کنفرانس و مجله‌ای در مورد این فناوری وجود دارد یا خیر؟</p> <p>آیا نمایشگاه‌های تخصصی برای ارایه دستاوردهای کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟</p>	<p>آیا منابع مالی کافی برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟</p> <p>- میزان منابع دولتی چقدر است؟ کافی است یا خیر؟</p> <p>- میزان سرمایه خطرپذیر چه قدر است؟ کافی است یا خیر؟</p> <p>- سهولت دسترسی به این منابع را چگونه ارزیابی می‌کنید؟</p> <p>آیا تربیت نیروی انسانی در حوزه‌ی آموزش و پژوهش مرتبط با فناوری به میزان کافی وجود دارد یا خیر؟</p> <p>کیفیت منابع انسانی تربیت‌شده در چه سطحی است؟</p> <p>آیا همکاری‌های فناورانه بین بازیگران فعال در این زمینه اعم از خرید فناوری، لیسانس، همکاری تحقیق و توسعه و غیره وجود دارد یا خیر؟</p> <p>همایش، کنفرانس و مجله‌ای در مورد این فناوری وجود دارد یا خیر؟</p> <p>آیا نمایشگاه‌های تخصصی برای ارایه دستاوردهای کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟</p>	تامین و تسهیل منابع
		کارکردهای حمایتی

توضیحات	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	موتور محرک کارآفرینی
<p>اطمینان در صنعت برق تشکیل شد. به دلیل اینکه پشتوانه نداشته، عملکرد خوبی نداشته است. در واقع مصوبات شورای پایایی در صنعت برق لازم‌الاجرا نیست.</p> <p>مهمترین مساله فنی داشتن یک بانک اطلاعات کامل و جامع در زمینه قابلیت اطمینان می‌باشد. بحث دوم مساله آموزش فنی به افراد و انجام مطالعات در این زمینه و راه انداختن فرهنگ است.</p>	<p>آیا یک هدف کاملاً مشخص و مشترک برای نظام وجود دارد؟</p> <p>آیا فعالیت‌های کارآفرینی در این حوزه‌ی فناورانه جهت‌دهی شده است؟</p> <p>آیا منابع مالی و انسانی در جهت توسعه فعالیت‌های است یا خیر؟</p> <p>آیا سیاست‌های دولت در جهت حمایت از فعالیت‌های کارآفرینی هست یا خیر؟</p>	<p>جهت‌دهی به سیستم</p>
<p>تولیدات پراکنده با ضریب نفوذ بالا در سیستم می‌تواند قابلیت اطمینان را تحت تاثیر قرار دهد. تعمیر و نگهداری می‌تواند بسیار موثر باشد. همچنین مسائل مرتبط به شبکه‌های هوشمند بر قابلیت اطمینان تاثیر دارد.</p> <p>از اولویت‌های توسعه پایایی محاسبه و مقایسه هزینه خسارت برق مشترکین است.</p> <p>یکی از الزامات توسعه پایایی، ایجاد نرم افزار بومی در کشور است.</p> <p>مطالعات راهبردی و برنامه‌ریزی در زمینه پایایی در کشور به ندرت انجام شده و انسجام لازم را نداشته است.</p> <p>متاسفانه یک بانک اطلاعاتی جامع و کامل برای مطالعات قابلیت اطمینان در کشور وجود ندارد که نیاز به ایجاد آن به شدت حس می‌شود.</p> <p>لازم است منابع مالی بیشتری برای بخش قابلیت اطمینان در نظر گرفته شود و فعالیت‌های بیشتری در این خصوص انجام شود.</p> <p>در حال حاضر نیروی نسبتاً خوبی در این بخش تربیت شده، و این امکان برای شرکت‌ها و مجموعه وزارت نیرو و صنعت برق وجود دارد که مطالعات قابلیت اطمینان را بتوانند انجام دهند.</p> <p>شرکت‌هایی که قابلیت اطمینان انجام می‌دهند در کشور کم است و شرکت‌های موجود نیز تخصص کافی ندارند. اما در صورتی که توجه به پایایی افزایش یابد و توسعه آن در کشور صورت گیرد، شرکت‌ها ایجاد خواهند شد.</p>	<p>آیا سرمایه‌گذاری در تکنولوژی به عنوان یک تصمیم مشروع پذیرفته شده است؟ (مشروعیت بخشی اتفاق افتاده است یا خیر؟)</p> <p>آیا مقاومت زیادی در جهت تغییر وجود دارد؟ این مقاومت از کجا نشات می‌گیرد؟</p> <p>آیا فعالیت‌های مشروعیت‌بخشی منجر به تخصیص منابع به فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟</p>	<p>مشروعیت بخشی</p>
		<p>کارکردهای حاشیه‌ای</p> <p>شکل‌دهی بازار</p>
	<p>آیا بازار اولیه شکل گرفته است؟ اندازه‌ی آن را چقدر است؟</p> <p>آیا این بازار باعث جهت‌دهی به سیستم برای توسعه‌ی فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟</p> <p>آیا جذابیت بازار باعث ورود کارآفرینان جدید شده است یا خیر؟</p>	

جدول (۲-۷): خلاصه مصاحبه با جناب آقای دکتر کریمی

توضیحات	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	موتور محرک کارآفرینی
	<p>آیا شرکت‌های دانش‌بنیان به منظور توجیه اقتصادی فناوری کافی هستند؟</p> <p>آیا فعالیتهای کارآفرینی دارای کیفیت خوبی هستند؟</p> <p>نرخ ورود کارآفرینان در این حوزه را چگونه برآورد می‌کنید (آیا کارآفرینان جدید وارد سیستم می‌شوند)؟</p> <p>سرمایه‌گذاری خطرپذیر که منجر به توجیه اقتصادی می‌شود، وجود دارد یا خیر؟</p>	کارآفرینی
<p>لازم است شورای پایایی به سمت بحث‌های تدوین خط مشی در این حوزه و سیاست‌گذاری پیش برود و نیازی نیست به فعالیت‌های کارشناسی ورود کند.</p> <p>منابع مالی کشور باید به سمت تولید بیشتر سوق پیدا کند.</p> <p>در زمینه پایایی در کشور خلا نیروی انسانی متخصص وجود دارد و بیشتر مدیران حال حاضر کشور اصلا با موضوع پایایی آشنایی چندانی ندارند.</p> <p>در زمینه پایایی دانش دانشگاه‌ها به اندازه نیاز وجود دارد و افزایش عمق این دانش در دانشگاه نیاز نیست و البته باید بیشتر به سمت صنعتی شدن این دانش پیش رفت.</p>	<p>وضعیت دانش پایه موجود در نظام در ارتباط با کمیت و کیفیت آن چگونه است؟</p> <p>دانش موجود در سیستم بنیادی است یا کاربردی (توانمندی فناورانه کشور در چه سطحی قرار دارد)؟</p> <p>آیا تعداد پروژه‌های پژوهشی و اختراع و مقاله و پتنت به مقدار کافی موجود است؟</p> <p>آیا یک جایگاه بین‌المللی پیشرو، برنامه‌های راه‌اندازی و ارجاعات فراوان به مقاله در نظام وجود دارد؟</p> <p>آیا توسعه دانش صورت گرفته در نظام تقاضا محور است؟</p> <p>آیا فناوری با نیازهای نظام نوآوری هماهنگ و مرتبط است؟</p>	کارکردهای کلیدی
<p>یکی از نیازهای لازم فعلی برای انجام مطالعات پایایی، داشتن مشاور در شرکت‌های برق است.</p> <p>در خصوص دستورالعمل‌ها و استانداردهای موجود در کشور نیازمند این هستیم که این استانداردها سامان‌دهی شوند.</p> <p>وجود منابع تجدیدپذیر در آینده کشور می‌تواند در بحث پایایی چالش بوجود بیاورد و لازم است این موارد دیده شود.</p>	<p>آیا منابع مالی کافی برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟</p> <p>- میزان منابع دولتی چقدر است؟ کافی است یا خیر؟</p> <p>- میزان سرمایه خطرپذیر چه قدر است؟ کافی است یا خیر؟</p> <p>- سهولت دسترسی به این منابع را چگونه ارزیابی می‌کنید؟</p> <p>آیا تربیت نیروی انسانی در حوزه‌ی آموزش و پژوهش مرتبط با فناوری به میزان کافی وجود دارد یا خیر؟</p> <p>کیفیت منابع انسانی تربیت شده در چه سطحی است؟</p>	توسعه دانش تامین و تسهیل منابع
	<p>آیا همکاری‌های فناورانه بین بازیگران فعال در این زمینه اعم از خرید فناوری، لیسانس، همکاری تحقیق و توسعه و غیره وجود دارد یا خیر؟</p> <p>همایش، کنفرانس و مجله‌ای در مورد این فناوری وجود دارد یا خیر؟</p> <p>آیا نمایشگاه‌های تخصصی برای ارایه دستاوردهای کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟</p>	انتشار دانش
		کارکردهای حمایتی

توضیحات	سوالات برای ارزشیابی کارکرد	موتور محرک کارآفرینی
	<p>آیا یک هدف کاملاً مشخص و مشترک برای نظام وجود دارد؟</p> <p>آیا فعالیت‌های کارآفرینی در این حوزه‌ی فناورانه جهت‌دهی شده است؟</p> <p>آیا منابع مالی و انسانی در جهت توسعه فعالیت‌های است یا خیر؟</p> <p>آیا سیاست‌های دولت در جهت حمایت از فعالیت‌های کارآفرینی هست یا خیر؟</p>	<p>جهت‌دهی به سیستم</p>
	<p>آیا سرمایه‌گذاری در تکنولوژی به عنوان یک تصمیم مشروع پذیرفته شده است؟ (مشروعیت بخشی اتفاق افتاده است یا خیر؟)</p> <p>آیا مقاومت زیادی در جهت تغییر وجود دارد؟ این مقاومت از کجا نشات می‌گیرد؟</p> <p>آیا فعالیت‌های مشروعیت‌بخشی منجر به تخصیص منابع به فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟</p>	<p>مشروعیت بخشی</p> <p>کارکردهای حاشیه‌ای</p>
	<p>آیا بازار اولیه شکل گرفته است؟ اندازه‌ی آن را چقدر است؟</p> <p>آیا این بازار باعث جهت‌دهی به سیستم برای توسعه‌ی فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟</p> <p>آیا جذابیت بازار باعث ورود کارآفرینان جدید شده است یا خیر؟</p>	<p>شکل‌دهی بازار</p>

همان‌طور که در نظرات متخصصان فوق‌الذکر مشخص است، چالش‌های فراوانی به منظور توسعه پایایی در شبکه برق در حوزه‌های مختلف توسعه و انتقال دانش، کارآفرینی، جهت‌دهی به سیستم، بسیج منابع و مشروعیت‌بخشی وجود دارد که لازمه توسعه پایایی در شبکه برق نگاه همه‌جانبه به این چالش‌ها و اتخاذ سیاست‌هایی مناسب جهت رفع این چالش‌ها است. در این زمینه چالش‌های فنی نیز در بین نظرات این متخصصان وجود دارد که بصورت جداگانه باید به آنها پرداخته شود.

نکته‌ای که در اینجا حائز اهمیت است، بیان چالش‌هایی از طرف متخصصان است که به صورت کلان در کشور وجود دارد و به اصطلاح در سند توسعه پایایی در شبکه برق از چالش‌های محیطی محسوب می‌شود و در این سند نمی‌توان سیاستی برای رفع آن قرار داد.

در جدول (۸-۲) با توجه به نظرات هر یک از خبرگان، چالش‌های توسعه پایایی در شبکه برق در هر یک از کارکردهای هفت‌گانه نظام نوآوری فناورانه شناسایی و ارائه شده است.

جدول (۲-۸): چالش‌های توسعه پایایی در شبکه برق

چالش‌ها	کارکرد
نبود آموزش‌های تخصصی و دوره‌های ضمن خدمت با توجه به صنعت‌های مختلف	کارکرد توسعه و انتشار دانش
ضعف دانش تخصصی و عمومی در خصوص قابلیت اطمینان	
عدم وجود پایگاه داده جامع و یک سیستم اطلاعاتی هماهنگ و مرتبط در زمینه قابلیت اطمینان	
فقدان قواعد و قوانین منسجم و کارآمد لازم برای حمایت از کارآفرینان و بخش خصوصی	کارکرد کارآفرینی
مشخص نبودن اولویت‌های کشور	کارکرد جهت دهی به سیستم
عملکرد ضعیف شورای پایایی در اجرا	
کم بودن دستورالعمل‌ها در زمینه پایایی در کشور	
عدم وجود متولی به منظور پیگیری و شناسایی مشکلات موجود پایایی و تصمیم‌گیری منسجم برای رفع آنها	
ناپایداری در برنامه‌ها و سیاست‌های توسعه‌ای کشور	
عدم وجود برنامه جامع تحقیقات توسعه‌ای	
در نظر نگرفتن سیاست‌های جلب رضایت مشتریان	
ضعف در تعامل مناسب میان بازیگران این حوزه اعم از دانشگاهیان، متخصصان و صنعتگران	
تعریف نشدن جنبه اقتصادی واقعی برای قابلیت اطمینان	
مشخص نبودن منابع تامین مالی	
عدم وجود نظامی جامع برای تامین منابع مالی	کارکرد بسیج منابع
واقعی نبودن قیمت برق	کارکرد مشروعیت بخشی
عدم وجود تحلیل‌های اقتصادی، اجتماعی و ... در زمینه پایایی	
عدم وجود فرهنگ مناسب استفاده از مطالعات قابلیت اطمینان در مطالعات برنامه‌ریزی شبکه	
عدم وجود فرهنگ مناسب استفاده از مطالعات قابلیت اطمینان در مطالعات بهره‌برداری شبکه	
اهمیت ندادن مدیران به پایایی	

در این نظرات چالش‌های فنی نیز احصا شده است که می‌توان به صورت خلاصه به شرح زیر از آنها نام برد:

- ✓ عدم وجود توازن بین شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع
- ✓ نفوذ تولیدات متغیر (انرژی‌های تجدیدپذیر)
- ✓ قابلیت اطمینان سیستم‌های حفاظتی
- ✓ تعریف نشدن جنبه اقتصادی واقعی برای قابلیت اطمینان
- ✓ امنیت سایبری با استفاده گسترده از تجهیزات الکترونیکی
- ✓ تجدید ساختار شبکه برق و مسائل مربوطه
- ✓ ...

۲-۲- سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های پایایی در شبکه برق

پس از شناسایی چالش‌های توسعه پایایی در شبکه برق، در جدول (۲-۹) سیاست‌ها و اقدامات رفع هر یک از این چالش‌ها بر اساس مصاحبه با خبرگانی که چالش‌های توسعه پایایی با مصاحبه با آن‌ها احصا شده بود و همچنین ادبیات سیاست‌گذاری، ارائه شده است.

با توجه به اینکه برخی از چالش‌های موجود در زمینه توسعه پایایی در شبکه برق، چالش‌های فنی و برخی از چالش‌ها مدیریتی است، لذا برای چالش‌های فنی در قسمت اقدامات فاز پنجم پروژه‌هایی فنی پیشنهاد می‌گردد که به تفکیک در آن قسمت قابل مشاهده است. همچنین در ادامه چالش‌های ذکر شده برای متخصصین و کارشناسان صنعت و دانشگاه ارسال شده تا اولویت بین چالش‌های مختلف احصا شود. نتایج این نظرسنجی در جدول (۲-۱۰) ارائه شده است.

جدول (۲-۹): سیاست‌ها و اقدامات رفع هر یک از چالش‌ها

سیاست و اقدامات	چالش‌ها
<ul style="list-style-type: none"> - کمک به ایجاد و تقویت جایگاه تشکل‌های علمی، صنفی و غیردولتی حامی توسعه پایایی در شبکه برق - حمایت از برگزاری نشست‌های تخصصی ملی در حوزه پایایی - ایجاد شبکه‌های تخصصی از بازیگران مختلف 	<ul style="list-style-type: none"> ضعف در تعامل مناسب میان بازیگران این حوزه اعم از دانشگاهیان، متخصصان و صنعتگران
<ul style="list-style-type: none"> - تعریف پروژه‌های ملی مورد حمایت دولت در راستای نیازمندی‌های کشور - حمایت از انجام پروژه‌های دانشگاهی و پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری در زمینه‌های مرتبط با پایایی و تربیت نیروهای متخصص در این حوزه در دانشگاه‌ها - حمایت از افزایش تعداد نیروی انسانی متخصص و کارآمد حوزه پایایی 	<ul style="list-style-type: none"> ضعف دانش تخصصی و عمومی در خصوص قابلیت اطمینان
<ul style="list-style-type: none"> - تدوین و تشکیل پایگاه اطلاعاتی جامع در زمینه پایایی در شبکه برق - تدوین دستورالعمل الزام شرکت‌های توانیر، مدیریت شبکه برق ایران، شرکت‌های مدیریت تولید، برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع جهت مشارکت در تشکیل بانک اطلاعات جامع و سیستم اطلاعاتی هماهنگ و مرتبط در زمینه قابلیت اطمینان 	<ul style="list-style-type: none"> عدم وجود پایگاه داده جامع و یک سیستم اطلاعاتی هماهنگ و مرتبط در زمینه قابلیت اطمینان
<ul style="list-style-type: none"> - ایجاد سازوکارهای مختلف انگیزشی - حمایتی از شرکت‌های فعال در زمینه پایایی 	<ul style="list-style-type: none"> فقدان قواعد و قوانین منسجم و کارآمد لازم برای حمایت از کارآفرینان و بخش خصوصی
<ul style="list-style-type: none"> - حمایت از برگزاری دوره‌های ضمن خدمت 	<ul style="list-style-type: none"> نبود آموزش‌های تخصصی و دوره‌های ضمن خدمت با توجه به صنعت‌های مختلف

سیاست و اقدامات	چالش‌ها
- تقویت شورای پایایی در شبکه برق و افزایش قدرت تصمیم‌گیری این شورا و ایجاد ساز و کار مناسب اجرایی شدن مصوبات شورا - تعیین الگوی عملکردی پایایی در شبکه برق ایران و ایجاد ساختارهای مناسب در شرکت‌های برق مطابق با این الگو	عدم وجود متولی به منظور پیگیری و شناسایی مشکلات موجود پایایی و تصمیم‌گیری منسجم برای رفع آنها
	عملکرد ضعیف شورای پایایی در اجرا
- استمرار مطالعات راهبردی مورد نیاز در خصوص پایایی در شبکه برق	عدم وجود تحلیل‌های اقتصادی، اجتماعی در زمینه پایایی
	مشخص نبودن اولویت‌های کشور
	ناپایداری در برنامه‌ها و سیاست‌های توسعه‌ای کشور
	عدم وجود برنامه جامع تحقیقات توسعه‌ای
- تدوین قوانین، مقررات و دستورالعمل‌های مورد نیاز برای حمایت از توسعه پایایی در شبکه برق	در نظر نگرفتن سیاست‌های جلب رضایت مشتریان
	کم‌بودن دستورالعمل‌ها در زمینه پایایی در کشور
	عدم وجود فرهنگ مناسب استفاده از مطالعات قابلیت اطمینان در مطالعات بهره‌برداری و برنامه‌ریزی شبکه
	اهمیت ندادن مدیران به پایایی
- تدوین مکانیزم تأمین منابع مالی پایدار برای توسعه با اولویت بهره‌گیری از ظرفیت‌های مالی سایر ارگان‌های دولتی مرتبط (صندوق‌های توسعه فناوری و بودجه‌های تحقیق و توسعه)	مشخص نبودن منابع تأمین مالی
	عدم وجود نظامی جامع برای تأمین مالی
- محاسبه ارزش واقعی خاموشی برق جهت انجام مطالعات پایایی بر مبنای مطالعات اقتصادی	تعریف نشدن جنبه اقتصادی واقعی برای قابلیت اطمینان
- اجرای بازار برق واقعی در کشور و فروش برق بر اساس قیمت واقعی به مشترکین - بازنگری در اعمال یارانه به کالاهای اساسی و اعمال سیاست‌های صحیح تعیین کالاهایی که به آنها یارانه تعلق گیرد	واقعی نبودن قیمت برق

جدول (۲-۱۰): نتایج نظرسنجی اولویت‌بندی چالش‌های مختلف پایایی در کشور از متخصصین

عدم وجود پایگاه داده جامع و یک سیستم اطلاعاتی هماهنگ و مرتبط در زمینه قابلیت اطمینان واقعی نبودن قیمت برق عملکرد شورای پایایی در اجرا تعریف نشدن جنبه اقتصادی واقعی برای قابلیت اطمینان مشخص نبودن اولویت‌های کشور کم‌بودن دستورالعمل‌های مدیریتی در کشور در زمینه پایایی ناپایداری در برنامه‌ها و سیاست‌های توسعه‌ای کشور در نظر نگرفتن سیاست‌های جلب رضایت مشتریان	اولویت بالا
عدم وجود متولی به منظور پیگیری و شناسایی مشکلات موجود پایایی و تصمیم‌گیری منسجم برای رفع آنها مشخص نبودن منابع تأمین مالی عدم وجود فرهنگ مناسب استفاده از مطالعات قابلیت اطمینان در مطالعات بهره‌برداری شبکه	اولویت متوسط

<p>عدم وجود فرهنگ مناسب استفاده از مطالعات قابلیت اطمینان در مطالعات برنامه‌ریزی شبکه عدم وجود تحلیل‌های اقتصادی، اجتماعی و ... در زمینه پایایی عدم وجود نظامی جامع برای تامین منابع مالی عدم وجود برنامه جامع تحقیقات توسعه‌ای نبود آموزش‌های تخصصی و دوره‌های ضمن خدمت با توجه به صنعت‌های مختلف ضعف دانش تخصصی و عمومی در خصوص قابلیت اطمینان</p>	
<p>قابلیت اطمینان سیستم‌های حفاظتی اهمیت‌ندادن مدیران به پایایی ضعف در تعامل مناسب میان بازیگران این حوزه اعم از دانشگاهیان، متخصصان و صنعتگران تجدیدساختار شبکه برق و مسائل مربوطه مسائل مرتبط با تنظیم قابلیت اطمینان امنیت سایبری با استفاده گسترده از تجهیزات الکترونیکی نفوذ تولیدات متغیر (انرژی‌های تجدیدپذیر) فقدان قواعد و قوانین منسجم و کارآمد لازم برای حمایت از کارآفرینان و بخش خصوصی</p>	اولویت پایین

برخی از موارد چالش‌های مطرح‌شده مسائل کلی کشور بوده و در چارچوب این پروژه و نقشه‌راه قرار نمی‌گیرند و شامل

موضوعات دیگر موجود در کشور نیز خواهند بود. اما برای موارد دیگر به همراه موارد فنی، در مرحله پنجم و ششم پروژه

چاره‌ای اندیشیده خواهد شد.

نتیجه‌گیری

به‌منظور تدوین سیاست‌های کلان موردنیاز در سند توسعه پایایی در شبکه برق، در این گزارش با استفاده از مفهوم نظام نوآوری توسعه فناوری، به شناسایی چالش‌های پیش روی مسیر توسعه پایایی تحت شمول سند راهبردی توسعه پایایی در شبکه برق و ارائه سیاست‌ها و اقدامات مناسب برای هریک از آن‌ها پرداخته شد. لذا طی مصاحبه‌هایی با خبرگان این حوزه، چالش‌های مربوط به هر یک از ابعاد ساختاری نظام نوآوری فناوری در هر یک از کارکردهای نظام نوآوری فناورانه شامل توسعه و انتشار دانش، فعالیت‌های کارآفرینی، شکل‌دهی به بازار، بسیج منابع، مشروعیت‌بخشی و جهت‌دهی به سیستم شناسایی شد و پس از بررسی به ارائه سیاست‌ها و اقدامات مناسب برای رفع هریک از این چالش‌ها پرداخته شد. همچنین با نظرسنجی از متخصصین این حوزه برای آنها اولویت تعیین گردید.

مراجع

[۱] روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور ۱۳۹۱.

- [2] Smits, R., Kuhlmann, S., 2002. Strengthening Interfaces in Innovation Systems: Rationale, Concepts and (New) Instruments. Report prepared on behalf of the EC STRATA Workshop 'New challenges and new responses for S&T policies in Europe', session 4: New instruments for the implementation of S&T policy, Brussels.
- [3] Freeman, C., Perez, C., 1988a. Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour.
- [4] Geels, F.W., 2002. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research policy* 31, 1257-1274.
- [5] Weber, K.M., 2003. Transforming large socio-technical systems towards sustainability: on the role of users and future visions for the uptake of city logistics and combined heat and power generation. *Innovation: the European Journal of Social Science Research* 16, 155-175.
- [6] Rotmans, J., Kemp, R., van Asselt, M., 2001. More evolution than revolution: transition management in public policy. *Foresight* 3, 15-31.
- [7] Smith, A., Stirling, A., Berkhout, F., 2005. The governance of sustainable socio-technical transitions. *Res. Pol.* 34, 1491-1510.
- [8] Carlsson, B., Stankiewicz, R., 1991. On the nature, function and composition of technological systems. *J. Evolutionary Econ.* 1, 93-118.
- [9] Rothwell, R., Zegveld, W., 1985. *Reindustrialization and technology*. ME Sharpe.
- [10] Smith, A., 2007. Translating sustainabilities between green niches and socio-technical regimes. *Technology Analysis & Strategic Management* 19, 427-450.
- [11] Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M., Rickne, A., 2002. Innovation systems: analytical and methodological issues. *Res. Pol.* 31, 233-245.
- [12] Bergek, A., Hekkert, M., Jacobsson, S., 2008a. Functions in innovation systems: A framework for analysing energy system dynamics and identifying goals for system-building activities by entrepreneurs and policy makers. *Innovation for a low carbon economy: economic, institutional and management approaches*, 79.

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۶.....	مقدمه
۸.....	فصل اول: معرفی محورهای مطالعاتی پایایی.....
۸.....	۱-۱- دسته‌بندی سازمان‌ها و مراکز تحقیقاتی فعال در حوزه پایایی شبکه‌های قدرت
۱۰.....	۲-۱- بررسی فعالیتهای صورت گرفته در زمینه مطالعات پایایی در دیگر کشورها
۱۱.....	۳-۱- دسته‌بندی ارائه شده برای محورهای مطالعاتی پایایی.....
۱۲.....	۱-۳-۱- محور اول: ارزیابی قابلیت اطمینان
۱۳.....	۲-۳-۱- محور دوم: بهبود قابلیت اطمینان
۱۴.....	۳-۳-۱- محور سوم: سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان
۱۶.....	فصل دوم: مقایسه فعالیتهای انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان
۱۶.....	۱-۲- بررسی فعالیتهای صورت گرفته در محور ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت.....
۲۰.....	۲-۲- زیرمحورهای ارزیابی قابلیت اطمینان
۲۲.....	۱-۲-۲- زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه.....
۲۸.....	۲-۲-۲- زیرمحور روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان
۳۴.....	۳-۲-۲- زیرمحور منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو
۴۳.....	۴-۲-۲- زیرمحور شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو
۴۹.....	۵-۲-۲- زیرمحور مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان
۵۷.....	۶-۲-۲- زیرمحور مطالعات قابلیت اطمینان در افق برنامه‌ریزی و بهره‌برداری
۶۳.....	۷-۲-۲- زیرمحور کفایت منابع سوخت
۶۵.....	۸-۲-۲- زیرمحور اطلاعات قابلیت اطمینان
۷۳.....	۹-۲-۲- زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی
۸۱.....	۳-۲- نتیجه‌گیری
۸۴.....	فصل سوم: مقایسه فعالیتهای انجام‌شده در محور بهبود قابلیت اطمینان.....
۸۴.....	۱-۳- بررسی فعالیتهای صورت گرفته در محور بهبود قابلیت اطمینان سیستم های قدرت
۸۷.....	۲-۳- زیرمحورهای بهبود قابلیت اطمینان.....
۸۹.....	۳-۳- زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیتهای تعمیر و نگهداری.....
۹۷.....	۴-۳- زیرمحور سیستم‌های کنترلی نظارتی SCADA و سیستم‌های اتوماسیون

۱۰۴.....	۳-۵- زیر محور مدیریت سمت تقاضا.....
۱۱۶.....	۳-۶- زیرمحور نصب تجهیزات مانیتورینگ و حفاظتی
۱۲۱.....	۳-۷- زیرمحور آموزش
۱۲۳.....	۳-۸- زیرمحور برنامه‌های اضطراری.....
۱۲۵.....	۳-۹- نتیجه‌گیری
۱۲۸.....	فصل چهارم: مقایسه فعالیت‌های انجام‌شده در محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری
۱۲۸.....	۴-۱- بررسی فعالیتهای صورت گرفته در محور مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان.....
۱۳۰.....	۴-۲- زیرمحورهای مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان
۱۳۱.....	۴-۳- زیرمحور مدیریت و تنظیم قابلیت اطمینان
۱۶۵.....	۴-۴- زیرمحور استانداردهای قابلیت اطمینان.....
۱۷۶.....	۴-۵- زیرمحور سیاست‌های حفاظت از محیط زیست
۱۷۸.....	۴-۶- نتیجه‌گیری
۱۸۰.....	نتیجه‌گیری
۱۸۷.....	مراجع

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۲	شکل ۱-۱: محورهای مطالعاتی پیشنهادی
۱۳	شکل ۲-۱: موضوعات مطرح شده در محور اول
۱۴	شکل ۳-۱: جمع بندی محور دوم
۱۵	شکل ۴-۱: خلاصه محور سوم
۱۸	شکل ۱-۲: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان
۱۸	شکل ۲-۲: روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده برای مقالات
۱۹	شکل ۳-۲: روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده برای پایان‌نامه‌ها
۱۹	شکل ۴-۲: دسته‌بندی مقالات، پروژه‌ها و پایان‌نامه‌های انجام شده در زمینه تولید و انتقال-توزیع
۲۰	شکل ۵-۲: تعداد فعالیت‌های انجام شده هر زیر محور
۲۱	شکل ۶-۲: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه تولید
۲۱	شکل ۷-۲: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه انتقال-توزیع
۲۳	شکل ۸-۲: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه
۲۳	شکل ۹-۲: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه
۲۸	شکل ۱۰-۲: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان
۲۹	شکل ۱۱-۲: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان
۳۴	شکل ۱۲-۲: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو
۳۵	شکل ۱۳-۲: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو
۴۴	شکل ۱۴-۲: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو
۴۴	شکل ۱۵-۲: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو
۵۰	شکل ۱۶-۲: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان
۵۱	شکل ۱۷-۲: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان
۵۸	شکل ۱۸-۲: درصد فعالیت‌ها در مطالعات قابلیت اطمینان در افق برنامه‌ریزی و بهره‌برداری
۵۸	شکل ۱۹-۲: روند زمانی فعالیت‌ها در زیرمحور مطالعات قابلیت اطمینان در افق برنامه‌ریزی و بهره‌برداری
۶۶	شکل ۲۰-۲: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور اطلاعات قابلیت اطمینان
۶۶	شکل ۲۱-۲: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور اطلاعات قابلیت اطمینان
۷۴	شکل ۲۲-۲: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی

- شکل ۲-۲۳: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی
- شکل ۲-۲۴: روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان
- شکل ۲-۲۵: وضعیت قابلیت اطمینان کشور در هر یک از زیرمحورهای ارزیابی قابلیت اطمینان
- شکل ۳-۱: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان
- شکل ۳-۲: روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده برای مقالات
- شکل ۳-۳: روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده برای پایان‌نامه‌ها
- شکل ۳-۴: دسته‌بندی مقالات، پروژه‌ها و پایان‌نامه‌های انجام شده در زمینه تولید و انتقال-توزیع
- شکل ۳-۵: تعداد فعالیت‌های انجام شده هر زیر محور
- شکل ۳-۶: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه تولید
- شکل ۳-۷: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه انتقال-توزیع
- شکل ۳-۸: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری
- شکل ۳-۹: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری
- شکل ۳-۱۰: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور سیستم‌های SCADA و اتوماسیون
- شکل ۳-۱۱: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور سیستم‌های SCADA و اتوماسیون
- شکل ۳-۱۲: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور مدیریت سمت تقاضا
- شکل ۳-۱۳: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور مدیریت سمت تقاضا
- شکل ۳-۱۴: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور نصب تجهیزات مانیتورینگ و حفاظتی
- شکل ۳-۱۵: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور نصب تجهیزات مانیتورینگ و حفاظتی
- شکل ۳-۱۶: روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور بهبود قابلیت اطمینان
- شکل ۳-۱۷: وضعیت قابلیت اطمینان کشور در هر یک از زیرمحورهای بهبود قابلیت اطمینان
- شکل ۴-۱: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌ها در زمینه مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان
- شکل ۴-۲: حجم مقالات و پایان‌نامه‌های ارائه شده در زمینه مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان شبکه قدرت
- شکل ۴-۳: وضعیت رگولاتوری قابلیت اطمینان ایالت‌های آمریکا
- جدول ۴-۲: نمونه‌ای از استانداردها در مقوله برنامه ریزی طراحی برای المان‌های خط و پست شبکه
- شکل ۴-۴: میانگین استاندارد SAIDI برای مشترکین برحسب دقیقه
- شکل ۴-۵: میانگین استاندارد SAIFI برای مشترکین
- شکل ۴-۶: وضعیت قابلیت اطمینان کشور در هر یک از زیرمحورهای مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان

فهرست جداول

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
جدول ۱-۱: سازمان‌های فعال در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت.....	۹
جدول ۲-۱: سازمان‌ها و مراکز تحقیقاتی فعال در زمینه شبکه‌های قدرت.....	۹
جدول ۳-۱: شرکت‌های تولیدکننده فعال در این حوزه.....	۱۰
جدول ۴-۱: سازمان‌های فعال در حوزه انرژی هسته‌ای.....	۱۰
جدول ۵-۱: شرکت‌های مشاور و خصوصی فعال.....	۱۰
جدول ۱-۳: دوره‌های آموزشی برگزار شده و دوره‌های آموزشی برنامه‌ریزی شده مرتبط با قابلیت اطمینان.....	۱۲۲
جدول ۱-۴- وضعیت رگولاتوری و شاخص‌های قابلیت اطمینان مورد استفاده در ایالات مختلف.....	۱۳۸

مقدمه

در عصر کنونی وابستگی مشترکان به انرژی الکتریکی بسیار بالاست. انرژی الکتریکی جز یکی از زیرساخت‌های حیاتی جوامع محسوب می‌شود و حتی سایر زیرساخت‌های حیاتی مانند بهداشت و درمان، حمل و نقل، مخابرات و شبکه آب رسانی نیز به انرژی الکتریکی وابسته هستند و قطعی برق می‌تواند بر عملکرد مناسب آنها تاثیر نامطلوب بگذارد [۱].

در سال‌های اخیر شرکت‌های فعال در حوزه صنعت برق و تولیدکنندگان تجهیزات شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی انجام داده‌اند تا بتوانند بطور اقتصادی و با کیفیت مطلوب میزان مصرف مورد نیاز را تامین نمایند. سطح مطلوب و مناسب سرویس‌دهی شبکه‌های برق به وسیله سطح کیفیت و قابلیت اطمینان انرژی الکتریکی که در اختیار مصرف‌کنندگان قرار گرفته می‌شود، اندازه‌گیری می‌گردد [۱-۵].

قابلیت اطمینان یکی از موارد مهم در برنامه‌ریزی، طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت می‌باشد. تعریف‌های بسیاری برای بیان قابلیت اطمینان ارائه شده است که یکی از این تعریف‌ها مقبولیت و پذیرش بیشتری یافته است:

"قابلیت اطمینان یک سیستم عبارت است از احتمال عملکرد رضایت بخش آن سیستم تحت شرایط کار مشخص برای مدت زمان معین"

مفهوم قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت تقریباً تمامی توانایی سیستم در جهت برآورده نمودن نیازهای مصرف‌کنندگان را شامل می‌گردد. وجود حجم بالای سرمایه‌گذاری در صنعت برق چه از نظر سخت افزاری و تجهیزات فیزیکی و چه از نظر نرم‌افزاری و نیروی انسانی شاغل، ایجاب می‌نماید که به مقوله قابلیت اطمینان بعنوان یک صنعت پایه‌ای و زیرساختی توجه خاصی شود. صنعت برق از آنجا که بر رشد و توسعه سایر صنایع موثر است، از اهمیت بسزایی برخوردار بوده و از این رو هر گونه افزایش یا کاهش قابلیت اطمینان در این صنعت بطور مستقیم و غیرمستقیم بر روی کارکرد سایر صنایع می‌تواند تاثیرگذار باشد [۴-۶].

لذا با توجه به موارد فوق، قابلیت اطمینان در صنعت برق از جنبه‌های مختلفی حائز اهمیت است. از سوی دیگر با آغاز موج تجدید ساختار و آزادسازی دسترسی به شبکه برق، اهمیت موارد یاد شده ابعاد وسیع‌تری یافته و انجام آن نیز تمهیدات

پیچیده‌تری به خود گرفته است که بررسی آن و ارائه راهکارهای متناسب، عرصه جدیدی را برای پژوهش و بررسی در صنعت برق ایجاد کرده است. در این راستا مطالعات قابلیت اطمینان نقشی اساسی در طرح‌های آینده ایفا خواهد نمود [۷-۱۰].

با توجه به اهمیت و جایگاه مطالعات پایایی شبکه‌های قدرت، بررسی نظام‌مند فعالیت‌های صورت گرفته در این حوزه، شناخت کاستی‌ها و نواقص موجود و ارائه راهکارهایی جهت رفع آنها از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. به همین دلیل در این گزارش فعالیت‌ها و پروژه‌های انجام شده در ایران در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی در هر یک از محورها و زیرمحورهای مطالعات پایایی مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. همچنین مشخص نمودن وضعیت ایران نسبت به دیگر کشورها در هر یک از محورها و زیرمحورهای پایایی و تعیین فعالیت‌هایی مناسب جهت ارتقاء سطح پایایی کشور از دیگر اهداف این گزارش می باشد.

بدین منظور در فصل اول این گزارش ابتدا فعالیت‌های انجام شده در زمینه مطالعات پایایی در کشورهای دیگر مورد توجه قرار گرفته و در ادامه محورها و زیرمحورهای مطالعاتی پایایی پیشنهادی (ارائه شده در مرحله دوم پروژه "شناخت اطلاعات و نرم‌افزارهای مورد نیاز برای الگوی مناسب کارکردی پایایی در شبکه برق ایران" با عنوان "پیشنهاد محورها مطالعاتی پایایی و بررسی مطالعات پایایی در ایران") به طور خلاصه معرفی شده است. در فصل بعدی ابتدا به بررسی فعالیت‌ها و پروژه‌های انجام شده در ایران در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت (به عنوان محور اول) و تمامی زیرمحورهای مربوطه پرداخته شده است. با شناخت نواقص و کاستی‌های موجود، جایگاه ایران در هر یک از این حوزه‌ها تعیین شده و فعالیت‌هایی جهت بهبود سطح قابلیت اطمینان سیستم قدرت در هر یک از زیرمحورها پیشنهاد شده است.

در فصول سوم و چهارم نیز مشابه فصل اول، به بررسی فعالیت‌ها و پروژه‌های انجام شده در ایران در زمینه بهبود قابلیت اطمینان (به عنوان محور دوم) و سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت (به عنوان محور سوم) پرداخته شده است و تمامی زیرمحورهای مربوطه مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین مشابه فصل اول نواقص و کاستی‌های موجود در هر یک از این حوزه‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهایی نیز پیشنهاد گردیده است. در فصل بعدی نیز نتیجه‌گیری گزارش آورده شده است.

فصل اول: معرفی محورهای مطالعاتی پایایی

مقدمه

در این فصل به طور خلاصه به مرور مرحله دوم پروژه "شناخت اطلاعات و نرم‌افزارهای مورد نیاز برای الگوی مناسب کارکردی پایایی در شبکه برق ایران" با عنوان "پیشنهاد محورهای مطالعاتی پایایی" پرداخته شده است. بدین منظور ابتدا سازمان‌های تحقیقاتی فعال در حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی بر اساس نوع فعالیت دسته‌بندی شده و فعالیت‌های صورت گرفته در این مراکز معرفی می‌گردد. در ادامه دسته‌بندی‌های ارائه شده در این پروژه برای هر یک از محورهای مطالعاتی پایایی آورده شده است.

۱-۱- دسته‌بندی سازمان‌ها و مراکز تحقیقاتی فعال در حوزه پایایی شبکه‌های قدرت

بر اساس تحقیقات انجام شده، این سازمان‌ها و مراکز را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- سازمان‌هایی که تنها در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت مشغول فعالیت می‌باشند. لیست این مراکز در جدول ۱-۱ آورده شده است.
- سازمان‌ها و مراکز تحقیقاتی فعال در زمینه شبکه‌های قدرت. این سازمان‌ها و مراکز در تمامی بخش‌ها و زمینه‌های تحقیقاتی سیستم‌های قدرت مشغول فعالیت هستند و قابلیت اطمینان به عنوان یکی از این حوزه‌های مهم تحقیقاتی در این مراکز مورد توجه قرار گرفته است. لیست این سازمان‌ها در جدول ۱-۲ آورده شده است.
- شرکت‌های تولیدکننده فعال در این حوزه مطابق جدول ۱-۳.
- سازمان‌های فعال در حوزه انرژی هسته‌ای مطابق جدول ۱-۴.
- شرکت‌های مشاور و خصوصی فعال مطابق جدول ۱-۵.

جدول ۱-۱: سازمان‌های فعال در زمینه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت

NERC	North American Electric Reliability Council
FRCC	Florida Reliability Coordinating Council
MRO	Midwest Reliability Organization
NPCC	Northwest Power Coordinating Council
RFC	Reliability First Corporation
SERC	South eastern Electric Reliability Council
TRE	Texas Reliability Entity
NYSRC	New York State reliability Council
ERCOT	Electric Reliability Council of Texas
ECAR	East Central Area Reliability Coordination

جدول ۲-۱: سازمان‌ها و مراکز تحقیقاتی فعال در زمینه شبکه‌های قدرت

ACC	Arizona Corporation Commission
ATC	American Transmission Company
EEI	Edison Electric Institute
EIA	Energy Information Administration
FERC	Federal Energy Regulatory Commission
MISO	Midwest ISO
SPP	South west Power Pool
PSC	Public service Commission
EPRI	Electric Power Research Institute
CPUC	California Public Utilities Commission
DOE	U.S. Department of Energy
KEMA	KEMA Consulting Company
NYISO	New York Independent System Operator
APPA	American Public Power Association
AESO	Alberta Electric System Operator
APSC	Arizona Public service Company
CEC	California Energy Commission
CEA	Canadian Electricity Association
AEMC	Australian Energy Market Commission
HECO	Hawaiian Electric Company
CRS	Congressional Research service
CAISO	California ISO
NPC	Nevada Power Company
Hydro One	
KEPCO	Korea Electric Power Corporation
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
CIGRE	Conseil International des Grands Réseaux Electriques

جدول ۳-۱۱: شرکت‌های تولیدکننده فعال در این حوزه

ABB	SEIMENS	SKF	EDISON	COOPER
-----	---------	-----	--------	--------

جدول ۴-۱۱: سازمان‌های فعال در حوزه انرژی هسته‌ای

IAEA	International Atomic Energy Agency
NEI	Nuclear Energy Institute
NUMRC	Nuclear Utility Management and Resources Council
ANNC	American Nuclear Energy Council
INPO	Institute of Nuclear Power Operation

جدول ۵-۱۱: شرکت‌های مشاور و خصوصی فعال

BPA	Bonneville Power Administration
NC	Navigant Consulting
PG&E	Pacific Gas & Electric Company
PSE	Puget Sound Energy
RG&E	Rochester Gas & Electric
SCE&G	South California Electric & Gas Company
FPL	Florida Power & Light Company
GPC	Gulf Power Company
TECO	Tampa Electric Company

۲-۱- بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه مطالعات پایایی در دیگر کشورها

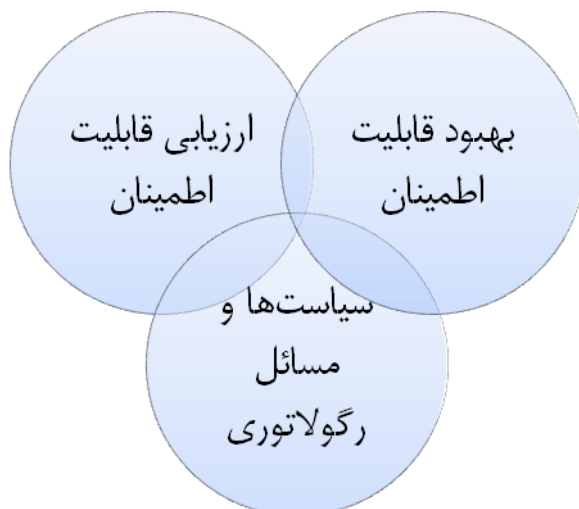
بر اساس مطالعات انجام شده، تحقیقات صورت گرفته در این زمینه را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- معرفی مفاهیم قابلیت اطمینان
- ارائه روش‌ها و مدل‌های ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی
- مدل‌سازی قابلیت اطمینان تجهیزات، مطالعات پیری و تعیین عمر، تعیین نرخ خرابی تجهیزات
- شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو، خودروهای برقی، ذخیره‌سازها، تجهیزات اندازه‌گیری هوشمند
- برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا و پاسخ‌گویی بار
- منابع تولید پراکنده و انرژی‌های تجدیدپذیر
- مطالعات ریسک و بررسی انواع عدم قطعیت‌های موجود، روش‌های کاهش ریسک، بیمه قابلیت اطمینان
- تعیین ارزش بار از دست رفته، محاسبه هزینه‌های خاموشی و تعیین تابع مربوطه

- برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان محور در سطوح مختلف شبکه قدرت
- مسائل مرتبط با بهره‌برداری قابلیت اطمینان محور در سطوح مختلف، تعیین رزرو گردان بهینه
- کفایت منابع سوخت، ارتباط متقابل شبکه سوخت رسانی با شبکه قدرت
- بررسی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی و تجدید ساختار یافته
- قابلیت اطمینان نیروگاه‌های هسته‌ای
- مدیریت دارایی در شبکه‌های قدرت، برنامه‌های تعمیر و نگهداری قابلیت اطمینان محور، پیش‌گیرانه و ...
- اطلاعات قابلیت اطمینان، آنالیز، دسته‌بندی خطاها
- پایش قابلیت اطمینان شبکه، سیستم‌های اتوماسیون، سیستم‌های نظارتی، مدیریت اتفاقات
- تاثیر سیستم‌های حفاظتی و مکان‌یابی آن
- بسترهای مخابراتی
- آموزش نیروی کار
- مدیریت، تعیین مدل‌های عملکردی، توسعه استانداردهای قابلیت اطمینان
- برنامه‌های اضطراری و مقابله با طوفان و تغییر شرایط اقلیمی
- تاثیر سیاست‌های حفاظت از محیط زیست بر قابلیت اطمینان

۳-۱- دسته‌بندی ارائه شده برای محورهای مطالعاتی پایایی

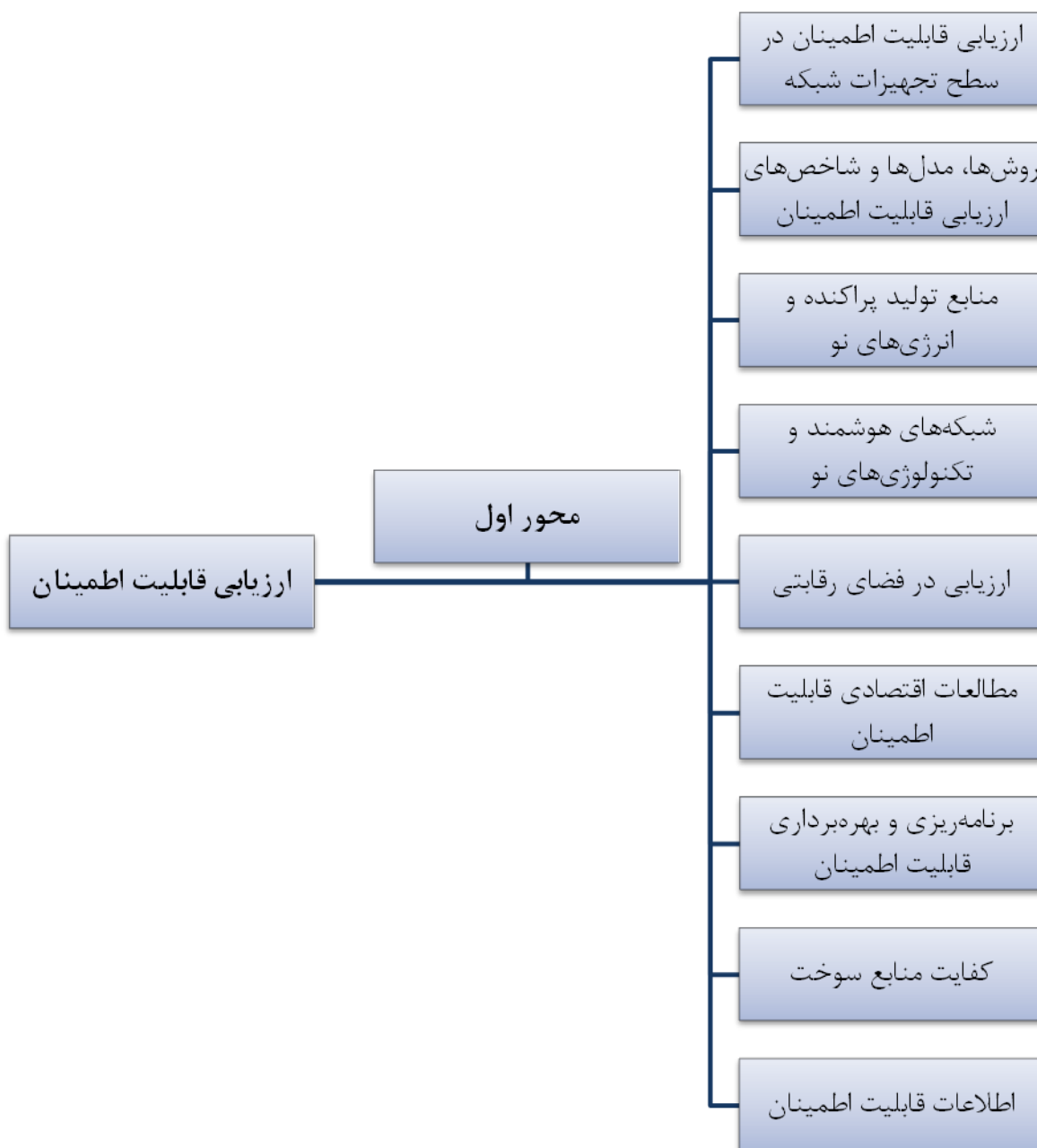
در مرحله دوم پروژه، ابتدا فعالیت‌های صورت گرفته در سازمان‌های معتبر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و بر اساس این فعالیت‌ها محورهای مطالعاتی پایایی به صورت شکل ۱-۱ استخراج گردید. البته باید توجه نمود که با توجه به بررسی موضوعات مطرح شده در این حوزه، امکان دسته‌بندی محورهای مطالعاتی به صورت کاملاً مستقل و جدا از هم وجود ندارد و ارائه محورهای مطالعاتی پیشنهادی صرفاً جهت نظام‌مند نمودن مطالعات صورت گرفته در این حوزه بوده است. در ادامه به معرفی هر یک از این محورها و دسته‌بندی زیرمحورهای آنها پرداخته شده است.



شکل ۱-۱: محورهای مطالعاتی پیشنهادی

۱-۳-۱- محور اول: ارزیابی قابلیت اطمینان

از کار افتادن تجهیزات و سیستم‌های قدرت موجب وقوع اختلال در سطوح مختلفی می‌شود و می‌تواند حتی به عنوان تهدیدی شدید برای جامعه و محیط‌زیست تلقی شود. از این رو مصرف‌کنندگان و به طور کلی مردم جامعه انتظار دارند که انرژی الکتریکی، اطمینان‌بخش و ایمن باشد. بنابراین به عنوان یک پرسش اساسی چنین مطرح است که قابلیت اطمینان این سیستم در طول عمر کاری آینده‌اش چه میزانی است؟ این پرسشی است که بخش‌هایی از آن را می‌توان با ارزیابی و کمیت‌سنجی قابلیت اطمینان پاسخ گفت. ارزیابی کمی و کیفی قابلیت اطمینان در تمامی سطوح تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۱۱-۱۵]. در شکل زیر موضوعات بررسی شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان نشان داده شده است.

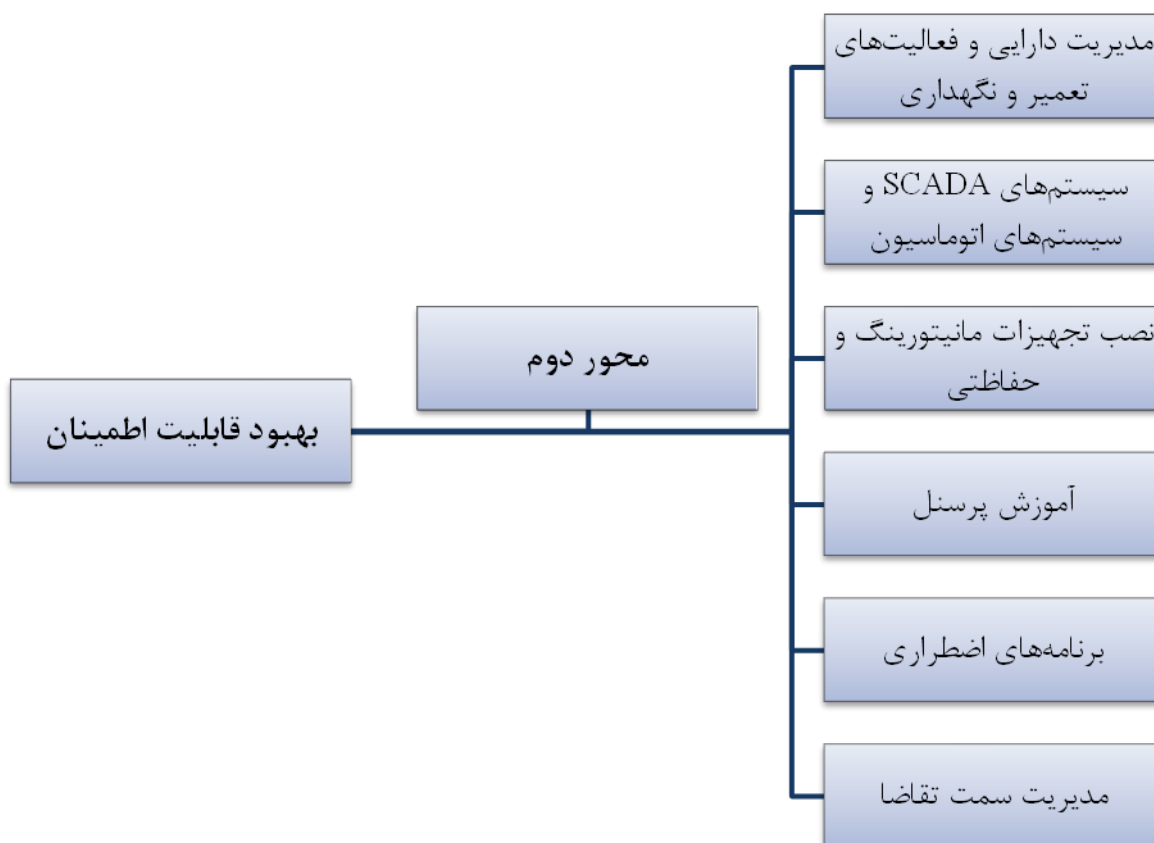


شکل ۱-۲: موضوعات مطرح شده در محور اول

۲-۳-۱ - محور دوم: بهبود قابلیت اطمینان

وابستگی شدید کارهای مختلف به انرژی الکتریکی تا حدی است که با قطع برق خسارت بسیار زیادی به مردم تحمیل می‌گردد. همین اتکا به انرژی الکتریکی سطح توقع مردم را در کیفیت انرژی الکتریکی دریافتی بالا برده است؛ بطوریکه با بروز حوادث منجر به قطع انرژی الکتریکی و یا عدم کیفیت مناسب برق دریافتی، اعتراض شدید آنها را در پی دارد. این عوامل

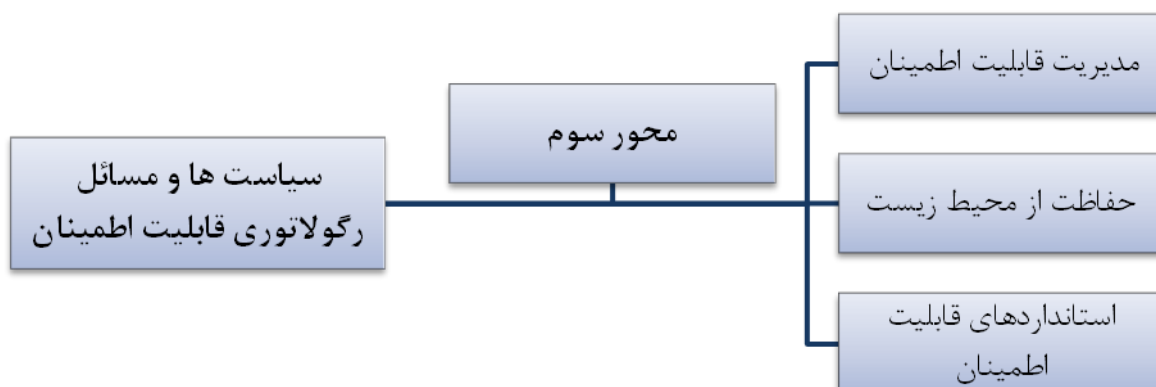
همراه با بسیاری از عوامل دیگر باعث گشته است که شرکت‌های برق درصدد افزایش قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت باشند. از این رو بهبود قابلیت اطمینان شبکه به عنوان یکی از محورهای اصلی مطالعات پایایی در نظر گرفته شده است [۱۶-۲۰]. در شکل زیر زمینه‌های تحقیقاتی مطرح شده در محور بهبود قابلیت اطمینان آورده شده است.



شکل ۱-۳: جمع بندی محور دوم

۳-۳-۱- محور سوم: سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان

این محور به بررسی تاثیر سیاست‌های مختلف بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت و مسائل قانون‌گذاری و مدیریتی مرتبط با این موضوع می‌پردازد. بررسی استانداردهای مختلف موجود در حوزه قابلیت اطمینان شبکه قدرت و معرفی روش‌های مختلف تنظیم پایایی از مهمترین اهداف این محور است. موضوعات تحقیقاتی مطرح شده در این زمینه در شکل زیر آورده شده است.



شکل ۱-۴: خلاصه محور سوم

فصل دوم: تحلیل شکاف در محور ارزیابی قابلیت اطمینان

مقدمه

در این فصل محور ارزیابی قابلیت اطمینان در حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی مورد توجه قرار گرفته است. بدین منظور ابتدا به فعالیت‌هایی که نشان‌دهنده وضع مطلوب در این زمینه هستند، پرداخته شده و در ادامه فعالیت‌ها، پروژه‌ها، مقالات و پایان‌نامه‌های انجام شده در این زمینه در داخل کشور مورد نقد و بررسی قرار خواهد گرفت و وضعیت ایران در این حوزه مشخص خواهد شد. با بررسی دقیق‌تر این موضوع و تفکیک فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در فصل قبل و دسته‌بندی آنها، نقاط ضعف و قوت مطالعات انجام شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان مشخص شده و می‌توان به رفع کاستی‌ها و نواقص اقدام نمود. نیازمندی‌ها و زیرساخت‌های لازم جهت ارتقاء سطح پایایی در هر یک از زیرمحورها، فواید و مزایای قابل دستیابی در صورت رفع نقاط ضعف و نقش سازمان‌ها و نهادهای مسئول در این زمینه نیز بررسی خواهد شد.

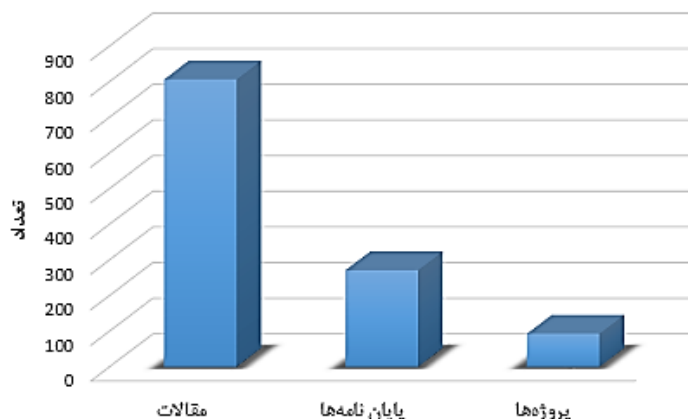
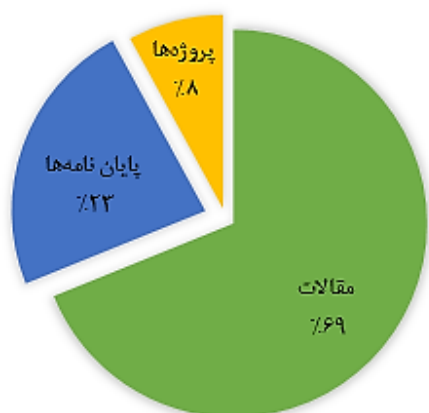
۱-۲- بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در محور ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت

از مهمترین بخش‌های ساختار مطالعات قابلیت اطمینان در سیستم‌های قدرت، قسمت انجام محاسبات، تجزیه و تحلیل عملکرد شبکه و المان‌های مختلف آن در شرایط کاری متفاوت می‌باشد [۲-۵]. بر اساس مطالعات انجام شده، مهمترین فعالیت‌ها در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به صورت زیر دسته بندی نمود:

- برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان
- قابلیت اطمینان شبکه انتقال
- ارزیابی، مدل‌سازی و اطلاعات

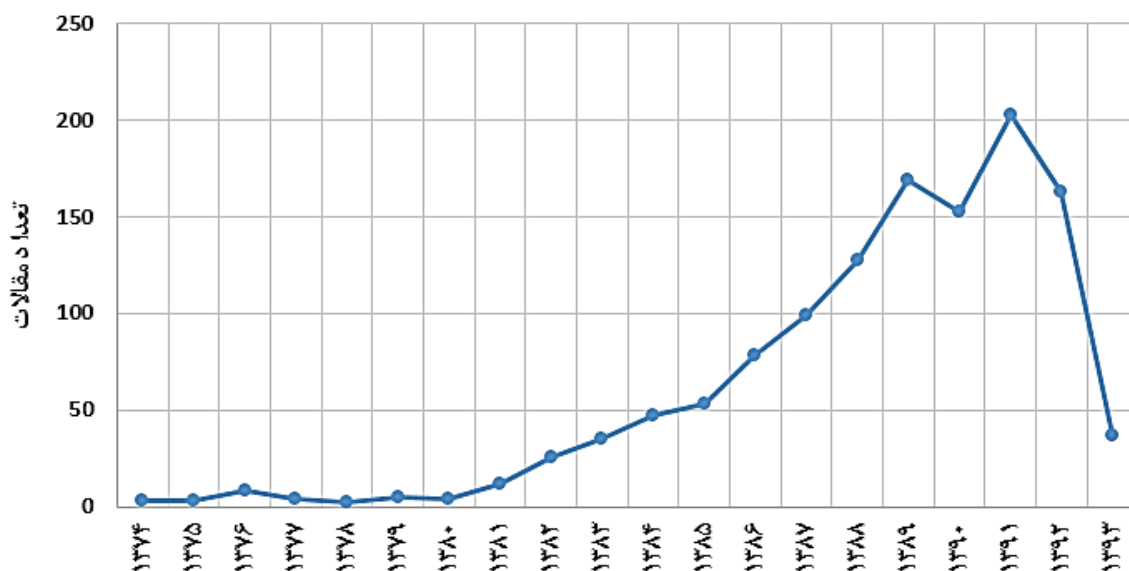
- ارزیابی کفایت تولید
- سوخت واحدهای تولیدی
- مطالعه بر روی عمر و پیری تجهیزات
- مطالعات ریسک
- حفاظت و کنترل سیستم
- تکنولوژی‌های نو
- مسائل بهره‌برداری
- انرژی‌های تجدیدپذیر
- بازار برق
- مانیتورینگ و نظارت بر شبکه
- شبکه هوشمند
- وابستگی به گاز طبیعی
- امنیت در فضای سایبری
- دسترس‌پذیری نیروگاه‌های هسته‌ای
- تجزیه و تحلیل اتفاقات
- توسعه و بهره‌برداری شبکه انتقال

در این قسمت فعالیت‌های انجام شده در ایران شامل تمامی مقالات، پایان‌نامه‌ها، پروژه‌های تحقیقاتی و اجرایی در قالب محور ارزیابی قابلیت اطمینان دسته‌بندی شده است. در شکل ۱-۲ حجم مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در مراکز تحقیقاتی و اجرایی فعال در حوزه صنعت برق ایران در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان نشان داده شده است.

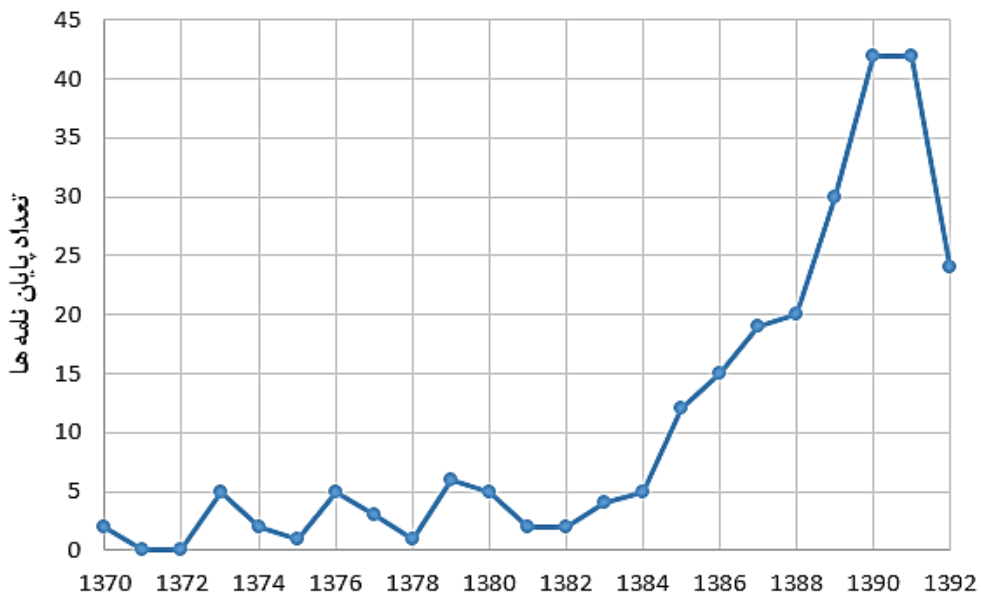


شکل ۱-۲: تعداد و درصد مقالات، پایان نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان

همانطوری که در شکل بالا مشاهده می‌شود، در این زمینه فعالیت‌های تحقیقاتی بسیاری صورت گرفته است. همچنین روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده به تفکیک برای مقالات و پایان نامه‌ها به ترتیب در شکل‌های ۲-۲ و ۳-۲ نشان داده شده است. به دلیل در دسترس نبودن زمان اتمام تعدادی از پروژه‌ها، روند زمانی پروژه‌های انجام شده در این محور تحقیقاتی رسم نشده است.



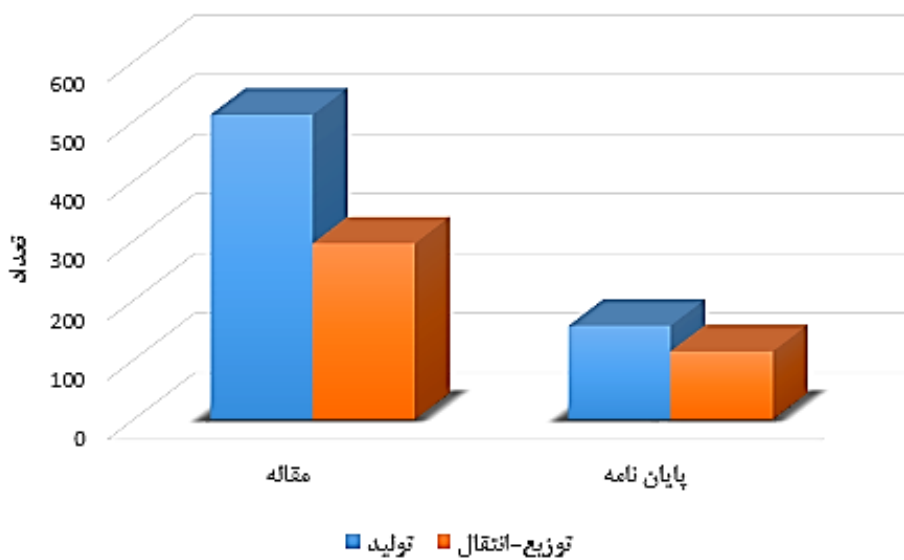
شکل ۲-۲: روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده برای مقالات



شکل ۲-۳: روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده برای پایان‌نامه‌ها

همانطوری که در شکل‌های بالا نیز نشان داده شده است، فعالیت‌های زیادی در این حوزه، در سال‌های اخیر انجام شده و دارای روند رو به رشدی بوده است.

همچنین می‌توان مقالات، پروژه‌ها و پایان‌نامه‌های انجام شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان را به دو دسته تولید، و انتقال-توزیع تقسیم‌بندی نمود. در شکل ۲-۴ این دسته‌بندی نشان داده شده است.

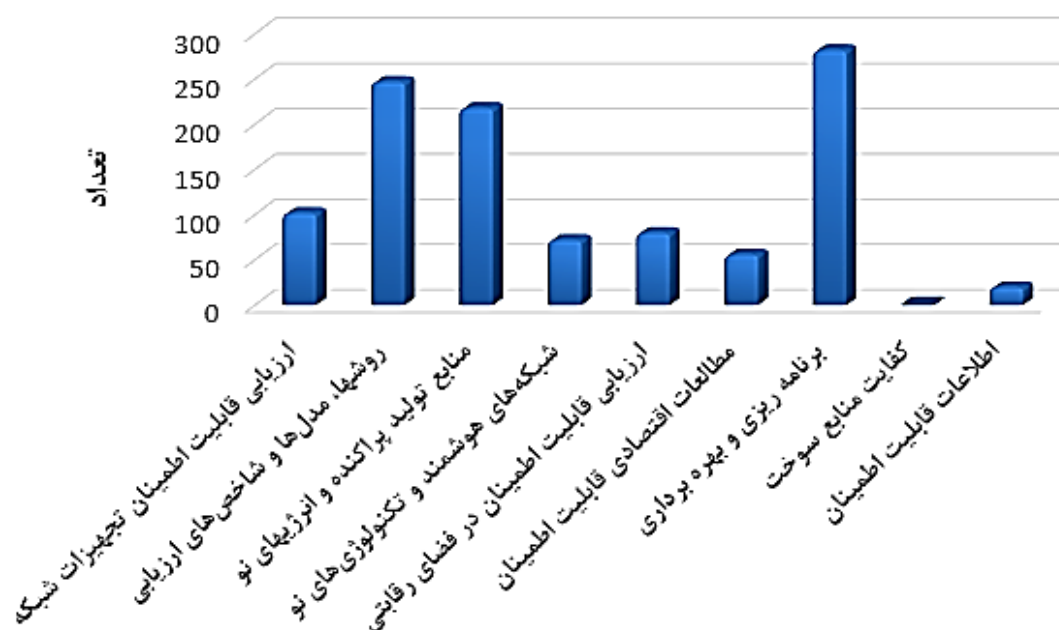


شکل ۲-۴: دسته‌بندی مقالات، پروژه‌ها و پایان‌نامه‌های انجام شده در زمینه تولید و انتقال-توزیع

همانطوری که در شکل بالا نشان داده شده است، فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده در حوزه شبکه‌های تولید بیشتر از فعالیت‌های انجام شده در حوزه شبکه‌های توزیع و انتقال الکتریکی است. با توجه به گستردگی شبکه‌های توزیع و انتقال و همچنین حجم بیشتر سرمایه‌ها و دارایی‌های موجود، توجه بیشتر به این حوزه‌ها از اهمیت بالایی برخوردار بوده و یکی از ضرورت‌های تحقیقات آتی بشمار می‌رود.

۲-۲- زیرمحوهای ارزیابی قابلیت اطمینان

می‌توان فعالیت‌های انجام شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی را در قالب زیرمحوهای معرفی شده در فصل قبل تفکیک نموده و جایگاه ایران در هر یک از این حوزه‌ها را بررسی نمود. بدین منظور در شکل ۲-۵ فعالیت‌های انجام شده در هر زیر محور نشان داده شده است.

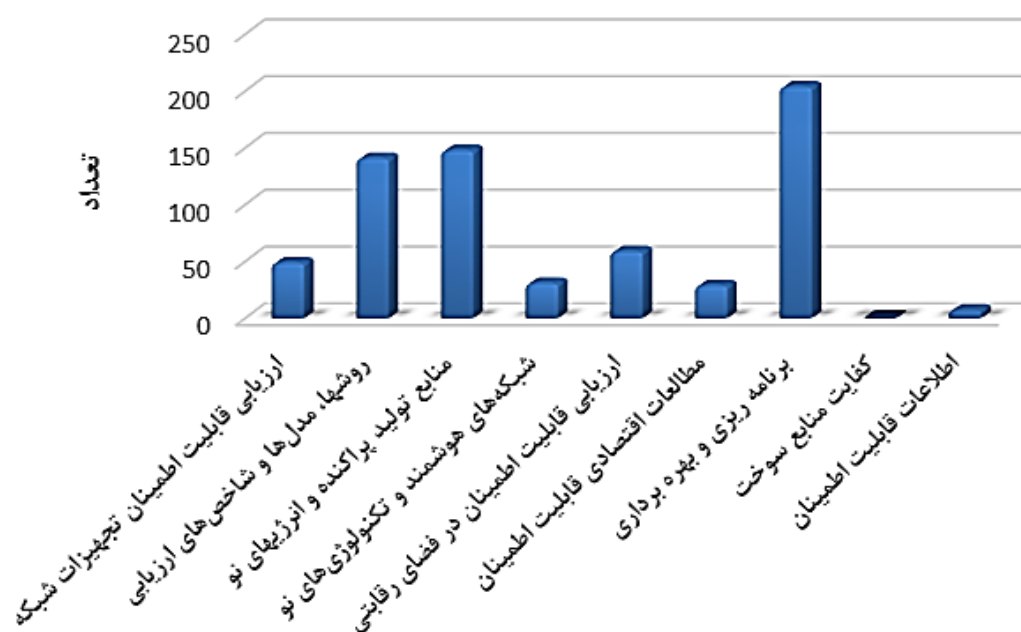


شکل ۲-۵: تعداد فعالیت‌های انجام شده در هر زیر محور

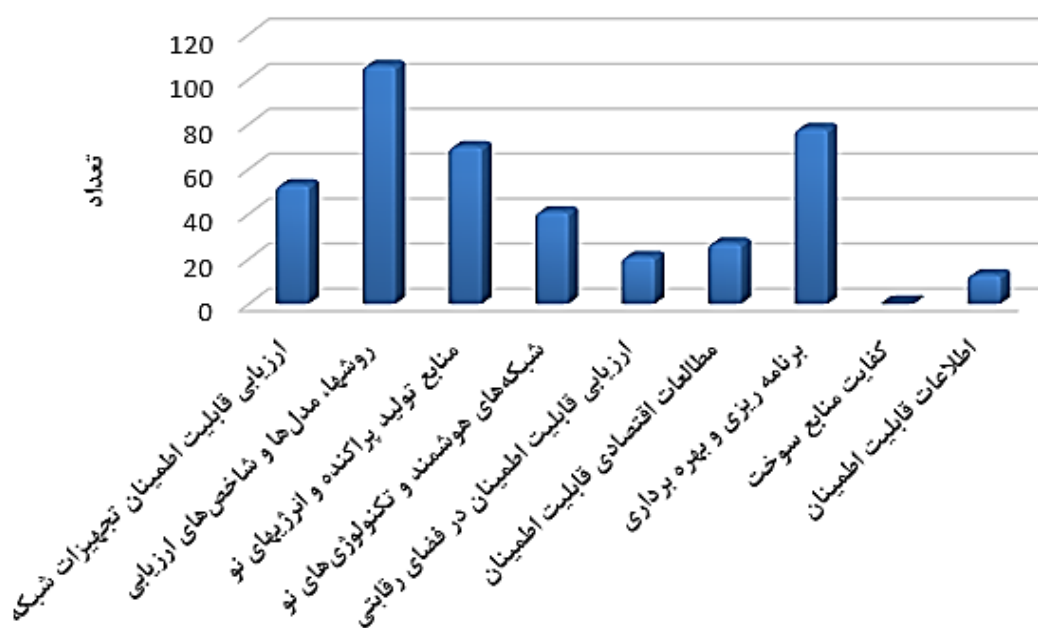
با توجه به این شکل بیشترین تعداد مقالات ارائه شده به ترتیب مربوط به زیرمحو برنامه‌ریزی و بهره‌برداری، زیرمحو روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های ارزیابی قابلیت اطمینان و زیرمحو منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو می‌باشد. در ادامه زیرمحوهای ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات، ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی، شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو، مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان و اطلاعات قابلیت اطمینان دارای تعداد بیشترین مقاله چاپ شده و پایان-

نامه می‌باشند. همچنین تاکنون فعالیتی در زیرمحور کفایت منابع سوخت انتشار نیافته است، که با توجه به بحران سوخت‌های فسیلی و روند رو به کاهش آنها، یکی از مهمترین کاستی‌های موجود در این حوزه می‌باشد.

همچنین می‌توان فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده را نیز به دو دسته تولید و انتقال-توزیع تقسیم کرد که این موضوع در شکل‌های ۲-۶ و ۲-۷ نشان داده شده است.



شکل ۲-۶: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه تولید



شکل ۲-۷: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه انتقال-توزیع

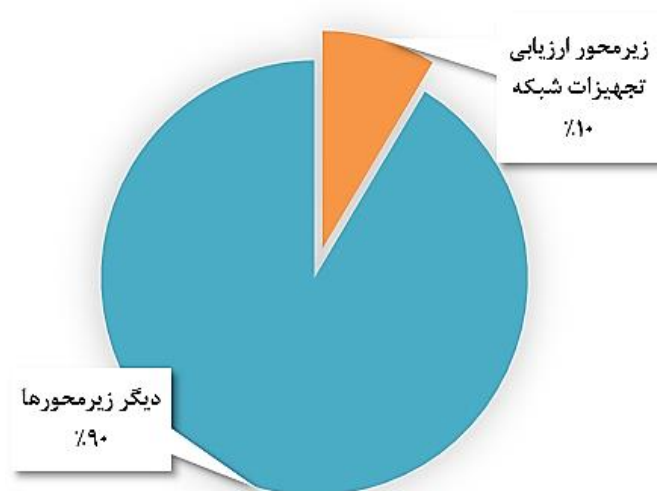
با توجه به نمودارهای بالا مشاهده می‌شود که در هر دو حوزه انتقال-توزیع و تولید توجه بیشتر به زیرمحور اطلاعات قابلیت اطمینان، مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان یکی از ضرورت‌های تحقیقات آتی می‌باشد.

جهت تعیین جایگاه ایران در هر یک از زیرمحورهای ارزیابی قابلیت اطمینان بهتر است که فعالیت‌های انجام شده در هر زیرمحور مورد نقد و بررسی قرار گیرد. بدین منظور در ادامه فعالیت‌های انجام شده در هر زیرمحور به تفکیک مورد مطالعه قرار گرفته است.

۱-۲-۲- زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه

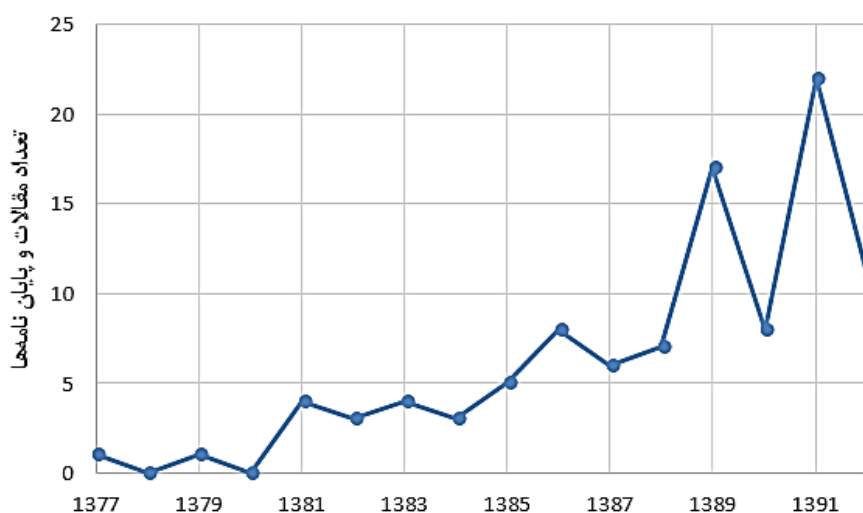
در این قسمت زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه مورد بررسی قرار گرفته است. انجام ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه یکی از مهمترین فعالیت‌هایی است که جهت ارزیابی قابلیت اطمینان و امنیت شبکه قدرت، لازم و ضروری است.

انجام مطالعات پیری و تعیین عمر تجهیزات موجود در شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی مانند ژنراتورها، بویلرها، خطوط انتقال، فیدرهای شبکه توزیع، ترانسفورماتورهای موجود و غیره، نحوه مدل‌سازی این المان‌ها در محاسبات قابلیت اطمینان، استفاده از مدل‌های مارکوف و شبکه‌های بی‌زی بدین منظور، ارائه روش‌ها و مدل‌های ارزیابی، محاسبات نرخ خرابی و مدت زمان تعمیر هر تجهیز ناشی از خطاهای احتمالی در شرایط آب و هوایی مختلف و رتبه بندی تجهیزات از نظر میزان مشارکت هر تجهیز در کاهش و یا افزایش قابلیت اطمینان شبکه از مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی موجود در این زیرمحور می‌باشد. البته مطالعات پست‌های شبکه و تجهیزات آنها نیز در این زیرمحور در نظر گرفته شده است. در شکل ۲-۸ درصد فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نسبت به کل فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان نشان داده شده است. در شکل ۲-۹ نیز روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور آورده شده است.



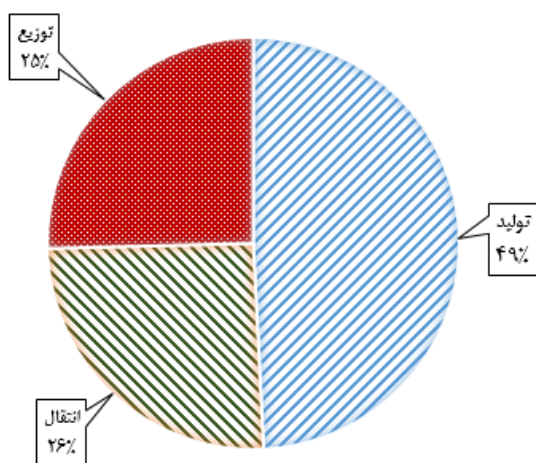
شکل ۲-۸: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه

این زیرمحور یکی از زیرمحورهای پایه در حوزه پایایی می‌باشد و به عنوان مرحله اول جهت انجام اکثر فعالیت‌ها در حوزه پایایی شناخته می‌شود. البته در شکل ۲-۸ تنها فعالیت‌هایی که صرفاً به انجام قابلیت اطمینان در حوزه تجهیزات پرداخته‌اند، مورد توجه قرار گرفته است.

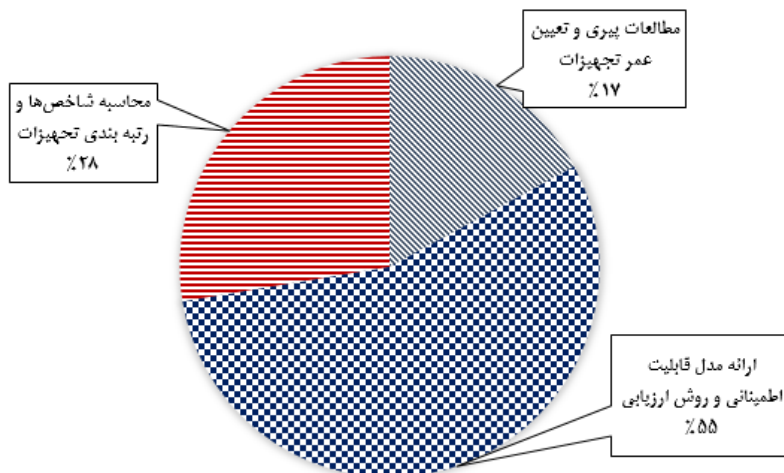


شکل ۲-۹: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه

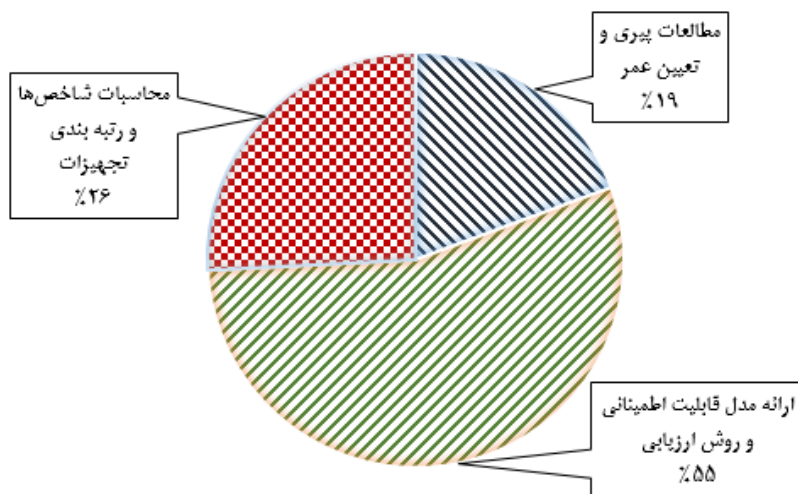
همانطوری که در این نمودارها مشاهده می‌شود، این زیرمحور از نظر فعالیت‌های تحقیقاتی روند رو به رشدی داشته است و عمده تحقیقات در این زمینه در سال‌های اخیر انجام شده است. همچنین در شکل‌های ۲-۱۰ الی ۲-۱۴ درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور در زمینه‌های تحقیقاتی مربوطه به تفکیک حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع نشان داده شده است.



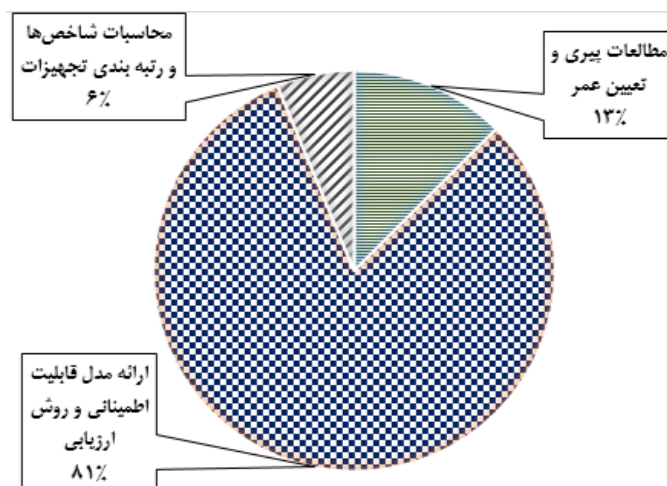
شکل ۱-۲: درصد فعالیت‌های انجام شده در حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع



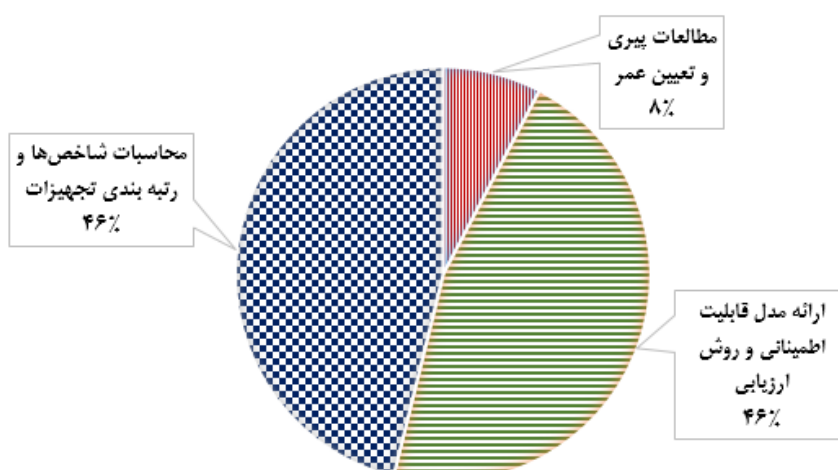
شکل ۱-۲: درصد کل پایان نامه‌ها و مقالات در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۲-۱۲: درصد پایان نامه‌ها و مقالات در حوزه تولید در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۲-۱۳: درصد پایان‌نامه‌ها و مقالات در حوزه انتقال در هر زمینه تحقیقاتی



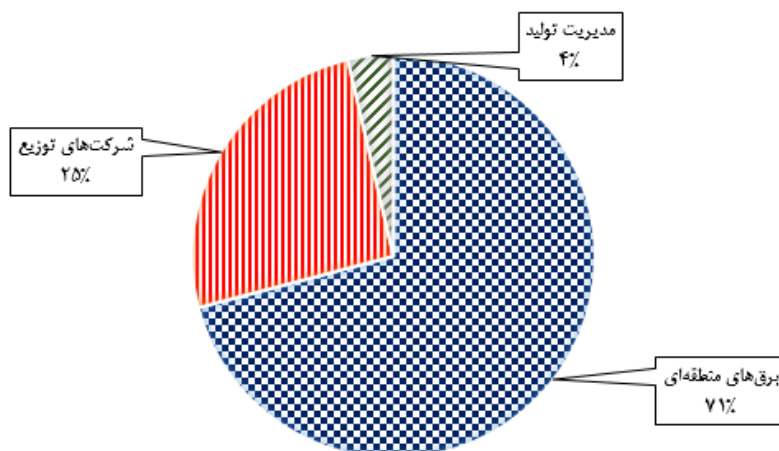
شکل ۲-۱۴: درصد پایان‌نامه‌ها و مقالات در حوزه توزیع در هر زمینه تحقیقاتی

همان‌طوری که در شکل ۲-۱۰ نیز قابل مشاهده است، عمده فعالیت‌های تحقیقاتی صورت گرفته در این زیرمحور در حوزه تولید بوده است و در بخش‌های توزیع و انتقال فعالیت‌های کمتری در این زیرمحور انجام شده است. البته با توجه به اینکه حجم عظیمی از سرمایه‌ها و تجهیزات شبکه‌های قدرت در بخش توزیع و انتقال قرار دارند و وقوع خرابی در این تجهیزات تعداد زیادی از مصرف‌کنندگان را تحت تاثیر قرار می‌دهد، انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور برای تجهیزات موجود در این شبکه‌ها از اهمیت فراوانی برخوردار است و نیازمند توجه بیش از پیش می‌باشد.

همچنین همان‌طوری که در شکل ۲-۱۱ نیز قابل مشاهده است، زمینه تحقیقاتی مربوط به ارائه مدل قابلیت اطمینانی و روش ارزیابی دارای بالاترین میزان فعالیت در این زیرمحور می‌باشد. همچنین در رتبه دوم زمینه تحقیقاتی محاسبه شاخص‌های قابلیت اطمینانی مربوط به تجهیزات و رتبه‌بندی آنها قرار دارد. در نهایت نیز زمینه تحقیقاتی مطالعات پیری و

تعیین عمر تجهیزات شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع کمترین درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحمور را به خود اختصاص داده است. به دلیل اهمیت زمینه تحقیقاتی انجام مطالعات پیری و تعیین عمر تجهیزات شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع و نقش آن در قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت، انجام فعالیت‌های تحقیقاتی بیشتر در این حوزه یکی از نیازمندی‌های فعالیت‌های آتی می‌باشد. در شکل ۲-۱۲ نیز درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحمور در حوزه شبکه تولید در هر زمینه تحقیقاتی نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که در این شکل نیز مشابه شکل ۲-۱۱ بیشترین فعالیت‌های انجام شده به زمینه تحقیقاتی ارائه مدل قابلیت اطمینانی و روش ارزیابی و کمترین میزان فعالیت به زمینه تحقیقاتی مطالعات پیری و تعیین عمر تجهیزات اختصاص دارد. در شکل ۲-۱۳ نیز بیشترین فعالیت‌های انجام شده در حوزه انتقال به زمینه تحقیقاتی ارائه مدل قابلیت اطمینانی و روش ارزیابی و کمترین میزان فعالیت به زمینه تحقیقاتی محاسبه شاخص‌های قابلیت اطمینانی مربوط به تجهیزات و رتبه‌بندی آنها اختصاص دارد. نسبت به شکل ۲-۱۲، درصد فعالیت‌های انجام شده در حوزه انتقال دارای پراکندگی بیشتری در زمینه‌های تحقیقاتی یاد شده می‌باشد. در حوزه توزیع نیز مطابق شکل ۲-۱۴، عمده فعالیت‌ها به دو زمینه تحقیقاتی ارائه مدل قابلیت اطمینانی و روش ارزیابی و محاسبه شاخص‌های قابلیت اطمینانی مربوط به تجهیزات و رتبه‌بندی آنها اختصاص دارد. در این حوزه نیز زمینه تحقیقاتی مطالعات پیری و تعیین عمر تجهیزات دارای کمترین درصد فعالیت‌های صورت گرفته می‌باشد که با توجه به نقش پیری و عمر تجهیزات در قابلیت اطمینان شبکه، به عنوان یکی از فعالیت‌های آتی، انجام فعالیت‌های بیشتر در این حوزه پیشنهاد می‌گردد.

در شکل‌های بالا عمدتاً فعالیت‌هایی که صرفاً جنبه تحقیقاتی دارند مد نظر قرار گرفته است. در شکل ۲-۱۵ درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحمور در قالب پروژه‌های اجرایی در شرکت‌های برق منطقه‌ای، توزیع و مدیریت تولید نشان داده شده است. در شکل ۲-۱۵ پروژه‌هایی که انجام آنالیز قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه به منظور پیش‌برد اهداف پروژه مربوطه لازم و ضروری بوده است نیز در محاسبات در نظر گرفته شده است. برای مثال انجام فعالیت در زمینه محاسبه قابلیت اطمینان شبکه توزیع ابتدا نیازمند استخراج شاخص‌های قابلیت اطمینانی تجهیزات آن شبکه می‌باشد که به عنوان ورودی در مرحله دوم استفاده خواهد شد. همچنین همان‌طوری که در شکل ۲-۱۵ مشاهده می‌شود، شرکت‌های برق منطقه‌ای دارای بیشترین فعالیت در این حوزه می‌باشند و کمترین میزان مشارکت نیز متوجه شرکت‌های مدیریت تولید می‌باشد. البته یکی از دلایل اندک بودن فعالیت‌های انجام شده در شرکت‌های توزیع نبود اطلاعات دقیق و مورد نیاز از تجهیزات مربوطه می‌باشد.



شکل ۲-۱۵: درصد پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای، شرکت‌های توزیع و مدیریت تولید

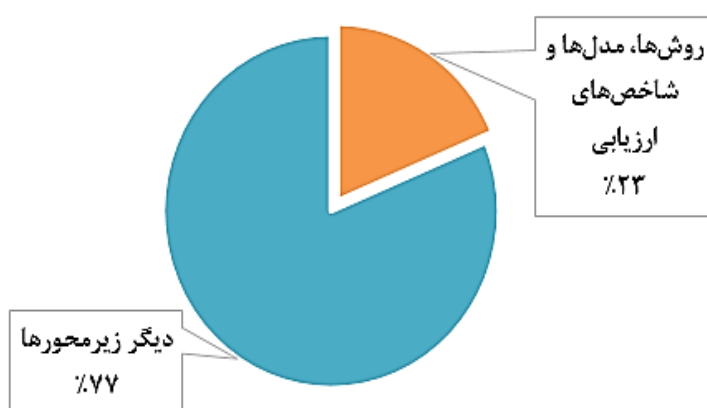
متأسفانه در کشور ما، فعالیت‌های صورت گرفته در این حوزه به طور منسجم و در دوره‌های زمانی منظمی انجام نشده است. وجود تجهیزات با برندهای مختلف، عدم ثبت اطلاعات خرابی به طور منظم و عدم ثبت اطلاعات وضعیت فعلی تجهیزات در برخی از بخش‌ها از مهمترین نقاط ضعف موجود در این حوزه می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه عمده دارایی‌های موجود در صنعت برق در حوزه سیستم‌های توزیع قرار دارد و اکثر خرابی‌های منجر به خاموشی مصرف‌کنندگان نیز در این حوزه رخ می‌دهد، باید بر تجهیزات موجود در این حوزه توجه بیشتری داشت. از مشکلات موجود در این حوزه می‌توان به گستردگی شبکه و پراکندگی اطلاعات اشاره کرد. وجود اطلاعات مکانی و توصیفی شبکه‌های توزیع برق در نرم‌افزارهای GIS از سطح فشار متوسط تا مشترکین از یک سو و ارتباط این نرم‌افزار با سایر بانک‌های اطلاعاتی موجود در شرکت‌های توزیع دیگر، می‌تواند بستری مناسب جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان فراهم نماید.

تهیه استانداردهای لازم جهت جلوگیری از ورود تجهیزات با کیفیت پایین، ایجاد بانک‌های اطلاعاتی منسجم در تمامی بخش‌های شبکه توزیع کشور، ثبت اتفاقات و اطلاعات یکسان در تمامی شرکت‌های توزیع از این تجهیزات و گزارش‌دهی منظم شرکت‌ها و مهم‌تر از همه تعیین یک سازمان و نهاد مسئول جهت نظارت بر این موارد از مهمترین و ضروری‌ترین فعالیت‌هایی است که می‌توان جهت ارتقاء قابلیت اطمینان در این زیرمجموعه انجام داد. البته با توجه به اینکه تجدید ساختار در صنعت برق ایران به طور کامل انجام نشده است و مالکیت عمده تجهیزات موجود در صنعت برق نیز به صورت دولتی است، شرکت‌های بهره‌بردار این تجهیزات، انگیزه لازم را برای ارتقاء سطح کیفیت تجهیزات و تکنولوژی‌های مورد استفاده را ندارند. در صورت خصوصی‌سازی کامل این شرکت‌ها و واگذاری مالکیت این تجهیزات به شرکت‌های بهره‌بردار آنها، واقعی شدن

قیمت برق، ایجاد فضای رقابتی و یا ایجاد طرح‌های تشویقی و اعمال جریمه برای عملکرد هر شرکت می‌توان کیفیت تجهیزات و قابلیت اطمینان برق ارائه شده توسط آنها را کنترل نمود.

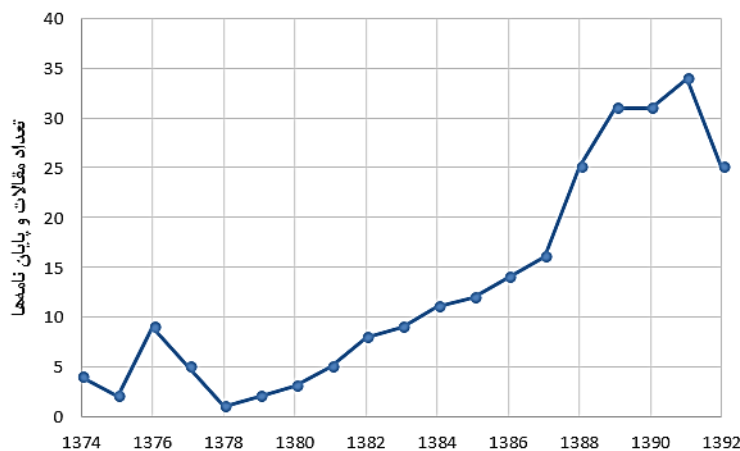
۲-۲-۲- زیرمحور روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان

در ادامه جهت تعیین جایگاه ایران در زیرمحور روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان، فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. انجام فعالیت‌های تحقیقاتی به منظور ارائه روش‌های جدید در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع، نحوه مدلسازی سیستم و ارائه شاخص‌های مختلف جهت سنجش عملکرد سیستم و همچنین انجام پروژه‌های اجرایی به منظور محاسبه شاخص‌های معرفی شده در هر حوزه جهت مقایسه عملکرد شرکت‌های بهره‌بردار از مهمترین فعالیت‌های قابل تصور برای این زیرمحور می‌باشد. در شکل ۲-۱۶ درصد فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نسبت به کل فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان نشان داده شده است.



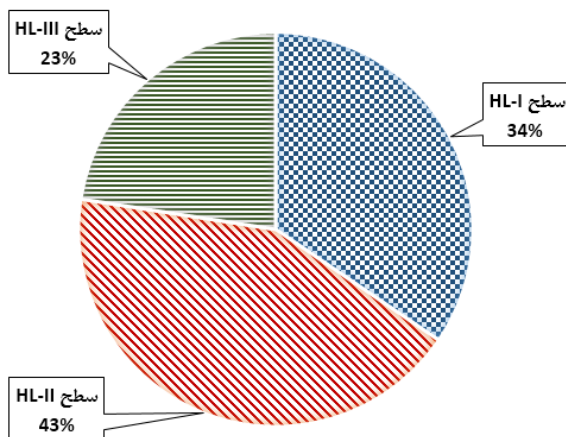
شکل ۲-۱۶: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان

همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، این زیرمحور حدود یک پنجم فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان را در بر گرفته است و از این نظر در جایگاه مناسبی قرار دارد. این زیرمحور یکی از زیرمحورهای پایه در حوزه پایایی می‌باشد و به عنوان مرحله لازم الجرا جهت انجام اکثر فعالیت‌ها در حوزه پایایی شناخته می‌شود. البته در شکل ۲-۱۶ تنها فعالیت‌هایی که صرفاً به انجام آنالیز قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت در سطوح ترتیبی HL-I، HL-II و HL-III پرداخته‌اند، مورد توجه قرار گرفته است. همچنین روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نیز در شکل ۲-۱۷ نشان داده شده است.

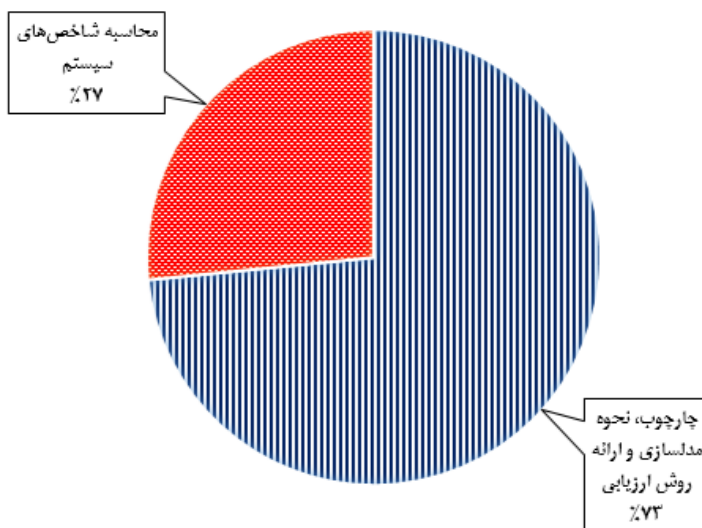


شکل ۲-۱۷: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان

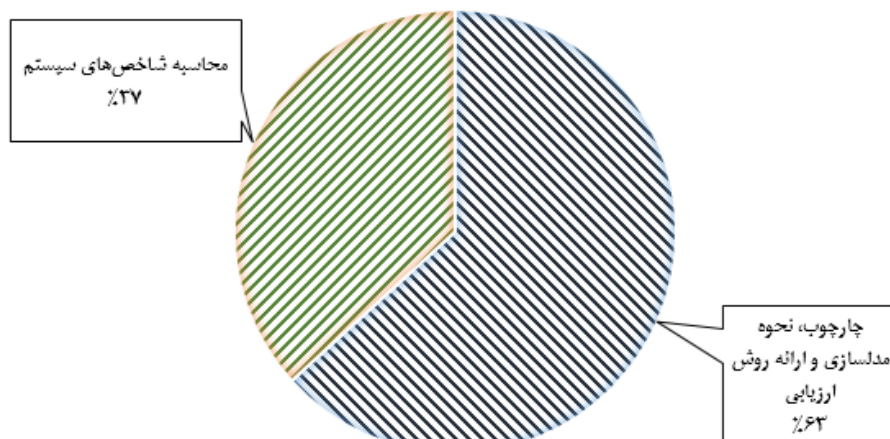
همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور دارای روند رو به رشدی بوده و عمده تحقیقات در سال‌های اخیر انجام شده است. با توجه به نمودارهای بالا و بررسی پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های مختلف، مشاهده می‌شود که این زیرمحور از نظر تعداد فعالیت‌های تحقیقاتی و پروژه‌های اجرایی دارای جایگاه مناسبی می‌باشد. همچنین در شکل‌های ۲-۱۸ الی ۲-۲۲ درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور در زمینه‌های تحقیقاتی مربوطه به تفکیک حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع نشان داده شده است.



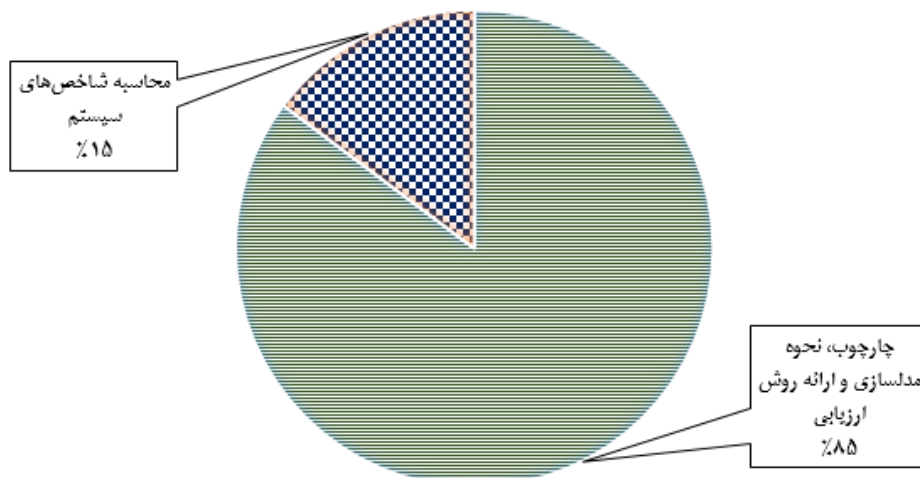
شکل ۲-۱۸: درصد فعالیت‌های انجام شده در سطوح ترتیبی یک، دو و سه



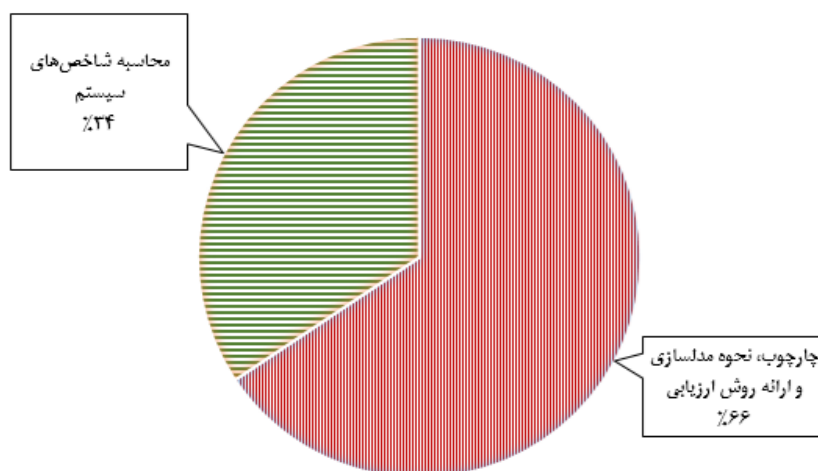
شکل ۲-۱۹: درصد کل پایان نامه‌ها و مقالات در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۲-۲۰: درصد پایان نامه‌ها و مقالات در سطح ترتیبی یک (HL-I) در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۲-۲۱: درصد پایان نامه‌ها و مقالات در سطح ترتیبی دو (HL-II) در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۲-۲۲: درصد پایان‌نامه‌ها و مقالات در سطح ترتیبی سه (HL-III) در هر زمینه تحقیقاتی

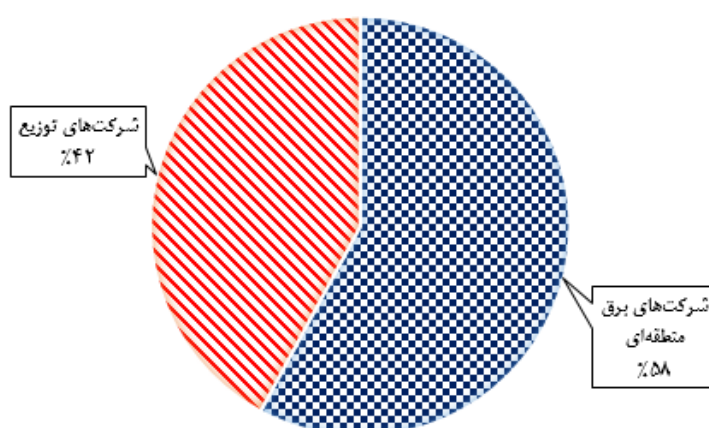
همان‌طوری که در شکل ۲-۱۸ نیز قابل مشاهده است، عمده فعالیت‌های تحقیقاتی صورت گرفته در این زیرمحور به ترتیب در سطوح ترتیبی دوم (HL-II)، سطح ترتیبی اول (HL-I) و سطح ترتیبی سوم (HL-III) بوده است. البته با توجه به نقش سیستم‌های توزیع به عنوان آخرین حلقه در برق‌رسانی و ارتباط مستقیم آن با مشترکین، انجام مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع از اهمیت فراوانی برخوردار است و نیازمند توجه بیش از پیش می‌باشد.

همچنین همان‌طوری که در شکل ۲-۱۹ نیز قابل مشاهده است، زمینه تحقیقاتی ارائه چارچوب، نحوه مدل‌سازی و روش ارزیابی جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان در سطوح سلسله‌مراتبی یاد شده، دارای بالاترین میزان فعالیت در این زیرمحور می‌باشد. البته زمینه تحقیقاتی دوم با عنوان محاسبه شاخص‌های سیستم به دلیل ماهیت متفاوت آن دارای فعالیت کمتری می‌باشد. این زمینه تحقیقاتی عمدتاً جهت بررسی وضعیت یک سیستم از نظر قابلیت اطمینانی مورد توجه قرار می‌گیرد و به همین دلیل در مقالات و پایان‌نامه‌ها که عمدتاً به دنبال ارائه روش‌های نوین در این حوزه می‌باشند، این زمینه کمتر مورد تحقیق قرار می‌گیرد.

در شکل ۲-۲۰ تا ۲-۲۲ نیز درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور در سطح ترتیبی یک، دو و سه در هر زمینه تحقیقاتی نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که در تمامی سطوح ترتیبی فعالیت‌های انجام شده در زمینه تحقیقاتی ارائه چارچوب، نحوه مدل‌سازی و روش ارزیابی جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان دارای برتری می‌باشد.

در شکل ۲-۲۳ درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور در قالب پروژه‌های اجرایی در شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نشان داده شده است. در شکل ۲-۲۳ پروژه‌هایی که انجام آنالیز قابلیت اطمینان شبکه در سطوح مختلف به منظور پیش‌برد اهداف پروژه مربوطه لازم و ضروری بوده است نیز در محاسبات در نظر گرفته شده است. برای مثال انجام

فعالیت در زمینه محاسبه قابلیت اطمینان شبکه توزیع در حضور منابع تولید پراکنده نیازمند استخراج شاخص‌های قابلیت اطمینانی سیستم بعد از هر جایابی منبع مورد نظر و مدل‌سازی آن در فرایند محاسبات قابلیت اطمینان شبکه می‌باشد. همچنین همان‌طوری که در شکل ۲-۲۳ مشاهده می‌شود، شرکت‌های برق منطقه‌ای دارای بیشترین فعالیت در این حوزه می‌باشند. یکی از دلایل اندک بودن فعالیت‌های انجام شده در شرکت‌های توزیع نبود اطلاعات دقیق و مورد نیاز از تجهیزات مربوطه و اطلاعات مربوط به شبکه می‌باشد که نیازمند توسعه بانک‌های اطلاعاتی مناسب می‌باشد.



شکل ۲-۲۳: درصد پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع

متأسفانه مهمترین کاستی موجود در این زمینه متوجه هدف، چرایی و زمان انجام این پروژه‌هاست، زیرا عمده فعالیت‌های انجام شده دارای انسجام لازم نبوده و در دوره‌های زمانی منظمی انجام نشده است. در واقع اغلب شرکت‌ها با اهداف متفاوتی اقدام به این امر نموده‌اند. نبود یک نهاد مسئول جهت نظارت بر عملکرد این شرکت‌ها یکی از مهمترین کاستی‌های موجود در این زمینه است. یکسان‌سازی شاخص‌های قابلیت اطمینان و روش مورد استفاده جهت سنجش عملکرد شرکت‌های بهره‌بردار شبکه، لزوم گزارش‌دهی منظم این شرکت‌ها از شبکه تحت پوشش خود و ایجاد طرح‌های تشویقی و یا اعمال جریمه برای شرکت‌های بهره‌بردار جهت نیل به قابلیت اطمینان بالاتر می‌تواند از راهکارهای موجود در این زمینه باشد. همچنین این مسئولیت را می‌توان به یک نهاد مرکزی واگذار نمود که از اطلاعات ارسالی توسط این شرکت‌ها جهت محاسبه شاخص‌های قابلیت اطمینان سیستم تحت پوشش آنها استفاده می‌نماید. این امر مسلزم وجود یک بانک اطلاعاتی کامل از تجهیزات هر بخش و نحوه اتصالات شبکه به عبارت بهتر آرایش شبکه می‌باشد.

متأسفانه در ایران، تاکنون فعالیت‌های انجام شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان روند منسجمی نداشته است و شرکت‌ها و سازمان‌های مختلف با اهداف متفاوتی اقدام به محاسبه شاخص‌های مورد نیاز خود نموده‌اند. البته در بخش تولید و انتقال با

بهره‌گیری از اطلاعات جمع‌آوری شده، مطالعات قابلیت اطمینان با استفاده از نرم‌افزارهایی مانند MECORE محاسبه و شاخص‌های مورد استفاده تعیین شده است. مطالعات قابلیت اطمینان و بررسی امنیت شبکه تولید و انتقال نیز با استفاده از نرم‌افزار EDIPG جز اولویت‌های شرکت مدیریت شبکه برق ایران می‌باشد [۲۱].

همچنین مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع و محاسبات شاخص‌های مربوطه به صورت پراکنده و توسط شرکت‌های توزیع و مراکز تحقیقاتی فعال در این حوزه صورت گرفته است. بنابراین ایجاد یک روند منسجم در زمینه محاسبات قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع و تدوین استانداردهای مورد نیاز جهت انجام این محاسبات یکی از ضرورت‌های موجود در این حوزه می‌باشد.

همچنین سیستم توزیع به دلیل گستردگی و حجم بیشتر تجهیزات متصل شده به آن نسبت به شبکه انتقال و تولید از اهمیت بالاتری برخوردار است. مشکل اساسی که شرکت‌های توزیع در ایران با آن مواجه هستند، عدم وجود آمار دقیق و قابل اعتماد از تعداد مشترکین متصل به شبکه در مقیاس فشار متوسط و فشار ضعیف جهت محاسبه شاخص‌های مورد نیاز می‌باشد. لذا اکثر شرکت‌هایی که با این مشکل مواجه هستند، از روش‌های تقریبی برای محاسبه شاخص‌ها استفاده می‌کنند. داده‌های موجود محدود به اطلاعات کلی مشترکین به تفکیک مناطق و در هر منطقه به تفکیک نواحی کنتورخوانی می‌باشد که عملاً در محاسبات شاخص‌های قابلیت اطمینان کارایی ندارد. بنابراین توسعه روش‌هایی برای محاسبه شاخص‌های مورد نیاز بر اساس اطلاعات موجود و در دسترس یکی از نیازمندی‌های موجود در این حوزه می‌باشد. در این راستا کارگروهی از شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ اقدام به تهیه روابط و دستورالعمل‌هایی بر پایه آمار و اطلاعات موجود از عناصر شبکه کرده‌اند که مبنای کار نرم‌افزار در محاسبات قابلیت اطمینان در آن شرکت قرار گرفته است.

در کل محاسبات شاخص‌های قابلیت اطمینان در شرکت‌های توزیع به روش‌های زیر قابل انجام است:

- محاسبه بر اساس روابط ارائه شده در استاندارد IEEE 1366
- محاسبه بر اساس روابط ارائه شده توسط کارگروه شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ
- محاسبه بر اساس تعداد ترانسفورماتورهای بی برق شده در شبکه
- محاسبه بر اساس ظرفیت ترانسفورماتورهای خاموش شده در شبکه

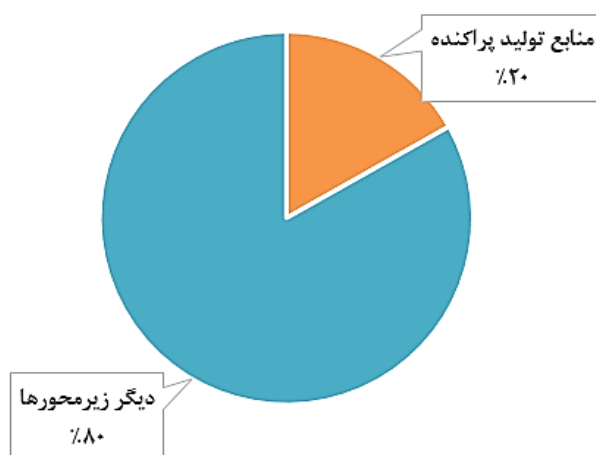
آنچه مسلم است این است که محاسبه به روش استاندارد و بر مبنای داده‌های GIS دقیق‌ترین و مناسب‌ترین نتیجه را به دنبال خواهد داشت. ولی بررسی نتایج سایر روش‌ها، در کنار توجه به ساختار شبکه و نوع خط‌های غالب امری ضروری است.

آنچه مسلم است تنها توجیه استفاده از روابط تقریبی، نقص داده‌های GIS مشترکین است و در صورت تکمیل این اطلاعات، روش استاندارد هم به لحاظ دقت و هم برخورداری از اعتبار بین المللی مناسب‌ترین روش به حساب می‌آید. بنابراین در شرایط فعلی استفاده از روش‌های تقریبی مانند روش ارائه شده توسط کارگروه نتایج قابل قبولی را ارائه می‌دهد، ولی در استفاده از این روش‌ها باید عدم قطعیت نتایج را نیز مد نظر قرار داد [۲۲].

۳-۲-۲- زیرمحور منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو

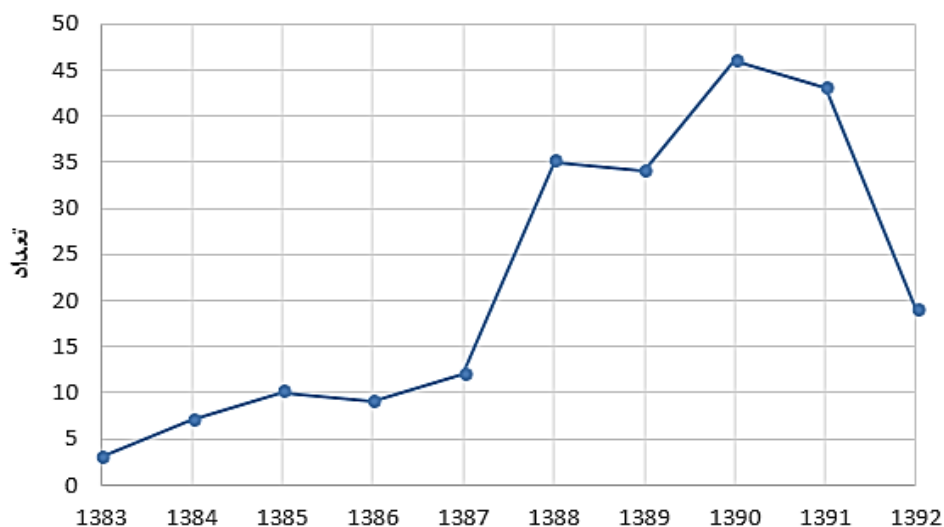
جهت تعیین جایگاه ایران در زیرمحور منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو، فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. انجام فعالیت‌های تحقیقاتی به منظور ارائه روش‌های جدید در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت با وجود منابع تولید پراکنده، نحوه مدلسازی این منابع در مساله ارزیابی قابلیت اطمینان و مسائل مربوط به عدم قطعیت توان خروجی و نحوه اتصال این منابع، مسئله جاییابی و تعیین ظرفیت بهینه این منابع و بررسی تاثیر آنها در قابلیت اطمینان شبکه از مهمترین حوزه‌های تحقیقاتی در این زیرمحور به شمار می‌روند.

در شکل ۲-۲۴ درصد فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نسبت به کل فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان نشان داده شده است.



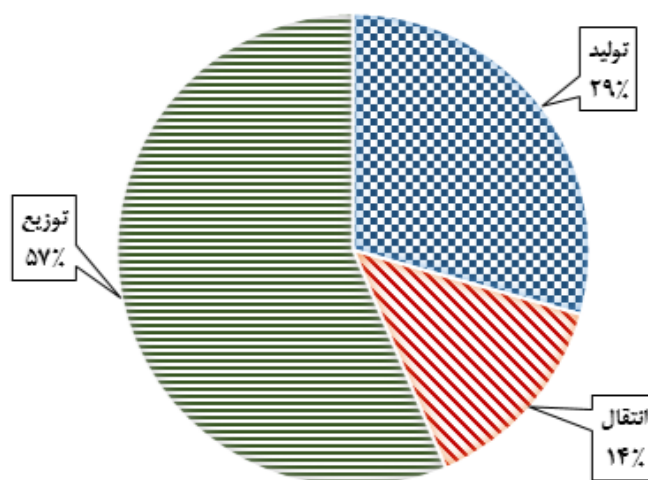
شکل ۲-۲۴: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو

همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، این زیرمحور از نظر تعداد فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده در جایگاه مناسبی قرار دارد و یک پنجم فعالیت‌های انجام شده در زمینه قابلیت اطمینان به این زیرمحور تعلق دارد. همچنین روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نیز در شکل ۲-۲۵ نشان داده شده است.

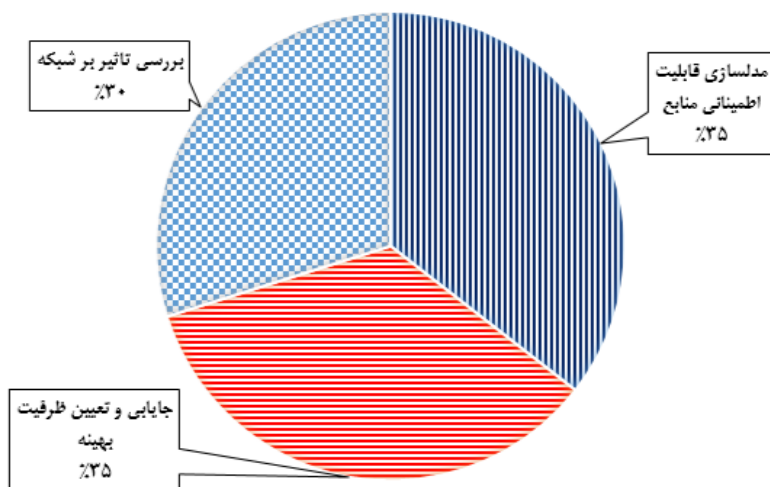


شکل ۲-۲۵: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو

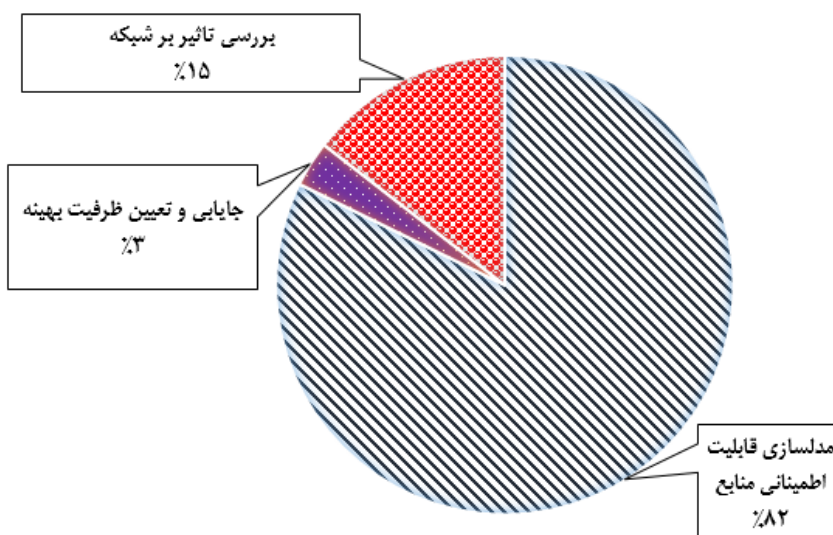
همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، فعالیت‌های بسیاری در سال‌های اخیر در این زمینه انجام شده است و نسبتاً دارای روند رو به رشدی بوده است. همچنین در شکل‌های ۲-۲۶ الی ۲-۳۰ درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور در زمینه‌های تحقیقاتی مربوطه به تفکیک حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع نشان داده شده است.



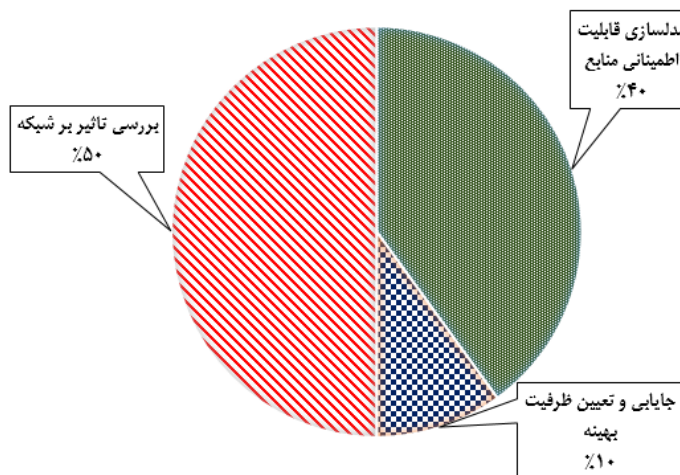
شکل ۲-۲۶: درصد فعالیت‌های انجام شده در سطوح تولید، انتقال و توزیع



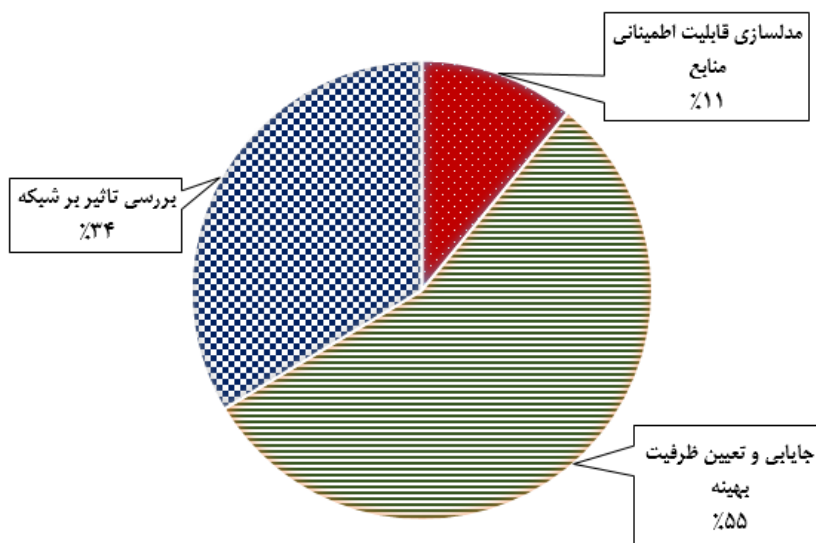
شکل ۲-۲۷: درصد کل پایان نامه‌ها و مقالات در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۲-۲۸: درصد پایان نامه‌ها و مقالات در سطح تولید در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۲-۲۹: درصد پایان نامه‌ها و مقالات در سطح انتقال در هر زمینه تحقیقاتی

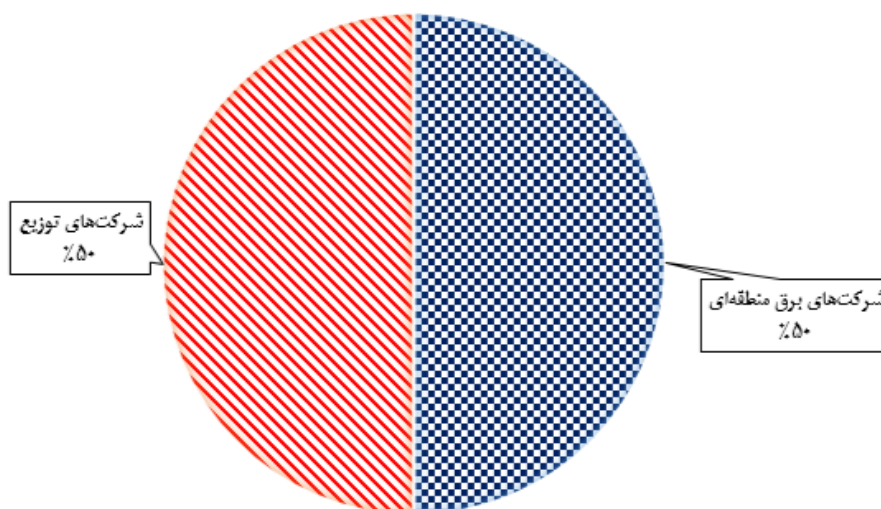


شکل ۲-۳: درصد پایان‌نامه‌ها و مقالات موجود در سطح توزیع در هر زمینه تحقیقاتی

همان‌طوری که در شکل ۲-۲۶ نیز قابل مشاهده است، عمده فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده در این زمینه در حوزه شبکه‌های توزیع بوده است. البته قابل ذکر است که در این زیرمجموعه فعالیت‌های تحقیقاتی موجود در زمینه منابع تولید پراکنده و انرژی‌های تجدیدپذیر در کنار یکدیگر مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به تعاریف مختلف از منبع تولید پراکنده در مراجع گوناگون و تاکید آنها بر اتصال این منابع به شبکه‌های توزیع، درصد فعالیت‌های بیشتر در سطح توزیع در شکل ۲-۲۶ قابل توجیه است. همچنین همان‌طوری که در شکل ۲-۲۷ قابل مشاهده است، حجم فعالیت‌های انجام شده به صورت کلی در زمینه‌های تحقیقاتی معرفی شده، تقریباً برابر و متعادل می‌باشد. البته در هر سطح تولید، انتقال و توزیع به صورت جداگانه وضعیت بگونه دیگری می‌باشد. برای مثال مطابق شکل ۲-۲۸ در سطح تولید، عمده تحقیقات انجام شده در زمینه مدلسازی قابلیت اطمینانی منابع و ارائه مدل‌های ظرفیتی از آنها می‌باشد. همچنین در این سطح، کمترین میزان تحقیقات انجام شده در زمینه جایابی و تعیین ظرفیت بهینه می‌باشد. در سطح شبکه‌های انتقال مطابق شکل ۲-۲۹، عمده تحقیقات معطوف به بررسی تاثیر منابع و انرژی‌های نو بر قابلیت اطمینان شبکه در سطح ترتیبی HL-II می‌باشد. در سطح توزیع نیز مساله جایابی و تعیین ظرفیت بهینه منابع از جایگاه بالاتری در تحقیقات برخوردار بوده است.

مسائل موجود در ارتباط با منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو را می‌توان به دو حوزه مسائل تئوری و اجرایی تقسیم‌بندی نمود. در حوزه مسائل تئوری و نظری، مطالعه تاثیر این منابع بر شبکه قدرت هدف اصلی می‌باشد. همان‌طوری که در شکل‌های بالا نشان داده شد، در این زمینه فعالیت‌های زیادی صورت گرفته است. در حوزه فنی و اجرایی نیز بهبود روند توسعه و بکارگیری این منابع در داخل کشور از اهمیت بالایی برخوردار است. متأسفانه در این حوزه فعالیت‌های نسبتاً اندکی در حال

انجام است. در شکل ۲-۳۱ درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور در قالب پروژه‌های اجرایی در شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نشان داده شده است. البته تعداد پروژه‌های انجام شده در این زیرمحور در شرکت‌های برق منطقه‌ای و توزیع بسیار اندک می‌باشد که یکی از ضعف‌های موجود در این زیرمحور نیز می‌باشد.



شکل ۲-۳۱: درصد پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع

سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) نیز یکی از مهمترین سازمان‌های فعال در این زمینه در داخل کشور می‌باشد [۲۳]. این سازمان با هدف توسعه کاربرد انرژی‌های حاصل از منابع تجدیدپذیر (انرژی خورشیدی، زیست توده، زمین‌گرایی، هیدروژن، پیل سوختی، انرژی باد و امواج) تاسیس گردیده است و زیرمجموعه شرکت مادر تخصصی توانیر می‌باشد و حوزه فعالیت آن سراسر کشور است. مهمترین فعالیت‌های این سازمان در حوزه‌های مرتبط با انرژی‌های نو به صورت زیر می‌باشد:

- ✓ مشارکت فعال در تدوین طرح ملی انرژی و استراتژی‌های نو در کشور
- ✓ مشارکت فعال در ایجاد و مدیریت بازار تضمین شده برای تولیدکنندگان انرژی‌های نو در کشور
- ✓ تهیه اطلس و امکان‌سنجی منابع مختلف انرژی‌های نو در کشور
- ✓ تدوین استراتژی‌های توسعه تکنولوژی در زمینه انرژی‌های نو و تعیین اولویت‌های تحقیقاتی

با توجه به نقش این سازمان در توسعه منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو در کشور، لازم است که میان این سازمان، شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع جهت توسعه فعالیت‌های مربوطه و پیش‌برد اهداف مرتبط با بهبود قابلیت اطمینان ناشی از اتصال منابع تولید پراکنده، هماهنگی‌های لازم صورت پذیرد.

با قبول واقعیت توسعه تولیدات پراکنده به عنوان ساختار جدید صنعت برق، متخصصین با انبوه مسائل جدیدی روبرو می‌شوند که ناشی از فناوری‌های جدید در بخش تولید، انتقال و توزیع می‌باشد. بالطبع این تغییر تاثیر زیادی را بر مسائل حفاظتی و بهره‌برداری از شبکه خواهد داشت [۲۳-۲۵]. با توجه به مطالب بیان‌شده، بررسی دقیق‌تر تولیدات پراکنده، تاثیر بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت و مسائل مرتبط با آن از اهمیت بسیاری برخوردار است. از دیدگاه سیستم قدرت، حضور این منابع از چند جهت قابلیت اطمینان سیستم را تحت تاثیر قرار می‌دهد:

- باتوجه به اینکه بهره‌گیری از منابع تولید پراکنده غالباً با کاهش بارگذاری تجهیزات سیستم همراه بوده و از سوی دیگر نرخ وقوع خطا در تجهیزات با بارگذاری آنها رابطه مستقیم دارد، می‌توان انتظار داشت حضور DG موجب کاهش احتمال وقوع خطا در تجهیزات شده و احتمال خاموشی در سیستم را کاهش دهد.
 - واحدهای DG (در صورتی که امکان تغذیه بار به صورت ایزوله را دارا باشند) در هنگام بروز خطا می‌توانند بخشی از بار قطع شده سیستم را به‌طور جدا از شبکه تغذیه نمایند و از این طریق قابلیت اطمینان سیستم را افزایش دهند. باید توجه داشت که در این حالت DG می‌بایست توانایی‌های لازم را برای تأمین بار در کل بازه زمانی مورد نظر دارا باشد. در این مورد DG همانند یک نقطه مانور عمل می‌کند.
 - اگر DG به هر دلیلی دارای امکان تغذیه بار به صورت جدا از شبکه نباشد، بهره‌گیری از آن در کنار نقاط مانور سیستم می‌تواند موجب افزایش قابلیت تغذیه نقاط مانور شده و از این طریق امکان تغذیه بخش بیشتری از بار قطع شده سیستم فراهم می‌شود. این اثر می‌تواند نیاز سیستم به داشتن نقاط مانور با قابلیت تغذیه بالا را کاهش دهد [۲۴-۲۵].
- همچنین از آنجایی که تعدادی از تولیدات پراکنده دارای مالکیت خصوصی و یا مبتنی بر منابع انرژی متغیر همچون توربین‌های بادی و انرژی خورشیدی هستند، تضمینی برای تولید پیوسته آنها وجود ندارد. در این حالت اگر استانداردهای مخصوص برای کنترل، نصب و جایابی آنها وجود نداشته باشد، ممکن است تاثیر منفی و معکوس بر بهره‌برداری سیستم قدرت داشته باشند. این امر در شبکه‌های امروزی که اکثر تولید توان توسط نیروگاه‌های بزرگ تأمین می‌شود، زیاد جدی نیست. ولی با توجه اینکه سیستم‌ها به سمت افزایش سهم تولید منابع پراکنده و بهره‌برداری به‌صورت جزیره‌ای پیش می‌روند، مطالعه این موضوع اهمیت بالایی پیدا می‌کند.

اگر چه مزایای فوق و دیگر مزایای بهره‌برداری از این منابع، شرکت‌های توزیع را برای استفاده از این منابع بسیار مشتاق می‌کند. اما در کنار این مزایا بهره‌برداری غیر مناسب از این منابع می‌تواند مشکلاتی را برای شبکه ایجاد کند. در واقع شبکه-

های توزیع با این فرض طراحی شده‌اند که طرف اولیه پست‌های فوق توزیع که به شبکه انتقال متصل هستند تنها منبع توان و ظرفیت اتصال کوتاه شبکه باشند. منابع تولید پراکنده با قرار دادن منابع توان در نقاط مختلف شبکه توزیع این فرض را نقض می‌کنند. در نتیجه این منابع می‌تواند موقعیت‌های بهره‌برداری را به‌وجود بیاورد که در شبکه‌های سنتی اتفاق نمی‌افتادند. این معایب بالقوه می‌تواند شامل موارد زیر باشد [۲۳-۲۵]:

(۱) افزایش احتمال خرابی تجهیزات شبکه و مشترکین

(۲) کاهش کیفیت توان (مخصوصاً افزایش ولتاژ)

(۳) کاهش قابلیت اطمینان

(۴) افزایش زمان بازیابی شبکه بعد از خطا

(۵) کاهش امنیت عمومی شبکه و کارگران

اگر جایابی DG صحیح نباشد قابلیت اطمینان سیستم ممکن است کاهش یابد. مشکلات موجود در اتصال نادرست و تاثیر

آن بر قابلیت اطمینان عبارتند از:

الف - حفاظتی:

- ناهماهنگی فیوز و رله

- سوختن بی موقع فیوز

- عملکرد بی موقع تجهیزات حفاظتی HV

- عملکرد نادرست سکسیونر

- عملکرد نادرست رله جهت دار

- خطا در تشخیص بار پست

- قطع DG بخاطر اتصال کوتاه بالا دست

- تغییر سطح اتصال کوتاه، تعویض بریکرها

- لزوم نصب رله‌های زیر فرکانس

ب - ولتاژی:

- اضافه ولتاژ روی تجهیزات
- اضافه ولتاژ ناشی از تشدید
- هارمونیک‌های ولتاژ
- عملکرد نادرست سیستم‌های جبران ساز افت ولتاژ
- افت ولتاژ ناشی از اتصالی در سر DG
- افت ولتاژ ناشی از جریان هجومی در راه اندازی
- کلیدزنی خازن‌ها و خروج اینورترها
- هارمونیک‌های مبدل‌های الکترونیک قدرت DG
- فلیکر ناشی از آسیاب بادی
- قطع تحریک ژنراتورهای سنکرون
- وصل مجدد سکسیونر در حال غیر سنکرون بعد از جزیره‌ای شدن
- پایداری و ...

در حوزه مسائل اجرایی و فنی، با توجه به گرایش‌های اساسی و فزاینده در زمینه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های مربوط در کشورهای صنعتی و در حال توسعه، در ایران نیز لازم است راهبردها و برنامه‌های زیر بنایی و اصولی تدوین شود.

گرایش جهانی بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر و پیامدهای زیست محیطی ایجاد کرده که سازمان‌ها و مراکز متعددی در ایران، علاقه‌مند به اجرای پروژه‌هایی در این زمینه باشند، هر چند این گونه فعالیت‌ها لازم و موثر است، ولی اینکه این اقدامات طبق برنامه‌ریزی و تحقیقات اصولی در سطح ملی انجام می‌گیرد یا به صورت انفعالی، به صورت پراکنده و سلیقه‌ای اجرا می‌شود، یک سوال اساسی است. هنوز بسیاری از چالش‌ها و سوال‌ها در توجیه و دفاع از توسعه بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران، بدون جواب مانده‌اند [۲۳].

بدیهی است که این گونه روند توسعه، بدون برنامه جامع و مدون، صحیح و پایدار نخواهد بود. تدوین راهبردی جامع جهت بهره‌وری بهتر از انرژی در کشور، مستلزم شناخت کامل وضعیت کنونی و تعیین دقیق وضعیت مطلوب آن در جهان است. برای رسیدن به این هدف‌ها، لازم است نظام قیمت‌گذاری انواع حامل‌های انرژی، با توجه به هزینه واقعی آنها اصلاح شده و اقدامات اساسی جهت تشویق سرمایه‌گذاری در بخش خصوصی صورت گیرد. ضروری است دولت با پرداخت وام‌های بلند مدت، واگذاری یارانه‌های تخصیص یافته در بخش سوخت‌های فسیلی به سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و فراهم آوردن امکان انتقال دانش فنی، زمینه‌های لازم را برای ساخت و توسعه تأسیسات انرژی‌های گفته شده در کشور فراهم آورد [۲۳].

با این وجود، ایران در راه بکارگیری انرژی‌های نو با موانع عمده و اساسی مواجه است. یکی از این موانع، وجود نفت ارزان و منابع غنی هیدروکربنی در کشور است. نبود شناخت از انرژی‌های نو، مجهول ماندن مزایای آن توسط مردم و مسئولان از دیگر موانع دستیابی به انرژی‌های نو و نبود توجه اقتصادی است.

علاوه بر موانع فنی که بیشتر در مورد وسائل حفاظتی و ایمنی بکار می‌روند، موانع تجاری و قانونی نیز بر سر راه توسعه منابع تولید پراکنده وجود دارند. با توجه به بحث اتصال به شبکه، این موانع معمولاً هنگام تنظیم قراردادها و مراحل اتصال به شبکه بوجود می‌آیند. فقدان تجربه کافی در شرکت‌های برق، مهمترین مانع برای منابع تولید پراکنده بشمار می‌آید. موانع قانونی از تعرفه‌های ناشی می‌شوند که به مشتریان اعمال می‌گردند. این عوامل در کنار موانع زیست محیطی از مهمترین مشکلات بر سر راه توسعه منابع تولید پراکنده می‌باشند [۲۳].

موانع و مشکلات توسعه منابع تولید پراکنده را می‌توان به سه دسته کلی تقسیم کرد که برای هر کدام از آنها راهکارهایی جهت کاهش موانع ارائه شده است.

❖ راهکارهای کاهش موانع فنی

- توسعه استانداردهای یکسان برای اتصال به شبکه
- پذیرش مراحل تست و تأییدیه برای وسایل اتصال به شبکه
- توسعه تکنولوژی‌های کنترل توان تولیدات پراکنده

❖ راهکارهای کاهش موانع تجاری

- پذیرش استاندارد تجاری برای احتیاجات شرکت

- بوجود آمدن استاندارد تجاری برای توافقات اتصال به شبکه
- توسعه وسایل برای شرکت‌ها به منظور دستیابی به مقدار و تاثیر توان پراکنده در هر نقطه از شبکه
- ❖ راهکارهای کاهش موانع قانونی
- توسعه قوانین جدید در انتخاب توان پراکنده در بازارهای رقابتی و بهره‌برداری
- تنظیم تعرفه مناسب با تمایلات بازارها، شرکت‌ها و مشتریان و ارائه مکانیزم تشویقی شرکت‌ها به استفاده از منابع تولید پراکنده
- تعریف شرایط لازم جهت اتصال به شبکه
- تسریع در مراحل تصمیم‌گیری و تصویب طرح پیشنهادی

۴-۲-۲- زیرمحور شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو

جهت تعیین جایگاه ایران در زیرمحور شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو، در این قسمت فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. انجام فعالیت‌های تحقیقاتی به منظور ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت هوشمند، بررسی نقش هوشمندسازی در بهبود قابلیت اطمینان شبکه، استفاده از سیستم‌های چند عاملی، سیستم‌های هوشمندسازی ساختمان، نحوه مدلسازی تکنولوژی‌ها و ادوات جدید مانند انواع ذخیره‌سازهای انرژی، تکنولوژی‌های الکترونیک قدرت، تجهیزات اندازه‌گیری پیشرفته، خودروهای برقی و سیستم‌های انتقال داده و غیره در مساله قابلیت اطمینان، بررسی تاثیر و نقش آنها در بهبود قابلیت اطمینان شبکه، مدلسازی وابستگی‌ها و ارتباط لایه‌های مختلف شبکه هوشمند مانند لایه اطلاعات، مخابرات، نرم‌افزار در کنار سیستم قدرت در مساله قابلیت اطمینان و ارائه روش‌های نوین بدین منظور از مهمترین حوزه‌های تحقیقاتی در این زیرمحور به شمار می‌روند.

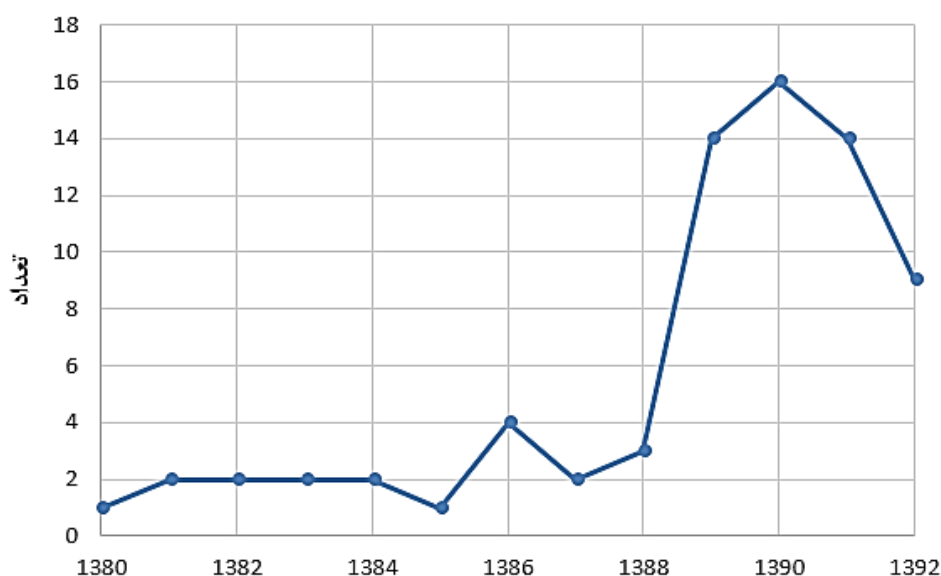
در شکل ۲-۳۲ درصد فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نسبت به کل فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان نشان داده شده است.



شکل ۲-۳۲: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو

همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، نسبتاً فعالیت‌های تحقیقاتی اندکی در این زمینه انجام شده است و با توجه به تغییر ماهیت شبکه‌های قدرت در آینده‌ای نه چندان دور و افزایش استفاده از تکنولوژی‌های نو مانند انواع ذخیره‌سازهای انرژی و خودروهای برقی، توجه بیشتر به این حوزه یکی از ضروریات مطالعات آینده خواهد بود.

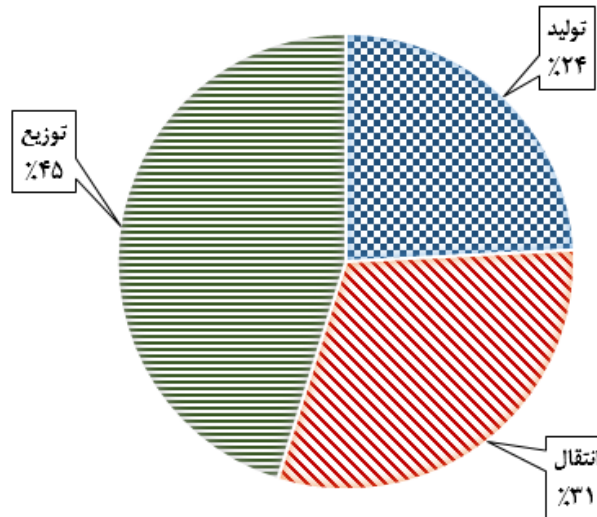
همچنین روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نیز در شکل ۲-۳۳ نشان داده شده است.



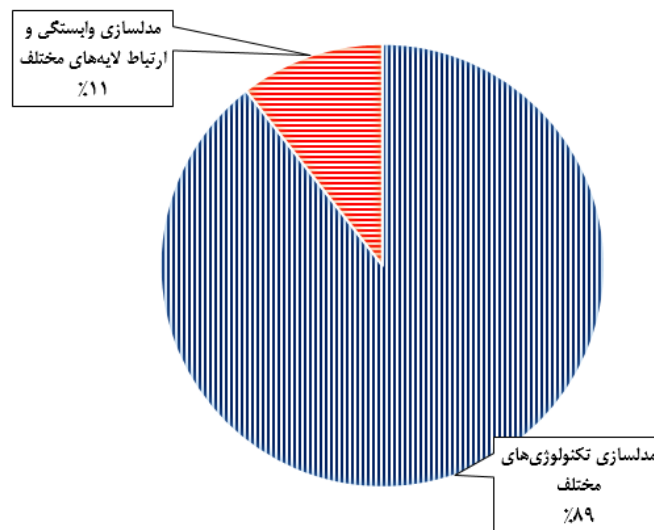
شکل ۲-۳۳: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو

همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، مطالعات صورت گرفته در این زیرمحور دارای روند رو به رشدی بوده است و فعالیت‌های بسیاری در این زمینه در سال‌های اخیر انجام شده است.

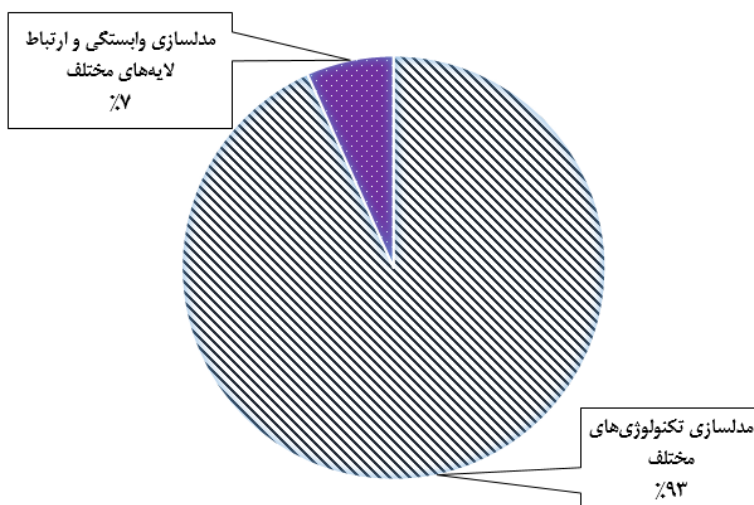
همچنین در شکل‌های ۲-۳۴ الی ۲-۳۸ درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمجموعه‌های تحقیقاتی مربوطه به تفکیک حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع نشان داده شده است.



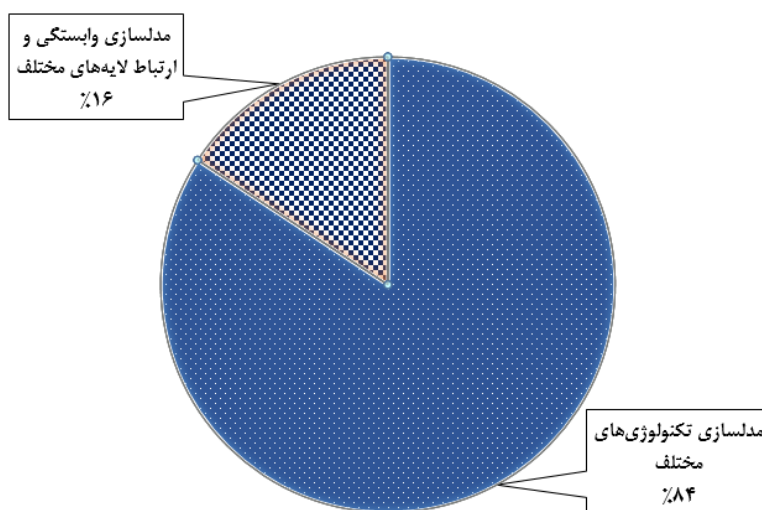
شکل ۲-۳۴: درصد فعالیت‌های انجام شده در سطوح تولید، انتقال و توزیع



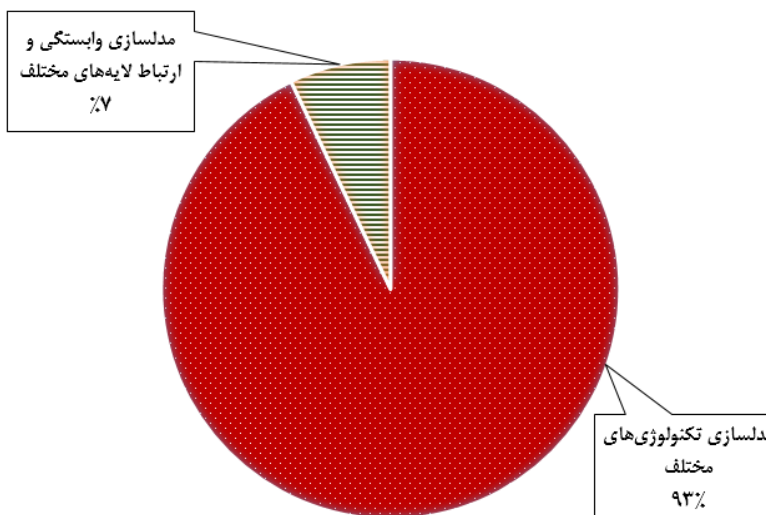
شکل ۲-۳۵: درصد کل پایان نامه‌ها و مقالات در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۲-۳۶: درصد پایان‌نامه‌ها و مقالات در سطح تولید در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۲-۳۷: درصد پایان‌نامه‌ها و مقالات در سطح انتقال در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۲-۳۸: درصد پایان‌نامه‌ها و مقالات موجود در سطح توزیع در هر زمینه تحقیقاتی

همان‌طوری که در شکل ۲-۳۴ نیز قابل مشاهده است، عمده فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده در این زمینه در حوزه شبکه‌های توزیع و انتقال بوده که با توجه به میزان نفوذ گسترده تکنولوژی‌های مربوطه در این سطوح، این حجم از تحقیقات توجیه‌پذیر است.

البته مطابق شکل‌های ۲-۳۵ الی ۲-۳۸ فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده در این زمینه عمدتاً معطوف به زمینه تحقیقاتی اول یعنی مدلسازی تکنولوژی‌های مختلف شبکه هوشمند در بحث قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت می‌باشد و زمینه تحقیقاتی دوم، مدلسازی لایه‌های مختلف شبکه هوشمند و بررسی ارتباطات آنها کمتر مورد توجه قرار گرفته است که یکی از نیازمندی‌های تحقیقات آتی می‌باشد.

یکی از مهمترین مسائل موجود در این حوزه از دیدگاه قابلیت اطمینانی، بررسی وابستگی هر چه بیشتر شبکه قدرت و شبکه سایبری خواهد بود. شبکه‌های هوشمند با بکارگیری هر چه بیشتر از زیرساخت‌های اطلاعاتی، شبکه‌های مخابراتی، سیستم‌های پایش، حفاظتی و سیستم‌های کنترل اتوماتیک قابل دستیابی خواهند بود [۲۸-۲۶]. هر زیرساختی پروتکل‌ها و استانداردهای خاص خود را دارا بوده و از قوانین فیزیکی منحصر به خود تبعیت می‌نماید. توسعه تکنولوژی‌های IT و بخش مخابرات در سال‌های اخیر مزایای اقتصادی و قابلیت اطمینانی فزاینده‌ای برای سیستم‌های قدرت داشته است. از نقطه نظر اقتصادی، تکنولوژی‌های شبکه هوشمند، بهره‌برداری از شبکه با حاشیه امنیت مطمئن‌تر و استفاده موثر از منابع موجود را امکان‌پذیر خواهد نمود، زیرا در این شرایط اطلاعات دقیق‌تر و مطمئن‌تری از وضعیت شبکه در دسترس خواهد بود. از نقطه نظر قابلیت اطمینانی، مهمترین ویژگی شبکه هوشمند، قابلیت خود ترمیمی است که می‌تواند محل خطا را تشخیص داده، قسمت خطا را ایزوله نماید و بخش غیرخطا را به صورت اتوماتیک تغذیه نموده و بدین صورت زمان خروج را کاهش دهد [۲۶-۲۸].

افزایش گسترده کاربردهای شبکه‌های سایبری ممکن است احتمال خرابی و ریسک مربوطه را افزایش دهد و تاثیرات مخربی بر تداوم سرویس‌دهی در شبکه قدرت داشته باشد. بنابراین، توجه به ریسک‌های موجود در خرابی شبکه‌های سایبری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

به‌طور قطع تکنولوژی‌ها و برنامه‌های زیادی در پیشبرد شبکه‌های برق به سمت هوشمندتر شدن نقش خواهند داشت که شامل اندازه‌گیرهای دیجیتالی پیشرفته، اتوماسیون سیستم‌های توزیع، سیستم‌های کارآمد انتقال داده و منابع انرژی پراکنده خواهند بود. در حال حاضر، پروژه‌های زیادی در زمینه‌های مرتبط با این تکنولوژی‌ها در بیشتر کشورهای دنیا در حال انجام

است که اهمیت این بحث را تایید می‌نماید. متأسفانه همانطوری که در شکل‌های بالا نشان داده شده است، این زیر محور سهم چندانی در فعالیتهای تحقیقاتی صورت گرفته ندارد. انجام مطالعات جهت بررسی تاثیر این ادوات و تکنولوژی‌ها بر عملکرد شبکه قدرت از اهمیت بسیاری برخوردار است.

همچنین ورود انواع تکنولوژی‌های شبکه هوشمند مانند اندازه‌گیری پیشرفته ناحیه گسترده، خودروهای برقی، انواع ادوات الکترونیک قدرت و ... می‌تواند بر عملکرد شبکه و قابلیت اطمینان آن تاثیرگذار باشد. توسعه الگوریتم‌هایی جهت مدلسازی این ادوات در فرایند ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه قدرت از اهمیت فراوانی برخوردار است.

در حوزه فعالیتهای و پروژه‌های اجرایی، همانند سایر کشورها، سرمایه‌گذاری در شبکه برق هوشمند بیشتر به سمت نصب کنترلهای سیستم‌های توزیع جذب شده است. بر اساس مصوبات هیئت دولت، اجرای سیستم هوشمند بر عهده وزارت نیرو گمارده شده است و ناظر و طراح اصلی کاربری‌های شبکه‌های برق هوشمند با شرکت توانیر می‌باشد. شرکت توانیر مسئولیت طراحی شبکه را به سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا) واگذار نموده و قرارداد مهندسی مشاور این پروژه با شرکت مونکو در سال ۲۰۰۹ میلادی امضاء شده است. مهمترین فعالیتهای سازمان سابا در حوزه شبکه‌های هوشمند به تفکیک معاونت‌ها به صورت زیر می‌باشد [۲۹]:

- معاونت سیستم‌های اندازه‌گیری هوشمند

- ✓ سیاست‌گذاری برای رسیدن به شبکه هوشمند در بخش توزیع برق
- ✓ برنامه‌ریزی و نظارت بر عملیات مهندسی، نصب و راه‌اندازی سیستم اندازه‌گیری هوشمند در کل کشور
- ✓ مدیریت هدایت و نظارت بر مطالعات استفاده از سیستم‌های مدیریت هوشمند انرژی برای انواع مشترکین
- ✓ برنامه‌ریزی و نظارت بر پیاده‌سازی فراسامانه هوشمند اندازه‌گیری ملی در سطح کشور
- ✓ تکمیل پروژه پایلوت جزیره هرمز

- معاونت بهینه‌سازی تامین انرژی

- ✓ تدوین استانداردها و تعیین شاخص‌های مرتبط با کارایی انرژی در نیروگاه‌های حرارتی
- ✓ برنامه‌ریزی و هدایت مطالعات مرتبط با بکارگیری فناوری‌های تولید پراکنده

✓ برنامه‌ریزی و هدایت مطالعات مربوط به بکارگیری فناوری‌های ذخیره‌سازی انرژی

✓ برنامه‌ریزی و هدایت مطالعات مرتبط با بکارگیری فناوری‌های جدید در انتقال و توزیع انرژی

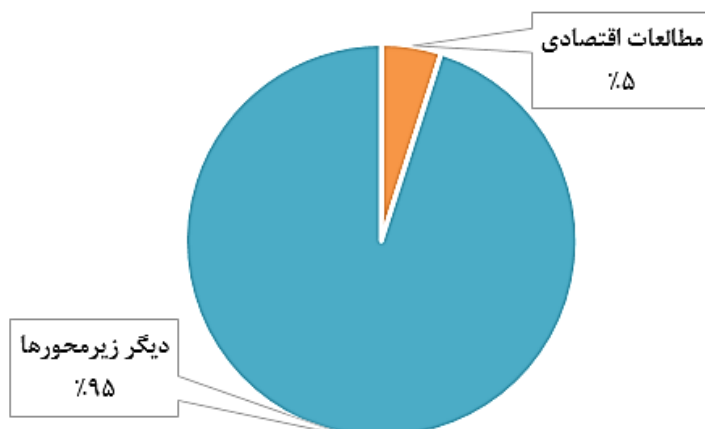
الکتريکی

همچنین شرکت مونکو یک چارچوب ابتدایی و طراح اولیه کار برای سیستم‌های برق هوشمند تهیه کرده است [۳۰]. نتیجه این مطالعات به اجرای پروژه‌های متعدد آزمایشی در سراسر کشور منجر شده است که تمرکز این پروژه‌ها بر روی کاربری‌های AMI/AMR می‌باشد. شرکت توانیر که به عنوان ناظر بر طرح شناخته می‌شود می‌بایست پروژه‌های آزمایشی را با توجه به مشخصات ارائه شده از سوی مشاور طرح، تست و ارزیابی نماید. طبق نتایج بدست آمده از مطالعات انجام شده می‌بایست در طی سال‌های آینده کاربری‌های AMI/AMR در ایران بسترسازی شود.

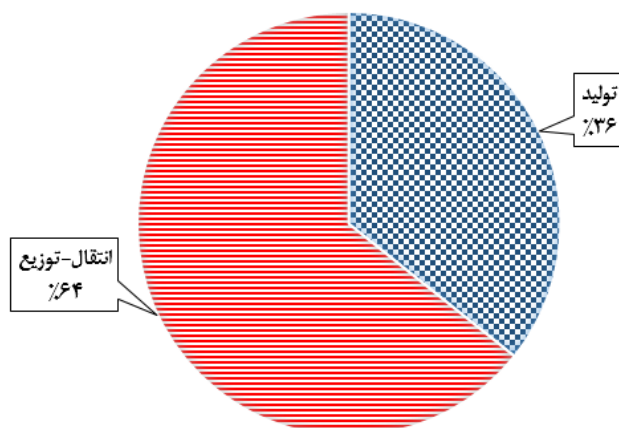
۵-۲-۲- زیرمحور مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان

جهت تعیین جایگاه ایران در زیرمحور مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان، در این قسمت فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. انجام فعالیت‌های تحقیقاتی به منظور محاسبه هزینه‌های خاموشی انواع مشترکین مسکونی، تجاری، صنعتی و غیره، ارائه تکنیک‌ها و روش‌های لازم بدین منظور، توسعه بانک‌های اطلاعاتی لازم، تعیین فاکتورهای موثر بر هزینه خاموشی، محاسبه تابع خرابی مشترکین (CDF) و شاخص ارزش بار از دست رفته (VOLL) برای شبکه‌های قدرت و به عبارت بهتر مساله ارزش‌گذاری قابلیت اطمینان از مهمترین مسائلی است که در این زیرمحور بدان پرداخته می‌شود.

در شکل ۲-۳۹ درصد فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نسبت به کل فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان و در شکل ۲-۴۰ درصد فعالیت‌های انجام شده در حوزه‌های تولید و انتقال-توزیع نشان داده شده است.



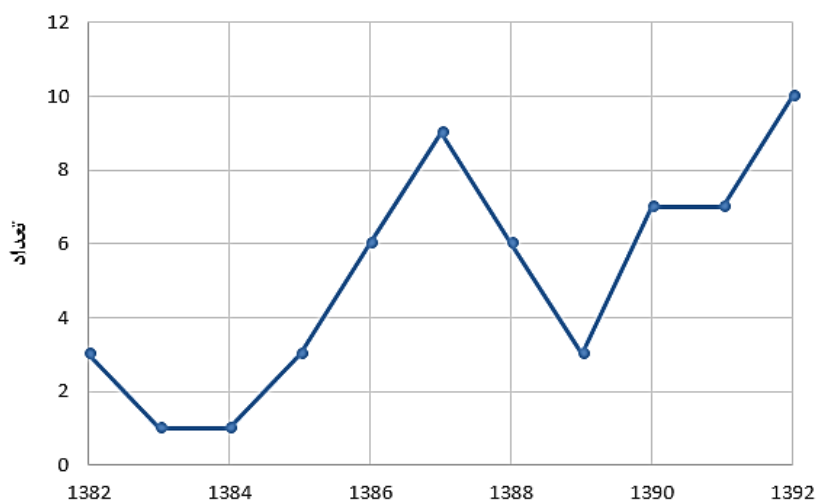
شکل ۲-۳۹: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان



شکل ۲-۴۰: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در حوزه‌های تولید و انتقال-توزیع

همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور درصد اندکی از فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت را شامل می‌شود. با توجه به جایگاه مطالعات هزینه خاموشی مشترکین در فرایندهای برنامه‌ریزی سیستم‌های قدرت و همچنین مباحث مدیریتی و تنظیم قابلیت اطمینان، توجه بیشتر به این زمینه یکی از نیازهای موجود در این حوزه می‌باشد. همچنین همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، فعالیت‌های صورت گرفته عمدتاً در حوزه انتقال-توزیع و مربوط به محاسبه هزینه‌های خاموشی مشترکین بوده است.

همچنین روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نیز در شکل ۲-۴۱ نشان داده شده است.



شکل ۲-۴۱: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان

همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، فعالیت‌های صورت گرفته در این زمینه دارای نوساناتی بوده است ولی در سال‌های اخیر روند رو به رشدی داشته است.

این زیرمحور در پی یافتن به پاسخ این سوال است که عدم وجود انرژی برق چه آثار و هزینه‌های اقتصادی را به دنبال دارد. متأسفانه در کشور ما فعالیت‌های منسجمی جهت تعیین هزینه‌های خاموشی انواع مشترکین مسکونی، صنعتی و تجاری و غیره صورت نگرفته است که از بزرگترین نقاط ضعف مطالعات قابلیت اطمینان در ایران می‌باشد. البته در بعضی از سازمان‌ها و نهادهای فعال در این حوزه، مطالعاتی در رابطه با تعیین هزینه خاموشی مشترکین انجام شده است ولی این مطالعات دارای انسجام و گستردگی لازم جهت تعیین یک هزینه خاموشی واحد بر هر منطقه نبوده است و یا اینکه در فعالیت‌های آتی استفاده نشده است. البته در این زمینه فعالیت‌های تحقیقاتی خوبی نیز به سفارش معاونت برنامه‌ریزی سازمان توانیر توسط گروه انرژی و مدیریت مصرف پژوهشگاه نیرو به انجام رسیده است که شامل موارد زیر می‌باشد [۳۱-۳۲]:

- مروری بر ادبیات و فعالیت‌های انجام شده در زمینه تخمین هزینه خاموشی
- نحوه تشکیل جامعه نمونه برای محاسبه هزینه خاموشی
- محاسبه هزینه خاموشی در واحدهای نمونه صنعتی و معدنی در کل کشور

همچنین فعالیت‌هایی از این دست در شرکت برق منطقه‌ای تهران و شرکت توزیع نیروی برق یزد نیز انجام گرفته است.

عناوین پروژه‌های انجام شده به صورت زیر است [۳۳-۳۴]:

- تحقیق در زمینه خسارت‌های ناشی از عدم تامین برق در بخش‌های عمومی و صنعتی تحت پوشش شرکت برق منطقه‌ای تهران
- محاسبه خسارت خاموشی از دید مصرف‌کنندگان خانگی، تجاری، کشاورزی و عرضه‌کننده انرژی الکتریکی در شرکت برق منطقه‌ای تهران
- محاسبه خسارت خاموشی از دید مشترکان صنعتی شرکت توزیع برق یزد

این قسمت حاوی بخش‌های از نتایج پروژه تحقیقاتی "محاسبه هزینه خاموشی در گروه‌های مختلف صنعتی و معدنی در کل کشور" است که به سفارش معاونت برنامه‌ریزی سازمان توانیر توسط گروه انرژی و مدیریت مصرف پژوهشگاه نیرو در سال ۱۳۸۰ به انجام رسیده است. در این قسمت نتایج محاسبه هزینه خاموشی در واحدهای منتخب صنعتی و معدنی در کل کشور بر اساس اطلاعات سال ۱۳۸۰ ارائه شده است.

تکنیک بررسی جامع مصرف‌کننده، که در زمره روش‌های برآورد هزینه قرار دارد، مناسب‌ترین و در عین حال پرهزینه‌ترین تکنیک برای محاسبه هزینه خاموشی در واحدهای تولیدی است و لذا این تکنیک برای محاسبه هزینه خاموشی در واحدهای منتخب صنعتی و معدنی به کار گرفته شده است. در این تکنیک از مصرف‌کنندگان برق خواسته می‌شود کلیه اقداماتی را که برای کاهش آثار نامطلوب قطع برق روی فعالیت‌های خود به کار می‌گیرند، مشخص نمایند. در نظر گرفتن هزینه مترتب بر این اقدامات از یکسو و لحاظ نمودن کلیه هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم ناشی از قطع برق به همراه صرفه‌جویی‌های احتمالی مرتبط با خاموشی از سوی دیگر، هزینه خاموشی مصرف‌کننده را مشخص می‌کند. ارزش تولید از دست رفته (یا هزینه‌های مستقیم ناشی از قطع برق) برابر تفاضل درآمد انتظاری مصرف‌کننده در شرایط عادی و درآمد انتظاری او طی دوره زمانی خاموشی می‌باشد. درآمد انتظاری طی دوره زمان خاموشی می‌تواند ناشی از جبران تولید یا اضافه کاری یا افزودن شیفت کاری پس از وصل برق و یا استفاده از ژنراتورهای اضطراری در زمان قطع برق باشد. به این ترتیب ارزش تولید از دست رفته معادل ارزش محصولی است که به دلیل قطع برق نمی‌توان آن را تولید کرد.

از جمله هزینه‌های مرتبط با خاموشی می‌توان به هزینه پرسنلی برای راه‌اندازی مجدد خطوط تولید پس از وصل برق، هزینه نیروی کار برای جبران تولید پس از وصل برق، خسارت وارد شده به تجهیزات بر اثر قطع و وصل برق، هزینه‌های ناشی از ضایع شدن مواد اولیه بر اثر قطع برق، هزینه‌های فرآوری مجدد مواد پس از وصل برق و هزینه‌های راه‌اندازی و بهره‌برداری

مولدهای اضطراری طی دوره زمانی خاموشی اشاره کرد. صرفه جویی‌های مترتب بر قطع برق شامل دستمزد پرداخت نشده طی دوره زمانی وقوع خاموشی، هزینه انرژی مصرف نشده و ارزش اسقاطی مواد اولیه یا نیم ساخته و مواردی از این قبیل هستند. از سوی دیگر محاسبه کلیه هزینه‌ها و صرفه‌جویی‌های مرتبط با خاموشی مستلزم جمع‌آوری حجم بسیار زیادی از اطلاعات فنی و اقتصادی از مشترک تحت بررسی می‌باشد که تهیه این اطلاعات عموماً با صرف هزینه قابل توجه امکان پذیر است. بالا بودن هزینه تهیه و جمع‌آوری اطلاعات ناشی از لزوم اجرای طرح‌ها و عملیات میدانی (شامل طراحی پرسشنامه جمع‌آوری اطلاعات و مراجعه مستقیم به مشترک برای تکمیل پرسشنامه) می‌باشد.

به دنبال توافق به عمل آمده با سازمان توانیر، مقرر شد ۳۷۸ واحد صنعتی و ۶۰ واحد معدنی در کل کشور جامعه نمونه مورد نظر را تشکیل دهند. از سوی دیگر با توجه به حجم جامعه نمونه، امکان تشکیل این جامعه به گونه‌ای که انواع فعالیت‌های صنعتی و معدنی را پوشش دهد وجود نداشت. بنابراین تعداد محدودی از رشته فعالیت‌های صنعتی و معدنی که وابستگی بیشتری به انرژی الکتریکی نسبت به سایر رشته فعالیت‌ها دارند برای بررسی انتخاب شد. این انتخاب بر اساس طبقه بندی بین المللی کلیه رشته فعالیت‌های اقتصادی^۱ (ISIC) صورت گرفته است [۶۷].

در قدم‌های بعدی پردازش‌هایی روی اطلاعات این بانک‌ها با هدف دستیابی به شاخص‌های زیر انجام شد:

- ✓ هزینه ناشی از قطع برق در واحدهای تحت مطالعه به ازای دوره‌های زمانی مختلف تداوم خاموشی شامل خاموشی لحظه‌ای، یک ساعته، دو ساعته و چهار ساعته (هزار ریال)
- ✎ هزینه خاموشی نرمالیزه شده بر حسب حداکثر دیماندر واحدهای تحت مطالعه در سال ۱۳۸۰ به ازای دوره‌های زمانی مختلف تداوم خاموشی (هزار ریال بر کیلووات)
- ✎ هزینه ناشی از هر کیلووات ساعت عرضه نشده به واحدهای تحت مطالعه در سال ۱۳۸۰ به ازای دوره‌های زمانی مختلف تداوم خاموشی (هزار ریال بر کیلووات ساعت)

شاخص اول مبین مقدار خالص خسارت وارد شده بر اثر قطع برق، با دوره تداوم مشخص، به واحدها می‌باشد. تقسیم این مقدار به کل انرژی الکتریکی مصرفی واحد و یا حداکثر دیماندر واحد در سال ۱۳۸۰ منجر به تحصیل شاخص‌های دوم و سوم خواهد شد. مفهوم این شاخص‌ها اینست که در صورت وقوع یک خاموشی با دوره تداوم مشخص، به ازای هر کیلووات ساعت

^۱-International Standard Industrial Classification of all economic activities

انرژی مصرفی (هر کیلووات حداکثر دیماندر مصرفی) در سال ۱۳۸۰ چه مقدار خسارت خاموشی به واحد تحمیل شده است. شاخص چهارم، که همان هزینه انرژی عرضه نشده می‌باشد، از تقسیم شاخص اول به مقدار انرژی الکتریکی مصرفی واحد طی دوره زمانی خاموشی به دست می‌آید.

بخشی از نتایج محاسبه شاخص‌ها برای واحدهای صنعتی و معدنی تحت بررسی در جداول بعدی نشان داده شده است. بررسی نتایج حاکی از صعودی بودن هزینه خاموشی نرمالیزه شده بر حسب انرژی مصرفی و حداکثر دیماندر با افزایش دوره زمانی تداوم خاموشی است. این امر مطابق انتظار است زیرا با افزایش دوره زمانی تداوم خاموشی، هزینه تحمیل شده به واحدها افزایش می‌یابد. نکته قابل ذکر در این جداول اینست که افزایش هزینه خاموشی روندی خطی متناسب با افزایش دوره زمانی تداوم خاموشی ندارد. به بیان دیگر با دو برابر شدن دوره زمانی خاموشی، خسارت وارد شده به واحدها لزوماً دو برابر نمی‌شود که عمدتاً ناشی از استفاده واحدها از دیزل ژنراتور برای کاهش خسارت ناشی از قطع برق است.

نتایج نشان می‌دهند که مشترکان صنعتی که فعالیت‌های ساخت موتورهای برقی و ژنراتور و ترانسفورماتور در آن قرار دارند، بیشترین هزینه خاموشی به ازای هر کیلووات ساعت مصرفی را متحمل می‌شوند. از سوی دیگر مشترکان معدنی که فعالیت‌های استخراج زغال سنگ در آن طبقه‌بندی شده‌اند، متحمل بیشترین هزینه خاموشی به ازای هر کیلووات ساعت مصرفی می‌شوند [۳۷].

از سوی دیگر به منظور ایجاد مبنایی برای پرداخت خسارت به مشترکان در صورت قطع برق ایشان، باید از شاخص هزینه انرژی عرضه نشده استفاده شود. این شاخص مبین اینست که مشترک به ازای هر کیلووات ساعت انرژی عرضه نشده به او طی دوره زمانی قطع برق متحمل چه مقدار خسارت اقتصادی می‌شوند. جداول ۱-۲ تا ۴-۲ نشان می‌دهد حداکثر هزینه انرژی تامین نشده در صورت وقوع خاموشی‌های لحظه‌ای، یک ساعته و دو ساعته مربوط به مشترکان معدنی گروه ۱۰ است حال آنکه گروه ۱۴ بیشترین هزینه را در خاموشی چهار ساعته متحمل می‌شود. نکته قابل ذکر در جداول زیر اینست که هزینه انرژی تامین نشده در صورت وقوع خاموشی لحظه‌ای عموماً بزرگتر از مقدار متناظر با دوره‌های خاموشی طولانی‌تر می‌باشد. این امر از وجود بارهای بسیار حساس به ولتاژ ناشی می‌شود. قطع این بارها در صورت وقوع خاموشی لحظه‌ای و عدم قطع بارهای غیرحساس به تغییرات بسیار شدید ولتاژ موجب بروز خسارت‌های عمده به تجهیزات می‌گردد که افزایش قابل توجه خسارت ناشی از وقوع ای نوع خاموشی را به دنبال دارد. تنظیم مناسب سیستم‌های حفاظتی واحدها و جبران‌کننده‌های توان راکتیو از اهمیت زیادی در کاهش خسارت ناشی از خاموشی لحظه‌ای برخوردار است.

جدول ۱-۲: تعریف فعالیت‌ها بر اساس کدهای دو رقمی ISIC گروه‌های صنعتی جامعه نمونه

شرح فعالیت	کد ISIC
ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی	۱۵
ریسندگی، بافندگی و تکمیل منسوجات	۱۷
ساخت کاغذ و محصولات کاغذی	۲۱
ساخت مواد و محصولات شیمیایی	۲۴
ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک	۲۵
ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی	۲۶
ساخت فلزات اساسی	۲۷
ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات	۲۸
ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۲۹
ساخت موتورهای برقی، ژنراتور و ترانسفورماتور	۳۱
ساخت ابزار پزشکی، اپتیکی و ابزار دقیق، ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۳۳
ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر	۳۴
ساخت سایر تجهیزات حمل و نقل	۳۵

جدول ۲-۲: تعریف فعالیت‌ها بر اساس کدهای دو رقمی ISIC گروه‌های معدنی جامعه نمونه

شرح فعالیت	کد ISIC
استخراج زغال سنگ و لینییت، زغال سنگ نارس	۱۰
استخراج کانه‌های فلزی	۱۳
استخراج سایر معادن	۱۴

جدول ۲-۳: هزینه انرژی تامین نشده در گروه‌های مختلف صنعتی (هزار ریال بر کیلووات ساعت)

کد ISIC	قطعی لحظه‌ای	قطعی یک ساعته	قطعی دو ساعته	قطعی چهار ساعته
۱۵	۲۴/۷۵۱	۱۹/۰۵۰	۱۶/۴۷۳	۱۵/۰۰۲
۱۷	۱۷/۰۲۳	۶/۳۸۲	۴/۸۷۷	۳/۹۳۳
۲۱	۰/۵۶۶	۰/۴۵۷	۰/۴۴۱	۰/۴۳۱
۲۴	۲۳/۸۵۷	۱۷/۶۸۷	۱۵/۸۶۹	۱۴/۸۹۵
۲۵	۳۹/۴۰۲	۱۲/۱۵۴	۷/۳۲۸	۵/۹۴۷
۲۶	۲/۸۹۴	۲/۱۰۵	۱/۸۲۴	۱/۵۰۴
۲۷	۹/۲۷۷	۴/۹۴۵	۴/۱۲۴	۳/۶۷۵
۲۸	۲۷/۴۴۰	۱۳/۶۶۷	۱۱/۴۲۹	۱۰/۶۲۶
۲۹	۱۷/۸۴۷	۹/۷۹۷	۸/۱۹۰	۷/۵۱۸
۳۱	۴۳/۷۸۵	۳۷/۸۴۷	۳۶/۷۱۲	۳۶/۰۴۴
۳۴	۸۲/۳۰۸	۲۳/۲۸۲	۱۶/۲۴۵	۱۲/۶۱۳
۳۵	۰/۲۹۶	۰/۰۴۳	۱/۱۴۳	۰/۵۷۸
میانگین	۲۶/۵۵۴	۱۲/۹۴۵	۱۰/۴۹۸	۹/۲۶۸

جدول ۲-۴: هزینه انرژی تامین نشده در گروه‌های مختلف معدنی (هزار ریال بر کیلووات ساعت)

کد ISIC	قطعی لحظه‌ای	قطعی یک ساعته	قطعی دو ساعته	قطعی چهار ساعته
۱۰	۵۹/۹۵۰	۱۷/۳۹۰	۱۱/۶۵۰	۸/۳۸۰
۱۳	۹/۱۵۰	۸/۹۲۰	۷/۳۲۰	۷/۱۱۰
۱۴	۱۶/۰۵۰	۱۴/۸۰۰	۱۱/۴۷۰	۱۱/۵۶۰
میانگین	۲۲/۶۲۸	۱۳/۴۴۳	۱۰/۱۸۴	۹/۵۰۹

از مهمترین فعالیتهای لازم جهت تعیین هزینه خاموشی مشترکین، آگاهی از نقش و جایگاه انرژی الکتریکی در فعالیتهای جاری مصرف‌کنندگان می‌باشد که بدون تعامل آنان این امر میسر نخواهد شد. همچنین یکی از مهمترین مشکلات

موجود در این حوزه نیز فقدان آمار و اطلاعات اولیه در زمینه خاموشی می‌باشد که به همین دلیل برای رفع آن پرسشنامه‌هایی جداگانه‌ای برای هر مطالعه تهیه می‌شود و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

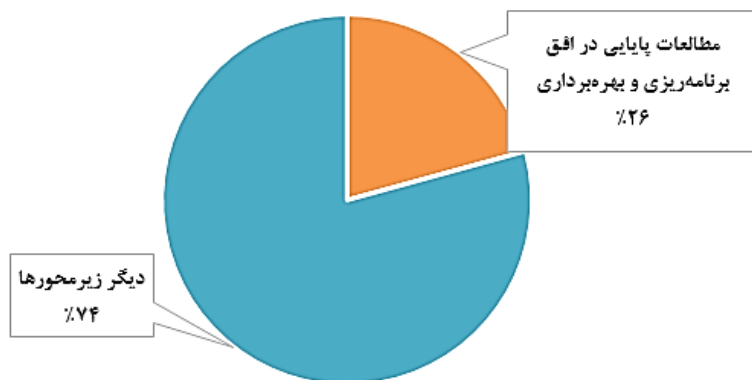
بدین منظور توسعه بانک‌های اطلاعاتی لازم، محاسبه تابع خرابی مشترکین در مناطق مختلف برای مشترکین با رفتار مختلف، شاخص‌های مربوط به ارزش بار از دست رفته، ارائه و پیشنهاد روش‌هایی برای این امر و مهم‌تر از همه بکارگیری شاخص‌های محاسبه شده در فرایندهای بهره‌برداری، برنامه‌ریزی و مدیریتی شبکه‌های قدرت از ضرورت‌های تحقیقات آتی بشمار می‌رود. همچنین محاسبه مقدار خسارت وارد شده به مشترکان مختلف بر اثر قطع برق دستاوردهای زیر را به دنبال خواهد داشت [۱۰-۶]:

- فراهم آمدن معیار جهت پرداخت خسارت توسط عرضه‌کننده برق به مشترکان در صورت وقوع خاموشی
- امکان قیمت گذاری برق بر اساس هزینه نهایی توسط عرضه‌کننده که در این صورت مشترک می تواند انرژی الکتریکی را با قابلیت اطمینان مورد نظر و در ازای پرداخت هزینه مربوطه در دسترس داشته باشد
- فراهم آمدن امکان برنامه‌ریزی کوتاه مدت (برنامه‌ریزی در حوزه بهره‌برداری و امنیت شبکه)، میان مدت (برنامه‌ریزی تعمیرات پیشگیرانه و برنامه‌ریزی تعمیرات اصلاحی) و بلند مدت (برنامه‌ریزی توسعه شبکه و ارتقاء سطح تجهیزات به منظور تامین بار).
- بهبود راهکارهای مدیریت مصرف با توجه به ارتباط آن با هزینه عدم تامین برق

۶-۲-۲- زیرمحور مطالعات قابلیت اطمینان در افق برنامه‌ریزی و بهره‌برداری

جهت تعیین جایگاه ایران در زیرمحور مطالعات قابلیت اطمینان در افق برنامه‌ریزی و بهره‌برداری، در این قسمت فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. انجام فعالیت‌های تحقیقاتی به منظور توسعه شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی با در نظر گرفتن معیار قابلیت اطمینان شبکه مانند تعیین ظرفیت رزرو استاتیکی و پایداری شبکه لازم جهت حفظ امنیت شبکه قدرت، جایابی و تعیین ظرفیت نیروگاه‌های مورد نیاز برای سال‌های آینده، مسیریابی فیدرهای شبکه توزیع و یا تعیین آرایش شبکه‌های انتقال و مسائل مربوط به بهره‌برداری از شبکه‌های قدرت مانند حل مساله در مدار قرار گرفتن واحدهای تولیدی از مهمترین مسائلی است که در این زیرمحور بدان پرداخته می‌شود.

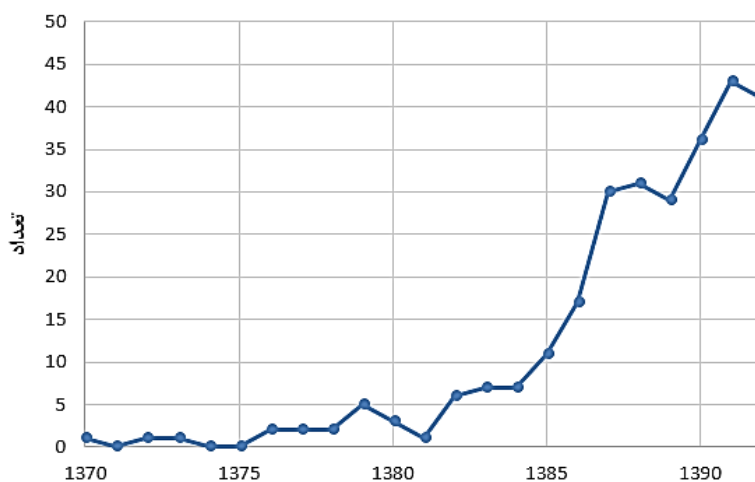
در شکل ۲-۴۲ درصد فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نسبت به کل فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان نشان داده شده است.



شکل ۲-۴۲: درصد فعالیت‌ها در مطالعات قابلیت اطمینان در افق برنامه‌ریزی و بهره‌برداری

همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، این زیرمحور از نظر تعداد فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده در جایگاه مناسبی قرار دارد و فعالیت‌های بسیاری در این زمینه انجام شده است.

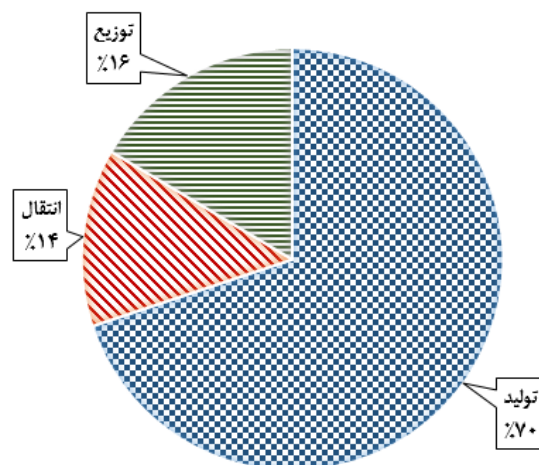
روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نیز در شکل ۲-۴۳ نشان داده شده است.



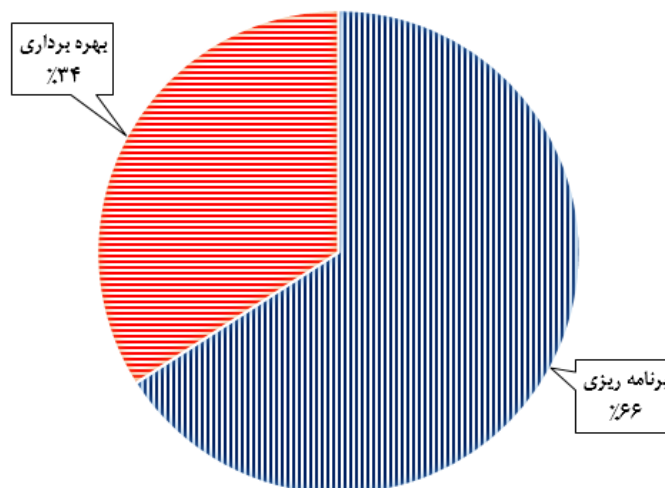
شکل ۲-۴۳: روند زمانی فعالیت‌ها در زیرمحور مطالعات قابلیت اطمینان در افق برنامه‌ریزی و بهره‌برداری

همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، در سال‌های اخیر این زیرمحور مورد توجه بسیاری قرار گرفته است و فعالیت‌های زیادی در این زمینه انجام شده است.

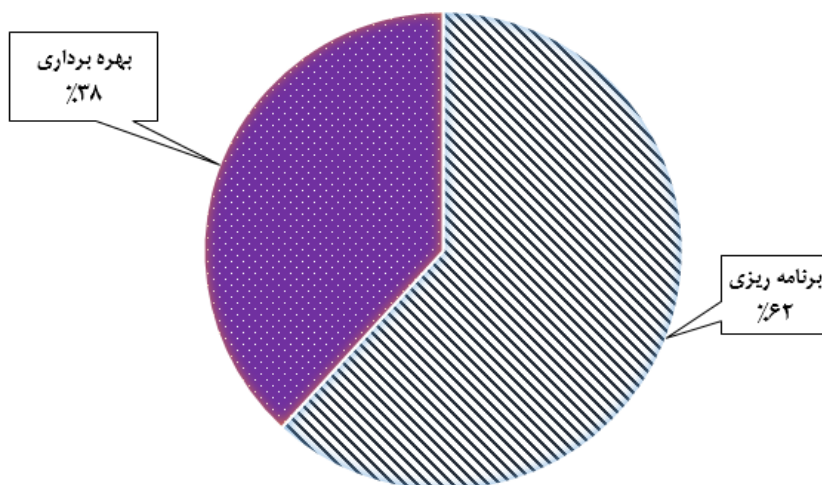
همچنین در شکل‌های ۲-۴۴ الی ۲-۴۸ درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور در زمینه‌های تحقیقاتی مربوطه به تفکیک حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع نشان داده شده است.



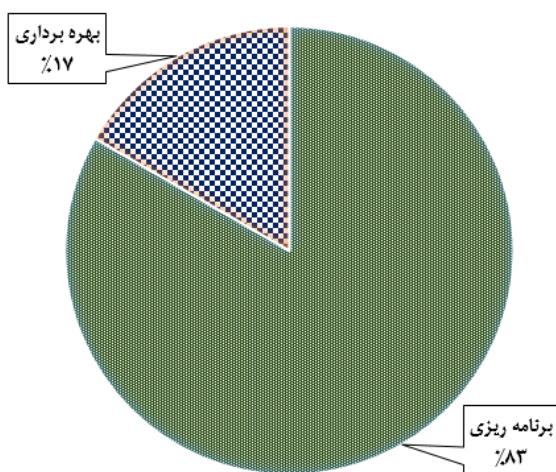
شکل ۲-۴۴: درصد فعالیت‌های انجام شده در سطوح تولید، انتقال و توزیع



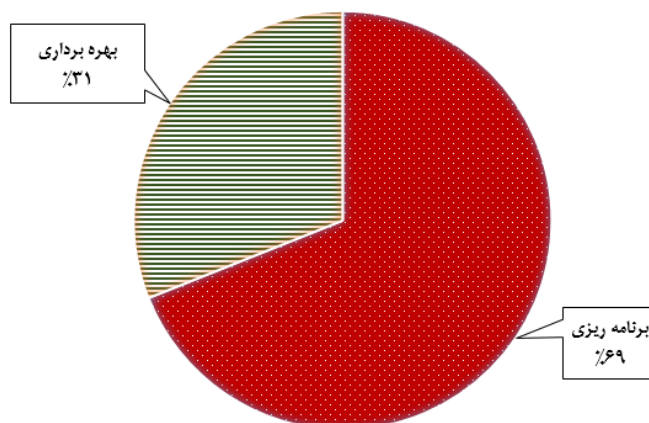
شکل ۲-۴۵: درصد کل پایان نامه‌ها و مقالات در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۲-۴۶: درصد پایان نامه‌ها و مقالات در سطح تولید در هر زمینه تحقیقاتی



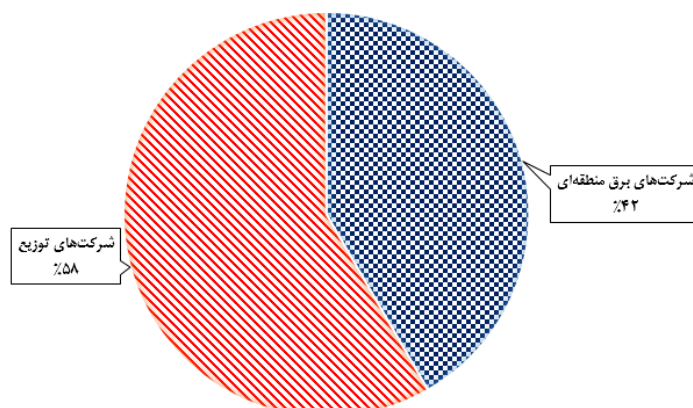
شکل ۲-۴۷: درصد پایان‌نامه‌ها و مقالات در سطح انتقال در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۲-۴۸: درصد پایان‌نامه‌ها و مقالات موجود در سطح توزیع در هر زمینه تحقیقاتی

همان طوری که در شکل ۲-۴۴ مشاهده می‌شود، عمده فعالیت‌های انجام شده در حوزه شبکه‌های تولید بوده است. با توجه به اهمیت شبکه‌های توزیع و انتقال و جایگاه آنها توجه بیشتر به این حوزه یکی از نیازمندی‌های آتی می‌باشد. همچنین مطابق شکل ۲-۴۵ بیشتر فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور در حوزه‌های تحقیقاتی مربوط به برنامه‌ریزی سیستم‌های قدرت بوده است و در زمینه بهره‌برداری سیستم فعالیت‌های به نسبت کمتری انجام شده است. این روند در هر یک از حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع نیز مطابق شکل‌های ۲-۴۶ تا ۲-۴۸ وجود دارد. توجه بیشتر به حوزه بهره‌برداری مخصوصاً در شبکه‌های توزیع می‌تواند به عنوان یکی از ضرورت‌های تحقیقات بعدی در نظر گرفته شود.

در شکل ۲-۴۹ درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور در قالب پروژه‌های تحقیقاتی در شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نشان داده شده است. البته تعداد پروژه‌های انجام شده در این زیرمحور در شرکت‌های برق منطقه‌ای و توزیع اندک می‌باشد که یکی از ضعف‌های موجود در این زیرمحور نیز می‌باشد.



شکل ۲-۴۹: درصد پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع

همانطوری که در شکل‌های بالا نشان داده شده است، فعالیت‌های تحقیقاتی نسبتاً مناسبی در این حوزه انجام شده است. ولی به دلیل مواردی مانند نبود هزینه‌های خاموشی مشترکین و بانک‌های اطلاعاتی منسجم از اتفاقات شبکه، در توسعه شبکه‌های قدرت ایران معیار قابلیت اطمینان تنها به صورت قید در نظر گرفته می‌شود. همچنین در این زمینه معیارهایی مانند احتمال وقوع تک پیشامد به عنوان یکی از روش‌های قطعی در بهره‌برداری از شبکه‌های انتقال جهت تضمین امنیت لازم شبکه در نظر گرفته می‌شود. بنابراین ایجاد پایگاه اطلاعاتی منسجم، محاسبه ارزش بار از دست رفته برای مناطق مختلف و توسعه استانداردهایی در زمینه تعیین معیارهای مناسب قابلیت اطمینان جهت بکارگیری در بهره‌برداری و برنامه‌ریزی شبکه قدرت، تعیین رزرو بهینه استاتیکی و دینامیکی لازم و حل مساله در مدار قرار گرفتن واحدهای تولیدی و توجه بیشتر به حوزه بهره‌برداری از مهمترین عناوینی است که می‌تواند در برنامه‌های آتی مد نظر قرار گیرد.

با توجه به توضیحات بالا مهمترین فعالیت‌های موردنیاز در این زیرمجموعه را که تا حدودی نیز محقق شده است را می‌توان

به صورت زیر دسته بندی نمود:

- یکسان‌سازی روش‌های اجرایی و دستورالعمل‌ها
 - ✓ جمع‌آوری کلیه مستندات بهره‌برداری موجود
 - ✓ تشکیل کارگروه‌های تخصصی جهت بررسی و بازنگری دستورالعمل‌های بهره‌برداری
 - ✓ اصلاح اولیه و مطابقت با ابلاغیه‌های شرکت‌های شرکت توانیر و ابلاغ آنها جهت پیاده‌سازی
 - ✓ کنترل در دسترس بودن دستورالعمل‌های ابلاغی و نحوه پیاده‌سازی آنها با بازدید میدانی
- تعریف فعالیت‌های بهره‌برداری

- ✓ شناسایی کلیه فعالیت‌های بهره‌برداری تعریف شده در سطح شرکت
- ✓ اضافه نمودن فعالیت‌های جدید (تست و سرویس تجهیزات جدید و ...)
- ✓ دسته‌بندی فعالیت‌ها در قالب ماهیت اعتباری
- ✓ تعریف بازه زمانی مناسب انجام هر آیتم
- ✓ ارائه در کارگروه بهره‌برداری شرکت و بررسی و تصویب نهایی
- تغییر در شرح خدمات و وظایف مهندسين مشاور بخش بهره‌برداری
 - ✓ پیگیری تهیه طرح‌های مورد نیاز
 - ✓ پیگیری مستمر بر اجرای فعالیت‌های بهره‌برداری و نظارت بر آن و اعلام درصد پیشرفت با ارائه مستندات لازم
 - ✓ پیگیری ابلاغ و اجرای پروژه‌های مورد نیاز
- ارتقا کمی و کیفی نیروی انسانی فنی بهره‌برداری
 - ✓ شناسایی کارگروه‌های مورد نیاز
 - ✓ نیازسنجی کمی و کیفی نیروی انسانی مورد نیاز
 - ✓ تعریف دوره‌های کاربردی
 - ✓ هماهنگی با سازمان فنی حرفه‌ای جهت تولید دوره‌های استاندارد
 - ✓ شناسایی و مذاکره با مراکز آموزشی جهت برگزاری دوره‌ها
- تعریف شاخص‌های بهره‌برداری مناطق
 - ✓ جمع‌آوری سوابق شامل اطلاعات موجود، ابلاغیه‌های توانیر و استانداردهای معرفی شده
 - ✓ تفکیک مباحث کلی شاخص‌ها به بخش‌های شناخت، شبکه و استاندارد
 - ✓ تفکیک شاخص‌های کاربردی و خلاصه‌سازی آنها
 - ✓ تدوین نحوه محاسبه شاخص‌ها و ابلاغ آنها به مناطق و سامانه فوریت‌های برق
- تهیه روش ارزیابی بهره‌برداری مناطق
 - ✓ تعریف هدف و آیتم‌های پروژه و واگذاری آن به مشاور

- ✓ تشکیل تیم کارشناسان خبره توسط مشاور
- ✓ تفکیک ارزیابی به دو بخش فرایندها و شاخص‌ها
- ✓ تعریف ریزآیتم‌های ارزیابی
- ✓ مشخص نمودن درصد وزنی آیتم‌ها
- ✓ تولید دستورالعمل‌های نهایی ارزیابی
- پیگیری انجام ارزیابی بر اساس روش تهیه شده
- ✓ ابلاغ دستورالعمل‌های ارزیابی تدوین گردیده
- ✓ تولید شاخص‌های نهایی گردیده در مناطق
- ✓ برنامه‌ریزی جهت انجام ارزیابی
- ✓ بازدید میدانی و ارزیابی نهایی
- ✓ بررسی نتایج جهت اعمال مدیریت یا انجام اصلاحات مورد نیاز

۷-۲-۲- زیرمحور کفایت منابع آب و سوخت

جهت تعیین جایگاه ایران در زیرمحور کفایت منابع آب و سوخت، در این قسمت فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. انجام فعالیت‌های تحقیقاتی به منظور ادغام در دسترس‌پذیری منابع سوخت با مدل‌های کفایت منابع تولید، ارزیابی ریسک‌های مرتبط با تامین سوخت لازم واحدهای تولیدی ناشی از عدم قطعیت‌های موجود در شرایط آب و هوایی هر منطقه و توسعه روش‌های نوین بدین منظور، بررسی تاثیر وابستگی شدید منابع تولید به سوخت گاز و محاسبه قابلیت اطمینان سیستم سوخت رسانی، حمل و نقل و عرضه سوخت، بررسی تغییرات شرایط اقلیمی و تاثیر آن بر کفایت منابع آب، انجام تحلیل‌های قابلیت اطمینان محور بر روی شبکه قدرت با در نظر گرفتن کمبود منابع اولیه انرژی مانند منابع آبی از مهمترین مسائلی است که در این زیرمحور بدان پرداخته می‌شود.

با درک عمیق از آسیب‌پذیری قابلیت اطمینان شبکه الکتریکی به دلیل افزایش وابستگی به گاز طبیعی و احتمال وقوع رویدادهای زیان‌بار، عدم قطعیت موجود در تامین گاز طبیعی باید در برنامه‌ریزی احتمالاتی منابع نیز گنجانده شود. به همین دلیل در صنعت برق، اقدامات لازم جهت بررسی احتمالاتی کفایت منابع نیز انجام می‌شود. متأسفانه تاکنون فعالیت‌های در این

زمینه در داخل کشور انجام نشده است و این زیرمحو از جایگاه مناسبی برخوردار نیست که یکی از کاستی‌های موجود در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان انجام شده در کشور است. البته این زیرمحو یکی از جدیدترین موضوعات مطرح شده در حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت می‌باشد. با توجه به اینکه تعداد زیادی از واحدهای تولیدی داخل کشور از سوخت گازی استفاده می‌نمایند، بررسی تاثیر کفایت سیستم سوخت رسانی و شبکه گاز بر توان تولیدی این واحدها می‌تواند یکی از زمینه‌های تحقیقاتی در این حوزه بشمار رود.

همچنین یکی از مهم‌ترین مسائل تاثیرگذار بر قابلیت اطمینان شبکه تغییر شرایط اقلیمی می‌باشد. افزایش درجه‌ی حرارت، کاهش میزان بارش و کمبود منابع آبی، ذوب شدن یخ‌های قطبی، بالا آمدن سطح آب‌های آزاد و بی‌نظمی در پدیده‌های آب و هوایی از مهم‌ترین پیامدهای تغییر اقلیم محسوب می‌شوند. کارشناسان حوزه‌ی اقلیم‌شناسی معتقدند، ایران نیز به همراه دیگر کشورهای جهان دچار تغییر اقلیم شده است و در زمان حاضر نیز نشانه‌هایی از دگرگونی اقلیمی در ایران قابل مشاهده است [۳۶-۳۸].

چالش پیش‌روی، شناسایی اثرات این تغییرات بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت می‌باشد. لازم است که طرح‌هایی برای کاهش اثرات و یا سازگاری با آن‌ها توسعه داده شود. این فرایند می‌تواند برای شرکت‌هایی که نواحی بزرگی را زیر پوشش خود دارند، پیچیده‌تر باشد. در ایران ناهنجاری‌های اقلیمی مانند خشک‌سالی‌های بلند مدت و روند دار بودن تغییرات دما و بارش نشان‌دهنده‌ی عمق اثرات تغییر اقلیم است و به مفهوم واقعی می‌توان نشانه‌هایی از این پدیده را در کشور مشاهده کرد. منابع مختلف از رشد روز افزون بیابان‌ها، از بین رفتن یا کاسته شدن قابل ملاحظه ذخایر برفی مناطق کوهستانی و یخچالی، افزایش دما و روند کاهشی مقدار بارش خبر می‌دهند.

تغییرات آشرایط اقلیمی ممکن است روی کفایت منابع آب در آینده اثرگذار باشد و چالش‌هایی ایجاد نماید که باید در نظر گرفته شوند. تغییرات در بارش شامل کاهش و یا افزایش مقدار بارندگی به همراه جابه‌جایی زمانی در چرخه‌ی بارش است. این تغییرات می‌تواند روی مقدار برف، دبی رودخانه‌ها و دسترسی به آب برای نیروگاه‌های آبی تأثیر بگذارد [۳۶-۳۸]. ظرفیت منابع آبی در دهه‌ی گذشته کاهش اندکی داشته است و لذا نقش این واحدها در پرتفوی منابع تولید توان آینده باید با دقت بررسی گردد. با توجه به سیاست‌ها و آیین‌نامه‌های موجود احتمال افزایش قابل توجه این منابع در آینده‌ی نزدیک کم است. به‌علاوه سیاست‌ها و آیین‌نامه‌های جدید برای استفاده از آب در خنک‌سازی نیروگاه و قوانین زیست محیطی، موجود بودن منابع آبی و

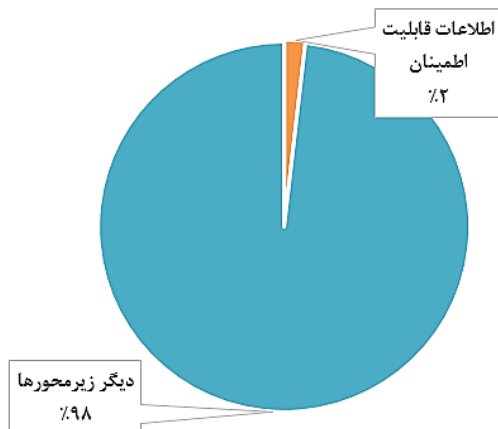
استفاده از آن‌ها را مورد تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین این عوامل باید در هنگامی که نقش منابع آبی در برنامه‌ریزی و بهره‌برداری ارزیابی می‌گردد، در نظر گرفته شوند.

خشک‌سالی در اثر تغییر در بارش‌های سالیانه و همچنین افزایش دما در مدت زمانی طولانی به وجود می‌آید. خشک‌سالی موجب به وجود آمدن چالش برای سیستم قدرتی است که به منابع آبی هم به عنوان سوخت و هم به عنوان خنک‌کننده وابستگی بالایی دارد. به علاوه آب یک کالایی رقابتی بین صنعت‌های مختلف به حساب می‌آید. کمبود منابع آبی در اثر خشک‌سالی باعث شدت گرفتن این رقابت می‌شود [۳۶-۳۸]. به عبارتی کمبود منابع آب موجب اولویت‌بندی صنایع مختلف از قبیل کشاورزی و ... برای استفاده از آب می‌شود. لذا در این شرایط انجام تحلیل‌های قابلیت اطمینان محور بر روی شبکه قدرت که کمبود منابع اولیه انرژی مانند منابع آبی را در نظر بگیرند از اولویت و اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین مساله تامین سوخت مورد نیاز برای واحدهای هسته‌ای نیز با توجه به وضعیت سیاسی و دانش فنی ایران در این زمینه نیز باید در مطالعات آینده سیستم‌های قدرت مورد توجه قرار گیرد.

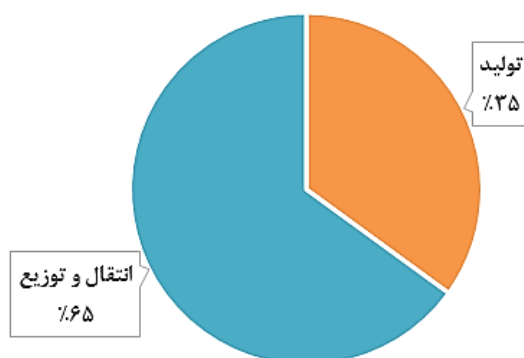
۸-۲-۲- زیرمحور اطلاعات قابلیت اطمینان

جهت تعیین جایگاه ایران در زیرمحور اطلاعات قابلیت اطمینان، در این قسمت فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. انجام فعالیت‌های تحقیقاتی به منظور تهیه بانک‌های اطلاعاتی، استانداردهای لازم جهت جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز، توسعه نرم‌افزارهایی به منظور جمع‌آوری، نگهداری، کنترل اطلاعات، سیستم‌های ثبت حوادث، سیستم‌های GIS مربوط به مشترکین، مباحث مربوط به داده‌کاوی، خوشه‌بندی اطلاعات کسب شده بر اساس نوع حوادث و یا اثر آن، تحلیل اطلاعات خاموشی مشترکین و زیرساخت‌های مورد نیاز برای جمع‌آوری اطلاعات تجهیزات، امنیت اطلاعات در فضای سایبری و غیره از مهمترین مسائلی است که در این زیرمحور بدان پرداخته می‌شود.

در شکل ۲-۵۰ درصد فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نسبت به کل فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان و در شکل ۲-۵۱ درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه اطلاعات قابلیت اطمینان در حوزه‌های تولید و انتقال-توزیع نشان داده شده است.

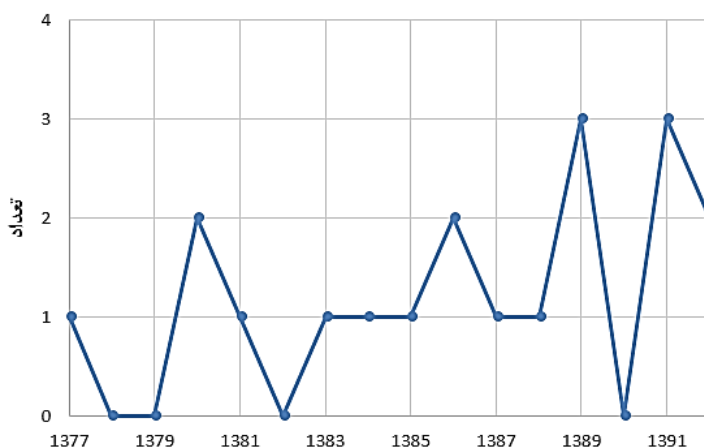


شکل ۲-۵: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور اطلاعات قابلیت اطمینان



شکل ۲-۵: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در حوزه‌های تولید و انتقال-توزیع

همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، متأسفانه فعالیت‌های کمی در این زیرمحور صورت گرفته است و عمدتاً فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده در این زمینه در حوزه شبکه‌های انتقال و توزیع می‌باشد. همچنین روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نیز در شکل ۲-۵۲ نشان داده شده است.



شکل ۲-۵۲: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور اطلاعات قابلیت اطمینان

همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، فعالیت‌های انجام شده در این زیرمجموعه دارای نوسان بوده و به صورت مشخص دارای روند صعودی نیست.

با توجه به نمودارهای بالا مشاهده می‌شود که این زیرمجموعه از جایگاه مناسبی برخوردار نیست. وظیفه جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه قدرت و تجهیزات آن، تاکنون توسط بخش‌های مختلفی مانند شرکت مدیریت شبکه برق ایران، شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نیروی برق با توجه به نیازمندی‌های هر بخش انجام شده است و وجود یک واحد و کمیته تخصصی جهت جمع‌آوری اطلاعات شبکه به صورت کاملاً منسجم یکی از ضرورت‌های موجود در این بخش می‌باشد.

این اطلاعات شامل اطلاعات پایه طراحی و همچنین عملکرد کل و یا بخشی از شبکه و تجهیزات می‌باشد. به طور خلاصه داده‌های کمی جمع‌آوری شده توسط نهادهای مسئول در ایران به دو دسته اصلی تقسیم‌بندی می‌گردد [۲۱]:

❖ اطلاعات پیشامدهای کل شبکه و یا بخشی از آن

در این بخش سعی می‌شود تا با در نظر گرفتن داده‌های مربوط به عملکرد کل سیستم قدرت، به بررسی قابلیت اطمینان و امنیت شبکه پرداخته شده و یک بانک اطلاعاتی قوی از نحوه عملکرد کل سیستم در مقابل حوادث گوناگون شبکه تشکیل گردد. این اطلاعات می‌تواند یک پل ارتباطی میان تجهیزات اصلی شبکه مانند نیروگاه‌ها و همچنین نقاط مصرف باشند. همچنین این بانک اطلاعاتی تاثیر عملکرد واحدهای نیروگاهی و شبکه انتقال را بوسیله نقاط بار اصلی در اختیار مصرف‌کنندگان قرار خواهد داد.

ضرورت نگهداری و بروزرسانی اطلاعات فنی شبکه برق کشور و بکارگیری این اطلاعات در مطالعات شبکه به منظور ارزیابی وضعیت موجود و برنامه‌ریزی شبکه آینده و ایجاد پایگاه داده‌های فنی شبکه بصورت جامع که بتواند مورد استفاده و بهره‌برداری کلیه کارشناسان تحلیل‌گر شبکه در مجموعه صنعت برق قرار گیرد، از دیرباز مد نظر بوده است. اجرای پروژه طرح مطالعات جامع شبکه برق که از طریق شرکت زیمنس و با کارفرمایی شرکت مدیریت شبکه برق ایران در دست اقدام می‌باشد، نشان داد که مجموعه صنعت برق کشور علی‌رغم اقدامات انجام شده در بخش‌های مختلف، فاقد یک پایگاه داده جامع مستند و مورد تایید می‌باشد. طی سال‌های ۸۴ و ۸۵ با بسیج عمومی کلیه کارشناسان و مدیران مرتبط با اطلاعات مذکور در شرکت‌های برق منطقه‌ای، توانیر، سازمان توسعه برق ایران و مپنا بخش عمده‌ای از اطلاعات جمع‌آوری و در فرمت نرم‌افزار اکسل برای استفاده آماده گردید.

همچنین نرم‌افزار EDIPG^۱ که دارای قابلیت اتوماسیون امور مربوط به فرایند ثبت و نگهداری اطلاعات شبکه انتقال سراسری ایران می‌باشد، با نظارت شرکت مدیریت شبکه برق ایران ایجاد گردید. بعلاوه این نرم‌افزار امور مربوط به نگهداری، دسته‌بندی، کنترل، بروزرسانی و جمع‌بندی اطلاعات را بر عهده دارد و از آنجا که این نرم‌افزار تحت وب می‌باشد، می‌تواند گزارش‌هایی متنوع مطابق با اطلاعات به هنگام شده در اختیار کاربران قرار دهد. در واقع در عین سادگی ساختار این نرم‌افزار امکان تحلیل‌های آماری، گزارش‌گیری‌های مختلف و دسترسی سریع و لحظه‌ای به بانک اطلاعاتی را در اختیار کاربران سیستم قرار می‌دهد.

❖ اطلاعات پیشامدهای اجزاء شبکه

اصولاً تجهیزات یک شبکه قدرت را می‌توان در یک دید کلی به سه بخش تولید، انتقال و توزیع تقسیم‌بندی نمود. بنابراین فعالیت‌های انجام شده را می‌توان در سه بخش زیر خلاصه نمود:

• جمع‌آوری اطلاعات تجهیزات تولید

در این بخش اطلاعات آماری عملکرد واحدهای تولید توسط شرکت مدیریت شبکه برق ایران، شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های مدیریت تولید جمع‌آوری می‌گردد. این داده‌ها شامل اطلاعات پایه هر واحد مانند قدرت اسمی، قدرت عملی فصول مختلف، ظرفیت واحد و نوع واحد می‌باشد. همچنین اطلاعات عملکرد واحد که شامل زمان‌های تغییر وضعیت واحد، ظرفیت واحد در این حالت‌ها و کد وضعیت واحد می‌باشد نیز در این بانک اطلاعاتی ذخیره می‌شوند. برای عملکرد واحد در هر زمان کدهای خاصی اختصاص داده شده است که با استفاده از آنها می‌توان عملکرد واحد را بطور دقیق مورد بررسی قرار داد. این کدها حتی حالت‌های تعمیرات و یا ذخیره واحد را نیز مشخص می‌کنند که جهت محاسبات قابلیت اطمینان هر واحد دارای اهمیت خاصی می‌باشد.

خوشبختانه بانک اطلاعاتی مناسبی جهت جمع‌آوری اطلاعات لازم در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم تولید در کشور تهیه شده است که می‌تواند به عنوان یک گام مهم در ایجاد سیستم اطلاعات قابلیت اطمینان مورد توجه قرار گرفته و مبنایی جهت جمع‌آوری اطلاعات دیگر ادوات سیستم در بخش‌های انتقال و توزیع باشد [۳۱]. با توجه به جامع بودن فرم‌های اطلاعاتی و ثبت حوادث سازمان توانیر (که البته از روی مراجع معتبری مانند IEEE، CEA و NERC) تلخیص شده‌اند، استفاده از آنها می‌تواند نیازهای اطلاعاتی حوادث نیروگاه‌ها را بر طرف سازد. از طرف دیگر جامع بودن داده‌های این فرم‌ها باعث می‌شود که

علیرغم ورد اطلاعات بیشتر نسبت به فرم‌های برخی مراجع دیگر، بتوان در نهایت گزارش‌های آماری مناسبی از روی این اطلاعات تهیه نمود. این گزارش‌های آماری باعث تجزیه و تحلیل بهتر عملکرد واحد شده و می‌توان راندمان عملی واحد را با توجه به آن افزایش داد. بانک اطلاعاتی موجود که با استفاده از داده‌های واحدهای تولیدی شبکه سراسری ایران تهیه شده است، شامل نام واحد، شماره واحد، کد واحد، نوع واحد، نام نیروگاه، زمان خروج واحد، کد خروج، زمان ورود واحد و میزان توان ماکزیمم و مینیمم واحد در هر حالت می‌باشد. لازم به ذکر است که کد خروج واحد تعیین‌کننده نوع خروج واحد از مدار می‌باشد [۲۱].

بانک اطلاعاتی تهیه شده این بخش در ایران حدوداً شامل ۷۰۰۰۰ پیشامد مختلف در طول یک سال می‌باشد [۲۱]. این بانک داده از سال ۱۳۷۶ به طور کامل و منسجم جمع‌آوری شده است. البته اطلاعات پراکنده‌ای نیز از سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۶ موجود می‌باشد که به دلیل تدوین استاندارد کدگذاری برای عملکرد واحدها، به کار بردن آن از سال ۱۳۷۶، این داده‌ها چندان قابل استناد نیست. با استفاده از این بانک اطلاعاتی گزارش‌های گوناگونی در ارتباط با عملکرد هر واحد تولید و یا مجموعه‌ای از آنها در یک برق منطقه‌ای و یا کل کشور تهیه می‌گردد که اطلاعات مفیدی را از میزان ظرفیت تولید شده، میزان قدرت عملی واحدها، میزان خروج واحدها بر حسب کدهای مختلف و برخی پاراکترهای دیگر در اختیار قرار می‌دهد [۲۱].

• جمع‌آوری اطلاعات شبکه انتقال

وظیفه جمع‌آوری اطلاعات در این حوزه نیز توسط شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت مدیریت شبکه برق ایران به صورت پراکنده انجام می‌شود. این اطلاعات شامل عملکرد تجهیزات شبکه انتقال مانند خطوط انتقال، ترانسفورماتورها، کابل‌ها، کلیدها، بانک‌های خازنی، راکتورها، جبران‌کننده‌های سنکرون و خازن‌های سری می‌باشد. البته جهت جمع‌آوری اطلاعات مربوط به عملکرد این تجهیزات نیز لازم است تا یک کدگذاری استاندارد جهت عملکرد آنها در حالات مختلف تهیه گردد. در حال حاضر فرایند جمع‌آوری اطلاعات مرتبط با حوادث تجهیزات شبکه انتقال به صورت منسجم و نظام‌مند موجود نیست و لازم است در این بخش با تدوین استاندارد جهت جمع‌آوری اطلاعات شبکه انتقال و نحوه عملکرد آنها، زمینه مناسبی در این زمینه فراهم گردد.

• جمع‌آوری اطلاعات تجهیزات توزیع

اکثر خطاهای اتفاق افتاده در سیستم‌های قدرت و عدم تامین توان مورد نیاز مشترکین بدلیل بروز خطا در شبکه توزیع هر کشور می‌باشد. بنابراین داده‌ها و اطلاعات این بخش می‌تواند تاثیر بسزایی در محاسبات قابلیت اطمینان شبکه داشته باشد. در

مورد شبکه‌های توزیع تاکنون یک استاندارد یکنواخت در کل کشور ارائه نشده است و به همین دلیل داده‌های جمع‌آوری شده در این بخش دارای یک قالب مشخص در تمام کشور نیست. به دلیل اینکه متولی جمع‌آوری این اطلاعات تاکنون شرکت‌های توزیع بوده‌اند، اطلاعات با ساختارهای گوناگون و از زمان‌های مختلفی جمع‌آوری شده‌اند که عملاً خیلی قابل استفاده نبوده است. لذا لزوم ایجاد یک ساختار متحد و یکپارچه در جمع‌آوری آنها به خوبی احساس می‌شود. همچنین وجود انواع مختلف تجهیزات شبکه توزیع با برندهای مختلف تولیدکنندگان و نبود استانداردهای بررسی کیفیت تجهیزات (و یا عدم پیاده‌سازی صحیح این استانداردها) یکی از کاستی‌های موجود در این زمینه می‌باشد.

پایگاه داده‌های شبکه برق ایران توسط شرکت رهنماد اندیشه ایران و در قالب یک نرم‌افزار تهیه شده است که عبارتند از

[۲۱]:

• سیستم اطلاعات مدیریت دیسپاچینگ ملی

سیستم اطلاعات مدیریت دیسپاچینگ ملی ایران شامل دو بخش عمده می‌باشد: ثبت عملکرد و برنامه‌ریزی تعمیرات. با توجه به توسعه بی‌سابقه شبکه سراسری ایران در سال‌های اخیر و به منظور ثبت حوادث و آگاهی کامل از وضعیت و عملکرد شبکه، در ابتدا اطلاعات کلیه کمیت‌های اندازه‌گیری شده و رویدادهای مهم شبکه مانند تغییرات وضعیت و آمادگی واحدهای نیروگاهی، تغییرات وضعیت خطوط انتقال، انرژی تولید شده واحدهای نیروگاهی، توان تولیدی واحدها در پیک بار شبکه سراسری و ... در سیستم ثبت می‌گردد. سپس بر اساس داده‌های ثبت شده محاسبات لازم در مورد تولید، تبادل، مصرف واقعی، نیاز مصرف و ... به تفکیک مناطق مختلف در شبکه انجام می‌گیرد. در نهایت گزارش‌های مختلفی از عملکرد و وضعیت جاری شبکه در مقاطع زمانی مختلف تهیه می‌شود و داده‌های ذخیره شده، مبنای مطالعات علمی شبکه و انجام پیش‌بینی‌های مختلف از جمله برآورد بار مصرفی روزهای آینده قرار می‌گیرد.

واحدهای نیروگاهی، خطوط انتقال و تجهیزات ایستگاه‌های شبکه نیاز به انجام بازرسی، تست‌های دوره‌ای و تعمیرات اساسی دارند. بنابراین در بخش دوم، جهت برنامه‌ریزی تعمیرات نیروگاه‌ها و دیسپاچینگ‌های منطقه‌ای کلیه درخواست‌های خروج، محدودیت یا برق‌دار شدن واحدها، خطوط و تجهیزات خود را از طریق وب به دیسپاچینگ ملی ارسال می‌نمایند. هر یک از درخواست‌ها بر اساس روال‌های تعریف شده، گردش کار متفاوتی را پشت سر می‌گذارند. در صورت تایید درخواست متقاضی، برنامه خروج، محدودیت یا برق‌دار شدن، تهیه گردیده و از طریق وب در اختیار وی قرار می‌گیرد. اجرای برنامه حتماً باید با هماهنگی مرکز کنترل دیسپاچینگ ملی ایران صورت گیرد و وضعیت و نتیجه آن نیز در سیستم ثبت می‌گردد.

• سیستم تامین نیازهای اطلاعاتی واحدهای مختلف از اطلاعات دیسپاچینگ ملی

دیسپاچینگ ملی ایران در راستای انجام وظایف خود، کلیه رویدادهای مهم شبکه مانند تغییرات وضعیت و آمادگی واحدهای نیروگاهی، تغییرات وضعیت خطوط انتقال، انرژی تولیدشده واحدهای نیروگاهی، توان تولیدی واحدها در پیک بار شبکه سراسری و غیره را در سیستم اطلاعات دیسپاچینگ ملی ثبت می‌نماید. از آنجا که گزارش‌های دوره‌ای مبتنی بر این اطلاعات، برای واحدهای مختلف صنعت برق مورد نیاز می‌باشد، سیستم گزارش‌های دوره‌ای دیسپاچینگ ملی تهیه و راه‌اندازی شده است. این سیستم، آخرین تغییرات پایگاه داده دیسپاچینگ ملی را در فواصل زمانی قابل تنظیم، به‌صورت خودکار دریافت و ثبت می‌نماید و جداول واسطه‌ای را که جهت تسریع در تولید گزارش‌های دوره‌ای طراحی شده، بروز می‌نماید. بخش‌های مختلف صنعت برق که عهده‌دار برنامه‌ریزی تولید و شبکه، تهیه و کنترل بودجه، تهیه گزارش‌های آماری سالانه و غیره هستند با مراجعه به این سیستم گزارش‌های مختلف خود را در زمینه‌هایی مانند تولید، مصرف، خاموشی، مدیریت مصرف صنایع، نیاز مصرف، تبادلات خارجی و غیره در سطح برق منطقه‌ای، ناحیه دیسپاچینگ و یا کل شبکه سراسری تهیه می‌نمایند.

ایجاد سیستم ثبت حوادث ENOX در شرکت‌های توزیع نیروی برق، تدوین دستورالعمل‌هایی جهت محاسبات قابلیت اطمینان شبکه توزیع و ارتقاء آن، بکارگیری مرکز فوریت‌های برق (۱۲۱) جهت اطلاع از خاموشی مشترکین و یکپارچه‌سازی آن در کل کشور و جمع‌آوری اطلاعات مربوطه توسط معاونت هماهنگی توزیع و دفتر نظارت بر توزیع از مهمترین اقدامات صورت گرفته در این حوزه بوده است [۲۲].

همچنین از مهمترین دستاوردهای موجود در زمینه توسعه نرم‌افزارهای مورد نیاز جهت ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت می‌توان به نرم‌افزارهای سبا و پاشا اشاره نمود. نرم‌افزار سبا قابلیت آنالیز قابلیت اطمینان را در دو بخش انتقال و توزیع دارد [۳۲].

واحد محاسباتی قابلیت اطمینان شبکه انتقال نرم‌افزار سبا مشتمل بر دو دسته ارزیابی قابلیت اطمینان و پیش‌بینی قابلیت اطمینان شبکه انتقال است. واحد محاسباتی ارزیابی قابلیت اطمینان انتقال به بررسی وضعیت گذشته شبکه می‌پردازد و شاخص‌های قابلیت اطمینان تجهیزات شامل نرخ خرابی و زمان تعمیر را برای حالت‌های مختلف به دست می‌آورد. همچنین شاخص‌های قابلیت اطمینان شبکه و بار را نیز از گذشته سیستم محاسبه می‌کند. واحد محاسباتی پیش‌بینی قابلیت اطمینان با استفاده از تحلیل حساسیت و به دست آوردن کاتست‌های کمینه شبکه، شاخص‌های احتمالاتی قابلیت اطمینان شبکه را محاسبه کرده و همچنین کاتست‌های کمینه شبکه را در اختیار کاربر قرار می‌دهد.

قابلیت‌های واحد محاسباتی ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه انتقال [۳۲]:

- ارائه فرم‌های ثبت حوادث و خاموشی‌ها برای پست‌ها و خطوط
- ایجاد بانک اطلاعاتی حوادث پست‌ها و خطوط و امکان گزارش‌گیری از آن
- تعیین محدوده زمانی ثبت حوادث برای خطوط و پست‌ها
- تعیین شاخص‌های قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه در سطوح ولتاژ مختلف
- تعیین شاخص‌های تداوم خدمات‌دهی به مشترکین
- ارائه گزارش‌های آماری و گرافیکی از خروج‌های ثبت‌شده
- تعیین اولویت‌های پست‌ها و خطوط برای برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری
- امکان ادغام چندین شبکه مجزا با یکدیگر و قابلیت دستیابی به همه قابلیت‌های ذکرشده در حالت شبکه‌های مجزا و کل شبکه

واحد محاسباتی قابلیت اطمینان شبکه توزیع نرم‌افزار سبا نیز مشتمل بر دو دسته ارزیابی قابلیت اطمینان و پیش‌بینی قابلیت اطمینان است [۳۲]. واحد محاسباتی ارزیابی قابلیت اطمینان توزیع به بررسی وضعیت گذشته سیستم پرداخته و شاخص‌های قابلیت اطمینان را برای شبکه توزیع به دست می‌آورد. همچنین نرخ خرابی و زمان تعمیر به ازای تجهیزات مختلف و زمان کلید زنی را در سطوح ولتاژ متفاوت تهیه می‌کند. واحد محاسباتی پیش‌بینی قابلیت اطمینان توزیع با استفاده از کات‌س‌های کمیته شبکه توزیع، شاخص‌های احتمالاتی قابلیت اطمینان شبکه، فیدرها و بارها را محاسبه می‌کند.

قابلیت‌های واحد محاسباتی ارزیابی قابلیت اطمینان توزیع [۳۲]:

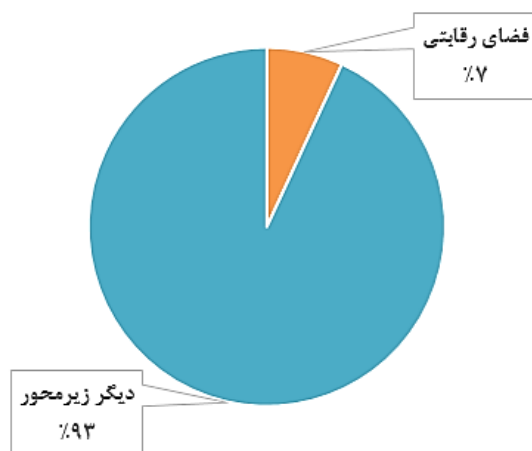
- ارائه فرم‌های ثبت حوادث و خاموشی‌ها برای پست‌ها و فیدرها
- ایجاد بانک اطلاعاتی حوادث پست‌ها و فیدرها
- تعیین محدوده زمانی ثبت حوادث برای فیدرها و پست‌ها
- تعیین شاخص‌های قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه در سطوح ولتاژ مختلف
- تعیین شاخص‌های تداوم خدمات‌دهی به مشترکین در سطح پست توزیع، فیدر توزیع، پست فوق توزیع و کل شبکه توزیع
- ارائه گزارش‌های آماری و گرافیکی از خروج‌های ثبت‌شده

نرم‌افزار پاشا نیز نرم افزاری است که برای پردازش و آنالیز شبکه های الکتریکی بکار می‌رود و توانایی های زیر را دارد [۳۹]: پخش بار، اتصال کوتاه، چک و تنظیم رله و فیوزها، چک دزنکتورها، پایداری گذرا، تنظیم رله‌های فرکانسی، طراحی فیلتر و آنالیز هارمونیک، قابلیت اتصال به شبکه، اتصال شبکه‌های دارای بانک اطلاعاتی به یکدیگر، اتصال به شبکه برق است. همچنین این نرم افزار پکیجی قابل اعتماد جهت شبیه سازی سیستم‌های قدرت است که تقریباً برای یک چهارم قرن متضمن محاسبات قدرت در کارخانجات صنعتی بوده است. همچنین در مقایسه با دیگر سیستم‌های آنالیز در سراسر دنیا این نرم افزار کاربردی روزمره تر داشته است.

۹-۲-۲- زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی

جهت تعیین جایگاه ایران در زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی، در این قسمت فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. انجام فعالیت‌های تحقیقاتی به منظور بررسی اثرات وقوع تجدید ساختار بر رویه‌ها و فرایندهای موجود مانند تاثیر بر فرایند ارزیابی، بهره‌برداری، برنامه‌ریزی، بررسی تاثیر قوانین و دستورالعمل‌های ایجاد شده در شرایط بازار رقابتی بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت، تاثیر تشکیل بازار برق بر کارایی و قابلیت اطمینان نیروگاه‌ها از جمله نیروگاه‌های هسته‌ای، تاثیر بازیگران جدید در این عرصه بر حفظ امنیت شبکه و مدل‌سازی رفتار آنها بر قابلیت اطمینان شبکه، معرفی معیارهای جدید در سنجش امنیت شبکه، مکانیسم‌های کنترل‌های قابلیت اطمینان و امنیت شبکه در این شرایط، تاثیر رفتار تصادفی بازار بر قابلیت اطمینان سیستم و بررسی فرایندهای ایجاد شده در فضای تجدید ساختار یافته و رقابتی و تاثیر آن بر قابلیت اطمینان شبکه مانند تعیین استراتژی بهینه قیمت دهی واحدهای تولیدی، تسویه همزمان بازارهای انرژی و رزرو، شرکت در بازارهای خدمات جانبی و ... از مهمترین مسائلی است که در این زیرمحور بدان پرداخته می‌شود.

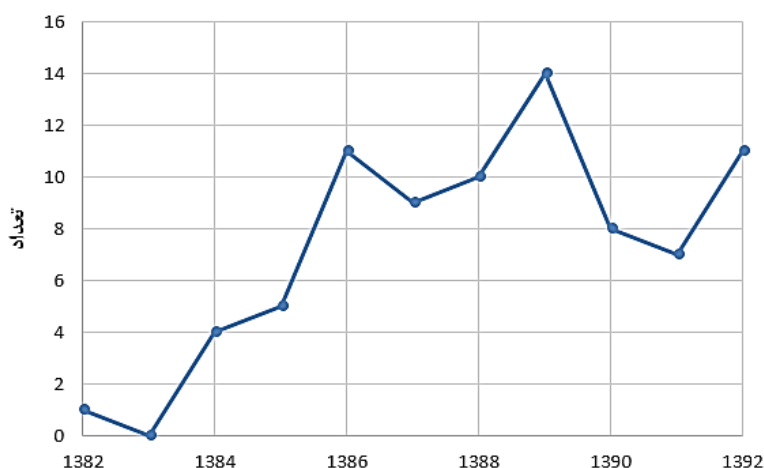
در شکل ۲-۵۳ درصد فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نسبت به کل فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان نشان داده شده است.



شکل ۲-۵۳: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی

همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، در این زیرمحور فعالیت‌های تحقیقاتی اندکی صورت گرفته است. همچنین

روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نیز در شکل ۲-۵۴ نشان داده شده است.



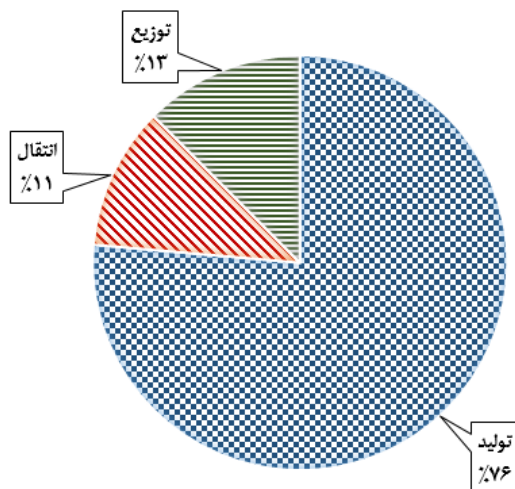
شکل ۲-۵۴: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی

همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور تقریباً با شروع فعالیت‌های بازار برق

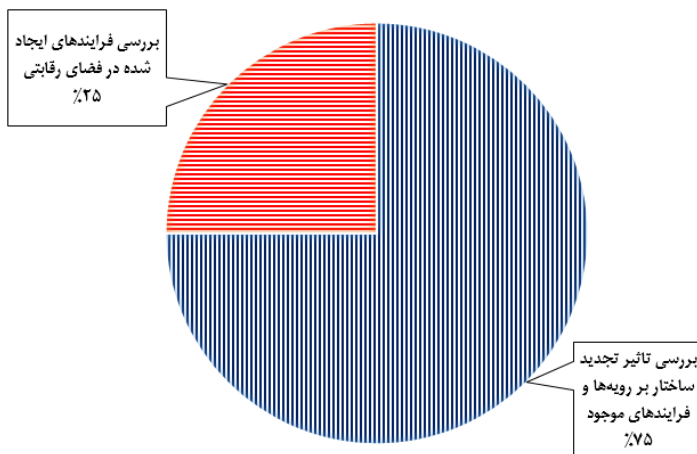
در ایران بوده است. همچنین فعالیت‌های انجام شده در این زمینه در سال‌های اخیر دارای روند رو به رشدی بوده است.

همچنین در شکل‌های ۲-۵۵ الی ۲-۵۹ درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور در زمینه‌های تحقیقاتی مربوطه به

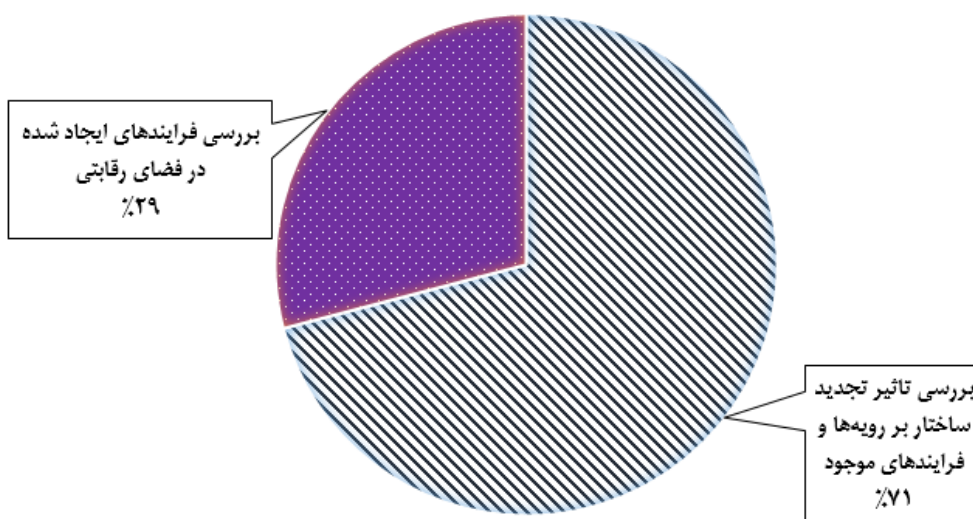
تفکیک حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع نشان داده شده است.



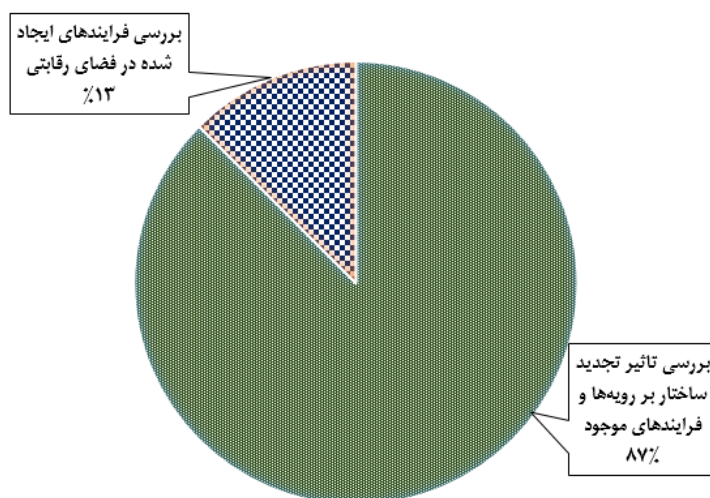
شکل ۲-۵۵: درصد فعالیت‌های انجام شده در سطوح تولید، انتقال و توزیع



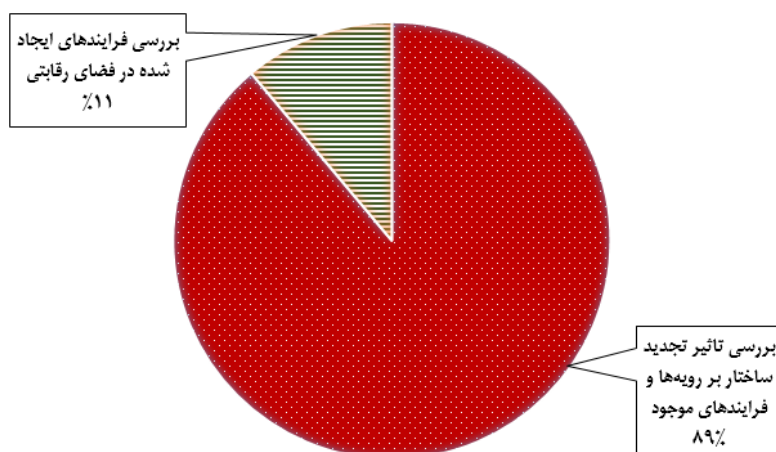
شکل ۲-۵۶: درصد کل پایان نامه‌ها و مقالات در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۲-۵۷: درصد پایان نامه‌ها و مقالات در سطح تولید در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۲-۵۸: درصد پایان‌نامه‌ها و مقالات در سطح انتقال در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۲-۵۹: درصد پایان‌نامه‌ها و مقالات موجود در سطح توزیع در هر زمینه تحقیقاتی

همان‌طوری که در شکل ۲-۵۵ مشاهده می‌شود، عمده تحقیقات اخیر در این زمینه در حوزه شبکه‌های تولید بوده است. با توجه به اینکه مدل رقابتی بکار گرفته شده برای بازار برق ایران مدل بنگاه و یا آژانس خرید است که تنها از ایجاد بازار رقابتی در سمت تولید بهره می‌برد، این نتیجه نیز دور از انتظار نیست. با ایجاد رقابت در سمت مصرف و تشکیل بازارهای خرده‌فروشی در سال‌های آتی، قطعاً شاهد افزایش فعالیت‌های انجام شده در حوزه سیستم‌های توزیع نیز خواهیم بود. همچنین مطابق شکل ۲-۵۵ مشاهده می‌شود که بیشتر فعالیت‌های انجام شده در زمینه بررسی تأثیر تجدید ساختار و ایجاد فضای رقابتی بر رویه‌ها و فرایندهای موجود مانند ارزیابی قابلیت اطمینان، نحوه بهره‌برداری و برنامه‌ریزی شبکه قدرت جهت حفظ امنیت سیستم و غیره بوده است. این روند در شکل‌های ۲-۵۷ تا ۲-۵۹ نیز به تفکیک حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع نیز قابل مشاهده است. با توجه

به اهمیت حوزه تحقیقاتی دوم، بررسی فرایندهای ایجاد شده با وقوع تجدید ساختار و ایجاد فضای رقابتی، توجه بیشتر به این زمینه، به خصوص در حوزه شبکه‌های توزیع یکی از نیازمندی‌های آتی است.

ایده استفاده از سرمایه‌گذاری خصوصی در صنعت برق در کشور در دهه هفتاد شمسی با تغییر فضای عمومی کسب و کار در سال‌های آغازین دوره سازندگی به تدریج شکلی جدی و عملی به خود گرفت [۴۰]. این روند در سال‌های ۱۳۷۲ به بعد به دلیل مقاومت عمومی جامعه در برابر سیاست‌های اقتصادی دولت و مشخصاً سیاست‌های تعدیل اقتصادی و در پی فشارهای وارد آمده به بدنه جامعه و اقشار ضعیف و کم درآمد، تا حدودی کند شد و مهم‌تر از آن از شکل درست و منطقی خود خارج گردید. در سال ۱۳۸۰ با توجه به نیازهای کشور به جذب سرمایه‌های بخش خصوصی و توسعه و گسترش صنعت برق، مطالعات مربوط به تجدید ساختار صنعت برق مجدداً و با جمع‌بندی مطالعات و تجربیات گذشته و برای زمینه‌سازی تصمیمات اجرایی آغاز گردید. در سال ۱۳۸۱ طرح کلی و مفهومی تجدیدساختار صنعت برق در مجمع عمومی شرکت توانیر به تصویب رسید. اولین ویرایش آیین نامه خرید و فروش برق در مورخ ۱۳۸۲/۰۶/۰۳ توسط وزیر نیرو ابلاغ و بازار برق ایران بصورت رسمی از ابتدای آبان ماه سال ۱۳۸۲ بصورت اجرایی آغاز به کار نمود. در همین راستا دستورالعملی برای خرید و فروش رقابتی برق در بازار توسط توانیر تهیه شد که مقدمه‌ای برای تشکیل بازار برق در ایران بود [۴۰].

گرچه این دستورالعمل محتاط عمل کرده، اما به هر حال زمینه‌ای برای ایجاد بازار برق در ایران محسوب می‌شود. در شرایط فعلی اکثر واحدهای تولیدی و عرضه، دولتی بوده و به نظر نمی‌رسد مکانیزم پیشنهادی در کوتاه مدت تحولی در صنعت برق به وجود بیاورد اما مقدمه‌ای مناسبی است که می‌تواند زمینه را برای تحولات آینده فراهم نماید.

پس از راه اندازی بازار برق ایران شرکت مدیریت شبکه برق ایران در آذر ۱۳۸۳ تاسیس و معاونت بازار برق بعنوان یکی از معاونت‌های این شرکت فعالیت خود را آغاز نمود. بدنبال آن با تصویب آئین‌نامه اجرایی بند ب ماده ۲۵ قانون برنامه چهارم توسعه هیئت وزیران و تصویب قانون استقلال شرکت‌های توزیع توسط مجلس شورای اسلامی و نیز تفسیر اصل ۴۴ قانون اساسی توسط مقام معظم رهبری، بتدریج کلیه بخش‌های صنعت برق درگیر تغییرات و تحولات جدی شدند [۴۰].

ساختار بازار برق ایران مدل آژانس خرید می باشد، که لازم است کلیه خریداران و فروشندگان در بازار برق حضور داشته باشند. از بارزترین مشخصه‌های بازار برق ایران می‌توان به موارد زیر اشاره نمود [۴۰]:

۱- مدل بازار در بازار برق ایران بازار روز قبل می‌باشد.

۲- مدل حراج در بازار برق ایران حراج یک‌طرفه می‌باشد.

۳- پرداخت به فروشندگان بر مبنای روش پرداخت بر مبنای پیشنهاد می‌باشد.

۴- بازار برق ایران بازار عمده فروشی می‌باشد.

۵- نرخ خرید از بازار برق ایران به شکل یکنواخت و بر اساس قیمت تسویه بازار می‌باشد.

۶- پرداخت بابت خدمات انتقال بر مبنای آمادگی می‌باشد.

در حال حاضر فروشندگان برق شامل شرکت‌های برق/آب منطقه‌ای (شرکت‌های برق/آب منطقه‌ای به نمایندگی از نیروگاه‌های واقع در حوزه خود در بازار برق نقش فروشنده را ایفا می‌نمایند)، شرکت توانیر و نیروگاه‌های با خرید تضمینی می‌باشند. از سوی دیگر شرکت‌های برق منطقه‌ای در بازار برق نقش خریدار را نیز ایفا می‌نمایند. لازم بذکر است با توجه به تصویب استقلال شرکت‌های توزیع استانی توسط مجلس محترم شورای اسلامی شرکت‌های توزیع در بازار برق بعنوان خریدار برق حضور خواهند داشت. لازم بذکر است شرکت‌های برق منطقه‌ای بعنوان مالک تجهیزات انتقال در بازار برق ایران نقش ارائه دهنده خدمات انتقال را نیز بر عهده دارند [۴۰].

همچنین پس از پیاده سازی ساختار برق باید بمنظور تحقق صحیح عملیات و موفقیت آن نکات چندی را در نظر گرفت. این نکات بطور خلاصه عبارتند از:

✓ وجود یک سیستم نظارتی قوی و کارآمد به منظور کسب و ضبط اطلاعات مورد نیاز در درون نهاد نظارتی صنعت برق

✓ تحول ساختاری هماهنگ با دیگر بخش‌های جامعه و ارزیابی و تحقیق مداوم بازار که نیاز به متخصصین اقتصادی، اجتماعی، تکنولوژیکی و مدیریتی دارد تا بتوانند از اطلاعات حاصل از سیستم کسب اطلاعات، استفاده لازم را برای اصلاح مدل و فعالیت‌های مرتبط با آن بدست آورند.

در این رابطه پس از همفکری اولیه مسئولین و متخصصین در اواخر سال ۱۳۸۰، با تشکیل دفتری در حوزه معاونت برنامه‌ریزی و نظارت وزارت نیرو تحت عنوان « طرح تشکیل نهاد تنظیم بازار برق »، فعالیت‌های مرتبط با این حرکت بصورت رسمی متمرکز گردید. از اهداف اولیه تشکیل این دفتر، متمرکز نمودن فعالیت‌های پراکنده در این زمینه، مطالعه در زمینه روش‌ها و مدل‌های تجدید ساختار، فرهنگ سازی و ایجاد پتانسیل علمی لازم در این زمینه بود.

نهاد تنظیم بازار برق با همکاری سایر بخش‌های مسئول فعالیت‌های زیر را در دستور کار خویش قرار داد:

✓ برقراری ارتباط با دانشگاه‌های مختلف کشور بمنظور ترویج زمینه‌های پژوهشی مرتبط با بازار برق و نیز تربیت نیروی انسانی مورد نیاز

✓ برقراری ارتباط با دانشگاه‌های خارج از کشور بمنظور بهره‌گیری از تجربیات آنها و ایجاد فضای لازم برای همکاری آموزشی و پژوهشی مرتبط

✓ برقراری ارتباط با سایر مراکز علمی و فرهنگی از جمله کنفرانس‌ها و زمینه سازی برگزاری نشست‌های تخصصی در زمینه بازار در کلیه کنفرانس‌های عمده کشور

✓ استفاده از متخصصین صنعتی و دانشگاهی در کنار یکدیگر در محل دفتر مذکور بمنظور مبادله اطلاعات و همسو شدن تفکرات

✓ برگزاری سمینارهای آموزشی و تخصصی و دوره‌های کوتاه مدت در بخش‌های مختلف صنعت برق بمنظور آماده سازی اذهان متخصصین کشور با چالش‌های فرا روی تجدید ساختار

همان‌طور که ملاحظه می‌گردد در فضای پس از تجدید ساختار و وجود بازار برق، صنعت برق به زیربخش‌هایی تفکیک می‌گردد که هر یک وظایف مشخصی را بر عهده دارند. نکته‌ای که در ارتباط با ساختار فوق می‌توان ذکر کرد الزام توجه به موارد زیر است:

- تعریف استانداردهای اتصال به شبکه انتقال و توزیع
- تدوین تعرفه‌های استفاده از شبکه انتقال و توزیع
- شفاف‌سازی و تفکیک فعالیت‌های بخش‌های مختلف تولید، انتقال، توزیع و عرضه (خدمات مشترکین)
- فراهم سازی مقدمات لازم برای تشکیل نهاد ناظر و تبیین وظایف آن در بخش انتقال و توزیع
- آزادسازی تدریجی مشترکین و فراهم نمودن بستر قانونی و همچنین اتصال آنان به شبکه

همچنین از مهمترین فعالیت‌های پیشنهادی می‌توان مواردی مانند بررسی تاثیر قوانین و دستورالعمل‌های ایجاد شده بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت، تاثیر تشکیل بازار برق بر کارایی و قابلیت اطمینان نیروگاه‌ها، تاثیر بازیگران جدید در این عرصه بر حفظ امنیت شبکه و مدل‌سازی رفتار آنها بر قابلیت اطمینان شبکه، معرفی معیارهای جدید در سنجش امنیت شبکه، مکانیسم‌های کنترل قابلیت اطمینان و امنیت شبکه در این شرایط، تاثیر رفتار تصادفی بازار بر قابلیت اطمینان سیستم، قیمت‌گذاری‌ها و تعیین تعرفه‌های مختلف بر اساس هزینه‌های فرصت از دست رفته را نام برد.

در راستای تجدید ساختار در صنعت برق ایران اقدامات زیر انجام شده است:

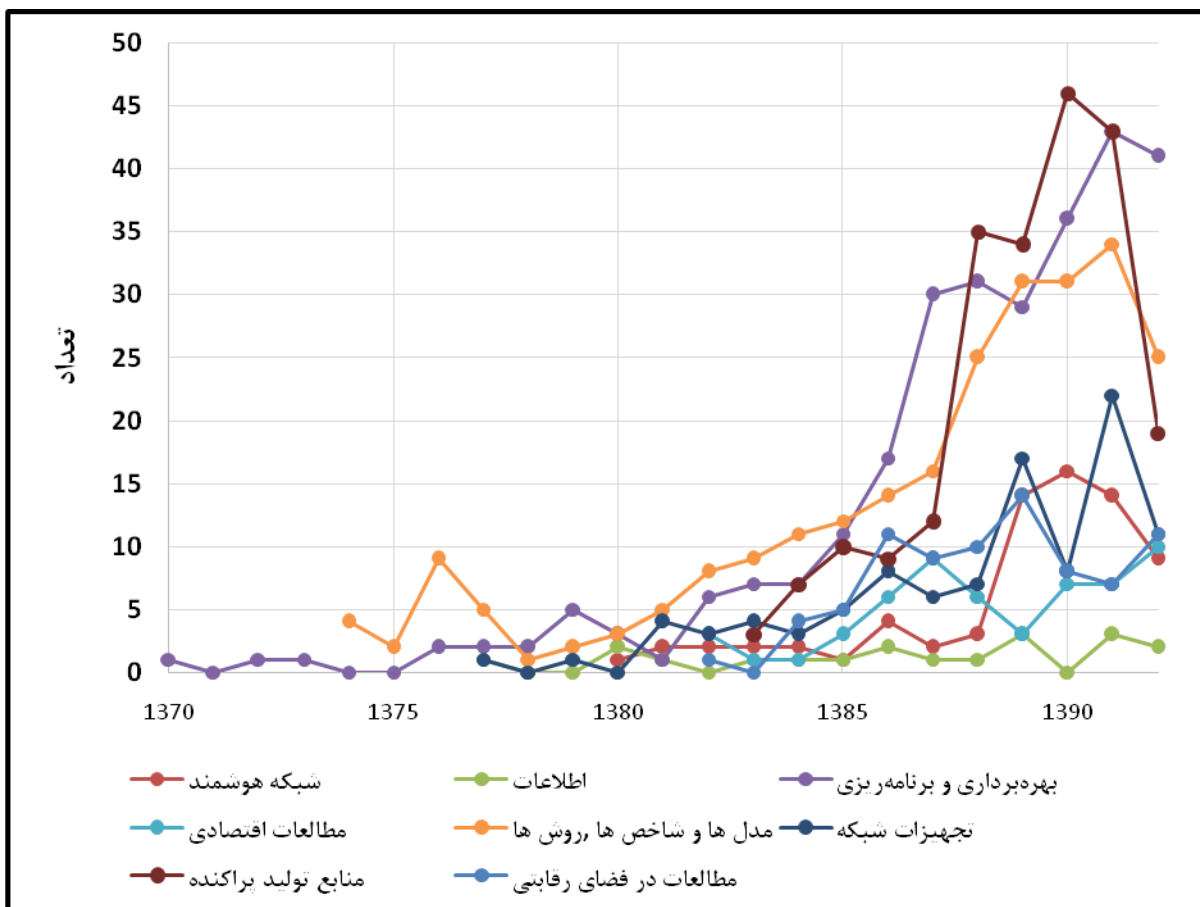
- حرکت به سوی عدم تمرکز وظایف و فعالیت‌های واحدهای تابعه صنعت برق و تفویض اختیارات تصمیم‌گیری و ارتقای آنها به سطح خودگردانی از طریق تشکیل شرکت‌های ذیربط
 - تغییر سامان‌دهی شرکت‌ها از قالب دولتی به غیر دولتی و خصوصی به منظور ارتقاء انگیزه فعالیت‌های مثمر ثمر و بالا بردن سطح بهره‌وری نیروی انسانی و کاهش وظایف تصدی‌گری دولتی
 - برون‌سپاری فعالیت‌های خدماتی، فرهنگی و مشاوره‌های تعمیراتی و نظایر آنها
 - متکی شدن به درآمد صنعت برق برای توسعه این صنعت به جای اتکا به بودجه عمومی
 - بسترسازی قانونی و حقوقی و حمایت‌های وزارت از سرمایه‌گذاری در احداث نیروگاه‌ها در زمینه تامین سوخت و آب، تضمین خرید تولید برق، امکان استفاده از امکانات شبکه، سهمیه ارزی و ...
 - اقدام به تبادل انرژی فرامرزی با کشورهای همسایه
 - استفاده از امکانات شبکه برق کشور و راه‌اندازی بازار برق با تشکیل شرکت مدیریت شبکه برق ایران
 - استقلال شرکت‌های توزیع
 - استقلال فعالیت‌های معاونت امور برق و انرژی شرکت توانیر
 - ساختار وظیفه‌ای تولید، انتقال و توزیع در ستاد توانیر
 - تشکیل انجمن‌های صنفی برای شرکت‌های تولید و توزیع
 - افزایش ظرفیت تولید با بکارگیری روش‌های مناسب برای جذب سرمایه‌های کوچک در مولدهای مقیاس کوچک
 - اقدامات لازم برای واگذاری نیروگاه‌ها
 - اقدامات لازم برای واگذاری شرکت‌های توزیع
 - تمهیدات لازم جهت هدفمند کردن یارانه‌ها و حرکت به سوی قیمت واقعی برق
- همچنین مجموعه عملیات اصلی مورد نیاز جهت خصوصی سازی شرکت‌های توزیع را می‌توان به زیر دسته‌بندی نمود:
- ✓ مجموعه عملیات مرتبط با ارزیابی دارایی‌ها و ارزش‌گذاری سهام شرکت‌های توزیع
 - ✓ شفاف‌سازی تعهدات خریداران سهام شرکت‌های توزیع
 - ✓ شناسایی و ساختار یافتگی سرمایه‌گذاران جهت توسعه مشارکت و رقابت

- ✓ تعیین روش‌های مناسب واگذاری شرکت‌های توزیع با تاکید بر توسعه رقابت، کاهش انحصار و حفظ منافع مشترکین، صنعت برق و سرمایه‌گذاران
- ✓ شفاف‌سازی و شکل‌دهی ارکان و ساز و کار آینده شرکت‌های توزیع
- ✓ تدوین مجموعه زیرساخت‌های قانونی، مقررات و مستندات مرتبط با هدف توسعه پایداری ذینفعان مختلف

۳-۲- نتیجه‌گیری

در این فصل محور ارزیابی قابلیت اطمینان در حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی مورد توجه قرار گرفت. بدین منظور ابتدا به بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در کشورهای در این زمینه پرداخته شد و در ادامه فعالیت‌ها، پروژه‌ها، مقالات و پایان‌نامه‌های انجام شده در این زمینه در داخل کشور مورد نقد و بررسی قرار گرفت و وضعیت ایران در این حوزه مشخص شد. همچنین نیازمندی‌ها و زیرساخت‌های لازم جهت ارتقاء سطح پایایی در هر یک از زیرمحورها، فواید و مزایای قابل دستیابی در صورت رفع نقاط ضعف نیز بررسی شد.

در شکل ۲-۶۰ روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان نشان داده شده است. همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، مطالعات انجام شده در حوزه ارزیابی قابلیت اطمینان از اوایل سال‌های ۱۳۷۰ در زیرمحورهای "برنامه‌ریزی و بهره‌برداری" و "روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان" آغاز شده و در اوایل سال‌های ۱۳۹۰ به اوج خود رسیده است. در این میان، انجام فعالیت‌های بیشتر در حوزه زیرمحورهای اطلاعات، کفایت منابع سوخت، شبکه‌های هوشمند، تجهیزات شبکه و مطالعات اقتصادی با توجه به حجم نسبتاً اندک فعالیت‌های انجام شده در آنها و تاثیر فراوان این موضوعات بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت، مهمترین زمینه‌های تحقیقاتی و اجرایی فعالیت‌های آتی به شمار می‌رود.



شکل ۲-۶: روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان

همچنین وضعیت کشور در هر یک از زیرمحورهای مربوطه به صورت گرافیکی در شکل ۲-۶ نشان داده شده است.



شکل ۲-۶: وضعیت قابلیت اطمینان کشور در هر یک از زیرمحورهای ارزیابی قابلیت اطمینان

همان طوری که مشاهده می‌شود، زیرمحورهای روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان دارای وضعیت مناسبی می‌باشند. همچنین توجه زیادی نیز به زیرمحور منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو شده است. زیرمحورهای ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات شبکه، ارزیابی در فضای رقابتی نیز در وضعیت متوسط می‌باشند. زیرمحورهای مطالعات اقتصادی و شبکه‌های هوشمند نیز در وضعیت هشدار قرار دارند. همچنین زیرمحورهای کفایت منابع آب و سوخت و اطلاعات قابلیت اطمینان نیز در وضعیت قرمز می‌باشند. البته این تقسیم‌بندی بر اساس تعداد مقالات و پایان‌نامه‌های انجام شده در هر زیرمحور می‌باشد. در واقع وضعیت هر یک از زیرمحورها از نظر تحقیقاتی مشخص شده است. از دیدگاه فعالیت‌های اجرایی و عملیاتی اکثر زیرمحورهای بالا در وضعیت مناسبی به سر نمی‌برند و نیازمند توجه بیشتر به حوزه عملیاتی و اجرایی می‌باشد.

فصل سوم: تحلیل شکاف در محور بهبود قابلیت اطمینان

مقدمه

در این فصل محور بهبود قابلیت اطمینان در حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی مورد توجه قرار گرفته است. بدین منظور ابتدا به بررسی فعالیت‌هایی که نشان‌دهنده وضع مطلوب در این زمینه می‌باشند، پرداخته شده و در ادامه فعالیت‌ها، پروژه‌ها، مقالات و پایان‌نامه‌های انجام شده در این زمینه در داخل کشور مورد نقد و بررسی قرار خواهد گرفت. با بررسی دقیق‌تر این موضوع و تفکیک فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحوهای معرفی شده در فصل اول و دسته‌بندی آنها، نقاط ضعف و قوت مطالعات انجام شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان مشخص شده و می‌توان به رفع کاستی‌ها و نواقص اقدام نمود. نیازمندی‌ها و زیرساخت‌های لازم جهت ارتقاء سطح پایایی در هر یک از زیرمحوها، فواید و مزایای قابل دستیابی در صورت رفع نقاط ضعف و نقش سازمان‌ها و نهادهای مسئول در این زمینه نیز بررسی خواهد شد.

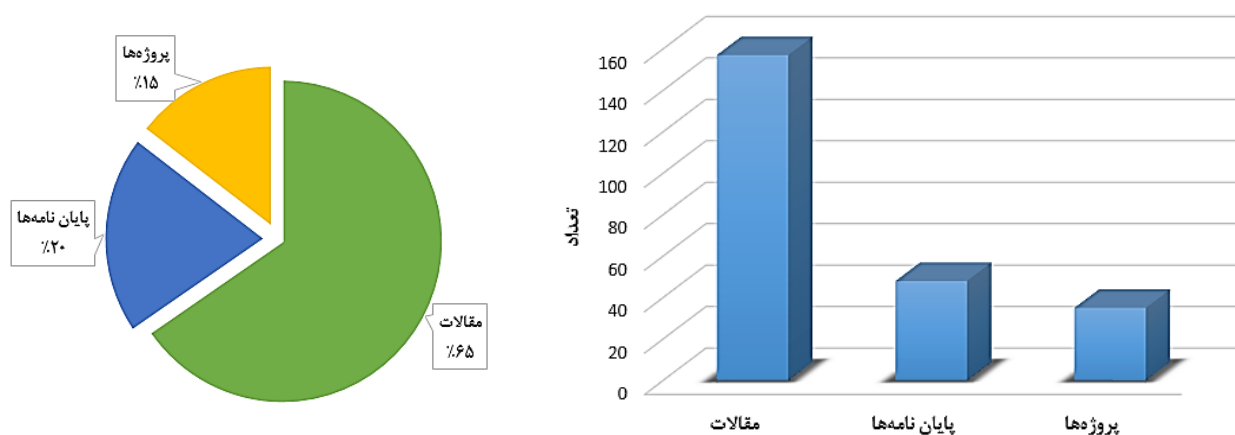
۱-۳- بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در محور بهبود قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت

هدف از انجام مطالعات ارزیابی قابلیت اطمینان، اصلاح و بهینه‌سازی طرح‌های توسعه شبکه و تعیین نقاط ضعف شبکه موجود در جهت تداوم سرویس‌دهی به مشترکین می‌باشد. در واقع مطالعات انجام شده در فصل قبل لازمه و پیش‌نیاز توسعه اقدامات مورد نیاز جهت بهبود قابلیت اطمینان شبکه قدرت می‌باشد [۱۵-۱۸]. بر اساس مطالعات انجام شده، مهمترین فعالیت‌ها در زمینه بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به صورت زیر دسته بندی نمود:

- مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری
- پایش شبکه و مانیتورینگ وضعیت تجهیزات
- بازیابی خطا، مدیریت اتفاقات، جایابی اکیپ اتفاقات

- طرح‌های خروج بهینه
- مدیریت سمت مصرف، پاسخ‌گویی بار
- سیستم‌های اتوماسیون و SCADA
- نصب تجهیزات مانیتورینگ و حفاظتی
- آموزش پرسنل
- برنامه‌های اضطراری

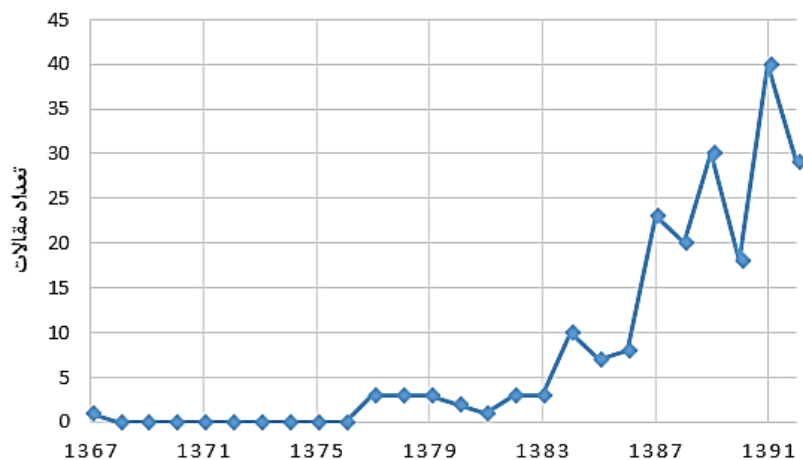
در این قسمت فعالیت‌های انجام شده در ایران شامل تمامی مقالات، پایان‌نامه‌ها، پروژه‌های تحقیقاتی و اجرایی در قالب محور بهبود قابلیت اطمینان دسته‌بندی شده و مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. در شکل ۳-۱ حجم مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در مراکز تحقیقاتی و اجرایی فعال در حوزه صنعت برق ایران در زمینه بهبود قابلیت اطمینان نشان داده شده است.



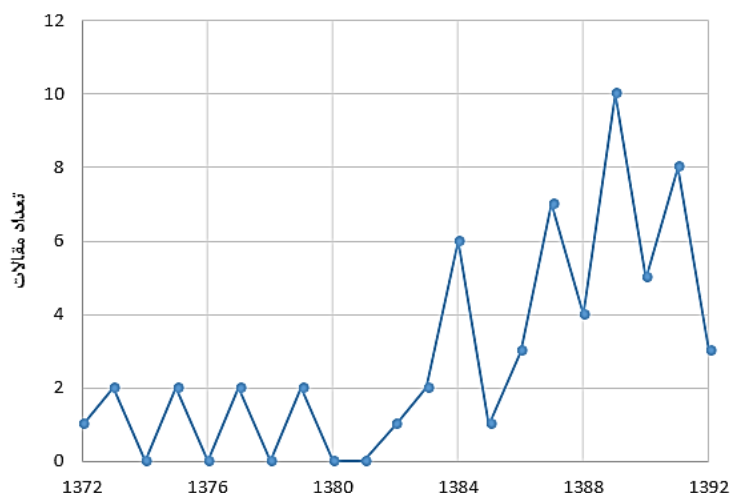
شکل ۳-۱: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان

همانطوری که در شکل بالا مشاهده می‌شود، در این زمینه فعالیت‌های تحقیقاتی مناسبی صورت گرفته است. البته حجم تحقیقات انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان به مراتب بیشتر از این محور بوده است و با توجه به اهمیت و جایگاه حوزه بهبود قابلیت اطمینان، این محور نیازمند توجه بیشتری است.

همچنین روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده در این زمینه به تفکیک برای مقالات و پایان‌نامه‌ها به ترتیب در شکل‌های ۳-۲ و ۳-۳ نشان داده شده است. به دلیل در دسترس نبودن زمان اتمام تعدادی از پروژه‌ها، روند زمانی پروژه‌های انجام شده رسم نشده است.



شکل ۲-۳: روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده برای مقالات



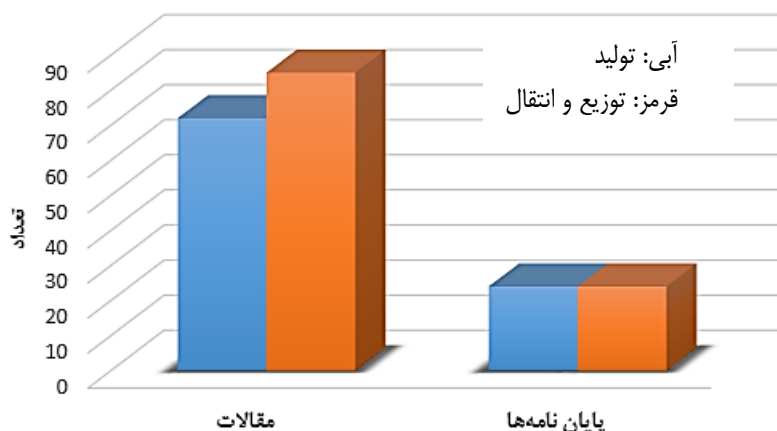
شکل ۳-۳: روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده برای پایان‌نامه‌ها

همانطوری که در شکل‌های بالا نیز نشان داده شده است، فعالیت‌های انجام شده در این حوزه دارای روند رو به رشدی بوده

است و عمده فعالیت‌ها نیز در سال‌های اخیر انجام شده است.

همچنین می‌توان مقالات، پروژه‌ها و پایان‌نامه‌های انجام شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان را به دو دسته تولید، و انتقال -

توزیع تقسیم‌بندی نمود. در شکل ۳-۴ این دسته‌بندی نشان داده شده است.

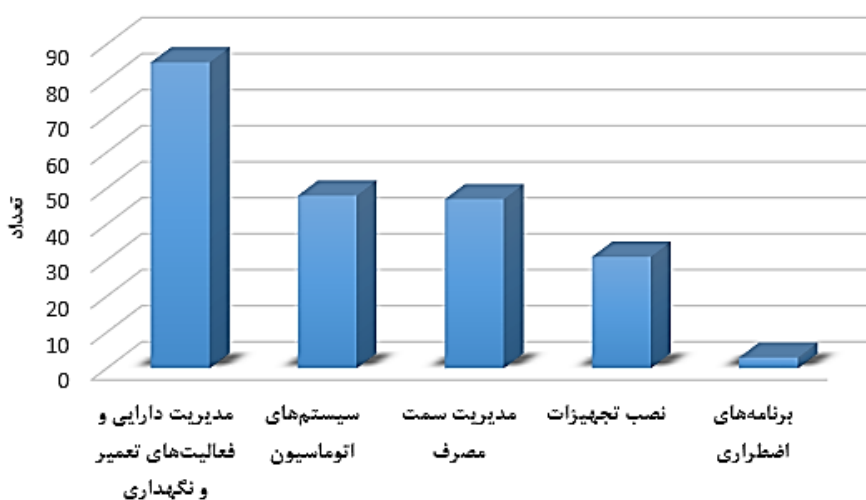


شکل ۳-۴: دسته‌بندی مقالات، پروژه‌ها و پایان‌نامه‌های انجام شده در زمینه تولید و انتقال-توزیع

با توجه به گستردگی شبکه‌های توزیع و انتقال و همچنین حجم بیشتر سرمایه‌ها و دارایی‌های موجود، توجه بیشتر به این حوزه‌ها از اهمیت بالایی برخوردار بوده و یکی از ضرورت‌های تحقیقات آتی بشمار می‌رود.

۲-۳- زیرمحورهای بهبود قابلیت اطمینان

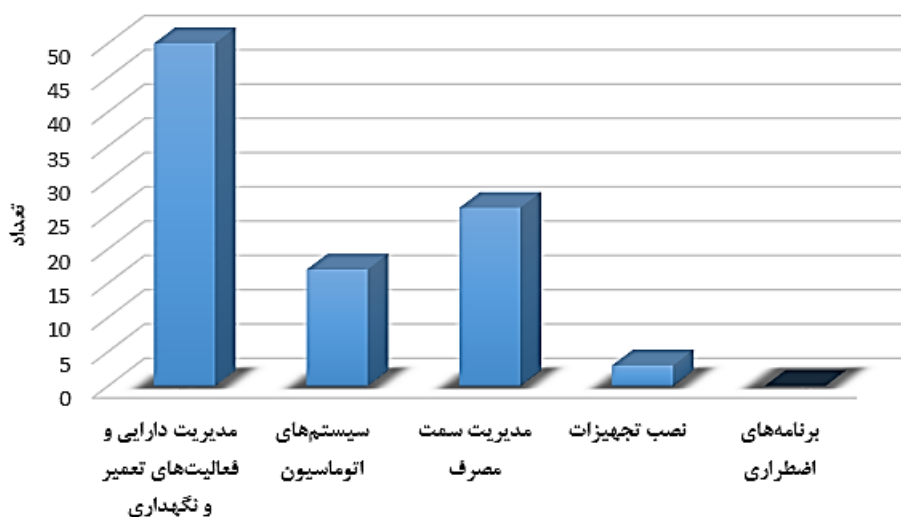
می‌توان فعالیت‌های انجام شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی را در قالب زیرمحورهای معرفی شده در فصل قبل تفکیک نموده و جایگاه ایران در هر یک از این حوزه‌ها را بررسی نمود. بدین منظور در شکل ۳-۵ فعالیت‌های انجام شده در هر زیر محور نشان داده شده است.



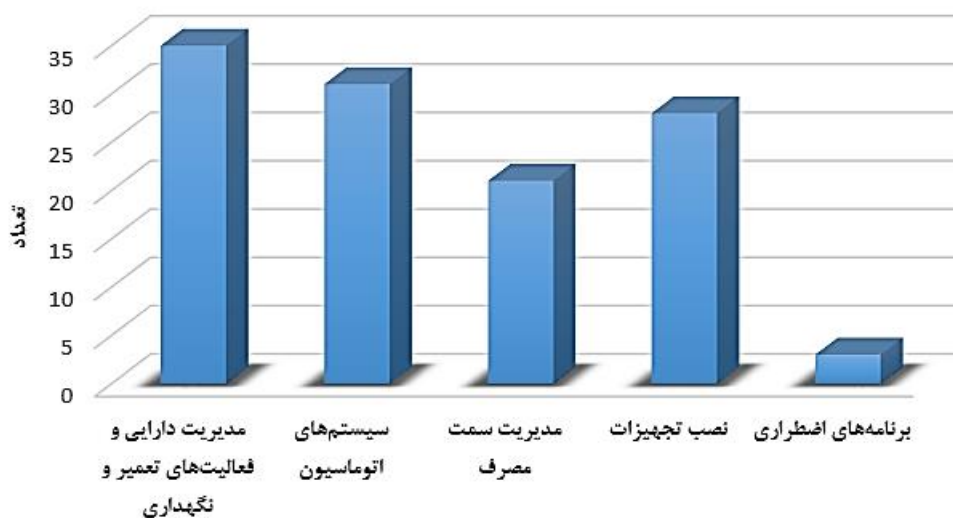
شکل ۳-۵: تعداد فعالیت‌های انجام شده در هر زیر محور

با توجه به این شکل بیشترین تعداد مقالات ارائه شده به ترتیب مربوط به زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری، زیرمحور سیستم‌های کنترل نظارتی و اتوماسیون، مدیریت سمت مصرف و نصب تجهیزات حفاظتی و مانیتورینگ و زیرمحور برنامه‌های اضطراری می‌باشد. همچنین به دلیل متفاوت بودن ماهیت زیرمحور آموزش از سایر، این زیرمحور در نمودار بالا نشان داده نشده است.

همچنین می‌توان فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده را نیز به دو دسته تولید و انتقال-توزیع تقسیم کرد که این موضوع در شکل‌های ۳-۶ و ۳-۷ نشان داده شده است.



شکل ۳-۶: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه تولید



شکل ۳-۷: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه انتقال-توزیع

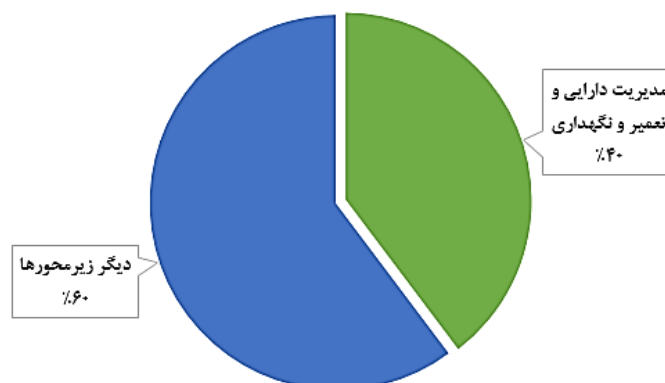
با توجه به نمودارهای بالا مشاهده می‌شود که در هر دو حوزه انتقال-توزیع و تولید توجه بیشتر به زیرمجموعه‌های اضطراری، نصب تجهیزات حفاظتی و مانیتورینگ و مدیریت سمت مصرف یکی از ضرورت‌های تحقیقات آتی می‌باشد. جهت تعیین جایگاه ایران در هر یک از زیرمجموعه‌های بهبود قابلیت اطمینان مناسب است که فعالیت‌های انجام شده در هر زیرمجموعه مورد نقد و بررسی قرار گیرد. بدین منظور در ادامه فعالیت‌های انجام شده در هر زیرمجموعه به تفکیک مورد مطالعه قرار گرفته است.

۳-۳- زیرمجموعه مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری

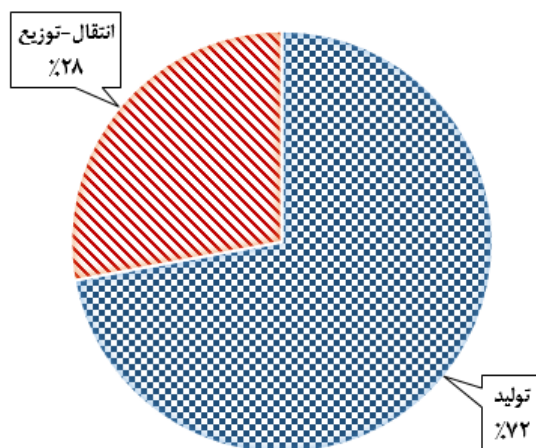
در این قسمت زیرمجموعه مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری مورد بررسی قرار گرفته است. مدیریت دارایی ترکیبی از شیوه‌های مدیریتی، مالی، اقتصادی و مهندسی است که با هدف فراهم کردن سطح مورد نیاز خدمات با روشی مقرون به صرفه به دارایی‌ها اعمال می‌شود. مدیریت دارایی با یک هدف تجاری یا سازمانی آغاز می‌شود، و شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌های مرتبط با شناختن دارایی‌های مورد نیاز، تهیه و تدارک آنها، پشتیبانی و نگهداری آنها و از رده خارج کردن یا نو کردن آنها بصورت موثر و بهینه در جهت برآورده کردن هدف می‌باشد [۴۱-۴۳].

روش‌های بهینه‌سازی تعمیرات و نگهداری، سیستم‌های مدیریت اتفاقات، برنامه‌های تعمیر و نگهداری شامل تعمیرات اصلاحی، پیشگویانه و پیشگیرانه (RCM و CBM، TBM) در فضای سنتی و تجدید ساختار یافته، مدیریت دارایی متأثر از روش‌های قیمت گذاری، تاثیر تعمیر و نگهداری سیستم در افزایش طول عمر، تعامل استراتژی‌های مدیریت دارایی با سیستم‌های IT، تنظیم خط مشی‌ها و تخصیص فعالیت‌ها از مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی موجود در این زیرمجموعه می‌باشد.

در شکل ۳-۸ درصد فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمجموعه نسبت به کل فعالیت‌های انجام شده در محور بهبود قابلیت اطمینان نشان داده شده است. همچنین در شکل ۳-۹ درصد فعالیت‌های انجام شده به تفکیک در حوزه‌های تولید و انتقال-توزیع دسته‌بندی شده است. روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمجموعه نیز در شکل ۳-۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۳-۸: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری



شکل ۳-۹: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در حوزه‌های تولید و انتقال-توزیع

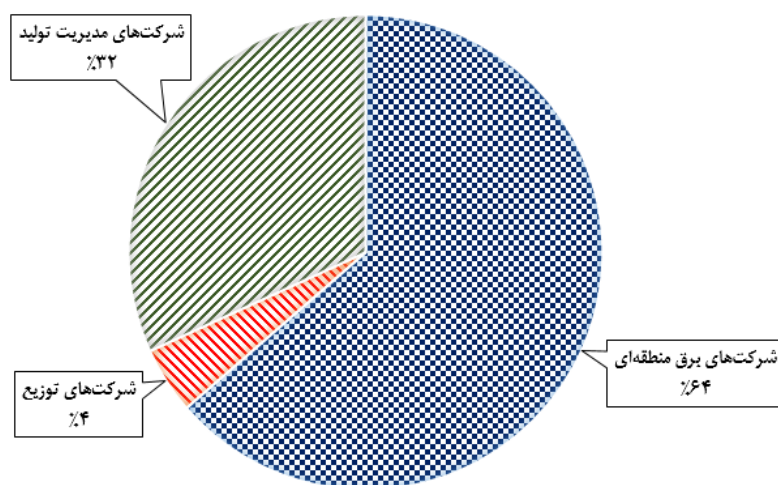


شکل ۳-۱۰: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری

همانطوری که در این نمودارها مشاهده می‌شود، این زیرمحور از نظر فعالیت‌های تحقیقاتی روند رو به رشدی داشته است و عمده تحقیقات در این زمینه در سال‌های اخیر انجام شده است. همچنین همان طوری که در شکل ۳-۹ مشاهده می‌شود، فعالیت‌های صورت گرفته عمدتاً در حوزه شبکه‌های تولید بوده است. با توجه به اینکه شرکت‌های توزیع نیروی برق به عنوان

آخرین حلقه از زنجیره فرآیند تولید، انتقال و توزیع نیروی برق و به عنوان گسترده‌ترین بخش از بدنه صنعت برق محسوب می‌شود. شونده که به طور مستقیم با مردم و مشترکین در ارتباطند، کارایی و اثر بخشی مطلوب شرکت‌های توزیع برق می‌تواند علاوه بر جلب رضایت‌مندی مردم، از بعد ارزش‌های مادی و اقتصادی، در تأمین اهداف عالی صنعت برق کشور نیز چشمگیر باشد. لذا انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور برای تجهیزات موجود در این شبکه‌ها از اهمیت فراوانی برخوردار است و نیازمند توجه بیش از پیش می‌باشد.

در شکل ۳-۱۱ درصد پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای، توزیع و شرکت‌های مدیریت تولید در زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری نشان داده شده است. همان‌طوری که مشاهده می‌شود، عمده فعالیت‌های انجام شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای و مدیریت تولید بوده است و شرکت‌های توزیع مشارکت اندکی در این زمینه داشته‌اند که یکی از ضعف‌های موجود می‌باشد.



شکل ۳-۱۱: درصد پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های مدیریت تولید، برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع

در گذشته مدیریت دارایی در شرکت‌های برق تنها به تعمیرات محدود می‌شد و شرکت‌ها در صورت خرابی، تعمیرات لازم را برای تجهیزات انجام می‌دادند و نهایتاً تنها در مورد تجهیزات بسیار حیاتی و ضروری فعالیت‌های نگهداری را نیز مد نظر قرار می‌دادند. بتدریج مقوله نگهداری تجهیزات در بین شرکت‌های برق جایگاه مطلوبی یافته است و این شرکت‌ها جهت کاهش هزینه‌های تعمیرات و پایداری بیشتر شبکه، رویه‌های نگهداری تجهیزات را نیز مد نظر قرار می‌دهند. اما پیشرفت روز افزون تکنولوژی ساخت و تولید تجهیزات، افزایش تقاضای انرژی برق و نیاز به توسعه شبکه، لزوم بکارگیری تجهیزات جدید با ظرفیت‌های بیشتر و عملکرد بهتر را ایجاب نمود و بتدریج گستردگی و تنوع تجهیزات و هزینه‌های گزاف

خرید تجهیزات جدید، نیاز به برنامه‌ریزی مناسب برای خرید و از رده خارج نمودن تجهیزات فرسوده را بوجود آورد. شایان ذکر است که یکی از چالش‌های مهم صنعت برق کشور، فرسودگی شبکه برق می‌باشد. بنابراین ضروری است به مقوله نوسازی یا بازسازی تجهیزات شبکه برق نیز توجه بیشتری مبذول داشت. لذا به منظور بهینه‌سازی هزینه‌های جایگزینی دارایی‌ها باید از سیستم مدیریت دارایی کارا بهره جست.

امروزه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه به عنوان مقوله‌ای که ساز و کارها و چارچوب‌های لازم برای توسعه و اصلاح، تنظیم و بهینه‌سازی فرآیندهای بهره‌برداری را فراهم می‌کند مد نظر قرار دارد. اما آنچه که مهم است، کاهش هزینه‌ها و مدیریت دارایی‌هاست [۴۳-۴۱]. در این راستا استفاده از سیستم‌های مکانیزه و همچنین سیستم‌های پیمانکاری مناسب برای جامعیت بخشیدن به تعمیرات پیشگیرانه با هدف کاهش هزینه‌های ناخواسته و بهبود پایداری شبکه می‌تواند در برآورد این اهداف سهم بسزایی داشته باشد.

در این بین سرویس و نگهداری تعمیرات شبکه‌های برق و تجهیزات مربوط به برق‌رسانی نقش حیاتی و سرنوشت‌سازی را در انجام این وظیفه مهم ایفا می‌کند [۴۱]؛ مقوله‌ای که امروز کمتر به آن پرداخته شده است. اصولاً سازندگان تجهیزات فنی به هنگام ساخت ادوات شبکه، دوره‌های سرویس و نگهداری و سرویس‌های روتین و منظم را برای افزایش عمر آنها و پایداری شبکه توصیه می‌کنند، این درحالی است که هر تجهیز مورد استفاده در شبکه چنانچه به موقع بازدید و سرویس شود از میزان خاموشی کاسته شده و به پایداری شبکه و استمرار تامین برق مشترکین کمک می‌کند. اینجاست که اهمیت نظام تعمیرات پیشگیرانه روشن می‌شود [۴۲].

یکی از مسائل عمده شرکت‌های برق حفظ آمادگی و به روز نگهداشتن تجهیزات و تأسیسات برق‌رسانی می‌باشد و می‌توان اصولی‌ترین راه حل این مسئله را استفاده از سیستم برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات، مخصوصاً سیستم تعمیرات پیشگیرانه عنوان نمود.

اساس این سیستم در این نکته است که پس از گذشت مدت معینی از کار کردن، تجهیزات و دستگاه‌های شبکه مورد بازدید و تعمیرات دوره‌ای قرار گیرند. بدیهی است که تعداد و زمان بین بازدیدها و انجام تعمیرات، بستگی به شرایط ساخت، دستورالعمل‌های سازنده و بهره‌برداری از تجهیزات دارد تا بتواند در شرایط غیرعادی از فرسودگی قطعات جلوگیری کرده و هر زمان در مورد خرید و یا ساخت قطعات یدکی مورد لزوم، پیش‌بینی‌های لازم را انجام دهد [۴۲]. همچنین یکی از مشکلات

پیش روی کسانی که وارد بحث "نت" یا همان نگهداری و تعمیرات می‌شوند، نداشتن یک زمینه کامل از دانش به روز نگهداری و تعمیرات است.

به طور کلی در شرکت برق هدف از استقرار سیستم "نت" کاهش زمان خرابی تجهیزات، افزایش عمر تجهیزات، کاهش نسبت تعمیرات اساسی و تعمیرات تکراری و کاهش هزینه‌های تعمیرات می‌باشد و این در حالی است که با انجام کار صحیح و کنترل مستمر ولی ساده، از انجام تعمیرات اساسی و گران قیمت جلوگیری به عمل آمده و تعداد تجهیزات که باید به طور رزرو در نظر گرفته شوند، کاهش می‌یابد.

نظر به توسعه و پیشرفت همه جانبه صنعت برق، تغییرات بنیادی در انتظارات از نگهداری و تعمیر در دوره‌های زمانی مختلف بوجود آمده و به تبع آن اهداف و استراتژی‌های نگهداری و تعمیر نیز نیاز به تغییر و ارتقاء اثربخش دارند که توجه به مکانیزه نمودن فعالیت‌های بهره‌برداری به ویژه در سیستم تعمیر و نگهداری پیشگیرانه می‌تواند از نقاط با اهمیت و برجسته در تغییر و تحولات آتی محسوب شود.

در فعالیت‌های آتی بهره‌برداری شرکت‌های برق با رعایت اصول مدیریت دارایی‌ها، شناسایی و ارزیابی تصمیم‌هایی که منجر به افزایش بهره‌وری و موفقیت‌های اقتصادی شود؛ نقش کلیدی خواهد داشت. لذا توجه به این مهم در فرایند بهره‌برداری و در انتخاب استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات حائز اهمیت بسیار بوده و از این رو لازم است در طرح‌ریزی مقدماتی و برنامه‌ریزی فعالیت‌های بهره‌برداری به این موضوعات توجه لازم مبذول شود.

به طور کلی فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه با دو رویکرد اساسی "استراتژیک و عملیاتی" برنامه‌ریزی و اجرا می‌شود. فعالیت‌های PM با رویکرد استراتژیک بهبود قابلیت اطمینان نقش محوری و کلیدی در بهره‌برداری شبکه توزیع دارد [۴۳].

از مهمترین برنامه‌های اجرا شده در بخش عملیات تعمیرات و پیشگیرانه شرکت‌های برق می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- فرهنگ‌سازی، آموزش و فراهم ساختن زیرساخت‌ها

- ✓ تعریف الگو و پیگیری مستمر از سال ۱۳۸۵

- ✓ تعریف منشور با استفاده از خدمات کارشناسی مشاور

- ✓ برگزاری سالیانه حداقل یک همایش فراگیر

- ✓ برگزاری دوره‌های آموزشی و ارسال کارشناسان به دوره‌ها و همایش‌ها

✓ تشکیل کارگروه‌های مورد نیاز

- یکسان‌سازی روش‌های اجرایی و دستورالعمل‌ها
- تعریف بازه زمانی مناسب جهت انجام هر بخش
- تجدید نظر در شرح خدمات و وظایف مهندسان مشاور در بخش بهره‌برداری
- ارتقاء کمی و کیفی نیروی انسانی فنی
- تهیه دفترچه عملیات اجرایی "نت" پیشگیرانه و بهبود پایداری شبکه

به منظور تدوین و پیاده‌سازی دفترچه "نت" مراحل مختلفی از جمله: تعریف فرآیند کاری، تفکیک فعالیت‌ها بر اساس اعتبارات و ماهیت شبکه، تحلیل خاموشی‌ها (براساس اطلاعات ثبت شده در نرم افزار ثبت خاموشی)، اولویت‌بندی، بازدید و همچنین ارزیابی فرآیندها و برنامه‌های پیشگیرانه انجام شده است.

همچنین ظرفیت محدود پیمانکاران شرکت در بخش توسعه و احداث شبکه، عدم اختصاص اعتبارات لازم در بخش تعمیرات پیشگیرانه با توجه به حجم گسترده فعالیت‌های حوزه بهره‌برداری، عدم مدیریت صحیح در حوزه تعمیرات جاری و روزمره و همچنین تعمیرات پیشگیرانه و نهادینه نشدن فرهنگ PM در مناطق برق از مهمترین چالش‌های موجود در بخش نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه می‌باشد.

در مقطع فعلی کاهش هزینه‌های تعمیرات پیشگیرانه اصلاً مطرح نیست. به عبارت دیگر افزایش اعتبارات و نقدینگی و همچنین تمرکز بر استفاده از سیستم‌های پیمانکاری مناسب برای جامعیت بخشیدن به تعمیرات پیشگیرانه اگرچه منجر به افزایش مقطعی هزینه‌های بهره‌برداری می‌شود، لیکن باعث کاهش هزینه‌های ناخواسته ناشی از خرابی تجهیزات، انرژی توزیع نشده خواهد شد که البته با استقرار کامل و جامع و تداوم تعمیرات پیشگیرانه در طول چند سال، افزایش سطح فرهنگ و مهارت و همچنین توسعه و پرورش ظرفیت‌های نیروهای اجرایی و پیمانکاران و استفاده از تکنولوژی‌های جدید که در سطح جهانی مورد استفاده قرار دارند، هزینه‌ها در این بخش هم به یک سطح مورد قبول رسیده و در مجموع باعث کاهش مجموع هزینه‌های بهره‌برداری خواهد شد.

از مهمترین دستاوردهای موجود در این زمینه می‌توان به نرم افزار مدیریت دارایی "تعمیرات پیشگیرانه" اشاره نمود. این نرم‌افزار با هدف بهبود وضعیت نگهداری اموال و تجهیزات شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ پس از تهیه دستورالعمل چک لیست‌ها توسط دفتر نظارت بر بهره‌برداری شرکت توانیر طراحی و هم اکنون در شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ در

حال بهره‌برداری می‌باشد [۲۲]. همچنین فرآیند سرویس و تعمیرات پیشگیرانه، نگهداری سوابق تعمیرات ترموگرافی و سرویس پست‌ها از برنامه‌ریزی بازدید تا انجام تعمیرات، کنترل فرآیند و ایجاد سابقه تعمیرات برای کلیه تجهیزات، برنامه‌ریزی سرویس و تعمیرات برای کلیه تجهیزات شبکه توزیع و همچنین قابلیت تهیه چک لیست‌ها و گزارشگیری‌های مدیریتی در این سیستم پیش‌بینی شده است. این نرم افزار طوری طراحی شده است که کنترل سطح دسترسی در دو قسمت بانک اطلاعات و رابط کاربری همزمان صورت گرفته و انتقال اطلاعات در پهنای باند ۶۴ کیلوبیت بر ثانیه با سرعت ۲۰ ثانیه یکبار انجام می‌شود [۲۲].

اما نباید فراموش کرد که مشکلات موجود در بهره‌برداری شبکه‌های قدرت از جمله طراحی نادرست و اشکال در آرایش شبکه و تجهیزات، ضعف دیدگاه و عملکرد در زمینه سرویس و نگهداری شبکه، ضعف توانمندی منابع انسانی در بهره‌برداری، سنتی بودن سیستم‌ها و روش‌ها در بهره‌برداری، ضعف در زیرساخت‌های اطلاعاتی و ضعف در راهبری شبکه همچنان به قوت خود باقی است و اجرای مصوب برنامه‌های تعمیرات پیشگیرانه را معلق نگه داشته است.

از مهمترین چالش‌های پیش رو به منظور توسعه فراگیر فرآیند نگهداری و تعمیرات در شبکه‌های قدرت را می‌توان به صورت زیر نام برد:

- ضرورت توسعه استقرار فرهنگ بهره‌برداری هر بیشتر در شرکت
- شناسایی دقیق نقاط ضعف و حادثه‌خیز شبکه با استفاده از روش‌ها و ابزارهای موثر و فناوری‌های جدید در کنار تجزیه و تحلیل اطلاعات به صورت اثر بخش
- امکان فراهم شدن شرایطی هوشمند جهت آگاهی از علل و عوامل اصلی ایجاد خاموشی‌های تکراری و بحران آفرین در شبکه که کمتر مورد توجه قرار گرفته است
- با توجه به تغییرات ساختاری و رفتاری در صنعت برق کشور، ضرورت دارد با رویکرد و نگاه جدید نسبت به شناسایی و رفع مشکلات شبکه قدرت به عنوان چالش‌های هدف توجه و اقدام نمود
- عدم تفکیک بودجه و اعتبارات حوزه بهره‌برداری با اعتبارات جاری و تحت تاثیر قرار گرفتن بودجه و هزینه جاری. به همین دلیل معمولاً بهره‌برداری با نگاه هزینه مورد توجه قرار می‌گیرد در حالی که یکی از موضوعات اصلی مدیریت دارایی در شرکت‌های برق توجه به تعمیرات پیشگیرانه است

- ضرورت تعیین سرفصل‌های بودجه و اعتبارات PM و فعالیت‌های بهره‌برداری (در بخش جاری) به صورت مستقل به منظور جهت‌دهی و شفاف‌سازی اعتبارات
- عدم جهت‌گیری اعتبارات سرمایه‌ای با نگرش بهبود بهره‌برداری و افزایش قابلیت اطمینان شبکه بر اساس نیازها و نظرات بهره‌برداران و ضرورت تایید پروژه‌های سرمایه‌ای اصلاح و بهینه‌سازی شبکه توسط حوزه بهره‌برداری
- تجزیه و تحلیل حوادث و اتفاقات شبکه و سرانجام شناسایی و انجام اقدامات اصلاحی فوری در جهت رفع خاموشی‌های تکراری به عنوان روشی میان‌بر
- بدون شناسایی علل اصلی و ریشه‌ای عوامل موثر در ایجاد خاموشی‌ها به خصوص خاموشی‌های تکراری که فقط و فقط با بکارگیری ابزارها و روش‌های نسبتاً هوشمند و با انجام تجزیه و تحلیل اطلاعات حوادث میسر می‌باشد؛ در غیر این صورت حرکت به صورت چراغ خاموش در تاریکی بوده و اثربخشی هر گونه فعالیت اصلاح و بهبود را کم اثر و با حداقل بهره‌وری همراه خواهد ساخت
- عدم انتقال کارهای انجام نشده از برنامه‌های PM سال‌های گذشته به برنامه سال جدید از موضوعات قابل توجه بشمار می‌رود.
- عدم وجود گروه بازدید مستقل در تمامی منطقه و ضرورت استفاده از خدمات مشاور در این زمینه
- کمبود نیروی انسانی و نیاز به پیمانکاران بهره‌برداری مناسب و همچنین برون‌سپاری گروهی از فعالیت‌ها در صورت نیاز
- ایجاد رویکرد اقتصادی در نگهداری و تعمیرات شبکه‌های قدرت
- وجود مشکلات عمده در پیاده‌سازی فرایند بسته نشدن سیکل فعالیت‌ها در برنامه PM
- ضرورت بررسی پیشرفت فیزیکی و ریالی برنامه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه به طور مستمر و فعال
- نیاز به همکاری هر چه بیشتر مجریان طرح و پیمانکاران سرمایه‌ای در اجرای پروژه‌های تعریف شده در قالب برنامه‌های PM
- تسریع در ایجاد واحدهای تعمیرات پیشگیرانه مناطق
- تشکیل جلسات منظم بررسی کنترل پروژه PM با حضور مدیران مناطق، ناظر و مشاور بهره‌برداری و رفع مشکلات و علل احتمالی عدم اجرای برنامه

- آگاه‌سازی و آموزش کلیه پرسنل، پیمانکاران و ناظرین در زمینه اهمیت PM
- تهیه نرم‌افزار مدیریتی و مرتبط جهت ثبت و نگهداری اطلاعات مربوط به پروژه
- کمبود نیروی کارشناسی و عدم ورود نیروهای جدید به مناطق و عدم برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری مشخص در این زمینه (افزایش توان و ظرفیت کارفرمایی و ...)
- پایین بودن بودجه آموزشی به خصوص در بخش بهره‌برداری و ایمنی که می‌بایستی به طور جداگانه تعیین گردد.
- ایجاد مکانیزم بررسی فنی، اقتصادی سیستم PM در کاهش هزینه‌ها

۳-۴- زیرمحور سیستم‌های کنترلی نظارتی SCADA و سیستم‌های اتوماسیون

در این قسمت زیرمحور سیستم‌های کنترلی نظارتی SCADA و سیستم‌های اتوماسیون مورد بررسی قرار گرفته است. امروزه سیستم‌های کنترل نظارتی و اکتساب داده (SCADA) در سیستم‌های قدرت، ساختار اصلی بخش‌هایی همچون سیستم مدیریت توزیع^۱ (DMS) و سیستم مدیریت انرژی^۲ (EMS) را تشکیل می‌دهند [۴۴-۴۵]. سیستم SCADA اطلاعات زمان واقعی راجع به وضعیت تجهیزات گوناگون سیستم را که در دور دست قرار دارند، جمع‌آوری کرده و داده‌های مربوط به سیستم قدرت را به‌هنگام می‌کند. سیستم‌های کنترل نظارتی SCADA و مراکز دیسپاچینگ در کنترل از راه دور و مانیتورینگ تجهیزات شبکه‌های انتقال و فوق توزیع دارای اهمیت زیادی می‌باشند. همچنین یکی از دغدغه‌های مهم صنعت برق کشور که توجه تمامی مسئولین و کارشناسان بهره‌بردار را به خود جلب کرده، مشکلات و معضلات موجود در سطح شبکه‌های توزیع می‌باشد که می‌توان با ایجاد سیستم‌های اتوماسیون توزیع تا حدی به رفع آنها اقدام نمود [۴۴-۴۵].

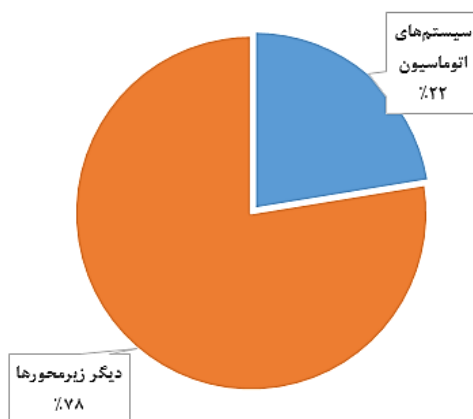
مطالعات امکان‌سنجی سیستم‌های اتوماسیون، بررسی انواع سیستم‌های اتوماسیون (شامل سیستم مانیتورینگ توزیع، سیستم جمع‌آوری اطلاعات و کنترل نظارتی توزیع، سیستم جمع‌آوری اطلاعات و کنترل خودکار توزیع و سیستم‌های اتوماسیون توزیع هوشمند)، نقش سیستم‌های ارتباطی و بسترهای مخابراتی مناسب، برنامه‌ریزی سیستم‌های اتوماسیون، نقش این سیستم‌ها در مدیریت انرژی و بهره‌برداری مناسب از شبکه، اجرای مناسب سیستم اتوماسیون در سطوح مختلف شبکه شامل اتوماسیون در سطح پست (شامل کنترل ولتاژ باس، کنترل جریان باس، کنترل جریان در ترانسفورماتورهای موازی پست،

۱- Distribution Management System

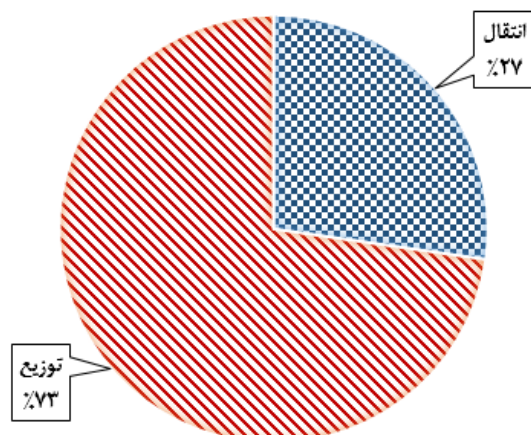
۲- Energy Management System

جبران سازی افت ولتاژ خط و بستن مجدد کلیدها به طور اتوماتیک)، در سطح مشترکین (شامل قرائت کنتور مشترکین و ...)، در سطح فیدر (شامل مانیتورینگ و کنترل دستگاه‌های قرار گرفته بر روی فیدرها)، اجرای سیستم‌های اتوماسیون به صورت دستی، نیمه اتوماتیک و کاملاً اتوماتیک، معماری‌های مختلف سیستم‌های اتوماسیون شامل ساختار نقطه به نقطه، پست مرکزی و اتوماسیون متمرکز فیدر، تجهیزات شبکه اتوماسیون شامل مراکز کنترل، سیستم‌های SCADA توزیع، RTU و دیگر تجهیزات مخابراتی، تحلیل تماس‌های مشتریان، فرمان تعمیر و بازگرداندن سرویس، تخمین ناحیه قطع شده، برنامه زمان‌بندی قطعی، ارتباط با اتوماسیون توزیع، مدیریت قطعی، تعیین مکان قطعی، بازیابی توان، مدیریت خدمه، مدیریت روش سویچینگ، نمایش پویای گرافیکی و محاسبات کیفیت توان مربوطه و استفاده از سیستم‌های خبره و فازی از مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی موجود در این زیرمجموعه می‌باشد.

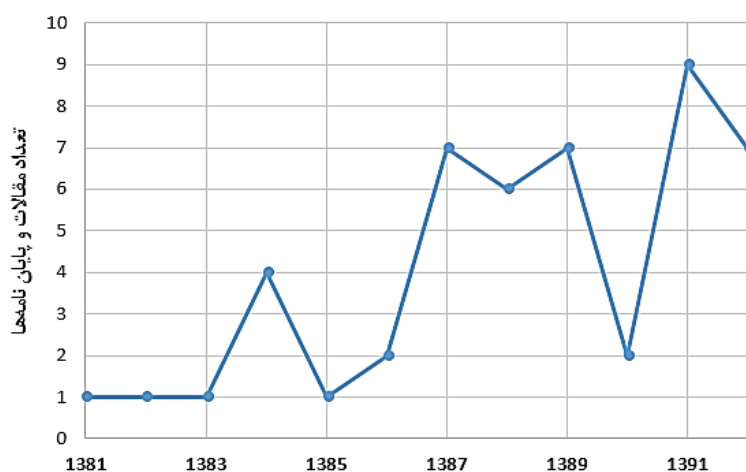
در شکل ۳-۱۲ درصد فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمجموعه نسبت به کل فعالیت‌های انجام شده در محور بهبود قابلیت اطمینان نشان داده شده است. همچنین درصد فعالیت‌ها به تفکیک حوزه‌های انتقال و توزیع و روند زمانی آنها در شکل‌های ۳-۱۳ و ۳-۱۴ آورده شده است. با توجه به اندک بودن فعالیت‌های انجام شده در حوزه تولید، تنها حوزه‌های انتقال و توزیع نشان داده شده‌اند.



شکل ۳-۱۲: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمجموعه سیستم‌های SCADA و اتوماسیون

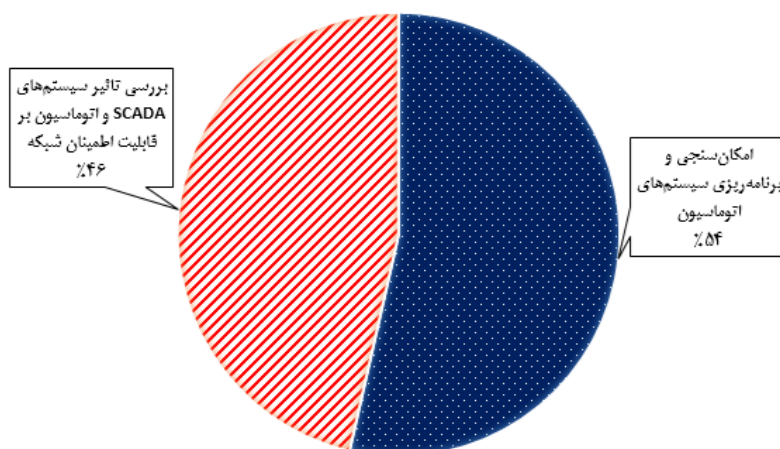


شکل ۳-۱۳: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در حوزه‌های توزیع و انتقال



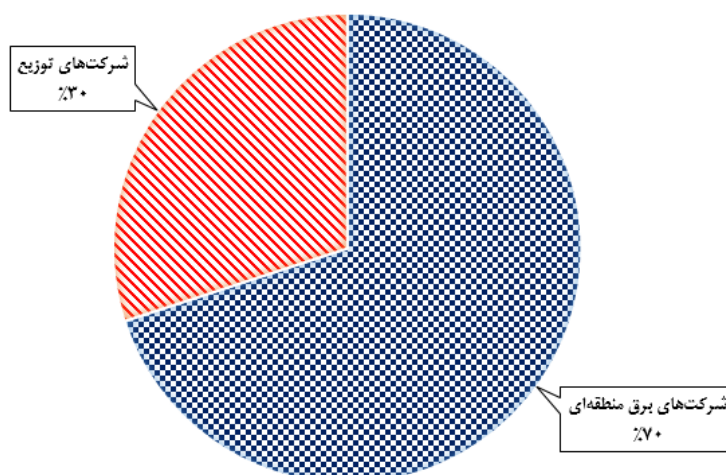
شکل ۳-۱۴: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور سیستم‌های SCADA و اتوماسیون

همان طوری که در این نمودارها مشاهده می‌شود، این زیرمحور از نظر فعالیت‌های تحقیقاتی روند رو به رشدی داشته است و عمده تحقیقات در این زمینه در سال‌های اخیر انجام شده است. همچنین درصد فعالیت‌های انجام شده در حوزه‌های تحقیقاتی مربوطه نیز در شکل ۳-۱۵ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۵: درصد فعالیتهای صورت گرفته در حوزه‌های تحقیقاتی مربوطه

با توجه به کاربردی بودن بحث اتوماسیون شبکه‌های قدرت، بخصوص شبکه‌های توزیع برق، تحقیقات و مقالات چندانی در این زمینه وجود ندارد. در سال‌های گذشته توجه و سرمایه‌گذاری زیادی در این بخش صورت گرفته است و چند سالی است که با توجه به اهمیت توزیع مناسب و بدون وقفه انرژی الکتریکی، استفاده از روش‌های نوین جهت افزایش قابلیت اطمینان و پایداری شبکه‌های توزیع در دستور کار اکثر شرکت‌های برق در داخل کشور قرار گرفته است و نمونه‌هایی نیز در پاره‌ای از مناطق اجرا شده و یا در دست اقدام است که هر کدام دارای نقاط ضعف و قوت مخصوص به خود می‌باشند. در شکل ۳-۱۶ درصد پروژه‌های صورت گرفته در شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع به تفکیک نشان داده شده است. همان‌طوری که مشاهده می‌شود عمده پروژه‌ها مربوط به شرکت‌های برق منطقه‌ای و مرتبط با مباحث اتوماسیون پست‌های فشار قوی و بکارگیری سیستم‌های SCADA می‌باشد. فعالیتهای انجام شده در حوزه شبکه‌های توزیع بسیار اندک می‌باشد که یکی از ضعف‌های موجود در این حوزه می‌باشد.



شکل ۳-۱۶: درصد فعالیتهای صورت گرفته در شرکت‌های برق منطقه‌ای و توزیع

مطالعات و طرح اجرای اتوماسیون اولین پست توزیع در سال ۱۳۷۸ در توزیع مرکز و با همکاری یک شرکت مشاور انجام و پس از آن ۴۰ دستگاه پست به سیستم اتوماسیون و کنترل از راه دور در دیسپاچینگ شرکت توزیع مرکز سابق تجهیز، نصب و مورد بهره‌برداری قرار گرفت. با توجه به موفقیت پروژه مذکور در سال ۱۳۸۵ نسبت به خرید و نصب ۹۰ دستگاه تابلو فشار متوسط مجهز به قابلیت اتوماسیون در سطح شرکت‌های توزیع سابق تهران اقدام و همزمان با آن نیز نسبت به تهیه مشخصات فنی و اسناد مناقصه خرید و نصب ۹۰ دستگاه RTU اقدام شد. هم‌اکنون در شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ بیش از ۱۱۴ دستگاه RTU نصب و حدود ۱۶ دستگاه نیز در حال نصب می‌باشد که نشان‌دهنده توجه فزاینده به مقوله اتوماسیون سیستم‌های قدرت در کشور می‌باشد [۲۲].

با توجه به اینکه منظور از اتوماسیون شبکه‌های توزیع نصب سیستم مدیریت و نظارت بر شبکه توزیع شهر و یا منطقه مورد نظر است، باید از مرحله مطالعات اولیه و طراحی تا مرحله نصب تجهیزات و بهره‌برداری سیستم اتوماسیون با استفاده از تجربیات بدست آمده و نظر مشاورین عالی و با سابقه، طرح جامع اتوماسیون جهت تعیین پست‌های مانوری و سیستم‌های مانیتورینگ، پردازشگرها، سیستم‌های مخابراتی و مرکز دیسپاچینگ تهیه شده و در فازهای مختلف با توجه به امکانات و اعتبارات به اجرا گذاشته شود. بدیهی است که در تهیه طرح جامع باید به نیازها، ضرورت‌ها و امکانات توجه لازم بعمل آید تا ضمن تهیه یک طرح اقتصادی کلیه انتظارات از یک سیستم مکانیزه و اتوماتیک بدست آید. به طور کلی برای پیاده‌سازی سیستم اتوماسیون شش مرحله تعریف می‌شود:

- مرحله یک: نیازسنجی
- مرحله دو: امکان‌سنجی
- مرحله سه: تهیه طرح جامع
- مرحله چهار: بررسی اقتصادی طرح (هزینه‌ها و منافع)
- مرحله پنج: تهیه طرح عملیاتی
- مرحله شش: نصب، پیاده‌سازی و بهره‌برداری

اقدامات کلی مورد نیاز برای اجرای پروژه اتوماسیون در کشور شامل موارد زیر است:

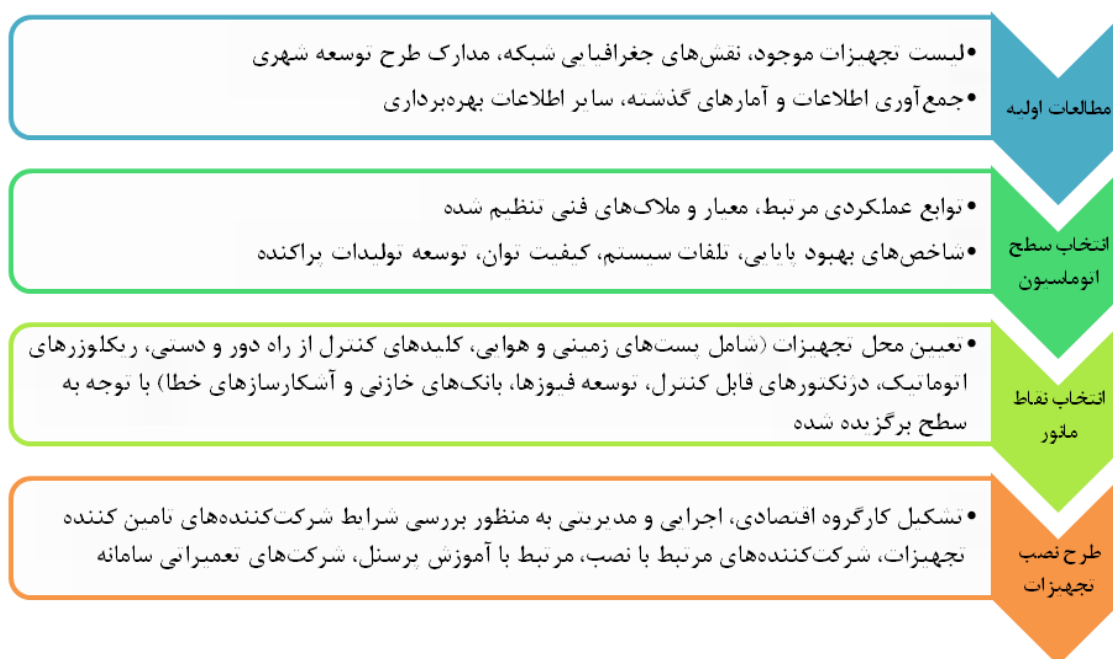
- تهیه اطلاعات ثابت شبکه شامل دیاگرام‌های تک خطی، سطح مقاطع، میزان بار تقریبی
- مطالعات قابلیت اطمینان و انتخاب نقاط مانیتورینگ و کنترل از راه دور

- تعیین تغییرات مورد نیاز به شبکه در پست‌های زمینی یا نقاط تعیین شده خطوط هوایی و سفارش تجهیزات شامل کلیدها، CTها، PTها، لوازم حفاظتی و یا احیاناً ایجاد نقاط مانوری و کابل کشی
- تغییرات لازم در شبکه با نصب تجهیزات جدید و نیز نصب تجهیزات اتوماسیون با هدف ایجاد سطح مورد نیاز
- ایجاد شبکه ارتباطی بین نقاط مورد نظر در شبکه و مرکز کنترل
- تجهیز مرکز کنترل از لحاظ سخت‌افزار، نرم‌افزار و شبکه ارتباطی
- توسعه استانداردها و پارامترهای سیستم اتوماسیون مانند قابلیت دسترسی، پاسخ زمانی، توسعه پذیری و قابلیت انعطاف

همچنین انتخاب وظایف مورد نیاز برای سیستم‌های اتوماسیون را می‌توان به صورت زیر نام برد:

- مشخصات شبکه
- مشخصات بار
- سیاست‌های قیمت‌گذاری (تعرفه)
- مسائل اجتماعی، اقتصادی و جمعیتی

مراحل مطالعاتی و اجرایی در پیاده‌سازی سامانه اتوماسیون در نمودار زیر خلاصه شده است:



با وجود مزایا و خصوصیات ذکر شده برای سیستم‌های اتوماسیون، سیستم‌های نصب شده در پست‌های شبکه برق ایران که عمدتاً در آنها از تجهیزات و نرم افزارهای طراحی و ساخته شده توسط چند شرکت معتبر بین‌المللی استفاده شده است، مشکلات و معضلات خاص خود را دارند. این مشکلات گاهی تا جایی حساس می‌شوند که بعضاً بهره‌برداری از پست‌ها را با مخاطره جدی روبرو می‌سازند. عدم آشنایی کافی کارشناسان با فناوری‌های مورد استفاده، عدم آموزش کافی بهره‌برداران و اپراتورها، در اختیار نداشتن کدهای نرم‌افزاری، وابسته بودن به انواع خاصی از محصولات سخت‌افزاری و یا نرم‌افزاری، محدود بودن خدمات پشتیبانی و در بعضی موارد جوابگو نبودن شرکت‌های سازنده در مقابل مشکلات بوجود آمده، وابستگی به سیستم اولیه در پروژه‌های توسعه، محدود بودن حوزه‌های رقابتی و به نوعی انحصاری بودن دانش فنی نمونه‌ای از مشکلات اینگونه سیستم‌ها می‌باشد.

همچنین یکی از مهمترین چالش‌های سیستم‌های اتوماسیون عدم سازگاری سیستم‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مختلف با یکدیگر است؛ به طوری که در اکثر موارد وابستگی شدید بین سخت‌افزار و نرم‌افزار سیستم وجود دارد و مشکلات ناشی از این مساله به گونه‌ای است که عملاً تغییر بخشی از سخت‌افزار و یا نرم‌افزار سیستم و استفاده از سیستم‌های ساخت سازندگان دیگر امکان‌پذیر نیست و در بیشتر موارد طراحان نمی‌توانند هر دو بخش سخت‌افزار و نرم‌افزار را مستقل از هم توسعه دهند.

با وجود مسائل و مشکلات ذکر شده به نظر می‌رسد یکی از جدی‌ترین و چالش برانگیزترین مباحث اتوماسیون در صنعت برق ایران نحوه بومی سازی این فناوری نوین و پیاده‌سازی سیستم‌های اتوماسیون بومی در پست‌های برق فشار قوی شامل پست‌های انتقال و فوق توزیع می‌باشد. در این ارتباط، بومی‌سازی دارای گستره معنایی و کاربردی وسیعی است. دستیابی به فناوری‌ها و دانش فنی طراحی، ساخت، روش‌های پیاده‌سازی و مهندسی سیستم‌های اتوماسیون پست بخصوص فناوری نرم‌افزاری اینگونه سیستم‌ها که دارای حساسیت خاص خود می‌باشند، استفاده حداکثری از قطعات و زیرسیستم‌های سخت‌افزاری غیر انحصاری و قابل دسترسی و در صورت نیاز پژوهش در زمینه طراحی و ساخت اینگونه سخت‌افزارها، رفع محدودیت‌ها و مشکلات سیستم‌های نصب شده در شبکه برق کشور و پوشش دادن نقاط ضعف آنها، انعطاف‌پذیری و سازگار بودن با نسل‌های متفاوت تجهیزات حفاظتی و کنترلی از سازندگان مختلف و نهایتاً برآورده نمودن خواسته‌ها و مشخصات فنی مد نظر کارشناسان بهره‌برداری از جمله فرایندهای مهم و مورد نیاز در بومی سازی سیستم‌های پیشرفته اتوماسیون است.

از محدودیت‌های اجرای پروژه‌های اتوماسیون شبکه‌های قدرت می‌توان به عدم وجود یک طرح جامع در اجرای پروژه، کمبود تولیدات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مربوط به سیستم‌های اتوماسیون که ساخت داخل بوده و مطابق با استانداردهای

جهانی باشد، عدم وجود استانداردهای داخلی کافی در اجرای پروژه‌ها، کمبود پیمانکاران صلاحیت‌دار، نیاز به اعتبار بالا و زمان‌بر بودن اجرای پروژه اشاره کرد. همچنین در حال حاضر برای شرکت‌های برق مدل ارزیابی فنی معینی جهت استقرار سیستم اتوماسیون وجود ندارد. علت این امر عدم وجود بستر اولیه برای طراحی و احداث اتوماسیون می‌باشد. بنابراین ضروری است مطالعات امکان‌سنجی بر مبنای شاخص‌های فنی برای آن اجرایی گردد. همچنین جهت ارزیابی سیستم‌های اتوماسیون اجرا شده در کشور نیاز به توسعه استانداردهای لازم می‌باشد. از جمله مهمترین پارامترهای ارزیابی سیستم‌های اتوماسیون می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- قابلیت دسترسی: معیاری از احتمال عملکرد صحیح سیستم که قابلیت اطمینان آن را نشان می‌دهد و برای سیستم مورد مطالعه بهتر است که نزدیک یک باشد.
- پاسخ زمانی: زمان پاسخ‌گویی سیستم، معیاری از سرعت اجزای سیستم (شامل قسمت‌های مختلف نظیر کامپیوتر، کانال مخابراتی و ...) است.
- توسعه‌پذیری: به معنای امکان گسترش سیستم همراه با افزایش حجم شبکه است.
- قابلیت انعطاف: معیاری از تطابق این سیستم با استانداردهای جهانی است. هرچه قابلیت انعطاف سیستم بیشتر باشد یافتن قطعات یدکی آن ساده‌تر و هزینه کمتری خواهد داشت.

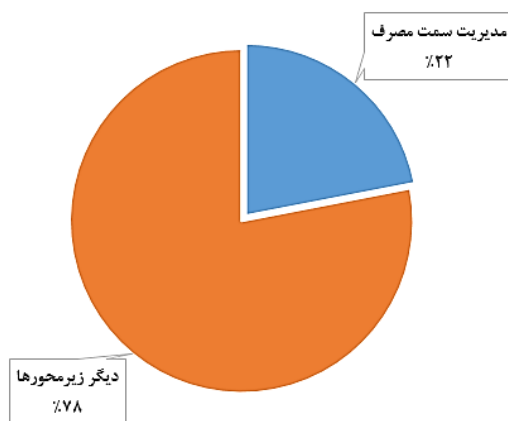
۵-۳- زیر محور مدیریت سمت تقاضا

در این قسمت زیرمحور مدیریت سمت تقاضا مورد بررسی قرار گرفته است. برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا شامل تمام تغییرات عمدی الگوهای مصرف برق مشتریان نهایی که برای تغییر زمان مصرف، سطح تقاضای لحظه‌ای، یا مصرف کلی برق در نظر گرفته شده است، می‌باشد. علاوه بر این، پاسخ‌گویی بار می‌تواند همچنین به عنوان پرداخت‌های تشویقی طراحی شده برای القای کاهش مصرف برق در زمان‌هایی که قیمت بازار عمده‌فروشی بالاست و یا زمانی که قابلیت اطمینان سیستم در مخاطره قرار گرفته است، تعریف گردد [۴۶-۴۷].

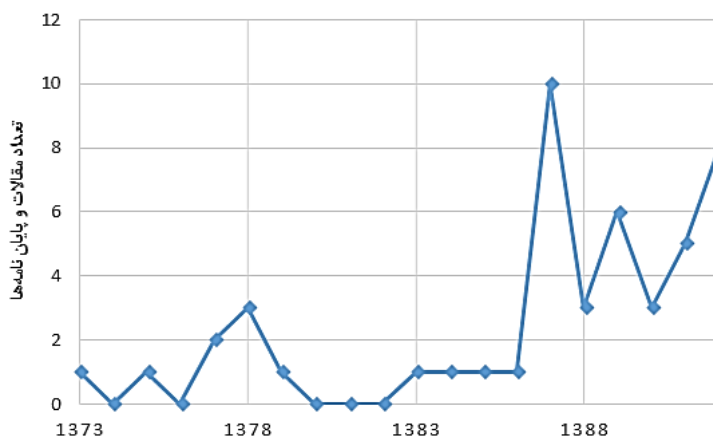
پیاده‌سازی و امکان‌سنجی برنامه‌های مختلف مدیریت سمت مصرف، مدل‌سازی انواع برنامه‌های پاسخ‌گویی بار، پاسخ‌گویی بار بر مبنای قیمت (قیمت گذاری زمان مصرف، قیمت گذاری لحظه‌ای، قیمت گذاری پیک بحرانی)، پاسخ‌گویی بار بر مبنای تشویق (کنترل مستقیم بار، نرخ‌های قابل قطع/قطع محدود، برنامه‌های پاسخ‌گویی بار اضطراری، برنامه‌های بازار ظرفیت،

برنامه‌های مناقصه تقاضا/خرید قبلی، برنامه‌های بازار خدمات جانبی)، تاثیر برنامه‌های سمت مصرف بر عملکرد شبکه و تغییر شاخص‌هایی مانند تلفات، قابلیت اطمینان و رضایت‌مندی مشترکین، بسترهای لازم برای پیاده‌سازی این برنامه‌ها، اولویت‌بندی این برنامه‌ها، فرهنگ‌سازی و بررسی رفتار مصرف‌کنندگان مختلف برای شرکت در این برنامه‌ها، هوشمندسازی شبکه‌های قدرت جهت پیاده‌سازی برنامه‌های پاسخ‌گویی بار، تعیین میزان حساسیت تقاضا، مباحث مربوط به مدیریت انرژی، ممیزی انرژی و کارایی انرژی، تجهیزات و تکنولوژی‌های تاثیرگذار (مانند ذخیره‌سازهای انرژی، خودروهای برقی، ریزشبکه‌ها، منابع تولید پراکنده و ...)، پتانسیل‌سنجی برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا، امکان‌سنجی این برنامه‌ها در فضای رقابتی و تجدید ساختار یافته و تاثیر این برنامه‌ها بر پروفایل بار از مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی موجود در این زیرمحور می‌باشد.

در شکل ۳-۱۷ درصد فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نسبت به کل فعالیت‌های انجام شده در محور بهبود قابلیت اطمینان و در شکل ۳-۱۸ نیز روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته نشان داده شده است.

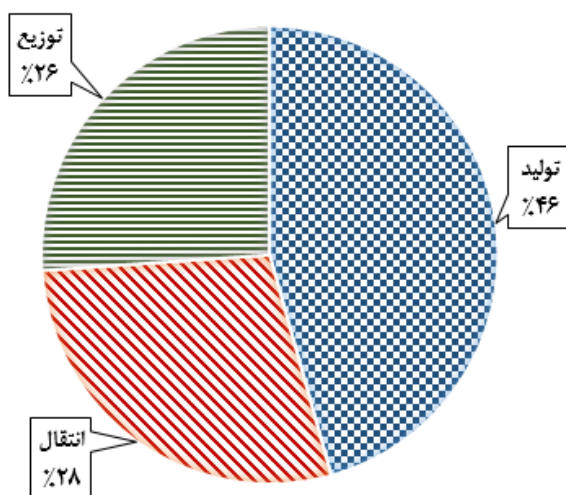


شکل ۳-۱۷: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور مدیریت سمت تقاضا

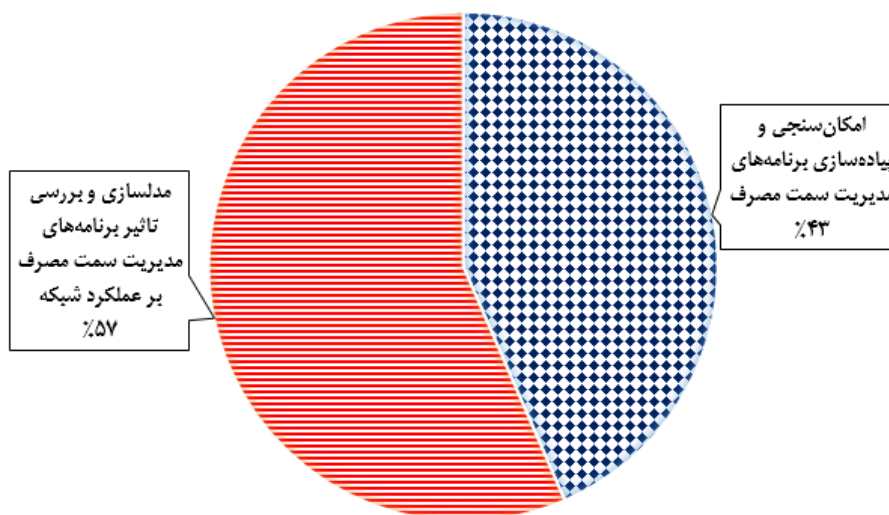


شکل ۳-۱۸: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور مدیریت سمت تقاضا

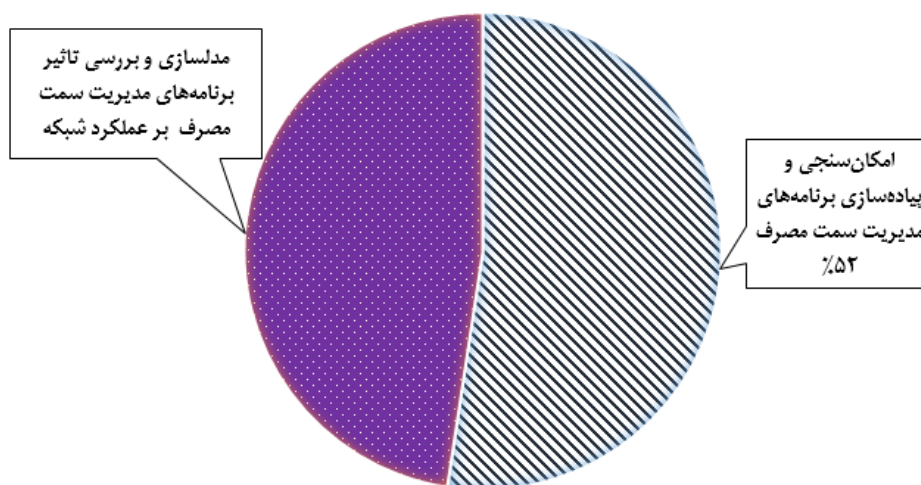
همانطوری که در این نمودارها مشاهده می‌شود، این زیرمحور از نظر فعالیت‌های تحقیقاتی روند رو به رشدی داشته است و عمده تحقیقات در این زمینه در سال‌های اخیر انجام شده است. همچنین در شکل‌های ۳-۱۹ الی ۳-۲۳ درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور در زمینه‌های تحقیقاتی مربوطه به تفکیک حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع نشان داده شده است.



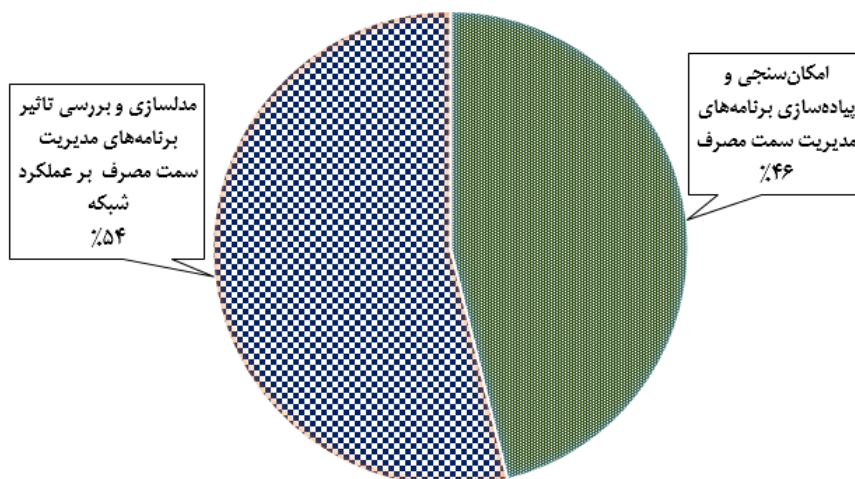
شکل ۳-۱۹: درصد فعالیت‌های انجام شده در سطوح تولید، انتقال و توزیع



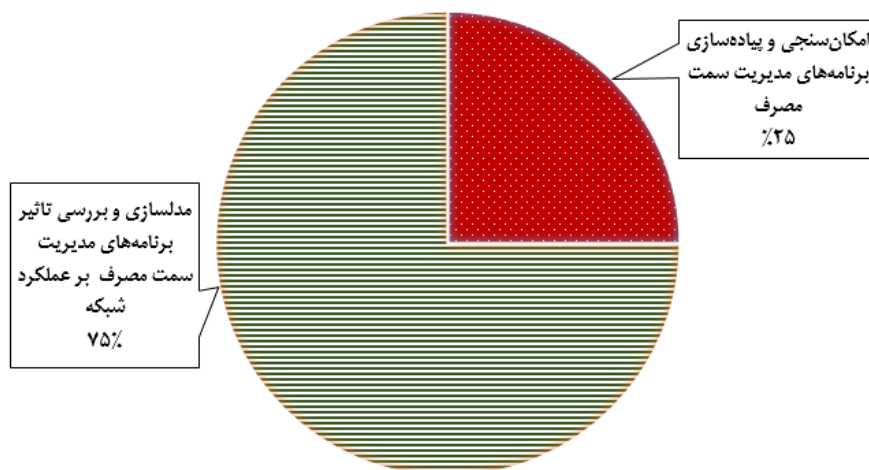
شکل ۳-۲۰: درصد کل پایان نامه‌ها و مقالات در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۳-۲۱: درصد پایان‌نامه‌ها و مقالات در سطح تولید در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۳-۲۲: درصد پایان‌نامه‌ها و مقالات در سطح انتقال در هر زمینه تحقیقاتی

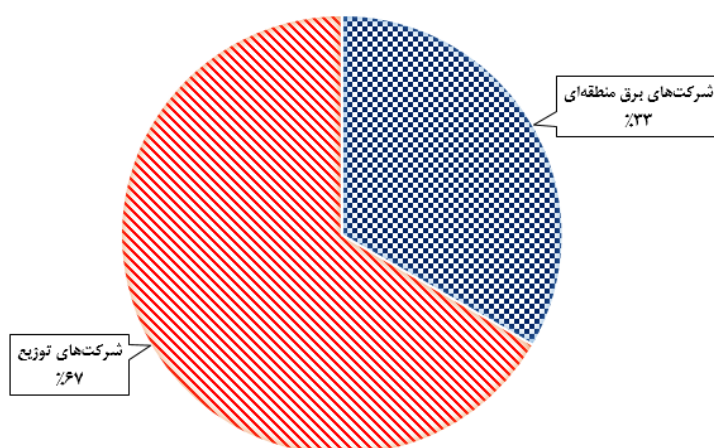


شکل ۳-۲۳: درصد پایان‌نامه‌ها و مقالات موجود در سطح توزیع در هر زمینه تحقیقاتی

همان طوری که در شکل ۳-۱۹ مشاهده می‌شود، عمده فعالیت‌های انجام شده در حوزه شبکه‌های تولید بوده است. با توجه به اینکه شرکت‌های توزیع نیروی برق به عنوان آخرین حلقه از زنجیره فرآیند تولید، انتقال و توزیع نیروی برق و به عنوان گسترده‌ترین بخش از بدنه صنعت برق محسوب می‌شوند که به طور مستقیم با مردم و مشترکین در ارتباطند، کارایی و اثر بخشی مطلوب شرکت‌های توزیع برق می‌تواند علاوه بر جلب رضایت‌مندی مردم، از بعد ارزش‌های مادی و اقتصادی، در تأمین اهداف عالی صنعت برق کشور نیز چشمگیر باشد. لذا انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور نظیر فعالیت‌هایی که در شکل ۳-۲۳ آورده شده است، از اهمیت فراوانی برخوردار است و نیازمند توجه بیش از پیش می‌باشد.

همچنین مطابق شکل ۳-۲۰ فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور در حوزه‌های تحقیقاتی مربوطه تقریباً متعادل بوده است. این روند در هر یک از حوزه‌های تولید و انتقال نیز مطابق شکل‌های ۳-۲۱ و ۳-۲۲ وجود دارد. مطابق شکل ۳-۲۳ در حوزه شبکه‌های توزیع عمده فعالیت‌های تحقیقاتی در زمینه بررسی تأثیر برنامه‌های سمت مصرف و پاسخ‌گویی بار بر قابلیت اطمینان شبکه بوده است و زمینه تحقیقاتی اول، بررسی نیازمندی‌های پیاده‌سازی و اجرای برنامه‌های مدیریت سمت مصرف، کمتر مورد توجه قرار گرفته است که نیازمند تحقیقات بیشتر در این حوزه می‌باشد.

در شکل ۳-۲۴ درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور در قالب پروژه‌های تحقیقاتی در شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نشان داده شده است. البته تعداد پروژه‌های انجام شده در این زیرمحور در شرکت‌های برق منطقه‌ای و توزیع اندک می‌باشد که یکی از ضعف‌های موجود در این زیرمحور نیز می‌باشد.



شکل ۳-۲۴: درصد پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع

موضوع مدیریت مصرف انرژی از جمله مباحث مهمی است که در سرفصل‌ها و برنامه‌های صنعت برق کشور از سال‌های گذشته تاکنون وجود داشته است. امروزه اهمیت و نقش مباحث مدیریت مصرف در برنامه‌های توسعه کشورهای

پیشرفته و در حال توسعه کاملاً روش و واضح است و اکثر کشورهایی که دارای برنامه‌های بلند مدت و کوتاه مدت هستند، مدیریت سمت مصرف را در برنامه‌ریزی‌های خود و در برنامه‌های استراتژیک مد نظر قرار داده و بخشی از بودجه توسعه ظرفیت‌های تولید، انتقال و توزیع را اختصاص به بهینه‌سازی و کاهش مصرف می‌دهند [۲۹]. به ویژه در سال‌های اخیر با کاهش ذخایر نفتی این حساسیت دو چندان شده است. این در حالی است که نرخ انرژی در اکثر این کشورها واقعی و یا با یارانه کم است و عوامل انگیزشی مناسبی در مصرف‌کنندگان برای استفاده بهینه از انرژی وجود دارد.

برخی از اهداف اجرای برنامه‌های مدیریت مصرف در بخش صنعت را می‌توان به صورت زیر نام برد [۲۹-۳۱]:

- توسعه همکاری‌های دو جانبه صنعت برق و صنایع کشور و مسئولین استانی خصوصاً استانداری‌ها
- شناسایی و استفاده از پتانسیل‌های موجود در استان‌ها خصوصاً بخش صنعت کشور برای مدیریت بار
- شناسایی و استفاده از ظرفیت‌های موجود استانی در مدیریت بار
- جلب مشارکت مشترکان خصوصی و صنایع در توسعه تولید پراکنده با استفاده از ظرفیت‌های استانی
- تدوین و بکارگیری استانداردهای اصلاح الگوی مصرف خصوصاً در صنایع و ضرورت‌های رعایت آن

همچنین برخی از مهمترین برنامه‌های در دست اقدام و یا اجرا شده در داخل کشور را در این رابطه می‌توان در دو دسته

فعالیت‌های مطالعاتی و اجرایی به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

❖ فعالیت‌های مطالعاتی

✓ پروژه طرح جامع راهبردی مدیریت مصرف در برق تهران با هدف بررسی روش‌های مدیریت مصرف در جهان، ارائه و معرفی قوانین، نظام‌نامه‌ها و برنامه‌های مدون مدیریت مصرف در صنعت برق ایران، ارائه و معرفی اطلاعات و برنامه‌های موجود کشور در زمینه مدیریت مصرف برق، ارائه شیوه‌های پتانسیل‌سنجی مدیریت مصرف برق، تعیین و تحلیل وضعیت موجود با وضعیت مطلوب با توجه به اهداف کلان مدیریت مصرف، معرفی راهکارهای مدیریت سمت مصرف در بخش تجاری، عمومی و صنعت، معرفی راهکارهای مدیریت سمت مصرف در بخش تولید و شبکه، تشریح و تدوین برنامه‌های اجرایی راهکارهای بهینه‌سازی مصرف برق، مشخص نمودن وضعیت کنونی راهکارهای مدیریت سمت مصرف و ظرفیت‌سازی برای توسعه فعالیت‌های مربوطه در آینده

- ✓ پروژه بررسی اثرات طرح هدفمندسازی یارانه‌ها در برق تهران با هدف بررسی علل و اهداف هدفمند کردن یارانه‌ها، تحلیل و ارزیابی اثرات طرح هدفمند کردن یارانه‌ها، ارائه راهکارهای طرح هدفمند کردن یارانه‌ها در بازار برق، معرفی راهکارهای طرح هدفمند کردن یارانه‌ها در حوزه منابع و مصرف و بررسی تهدیدها و فرصت‌های طرح هدفمند کردن یارانه‌ها
- بررسی ساختار و راهکارهای مدیریت مصرف در کشور کانادا با هدف معرفی استانداردها، قوانین و نظام‌های مدیریت مصرف در کشور کانادا، معرفی ساختار تعرف‌های مختلف برق در این کشور، بررسی جایگاه شرکت‌های مشاور در این کشور، ارائه وضعیت و چگونگی راهکارهای مدیریت انرژی الکتریکی در صنایع مختلف نظیر قوانین تشویقی، تغییر ساعت در کشور، کارایی انرژی، آموزش نیروی انسانی در زمینه مدیریت مصرف، بهبود شدت انرژی و ...
- ✓ تهیه ویژه‌نامه مقالات مدیریت مصرف و همایش‌های مرتبط

❖ فعالیت‌های اجرایی

- ✓ طرح تعطیلات و تعمیرات سالانه صنایع و استفاده از مولدهای مشترکین در کاهش پیک
- ✓ ممیزی انرژی در کارخانجات سیمان
- ✓ نصب و تست سیستم مستقل محاسبه و صدور صورتحساب مشترکین
- ✓ نصب مودم‌های GSM بر روی کنتورهای مشترکین
- ✓ راه‌اندازی وب سایت جدید مشترکین فوق توزیع
- ✓ تشکیل جلسات تخصصی مدیریت مصرف برق با هدف ایجاد بانک‌های اطلاعاتی فعالیت‌های مدیریت مصرف، جلوگیری از فعالیت‌های موازی، استفاده بهینه از بودجه‌های مدیریت مصرف، ارتقاء کیفی پروژه‌های مربوطه، بررسی و تعریف پروژه‌های مدیریت مصرف
- ✓ توسعه برنامه‌ها و فعالیت‌های مدیریت مصرف در سایر واحدها شامل طرح‌های مدیریت مصرف در پست‌های انتقال و فوق توزیع و طرح‌های مدیریت مصرف در امور نظارت بر خدمات
- ✓ بررسی الگوی مصرف در حوزه ستادی و برنامه‌ریزی جهت مدیریت مصرف انرژی و بار
- ✓ برگزاری همایش مدیریت مصرف مشترکین برق تهران

- ✓ توسعه و استقرار سیستم‌های قرائت از دور (در بخش‌های از اصفهان، مشهد و تهران انجام شده است)
- ✓ جلب مشارکت صنایع در ساخت تجهیزات کم مصرف
- ✓ اطلاع رسانی در کمیته‌های کارگروه اصلاح الگوی مصرف استانی و توجه ویژه به ممیزی انرژی صنایع و ادارات

در کشور ما به دلیل عدم حذف کامل یارانه‌های انرژی و واقعی نبودن قیمت‌های در نظر گرفته شده برای آن، عوامل انگیزشی به منظور مصرف بهینه برق به طور خودکار در تعرفه‌ها بسیار اندک می‌باشد. به همین دلیل نقش و اهمیت مدیریت مصرف برق نسبت به سایر کشورها دو چندان می‌شود و لازم است با استفاده از روش‌های متنوع تبلیغی، انگیزشی و برنامه‌های دقیق و اتخاذ راهکارهای فنی و فرهنگی سعی در اصلاح رفتار و الگوی مصرف مشترکان و هدایت آن به سوی استفاده بهینه از انرژی شود. آمارهای مقایسه‌ای مصرف انرژی (مانند دارا بودن یک درصد از جمعیت جهان و مصرف ۲ درصدی انرژی در کشور ما در حالی که رشد اقتصادی، تولید صنعتی و درآمد ناخالص داخلی کمتر از این نسبت است) مؤید فاصله داشتن الگوی مصرفی از مصرف بهینه و لزوم حرکتی جهشی در این زمینه است.

از طرف دیگر متأسفانه با وجود ضرورت‌های جهانی برای انجام فعالیت‌های مدیریت سمت مصرف و الزامات داخلی در جهت اصلاح رفتار مصرف و نیز برنامه‌ریزی جهت تحقق اهداف چشم‌انداز بیست ساله توسعه کشور و دستیابی به قله‌های پیشرفت و توسعه، مدیریت مصرف در کشور ما جایگاه مناسب خود را ندارد و اهمیت و نقش آن در راه رسیدن به این اهداف متعالی بر همگان روشن نیست. هم اکنون فعالیت‌های مدیریت مصرف در کشور ما به صورت پراکنده، موردی، غیر هدفمند و با حداقل کارکنان و اقدامات در حال انجام است. بنابراین لازم است جایگاه مدیریت مصرف در صف و ستاد شرکت توانیر از وضعیت فعلی ارتقاء یابد تا بتواند همگام با سایر بخش‌های کشور در مسیر تعالی گام برداشته و اهداف سند چشم‌انداز بیست ساله کشور شود.

اکنون با توجه به تصویب قانون استقلال شرکت‌های توزیع اغلب این بحث مطرح می‌شود که مدیریت مصرف باید با توجه به اهداف بازار برق و نیز ارتباط نزدیکتر با مشترکان به شرکت‌های توزیع منتقل شود و بحث‌های آن در شرکت‌های توزیع پیگیری و انجام شود. یکی از جنبه‌های بسیار مهم مدیریت سمت مصرف، ملی بودن این بحث است و این امر بسیاری از اوقات باعث تضاد بین منافع ملی و سازمانی در سازمان‌ها و شرکت‌ها بویژه در شرکت‌های خصوصی می‌شود. زیرا در ترکیب آینده، احتمالاً بخشی از درآمد شرکت‌های توزیع از طریق فروش انرژی است و اگر فروش بیشتر به منزله سود بیشتر باشد به ویژه در

زمان اوج مصرف که قیمت برق بیشتر است، با اهداف مدیریت مصرف که استفاده صحیح و بهینه از منابع و کاهش پیک بوده در تضاد است. از سوی دیگر در حال حاضر برخی شرکت‌های توزیع کارشناس مدیریت مصرف ندارند و یا فعالیت‌های مصرف را به کارشناسی واگذار کرده‌اند که وظایف دیگری نیز دارند و این کار را به عنوان کار دوم و یا جنبی انجام می‌دهند که ضمن فشار زیاد کاری بر آنان، کیفیت اقدامات نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرد. همه این‌ها بر این مساله دلالت دارد که انگیزه کافی در شرکت‌های توزیع به عنوان شرکت خصوصی جهت انجام اقدامات مدیریت سمت مصرف وجود نخواهد داشت. از این رو به نظر می‌رسد انتقال تمامی وظایف و اختیارات مدیریت سمت مصرف به این شرکت‌ها جایگاه مدیریت مصرف را نه تنها در وضعیت فعلی حفظ نمی‌کند بلکه این جایگاه را تنزل داده و رسیدن به اهداف سند چشم‌انداز را بعید نشان می‌دهد.

بنابراین برای حفظ و ارتقای مباحث مدیریت مصرف لازم است جایگاه مناسبی همراه با ارتباطات موثر و کارا برای این بخش تعریف شود تا با ساماندهی فعالیت‌های مربوطه بتوان از اتلاف منابع جلوگیری کرد و روند رشد و توسعه کشور را تسریع بخشید.

با توجه به قانون استقلال شرکت‌های توزیع و چشم‌انداز استقلال شرکت‌های تولید و جدا شدن این شرکت‌ها از سیستم دولتی و باقی ماندن شرکت‌های برق منطقه‌ای به عنوان شرکت‌های انتقال به نظر می‌رسد لازم باشد فعالیت‌های مدیریت سمت مصرف، در هر یک از این شرکت‌ها با اهداف کلی تلفات، قابلیت اطمینان، مدیریت، کنترل و تامین بار در بازار برق و بهینه‌سازی و افزایش بازدهی سیستم‌های موجود اجرا شود. علاوه بر این اقدامات لازم است در هر منطقه دفاتر مدیریت مصرف وجود داشته باشد و فعالیت‌های آن را به طور متمرکز با اهداف زیر اجرا نمایند:

الف) هماهنگی اقدامات مدیریت مصرف بین شرکت‌های تولید، انتقال و توزیع

ب) ایجاد ارتباط با مشترکان محلی و ارائه آموزش‌های لازم و آگاه‌سازی عمومی و اطلاع‌رسانی به آحاد جامعه

ج) ایجاد هماهنگی، نظارت و تقویت شرکت‌های مشاور انرژی و ایجاد ارتباط بین صنایع محلی و شرکت‌ها

د) ارتباط با مشترکان صنعتی به منظور اجرای طرح تعطیلات و تعمیرات صنایع، ممیزی انرژی، استاندارد کردن لوازم برقی تولیدی، بهینه‌سازی خطوط تولید و تجهیزات و ...

ه) ارتباط با سایر سازمان‌های دولتی و غیر دولتی در زمینه اجرای سیاست‌های کلی مدیریت سمت مصرف (مثلاً ارتباط با شرکت‌ها، سازمان‌ها، و ارگان‌های دخیل در امر واردات لوازم برقی خارجی و کنترل استانداردهای مصرف این لوازم).

روشن است که اجرای کامل این اقدامات در هر یک از شرکت‌های توزیع، تولید و انتقال به تنهایی و یا در همه آنها میسر نبوده و نیاز به تشکیلاتی بسیار گسترده و قوی دارد.

به منظور اجرای این فعالیت‌ها در هر منطقه و نیز برای اجرا و نظارت بر سیاست‌های کلی مدیریت سمت مصرف در شرکت‌های تولید، انتقال و توزیع و نیز ارائه بازخور اقدامات انجام شده در مناطق مختلف به رده‌های بالاتر لازم است دفاتر مدیریت مصرف به صورت مستقل و زیر نظر شرکت توانیر تشکیل و نمودار سازمانی آنها و ارتباطات لازم سازمانی به گونه‌ای تعریف شود که بتواند مقاصد عالی مدیریت سمت مصرف را در کل کشور تضمین نماید. در صورتی که از نظر تشکیلاتی و سازمانی تشکیل دفاتر مدیریت سمت مصرف به صورت مستقل در مناطق مختلف و زیر نظر شرکت توانیر امکان‌پذیر نباشد، می‌توان این دفاتر را زیر نظر مدیر عامل شرکت‌های انتقال که دولتی هستند قرار داد. همچنین واحد مدیریت مصرف در شرکت توانیر باید در جایگاه مناسبی تعریف شود تا بتواند زیر نظر مدیر عامل با اختیارات و امکانات کافی سیاست‌ها و برنامه‌های بخش مدیریت سمت مصرف را تدوین، ابلاغ و نظارت نماید.

این بحث فارغ از ادغام و یا عدم ادغام شرکت سابا در مدیریت مصرف است و می‌توان در شرایط ادغام شده این ترکیب را مد نظر قرار داد و یا اینکه سابا به عنوان یک شرکت مشاور انرژی به همین شکل فعلی در مناطق حضور داشته و فعالیت کند. با اجرای این ترکیب است که می‌توان انتظار داشت تحولی در بحث مدیریت سمت مصرف و تغییر اساسی در الگوی مصرف مشترکان شاخه‌های مختلف رخ دهد و جلوی اتلاف انرژی و سرمایه‌های ملی گرفته شود تا بتوان در آینده‌ای نزدیک به وضعیت مطلوب از نظر شاخص‌های مصرف انرژی دست یافت.

مهمترین نکاتی که در انجام این مهم باید مورد توجه قرار گیرند در زیر فهرست شده است:

- مطالعه جامع پتانسیل‌های مدیریت سمت تقاضا در بخش‌های مختلف اولین گامی است که برای توفیق در کنترل پیک ضروری است. توجه به این نکته ضروری است که برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا در بخش‌های جغرافیایی و تعرفه‌ای با یکدیگر متفاوت هستند و نمی‌توان نسخه‌ای واحد برای تمام مناطق یا تعرفه‌ها پیچید. با توجه به تفاوت چشمگیر سبد مشترکان و مصرف، تنوع جغرافیایی و شرایط آب و هوایی کشور، تفاوت الگوی مصرف مشترکان و ...، ترسیم نقشه راهی برای مدیریت سمت تقاضا در کشور و تعیین رئوس کلی برنامه‌ها و تدوین برنامه‌های عملیاتی جزئی‌تر در شرکت‌های توزیع ضروری است.

- تغییر نگاه هزینه‌ای به سرمایه‌گذاری در بخش مدیریت مصرف باعث می‌شود که هزینه‌های مدیریت مصرف در مقایسه با هزینه‌های تولید برق مقایسه شود. بیشتر راهکارهای مدیریت مصرف-فناوری‌های جدید و پیشرفته- از تولید برق ارزان‌تر هستند. اما وقتی به کاهش مصرف به عنوان منبع تولید نگاه نشود و تخصیص منابع به آن را هزینه تلقی شود، نمی‌توان به توفیق سیاست‌های سمت تقاضا امید داشت.
- مدیریت انرژی در ساختمان‌ها و جلوگیری از هدر رفت انرژی در آنها، در ایران بیشتر معطوف به مصرف گاز برای گرمایش بوده است. با افزایش بار سرمایشی در سبد برق مصرفی و تاثیر فوق‌العاده آن بر پیک، مدیریت انرژی در ساختمان‌ها برای صنعت برق نیز اهمیت یافته است. راهکارهای این مهم برای کنترل مصرف در گاز و برق به طور یکسان مفید خواهد بود و توصیه می‌شود که اقدام‌های آن به طور مشترک دنبال شود. لازم به یادآوری است که مدیریت انرژی در ساختمان‌ها، محدود به مسدود کردن درز پنجره‌ها نیست و باید اجرای کامل مبحث ۱۹ ی اصلاح استانداردهای ملی در این حوزه، در دستور کار صنعت برق قرار گیرد.
- تمرکز بر روشنایی و سرمایش در اداره‌ها می‌تواند نتایج بسیار موثرتری نسبت به بسیاری از برنامه‌های حال حاضر شرکت‌های توزیع در پی داشته باشد. افراد به طور معمول نسبت به میزان مصرف و هزینه برق در دفتر کار حساس نیستند و همین امر باعث مصارف سرسام‌آور آنها می‌شود. در صورت تحقیق برنامه مورد اشاره، تنها با حذف مصارف غیر ضروری روشنایی و استفاده از لامپ‌های پربازده در اداره‌ها و اماکن تجاری می‌توان مصارف انرژی را کاهش داد.
- استفاده از تجهیزات پربازده در بخش خانگی پتانسیل بالایی برای کاهش مصرف دارد. در حال حاضر، میلیون‌ها کولر آبی و گازی، یخچال و فریزر، تلویزیون، کامپیوتر، جاروبرقی، لباسشویی و ... در خانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. تجربه دنیا نشان می‌دهد که درج برچسب انرژی بر روی این وسائل، ضمن ترغیب مردم برای خرید محصول با مصرف پایین‌تر، به افزایش راندمان تجهیزات تولیدی نیز کمک کرده است. تاکنون صنعت برق به جز لامپ کم مصرف - که نسبت به نمونه‌های مشابه در کشورهای دیگر در زمره تجربه‌های موفق محسوب می‌شود- بر محصول پربازده دیگری تمرکز نداشته است. توزیع لامپ‌های کم مصرف بر کنترل پیک شب موثر واقع شده است، اما به دلیل عدم توجه به سایر مصارف، شدت مصرف انرژی - شاخصی که بهره‌وری مصرف انرژی را نشان می‌دهد- در ایران بسیار بالاست و بیش از ۴ برابر متوسط جهانی است.

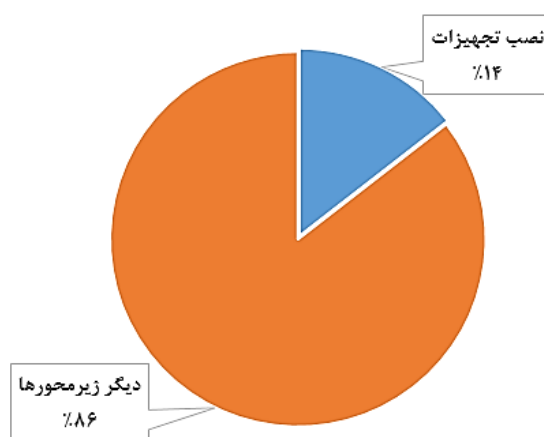
- اصلاح پمپ‌ها و سیستم آبیاری یکی از مهم‌ترین پتانسیل‌های کاهش مصرف است که تاثیر چشمگیری نیز در کاهش پیک دارد. حدود ۱۳ درصد مصارف شرکت‌های توزیع، کشاورزی است که به دلیل فصلی بودن آن هر یک درصد کاهش در مصرف آن، حداقل ۲ تا ۲/۵ برابر بر کاهش پیک موثر است. در حال حاضر، سالانه مبالغ قابل توجهی صرف طرح کشاورزی همیار و قطع بار آنها در ساعات‌های پیک می‌شود. چنین سیاستی دو مشکل اساسی دارد؛ اول اینکه هر سال باید توافق‌نامه‌های جدیدی منعقد کرد و کارها از ابتدا آغاز می‌شود، در حالی که استفاده از پمپ‌های پربازده و اصلاح سیستم آبیاری نتایج بلند مدتی در پی دارند. دوم، منحنی بار کشور در تابستان در بیش از ۱۲ ساعت از حدود ظهر تا نیمه شب در شرایط پیک قرار دارد و قطع بار را نمی‌توان مثل گذشته محدود به ۴ ساعت از شب دانست.
- کاهش مصارف صنعتی تاکنون با انجام ممیزی انرژی برخی مشترکان با دیماندا بالا انجام شده است. حدود یک سوم مصارف شرکت‌های توزیع در بخش صنعت است. مطالعات و ممیزی‌های صنایع در دنیا، نشان می‌دهد که موتورها، کوره‌های ذوب و فرایندهای شیمیایی سهم قابل توجهی از مصرف صنعتی دارند. مطالعات گسترده‌ای برای بهبود راندمان موتورها، ذوب در دمای پایین‌تر و اصلاح فرایندهای شیمیایی انجام گرفته است. شرکت‌های توزیع باید از این دستاوردها و فناوری‌های جدید مطلع باشند. سازوکاری مناسب برای ترویج آنها ایجاد نمایند.
- تقویت واحدهای مدیریت مصرف برای ایجاد تحول در رویکرد و برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا ضروری است. دفاتر مدیریت مصارف هم از نظر منابع انسانی و هم از نظر سازمانی، در شرکت‌های توزیع و توانیر توانمندی و جایگاه لازم را ندارند. بدیهی است که ارتقاء جایگاه واحدهای مدیریت مصرف با درک سرمایه‌ای بودن فعالیت‌های آنها آغاز می‌شود.
- بهبود برنامه‌های ترویجی و فرهنگی زیربنای توفیق بسیاری از برنامه‌هایی است که در بالا به آن اشاره شد. در حال حاضر، حجم بالایی از فعالیت‌های دفاتر مدیریت مصرف به فعالیت‌هایی اختصاص دارد که به واسطه تکرار و عدم جذابیت اثربخشی لازم را ندارد. ظاهر نامناسب بروشورها و اقلام تبلیغاتی، عدم استفاده از ظرفیت‌های اینترنت، کاراکترهای تکراری و ... نمی‌تواند نیازهای ترویجی مدیریت مصرف را برآورده سازد و باید در این حوزه تغییرهای اساسی رخ بدهد.
- توفیق برنامه‌های مدیریت مصرف بر سه اصل فعالیت‌های ترویجی، راهکارهای فنی و سیاست‌های تعرفه‌ای متکی است. خوشبختانه سرسخت‌ترین موانع -اصلاح قیمت برق و حرکت به سمت واقعی شدن آن- از پیش پا برداشته شده است.

۳-۶- زیرمحور نصب تجهیزات مانیتورینگ و حفاظتی

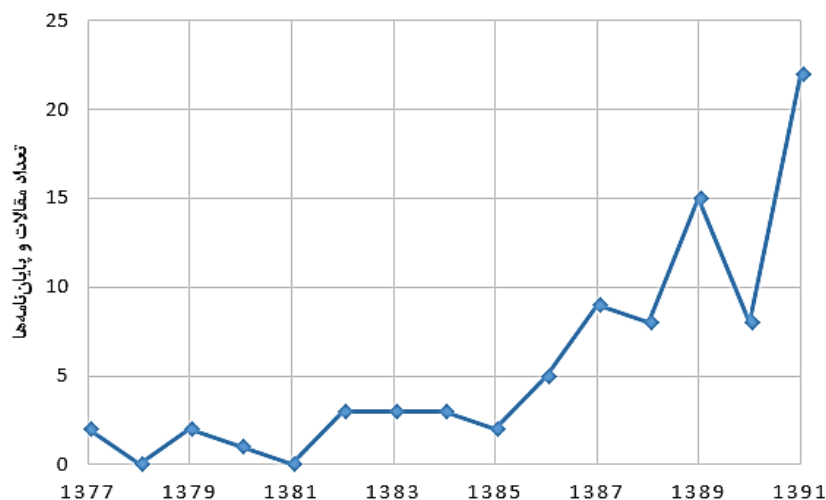
در این قسمت زیرمحور نصب تجهیزات مانیتورینگ و حفاظتی مورد بررسی قرار گرفته است. یکی از روش‌های افزایش قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت استفاده صحیح از تجهیزات مانیتورینگ و پایش وضعیت شبکه و تجهیزات مناسب حفاظتی به منظور جداسازی قسمت خطا دار از شبکه می‌باشد [۱۵]. بدین منظور در این قسمت استفاده از این تجهیزات و تاثیر آنها بر قابلیت اطمینان شبکه مورد مطالعه قرار گرفته است.

مکان‌یابی بهینه کلیدها، دژنکتورها، برق‌گیرها، سکسیونرها و نقاط مانور، نصب ریکلوزرها، نشانگرهای خطا، انواع تکنولوژی‌های مورد استفاده و لازم در این ادوات، هماهنگی رله‌های حفاظتی، شیوه‌های نوین حفاظت در شبکه‌های قدرت مانند حفاظت‌های تطبیقی و حفاظت مبتنی بر سیستم‌های چندعامله، حفاظت‌های پشتیبان، مباحث مربوط به رویت‌پذیری و کنترل‌پذیری شبکه، تهیه نرم‌افزارهای مورد نیاز در این حوزه، آشکارسازی خطاهای رخ داده در تجهیزات شبکه مانند ترانسفورماتورها و کابل‌ها و مسائل مرتبط با هماهنگی حفاظتی مورد نیاز بعد از ورود منابع تولید پراکنده از مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی موجود در این زیرمحور می‌باشد.

در شکل ۳-۲۵ درصد فعالیت‌های صورت گرفته در این زیرمحور نسبت به کل فعالیت‌های انجام شده در محور بهبود قابلیت اطمینان و همچنین در شکل ۳-۲۶ روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته نشان داده شده است.



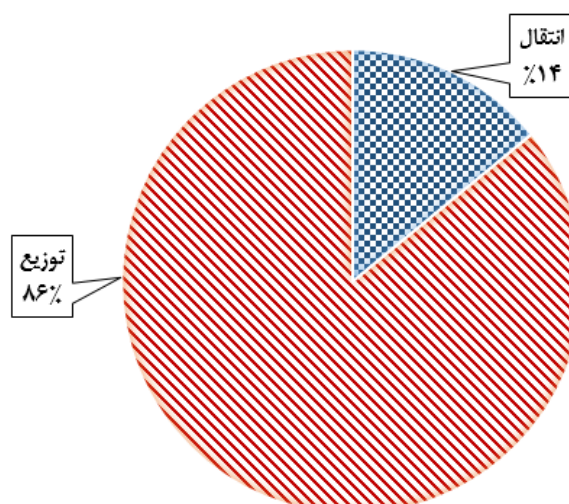
شکل ۳-۲۵: درصد فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور نصب تجهیزات مانیتورینگ و حفاظتی



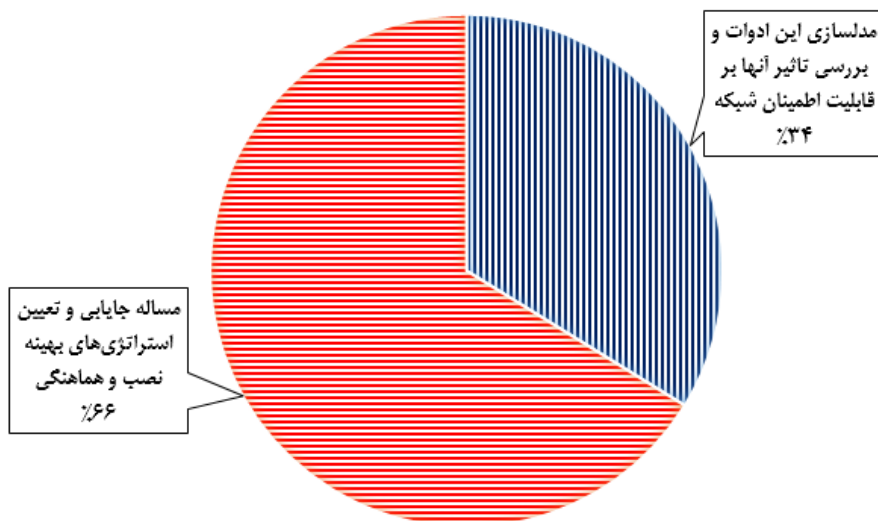
شکل ۳-۲۶: روند زمانی فعالیت‌های صورت گرفته در زیرمحور نصب تجهیزات مانیتورینگ و حفاظتی

همانطوری که در این نمودارها مشاهده می‌شود، این زیرمحور از نظر فعالیت‌های تحقیقاتی روند رو به رشدی داشته است و عمده تحقیقات در این زمینه در سال‌های اخیر انجام شده است.

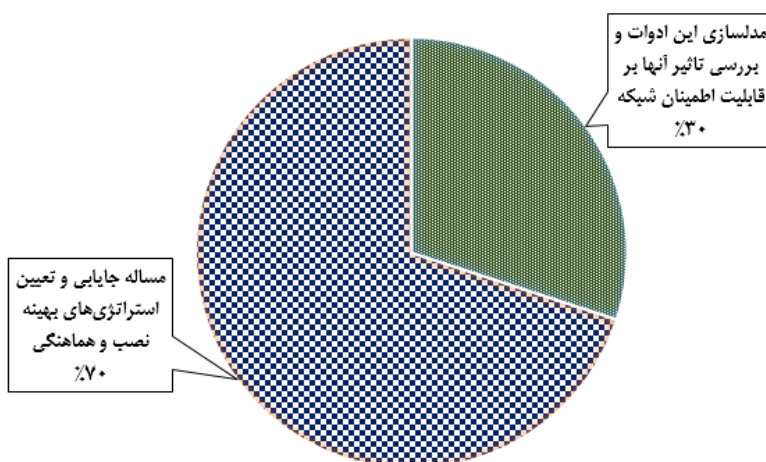
همچنین در شکل‌های ۳-۲۷ الی ۳-۳۰ درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور در زمینه‌های تحقیقاتی مربوطه به تفکیک حوزه‌های انتقال و توزیع نشان داده شده است. با توجه به اندک بودن فعالیت‌های مربوط به حوزه شبکه‌های تولید، تنها حوزه‌های انتقال و توزیع مورد توجه قرار گرفته است.



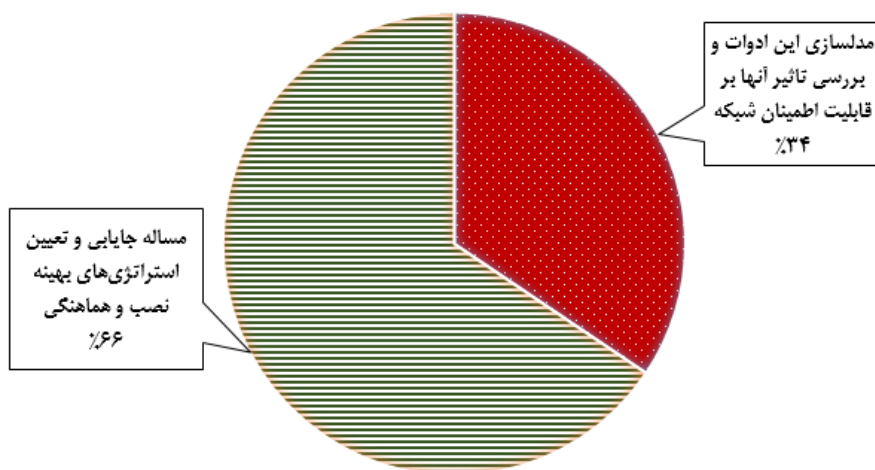
شکل ۳-۲۷: درصد فعالیت‌های انجام شده در سطوح انتقال و توزیع



شکل ۳-۲۸: درصد کل پایان نامه‌ها و مقالات در هر زمینه تحقیقاتی



شکل ۳-۲۹: درصد پایان نامه‌ها و مقالات در سطح انتقال در هر زمینه تحقیقاتی

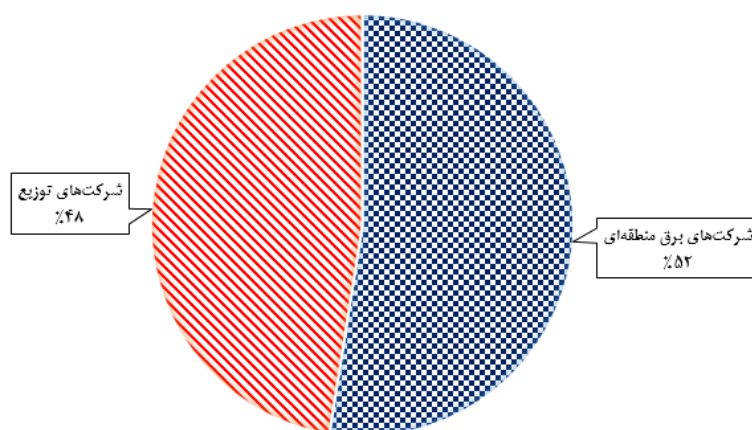


شکل ۳-۳۰: درصد پایان نامه‌ها و مقالات موجود در سطح توزیع در هر زمینه تحقیقاتی

همان طوری که در شکل ۳-۲۷ مشاهده می‌شود، عمده فعالیت‌های انجام شده در حوزه شبکه‌های توزیع بوده است. با توجه به گستردگی شبکه‌های توزیع و نزدیکی به مصرف‌کننده و از آنجا که حجم عظیمی از خرابی‌ها در این سطح رخ می‌دهند، این حجم از فعالیت در سطح شبکه توزیع توجیه‌پذیر است.

مطابق شکل ۳-۲۸ تا ۳-۳۰ در این زیرمحور، عمده فعالیت‌های تحقیقاتی در زمینه مساله جایابی و تعیین استراتژی بهینه نصب و هماهنگی ادوات حفاظتی و مانیتورینگ بوده است و زمینه تحقیقاتی اول، مدلسازی این ادوات و بررسی تاثیر آنها بر قابلیت اطمینان، کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

در شکل ۳-۳۱ درصد فعالیت‌های انجام شده در این زیرمحور در قالب پروژه‌های تحقیقاتی در شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نشان داده شده است. تعداد پروژه‌های انجام شده در این زیرمحور در شرکت‌های برق منطقه‌ای و توزیع قابل قبول بوده و دارای حجم مناسبی می‌باشد.



شکل ۳-۳۱: درصد پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع

در چند سال اخیر شرکت‌های توزیع مبادرت به خرید و نصب تجهیزات و فناوری‌های نوین از جمله آشکارسازهای خطا، اتوریکلوزها و ... نموده‌اند. مهمترین نکته در این قسمت انطباق مشخصات فنی این تجهیزات با آخرین پروتکل‌های اتوماسیون و اسکادا به عنوان شرط لازم می‌باشد. در واقع اضافه نمودن این تجهیزات یکی از پیش‌نیازهای تحقق سیستم‌های اتوماسیون در کشور می‌باشد. خوشبختانه در کشور ما فعالیت‌های مناسبی در این زمینه انجام شده است. یکی از مهمترین دستاوردهای موجود در این حوزه تولید نرم‌افزار جایابی و هماهنگی ادوات حفاظتی در شبکه‌های توزیع برق می‌باشد. هدف از انجام این طرح تحقیقاتی ارائه راه حلی برای مشکلات قطعی در شبکه توزیع و جایابی بهینه تجهیزات حفاظتی شامل فیوز، رله، اتوریکلوزر و سکشنالایزر و هماهنگی لازم بوده است [۲۲].

این طرح پژوهشی در سه مرحله اساسی طراحی نرم‌افزار جایابی تجهیزات حفاظتی، طراحی نرم‌افزار هماهنگی تجهیزات حفاظتی و در نهایت گرافیکی نمودن برنامه‌ها و ارتباط آن با نرم‌افزار GIS انجام گرفته است. صحت، کارایی و قابلیت نرم‌افزار طراحی شده با استفاده از نتایج حاصله از اجرا در شبکه واقعی در شرکت توزیع نیروی برق تبریز ثابت و با موفقیت در سال ۱۳۹۱ به اتمام رسیده است.

همچنین مدیریت حفاظت شبکه‌های توزیع و رلیاژ سیستم از مهمترین مسائل مطرح در شرکت‌های توزیع می‌باشد که متأسفانه علیرغم استفاده از تجهیزات مختلف حفاظتی و ورود منابع تولید پراکنده به دست فراموشی سپرده شده و نیاز به تهیه و تدوین دستورالعمل‌های جامع در راه‌اندازی و نگهداری سیستم‌های حفاظتی توزیع دارد تا نسبت به اجرای هماهنگی و تنظیم مناسب با بالادست و پایین‌دست اقدام نمود. در این راستا علاوه بر بررسی فنی و نحوه اجرای تنظیمات نیاز است به بررسی جامع مدیریتی سیستم‌های حفاظتی و رفع مشکلات مدیریتی موجود پرداخته شود. هماهنگی بین پست‌های فوق توزیع و منابع تولید پراکنده، اتوریکلوزرها و سایر تجهیزات حفاظتی و تنظیم بهینه سیستم حفاظتی و رعایت زون‌بندی‌های ناحیه عملکرد هر کدام از تجهیزات سبب کاهش خاموشی‌های حفاظتی ناخواسته خواهد شد که اجرای مطلوب این امر مستلزم اجرای مدیریت حفاظت قوی و پاسخ‌گو بوده و به مراتب پایداری و قابلیت اطمینان سیستم را ارتقا خواهد بخشید.

بنابراین بررسی هماهنگی حفاظتی هر تجهیز جدید پس از اتصال منبع تولید پراکنده بسیار مهم بوده و نیاز به تدوین راهکارها و روش‌های موثق دارد. تدوین سناریوی جامع مانور با لحاظ نمودن دستورالعمل ثابت بهره‌برداری شبکه‌های توزیع جهت تفکیک وظایف و نحوه انجام کار با شبکه توزیع به دلیل اینکه تجربه استفاده و بهره‌برداری از سیستم‌های منابع تولید پراکنده در شرکت‌های توزیع موجود نیست و یا بسیار اندک است، حائز اهمیت است. در ادامه پیشنهادات زیر برای رفع این مساله ارائه شده است:

- سناریوی مانور به صورت مدون تهیه و در اختیار کلیه پرسنل قرار گیرد.
- نحوه عملکرد و نگهداری تابلوهای منصوبه در پست جمع‌بندی و در دیسپاچینگ نگهداری گردد.
- آموزش لازم به پرسنل جهت ایجاد آگاهی اولیه در سیمبانان شبکه که ارتباط مستقیم با منبع تولید پراکنده خواهند داشت، داده شود.
- رله‌های منصوبه و خطاهای پیش آمده احتمالی جهت بهینه‌سازی و عملی نمودن ستینگ منصوبه به صورت دوره‌ای تحت کنترل و بررسی قرار گیرند.

۷-۳- زیرمجموعه آموزش

در این قسمت زیرمجموعه آموزش مورد بررسی قرار گرفته است. آموزش نخستین گام در ایجاد فرهنگ و کاربرد یک دانش و ابزار است [۴۸]. برگزاری دوره‌های مختلف آموزشی، سمینارها، کنفرانس‌ها و ارائه جایگاه مطالعات قابلیت اطمینان و مفاهیم آن، آموزش پرسنل در برخورد با خاموشی‌ها و غیره از مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی موجود در این زیرمجموعه می‌باشد.

در سال‌های اخیر با توجه به گسترده‌تر شدن مطالعات قابلیت اطمینان در کشور و فراگیر شدن آن، این حوزه نیز دارای روند رو به رشدی بوده است. با توجه به اهمیت و نقش پرسنل در بهبود قابلیت اطمینان شبکه قدرت و بازیابی انرژی الکتریکی، و سهم پایین مقالات ارائه شده در این حوزه، تحقیقات و فعالیت‌های بیشتری در حوزه آموزش پرسنل جهت بهبود قابلیت اطمینان شبکه قدرت پیشنهاد می‌گردد.

همچنین با توجه به اهمیت کنترل خاموشی‌ها، هر روزه شاهد گسترش تجهیزات جدید در این زمینه در شبکه‌های توزیع هستیم. آشنایی با این تجهیزات، تهیه آنها و ارائه آموزش لازم برای استفاده از این تجهیزات می‌تواند باعث افزایش قابلیت اطمینان گردد.

در حال حاضر اکثر شرکت‌های توزیع هر ساله قسمتی از بودجه خود را صرف آموزش پرسنل و آشنایی کارشناسان خود با مفاهیم علمی قابلیت اطمینان به منظور سیاست‌گذاری بهتر در فعالیت‌های مهندسی و بهره‌برداری در جهت بهبود پایایی شبکه خود می‌نمایند. از مهمترین دستاوردهای موجود در این حوزه می‌توان به تشکیل گروه آموزش و برنامه‌ریزی نیروی انسانی به عنوان یکی از واحدهای زیرمجموعه دفتر منابع انسانی در تعدادی از شرکت‌های توزیع اشاره کرد. این گروه در راستای آرمان و مأموریت شرکت و با هدف ارتقاء، رشد توانمندی، مهارت پرسنل و ایجاد شرایط احراز مشاغل کارشناسی و تخصصی از طریق برنامه‌ریزی جامع آموزشی برابر استانداردهای وزارت نیرو و شرکت توانیر و نیازسنجی از کلیه واحدهای تابعه شرکت با توجه به اهداف بلند مدت و استراتژی‌های تعیین شده آموزشی فعالیت می‌نماید. برنامه استراتژیک آموزش در این شرکت‌ها در مراحل ابتدایی و در حال تدوین بوده که پس از طی مراحل تایید و تصویب توسط کمیته آموزش شرکت، به عنوان خط مشی و استراتژی نهایی آموزشی برای کلیه پرسنل قابل اجرا و پیگیری خواهد بود.

یکی دیگر از سازمان‌های فعال در این حوزه در داخل کشور پژوهشگاه نیرو می‌باشد که هر ساله با برگزاری دوره‌های آموزشی در حوزه پایایی یکی از پیشگامان امر آموزش در این حوزه می‌باشد. پژوهشگاه نیرو هر ساله براساس نتایج یافته‌های پروژه‌های انجام شده و یا در دست اقدام پژوهشگران خود در زمینه‌های مختلف نسبت به طراحی و برگزاری دوره‌های جدید اقدام می‌نماید. جدول ۳-۱ دوره‌های آموزشی برگزار شده و دوره‌های آموزشی برنامه‌ریزی شده که مربوط به زیر محور آموزش پرسنل در محور بهبود قابلیت اطمینان می‌باشد را نشان می‌دهد [۳۲].

جدول ۳-۱: دوره‌های آموزشی برگزار شده و دوره‌های آموزشی برنامه‌ریزی شده مرتبط با قابلیت اطمینان

نوع	سال	عنوان	
دوره تخصصی	۱۳۸۵	مطالعه قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع با استفاده از بانک اطلاعاتی حوادث شبکه	۱
کارگاه	۱۳۸۰	ارزیابی قابلیت اعتماد شبکه‌های توزیع	۲
کارگاه	۱۳۹۰	بررسی کفایت و تبادل توان شبکه انتقال شرکت برق منطقه ای سمنان	۳
دوره آموزشی	۱۳۹۳	استفاده از نرم‌افزار سبا در مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع (دو نوبت)	۴
دوره آموزشی	۱۳۹۳	معرفی روشهای مختلف برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری قابلیت اطمینان محور (RCM) در شبکه‌های انتقال و توزیع (دو نوبت)	۵
دوره آموزشی	۱۳۹۳	استفاده از نرم‌افزار سبا در مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق توزیع	۶
دوره آموزشی	۱۳۹۳	آشنایی با تئوری قابلیت اطمینان سازه و کاربرد آن در طراحی سازه های خطوط انتقال نیرو (مقدماتی)	۷
دوره آموزشی	۱۳۹۳	نگهداری و تعمیر تجهیزات شبکه‌های انتقال و توزیع نیرو	۸
دوره آموزشی	۱۳۹۳	آشنایی با تئوری قابلیت اطمینان سازه و کاربرد آن در طراحی سازه های خطوط انتقال نیرو (پیشرفته)	۹

از مهمترین اهداف دفتر آموزش این سازمان موارد زیر را می‌توان نام برد [۳۲]:

- نشر دانش فنی حاصل از پروژه‌ها به صنعت آب و برق
- نیازسنجی آموزش پرسنل پژوهشگاه و تعریف، برنامه‌ریزی و برگزاری دوره‌های مورد نیاز
- ایجاد فضای مناسب جهت ارتباط با شرکت‌ها و شناخت مشکلات صنعت برق و تلاش در جهت رفع آن

- توسعه همکاری فیما بین پژوهشگاه و صنعت آب و برق کشور
- نیازسنجی آموزشی شرکت‌ها و رفع آن از طریق سمینارها و دوره‌های تخصصی داخلی و خارجی
- تدوین، برنامه‌ریزی و برگزاری دوره‌های آموزشی کوتاه‌مدت تخصصی برای شرکت‌ها
- تدوین، برنامه‌ریزی و برگزاری سمینارها و کنفرانس‌های تخصصی برای شرکت‌ها
- برنامه‌ریزی و اجرای دوره‌های تخصصی بین‌المللی
- برنامه‌ریزی و اجرای دوره‌های تخصصی در خارج از پژوهشگاه بر حسب نیاز شرکت درخواست کننده

۸-۳- زیرمجموعه برنامه‌های اضطراری

ارزیابی و بهبود عملکرد شبکه قدرت در برابر زمین‌لرزه، وقوع طوفان و شرایط آب و هوایی سخت یکی از اولویت‌های مهم تحقیقاتی سازمان‌های فعال در حوزه قابلیت اطمینان و امنیت شبکه می‌باشد. هدف از تحقیقات ارائه شده در این حوزه، کاهش ریسک‌های ناشی از وقوع زمین‌لرزه و طوفان برای شبکه قدرت است. در واقع هدف از این تحقیقات تهیه اطلاعات، مدل‌ها و روش‌هایی است که برای کاهش آسیب‌پذیری در برابر حوادث غیر معمول، بهبود قابلیت اطمینان و ایمنی شبکه‌های توزیع و انتقال مورد نیاز است [۱۳-۱۴]. همچنین سیاست‌مداران، نهادهای قانون‌گذار و عموم جامعه می‌توانند از نتایج این تحقیقات به طور مناسبی در کاهش خطرات ناشی از آنها و واکنش بهتر در برابر اثرات آن استفاده نمایند.

در مطالعات انجام شده در این حوزه به بررسی اقدامات مورد نیاز مانند آمادگی، بهبود و نحوه بازیابی در مواجهه با طوفان‌های سهمگین و شرایط آب و هوایی شبکه پرداخته می‌شود. بررسی چالش‌های پیش روی مالکان و بهره‌برداران شبکه قدرت در مواجهه با چنین حوادثی و مسائل اقتصادی مرتبط با خرابی و قطعی‌های ایجاد شده از دیگر اهداف این زیرمجموعه می‌باشد.

یکی از مهم‌ترین مسائل زیست محیطی تاثیرگذار بر قابلیت اطمینان شبکه تغییر شرایط اقلیمی می‌باشد. افزایش درجه‌ی حرارت، ذوب شدن یخ‌های قطبی، بالا آمدن سطح آب‌های آزاد و بی‌نظمی در پدیده‌های آب و هوایی از مهم‌ترین پیامدهای تغییر اقلیم محسوب می‌شوند. کارشناسان حوزه‌ی اقلیم‌شناسی معتقدند، ایران نیز به همراه دیگر کشورهای جهان دچار تغییر اقلیم شده است و در زمان حاضر نیز نشانه‌هایی از دگرگونی اقلیمی در ایران قابل مشاهده است [۳۶-۳۸].

تغییرات اقلیمی فرایندی است که در طول زمان و در خلال تغییرات آب و هوایی صورت می‌پذیرد و این تغییرات برای زمان‌های مختلف قابل اندازه‌گیری است. اثرات ناشی از تغییرات اقلیمی محسوس هستند. این اثرات در بعضی از موارد قابل اندازه‌گیری و همچنین برنامه‌ریزی می‌باشد [۳۶-۳۸].

در کشورهای مختلف تغییرات شرایط جوی و اقلیمی می‌تواند روی شبکه تأثیرات متفاوتی بگذارد. چالش پیش‌روی، شناسایی اثرات این تغییرات جوی بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت می‌باشد. لازم است که طرح‌هایی برای کاهش اثرات و یا سازگاری با آن‌ها توسعه داده شود. این فرایند می‌تواند برای شرکت‌هایی که نواحی بزرگی را زیر پوشش خود دارند، پیچیده‌تر باشد. در ایران ناهنجاری‌های اقلیمی مانند طوفان‌ها، خشک‌سالی‌های بلند مدت و روند دار بودن تغییرات دما و بارش نشان‌دهنده‌ی عمق اثرات تغییر اقلیم است و به مفهوم واقعی می‌توان نشانه‌هایی از این پدیده را در کشور مشاهده کرد. منابع مختلف از رشد روزافزون بیابان‌ها، تغییر الگوی بارش کشور، از بین رفتن یا کاسته شدن قابل ملاحظه ذخایر برفی مناطق کوهستانی و یخچالی، افزایش دما و روند کاهشی مقدار بارش خبر می‌دهند این عوامل روشن و معنادار ضمن وقوع همزمان، همگی با حرکت در جهت منفی نشان از وقوع پدیده‌ی تغییر اقلیم دارند.

چالش‌های مربوط به تغییرات اقلیمی از نظر زمانی به دو دسته تقسیم می‌شوند. اثرات کوتاه مدت که مطرح کننده‌ی چالش‌هایی در حوزه‌ی بهره‌برداری و اثرات ناشی از تغییرات اقلیمی بلند مدت که چالش‌هایی را در حوزه‌ی برنامه‌ریزی ارائه می‌دهند. پاسخ به این چالش‌ها در قالب سیاست‌ها و قوانین جدید خود می‌تواند مطرح کننده‌ی چالش‌های جدید باشد [۳۶-۳۸]. برای مثال آثار مربوط به شرایط جوی بد می‌تواند متمرکز و یا پخش شده در طول زمان باشد. به‌طور مثال، طوفان‌ها می‌توانند زیرساخت‌های فیزیکی را تخریب و یا شرایطی را به وجود بیاورند، که نتوان توان را به مشترکین بازگرداند. همچنین افزایش تعداد رعد و برق ممکن است موجب قطع لحظه‌ای سیستم انتقال شود. در سال ۲۰۱۳ در ایالات متحده بیشترین دلیل قطعی‌های سیستم‌های انتقال، رعد و برق بود. آثار ثانویه‌ی شرایط بد آب و هوایی مانند قطع درختان و آتش‌سوزی‌های گسترده نیز خود چالشی برای پایایی شبکه محسوب می‌شود.

در جدول زیر نمونه‌ای از فعالیت‌ها و پروژه‌های انجام شده در این حوزه در شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع آورده است.

جدول ۳-۱: پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای و توزیع در زمینه برنامه‌های اضطراری

بررسی آسیب پذیری شبکه برق شرکت برق منطقه ای زنجان در مقابل حوادث طبیعی	برق منطقه ای زنجان
ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای پست‌های غایتی و البرز	برق منطقه ای زنجان
طالعه و تهیه و تدوین مستمر طرح‌های اضطراری شبکه و پیگیری جهت به نتیجه رسیدن آن‌ها	برق منطقه‌ای فارس
بررسی وضعیت تجهیزات و تاسیسات شبکه انتقال و فوق توزیع استان و میزان آسیب پذیری و شناسایی نقاط ریسک پذیر شبکه با رویکرد پدافند غیرعامل و ارائه سناریوها یا طرح‌های لازم جهت مقابله با آن	برق منطقه‌ای سمنان
ارزیابی یک مکان خاص (نیروگاه، پست و خط) و یا یک تجهیز خاص (آسیب‌پذیر در برابر زلزله) از لحاظ آسیب‌پذیری و مقاوم‌سازی در برابر زلزله با امکان ساخت میراگر	برق منطقه‌ای سیستان و بلوچستان
شناخت ابعاد مدیریت بحران در بخش توزیع و مطالعه و بررسی روش‌های نوین مدیریت بحران با توجه به فعالیت‌های کشورهای توسعه یافته با رویکرد کاهش	شرکت توزیع برق سمنان
اثرات بلایای طبیعی بر تاسیسات، ماشین آلات و نیروی انسانی	شرکت توزیع برق سمنان
شناخت ابعاد مدیریت بحران در بخش توزیع و مطالعه و بررسی روش‌های نوین مدیریت بحران	شرکت توزیع برق گلستان
پهنه بندی مخاطرات زلزله و سیل در ارتباط با ساختمان‌ها و سازه‌های مربوط به تجهیزات شبکه توزیع نیروی برق تبریز	شرکت توزیع برق تبریز

با توجه به قرارگیری بسیاری از مناطق ایران بر روی گسل‌های زلزله، احتمال وقوع سیل در شهرهای شمالی ایران، احتمال وقوع یخبندان و کولاک‌های شدید در مناطق کوهستانی شمال غرب و غرب کشور، وقوع طوفان‌های شن و گرد و خاک در مناطق مرزی ایران و استان‌های جنوبی، همچنین وقوع خشکسالی و کمبود شدید منابع آبی در کشور، توجه بیشتر به این حوزه از ضرورت‌های تحقیقات آتی بشمار می‌آید.

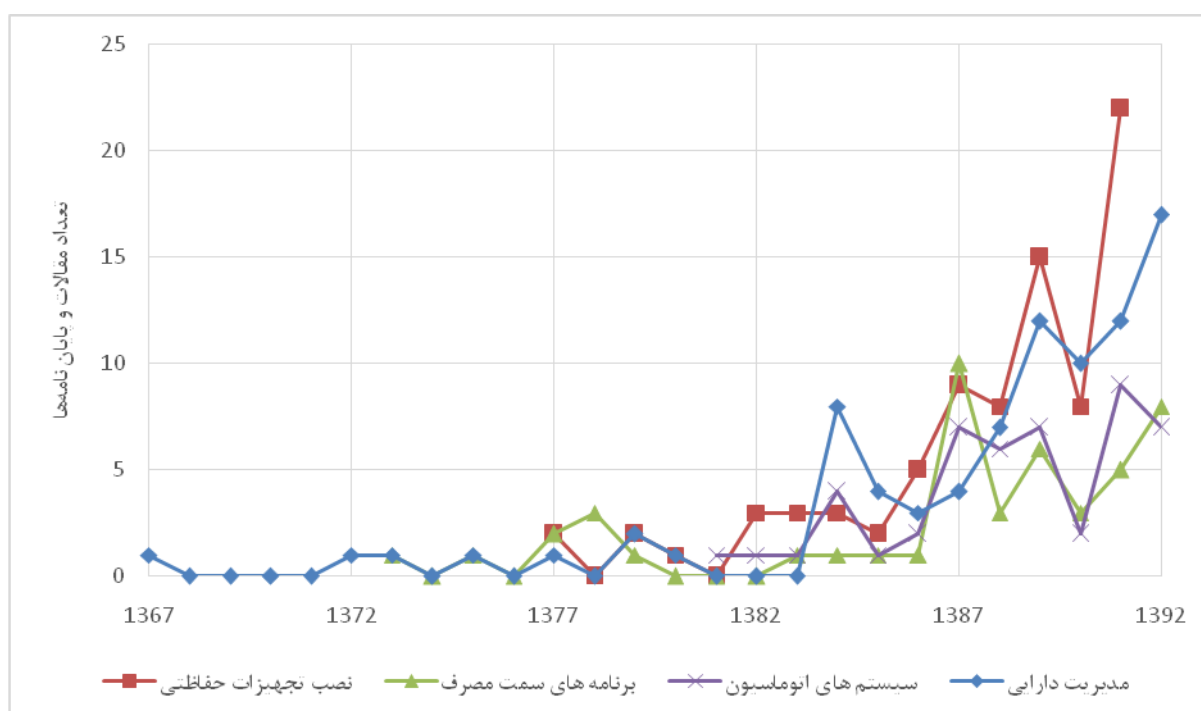
بر این اساس تقویت فضای همکاری بین فعالان دولتی و غیر دولتی در راستای مدیریت بحران، مباحث مربوط به پدافند غیر عامل، فرهنگ سازی برای برخورد صحیح و آموزش آمادگی در برابر مخاطرات طبیعی می‌تواند به عنوان پیشنهادی موجود در این زمینه مطرح شود.

۳-۹- نتیجه‌گیری

در این فصل محور بهبود قابلیت اطمینان در حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی مورد توجه قرار گرفت. بدین منظور ابتدا به بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در کشورهای دیگر در این زمینه پرداخته شد و در ادامه فعالیت‌ها، پروژه‌ها، مقالات و

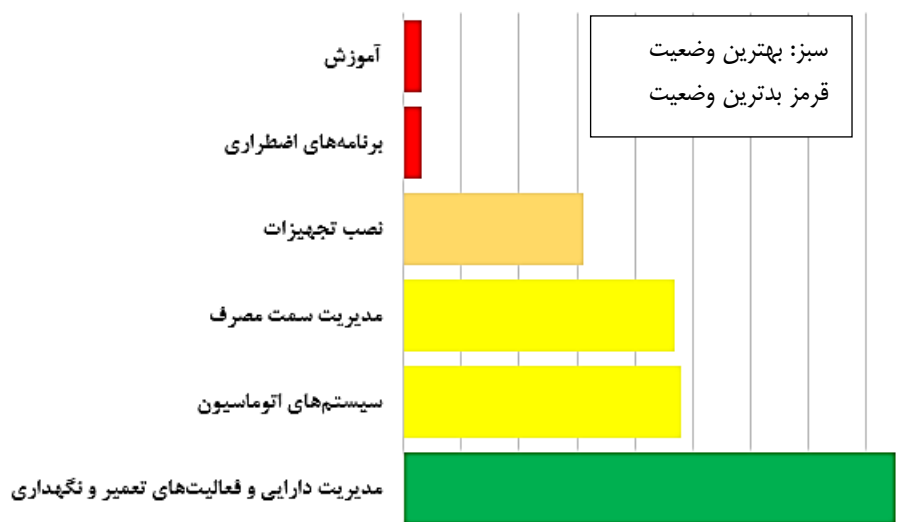
پایان‌نامه‌های انجام شده در این زمینه در داخل کشور مورد نقد و بررسی قرار گرفت و وضعیت ایران در این حوزه مشخص خواهد شد.

در شکل ۳-۳۲ روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور بهبود قابلیت اطمینان نشان داده شده است. همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، مطالعات انجام شده در حوزه بهبود قابلیت اطمینان از سال‌های ۱۳۶۷ در زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری آغاز شده و در اوایل سال‌های ۱۳۹۰ به اوج خود رسیده است. در این میان، انجام فعالیت‌های بیشتر در حوزه آموزش، برنامه‌های اضطراری، برنامه‌های سمت مصرف و سیستم‌های اتوماسیون با توجه به حجم نسبتاً اندک فعالیت‌های انجام شده در آنها و تاثیر فراوان این موضوعات بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت، مهمترین زمینه‌های تحقیقاتی و اجرایی فعالیت‌های آتی به شمار می‌رود.



شکل ۳-۳۲: روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور بهبود قابلیت اطمینان

همچنین وضعیت کشور در هر یک از زیرمحورهای مربوطه به صورت گرافیکی در شکل ۳-۳۳ نشان داده شده است.



شکل ۳-۳۳: وضعیت قابلیت اطمینان کشور در هر یک از زیرمجموعه‌های بهبود قابلیت اطمینان

همانطوری که مشاهده می‌شود، زیرمجموعه مدیریت دارایی و فعالیتهای تعمیر و نگهداری دارای وضعیت مناسب می‌باشند. زیرمجموعه‌های مدیریت سمت مصرف و سیستم‌های اتوماسیون نیز در وضعیت هشدار می‌باشند. همچنین زیرمجموعه آموزش و برنامه‌های اضطراری نیز در وضعیت قرمز می‌باشند. این تقسیم‌بندی بر اساس تعداد مقالات و پایان‌نامه‌های انجام شده در هر زیرمجموعه می‌باشد. در واقع وضعیت هر یک از زیرمجموعه‌ها از نظر تحقیقاتی مشخص شده است. از دیدگاه فعالیتهای اجرایی و عملیاتی اکثر زیرمجموعه‌های بالا در وضعیت مناسبی به سر نمی‌برند و نیازمند توجه بیشتر به حوزه عملیاتی و اجرایی می‌باشد.

فصل چهارم: تحلیل شکاف در محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان

مقدمه

در این فصل محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان در حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی مورد توجه قرار گرفته است. بدین منظور ابتدا به بررسی فعالیت‌هایی که نشان‌دهنده وضع مطلوب در این زمینه می‌باشند، پرداخته شده و در ادامه فعالیت‌ها، پروژه‌ها، مقالات و پایان‌نامه‌های انجام شده در این زمینه در داخل کشور مورد نقد و بررسی قرار خواهد گرفت. با بررسی دقیق‌تر این موضوع و تفکیک فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در فصل اول و دسته‌بندی آنها، نقاط ضعف و قوت مطالعات انجام شده در زمینه مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان مشخص شده و می‌توان به رفع کاستی‌ها و نواقص اقدام نمود. نیازمندی‌ها و زیرساخت‌های لازم جهت ارتقاء سطح پایایی در هر یک از زیرمحورها، فواید و مزایای قابل دستیابی در صورت رفع نقاط ضعف و نقش سازمان‌ها و نهادهای مسئول در این زمینه نیز بررسی خواهد شد.

۱-۴- بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در محور مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت

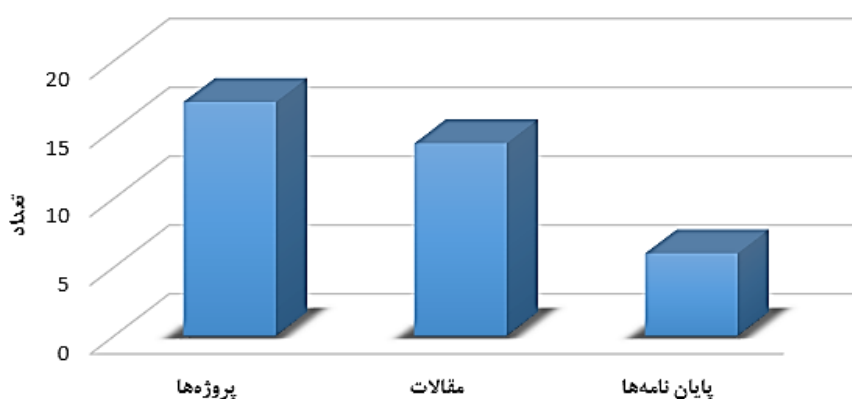
اطمینان

بررسی استانداردهای مختلف موجود در حوزه قابلیت اطمینان شبکه قدرت و معرفی روش‌های مختلف تنظیم پایایی از مهمترین اهداف این محور می‌باشد. بر اساس مطالعات انجام شده، مهمترین فعالیت‌ها در زمینه مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

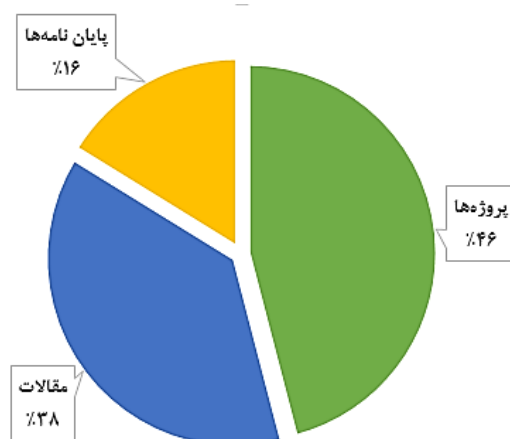
- هماهنگی قابلیت اطمینان و تعیین مدل‌های عملکردی
- وضع قوانین و تدوین استانداردهای مرتبط

- نظارت بر رعایت استانداردهای وضع شده
- بررسی مسائل زیست‌محیطی، تاثیر آن بر قابلیت اطمینان شبکه و چالش‌های موجود در این حوزه
- مدیریت و تنظیم قابلیت اطمینان
- آنالیز و بررسی عملکرد سازمان‌های فعال

در این قسمت فعالیت‌های انجام شده در ایران شامل تمامی مقالات، پایان‌نامه‌ها، پروژه‌های تحقیقاتی و اجرایی در قالب محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان دسته‌بندی شده و مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. در شکل ۱-۴ (الف) و (ب) حجم مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در مراکز تحقیقاتی و اجرایی فعال در حوزه صنعت برق ایران در این محور نشان داده شده است.



(الف)



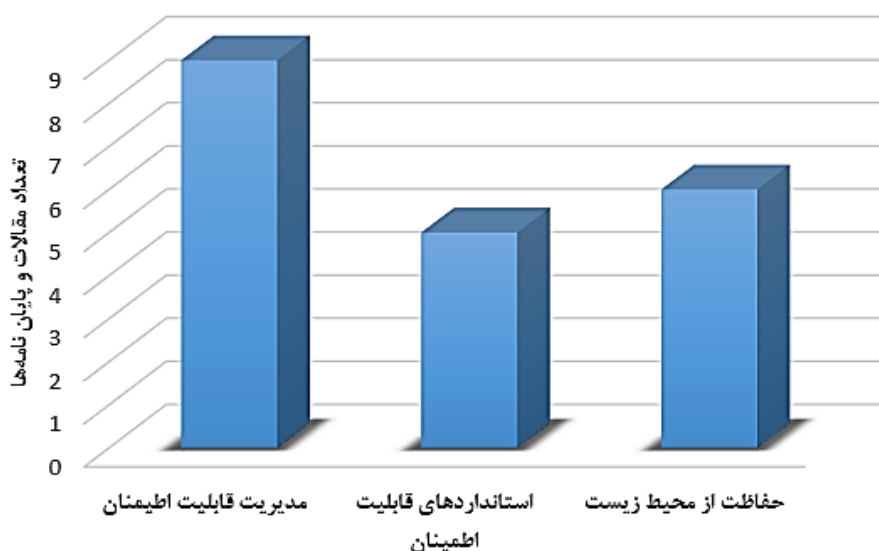
(ب)

شکل ۱-۴: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌ها در زمینه مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان

همانطوری که در شکل بالا مشاهده می‌شود، در این زمینه فعالیت‌های تحقیقاتی نسبتاً اندکی صورت گرفته است و با توجه به کاربردی بودن بحث سایست‌گذاری و مدیریت قابلیت اطمینان، تحقیقات و مقالات چندانی در این زمینه وجود ندارد. حجم تحقیقات انجام شده در محورهای ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان به مراتب بیشتر از این محور بوده است و با توجه به اهمیت و جایگاه مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان، این محور نیازمند توجه بیشتری است.

۲-۴- زیرمحورهای مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان

شکل ۲-۴ تعداد مقالات چاپ شده و پایان نامه‌ها در زیر محورهای محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان را به نمایش می‌گذارد. با توجه به این شکل، تعداد مقالات در هر سه زیر محور کم و تقریباً به یک اندازه می‌باشد. دو زیرمحور مدیریت قابلیت اطمینان و حفاظت از محیط زیست از موضوعات روز قابلیت اطمینان می‌باشند و تحقیق در این زمینه‌ها دارای روند افزایشی می‌باشد. همچنین زیر محور استانداردهای قابلیت اطمینان یک موضوع تحقیقاتی نیست و فرایندی است که بیشتر با تجربه و درس‌های گرفته شده از گذشته کامل می‌گردد تا با تحقیقات دانشگاهی.



شکل ۲-۴: حجم مقالات و پایان نامه‌های ارائه شده در زمینه مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان شبکه قدرت

می‌توان فعالیت‌های انجام شده در زمینه مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی را در قالب زیرمحورهای معرفی شده در فصل اول تفکیک نموده و جایگاه ایران در هر یک از این حوزه‌ها را بررسی نمود. بدین منظور در ادامه فعالیت‌های انجام شده در هر زیرمحور به تفکیک مورد مطالعه قرار گرفته است.

۳-۴- زیرمحور مدیریت و تنظیم قابلیت اطمینان

منظور از تنظیم^۱ فرآیندی که طی آن سازمانی به نظارت و تدوین قوانین برای شرکت‌های تحت نظارت خود می‌پردازد. تنظیم می‌تواند در رفتار محدودیت ایجاد کند، تشویق‌های خوب یا بد در نظر گیرد و راه مداخلات سیاسی را تشخیص و کاهش می‌دهد. قابلیت اطمینان برق تحویلی در سیستم‌های یکپارچه عمودی توسط یک سازمان و به صورت متمرکز مدیریت می‌شد [۴۹]. با تجدید ساختار سیستم‌های قدرت و مستقل شدن فعالیت‌های تولید، انتقال و توزیع و خرده فروشی برق از هم، شرایط بهره‌برداری از این سیستم‌ها و مکانیزم مدیریت قابلیت اطمینان دچار تغییرات اساسی شد. در ساختارهای جدید سطح مطلوب قابلیت اطمینان در حوزه‌های تولید و خرده فروشی با توجه به رقابتی شدن این فعالیت‌ها با استفاده از اهرم‌های بازار رقابتی و در حوزه انتقال با ایجاد اپراتور مستقل سیستم مدیریت می‌شود [۵۱-۵۰].

از مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی موجود در این زیرمحور می‌توان مواردی مانند تعیین مدل‌های عملکردی، ارائه روش‌های تنظیم قابلیت اطمینان شامل روش‌های مبتنی بر هزینه (هزینه خدمات و نرخ بازگشت سرمایه)، انگیزه‌ای و یا تشویقی و یا مبتنی بر عملکرد (سقف درآمد، سقف قیمت، تعدیل جزئی هزینه و تعدیل جزئی نرخ بازگشت)، نحوه پیاده‌سازی و زیرساخت‌های لازم برای اجرای هر یک از روش‌های مذکور، بررسی تاثیر آنها بر عملکرد شرکت‌های برق و قابلیت اطمینان شبکه، روش‌های کاهش ریسک مانند مباحث مرتبط با بیمه قابلیت اطمینان، شناسایی و ارائه ابزارهای موجود جهت تنظیم کیفیت توان مانند استانداردهای لازم، تعیین هدف و معیارهای لازم برای شرکت‌های برق، انتخاب شاخص‌های مورد نیاز برای ارزیابی شرکت‌ها، انتخاب مقادیر هدف برای شاخص‌ها و انتخاب مدل انگیزشی مناسب برای دستیابی به مقادیر هدف‌گذاری شده را نام برد.

با توجه به اینکه ایالت متحده یکی از کشورهای پیشرو در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان می‌باشد، در این قسمت به صورت خلاصه نحوه مدیریت و تنظیم قابلیت اطمینان در این کشور بررسی شده است.

در کشور ایالات متحده طیف گسترده‌ای از شرکت‌های قانون‌گذاری و نظارتی در زمینه انرژی، برق و همچنین پایایی سیستم الکتریکی وجود دارد. دولت فدرال سیاست‌های عمومی انرژی را از طریق دپارتمان انرژی (DOE^۲) تنظیم می‌کند. دفتر

۱- Regulation

۲-Department of Energy

تحويل برق و پایایی انرژی (OE) یکی از دفاتر برنامه‌ریزی در دپارتمان انرژی است که وظایف آن شامل تلاش برای مدرنیزه کردن شبکه برق، افزایش امنیت و پایایی زیرساخت انرژی و تسهیل فرایند بازیابی سیستم بعد از وقوع قطعی است. از جمله زمینه‌های فعالیت این دفتر می‌توان به کنترل امنیت شبکه، پاسخ‌گویی بار، منابع تولید پراکنده، انرژی‌های تجدیدپذیر، تضمین و پشتیبانی انرژی، آمادگی و پاسخ در شرایط اضطراری و ذخیره‌سازهای انرژی اشاره کرد [۵۲].

کمیسیون قانون‌گذاری انرژی فدرال (FERC) سازمان مستقلی است که وظیفه قانون‌گذاری شبکه انتقال انرژی الکتریکی، شبکه گاز طبیعی و نفت را بر عهده دارد. فعالیت‌های این سازمان در زمینه پایایی شامل بررسی مسائل مرتبط با حفاظت زیرساخت‌های شبکه، بررسی تاثیر سیاست‌های مختلف بر پایایی سیستم، بررسی تاثیر ریسک‌های مختلف بر پایایی شبکه، مانیتورینگ و پایش سیستم و بررسی روند تهیه و اجرای استانداردهای پایایی است [۵۳].

در سال ۲۰۰۷ FERC در پاسخ به فعالیت سیاست‌گذاری انرژی سال ۲۰۰۵ و متأثر از خاموشی سراسری سال ۲۰۰۳ آمریکای شمالی، NERC را به عنوان سازمان پایایی الکتریکی منصوب کرد. به این ترتیب FERC تصویب کرد که استانداردهای پایایی NERC تدریجاً بصورت اجباری پیاده‌سازی شوند. NERC استانداردهایی برای پایایی تهیه و رعایت آنها را اجباری می‌کند؛ ارزیابی پایایی را بصورت سالانه، فصلی و بلندمدت انجام می‌دهد؛ با جمع‌آوری اطلاعات از سیستم، شبکه را مانیتور می‌کند؛ و پرسنل صنعتی را آموزش داده و به آنها گواهی تصدیق می‌دهد. محدوده NERC شامل کشورهای ایالات متحده، کانادا و شمالی‌ترین بخش مکزیک است [۵۴].

همان‌طور که اشاره شد یکی از اصلی‌ترین زمینه‌های فعالیت NERC تهیه و اجرای استاندارد است. استانداردهای این سازمان توسط یک پروسه مبتنی بر صنعت و تایید توسط ANSI تهیه شده‌اند و این پروسه برای همه کسانی که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم با پایایی سیستم قدرت آمریکای شمالی سر و کار دارند، مشخص است. استانداردهای پایایی NERC نیازمندی‌های پایایی برای برنامه‌ریزی و بهره‌برداری سیستم قدرت آمریکای شمالی را بیان می‌کند و با استفاده از روش مبتنی بر نتیجه که بر عملکرد، مدیریت ریسک و توانایی‌های نهادها متمرکز است، تهیه می‌شوند [۵۵].

در حال حاضر چهارچوب قانون‌گذاری برای اجباری کردن استانداردها در آمریکا و بعضی از ایالت‌های کانادا وجود دارد که از طریق مقام‌های قانون‌گذار فراهم می‌شود. در آمریکا FERC اجباری شدن بعضی از استانداردها را تصویب کرده است. همچنین در بعضی از ایالت‌های کانادا استانداردها توسط هیئت امنای NERC اجباری شده‌اند [۵۶].

مسئولیت تهیه استانداردها بر عهده کمیته استانداردها (SC^۱) است که شامل دو نماینده از بخش‌های مختلف صنعت است. کمیته SC گزارش‌های خود را به هیئت امنای NERC ارائه می‌دهد و فرآیند تهیه استانداردها را از طریق فعالیت‌های زیر سرپرستی می‌کند [۵۷]:

- انجام پیگیری برای اطمینان از اینکه پروسه تهیه استانداردها دنبال می‌شود.
- پیگیری درخواست اجازه برای استاندارد (SAR^۲)
- مدیریت پروسه SAR و فرآیند تهیه استانداردها
- مرور و اختیار دادن برای پیش‌نویس کردن استانداردهای جدید یا تجدید نظر شده
- تشکیل جلساتی برای تیم‌های تهیه پیش‌نویس استانداردها

تعداد کل استانداردهای پایایی NERC در حدود ۴۳۰ مورد است که در حال حاضر ۱۴۹ مورد از آنها اجباری شده‌اند. این استانداردها بر اساس زمینه، به ۱۴ دسته تقسیم‌بندی می‌شوند. این ۱۴ دسته به شرح زیر هستند [۵۸]:

- تعادل تولید و تقاضا (BAL^۳) (مورد ۳۲)
- حفاظت بحرانی زیرساخت (CIR^۴)
- مخابرات (COM^۵)
- آماده‌سازی و بهره‌برداری اضطراری (EOP^۶)
- طراحی، اتصال و تعمیر و نگهداری تجهیزات (FAC^۷)
- برنامه‌ریزی مبادله و هماهنگی (INT^۸)
- بهره‌برداری و هماهنگی پایایی اتصالات (IRO^۹)
- مدل‌سازی، داده‌ها، و تحلیل (MOD^۱)

۱-Standards Committee

۲-Standard Authorization Request

۳-Resource and Demand Balancing

۴-Critical Infrastructure Protection

۵-Communications

۶-Emergency Preparedness and Operations

۷-Facilities Design, Connections, and Maintenance

۸-Interchange Scheduling and Coordination

۹-Interconnection Reliability Operations and Coordination

- هسته‌ای (NUC^۲)
- عملکرد و آموزش افراد (PER^۳)
- کنترل و حفاظت (PRC^۴)
- بهره‌برداری انتقال (TOP^۵)
- برنامه‌ریزی انتقال (TPL^۶)
- توان راکتیو و ولتاژ (VAR^۷)

همانطور که اشاره شد تاکنون ۱۴۹ مورد از استانداردها به حالت اجباری در آمده‌اند. در واقع تهیه استانداردهای اجباری پایایی از وظایف اصلی است که فدرال برای NERC تعیین کرده است. این استانداردها سپس توسط کمیته مرور و تصویب می‌شوند.

کمیته استاندارد (SC) و NERC به منظور ایجاد هماهنگی و به‌روز رسانی استانداردها، برنامه‌های استراتژیک دوره‌ای را دنبال می‌کنند. از جمله برنامه‌های اخیر در این زمینه می‌توان به برنامه استراتژیک کمیته استاندارد ۲۰۱۳-۲۰۱۵ و برنامه استراتژیک کمیته استاندارد ۲۰۱۴-۲۰۱۶ اشاره نمود. هدف تعریف شده برای این برنامه‌ها حرکت استانداردهای پایایی NERC به سمت استانداردهای روشن، مختصر و مفید، با کیفیت و منطقی از نظر فنی است که مبتنی بر نتیجه باشند [۵۹].

در حوزه تحت پوشش NERC، تعدادی سازمان وظیفه هماهنگی جهت برقراری تعادل لحظه به لحظه تولید و مصرف را بر عهده دارند، این سازمان‌ها شامل شرکت‌های انتقال منطقه‌ای (RTO)^۸، اپراتور مستقل سیستم (ISO) و شرکت‌های برق کنترل ناحیه‌ای می‌باشند. شرکت‌های انتقال منطقه‌ای و اپراتور مستقل سیستم مشابه یکدیگر می‌باشند. هر دو نهاد، به صورت داوطلبانه جهت تامین نیازمندی‌های لازم FERC تاسیس شده‌اند. ISO و RTOها برنامه‌ریزی، طراحی، بهره‌برداری و دسترسی آزاد به خدمات شبکه انتقال با یک تعرفه را انجام می‌دهند. این نهادها همچنین سرویس‌های تعادل بخشی را برای

۱-Modeling, Data, and Analysis

۲-Nuclear

۳-Personnel Performance, Training, and Qualifications

۴-Protection and Control

۵-Transmission Operations

۶-Transmission Planning

۷-Voltage and Reactive

۸-Regional Transmission Organizations

شبکه انتقال خریداری می‌نمایند. جهت برآورده کردن مأموریت خود، این نهادها باید توانایی کنترل شبکه انتقال را نیز داشته باشند. هدف آنها تسهیل رقابتی بودن بازارهای عمده‌فروشی و تضمین قابلیت اطمینان در تمامی مناطق می‌باشد [۶۰].

قانون‌گذاری رسمی پایایی سیستم توزیع در آمریکای شمالی معمول نیست. شرکت توزیع معیارهای طراحی در برنامه‌ریزی سیستم توزیع را با همکاری اندکی از مشترکین یا قانون‌گذاران تعیین می‌کند. سازمان NERC و همچنین ده شورای منطقه‌ای پایایی در تنظیم و قانون‌گذاری پایایی سیستم توزیع مشارکتی ندارند. کارکرد NERC این است که پایایی سیستم‌های توزیع را از طریق وضع استانداردهای داوطلبانه مدیریت کند. در واقع، مقامات ایالتی قوانین سیستم توزیع را وضع می‌کنند. به هر جهت، قانون‌گذاری صریح در مورد پایایی سیستم توزیع به ندرت وجود دارد. یک مثال از این نوع قانون‌گذاری، ملزم کردن شرکت Consolidated Edison به طراحی سیستم توزیع خود بر اساس معیار پیشامد دوم توسط گروه خدمات عمومی نیویورک است [۶۱].

نهادهای قانون‌گذاری ایالتی سیستم‌های توزیع، قیمت‌گذاری خدمات سیستم توزیع را بر مبنای هزینه‌ها انجام می‌دادند. روش معمول این نهادها این‌گونه بوده است که کیفیت خدمات را به‌صورت تحلیلی بررسی می‌کردند و نرخ برگشت سرمایه را مطابق با این مسئله تنظیم می‌نمودند. اخیراً نهادهای قانون‌گذاری روش قیمت‌گذاری مبتنی بر عملکرد (PBR)^۱ را برگزیده‌اند که این روش بسیار جامع‌تر از گذشته نرخ‌های دریافتی را به کیفیت خدمات الکتریکی مرتبط می‌سازد. به‌طور مثال، قانون‌گذاری برای شرکت Consolidated Edison شامل جریمه‌هایی برای عملکرد ضعیف در حوزه می‌شود [۶۲].

یک مثال دیگر از PBR در مورد پایایی، برنامه شرکت SDG&E است. این برنامه از سال ۱۹۹۴ در حال اجرا است و شامل مشوق‌هایی برای خدمات مشترکین و پایایی می‌باشد. مشوق‌ها و جریمه‌های پایایی بر اساس میانگین زمانی قطعی مشترکین (ACMI)^۲ و تعداد قطعی بوده است [۶۳]. بنابراین، در آمریکا نظارت و قانون‌گذاری سیستم‌های توزیع، وظیفه هر ایالت به‌طور جداگانه است. قوانین مرتبط با این سیستم‌ها در قوانین ایالتی موجود است. در تعدادی از ایالت‌ها، دستیابی به میزان خاصی از پایایی باید در هنگام برنامه‌ریزی سیستم مد نظر باشد [۶۴]. به‌طور کلی از زمانی که مفهوم تنظیم بر پایه کارایی سیستم یا همان PBR در دهه ۱۹۹۰ مطرح شد تعاریف و کاربردهای آن به‌صورت وسیع در بین کمیته‌های رگولاتوری ایالات مختلف آمریکا تغییر کرده است.

۱-Performance Based Reliability

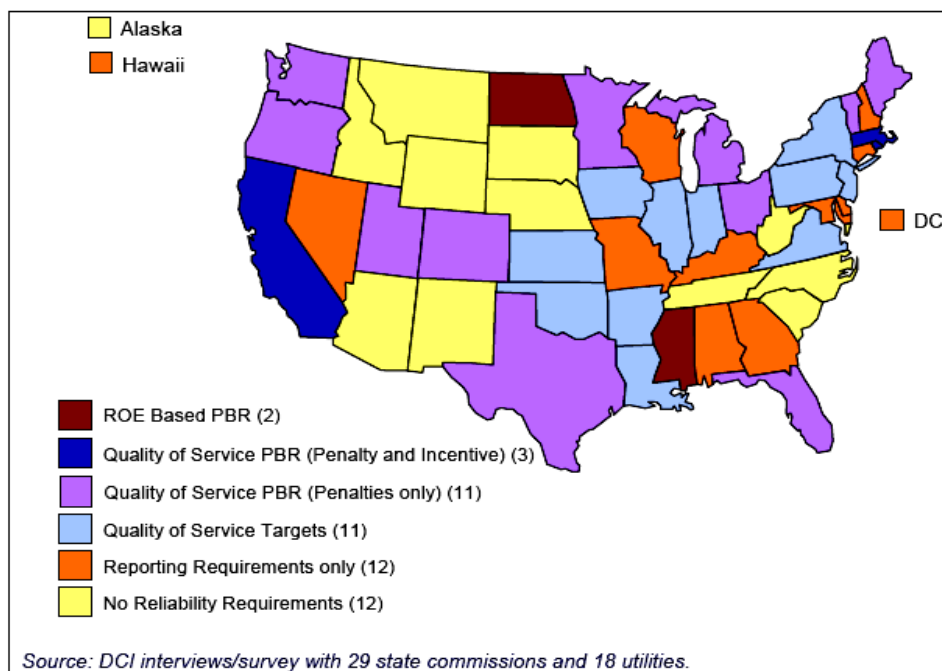
۲-Average Customer Minute of Interruption

نقشه شکل ۳-۴ وضعیت کنونی رگولاتوری قابلیت اطمینان را در آمریکا نشان می‌دهد. همانطور که در این نقشه نشان داده شده است تنها دو ایالت آمریکا تاکنون از سیستم PBR بر اساس نرخ بازگشت سرمایه برخوردار هستند. همچنین همانطور که در شکل ۳-۴ دیده می‌شود ۲۷ ایالت (۵۴ درصد) یا بر پایه PBR بر اساس نرخ بازگشت سرمایه هستند و یا از فرم خاصی از تنظیم بر پایه کیفیت خدمات^۱ برخوردارند. در ادامه خلاصه‌ای از مکانیزم‌های استفاده شده در دو ایالت North Dakota و Mississippi مطرح می‌شود.

ایالت North Dakota: کمیته داکوتای شمالی روشی بر پایه PBR تنظیم کرده است و از طریق آن شرکت Otter Tail Power را مجاز کرده است که نرخ سود خود را بر اساس وضعیت چهار بخش از مشخصه‌های سیستم که در مجموع نشان-دهنده کارایی سیستم هستند، تنظیم نماید. این بخش‌ها عبارتند از:

- ✓ قابلیت اطمینان سیستم
- ✓ رضایت مشتریان
- ✓ هزینه مشتریان
- ✓ ایمنی کارکنان

شاخص‌های به کار گرفته شده برای ارزیابی قابلیت اطمینان SAIFI و CAIDI هستند. علاوه بر این دو شاخص، پنج شاخص دیگر نیز برای اندازه‌گیری بخش‌های دیگر تعریف شده‌اند. بنابراین برای اندازه‌گیری کارایی سیستم هفت شاخص وجود دارد. هر شاخص از ۲۵- تا ۲۵+ ارزش‌گذاری شده‌اند. بنابراین ارزش بیشینه این شاخص‌ها ۱۷۵ است و برای تعیین باندهای بالا و پایین باند مرده شرکت توزیع Otter Tail از آن استفاده می‌شود. باند مرده از ۱۰۰- تا ۱۰۰+ تعیین شده است. برای مثال اگر ROE شرکت ۱۲ درصد باشد باند مرده می‌بایست از ۱۱ درصد تا ۱۳ درصد باشد. اگر شرکت توزیع با کارایی بیشتر از مرز پاداش برای همه شاخص‌ها عمل کند باند بالایی می‌بایست تا ۱۴/۷۵ درصد (۱۳ درصد + ۱/۷۵ درصد) افزایش یابد. بنابراین نرخ بازگشت مجاز شرکت تا مقدار متوسط بین ۱۱ درصد و ۱۴/۷۵ درصد یعنی ۱۲/۸۸ درصد افزایش می‌یابد و باند مرده جدید از ۱۱/۸۸ درصد تا ۱۳/۸۸ درصد می‌شود.



شکل ۳-۴: وضعیت رگولاتوری قابلیت اطمینان ایالت‌های آمریکا

ایالت Mississippi: کمیته خدمات عمومی ایالت Mississippi روشی بر پایه PBR تنظیم کرده است که شرکت Mississippi Power را مجاز می‌کند نرخ سود سرمایه‌گذاری خود را بر اساس سه شاخص کیفیت خدمات افزایش یا کاهش دهد. این شاخص‌ها عبارتند از:

- ✓ هزینه مشتری
- ✓ رضایت مشتری

✓ قابلیت اطمینان مشتری که با اندازه‌گیری میزان قابلیت اطمینان در طول یک دوره ۳۶ ماهه تعیین می‌گردد.

بررسی ایالت‌های تحت بررسی نشان می‌دهد که شرکت‌ها و رگولاتورهایی که تنها الزام گزارش‌دهی را دارا هستند در مرحله وضع و تنظیم اهداف مربوط به قابلیت اطمینان و رضایت مشتریان در راستای رسیدن به نرخ گذاری بر پایه کیفیت خدمات هستند. اختلاف اساسی در روش‌های مبتنی بر کیفیت خدمات چگونگی تخصیص جریمه یا پاداش است. هم‌اکنون تنها ۱۴ ایالت (۲۸ درصد) جریمه و یا پاداش اختصاص داده‌اند و در میان آنها تنها ۷ ایالت به صورت واقعی جریمه/پاداش را اعمال کرده‌اند. وضعیت رگولاتوری قابلیت اطمینان در ایالات مختلف و انواع مختلف آن در لیست زیر قابل بررسی هستند.

جدول ۴-۱- وضعیت رگولاتوری و شاخص‌های قابلیت اطمینان مورد استفاده در ایالات مختلف

نام ایالت	شاخص‌های مورد استفاده	شیوه رگولاتوری
Mississippi	CAIDI	ROE based PBR
North Dakota	CAIDI, SAIFI	ROE based PBR
California	CAIDI, SAIFI, SAIDI, MAIFI	Penalties and Rewards
Massachusetts	CAIDI, SAIFI, SAIDI	Penalties and Rewards
Rhode Island	SAIFI, SAIDI	Penalties and Rewards
Colorado	SAIDI	Penalties Only
Florida	CAIDI, SAIFI, SAIDI, MAIFI	Penalties Only
Maine	CAIDI, SAIFI, SAIDI	Penalties Only
Michigan	CAIDI, SAIFI, SAIDI	Penalties Only
Minnesota	SAIDI, SAIFI	Penalties Only
Ohio	CAIDI, SAIFI, SAIDI, ASAI	Penalties Only
Oregon	CAIDI, SAIFI, SAIDI, MAIFI	Penalties Only
Texas	CAIDI, SAIFI, SAIDI	Penalties Only
Utah	MAIFI, SAIFI, SAIDI	Penalties Only
Vermont	SAIFI, CAIDI	Penalties Only
Washington	SAIDI, SAIFI	Penalties Only
Arkansas	CAIDI, SAIFI, SAIDI, ASAI	Targets
Illinois	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Targets
Indiana	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Targets
Iowa	CAIDI, SAIFI, SAIDI, MAIFI	Targets
Kansas	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Targets
Louisiana	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Targets
New Jersey	CAIDI, SAIFI	Targets
New York	CAIDI, SAIFI	Targets
Oklahoma	SAIDI, CAIDI, SAIFI, MAIFI	Targets
Pennsylvania	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Targets
Virginia	SAIDI, SAIFI	Targets
Alabama	CAIDI, SAIFI, SAIDI, MAIFI, CAIFI	Report Only
Connecticut	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Report Only
Delaware	SAIFI, CAIDI	Report Only
Dis. Columbia	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Report Only

نام ایالت	شاخص‌های مورد استفاده	شیوه رگولاتوری
Georgia	SAIDI, SAIFI	Report Only
Hawaii	SAIDI, SAIFI	Report Only
Kentucky	CAIDI, SAIFI	Report Only
Maryland	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Report Only
Missouri	SAIDI, CAIDI, SAIFI	Report Only

در کشور ما نیز با توجه به ساختار صنعت برق، عمدتاً از روش‌های نرخ بازگشت سرمایه و تعیین هدف و معیارهای مختلف قابلیت اطمینانی جهت تنظیم عملکرد شرکت‌های برق استفاده می‌شود. پروژه پیاده سازی مدل انگیزشی بهبود قابلیت اطمینان (PBR) که برای اولین بار در کشور بصورت پایلوت در شرکت توزیع برق جنوب استان کرمان با همکاری دانشگاه صنعتی شریف و دفتر نظارت بر بهره‌برداری شرکت توانیر انجام شده است، یکی از مهمترین فعالیتهای موجود در داخل کشور در این زمینه است [۶۵]. هدف از این پروژه بالا بردن قابلیت اطمینان شبکه، کاهش خاموشی‌ها و رضایتمندی بیشتر مشترکین بوده و نحوه انجام آن با توجه به عملکرد شرکت توزیع و دادن پاداش یا جریمه به این شرکت‌ها متغیر می‌باشد [۶۵].

با توجه به مزایای ذکر شده برای مدل انگیزشی قابلیت اطمینان، امید است با انجام موفقیت آمیز این پروژه، تهیه و تدوین مقررات لازم، ایجاد زیرساختارهای مورد نیاز برای ایجاد انگیزش در اثرگذاران بمنظور ایجاد تحول و بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع، با سرعت بیشتری انجام یابد.

همچنین یکی دیگر از مهمترین موضوعات مطرح در این زیرمجموعه، مباحث هماهنگی قابلیت اطمینان و تعیین مدل‌های عملکردی برای آن می‌باشد. در هر سیستم قدرت جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان، باید یک واحد هماهنگی، نظارت و مدیریتی وجود داشته باشد که بر عملکرد سایر بخش‌های شبکه نظارت کرده و مسئولیت انتشار کلیه گزارش‌ها و اطلاعات لازم جهت استفاده مشترکین و بهره‌برداران مختلف شبکه را بر عهده داشته باشد. این کمیته به عنوان مرکز و قلب تشکیلات عمل کرده و سایر بخش‌های سیستم هر یک به نوعی با این مرکز در ارتباط می‌باشند.

با تشکیل شورای پایایی شبکه قدرت ایران، انتظار می‌رود وظیفه هماهنگی قابلیت اطمینان به این شورا محول شود. از وظایف مورد انتظار شورای پایایی که تاکنون نیز تحقق نیافته است و جزء نقاط ضعف و کاستی‌های موجود نیز می‌باشد، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود [۶۶]:

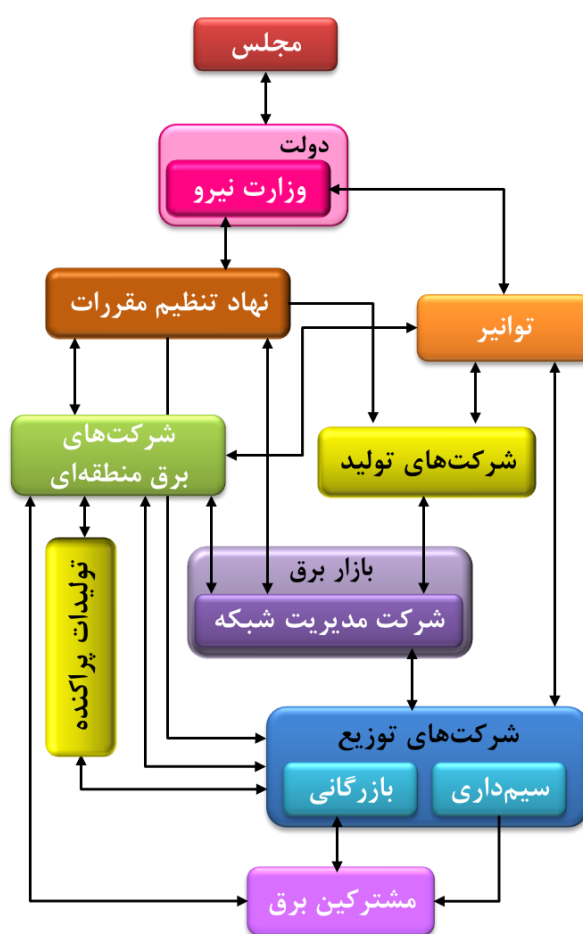
- ارائه گزارش‌های گوناگون (سالانه و فصلی و ...) در خصوص قابلیت اطمینان شبکه قدرت سراسری و بررسی نیازمندی‌های موجود در این زمینه
- ارائه گزارش‌های گوناگون در خصوص بخش‌های کوچکتر شبکه تا حد تجهیزات مختلف آن
- ارائه گزارش‌های بررسی عملکرد برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نیروی برق از لحاظ شاخص‌های قابلیت اطمینان و مقایسه آنها با یکدیگر
- انجام هماهنگی‌های لازم بین بخش‌های مختلف جهت تبادل اطلاعات با یکدیگر و تبیین وظایف هر بخش
- انتشار استانداردهای لازم جهت جمع‌آوری اطلاعات با همکاری بخش‌های مختلف

یکی از مطالعات ضروری و اساسی و به عنوان پیش نیاز در راستای تعیین مدل‌های عملکردی، شناسایی نهادهای حاکم بر صنعت برق با تاکید بر وظایف، مسئولیت‌ها و ارتباطات آنها می‌باشد. مسلماً شناخت دقیق نهادهای فعال در صنعت برق و حوزه‌های اثربخشی آنها، رهنمودهای بسیار مناسبی در شناخت مدل عملکردی قابلیت اطمینان شبکه قدرت ارائه خواهد داد، چرا که با مطالعه و شناخت این نهادها می‌توان نقاط ضعف و قوت ساختار حاکم بر صنعت برق در بخش مدیریت را شناسایی کرده و از آن می‌توان در جهت تقویت نقاط قوت و برطرف نمودن نقاط ضعف در طراحی مدل عملکردی مناسب‌تر استفاده کرد. ارتباطات میان نهادهای مختلف صنعت برق ایران از منظر قانون‌گذاری، تعیین مقررات و نظارت، سرپرستی و مدیریت فنی و نیز اجرایی میان نهادهای مختلف صنعت برق ایران در شکل ۴-۴ نشان داده شده است.

تأمین منافع بازیگران در هر سیستم اقتصادی یکی از مهمترین شروط پایداری آن سیستم است. بدین منظور باید همه بازیگران سیستم وظایف خود را در قبال همدیگر به شایستگی و در زمان مناسب انجام دهند. در چنین سیستمی باید مأموریت‌ها و مسئولیت‌های هر یک از نهادهای نظارتی، سرپرستی، اجرایی به گونه‌ای دقیق مشخص شوند تا بتوان تحلیل دقیقی از رفتار و عملکرد هر یک از آنها فراهم کرد. نهادهای فعال در صنعت برق را می‌توان به سه سطح نظارتی، سرپرستی (تصدی‌گری) و اجرایی تقسیم‌بندی کرد.

در این راستا می‌توان وزارت نیرو را به عنوان بازوی حاکمیت در صنعت برق برشمرد که وظیفه سیاست‌گذاری کلان انرژی برق و تدوین اسناد بالادستی را بر عهده دارد. شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر) عهده‌دار تدوین و ابلاغ دستورالعمل‌های اجرایی و نظارت بر عملکرد و کنترل تعهدات نهادهای زیرمجموعه و نهاد تنظیم مقررات وظیفه قانون‌گذاری و پایش بازار برق را عهده‌دار است. شرکت مدیریت شبکه وظیفه اجرای بازار برق و حفظ پایداری شبکه را دارا

می‌باشد. شرکت‌های برق منطقه‌ای به عنوان نهادهای زیرمجموعه توانیر وظیفه خرید و فروش برق و نیز بهره‌برداری تعمیرات و توسعه تأسیسات تولید و انتقال نیروی برق در حوزه عملکردی خویش و شرکت‌های توزیع نیروی برق نیز نقش خریدار برق برای متقاضیان خرد و همچنین وظیفه بهره‌برداری، تعمیرات و توسعه (پس از تصویب طرح و تأمین مالی شرکت توانیر) تأسیسات توزیع نیروی برق در حوزه عملکردی تعریف شده را دارا می‌باشند. در ادامه هر یک از این نهادها با جزئیات بیشتری مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.



شکل ۴-۴: ساختار فعلی صنعت برق ایران

۱-۳-۴- مجلس شورای اسلامی

مجلس شورای اسلامی رکن اصلی قوه مقننه در نظام جمهوری اسلامی ایران است که از نمایندگان منتخب مردم تشکیل شده و وظیفه تهیه، تعدیل و تصویب قوانین گوناگون مورد نیاز کشور را دارا می‌باشد. مصوبات این نهاد در صورت تأیید شورای نگهبان برای اجرا به قوه مجریه ایران و قوه قضائیه ابلاغ خواهد شد [۶۷].

بر اساس ماده ۲۹ آئین‌نامه داخلی مجلس شورای اسلامی، این نهاد دارای کمیسیون‌های خاص و نیز کمیسیون‌های تخصصی می‌باشد. از اهداف کمیسیون‌های تخصصی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- بررسی طرح‌ها و لوایح ارجاعی و گزارش آن به مجلس شورای اسلامی
- کسب اطلاع از کم و کیف اداره امور کشور، دریافت و بررسی گزارش‌های عملکردی و نظارتی از اجراء قوانین مربوط به دستگاه‌های ذی‌ربط.
- تهیه گزارش موردی و سالانه در خصوص امور اجرائی دستگاه‌ها

یکی از این کمیسیون‌های تخصصی، کمیسیون انرژی مجلس می‌باشد که بنا به ماده ۳۸ آئین‌نامه مذکور برای انجام وظایف محوله در محدوده نفت، گاز، برق، سدها و نیروگاه‌های آبی و برقی، انرژی اتمی و انرژی‌های نو مطابق ضوابط این آیین‌نامه تشکیل می‌شود.

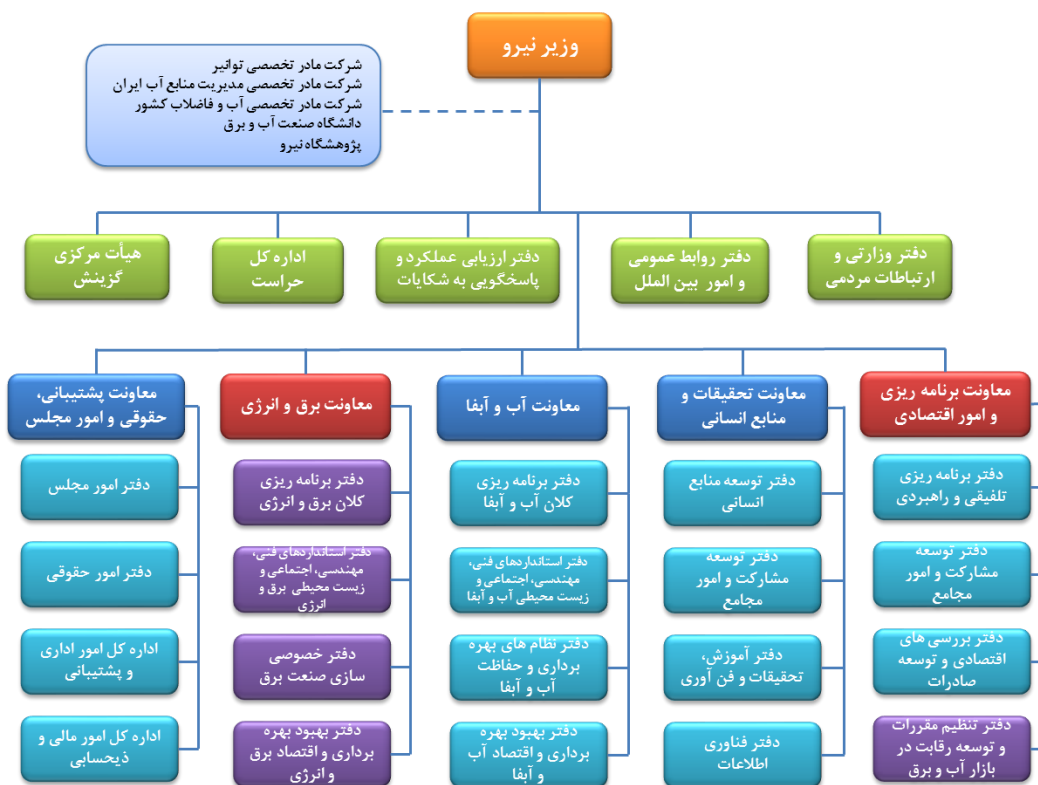
۲-۳-۴- وزارت نیرو

وزارت نیرو به عنوان یک سازمان چند وجهی وظایف حاکمیتی و مدیریتی چند صنعت بزرگ کشور شامل صنعت آب و فاضلاب، صنعت برق و انرژی‌های تجدیدپذیر را به عهده دارد. وزارت نیرو در بخش‌های برق و انرژی عهده‌دار سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی کلان انرژی و ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای برق و حفظ کیفیت آن در راستای توسعه پایدار و امنیت عرضه انرژی کشور می‌باشد [۶۸].

وزارت نیرو در این بخش با سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، سازماندهی، هدایت، نظارت و تدوین ضوابط، مقررات و لوایح مرتبط، بسترهای لازم را برای ایجاد هماهنگی بین نقش‌آفرینان، فعالیت بخش‌های خصوصی، تعاونی و عمومی را در تمامی عرصه‌ها فراهم نموده و با حمایت از بهینه‌سازی مصرف، رونق‌بخشی به فضای کسب و کار در عرصه ملی و فراملی بخش برق و انرژی، حقوق کلیه ذینفعان خود شامل آحاد جامعه، بخش‌های صنعت، کشاورزی، خدمات، دولت و نهادهای قانونگذار را رعایت می‌کند. وزارت نیرو دارای سطوح عملکردی مختلفی است که در ادامه به طور مختصر توضیح داده می‌شود.

۱-۲-۳-۴ - سطح یک (سطح حاکمیتی)

حوزه ستادی که وظایف حاکمیتی و سیاستگذاری را بر عهده دارد. این حوزه از پنج معاون وزیر و ۲۴ دفتر تشکیل شده است. ساختار وزارت نیرو بر اساس تفکیک وظایف حاکمیتی و تصدی‌گری (ستاد و صف) طراحی شده است و حوزه‌های وزارت نیرو هرکدام وظایف و محدوده مشخصی را دارند [۶۸]. این ساختار در شکل ۴-۵ نشان داده شده است. همان‌گونه که در این شکل نشان داده شده است، سطح حاکمیتی وزارت نیرو دارای معاونت‌های مختلفی است که در ادامه به تشریح برخی از معاونت‌های مرتبط با اهداف این گزارش پرداخته خواهد شد.



شکل ۴-۵: نمودار کلان سازمانی وزارت نیرو

❖ معاونت برق و انرژی

وظایف حاکمیتی بخش انرژی:

- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی در زمینه صیانت و بهره‌برداری بهینه از منابع انرژی کشور
- برنامه‌ریزی کلان انرژی کشور به منظور حصول اطمینان از تأمین و عرضه انرژی مورد نیاز بخش‌های گوناگون

- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی برای شناسائی و در اختیار گرفتن انرژی‌های دست نیافته (انرژی‌های نو) و حمایت و ترویج کاربرد آن
- نظارت بر نحوه استفاده از انواع انرژی به منظور رعایت رفاه مردم و حفظ منابع انرژی کشور
- تعیین الگوی مصرف انواع انرژی با رعایت مصالح کشور و حفظ حقوق مردم
- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی به منظور مدیریت مصرف انرژی
- تدوین استانداردها و مقررات لازم برای تولید، مصرف و تبدیل انرژی در کلیه بخش‌های اقتصادی و اجتماعی
- حمایت از توسعه تحقیقات کاربردی، فن‌آوری و منابع انسانی در بخش انرژی
- تولید آمار و اطلاعات پایه بخش انرژی و تسهیل دسترسی به آنها
- برنامه‌ریزی برای اصلاح ساختار مصرف انرژی و اعطای تسهیلات مالی و فنی لازم در بخش انرژی
- حذف انحصار، ایجاد و توسعه رقابت و حمایت از بخش غیردولتی برای مشارکت در فعالیت‌های بخش انرژی با هدف افزایش کارائی و حفظ حقوق مردم
- تهیه، تدوین و پیشنهاد قوانین مرتبط با بخش انرژی

وظایف حاکمیتی بخش برق:

- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی کلان و نظارت بر اجرای طرح‌های توسعه در حد حصول اطمینان از تأمین برق مورد نیاز
- تصویب و ابلاغ استانداردها و دستورالعمل‌های لازم برای تنظیم اثرات خارجی صنعت و رعایت حقوق مشترکین و مصالح جامعه و نظارت بر اجرای آنها در زمینه‌های فنی، زیست محیطی، ایمنی و ارائه خدمات به مشترکین
- کاهش، شفاف‌سازی و هدفمند کردن یارانه‌ها
- تصویب تعرفه‌های فروش برق
- تهیه و تصویب مقررات و آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های ناظر بر روابط شرکت‌های فعال در بازار برق و نظارت بر اجرای آنها
- ایجاد و توسعه رقابت بر آن بخش از امور صنعت برق که امکان رقابت در آنها وجود دارد
- تشویق و حمایت از سرمایه‌گذاری بخش غیردولتی در صنعت برق

- تسهیل دسترسی عمومی به آمار و اطلاعات صنعت برق
- نظارت بر اجرای قوانین و برنامه‌ریزی برای تحقق سیاست‌های مصوب کشور در رابطه با صنعت برق و تأمین هزینه اجرای سیاست‌ها و طرح‌های غیراقتصادی از دید بنگاه برق
- ظرفیت سازی و حمایت از صنایع داخلی
- تهیه، تدوین و پیشنهاد قوانین و مقررات مرتبط
- ارزیابی رضایت مشترکین و سیاست‌های بهبود آن

مطابق چارت سازمانی وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی از چهار دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی، استانداردهای فنی و مهندسی، خصوصی‌سازی صنعت برق و بهبود بهره‌وری و اقتصاد برق و انرژی تشکیل شده است که وظایف حاکمیتی مرتبط با صنعت برق دارند.

۲-۲-۳-۴ - سطح دو (سطح میانی تخصصی)

این سطح شامل چهار شرکت مادر تخصصی که وظایف برنامه ریزی، نظارت و ارزیابی شرکت‌های زیرمجموعه تخصصی خود را بر عهده دارند و وظیفه این شرکت‌ها اجرای سیاست‌های کلان وزارت نیرو توسط شرکت‌های زیر مجموعه است. این شرکت‌ها به استناد قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران مبنی بر سامان دهی و استفاده مطلوب از امکانات شرکت‌های دولتی و افزایش بازدهی و بهره‌برداری و اداره مطلوب شرکت‌هایی که ضروری است در بخش دولتی باقی بمانند و نیز فراهم نمودن زمینه واگذاری به بخش خصوصی تشکیل شدند و زیر نظر وزارت نیرو در چارچوب اساسنامه مربوط اداره می‌شوند [۶۸].

- شرکت سهامی مادر تخصصی مدیریت منابع آب ایران
- شرکت سهامی مادر تخصصی مهندسی آب و فاضلاب کشور
- شرکت سهامی مادر تخصصی تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر)
- شرکت مادر تخصصی ساتکاب (ساخت و تولید کالای آب و برق)

۳-۲-۳-۴ - سطح سه (سطح عملیاتی)

این سطح شامل شرکت‌ها، موسسه‌ها و مجتمع‌های آموزشی، تحقیقاتی و پژوهشی که در سطح صف و عملیات اجرای طرح‌ها و برنامه‌های اصلی وزارت نیرو را بر عهده دارند، می‌باشد. که از آن جمله می‌توان به شرکت‌های مدیریت تولید برق، شرکت‌های برق منطقه‌ای، شرکت‌های توزیع نیروی برق و ... نام برد [۶۸].

۳-۳-۳-۴ - هیأت تنظیم بازار برق ایران

با توجه به ماهیت انحصاری بسیاری از بخش‌های صنعت برق، وجود یک نهاد تنظیم مقررات به منظور راهبری مناسب مقررات زدایی و خصوصی سازی در صنعت برق الزامی می‌باشد. هیأت تنظیم بازار برق ایران نقش نهاد رگولاتور^۱ (تنظیم کننده) در بازار برق ایران را بر عهده دارد [۴۰].

۴-۳-۴-۴ - شرکت مادر تخصصی مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر)

به منظور ساماندهی فعالیت‌های تصدی دولت در زمینه بهره‌برداری و توسعه صنعت برق در چارچوب سیاست‌های وزارت نیرو، راهبری شرکت‌های زیرمجموعه، افزایش بهره‌وری و استفاده بهینه از امکانات صنعت برق کشور و در صورت لزوم انجام برخی از امور اجرایی و نیز کارگزاری وزارت نیرو در زمینه نظارت و برنامه‌ریزی، شرکت مادر تخصصی مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر) شکل گرفت. در حال حاضر شرکت توانیر وظیفه نظارت بر شرکت‌های زیر مجموعه خود شامل ۱۶ شرکت برق منطقه‌ای، ۳۲ شرکت مدیریت تولید، ۴۲ شرکت توزیع، سازمان توسعه برق ایران، سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)، سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)، مدیریت پروژه‌های نیروگاهی ایران (مپنا)، توسعه صنایع نیروگاهی ایراد و شرکت مدیریت شبکه برق ایران را بر عهده دارد [۳۱].

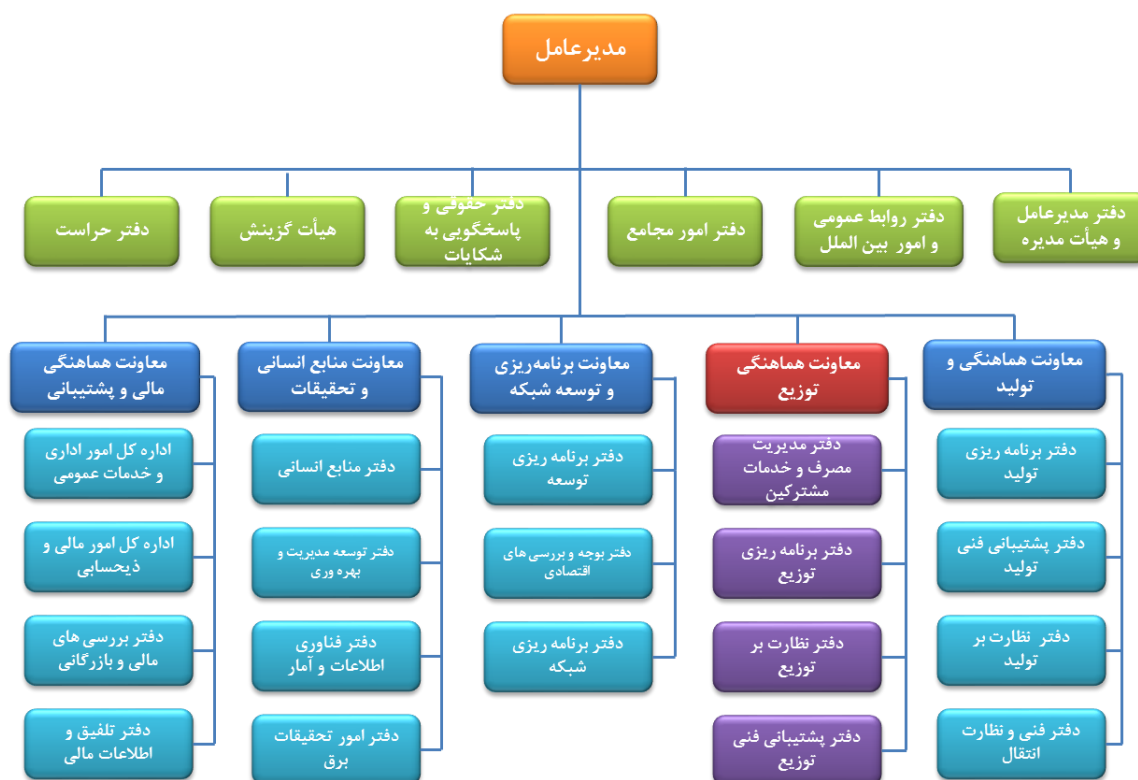
در ماده ۷ اساسنامه این شرکت به موضوع فعالیت‌ها و وظایف این شرکت به شرح زیر پرداخته شده است:

مدیریت سهام و سرمایه‌های شرکت در صنعت برق، انجام هر گونه فعالیت در راستای تأمین برق مطمئن و اقتصادی برای کلیه مصارف خانگی، عمومی، صنعتی، کشاورزی، تجاری و غیره اعم از سرمایه‌گذاری، مدیریت و نظارت بر ایجاد و بهره‌برداری از تأسیسات و انجام کلیه معاملات مربوط به برق که برای تحقق اهداف شرکت لازم می‌باشد از طریق شرکت‌های زیرمجموعه

و یا در صورت لزوم با تصویب مجمع عمومی توسط خود شرکت. نمودار سازمانی شرکت توانیر در شکل ۴-۶ نشان داده شده است. موارد زیر از جمله وظایف شرکت می‌باشد [۳۱]:

- بررسی و تدوین پیشنهادهای لازم در زمینه راهبردها و سیاست‌ها و برنامه‌های بلندمدت و میان‌مدت صنعت برق و ارایه آن به وزارت نیرو.
- اجرای سیاست‌ها، برنامه‌ها و مصوبات وزارت نیرو.
- تهیه طرح‌های لازم برای توسعه تأسیسات تولید، انتقال و توزیع برق و ارایه آن به وزارت نیرو جهت اخذ مجوز.
- سرمایه‌گذاری در تأسیسات تولید و انتقال و توزیع صنعت برق.
- اتخاذ تدابیر و راهکارهای لازم به منظور حصول اطمینان از اجرای صحیح و به موقع طرح‌های توسعه و بهینه‌سازی تأسیسات.
- راهبری و پایش شبکه سراسری برق از طریق شرکت‌های زیرمجموعه و همچنین ایجاد سازوکارهای لازم برای توسعه رقابت در امر تولید، خرید و فروش برق از جمله ایجاد سیستم‌ها و انجام عملیات بازار و بورس برق.
- تدوین و پیشنهاد تعرفه‌های برق به وزارت نیرو.
- خرید و فروش عمده برق در داخل و خارج از کشور از طریق شرکت‌های زیرمجموعه.
- اخذ هر گونه وام و تسهیلات مالی از منابع داخلی و خارجی، عرضه اوراق قرضه و مشارکت داخلی و پیش فروش انشعاب و انرژی برق و سایر روش‌های تأمین منابع مالی با اخذ مجوز از مراجع قانونی ذی‌ربط.
- مدیریت، توسعه و تأمین منابع مالی صنعت برق و استفاده بهینه از این منابع از طریق برقراری تسهیلات و گردش منابع مالی فیما بین شرکت و شرکت‌های زیرمجموعه.
- انجام عملیات لازم به منظور نظارت در نحوه استفاده از انرژی برق به نمایندگی از طرف وزارت نیرو و همچنین ترویج فرهنگ مدیریت مصرف به منظور بهینه‌سازی مصرف و کاهش مصارف غیرضروری.
- بررسی، مطالعه و سایر اقدامات لازم برای توسعه فناوری، انتقال دانش فنی و اطلاع‌رسانی تأمین کالا و ساخت تجهیزات مورد نیاز صنعت برق کشور.
- حمایت از تحقیقات و فعالیتهای علمی و توسعه منابع انسانی و سایر عوامل موثر در بهبود مدیریت و بهره‌وری صنعت برق کشور.

- مدیریت و هماهنگی تجاری، فنی و برنامه‌های بین شرکت‌های زیرمجموعه و هدایت و هماهنگی آنها در جهت سیاست‌های تعیین شده از طرف وزارت نیرو و دولت.
- نظارت بر امور مدیریت و نظام مالی شرکت‌های زیرمجموعه و انجام بازرسی و حسابرسی‌های لازم.
- تدوین مقررات و استانداردها و دستورالعمل‌های لازم برای حسن اجرای امور و استفاده بهینه از امکانات و تأسیسات صنعت برق و ارایه آنها به وزارت نیرو و همچنین انجام عملیات لازم به منظور نظارت بر اجرای آنها به نمایندگی وزارت نیرو.
- پیشنهاد و پیگیری درخواست‌های عمومی صنعت برق از دولت.
- انجام هرگونه عملیات مالی، معاملات، سرمایه‌گذاری، تشکیل شرکت، مشارکت در مؤسسات و شرکت‌های دیگر که مرتبط با موضوع شرکت باشد، با رعایت مقررات مربوط.



شکل ۴-۶: نمودار سازمانی شرکت توانیر

مسئولیت این بخش تاکنون بر عهده سازمان توانیر و معاونت‌های مختلف آن بوده است. این سازمان دارای پنج معاونت هماهنگی تولید، هماهنگی توزیع، معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شبکه، معاونت منابع انسانی و تحقیقات و معاونت هماهنگی و

پشتیبانی مالی می‌باشد [۳۱]. در زیر فعالیت‌های این معاونت‌ها در حوزه پایایی شبکه‌های برق مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از ارائه مطالب بعدی بررسی وظایف بخش‌های مختلف سازمان توانیر در زمینه قابلیت اطمینان شبکه قدرت در ایران می‌باشد.

❖ معاونت هماهنگی و تولید

از مهمترین وظیفه‌های معاونت هماهنگی تولید در حوزه پایایی شبکه‌های قدرت می‌توان مواردی مانند افزایش آمادگی نیروگاه‌ها، کاهش زمان تعمیرات نیروگاه‌ها، افزایش راندمان آنها، مدیریت تعمیرات نیروگاه‌ها، برنامه‌ریزی تولید نیروگاه‌های جدیدالاحداث را نام برد. این معاونت خود دارای سه دفتر پشتیبانی فنی تولید، دفتر نظارت بر تولید و دفتر فنی و نظارت بر انتقال می‌باشد. از مهمترین وظایف این دفاتر در حوزه پایایی می‌توان موارد زیر را نام برد:

• دفتر پشتیبانی فنی تولید

- ✓ تهیه و تدوین دستورالعمل‌ها و استانداردهای مورد نیاز جهت بهره‌برداری و تعمیرات واحدهای تولید و نیروگاه‌ها
- ✓ نظارت عالی در اجرای تعمیرات واحدهای تولیدی
- ✓ بازدیدهای دوره‌ای از تاسیسات تولید برق به منظور نظارت کلی و عالی بر عملیات بهره‌برداری و نگهداری تاسیسات و ارائه پیشنهادهای لازم در مورد رفع اشکالات
- ✓ نظارت بر آزمایش‌های کارائی نیروگاه‌ها
- ✓ بررسی معایب فنی موجود در نیروگاه‌ها و تعیین راهکارهای مورد نیاز
- ✓ همکاری در تجزیه و تحلیل حوادث عمده نیروگاه‌ها و ارائه روش‌های پیشگیری و تکرار
- ✓ برگزاری سمینارهای تخصصی برای نیروگاه‌ها جهت تبادل اطلاعات و تحلیل مشکلات فنی
- ✓ بررسی‌های لازم جهت افزایش بهره‌وری نیروگاه‌ها
- ✓ هماهنگی‌های لازم در جهت تامین سوخت نیروگاه‌ها
- ✓ ارزیابی فنی و مدیریتی نیروگاه‌ها و شرکت‌های مدیریت تولید
- ✓ همکاری در تهیه استانداردهای آموزشی مورد نیاز نیروی انسانی بخش تولید
- ✓ هماهنگی در تدوین برنامه تعمیرات نیروگاه‌ها

- ✓ نظارت بر فعالیتهای تعمیراتی نیروگاهها جهت انجام مطابق برنامه
 - ✓ تهیه و تدوین آمار و گزارشات تولید-سوخت و حوادث
 - ✓ نظارت بر راهاندازی اولیه نیروگاهها پس از اجرای تعمیرات اساسی و ارائه گزارشهای کیفیت کارهای تعمیراتی انجام شده
 - ✓ اقدامات لازم در جهت تهیه استانداردها و شاخصهای صنعت برق
 - ✓ رسیدگی و همکاری با برقهای منطقه‌ای در رابطه با حوادث غیر مترقبه (زلزله، سیل، بازسازی و غیره)
 - ✓ همکاری در اجرای آزمایشهای شیمیایی مورد نیاز نیروگاهها جهت تعیین زمان شستشوی شیمیایی
 - ✓ بررسی مشخصات فنی قطعات، کالاها، مواد و تجهیزات مورد نیاز نیروگاهها
 - ✓ بررسی عوامل آلوده‌کننده محیط زیست در نیروگاهها و ارائه راهکارهای کاهش این آلودگیها
 - ✓ همکاری در تهیه استانداردهای زیست محیطی جهت هماهنگی در نیروگاهها
 - ✓ انجام بررسیهای فنی لازم جهت رفع نواقص اصلی نیروگاهها و ارائه راهکارهای رفع آنها
 - ✓ نظارت عالی بر عملکرد دفاتر فنی تولید برقهای منطقه‌ای
- دفتر نظارت بر تولید
 - ✓ تهیه و تدوین برنامه‌های تعمیرات و نگهداری نیروگاهها و همچنین ساختارهای سیستم اطلاعاتی
 - ✓ نظارت بر عملکرد مدیریت نیروگاهها و اجرای مطلوب آن
 - ✓ نظارت بر پایداری تاسیسات و تجهیزات نیروگاهها
 - ✓ نظارت لازم بر برنامه‌های مورد تایید و در دست اقدام نیروگاهها
 - دفتر فنی و نظارت بر انتقال
 - ✓ افزایش آمادگی شبکه (خطوط و پستها)
 - ✓ کاهش زمان تعمیرات
 - ✓ کاهش تعداد و زمان خروجیهای خطوط و ترانسفورماتورها
 - ✓ کاهش میزان خاموشیها
 - ✓ مدیریت مصرف

✓ گسترش بهره‌گیری از فناوری‌های نو در شبکه

❖ معاونت هماهنگی توزیع

از مهمترین وظیفه‌های معاونت هماهنگی توزیع در حوزه پایایی شبکه‌های قدرت می‌توان مواردی مانند برنامه‌ریزی فنی - اقتصادی کلان بخش توزیع مبتنی بر نیازمندی‌های در حال توسعه مشترکین برق، تبیین سیاست‌های بهره‌برداری توزیع، نظارت عالی بر عملکرد بخش بهره‌برداری توزیع شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نیروی برق، جمع‌آوری اطلاعات ماهیانه خاموشی‌ها و مطالعه میزان آنها، تدوین و ارتقاء نظام نظارتی بر سیستم مشترکین و غیره را نام برد. این معاونت خود دارای چهار دفتر پشتیبانی فنی توزیع، دفتر نظارت بر توزیع، دفتر برنامه‌ریزی توزیع و دفتر مدیریت مصرف و خدمات مشترکین می‌باشد می‌باشد. از مهمترین وظایف این دفاتر در حوزه پایایی می‌توان موارد زیر را نام برد:

• دفتر برنامه‌ریزی توزیع

- ✓ شناخت نقاط ضعف و قوت شبکه‌های توزیع در نقاط مختلف کشور
- ✓ شناخت وضعیت و ویژگی‌های موثر بر برنامه‌ریزی در بخش توزیع
- ✓ کنترل و نظارت بر برنامه‌های توسعه و احداث، اصلاح و بهینه‌سازی در بخش توزیع کشور
- ✓ تدوین شاخص‌های فنی برای شرکت‌های توزیع و هدف‌گذاری برای هر یک
- ✓ بررسی، کنترل و نظارت بر بودجه‌های پیشنهادی بخش توزیع

• دفتر نظارت بر توزیع

- ✓ ایجاد و ارتقاء نظام‌های مکانیزه جهت ثبت و تحلیل حوادث و تکمیل و توسعه مراکز فوریت‌های برق و دیسپاچینگ‌های توزیع
- ✓ سیاست‌گذاری در حوزه دیسپاچینگ و مراکز فوریت برق
- ✓ توسعه، تکمیل و تحول و بهبود مستمر نظام‌های مرتبط با نگهداری و تعمیرات شبکه‌های توزیع
- ✓ تدوین برنامه‌ها، راهبردها و ایجاد زیرساخت‌های لازم جهت ارتقاء نظام ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع
- ✓ تدوین راهبردها و دستورالعمل‌ها و ایجاد زیرساخت‌های لازم جهت پیاده‌سازی نظام انگیزش جهت بهبود

قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع (PBR)

- ✓ توسعه روش‌های نظارتی به منظور حصول اطمینان از بکارگیری روش‌های مناسب جهت رسیدگی سریع به خاموشی‌ها و کاهش انرژی‌های تامین نشده
- ✓ یکسان‌سازی و ایجاد زبان مشترک در نظام گردآوری اطلاعات مرتبط با انرژی‌های تامین نشده
- ✓ توسعه بکارگیری و معرفی عیوب روش‌های نو جهت کاهش خاموشی‌ها، بکارگیری روش‌های مناسب آشکارسازی عیوب
- ✓ آموزش و بازآموزی نیروی انسانی به منظور ارتقاء سطح کیفی و کمی خدمات در اجرای فعالیت‌های بهره‌برداری و سرویس‌دهی به مشترکین
- ✓ بازنگری و ارتقاء دستورالعمل‌های بهره‌برداری با تاکید بر سخت‌گیری در اعمال خاموشی‌ها
- ✓ ایجاد و اجرای نظام‌های نظارتی در حوزه بهره‌برداری از شبکه‌های توزیع برق
- ✓ اقدامات راهبردی در جهت پیاده‌سازی سیستم مدیریت ایمنی
- ✓ تشکیل و فعال نمودن کمیته‌های تخصصی بهره‌برداری و ایمنی
- ✓ آموزش و بازآموزی کارکنان به منظور ارائه خدمات بدون حائنه
- ✓ ارسال به موقع و کامل گزارش وقوع یا عدم وقوع حادثه و تجزیه و تحلیل کاربردی حوادث و مستند نمودن و اطلاع‌رسانی موثر به منظور جلوگیری از تکرار حوادث
- ✓ مدیریت بحران
- دفتر مدیریت مصرف و خدمات مشترکین
 - ✓ تدوین و ارتقاء نظام نظارتی بر سیستم مشترکین
 - ✓ ارتقاء و توسعه روش‌های مناسب ارتباط اطلاعاتی با مشترکین برق
 - ✓ افزایش تخصص کارمندان در واحدهای خدمات مشترکین
 - ✓ توسعه و تکمیل تجهیزات اندازه‌گیری هوشمند متناسب با تعرفه‌ها با هدف قرائت از راه دور و انتقال سریع اطلاعات
 - ✓ توسعه کیفی لوازم اندازه‌گیری مانند نصب کنتورهای چند تعرفه با هدف مدیریت مصرف
 - ✓ یکسان‌سازی حداقل اطلاعات مورد نیاز مشترکین در سطح کشور

❖ معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شبکه

از مهمترین وظیفه‌های معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شبکه در حوزه پایایی شبکه‌های قدرت می‌توان مواردی مانند برنامه‌ریزی توسعه بهینه فنی و اقتصادی تولید با توجه به سیاست‌های اقتصادی کلان کشور و قابلیت‌های تاسیسات موجود صنعت برق، تبادل اطلاعات با شرکت‌های توزیع و برق منطقه‌ای و غیره را نام برد. این معاونت خود دارای دفاتر برنامه‌ریزی تولید و برنامه‌ریزی توسعه شبکه، دفتر برنامه‌ریزی شبکه، دفتر بودجه و بررسی‌های اقتصادی می‌باشد. از مهمترین وظایف این دفاتر در حوزه پایایی می‌توان موارد زیر را نام برد:

• دفتر برنامه‌ریزی تولید

- ✓ برنامه‌ریزی مقدماتی تعیین نیروگاه‌های جدید
- ✓ برآورد میزان و نوع سوخت مورد نیاز نیروگاه‌ها و انجام هماهنگی‌های لازم با وزارت نفت
- ✓ مطالعات مربوط به افزایش کارایی واحدهای تولید
- ✓ مطالعات فنی و اقتصادی طرح‌های تولید و ارائه گزارش‌های توجیهی گزینه‌های مختلف
- ✓ پیگیری تهیه اطلاعات جدید اقتصادی مرتبط با بهره‌برداری از نیروگاه‌های جدید
- ✓ انجام مطالعات استفاده از انرژی‌های نو در ایجاد ظرفیت‌های نیروگاهی
- ✓ تهیه و تنظیم میزان تولید نیروگاه‌ها در سال‌های آتی بر اساس آخرین برنامه زمان‌بندی طرح‌های تولید
- ✓ پیگیری تهیه اطلاعات جدید فنی مرتبط با بهره‌برداری نیروگاه‌ها
- ✓ شناسایی و تهیه نرم‌افزارهای جدید داخلی و خارجی مرتبط با برنامه‌ریزی توسعه بهینه تولید

• دفتر برنامه‌ریزی توسعه

- ✓ تبادل اطلاعات با شرکت‌های توزیع و برق منطقه‌ای
- ✓ تهیه گزارش‌های برآورد بار و انرژی به تفکیک برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع
- ✓ اقدامات مدیریت مصرف در سطح شرکت‌های برق منطقه‌ای
- ✓ اقدامات پایش برنامه‌های توسعه

❖ معاونت منابع انسانی و تحقیقات

از مهمترین وظیفه‌های معاونت منابع انسانی و تحقیقات مرتبط با حوزه پایایی شبکه‌های قدرت می‌توان مواردی مانند شناخت و تامین نیروی انسانی مورد نیاز جهت تحقق اهداف سازمان، دستیابی به آخرین یافته‌های علمی و کاربردی، انجام پژوهش‌های توسعه منابع انسانی و ارائه خدمات پشتیبانی لازم، برگزاری همایش‌های تخصصی و آموزشی به منظور تبادل و انتقال اطلاعات موجود، تامین نیازهای ICT صنعت برق به صورت مطمئن و اقتصادی، هدایت صنعت برق جهت توسعه و استفاده از تحقیقات و نوآوری‌ها و غیره را نام برد. این معاونت خود دارای دفاتر دفتر توسعه مدیریت و بهره‌وری، دفتر منابع انسانی، دفتر فناوری اطلاعات و آمار و دفتر امور تحقیقات برق می‌باشد. از مهمترین وظایف این دفاتر در حوزه پایایی می‌توان موارد زیر را نام برد:

- دفتر توسعه مدیریت و بهره‌وری

ارائه خدمات مشاوره‌ای به شرکت‌های زیرمجموعه در زمینه‌های مختلف

شناسایی و تامین نیازهای توانیر و شرکت‌های زیرمجموعه

هدایت و راهنمایی پرسنل در واحدهای اجرایی

تدوین، بازنگری و بروزرآوری برنامه استراتژیک توانیر

انجام مطالعات راهبردی صنعت برق و تهیه گزارشات مربوطه

- دفتر منابع انسانی

✓ توسعه تحلیل‌های آماری نیروی انسانی و نظارت بر اطلاعات صحیح و به‌هنگام فعالیت‌ها

✓ بررسی و تایید نیازهای کلان آموزشی در ستاد و شرکت‌های زیرمجموعه

✓ طراحی و پیشنهاد دوره‌های آموزشی

✓ بررسی و تایید سرفصل‌ها و محتوای دروس از نظر انطباق با نیازهای آموزشی

✓ اعمال نظارت بر مسائل آموزشی و ارزشیابی اثربخشی و کارایی دوره‌های آموزشی

- دفتر فناوری اطلاعات و آمار

✓ برنامه‌ریزی و سامان‌دهی جهت تقویت بستر سخت‌افزاری و نرم‌افزاری صنعت برق

✓ همکاری در تعیین و تنظیم استراتژی‌ها و سیاست‌های انفوماتیکی صنعت برق

- دفتر امور تحقیقات برق

✓ حمایت، هدایت، راهبری موسسات و مراکز علمی و پژوهشی به منظور انجام تحقیقات و پژوهش‌های

کاربردی

✓ سیاست‌گذاری در بخش تحقیقات شرکت‌های زیرمجموعه

✓ توسعه و گسترش تبادلات علمی و تحقیقات ملی و بین‌المللی در صنعت برق

۵-۳-۴- شرکت مدیریت شبکه برق ایران

شرکت مدیریت شبکه برق ایران در راستای سیاست‌های کلی تجدید ساختار صنعت برق کشور و به منظور ایجاد فضای رقابتی بین تولیدکنندگان انرژی الکتریکی، فعال نمودن بخش خصوصی، کاهش مداخله دولت، مدیریت عادلانه یارانه‌ها و شکوفایی اقتصاد صنعت برق به استناد بند (ژ) تبصره (۱۲) قانون بودجه سال ۱۳۸۳ کل کشور در نیمه دوم همان سال فعالیت خود را آغاز نمود [۲۱].

از اهداف کلان این شرکت می‌توان موارد زیر را نام برد:

❖ راهبری و پایش بهره‌برداری از شبکه تولید و انتقال برق کشور به منظور حفظ پایایی و امنیت شبکه و تأمین مطمئن برق.

❖ فراهم ساختن امکان دسترسی به شبکه برق کشور برای متقاضیان اعم از دولتی یا غیردولتی، به منظور خرید و فروش و یا جابجایی (ترانزیت) برق.

❖ برقراری شرایط خرید و فروش رقابتی برق و ایجاد، اداره و توسعه بازار و بورس برق

❖ اتخاذ تدابیر و انجام اقدامات لازم در راستای حصول اطمینان از تأمین برق، گسترش مشارکت بخش غیردولتی و توسعه رقابت در تولید و توزیع برق در چارچوب سیاست‌های وزارت نیرو.

به همین منظور و با هدف نیل به اهداف ترسیم شده، ماده ۷ اساسنامه این شرکت وظایف و مأموریت‌های آن تشریح شده است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

▪ توسعه، تجهیز و اداره مرکز ملی راهبری و پایش شبکه برق کشور (دیسپاچینگ) و هماهنگی و نظارت بر مراکز منطقه‌ای کنترل و پایش شبکه برق.

تبصره- برای حفظ پایایی و امنیت شبکه برق، کلیه مالکین و بهره‌برداران تأسیسات تولید و انتقال نیروی برق متصل به شبکه برق کشور موظفند از روش و تصمیمات متخذه مرکز ملی راهبری و پایش شبکه برق کشور پیروی نموده و آنها را به موقع اجرا بگذارند و آمار و اطلاعاتی را که خواسته می‌شود در اختیار قرار دهند.

- تعیین و ابلاغ تنظیمات مربوط به تأسیسات تولید و انتقال نیروی برق و برنامه‌های لازم برای تأمین پایایی و امنیت شبکه برق کشور.

- نظارت بر حسن اجرای مقررات، استانداردها و دستورالعمل‌های مرتبط با موضوع فعالیت شرکت و مراقب در تنظیمات مربوط به تاسیس‌ها و برنامه‌ها توسط مالکین و بهره‌برداران تأسیسات تولید و انتقال نیروی برق.

تبصره- شرکت مجاز است به عنوان کارگزار وزارت نیرو، هر موقع که لازم بداند تمام یا قسمتی از تأسیسات تولید و انتقال نیروی برق را که متصل به شبکه برق کشور است مورد بازرسی قرار دهد. مؤسسات مزبور موظفند نظریاتی را که شرکت بر اساس مفاد بند ۲ اعلام می‌کند، اجرا نماید.

- راهبری، انجام عملیات و توسعه بازار و بورس برق.
- خرید و فروش عمده برق در داخل و خارج کشور و نظارت بر خرید و فروش عمده برق در داخل و خارج کشور و دیگر عملیات در بازار برق که توسط سایر اشخاص حقیقی و حقوقی در چارچوب ضوابط و مقررات بازار برق انجام می‌شود.

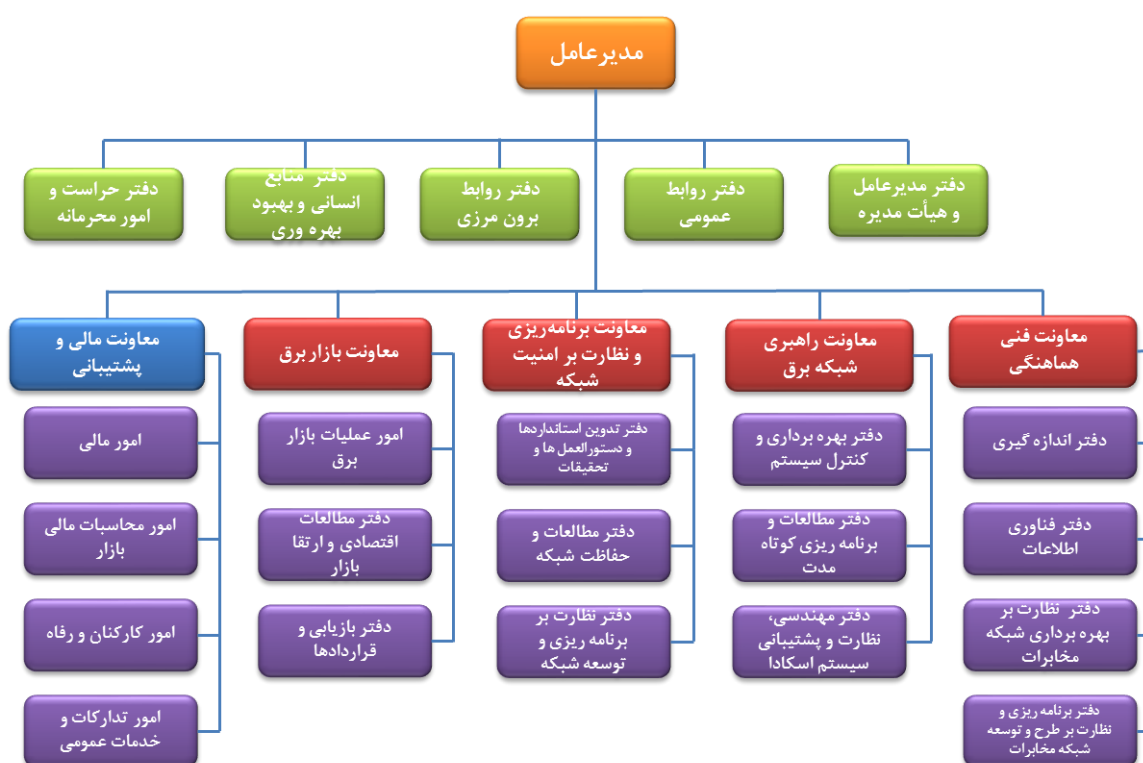
- مدیریت دسترسی و جابه‌جایی (ترانزیت) انرژی الکتریکی در شبکه برق شامل تبادلات درون و برون مرزی و اتخاذ تدابیر لازم برای پیشگیری از وضعیتی که رقابت در بازار برق را محدود می‌نماید.

- برقراری امکان عبور برق تولیدی نیروگاه‌های غیردولتی و عرضه‌کنندگان از طریق شبکه برق کشور.

- انجام اقدامات لازم برای دسترسی به شبکه برق کشور در چارچوب مقررات مصوب و بر اساس رقابت سالم برای متقاضیان، اعم از عرضه‌کنندگان برق (صرف نظر از اینکه خود تولید کننده باشند و یا در چارچوب مقررات مربوط برق برای عرضه در شبکه برق کشور در اختیار داشته باشند) و دریافت کنندگان برق (صرف نظر از اینکه برای مصرف خود برق را دریافت می‌کنند و یا در چارچوب مقررات قصد ارائه آن به سایرین را دارند) دولتی یا غیردولتی که دارای مجوز از وزارت نیرو می‌باشند، به منظور خرید و فروش و یا جابجایی (ترانزیت) برق.

- هماهنگی و مدیریت سیستم‌های انتقال داده در شبکه برق کشور.

- تنظیم و انتشار گزارشات ادواری از وضعیت پایایی و امنیت شبکه تولید و انتقال برق کشور و چگونگی رقابت در بازار برق و همچنین تدوین پیشنهادهای لازم در خصوص نیازهای شبکه برق کشور به تأسیسات تولید و انتقال و دیگر ملزومات (از جمله سیستم‌های حفاظتی و مخابراتی، تأمین بهینه ذخیره گردان، قابلیت کنترل فرکانس و جبران توان راکتیو) برای تأمین پایایی و امنیت شبکه و جلوگیری از به وجود آمدن وضعیتی که دسترسی به شبکه و یا رقابت در بازار برق را محدود می‌نماید و ارائه آن به شرکت‌های برق منطقه‌ای، شرکت توانیر و وزارت نیرو.
- ✎ تدوین مقررات، استانداردها و دستورالعمل‌های مرتبط با اهداف موضوع فعالیت شرکت از جمله دستورالعمل‌های ثابت بهره‌برداری و ارائه آن به وزارت نیرو جهت تصویب.
- انجام هرگونه عملیات و معاملاتی که برای مقاصد شرکت ضروری و مرتبط با موضوع فعالیت شرکت بوده و به صرفه و صلاح شرکت باشد.
- اجرای اموری که در شرکت توانیر در حوزه فعالیت شرکت به آن واگذار می‌نماید و یا وزارت نیرو در اجرای قانون سازمان برق ایران-مصوب ۱۳۴۶- و سایر قوانین و مقررات مربوط، انجام آن را به شرکت محول می‌کند.



شکل ۴-۷: نمودار سازمانی شرکت مدیریت شبکه برق ایران

۱-۵-۳-۴- معاونت راهبری شبکه برق کشور

معاونت راهبری شبکه مسئولیت مدیریت دیسپاچینگ ملی و هماهنگی و نظارت بر مراکز منطقه‌ای دیسپاچینگ را بر عهده دارد. بنابراین، از اهداف مورد توجه این معاونت را می‌توان موارد زیر را بر شمرده:

- حصول اطمینان از تأمین و تداوم در تأمین برق مورد نیاز مصرف کنندگان از طریق برنامه‌ریزی، پایش و مدیریت شبکه تولید و انتقال
 - حفظ پایداری و ایمنی شبکه تولید و انتقال، با توجه به معیارها و استانداردهای کمی و کیفی ناظر بر پایداری و امنیت شبکه
 - بهره‌برداری بهینه از منابع تولید و انتقال در چارچوب مقررات و معاملات بازار برق
- وظایف و مسئولیت‌ها:

- تأمین و تداوم برق رسانی بر اساس محور پایداری و ایمنی با توجه به شاخص‌های کمی فرکانس و ولتاژ:
- نظارت بر شرایط پایدار شبکه سراسری انتقال بر طبق:
 - ✓ دستورالعمل‌های ثابت بهره‌برداری
 - ✓ دستورالعمل‌های ویژه بهره‌برداری
- ✓ اعمال مدیریت مصرف با کاهش فرکانس و یا ولتاژ در محدوده‌های از پیش تعیین شده
- ✓ اعمال مدیریت مصرف در صنایع، فرمان کاهش مصرف از طریق اعمال خاموشی و یا قطع فیدر
- هماهنگی و نظارت بر اجرای برنامه‌های خروج و یا محدودیت تجهیزات جهت توسعه و تعمیرات
- واکنش سریع جهت جلوگیری از گسترش حادثه و برگشت وضعیت به حالت نرمال
- برگردان شبکه جدا شده و برقرار نمودن بخش‌های مختلف شبکه و بازگشت به حالت نرمال
- تهیه گزارشات وضعیت
- تهیه و توزیع آخرین نقشه‌های تک‌خطی شبکه سراسری
- نظارت و تایید نقشه‌های تک‌خطی عملیاتی ایستگاه‌های شبکه انتقال

- گزارش و پیگیری اشکالات ایجاد شده در سیستم‌های مخابراتی، اطلاع‌رسانی، تلفنی، نرم‌افزاری و سخت‌افزاری در تمام مدت شبانه‌روز
- دیسپاچینگ‌های منطقه‌ای :
- ✓ ایجاد هماهنگی و یکسان سازی مأموریت های محوله
- ✓ آموزش، بازآموزی پرسنل بهره‌برداری

۲-۵-۳-۴- معاونت بازار برق

- معاونت بازار برق علاوه بر عملیات بازار، مسئولیت توسعه بازار برق و ایجاد بازارهای جدید را دارا می‌باشد. در ادامه به بخشی از شرح وظایف این معاونت اشاره می‌گردد [۲۱].
- برنامه‌ریزی و انجام اقدامات جهت اجرائی نمودن مصوبات و رویه‌های اجرائی در مهلت مقرر با توسعه نرم‌افزاری و سخت‌افزاری
 - مطالعه و بررسی‌های اقتصادی جهت اتخاذ تدابیر و تصمیم‌گیری متناسب با شرایط محیطی حاکم بر صنعت برق کشور
 - مطالعه و بررسی‌های اقتصادی در جهت عقد قراردادهای برون مرزی
 - برنامه‌ریزی و انجام عملیات و توسعه بازار و بورس برق
 - مدیریت و برنامه‌ریزی جهت ایجاد انگیزه برای تحرک و نوآوری بیشتر و رقابت سالم در بازار برق
 - بسترسازی لازم به منظور تعریف صحیح بازار برق و مدیریت اطلاع رسانی عوامل موثر و مقررات بازار برق در صنعت برق کشور
 - اخذ تضمین لازم (اعتبارات) برای بازیگران داخلی وزارت نیرو یا نیروگاه‌های خارج از مدیریت و نظارت وزارت نیرو
 - عقد قراردادهای لازم مبادلات داخلی برای مؤسسات خارجی و داخلی
 - مدیریت و نظارت بر حسن انجام عملیات بازار، اجرای قراردادهای، صدور صورتحساب و تسویه حساب‌های به موقع در چارچوب ضوابط و مقررات بازار برق به منظور ایجاد اعتماد در بازار برق با همکاری معاونت مالی و پشتیبانی

۳-۵-۳-۴ - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت بر امنیت شبکه

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت بر امنیت شبکه مسئولیت تدوین استانداردها و دستورالعمل‌ها، همچنین انجام مطالعات برای حفظ امنیت شبکه در حال بهره‌برداری و برنامه‌ریزی و نظارت بر توسعه شبکه برق کشور را از طریق کمیته‌های متشکل از افراد با صلاحیت از شرکت‌های برق منطقه‌ای بر عهده خواهد داشت. از وظایف و مسئولیت‌های این معاونت می‌توان موارد زیر را برشمرد:

- دریافت، بررسی و تحلیل سیاست‌های شرکت و تدابیر مقام مافوق در امور ذی‌ربط
- همکاری در تهیه و تدوین اهداف و برنامه‌ریزی‌های کلان شرکت
- اجرای کلیه وظایف تخصصی محوله و ایجاد زمینه‌های ارتباطی مؤثر با واحدهای ذی‌ربط درون و برون شرکت
- تهیه و ارائه اهداف و برنامه‌ها و استراتژی‌های مرتبط با مجموعه تحت نظارت بر اساس اهداف و استراتژی‌های شرکت همراه با برآورد اعتبار مورد نیاز
- تجزیه و تحلیل و ارزیابی مستمر نتایج حاصل از عملکرد، برنامه‌ها و اهداف پیش‌بینی شده
- شناسایی، ارزیابی و بهره‌برداری ظرفیت‌ها و توانائی‌های بالفعل و بالقوه معاونت
- هدایت، کنترل و هماهنگ‌سازی فعالیت‌های مجموعه تحت نظارت در حیطه وظایف آنها
- برنامه‌ریزی و اتخاذ تدابیر لازم در رابطه با سازوکارهای انگیزشی مجموعه تحت نظارت به منظور ارتقاء کمی و کیفی عملکرد
- ارائه خدمات مشورتی در امور تخصصی به واحدهای زیر مجموعه و مرتبط در شرکت

۴-۵-۳-۴ - معاونت فنی هماهنگی

وظایف و مأموریت‌های این معاونت را شامل موارد زیر می‌شود:

- برقراری ارتباط Online بین مراکز نه‌گانه راهبردی شبکه برق کشور با مرکز دیسپاچینگ ملی
- بحث قرائت از راه دور کنتورهای منصوبه در خروجی نیروگاه‌ها و پست‌های انتقال
- تأمین بستر لازم برای تبادلات اطلاعاتی بازار برق ایران و بازارهای برق محلی
- بسترسازی برای راه‌اندازی بورس برق ایران

- ایجاد شاهراه اطلاعاتی بین کلیه شرکت‌های صف و ستاد صنعت برق ایران
- ایجاد زیرساخت مناسب برای یکپارچه سازی سیستم‌های جامع اطلاعاتی در صنعت برق
- اجاره مازاد ظرفیت انتقال اطلاعات به سایر ارگان‌های دولتی با هدف برگشت سرمایه
- همکاری در تهیه و تنظیم خط مشی، اهداف و برنامه‌های مدیریت متبوع
- اجرای کلیه فعالیت‌های تخصصی محوله و ایجاد زمینه‌های ارتباطی موثر بر سایر حوزه‌های شرکت
- انجام اقدامات لازم در راستای توسعه و بهبود کیفیت فعالیت‌ها به صورت مستمر
- تجزیه و تحلیل و ارزیابی مستمر نتایج حاصله از اجرای موثر فعالیت‌ها به منظور اطمینان از صحت و کیفیت انجام آنها

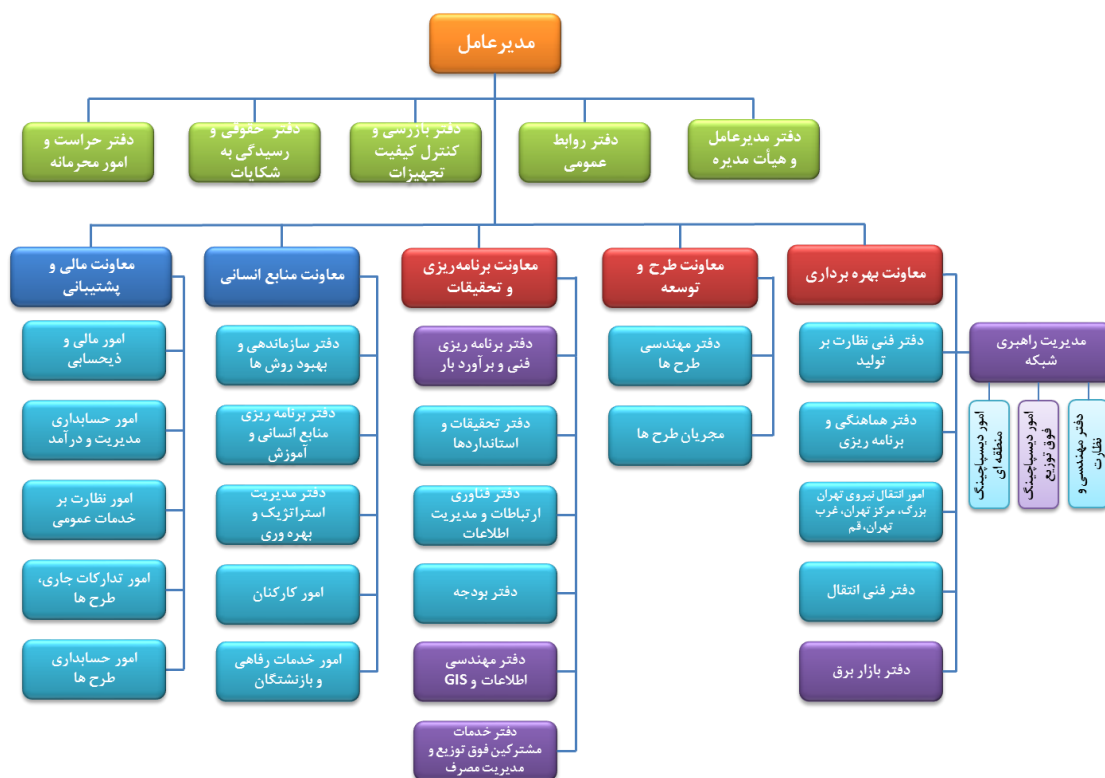
۶-۳-۴- شرکت‌های برق منطقه‌ای

شرکت‌های برق منطقه‌ای در حالی که خود زیرمجموعه شرکت مادر تخصصی توانیر هستند در محدوده جغرافیایی تحت مدیریت خود نقش کارفرمایی و وظیفه مدیریت و هماهنگی شرکت‌های زیرمجموعه و تأمین، تولید، انتقال و فروش برق (در سطح انتقال) را بر عهده دارند. این شرکت‌ها عبارتند از: برق منطقه‌ای آذربایجان، اصفهان، باختر، تهران، خراسان، خوزستان، زنجان، سمنان، سیستان و بلوچستان، غرب، فارس، کرمان، گیلان، مازندران، هرمزگان و یزد که به صورت شرکت‌های سهامی اداره می‌شوند و ۱۰۰ درصد سهام آن‌ها به صورت دولتی و در اختیار شرکت توانیر می‌باشد. مالکیت تأسیسات تولید و انتقال در منطقه نیز به شرکت‌های برق منطقه‌ای تعلق دارد [۳۱].

ماده ۷ اساسنامه شرکت‌های برق منطقه‌ای به موضوع فعالیت و وظایف این شرکت‌ها اشاره دارد که در ادامه تشریح می‌شود.

- خرید و فروش و مبادله نیروی برق اعم از کلی و جزئی.
- ایجاد و توسعه تأسیسات تولید و انتقال نیروی برق و اداره و بهره‌برداری از آنها.
- ایجاد و توسعه شبکه و تأسیسات توزیع نیروی برق در کلیه نقاط حوزه فعالیت خود و بهره‌برداری از آنها.
- اخذ هر گونه وام و تسهیلات مالی از منابع داخلی و خارجی، عرضه اوراق مشارکت داخلی و پیش فروش انشعاب و انرژی برق و سایر روش‌های تأمین منابع مالی با اخذ مجوز از مراجع قانونی.

- بهره‌برداری و اداره تأسیساتی که در اختیار شرکت گذارده می‌شود.
 - خرید خدمات از بخش غیر دولتی برای انجام امور مطالعاتی، اجرایی، بهره‌برداری و نگهداری تأسیسات صنعت برق و خدمات مشترکان به منظور کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری و ارتقای سطح خدمات.
 - انجام تمهیدات لازم به منظور توسعه مشارکت بخش غیر دولتی در صنعت برق به نحوی که دسترسی عام به شبکه‌های برق در حوزه فعالیت شرکت برای تبادل انرژی برقرار گردد.
 - ∇ تأمین برق کلیه مشترکان و واگذاری اشتراک به کلیه متقاضیان در چارچوب قوانین و مقررات ذی‌ربط.
 - انجام اموری که وزارت نیرو در اجرای قانون سازمان برق ایران و سایر قوانین و مقررات انجام آن را به عنوان کارگزار و یا نماینده به شرکت ارجاع می‌نماید.
 - انجام هرگونه عملیات و معاملات که برای مقاصد شرکت ضروری و مرتبط بوده و به صرفه و صلاح شرکت باشد.
- در راستای آشنایی بیشتر با شرکت‌های منطقه‌ای و تعاملات مختلفی که این شرکت با دیگر نهادهای فعال در صنعت برق دارد، نمودار سازمانی شرکت برق منطقه‌ای تهران در شکل ۴-۸ نشان داده شده است.



شکل ۴-۸: نمودار سازمانی شرکت برق منطقه‌ای تهران

۷-۳-۴- شرکت‌های توزیع نیروی برق

شرکت‌های توزیع به عنوان حلقه نهایی زنجیره تأمین برق مشترکین برق و تنظیم‌کننده نحوه و کیفیت ارتباطات و میزان جلب مشارکت مشترکین با صنعت برق از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و نقش حیاتی در میزان رضایت مشترکین و متقاضیان و پایداری اقتصادی صنعت برق ایفا می‌نماید. مدیریت در بخش توزیع چند بعدی بوده و ترکیبی از دیدگاه‌های اقتصادی، فنی، حقوقی و اجتماعی را به همراه دارد [۳۱].

ایجاد شرکت‌های توزیع نیروی برق از اولین تجربه‌های اصلاح ساختار در بخش خدمات عمومی کشور به شمار می‌رود و همپای بخش‌های تولید و انتقال هویتی مستقل یافته است. با توجه به اقدامات اساسی بعمل آمده به منظور سازگاری ساختار بخش‌های تولید و انتقال برق کشور با انتظارات و ضرورت‌های موجود، ایجاد تحول در بخش توزیع در اولویت قرار گرفته و که از مهم‌ترین قوانین تدوین شده می‌توان به "قانون استقلال شرکت‌های توزیع نیروی برق" نام برد [۳۱].

ماده ۴ اساسنامه شرکت‌های توزیع به موضوع فعالیت این شرکت‌ها به شرح زیر پرداخته است:

- ایجاد، توسعه، بهینه‌سازی و خرید شبکه و تأسیسات توزیع نیروی برق در حوزه فعالیت شرکت و در صورت نیاز با اخذ مجوزهای لازم در سایر مناطق.
- اجرای طرح‌های غیرانتفاعی از محل منابع عمومی با رعایت قوانین و مقررات مربوط به این گونه طرح‌ها.
- بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری شبکه‌ها و تأسیسات نیروی برق متعلق به شرکت
- همکاری با شرکت‌های برق منطقه‌ای در جانمایی بهینه پست‌های فوق توزیع.
- راهبری و پایش شبکه توزیع برق.
- ارائه خدمات مورد نیاز برای دسترسی سایر عرضه‌کنندگان به شبکه‌های توزیع به منظور خرید، فروش و جابجایی (ترانزیت) برق، با دریافت حق جابجایی (حق ترانزیت).
- خرید، فروش (از جمله روش‌های مختلف پیش خرید و پیش فروش) و جابجایی برق.
- انجام اقدامات لازم برای اطمینان از تأمین مستمر برق، از جمله عقد قراردادهای خرید و یا پیش‌خرید از عرضه‌کنندگان، با رعایت مقررات بازار برق و تحویل به مشترکین.

- ارائه خدمات به مشترکین و فراهم نمودن امکانات لازم برای قبول تقاضای جدید و واگذاری اشتراک و یا تغییر ظرفیت اشتراک‌های موجود در حوزه فعالیت شرکت.
- مدیریت بار، مصرف و تقاضای انرژی برق (مدیریت سمت تقاضا) در جهت مصرف بهینه برق.
- بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری تأسیسات و تجهیزات برق متعلق به سایرین، در صورت اخذ مجوزهای لازم.
- حمایت از توسعه ظرفیت‌های مشاوره‌ای پیمانکاری و فن‌آوری‌های جدید به منظور کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری و ارتقاء سطح خدمات به مشتریان.
- فروش برق به صورت عمده به مؤسسات برق به منظور تحویل به مصرف‌کنندگان.
- برون‌سپاری امور مطالعاتی و عملیات اجرایی رقابت‌پذیر (اعم از بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری، توسعه و بهینه‌سازی شبکه و تأسیسات و ارائه خدمات مشترکین).

به عنوان نمونه نمودار سازمانی شرکت توزیع نیروی برق نواحی استان تهران در شکل ۴-۹ نشان داده شده است.



شکل ۴-۹: نمودار سازمانی شرکت توزیع نواحی تهران

۴-۴- زیرمحور استانداردهای قابلیت اطمینان

در این قسمت زیرمحور استانداردهای قابلیت اطمینان مورد بررسی قرار گرفته است. استانداردهای قابلیت اطمینان، الزامات قابلیت اطمینان را برای برنامه‌ریزی و بهره‌برداری مناسب سیستم‌های قدرت تعریف می‌نمایند. این استانداردها با استفاده از یک رویکرد مبتنی بر نتایج^۱ که تمرکز آن عملکرد و مدیریت ریسک می‌باشد، توسعه می‌یابند. تامین قابلیت اطمینان مورد انتظار مصرف‌کنندگان نیازمند برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری، بهبود و نگهداری شبکه قدرت مطابق با استانداردها و معیارهای از پیش تعیین شده می‌باشد. بدین منظور توسعه استانداردهای قابلیت اطمینان از جمله مهمترین موضوعات موجود در حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت می‌باشد [۴۹-۵۱].

تدوین استانداردهای مختلف قابلیت اطمینان در زمینه‌های مختلفی مانند برنامه‌ریزی شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع، بهره‌برداری از شبکه‌های قدرت، فعالیت‌های تعمیر و نگهداری، مدل‌سازی، اطلاعات و ارزیابی، حفاظت تجهیزات و زیرساخت‌ها، ارتباطات و بسترهای مخابراتی، آمادگی و بهره‌برداری مطلوب در شرایط اضطراری، طراحی آرایش شبکه، اتصالات و کنترل سیستم و تدوین دستورالعمل‌های مورد نیاز جهت سنجش و ارزیابی عملکرد سازمان‌ها و مراکز اثرگذار بر پایایی شبکه از مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی موجود در این زیرمحور می‌باشد. در ادامه ابتدا به بررسی عملکرد کشورهای فعال در این حوزه مانند استرالیا و کانادا در این زمینه پرداخته شده است و سپس فعالیت‌های صورت گرفته در داخل کشور بررسی شده است.

❖ ملاحظات کشور استرالیا در زمینه توسعه استانداردهای قابلیت اطمینان

شرکت‌های ارائه دهنده خدمات در بخش برق ملزم به ارائه‌ی گزارش‌هایی از نحوه عملکرد خود و شاخص‌های قابلیت اطمینان در شبکه تحت پوشش آن شرکت‌ها می‌باشند که گزارش‌ها در چارچوب مشخصی تهیه می‌شوند و توسط نهادهای مستقلی بازرسی می‌گردند. در این مبحث به بررسی دستورالعملی که از سوی وزارت انرژی استرالیا در رابطه با قابلیت اطمینان شبکه در ایالت نیو ساوت ولز تنظیم شده است و شرکت‌های فعال در آن ایالت در زمینه ارائه خدمات در بخش توزیع ملزم به رعایت آن می‌باشند، پرداخته می‌شود. در ادامه فعالیت‌ها و سیاست‌های یکی از بزرگترین و قدیمی‌ترین شرکت‌های انرژی استرالیا مرور خواهد شد [۶۹-۷۰].

➤ دستورالعمل تنظیم شده ارزیابی وضعیت قابلیت اطمینان

در سال ۱۹۹۵ از طرف وزارت انرژی و شرکت‌های زیرمجموعه آن سندی به نام دستورالعمل تامین برق ۱۹۹۵^۱ به منظور تعیین قوانینی در محیط بازار رقابتی گاز و الکتریسیته در ایالت نیوساوت ولز تنظیم شد که هدف از این دستورالعمل ایجاد یک محیط رقابتی کامل با بازدهی بالا، تضمین حق انتخاب مشترکین، حفظ حقوق مشترکین کوچک، جلوگیری از فروش ناعادلانه و تامین انرژی با امنیت و قابلیت اطمینان بالا بود. پس از آن این دستورالعمل در طول سال‌های مختلف توسعه پیدا کرده است. در سال ۲۰۰۵ وزارت انرژی شرایط و دستورالعمل‌های جدیدی به نام "شرایط و قوانین طراحی، قابلیت اطمینان و کارایی"^۲ را در رابطه با قابلیت اطمینان شبکه به دستورالعمل تامین برق ۱۹۹۵ اضافه نمود که شرکت‌های ارائه دهنده خدمات در بخش شبکه‌های توزیع ملزم به رعایت آن می‌باشند. هدف از تنظیم این شرایط تسهیل در تامین برق با امنیت و قابلیت اطمینان مناسب می‌باشد. این شرایط رعایت استانداردهایی در رابطه با طراحی، قابلیت اطمینان و عملکرد شبکه را به شرکت‌ها اعمال می‌کند. شرکت‌های ارائه دهنده خدمات در بخش شبکه‌های توزیع ملزم به تهیه گزارش جهت نشان دادن میزان تعهد به بندهای این استاندارد می‌باشند. از سال ۲۰۰۵ تاکنون گزارش‌های زیادی براساس این شرایط از سوی شرکت‌ها نوشته شده است [۶۹-۷۰].

- بررسی شرایط و دستورالعمل‌های اضافه شده در رابطه با قابلیت اطمینان شبکه به دستورالعمل تامین برق ۱۹۹۵

▪ مقوله برنامه ریزی طراحی

در مقوله برنامه ریزی طراحی، استانداردها به گونه‌ای تنظیم می‌شوند که با رعایت آن استانداردها توسط شرکت‌های تامین کننده برق برنامه‌ریزی‌های طراحی، توسعه، مدیریت و بهره برداری شبکه‌های توزیع به شکلی باشد که موارد زیر تضمین شود:

✓ پاسخگوی استانداردهای تعیین شده‌ی قابلیت اطمینان باشد.

✓ تامین برق به اندازه‌ای باشد که پاسخگوی افزایش میزان تقاضا با حفظ تعهدات تعریف شده در قوانین باشد.

در جدول ۲-۴ نمونه‌ای از استانداردها در مقوله برنامه‌ریزی طراحی برای المان‌های خط و پست شبکه نشان داده شده است.

به عنوان مثال طبق داده‌های این جدول یک پست توزیع شهری که جمعیتش از ۱۵۰۰۰ نفر بیشتر است، باید به گونه‌ای

۱- Electricity Supply Act 1995

۲- Design, Reliability and Performance License Conditions

طراحی شود که آن پست امنیت N-1 پیشامد داشته باشد، یعنی با وقوع یک پیشامد باز هم آن المان شبکه پایدار بماند. همچنین طراحی باید به گونه‌ای باشد مدت زمان قطعی مشترکین این پست کمتر از ۴ ساعت باشد.

جدول ۴-۲: نمونه‌ای از استانداردها در مقوله برنامه ریزی طراحی برای المان‌های خط و پست شبکه

مدت زمان قطعی	استاندارد امنیت	اندازه بار	نوع بار	المان شبکه				
>۱ دقیقه (اولین قطعی) >۱ ساعت (دومین قطعی)	N-2	هر مقداری	CBD ^۱	خط فوق توزیع				
					>۱ دقیقه	N-1	شهری و غیر شهری	$\geq 5 \text{ MVA}$
					بهترین زمان تعمیر	N	غیر شهری	$< 5 \text{ MVA}$
>۱ دقیقه (اولین قطعی) >۱ ساعت (دومین قطعی)	N-2	هر مقداری	CBD	پست فوق توزیع				
					>۱ دقیقه	N-1	شهری و غیر شهری	هر مقداری
>۱ دقیقه >۴ ساعت	N-1	هر مقداری	CBD	پست توزیع				
					بهترین زمان تعمیر	N	شهری (>۱۵۰۰۰)	هر مقداری
					بهترین زمان تعمیر	N	غیر شهری (<۱۵۰۰۰)	هر مقداری
					بهترین زمان تعمیر	N	غیر شهری	هر مقداری
>۱ دقیقه بهترین زمان تعمیر	N-1 N	هر مقداری هر مقداری	CBD	فیدر توزیع				
							شهری و غیر شهری	هر مقداری

▪ اهداف تدوین استانداردهای قابلیت اطمینان

هدف از تعیین استانداردهای قابلیت اطمینان موارد زیر است:

برای یک شرکت توزیع تامین کننده برق، مینم میانگین قابلیت اطمینان را با توجه به نوع فیدرها مشخص کند، و مبنایی برای ارزیابی سطح کارائی یک شرکت توزیع با توجه به سطح کارائی قابلیت اطمینان شبکه وجود داشته باشد. به عنوان نمونه در شکل‌های ۴-۴ و ۴-۵ استاندارد میانگین قابلیت اطمینان برای سال‌های مختلف نشان داده است. نکته قابل توجه آن است که این استانداردها برای هر شرکت متفاوت است [۶۹-۷۰].

(به معنای بار در نواحی مهم تجاری شهر سیدنی می‌باشد) ۱- Sydney central business district only

EnergyAustralia						
Feeder Type	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11
CBD	60	57	54	51	48	45
Urban	90	88	86	84	82	80
Short-rural	400	380	360	340	320	300
Long-rural	900	860	820	780	740	700
Integral Energy						
Feeder Type	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11
Urban	90	88	86	84	82	80
Short-rural	300	292	284	276	268	260
Long-rural	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Country Energy						
Feeder Type	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11
Urban	140	137	134	131	128	125
Short-rural	340	332	324	316	308	300
Long-rural	750	740	730	720	710	700

شکل ۴-۱: میانگین استاندارد SAIDI برای مشترکین برحسب دقیقه

EnergyAustralia						
Feeder Type	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11
CBD	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.3
Urban	1.3	1.28	1.26	1.24	1.22	1.2
Short-rural	4.4	4.2	3.9	3.7	3.4	3.2
Long-rural	8.5	8	7.5	7	6.5	6
Integral Energy						
Feeder Type	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11
Urban	1.3	1.28	1.26	1.24	1.22	1.2
Short-rural	2.8	2.76	2.72	2.68	2.64	2.6
Long-rural	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Country Energy						
Feeder Type	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11
Urban	2	1.96	1.92	1.88	1.84	1.8
Short-rural	3.3	3.24	3.18	3.12	3.06	3.0
Long-rural	5	4.9	4.8	4.7	4.6	4.5

شکل ۴-۱۱: میانگین استاندارد SAIFI برای مشترکین

▪ استاندارد اختصاصی فیدرها

در آخر هر فصل سال شرکت مربوطه باید گزارشی از مقادیر SAIDI و SAIFI در ۱۲ ماه منتهی به آن فصل به ازای هر فیدر پس از مجزا کردن قطعی‌های مستثنی شده بدهد، دلایل هر قطعی را بیان کند و راهکارهای بهبود قابلیت اطمینان فیدر-هایی که مقدار SAIDI و SAIFI آنها از حد معین تجاوز کرده است و برنامه‌ریزی لازم جهت این بهبودها را ارائه دهد. همچنین در پایان هر فصل گزارشی از کارهای انجام شده برای بهبود قابلیت اطمینان فیدرهایی که در فصل قبل دچار قطعی شده بودند بدهد، که این کارها می‌تواند شامل تعویض سایر المان‌های شبکه یا صرفاً تعمیر و نگهداری همان فیدر باشد [۶۹-۷۰].

▪ استاندارد سرویس‌دهی به مشترکین

هدف از تعیین استاندارد سرویس‌دهی به مشترکین آن است که مشترکینی که از نظر شاخص‌های قابلیت اطمینان فقیر هستند شناسایی شوند تا بر روی آنها سرمایه‌گذاری شود. این استانداردها بیان می‌کنند در صورتی که مدت زمان قطعی یک

مشترک از استاندارد SAIDI آن مشترک بیشتر بود، یا تعداد قطعی‌ها برای یک مشترک از استاندارد SAIFI آن مشترک تجاوز نماید، شرکت خدمات دهنده در شبکه توزیع پس دریافت ادعای خسارت از سوی مشترک، در صورت وارد بودن ادعا ملزم به پرداخت ۸۰ دلار به ازای هر ادعای معتبر طی یک ماه از زمان ادعا است. حداکثر سقف پرداخت خسارت تا ۳۲۰ دلار در سال هست. شرکت ملزم است که مشترکان را نسبت به این قوانین و حقوق خود به گونه قابل توجیهی (مثلا درج در وب سایت شرکت یا درج در گزارش‌های سالانه) آگاه کند [۶۹-۷۰].

- نحوه ارزیابی و گزارش دهی

- مقوله برنامه ریزی طراحی

شرکت‌ها موظفند پایان هر سال گزارشی از مقوله برنامه ریزی طراحی در آن سال ارائه دهند و در آن گزارش‌های که مطابق برنامه ریزی طراحی توسعه پیدا نکرده‌اند را ذکر کنند. همچنین در این گزارش راهکارهایی برای پاسخگویی به افزایش در میزان مصرف و شاخص‌های قابلیت اطمینان بیان گردند.

- استانداردهای ارزیابی و گزارش قابلیت اطمینان

در ماه آخر هر فصل شرکت باید گزارشی از استانداردهای قابلیت اطمینان آن فصل و ۲۴ ماه پیشین منتهی به آن فصل بدهد. گزارش باید شامل موارد زیر باشد:

پس از مجزا کردن قطعی‌های مستثنی شده گزارشی از میانگین SAIDI و SAIFI‌ها با توجه به نوع فیدها و همچنین گزارشی از SAIDI و SAIFI هر فیدر بدهد.

در صورتی که استانداردها رعایت نشده باشد دلیل تجاوز از حد استانداردهای تعیین شده و برنامه برای برطرف کردن و بهبود آن ارائه شود.

- استاندارد سرویس‌دهی به مشترکین

آخر هر فصل شرکت باید گزارشی از آن فصل و ۱۲ ماه منتهی به آن فصل بدهد. این گزارش باید شامل تعداد ادعاهای انجام شده برای خسارت، تعداد ادعاهای معتبر و غیر معتبر و میزان پرداخت برای خسارت‌ها باشد.

- گزارش اتفاقات اصلی

شرکت‌های توزیع موظفند اتفاقات اصلی قابل توجه چون صدمه به افراد، قطعی گسترده برق را ظرف ۲۴ ساعت به وزارتخانه گزارش دهند.

▪ گزارش بازرسی مستقل

طبق بندهای این دستورالعمل، آخر هر سال مالی باید یک بازرسی مستقل برای رسیدگی به عملکرد شرکت‌هایی که موظف به رعایت استانداردهای بالا بوده‌اند صورت گیرد، تا عملکرد شرکت در قبال هر کدام از شرایط عنوان شده در دستورالعمل بررسی شود. بنابراین شرکت فردی مستقل را در صورت تایید دیوان مستقل رگولاتوری و قیمت‌گذاری^۱ برای این کار مشخص می‌کند و یا اینکه IPRT خود شخصی را برای این کار معین می‌کند. آخر هر سال گزارش تهیه شده توسط فرد مستقل به IPRT و وزارتخانه تحویل داده می‌شود.

دیوان مستقل رگولاتوری و قیمت‌گذاری یک استاندارد قابلیت اطمینان سرویس‌دهی را با توجه قیمت‌هایی که در سال بعد تعیین می‌شوند، مشخص می‌کند. این دیوان استانداردهای قابلیت اطمینان موجود را که توسط شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات در بخش توزیع ارائه می‌شوند را بررسی کرده و استاندارد را تعریف می‌کند که انتظار می‌رود شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات برای دوره تنظیمی آینده فراهم کند. این مرکز بررسی می‌کند که آیا شرکت‌ها با توجه به درآمدشان، قادر به رعایت استانداردها در طول بازه زمانی مربوطه می‌باشند [۷۰-۶۹].

▪ چند نکته کلی در مورد گزارش‌ها

وقتی که وزارتخانه فرمت مشخصی را برای گزارش‌ها ارائه می‌دهد، شرکت‌ها ملزم به تهیه گزارش در چارچوب آن فرمت هستند. شرکت‌ها ملزمند هرگونه اطلاعاتی که وزارتخانه درخواست می‌دهد مانند هزینه‌ی سرمایه‌گذاری‌ها را بدون هیچ محدودیتی در اختیار وزارتخانه بگذارند.

• شاخص‌های قابلیت اطمینان در شبکه توزیع

این گزارش طبق دستورالعمل "شرایط و قوانین طراحی، قابلیت اطمینان و کارایی" برای شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات در بخش شبکه‌های توزیع تهیه شده است. در این گزارش دو شاخص قابلیت اطمینان SAIFI و SAIDI مورد استفاده قرار گرفته است.

▪ نگاهی به برخی استانداردهای تعریف شده

شرکت‌های انرژی استرالیایی چون شرکت EnergyAustralia حجم زیادی از استانداردها را دارا می‌باشند. به عنوان مثال در این شرکت برای مواردی چون طراحی و نصب کابل‌های زیرزمینی و کابل‌های هوایی، چگونگی کار با GIS، شاخه‌زنی

درختان، پست‌های کیوسکی، روشنایی معابر و غیره استانداردهای کاملی وجود دارد. به عنوان نمونه در استاندارد شبکه NS Volume 1, 0109 به صورت کامل استانداردهای یک شبکه توزیع بیان شده است، این استاندارد شامل موارد زیر است:

✓ تصمیم‌گیری در برنامه ریزی طراحی چون انتخاب زیرزمینی یا هوایی بودن کابل، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ یا ۴۰۰ آمپر بودن کابل

✓ خطرهای احتمالی چون احتمال افتادن یک دکل،

✓ استاندارد نرخ حرارتی تجهیزات،

✓ استاندارد تعمیر و نگهداری شبکه،

✓ استاندارد نصب و اتصال تجهیزات،

✓ آرایش شبکه چون شعاعی یا حلقوی بودن شبکه، تعداد فازها و ... ،

✓ حفاظت شبکه چون مکان نصب سوئیچ‌ها، ریکلوزرها، فیوزها با توجه به سطح ولتاژ و مدت زمان عمل کردن رله‌ها، کنترل از راه دور،

✓ مقدار مجاز افت ولتاژ، طول کابل‌ها و امپدانس خطوط،

✓ استاندارد کیفیت توان،

✓ استاندارد سطح قابلیت اطمینان چون تعداد و مکان نقاط مانور، امکان سنجی استفاده از شبکه‌های حلقوی و آرایش چند فیدره در مکان مقتضی،

✓ استاندارد انواع پست‌ها و کیوسک‌ها.

در کشور ما نیز فعالیت‌های نسبتاً مناسبی از نظر تدوین استانداردهای مرتبط با پایایی شبکه‌های قدرت انجام گرفته است. مطابق مباحث مطرح شده در زیرمجموعه مدیریت، هماهنگی و تنظیم قابلیت اطمینان، با توجه به ساختار فعلی صنعت برق که در شکل ۴-۴ نشان داده شده است، وزارت نیرو به عنوان بازوی حاکمیت در صنعت برق وظیفه سیاست‌گذاری کلان انرژی برق و تدوین اسناد بالادستی را بر عهده دارد. معاونت‌های برق و انرژی و معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی به صورت مستقیم و غیر مستقیم در شکل‌گیری استانداردهای پایایی موثر می‌باشند [۶۸]. شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر) عهده‌دار تدوین و ابلاغ دستورالعمل‌های اجرایی و نظارت بر عملکرد و کنترل تعهدات نهادهای زیرمجموعه می‌باشد

[۳۱]. وظایف و مسئولیت‌های معاونت‌ها و دفاتر مختلف شرکت توانیر در بخش‌های قبلی به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است. نهاد تنظیم مقررات وظیفه قانون‌گذاری و پایش بازار برق را عهده‌دار است [۴۰].

شرکت مدیریت شبکه وظیفه اجرای بازار برق و حفظ پایداری شبکه را دارا می‌باشد. از مهمترین وظایف این شرکت می‌توان مواردی مانند تنظیم و انتشار گزارشات ادواری از وضعیت پائیی و امنیت شبکه تولید و انتقال برق کشور و چگونگی رقابت در بازار برق و همچنین تدوین پیشنهادهای لازم در خصوص نیازهای شبکه برق کشور به تأسیسات تولید و انتقال و دیگر ملزومات (از جمله سیستم‌های حفاظتی و مخابراتی، تأمین بهینه ذخیره گردان، قابلیت کنترل فرکانس و جبران توان راکتیو) برای تأمین پایایی و امنیت شبکه و جلوگیری از به وجود آمدن وضعیتی که دسترسی به شبکه و یا رقابت در بازار برق را محدود می‌نماید و ارائه آن به شرکت‌های برق منطقه‌ای، شرکت توانیر و وزارت نیرو، تدوین مقررات، استانداردها و دستورالعمل‌های مرتبط با اهداف موضوع فعالیت شرکت از جمله دستورالعمل‌های ثابت بهره‌برداری و ارائه آن به وزارت نیرو جهت تصویب را نام برد [۲۱].

در این شرکت، دفتر تدوین استانداردها، تحقیقات و دستورالعمل‌ها تعداد ۷ استاندارد مختلف را تدوین کرده است و ۸ استاندارد در حال تدوین را در دستور کار خود دارد. در میان استانداردهای تدوین‌شده، سه استاندارد مربوط به برنامه‌ریزی بهره‌برداری شامل: استاندارد هماهنگی پایایی، استاندارد برنامه‌ریزی برون‌رftها و استاندارد ارزیابی پایایی و امنیت، مربوط به قابلیت اطمینان شبکه می‌باشند. از میان ۸ استاندارد در حال تدوین، استانداردهای امنیت بهره‌برداری و برنامه‌ریزی شبکه انتقال در زمینه پایایی و امنیت شبکه می‌باشند که سرفصل مطالب مندرج در این استانداردها در بخش زیر بیان شده‌اند.

لیست استانداردهای تدوین شده

- ❖ استانداردهای برنامه‌ریزی بهره‌برداری
 - استاندارد هماهنگی پایایی
 - استاندارد برنامه‌ریزی برون‌رftها
 - استاندارد ارزیابی پایایی و امنیت

لیست استانداردهای در حال تدوین

- ❖ امنیت بهره‌برداری

- الف) تعیین حدود مجاز و اضطراری بارگیری از خطوط (حرارتی، ولتاژ و پایداری) و ترانسفورماتورها
- ب) تعریف شرایط عادی، غیرعادی و اضطراری
- ج) تعیین معیار امنیت شبکه و نحوه ارزیابی آن
- د) روش‌های مقابله با شرایط غیرعادی پس از وقوع پیشامدها
- هـ) نحوه تعامل بازار و بهره‌بردار جهت اجرای بازار بهنگام
- ❖ برنامه‌ریزی شبکه انتقال

- الف) تعریف معیار قابلیت اطمینان برنامه‌ریزی شبکه و نحوه ارزیابی آن
- ب) نیازمندی‌های مرتبط با حفظ پایداری گذرا در مرحله برنامه‌ریزی شبکه
- ج) تعریف معیارهای برنامه‌ریزی توان راکتیو و نحوه تعامل آن با برنامه‌ریزی خطوط

شرکت‌های برق منطقه‌ای نیز به عنوان نهادهای زیرمجموعه توانیر وظیفه خرید و فروش برق و نیز بهره‌برداری تعمیرات و توسعه تأسیسات تولید و انتقال نیروی برق در حوزه عملکردی خویش و شرکت‌های توزیع نیروی برق نیز نقش خریدار برق برای متقاضیان خرد و همچنین وظیفه بهره‌برداری، تعمیرات و توسعه (پس از تصویب طرح و تأمین مالی شرکت توانیر) تأسیسات توزیع نیروی برق در حوزه عملکردی تعریف شده را دارا می‌باشند. از مهمترین وظایف این شرکت‌ها در این حوزه، بازنگری، اصلاح و اجرای دقیق دستورالعمل‌های بهره‌برداری، ایمنی، رویه‌ها و روش‌های اجرایی می‌باشد.

❖ ملاحظات پیشنهادی درخصوص تهیه استانداردها و دستورالعمل‌های پایایی برای هر ناحیه

در عمل توسعه استانداردهای واحد قابلیت اطمینان به گونه‌ای که بتوان همه شرکت‌های برق را با هم مقایسه کرد بسیار دشوار است. تفاوت‌های بسیاری بین فرآیند جمع‌آوری داده و ویژگی‌های شبکه تحت نظارت شرکت‌های برق وجود دارد. به علاوه، توسعه معیارهایی در قالب استانداردها یا دستورالعمل‌ها به گونه‌ای که شرکت‌های برق خود را با عملکرد گذشته خود مقایسه کنند منطقی‌تر و عملیاتی‌تر است. از سوی دیگر، رگولاتورها که موظفند بر عملکرد شبکه از جنبه‌های مختلف از جمله قابلیت اطمینان نظارت کنند، جهت تنظیم استانداردها نیاز به درک صحیح از وضعیت شبکه دارند و بدون آن با موانع و انحراف مواجه خواهند شد.

الگوبرداری یا مقایسه شاخص‌های قابلیت اطمینان در میان شرکت‌های برق دشوار است، به چند علت:

- ✓ طراحی‌های گوناگون در شبکه‌ها مختلف
- ✓ ویژگی‌های بهره‌برداری
- ✓ خط‌مشی‌های نگهداری و تعمیرات
- ✓ تفاوت در تعریف مفاهیم
- ✓ شرایط جغرافیایی مناطق آب و هوایی
- ✓ حذف یا اعمال اثر روزهای با حوادث بحرانی^۱

توجه به مسائل و فاکتورهای متعدد هنگام توسعه استانداردها و مقایسه شرکت‌ها با هم ضروری است. در ادامه به بررسی چند فاکتور مهم در تدوین استانداردهای قابلیت اطمینان توزیع پرداخته خواهد شد. به علاوه، توجه به این نکته ضروری است که عموماً استانداردها تنها به یک سری تعاریف چهارچوب‌دار محدود می‌شوند و مواردی نظیر ریسک‌های مالی را مد نظر قرار نمی‌دهند. حال آنکه دستورالعمل‌های اجرایی نیز در کنار آنها جهت ارزیابی و تحلیل‌های جامع از عملکرد شبکه لازم است. وجود استانداردها در کنار دستورالعمل‌های اجرایی کاملاً می‌تواند کارآمد باشد. از میان تمام فاکتورهای مهم که لازم است در تهیه استانداردها مد نظر قرار گیرند، در اینجا به چهار مورد مهم‌تر اشاره شده است:

➤ مخزن داده^۲

مشارکت شاخص‌های مختلف تداوم سرویس، دانش وسیعی در خصوص چگونگی بهبود قابلیت اطمینان به دست می‌دهد. مطابق تعریف سیستم گزارش‌گیری CEA، کدهای خاموشی به تفکیک علت عبارتند از:

- ✓ نامشخص،
- ✓ بابرنامه،
- ✓ از دست رفتن تغذیه،
- ✓ برخورد درختان،
- ✓ صاعقه،
- ✓ نقص تجهیزات،

✓ شرایط نامساعد جوی،

✓ شرایط نامساعد محیطی،

✓ عوامل انسانی،

✓ تداخل‌های خارجی.

هرچند، برخی شرکت‌های برق چند کد اختصاصی را هم در سیستم مدیریت خاموشی خود افزوده‌اند، نظیر:

✓ قطع به دلیل حفاری،

✓ برخورد حیوانات،

✓ خاموشی ناشی از نقص در سمت مشتری.

✓ خاموشی ناشی از عملیات سایر شرکت‌های خدمات‌رسانی نظیر تلفن، آب و

توسعه این کدها در قالب استانداردهای جمع‌آوری داده ضروری است. به علاوه، پیروی از موارد آن حین ثبت علل رخدادها و اهتمام در جهت ثبت دقیق آنها در ارزیابی‌ها بسیار حیاتی خواهد بود. از سوی دیگر اگر در عمل تعدادی از موارد توسط چند شرکت صرف‌نظر شود، لازم است در هنگام مقایسه شرکت‌ها باهم کاملاً شفاف شوند.

➤ تفاوت تعریف در محاسبه شاخص‌ها

در استاندارد سازی و مقایسه عملکرد شرکت‌ها لازم است به نحوه تعریف هر یک از شاخص‌ها توجه شود. تفاوت در تعاریف امکان مقایسه بین شرکت‌ها را منتفی می‌کند.

➤ ویژگی‌های سیستم

شامل ملاحظات از قبیل:

✓ سیستم شهری / روستایی یا تلفیقی،

✓ حد مجاز بارگذاری فیدرها،

✓ توپولوژی شبکه،

✓ شرایط جوی و محیطی غالب،

➤ سیستم جمع‌آوری داده‌های خاموشی

۵-۴- زیرمحور سیاست‌های حفاظت از محیط زیست

این زیرمحور را می‌توان زیرمجموعه زیرمحور استانداردهای قابلیت اطمینان نیز دانست ولی به دلیل اهمیت موضوع و متفاوت بودن ماهیت آن با دیگر عناوین مطرح شده در زیرمحور استانداردها، این بحث به صورت جداگانه در قالب یک زیرمحور ارائه شده است.

یکی از مهمترین اصول در توسعه پایدار طرح‌های صنعتی و عمرانی کشور، ظرفیت و پتانسیل پذیرش محیط از نظر دریافت آلاینده‌ها است. به طوری که مشخص کردن میزان آلودگی منتشره از صنایع هر منطقه تعیین‌کننده امکان توسعه طرح‌های صنعتی در آن منطقه می‌باشد. عوامل دیگری چون اولویت‌بندی فعالیت‌های صنعتی کشور و در نظر گرفتن میزان آلودگی منتشره به ازای محصول تولیدی در هر واحد صنعتی با لحاظ نمودن هزینه آلودگی منتشره از صنایع در این امکان سنجی موثرند [۷۱-۷۳].

در صنعت برق همانند سایر صنایع، با توجه به روند رو به رشد تولید و مصرف انرژی در دو دهه گذشته و سهم عمده نیروگاه‌های حرارتی در تولید، باید آلودگی‌های گازی، آبی و جامد منتشره از نیروگاه‌های حرارتی در هر منطقه برآورد گردد. زیرا با توجه به سهم بالای نیروگاه‌های کشور در آلوده‌سازی هوای محیط و به خطر انداختن سلامت عمومی جامعه ناشی از اثرات گازهای CO₂ (گرمایش جهانی و تغییر اقلیم)، NO_x (تشکیل مه دود فتو شیمیایی و سنتز ازن سطحی که موجب اختلال در سیستم تنفسی انسان می‌گردد)، SO₂ (ترکیب اسیدی در منطقه و ایجاد سکنه قلبی و مغزی)، ذرات معلق PM₁₀ (عامل نارسایی تنفسی و بیماری‌های قلبی)، بحث شناخت و کاهش آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های صنعت تولید برق در دراز مدت نقشی حیاتی و استراتژیک خواهد داشت [۷۱-۷۳].

طرح انرژی پاک^۱ (CPP) هم از نظر چشم‌اندازهای موجود و هم از نظر تاثیرات ضمنی آن بر بخش برق دارای پیچیدگی‌های فراوانی می‌باشد. متأسفانه بررسی‌های اولیه بر روی این طرح نشان می‌دهد که طرح انرژی پاک قابلیت اطمینان سیستم قدرت را با ریسک‌های جدی مواجه خواهد نمود.

هدف و آرمان طرح CPP کاهش در انتشار گاز CO₂ به میزان ۳۰ درصد نسبت به مقدار پایه‌ی سال ۲۰۰۵ است. وادار کردن تولیدکنندگان توان الکتریکی به اتخاذ اقدامات غیرعملی در یک زمان فشرده و کوتاه به منظور کاهش انتشار آلاینده‌ی،

کفایت سیستم قدرت الکتریکی را در آینده دچار مشکلاتی خواهد نمود. زیرا اجرای این طرح می‌تواند برای مثال موجب تغییر نحوه توزیع توان میان واحدهای تولیدی موجود شده و بر ظرفیت تولیدی نیز اثرگذار باشد.

برای نمونه در مراجع [۷۱-۷۳] اشاره شده است که خدمات قابلیت اطمینان ضروری (ERS) با اجرای طرح CPP می‌تواند تحت تنش قرار گیرد. تغییرات مورد انتظار ایجاد شده در ترکیب تولید و رویه‌های انتقال توان نیاز به روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان جامع‌تری به منظور بررسی تغییرات ایجاد شده در توان‌های عبوری و خدمات ERS خواهد داشت. خدمات ERS شامل یک سری خدمات کلیدی می‌باشند که برای حفظ قابلیت اطمینان سیستم قدرت مورد نیاز می‌باشند. این خدمات شامل تعادل بار و تولید، پشتیبانی ولتاژ، پشتیبانی فرکانس می‌باشند. با اجرای طرح CPP و اتصال واحدهای تولید سازگار با این طرح نسبت به واحدهای سنتی، چالش‌های جدیدی در حوزه قابلیت اطمینان سیستم می‌تواند ایجاد شود.

پیاده‌سازی قوانین و مقررات جدید در حوزه حمایت از محیط زیست نگرانی و چالش‌های را متوجه بحث قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت نموده است. البته وارد کردن شوک بزرگ به سیستم قدرت ناشی از اجرای این مقررات بسیار بعید به نظر می‌رسد. این قوانین تنها منجر به تغییر اندکی در ظرفیت شبکه تولید خواهند شد.

دو نمونه از مهمترین طرح‌های موجود در این زمینه قانون بین ایالتی آلودگی هوا، که میزان انتشار گازهای NO_x و SO_2 را در نیمه شرقی کشور ایالت متحده محدود می‌کند؛ و استانداردهای جیوه و آلاینده‌های هوا، که نرخ انتشار ملی جیوه و دیگر آلاینده‌های سمی را در هوا محدود می‌کند، می‌باشند. بسته به اینکه چگونه این قوانین و مقررات پیاده‌سازی شوند و اینکه چگونه صنعت برق و قانون‌گذاران ایالتی نسبت به آن واکنش نشان دهند، بسیار محتمل است که این مقررات قابلیت اطمینان سیستم قدرت را تحت تاثیر خود قرار دهند. این قوانین و طرح‌های یاد شده می‌توانند بر واحدهای شبکه تولید، ظرفیت شبکه و حاشیه رزرو مورد نیاز برای سیستم موثر باشد. به هر حال این مقررات منجر به افزایش سرمایه‌گذاری در توسعه تکنولوژی‌های کنترل آلاینده‌ها خواهد شد [۷۱-۷۳].

مطالعات متعددی در طی سال‌های اخیر به بررسی تاثیر مقررات جدید در حوزه حفاظت از محیط زیست بر صنعت برق پرداخته‌اند. در این مطالعات مهمترین عواملی که مورد توجه قرار گرفته است شامل مواردی مانند کنار گذاشتن ژنراتورهای زغال سنگی، تاثیر بر قابلیت اطمینان سیستم و میزان سرمایه‌گذاری‌های جهت کنترل میزان آلودگی‌های ژنراتورهای موجود می‌باشد.

بطور کلی توسعه صنعت برق با توجه به مسایل حفاظتی محیط زیست همسو با کشورهای در حال توسعه از اهداف کوتاه مدت صنعت برق کشور است. طبق بررسی‌های کارشناسی تا ۲۵ سال آینده نیاز جهانی انرژی حدود ۶۰ درصد افزایش می‌یابد و منابع انرژی‌های فسیلی تا پایان قرن ۲۱ میلادی به اتمام می‌رسد. از این رو با رویکرد جدیدترین فناوری‌ها باید ایده، طرح، برنامه و اجرای کار به گونه‌ای انجام شود که همواره انرژی برق بصورت مطمئن، پایدار و هماهنگ با محیط زیست تولید شود. در این راستا برنامه‌ریزی‌های کوتاه مدت و بلند مدت در بخش‌های تولید، نظارت و هماهنگی با کلیه واحدهای مرتبط صنعت برق و وزارت نفت (در زمینه سوخت نیروگاه‌ها) جهت تامین برق مطمئن و اقتصادی بر عهده معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شرکت توانیر نهاده شده است. همچنین اجرای طرح‌های بهینه‌سازی نیروگاه‌های موجود به ویژه افزایش توان تولیدی نیروگاه‌های قدیمی و ممیزی انرژی و فعالیت‌های کاهش هزینه‌های تولید، افزایش ایمنی پرسنل و تجهیزات و حفظ و نگهداری محیط زیست، با توجه به حجم عظیم سوخت مصرفی این قبیل نیروگاه‌ها، از اهداف معاونت هماهنگی تولید شرکت توانیر می‌باشد. برای تعامل مثبت و دوسویه با سازمان حفاظت از محیط زیست، تفاهم‌نامه‌ای بین سازمان مزبور و وزارت نیرو مبادله شده است.

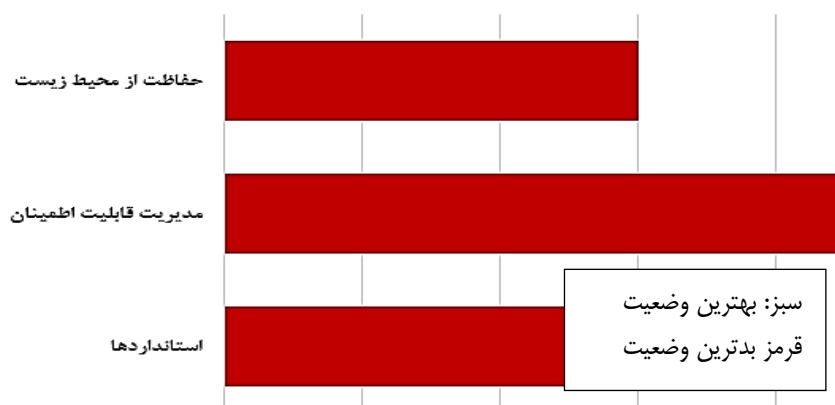
با رشد توسعه مالی در ایران؛ مصرف انرژی افزایش می‌یابد بنابراین ضمن سرمایه‌گذاری برای افزایش توسعه مالی در ایران توصیه می‌شود تا این سرمایه‌گذاری در جهت بکارگیری از تکنولوژی جدید استفاده از انرژی صورت پذیرد تا هم کشور بتواند پاسخگوی نیاز روزافزون به انرژی باشد و هم آلودگی محیط زیست کنترل گردد.

متأسفانه در کشور ما تاکنون این موضوع به اندازه لازم مورد توجه قرار نگرفته است. با توجه به بحران‌های زیست محیطی موجود در کشور مانند آلودگی هوا، کمبود منابع آبی و از بین رفتن بسیاری فضای طبیعی در اثر مدیریت نادرست، توجه بیشتر به این زیرمجموعه از ضروریات فعالیت‌های آتی بشمار می‌رود. بررسی عوامل موثر در طراحی این استانداردها، نهادها، نیازمندی‌ها و انواع تکنولوژی و منابع لازم جهت اجرا و پیاده‌سازی این استانداردها می‌توانند به عنوان پیشنهادها موجود در این حوزه مطرح شوند.

۴-۶ - نتیجه‌گیری

در این فصل محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان در حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی مورد توجه قرار گرفت. جهت بررسی وضعیت کشور در زمینه‌های مدیریت و تنظیم قابلیت اطمینان و ارائه استانداردهای مربوطه،

ارتباطات میان نهادهای مختلف صنعت برق ایران از منظر قانون‌گذاری، تعیین مقررات و نظارت، سرپرستی و مدیریت فنی و نیز اجرایی مورد بررسی قرار گرفت. همانطوری که مشاهده شد، با توجه به اهمیت این حوزه و تاثیر آن بر قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت، انجام فعالیت‌های بیشتر در این حوزه باید مورد توجه متخصصین و کارشناسان قرار گیرد. همچنین وضعیت کشور در هر یک از زیرمحورهای مربوطه به صورت گرافیکی در شکل ۴-۱۲ نشان داده شده است. در این شکل تعداد فعالیت‌های تحقیقاتی و پروژه‌های اجرایی مد نظر قرار گرفته است. این محور تحقیقاتی به دلیل ماهیت متفاوت آن نسبت به محورهای ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان دارای تعداد فعالیت‌های انجام شده کمتری می‌باشد.



شکل ۴-۱۲: وضعیت قابلیت اطمینان کشور در هر یک از زیرمحورهای مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت و جایگاه مطالعات پایایی شبکه‌های قدرت، بررسی نظام‌مند فعالیت‌های صورت گرفته در این حوزه، شناخت کاستی‌ها و نواقص موجود و ارائه راهکارهایی جهت رفع آنها از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. به همین دلیل در این گزارش فعالیت‌ها و پروژه‌های انجام شده در ایران در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی در هر یک از محورها و زیرمحورهای مطالعات پایایی مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. همچنین مشخص نمودن وضعیت ایران نسبت به دیگر کشورها در هر یک از محورها و زیرمحورهای پایایی و تعیین فعالیت‌هایی مناسب جهت ارتقاء سطح پایایی کشور از دیگر اهداف این گزارش می‌باشد.

بدین منظور در فصل اول این گزارش ابتدا فعالیت‌های انجام شده در زمینه مطالعات پایایی در کشورهای دیگر مورد توجه قرار گرفت و در ادامه محورها و زیرمحورهای مطالعاتی پایایی پیشنهادی (ارائه شده در پروژه "تعیین محورها و مطالعاتی پایایی شبکه‌های قدرت") به طور خلاصه معرفی شده است.

در فصل دوم ابتدا به بررسی فعالیت‌ها و پروژه‌های انجام شده در ایران در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت (به عنوان محور اول) و تمامی زیرمحورهای مربوطه پرداخته شده است و با شناخت نواقص و کاستی‌های موجود، جایگاه ایران در هر یک از این حوزه‌ها تعیین شده و فعالیت‌هایی جهت بهبود سطح قابلیت اطمینان سیستم قدرت در هر یک از زیرمحورها پیشنهاد شده است.

محور ارزیابی قابلیت اطمینان شامل نه زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات شبکه، روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های ارزیابی، منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو، شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو، ارزیابی در فضای رقابتی، برنامه‌ریزی و بهره‌برداری قابلیت اطمینان، کفایت منابع سوخت، اطلاعات قابلیت اطمینان و مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان می‌باشد. مهمترین پیشنهادهای تاثیرگذار بر هر یک از زیرمحورهای یاد شده جهت افزایش سطح پایایی در هر کدام به صورت زیر ارائه شده است.

فیلست اطمینان در سطح تجهیزات

- تهیه حداقل استانداردهای لازم جهت جلوگیری از ورود تجهیزات با کیفیت پایین
- انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور بر روی تجهیزات شبکه به صورت دوره‌ای و منظم
- ایجاد بانک‌های اطلاعاتی منسجم در تمامی بخش‌های شبکه قدرت کشور
- ثبت اتفاقات و اطلاعات یکسان در تمامی شرکت‌های برق از این تجهیزات
- گزارش‌دهی منظم شرکت‌ها و نظارت مستمر بر این روند

روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های ارزیابی

- یکسان‌سازی شاخص‌های قابلیت اطمینان و روش مورد استفاده جهت سنجش عملکرد شرکت‌های بهره‌بردار شبکه
- لزوم گزارش‌دهی منظم شرکت‌ها از شبکه تحت پوشش خود و نظارت بر آنها
- توسعه بانک اطلاعاتی کامل از تجهیزات هر بخش و نحوه اتصالات شبکه به عبارت بهتر آرایش شبکه
- توسعه روش‌هایی برای محاسبه شاخص‌های مورد نیاز بر اساس اطلاعات موجود و در دسترس

منابع تولید براکنده و انرژی‌های نو

- توسعه روش‌هایی برای ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم در حضور این منابع
- بررسی تأثیر عدم قطعیت‌های موجود در تولید این منابع بر پایایی و امنیت شبکه
- بررسی مسائل هماهنگی حفاظتی و اثرات این منابع بر شبکه‌های توزیع
- توسعه استانداردهای یکسان برای اتصال به شبکه
- توسعه تکنولوژی‌های کنترل توان تولیدات براکنده
- برنامه‌های مدون جهت توسعه فناوری مربوط در ایران
- توسعه ابزار لازم برای شرکت‌ها به منظور دستیابی به مقدار و تأثیر توان براکنده در هر نقطه از شبکه
- توسعه قوانین جدید در انتخاب توان براکنده در بازارهای رقابتی و بهره‌برداری
- تنظیم تعرفه مناسب با تمانلات بازارها، شرکت‌ها و مشتریان و ارائه مکانیزم تشویقی شرکت‌ها به استفاده از منابع تولید براکنده

شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو

- توسعه الگوریتم‌های مورد نیاز برای ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه هوشمند
- تطبیق نیازها و تکنولوژی‌های موجود
- پیش‌بینی روند جاسازی تکنولوژی در شبکه برای سال‌های آتی
- بررسی تأثیر ورود تکنولوژی‌های نو بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت
- آموزش و فرهنگ سازی
- استانداردهای لازم برای شبکه‌های هوشمند

مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان

- انجام فعالیت‌های منسجم جهت تعیین هزینه‌های خاموشی انواع مشترکین در مناطق مختلف
- آگهی از نقش و جایگاه انرژی الکتریکی در فعالیت‌های جاری مصرف‌کنندگان
- توسعه بانک‌های اطلاعاتی لازم
- محاسبه تابع خرابی مشترکین در مناطق مختلف برای مشترکین با رفتار مختلف
- محاسبه شاخص‌های مربوط به ارزش بار از دست رفته و پیشنهاد روش‌هایی برای این امر
- بکارگیری شاخص‌های محاسبه شده در فرایندهای بهره‌برداری، برنامه‌ریزی و مدیریتی

برنامه‌ریزی و بهره‌برداری قابلیت اطمینان

- ایجاد پایگاه اطلاعاتی منسجم
- محاسبه ارزش بار از دست رفته برای مناطق مختلف
- توسعه استانداردهایی در زمینه تعیین معیارهای مناسب قابلیت اطمینان جهت بکارگیری در بهره‌برداری و برنامه‌ریزی شبکه قدرت
- تعیین رزرو بهینه استاتیکی و دینامیکی لازم و حل مساله در مدار فرار گرفتن واحدهای تولیدی با در نظر گرفتن معیار قابلیت اطمینان
- یکسان‌سازی روش‌های اجرایی و دستورالعمل‌ها
- تعریف فعالیت‌های بهره‌برداری
- تعریف شاخص‌های بهره‌برداری مناطق

کفایت منابع سوخت

- بررسی تأثیر کفایت سیستم سوخت رسانی و شبکه گاز بر توان تولیدی این واحدها
- ارزیابی ریسک‌های مرتبط با تامین سوخت لازم واحدهای تولیدی ناشی از عدم قطعیت‌های موجود در شرایط آب و هوایی
- محاسبه قابلیت اطمینان سیستم سوخت‌رسانی، حمل و نقل و عرضه سوخت
- تأثیر کفایت منابع آبی بر قابلیت اطمینان توان تولیدی واحدهای برق-آبی
- مساله تامین سوخت مورد نیاز برای واحدهای هسته‌ای

ارزیابی بادایی در فضای رقابتی

- بررسی تأثیر قوانین و دستورالعمل‌های ایجاد شده بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت
- تأثیر تشکیل بازار برق بر کارایی و قابلیت اطمینان نیروگاه‌ها
- تأثیر بازنگران جدید در این عرصه بر حفظ امنیت شبکه و مدل‌سازی رفتار آنها بر قابلیت اطمینان شبکه
- معرفی معیارهای جدید در سنجش امنیت شبکه
- مکتب‌سازهای کنترل قابلیت اطمینان و امنیت شبکه در این شرایط
- تعیین قیمت‌گذاری‌ها و تعیین تعرفه‌های مختلف بر اساس هزینه‌های فرصت از دست رفته

اطلاعات قابلیت اطمینان

- جمع‌آوری اطلاعات عملکرد واحدهای تولید، انتقال و توزیع
- ایجاد هم‌افزایی بین برق‌های منطقه‌ای جهت جمع‌آوری و ارسال اطلاعات مورد نیاز جهت بانک داده اصلی
- تهیه استانداردهای مورد نیاز و به روز رسانی آنها جهت جمع‌آوری اطلاعات در سطوح مختلف
- تهیه بانک‌های اطلاعاتی لازم جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان
- توسعه نرم‌افزارهایی به منظور جمع‌آوری، نگهداری، کنترل اطلاعات
- توسعه سیستم‌های ثبت حوادث و سیستم‌های GIS مربوط به مشترکین

در فصول سوم نیز مشابه فصل اول، به بررسی فعالیت‌ها و پروژه‌های انجام شده در ایران در زمینه بهبود قابلیت اطمینان (به عنوان محور دوم پرداخته شده است و تمامی زیرمحورهای مربوطه مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین مشابه فصل اول نواقص و کاستی‌های موجود در هر یک از این حوزه‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهایی نیز پیشنهاد گردیده است. محور بهبود قابلیت اطمینان شامل شش زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری، سیستم‌های کنترل نظارتی و اتوماسیون، مدیریت سمت مصرف، آموزش، برنامه‌های اضطراری و نصب تجهیزات مانیتورینگ و حفاظتی می‌باشد. مهمترین پیشنهادهای تاثیرگذار بر هر یک از زیرمحورهای یاد شده جهت افزایش سطح پایایی در هر کدام به صورت زیر ارائه شده است.



سیستم‌های اتوماسیون

- تهیه اطلاعات ثابت شبکه شامل دیاگرام‌های تک خطی، سطح مقاطع، میزان بار تقریبی
- توسعه استانداردها و پارامترهای سیستم اتوماسیون مانند قابلیت دسترسی، پاسخ زمانی، توسعه پذیری و قابلیت انعطاف
- توسعه تولیدات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مربوط به سیستم‌های اتوماسیون
- توسعه مدل ارزیابی فنی معینی جهت استقرار سیستم اتوماسیون
- بومی سازی این فناوری نوین و پیاده‌سازی سیستم‌های اتوماسیون بومی
- مطالعات امکان‌سنجی سیستم‌های اتوماسیون

مدیریت سمت مصرف

- مطالعه جامع بناتسل‌های مدیریت سمت تقاضا در بخش‌های مختلف
- تغییر نگاه هزینه‌ای به سرمایه‌گذاری در بخش مدیریت مصرف
- تدوین و بکارگیری استانداردهای اصلاح الگوی مصرف مشترکان خصوصاً صنایع و ضرورت‌های رعایت آن
- تقویت واحدهای مدیریت مصرف برای ایجاد تحول در رویکرد و برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا
- بهبود برنامه‌های ترویجی و فرهنگی

مدیریت دارایی و فعالیت‌های نت

- توسعه استقرار فرهنگ بهره‌برداری هر بیشتر در شرکت
- شناسایی دقیق نقاط ضعف و حادثه‌خیز شبکه با استفاده از روش‌ها و ابزارهای موثر و فناوری‌های جدید در کنار تجزیه و تحلیل اطلاعات به صورت اثر بخش
- تفکیک بودجه و اعتبارات حوزه بهره‌برداری با اعتبارات جاری
- تعیین سرفصل‌های بودجه و اعتبارات PM و فعالیت‌های بهره‌برداری (در بخش جاری) به صورت مستقل به منظور جهت‌دهی و شفاف‌سازی اعتبارات
- تجزیه و تحلیل حوادث و انقاقات شبکه و سرانجام شناسایی و انجام اقدامات اصلاحی فوری در جهت رفع خاموشی‌های تکراری به عنوان روشی میان‌بر
- ایجاد رویکرد اقتصادی در نگهداری و تعمیرات شبکه های قدرت
- بررسی پیشرفت فیزیکی و رنالی برنامه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه به طور مستمر و فعال
- آگاه‌سازی و آموزش کلبه پرسنل، بیمانکاران و ناظرین در زمینه اهمیت PM
- ایجاد مکانیزم بررسی فنی، اقتصادی سیستم PM در کاهش هزینه‌ها

در فصل چهارم نیز به بررسی فعالیت‌ها و پروژه‌های انجام شده در ایران در زمینه سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت (به عنوان محور سوم) پرداخته شده است و تمامی زیرمحوهای مربوطه مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین مشابه فصل اول نواقص و کاستی‌های موجود در هر یک از این حوزه‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهایی نیز پیشنهاد گردیده است.

محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان شامل سه زیرمحور مدیریت و تنظیم قابلیت اطمینان، استانداردها و سیاست‌های حفاظت از محیط زیست می‌باشد. مهمترین پیشنهادهای تاثیرگذار بر هر یک از زیرمحوهای یاد شده جهت افزایش سطح پایایی در هر کدام به صورت زیر ارائه شده است.

استانداردها

- تدوین استانداردهای مختلف قابلیت اطمینان در زمینه‌های مختلفی مانند برنامه‌ریزی شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع، بهره‌برداری از شبکه‌های قدرت، فعالیت‌های تعمیر و نگهداری، مدل‌سازی، اطلاعات و ارزیابی، حفاظت تجهیزات و زیرساخت‌ها، ارتباطات و بسترهای مخابراتی، آمادگی و بهره‌برداری مطلوب در شرایط اضطراری، طراحی آرایش شبکه، اتصالات و کنترل سیستم
- تدوین دستورالعمل‌های مورد نیاز جهت سنجش و ارزیابی عملکرد سازمان‌ها و مراکز اثرگذار بر پایایی شبکه

حفاظت از محیط زیست

- سیاست-گذاری در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش استفاده از انرژی‌های پاک
- عوامل موثر در طراحی این سیاست‌ها، نهادها، نیازمندی‌ها و انواع تکنولوژی و منابع لازم جهت اجرا و پیاده‌سازی
- بررسی قانون-گذاری در این زمینه و تاثیر سیاست‌های حفاظت از محیط زیست بر قابلیت اطمینان شبکه‌های برق
- بررسی تاثیر اعمال کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای بر روند تولیدات نیروگاه‌هایی با سوخت فسیلی

مدیریت قابلیت اطمینان

- هماهنگی قابلیت اطمینان و تعیین مدل‌های عملکردی
- پیاده‌سازی مدل انگیزشی بهبود قابلیت اطمینان (PBR)
- انتخاب شاخص‌های مورد نیاز برای ارزیابی شرکت‌ها
- ارائه گزارش‌های گوناگون (سالانه و فصلی و ...) در خصوص قابلیت اطمینان شبکه قدرت سراسری و بررسی نیازمندی‌های موجود در این زمینه
- ارائه گزارش‌های گوناگون در خصوص بخش‌های کوچکتر شبکه تا حد تجهیزات مختلف آن
- ارائه گزارش‌های بررسی عملکرد برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نیروی برق از لحاظ شاخص‌های قابلیت اطمینان و مقایسه آنها با یکدیگر
- انجام هماهنگی‌های لازم بین بخش‌های مختلف جهت تبادل اطلاعات با یکدیگر و تبیین وظایف هر بخش
- انتشار استانداردهای لازم جهت جمع‌آوری اطلاعات با همکاری بخش‌های مختلف

مراجع

- [1] R. Billinton, R. N. Allan, and R. N. Allan, *Reliability evaluation of power systems* vol. 2: Plenum press New York, 1984.
- [2] R. Billinton and R. Allan, "Reliability evaluation of engineering systems," *Concepts and Techniques, 2nd Ed.*, 1992.
- [3] IEEE Recommended Practice for Design of Reliable Industrial and Commercial Power Systems
- [4] H. Falaghi, M.-R. Haghifam, "Distributed generation impacts on electric distribution systems reliability: sensitivity analysis," *Proceedings of EUROCON2005 Conference*, 22–24 Nov. 2005, Serbia & Montenegro, Belgrade.
- [5] Available online on www.nerc.com
- [6] Australian Government, Department of Resources Energy & Tourism, "Energy Regulatory and Market Development Forum: security and Reliability of electrical Networks", 2008.
- [7] Minister for Energy, "Electricity Supply Act 1995"
- [8] Minister for Energy and Utilities, "Design, Reliability and Performance Licence Conditions Imposed on Distribution Network Service Providers" 1 August 2005
- [9] 1366-2001 IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices,
- [10] Energy Australia, "Network Management Plan" February 2009
- [11] Energy Australia, "Design Standards for Overhead Developments" 1 February 1998
- [12] U.S. Department of Energy (www.energy.gov)
- [13] Australian Government, Department of Resources Energy & Tourism, "Energy Regulatory and Market Development Forum: security and Reliability of electrical Networks", 2008.
- [14] "State of Reliability Distribution Regulation in the United States", Edison Electric Institute, Sep. 2005
- [15] C. A. Warren and G. Walsh," A Survey of Distribution Reliability Measurement Practices in the U.S.", *IEEE Tran. On Power Delivery, Vol.14, No.1, 1999*.
- [16] C. A. Warren and M. J. Adams," Reliability on the Reliability Horizon", *IEEE Transmission & dist. Conf. and exhibition, 2001*.
- [17] S. Kostyal, R. Billinton, "Status of Distribution System Reliability Evaluation in Canada", *IEEE Trans. on Power system*, 1986.

- [18] A. A. Chowdhury, "Considering of Relevant Factors in Setting Distribution System Reliability standards", IEEE 2004.
- [19] National Energy Board, "A Compendium of Electric Reliability Framework across the Canada", June 2004.
- [20] Alberta Electric System Operator, "Distribution Point of Delivery Interconnection Process Guideline", March 2005.
- [21] www.igmc.ir/
- [22] www.tbtc.co.ir/
- [23] www.suna.org.ir/
- [24] Reliability Assessments DL-Variable Generation Power Forecasting for Operations, NERC, 2010
- [25] Reliability Assessments Special Report Accommodating High Levels of Variable Generation, NERC, 2009
- [26] Smart Investment to Power Future, CEA, 2013
- [27] The Integrated Electricity System, CEA, 2010
- [28] CEA Guideline for the Selection and Use of SMART GRID Standards, CEA, 2011
- [29] www.saba.org.ir/
- [30] www.monenco.com/
- [31] www.tavanir.org.ir/
- [32] www.nri.ac.ir/
- [33] www.trec.co.ir/
- [34] www.yed.co.ir/
- [۳۵] تخمین هزینه‌های خاموشی برق در گروه‌های مختلف صنعتی، پژوهشگاه نیرو، معاونت برنامه ریزی توانیر، ۱۳۷۸.
- [36] Reliability Assessments DL-EPA Section, Reliability Impacts of Climate Change Initiatives: Technology Assessment and Scenario development, NERC, 2010
- [37] Reliability Assessments Section, Impacts of EPAs Clean Water Act, NERC, 2008
- [38] Reliability Assessments Section, GMD Monitoring Mitigation, and Next Steps, NERC, 2011
- [39] www.aut.ac.ir/
- [40] regulatory.moe.gov.ir/
- [41] V. Jayabalan and Dipak Chaudhuri, "Cost Optimization of Maintenance Scheduling for a System with Assured Reliability" IEEE Transactions on Reliability, vol. 41, no. 1, 1992 March

- [42] L. Bertling, R. Allan, and R. Eriksson, "A reliability-centered asset maintenance method for assessing the impact of maintenance in power distribution systems," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 20, pp. 75-82, 2005
- [43] M. H. Albadi and E. F. El-Saadany, "Demand Response in Electricity Markets: An Overview, Department of Electrical and Computer Engineering", University of Waterloo, 2007.
- [44] Thirupathi Venganti, OUTAGE MANAGEMENT VIA POWERLINE COMMUNICATION BASED AUTOMATED METER READING SYSTEMS Thesis for Master of Science, Mississippi State University, Electrical Engineering in the Department of Electrical and Computer Engineering, Mississippi State, Mississippi, May 2004
- [45] Mauricio Sperandio, Edison A.C. Aranha Neto, Jorge Coelho & Rodrigo Ramos, " ANALYSIS OF AUTOMATED DISTRIBUTION SYSTEMS SCHEMES, " LabPlan / EEL / CTC / UFSC - Campus Universitário Trindade, CEP 88040-900, Florianópolis – SC / Brazil, www.labplan.ufsc.br/sperandio.
- [46] Reliability Assessments DL-Demand-response, NERC, 2007
- [47] Reliability Assessments DL-Variable Generation Power Forecasting for Operations, NERC, 2010
- [48] 2006-2015 10-Year Coordinated Plan Summary, WECC
- [49] T. A. Short, "Distribution Reliability and Power Quality," EPRI Solutions, Inc. Schenectady, NY, Taylor & Francis Group, 2006
- [50] Sanford V. Berg, Farid Gasmi, and José I. Távora, "Glossary for the Body of Knowledge on the Regulation of Utility Infrastructure and Services." Public Utility Research Center, University of Florida, 30-Jun-2005.
- [51] T. Jamasb and M. Pollitt, "Benchmarking and regulation of electricity transmission and distribution utilities: Lessons from international experience," Cambridge Working Papers in Economics, 2001.
- [52] Available at <http://energy.gov/oe/services>
- [53] Available at <http://www.ferc.com>
- [54] Available at <http://www.nerc.com/pa/Stand/Pages/Default.aspx>
- [55] Available at <http://www.nerc.com/pa/Stand/Pages/ReliabilityStandards.aspx>
- [56] Available at <http://www.nerc.com/comm/SC/Pages/default.aspx>
- [57] Available at <http://www.nerc.com/pa/Stand/Pages/AllReliabilityStandards.aspx?Jurisdiction=United%20States>

- [58] Available at <http://www.nerc.com/pa/RAPA/Pages/default.aspx>
- [59] Available at <http://www.nerc.com/pa/RAPA/ra/Pages/default.aspx>
- [60] A Standard Approach to Ecological Impact Assessment of High Voltage Transmission Projects, eirgrid, 2009.
- [61] Electric Power Research Institute, "Reliability of Electric Utility Distribution Systems", 2000
- [62] Serena Hesmondhalgh, William Zarakas, Toby Brown, "Approaches to setting electric distribution reliability standards and outcomes", the brattle group, Jan. 2012
- [63] IEEE 346-1973, IEEE Standard Definitions in Power Operations Terminology Including Terms for Reporting and Analyzing Outages of Electrical Transmission and Distribution Facilities and Interruptions to Customer Services
- [64] New York State Department of State, New York Codes, Rules and Regulations, 2014
- [65] www.sked.co.ir/
- [66] iranerc.moe.gov.ir/
- [67] www.parliran.ir/
- [68] iranenergy.org.ir/
- [69] Australian Government, Department of Resources Energy & Tourism, "Energy Regulatory and Market Development Forum: security and Reliability of electrical Networks", 2008.
- [70] National Electricity Market, [Online]. Available: <http://www.nemmco.com.au>
- [71] Clean Energy Standard: Summary and Analysis, CRS, 2012
- [72] EPA Standards for Greenhouse Gas Emissions from the Power Plants, CRS, 2013
- [73] Reliability Assessments EPA Section, Potential Impacts of Future Environmental Regulations, NERC, 2011

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۴	مقدمه
۶	فصل اول: معرفی محورهای مطالعاتی پایایی و بررسی فعالیت‌های انجام‌شده
۶	۱-۱- بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه مطالعات پایایی در دیگر کشورها
۷	۱-۱-۱- دسته‌بندی ارائه شده برای محورهای مطالعاتی پایایی
۸	۱-۱-۱-۱- محور اول: ارزیابی قابلیت اطمینان
۹	۱-۱-۱-۲- محور دوم: بهبود قابلیت اطمینان
۱۰	۱-۱-۱-۳- محور سوم: سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان
۱۱	۱-۲- بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در محور ارزیابی قابلیت اطمینان
۱۷	۱-۳- بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در محور بهبود قابلیت اطمینان
۲۳	۱-۴- بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در محور مسائل رگولاتوری
۲۵	۱-۵- نتیجه‌گیری
۲۶	فصل دوم: پیش‌نیازها و فعالیت‌های قابل انجام در هر زیرمحور
۲۶	۱-۲- تعیین پیش‌نیازها و فعالیت‌های قابل انجام
۴۶	فصل سوم: جمع‌بندی و اولویت‌بندی فعالیت‌ها
۴۶	۱-۳- اولویت‌بندی
۵۴	مراجع

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۸	شکل ۱-۱: محورهای مطالعاتی پیشنهادی
۹	شکل ۲-۱: موضوعات مطرح شده در محور اول
۱۰	شکل ۳-۱: جمع بندی محور دوم
۱۱	شکل ۴-۱: خلاصه محور سوم
۱۱	شکل ۵-۱: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان
۱۲	شکل ۶-۱: روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده برای مقالات
۱۲	شکل ۷-۱: روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده برای پایان‌نامه‌ها
۱۳	شکل ۸-۱: دسته‌بندی مقالات، پروژه‌ها و پایان‌نامه‌های انجام شده در زمینه تولید و انتقال-توزیع
۱۴	شکل ۹-۱: تعداد فعالیت‌های انجام شده هر زیر محور
۱۴	شکل ۱۰-۱: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه تولید
۱۵	شکل ۱۱-۱: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه انتقال-توزیع
۱۶	شکل ۱۲-۱: روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان
۱۷	شکل ۱۳-۱: وضعیت قابلیت اطمینان کشور از نقطه نظر فعالیت‌های پژوهشی در هر یک از زیرمحورهای ارزیابی قابلیت اطمینان
۱۸	شکل ۱۴-۱: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان
۱۹	شکل ۱۵-۱: روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده برای مقالات
۱۹	شکل ۱۶-۱: روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده برای پایان‌نامه‌ها
۲۰	شکل ۱۷-۱: دسته‌بندی مقالات، پروژه‌ها و پایان‌نامه‌های انجام شده در زمینه تولید و انتقال-توزیع
۲۰	شکل ۱۸-۱: تعداد فعالیت‌های انجام شده هر زیر محور
۲۱	شکل ۱۹-۱: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه تولید
۲۱	شکل ۲۰-۱: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه انتقال-توزیع
۲۲	شکل ۲۱-۱: روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور بهبود قابلیت اطمینان
۲۳	شکل ۲۲-۱: وضعیت قابلیت اطمینان کشور از نقطه نظر فعالیت‌های پژوهشی در هر یک از زیرمحورهای بهبود قابلیت اطمینان
۲۳	شکل ۲۳-۱: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌ها در زمینه مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان
۲۴	شکل ۲۴-۱: حجم مقالات و پایان‌نامه‌های ارائه شده در زمینه مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان شبکه قدرت

- شکل ۱-۲۵: وضعیت قابلیت اطمینان کشور از نقطه نظر فعالیت‌های پژوهشی در هر یک از زیرمحوورهای مسائل رگولاتوری
- ۲۵ قابلیت اطمینان
- شکل ۲-۱: پیشنیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات شبکه
- ۲۷
- شکل ۲-۲: پیشنیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور روشها، مدلها و شاخصهای ارزیابی
- ۲۸
- شکل ۲-۳: پیشنیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور منابع تولید پراکنده و انرژیهای تجدیدپذیر
- ۲۹
- شکل ۲-۴: پیشنیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور شبکههای هوشمند و تکنولوژیهای نو
- ۳۰
- شکل ۲-۵: پیشنیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی
- ۳۱
- شکل ۲-۶: پیشنیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان
- ۳۲
- شکل ۲-۷: پیشنیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور مطالعات برنامه‌ریزی و بهره‌برداری قابلیت اطمینان
- ۳۳
- شکل ۲-۸: پیشنیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور کفایت منابع سوخت
- ۳۴
- شکل ۲-۹: پیشنیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور اطلاعات قابلیت اطمینان
- ۳۵
- شکل ۲-۱۰: پیشنیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور مدیریت دارایی و فعالیتهای تعمیر و نگهداری
- ۳۶
- شکل ۲-۱۱: پیشنیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور سیستمهای کنترلی نظارتی و اتوماسیون
- ۳۷
- شکل ۲-۱۲: پیشنیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور نصب تجهیزات مانیتورینگ و حفاظتی
- ۳۸
- شکل ۲-۱۳: پیشنیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور آموزش
- ۳۹
- شکل ۲-۱۴: پیشنیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور برنامه‌های اضطراری
- ۴۰
- شکل ۲-۱۵: پیشنیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور برنامه‌های سمت تقاضا
- ۴۱
- شکل ۲-۱۶: پیشنیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور استانداردهای قابلیت اطمینان
- ۴۲
- شکل ۲-۱۷: پیش‌نیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور سیاست‌های حفاظت از محیط زیست
- ۴۳
- شکل ۲-۱۸: پیش‌نیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور مدیریت قابلیت اطمینان
- ۴۴
- ادامه شکل ۲-۱۸: پیش‌نیازها، فعالیتها و اقدامات لازم در زیرمحوور مدیریت قابلیت اطمینان
- ۴۵
- شکل ۳-۱: محورها پایایی
- ۴۷

مقدمه

در عصر کنونی وابستگی مشترکان به انرژی الکتریکی بسیار بالاست. انرژی الکتریکی جزء یکی از زیرساخت‌های حیاتی جوامع محسوب می‌شود و حتی سایر زیرساخت‌های حیاتی مانند بهداشت و درمان، حمل و نقل، مخابرات و شبکه آب رسانی نیز به انرژی الکتریکی وابسته هستند و قطعی برق می‌تواند بر عملکرد مناسب آنها تاثیر نامطلوب بگذارد. در سال‌های اخیر شرکت‌های فعال در حوزه صنعت برق و تولیدکنندگان تجهیزات شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی انجام داده‌اند تا بتوانند بطور اقتصادی و با کیفیت مطلوب میزان مصرف مورد نیاز را تامین نمایند. سطح مطلوب و مناسب سرویس‌دهی شبکه‌های برق به وسیله سطح کیفیت و قابلیت اطمینان انرژی الکتریکی که در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد، اندازه‌گیری می‌گردد [۱-۳].

قابلیت اطمینان یکی از موارد مهم در برنامه‌ریزی، طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت می‌باشد. تعریف‌های بسیاری برای بیان قابلیت اطمینان ارائه شده است که یکی از این تعریف‌ها مقبولیت و پذیرش بیشتری یافته است [۲]:

"قابلیت اطمینان یک سیستم عبارت است از احتمال عملکرد رضایت‌بخش آن سیستم تحت شرایط کار مشخص برای

مدت زمان معین"

مفهوم قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت تقریباً تمامی توانایی سیستم در جهت برآورده نمودن نیازهای مصرف‌کنندگان را شامل می‌گردد. وجود حجم بالای سرمایه‌گذاری در صنعت برق چه از نظر سخت‌افزاری و تجهیزات فیزیکی و چه از نظر نرم‌افزاری و نیروی انسانی شاغل، ایجاب می‌نماید که به مقوله قابلیت اطمینان به‌عنوان یک صنعت پایه‌ای و زیرساختی توجه خاصی شود. صنعت برق از آنجا که بر رشد و توسعه سایر صنایع موثر است، از اهمیت به‌سزایی برخوردار بوده و از این رو هرگونه افزایش یا کاهش قابلیت اطمینان در این صنعت بطور مستقیم و غیرمستقیم بر روی کارکرد سایر صنایع می‌تواند تاثیرگذار باشد [۴-۵].

لذا با توجه به موارد فوق، قابلیت اطمینان در صنعت برق از جنبه‌های مختلفی حائز اهمیت است. از سوی دیگر با آغاز موج تجدید ساختار و آزادسازی دسترسی به شبکه برق، اهمیت موارد یاد شده ابعاد وسیع‌تری یافته و انجام آن نیز تمهیدات

پیچیده‌تری به خود گرفته است که بررسی آن و ارائه راهکارهای متناسب، عرصه جدیدی را برای پژوهش و بررسی در صنعت برق ایجاد کرده است. در این راستا مطالعات قابلیت اطمینان نقشی اساسی در طرح‌های آینده ایفا خواهد نمود [۵-۱۰].

در این گزارش به بررسی حوزه‌های فعالیت در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان پرداخته خواهد شد. از مهمترین اهداف این گزارش بررسی پیش‌نیازهای مربوطه و ارائه پیشنهادات و فعالیت‌هایی جهت بهبود وضعیت کنونی پایایی در هر حوزه در داخل کشور می‌باشد.

بدین منظور در فصل اول ابتدا به معرفی محورهای مطالعاتی پایایی و بررسی فعالیت‌ها و پروژه‌های انجام شده در ایران در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی (ارائه شده در مرحله دوم و چهارم پروژه "شناخت اطلاعات و نرم‌افزارهای مورد نیاز برای الگوی مناسب کارکردی پایایی در شبکه برق ایران" با عنوان "پیشنهاد محورهای مطالعاتی پایایی و بررسی مطالعات پایایی در ایران" و "مقایسه فعالیت‌ها و پروژه‌های انجام شده در ایران و دیگر کشورها") پرداخته شده است و وضعیت ایران در هر یک از حوزه‌های مربوطه بررسی شده است. در فصل دوم بر اساس نتایج فصل اول و وضعیت موجود در هر یک از زیرمحورها، فعالیت‌هایی جهت بهبود وضعیت کنونی پایایی در هر حوزه پیشنهاد شده و پیش-نیازهای مربوطه نیز مشخص خواهد شد.

در انتها نیز با توجه به اهمیت و جایگاه زمانی فعالیت‌ها، به اولویت‌بندی زیرمحورهای مطالعاتی پرداخته شده است.

فصل اول: معرفی محورهای مطالعاتی پایایی و بررسی فعالیتهای انجام‌شده

مقدمه

در این فصل ابتدا به‌طور خلاصه به مرور گزارش "تهیه درخت موضوعات پایایی" پرداخته شده و فعالیتهای صورت‌گرفته در این مراکز معرفی می‌گردد. در ادامه دسته‌بندی‌های ارائه شده در این پروژه برای هر یک از محورهای مطالعاتی پایایی آورده شده است. در انتها بررسی وضعیت کشور در هر یک از حوزه‌های پایایی آورده شده است.

۱-۱- بررسی فعالیتهای صورت گرفته در زمینه مطالعات پایایی در دیگر کشورها

بر اساس مطالعات انجام شده که در گزارش مرحله دوم آورده شده است، تحقیقات صورت گرفته در این زمینه را می‌توان به

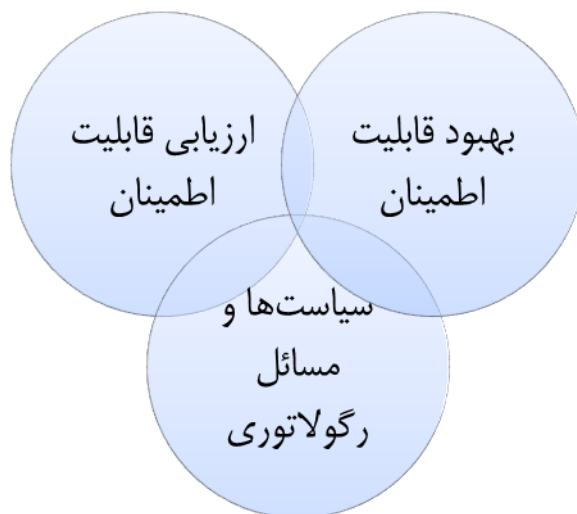
صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- معرفی مفاهیم قابلیت اطمینان
- ارائه روش‌ها و مدل‌های ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی
- مدلسازی قابلیت اطمینان تجهیزات، مطالعات پیری و تعیین عمر، تعیین نرخ خرابی تجهیزات
- شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو، خودروهای برقی، ذخیره‌سازها، تجهیزات اندازه‌گیری هوشمند
- برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا و پاسخ‌گویی بار
- منابع تولید پراکنده و انرژی‌های تجدیدپذیر
- مطالعات ریسک و بررسی انواع عدم قطعیت‌های موجود، روش‌های کاهش ریسک، بیمه قابلیت اطمینان
- تعیین ارزش بار از دست رفته، محاسبه هزینه‌های خاموشی و تعیین تابع مربوطه
- برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان محور در سطوح مختلف شبکه قدرت

- مسائل مرتبط با بهره‌برداری قابلیت اطمینان محور در سطوح مختلف، تعیین رزرو گردان بهینه
- کفایت منابع سوخت، ارتباط متقابل شبکه سوخت رسانی با شبکه قدرت
- بررسی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی و تجدید ساختار یافته
- قابلیت اطمینان نیروگاه‌های هسته‌ای
- مدیریت دارایی در شبکه‌های قدرت، برنامه‌های تعمیر و نگهداری قابلیت اطمینان محور، پیش‌گیرانه و ...
- اطلاعات قابلیت اطمینان، آنالیز، دسته‌بندی خطاها
- پایش قابلیت اطمینان شبکه، سیستم‌های اتوماسیون، سیستم‌های نظارتی، مدیریت اتفاقات
- تاثیر سیستم‌های حفاظتی و مکان‌یابی آن
- بسترهای مخابراتی
- آموزش نیروی کار
- مدیریت، تعیین مدل‌های عملکردی، توسعه استانداردهای قابلیت اطمینان
- برنامه‌های اضطراری و مقابله با طوفان و تغییر شرایط اقلیمی
- تاثیر سیاست‌های حفاظت از محیط زیست بر قابلیت اطمینان

۱-۱-۱ - دسته‌بندی ارائه شده برای محورهای مطالعاتی پایایی

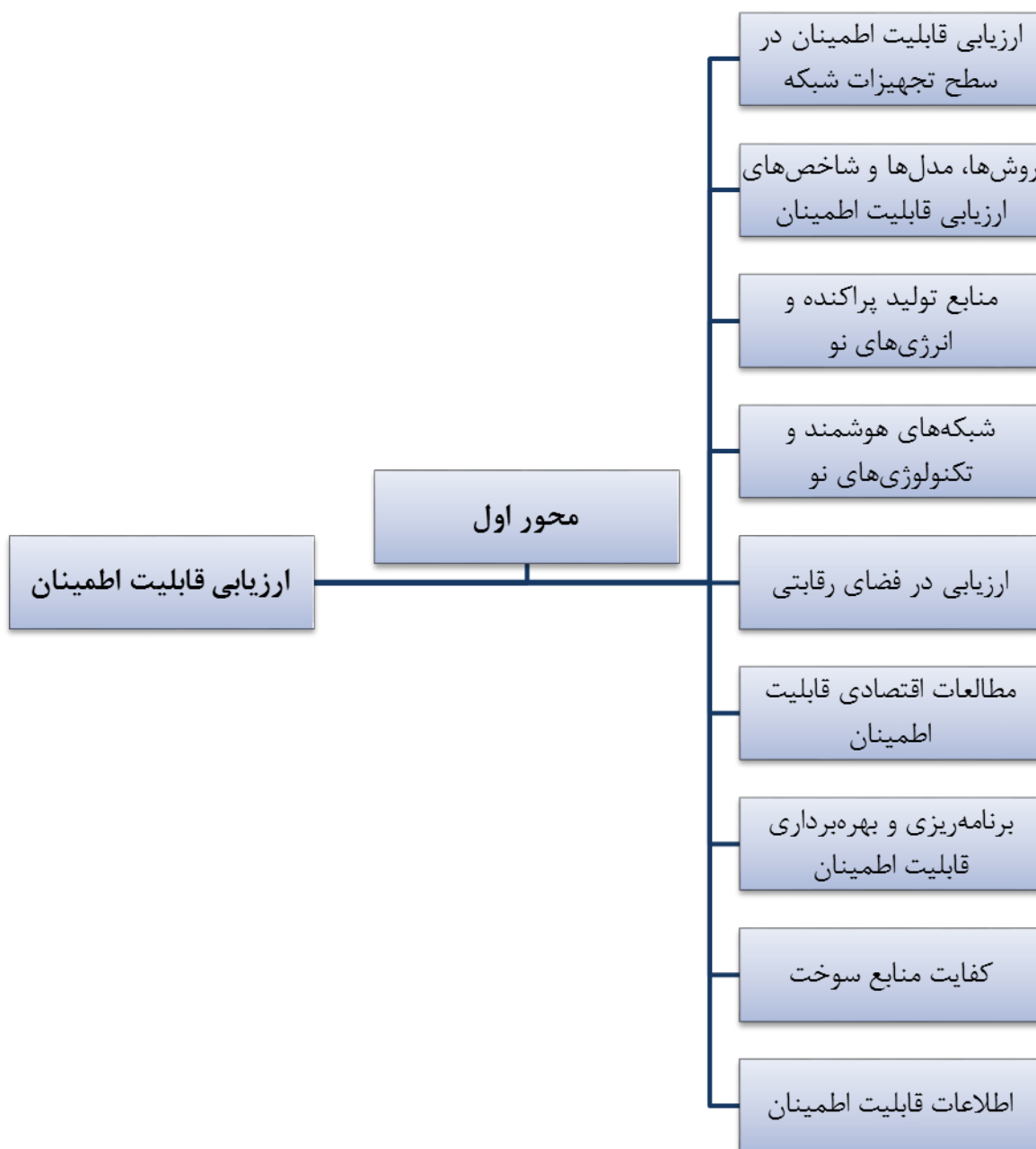
در تحقیق صورت‌گرفته، ابتدا فعالیت‌های صورت گرفته در سازمان‌های معتبر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و براساس این فعالیت‌ها محورهای مطالعاتی پایایی به صورت شکل ۱-۱ استخراج گردید. البته باید توجه نمود که با توجه به بررسی موضوعات مطرح شده در این حوزه، امکان دسته‌بندی محورهای مطالعاتی به صورت کاملاً مستقل و جدا از هم وجود ندارد و ارائه محورهای مطالعاتی پیشنهادی صرفاً جهت نظام‌مند نمودن مطالعات صورت گرفته در این حوزه بوده است. در ادامه به معرفی هر یک از این محورها و دسته‌بندی زیرمحورهای آنها پرداخته شده است.



شکل ۱-۱: محورهای مطالعاتی پیشنهادی

۱-۱-۱-۱- محور اول: ارزیابی قابلیت اطمینان

از کار افتادن تجهیزات و سیستم‌های قدرت موجب وقوع اختلال در سطوح مختلفی می‌شود و می‌تواند حتی به عنوان تهدیدی شدید برای جامعه و محیط زیست تلقی شود. از این رو مصرف‌کنندگان و به طور کلی مردم جامعه انتظار دارند که انرژی الکتریکی، اطمینان‌بخش و ایمن باشد. بنابراین به عنوان یک پرسش اساسی چنین مطرح است که قابلیت اطمینان این سیستم در طول عمر کاری آینده‌اش چه میزانی است؟ این پرسشی است که بخش‌هایی از آن را می‌توان با ارزیابی و کمیت سنجی قابلیت اطمینان پاسخ گفت. ارزیابی کمی و کیفی قابلیت اطمینان در تمامی سطوح تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۱۰-۵]. در شکل ۱-۲ موضوعات بررسی شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان نشان داده شده است.

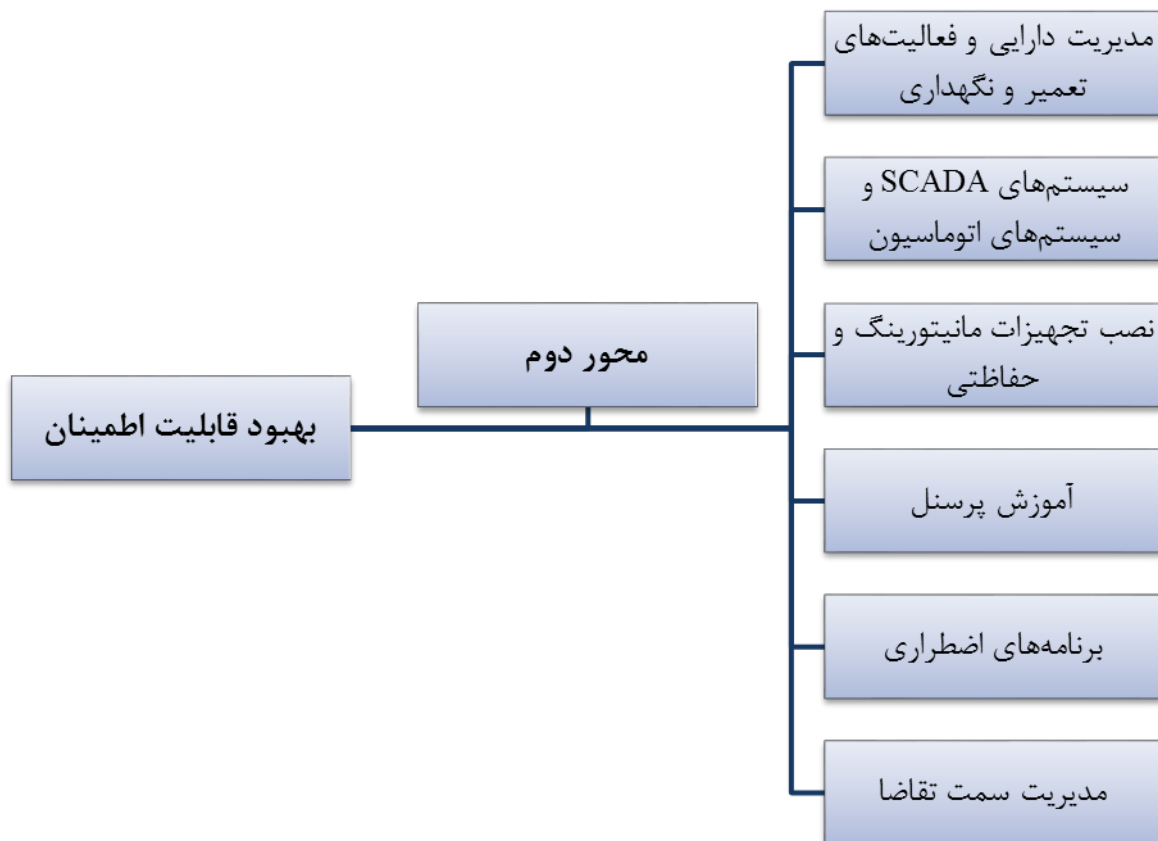


شکل ۱-۲: موضوعات مطرح شده در محور اول

۲-۱-۱-۱-۱ - محور دوم: بهبود قابلیت اطمینان

وابستگی شدید کارهای مختلف به انرژی الکتریکی تا حدی است که با قطع برق خسارت بسیار زیادی به مردم تحمیل می‌گردد. همین اتکا به انرژی الکتریکی سطح توقع مردم را در کیفیت انرژی الکتریکی دریافتی بالا برده است؛ بطوریکه با بروز حوادث منجر به قطع انرژی الکتریکی و یا عدم کیفیت مناسب برق دریافتی، اعتراض شدید آنها را در پی دارد. این عوامل

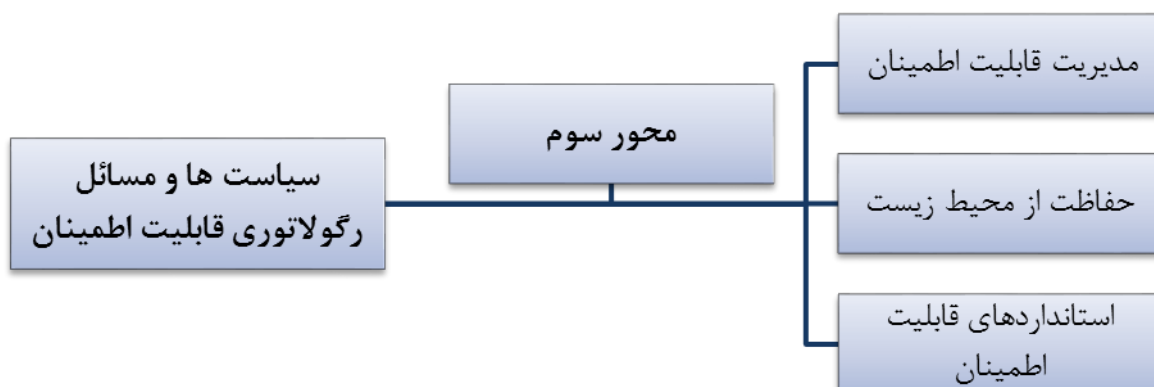
همراه با بسیاری از عوامل دیگر سبب شده که شرکت‌های برق درصدد افزایش قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت باشند. از این رو بهبود قابلیت اطمینان شبکه به عنوان یکی از محورهای اصلی مطالعات پایایی در نظر گرفته شده است [۱-۲]. در شکل ۱-۳ زمینه‌های تحقیقاتی مطرح شده در محور بهبود قابلیت اطمینان آورده شده است.



شکل ۱-۳: جمع بندی محور دوم

۳-۱-۱-۱-۱- محور سوم: سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان

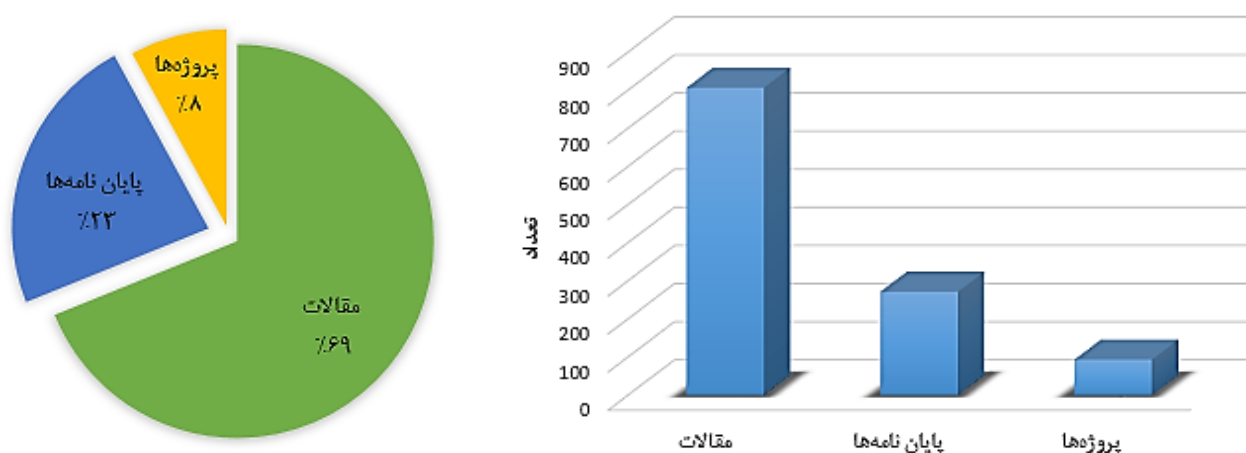
این محور به بررسی تاثیر سیاست‌های مختلف بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت و مسائل قانون‌گذاری و مدیریتی مرتبط با این موضوع می‌پردازد. بررسی استانداردهای مختلف موجود در حوزه قابلیت اطمینان شبکه قدرت و معرفی روش‌های مختلف تنظیم پایایی از مهمترین اهداف این محور است. موضوعات تحقیقاتی مطرح شده در این زمینه در شکل ۱-۴ آورده شده است.



شکل ۱-۴: خلاصه محور سوم

۱-۲- بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در محور ارزیابی قابلیت اطمینان

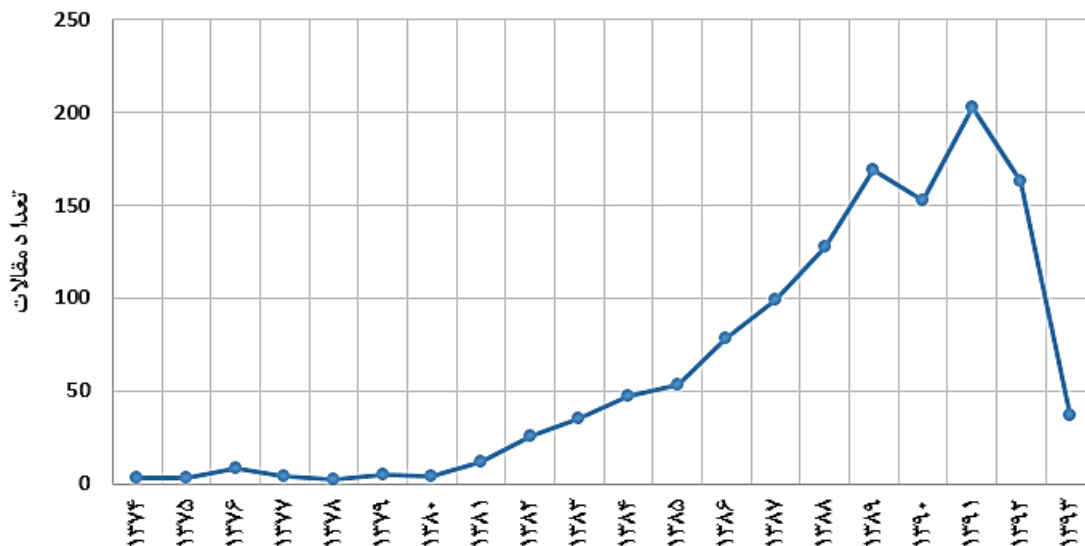
بر اساس تحقیقات انجام شده، در این قسمت فعالیت‌های انجام شده در کشور شامل تمامی مقالات، پایان‌نامه‌ها، پروژه‌های تحقیقاتی و اجرایی در قالب محور ارزیابی قابلیت اطمینان دسته‌بندی شده و مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. در شکل ۱-۵ حجم مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در مراکز تحقیقاتی و اجرایی فعال در حوزه صنعت برق ایران در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان نشان داده شده است.



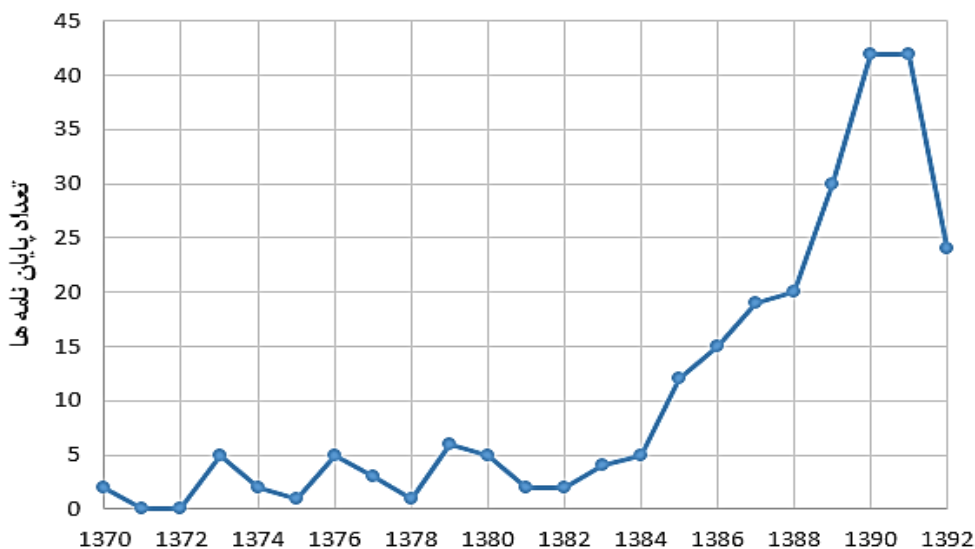
شکل ۱-۵: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان

همانطوری که در شکل بالا مشاهده می‌شود، در این زمینه فعالیت‌های تحقیقاتی بسیاری صورت گرفته است. همچنین روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده در این زمینه به تفکیک برای مقالات و پایان‌نامه‌ها به ترتیب در شکل‌های ۱-۶ و ۱-۷

نشان داده شده است. به دلیل در دسترس نبودن زمان اتمام تعدادی از پروژه‌ها، روند زمانی پروژه‌های انجام شده در این محور تحقیقاتی رسم نشده است.

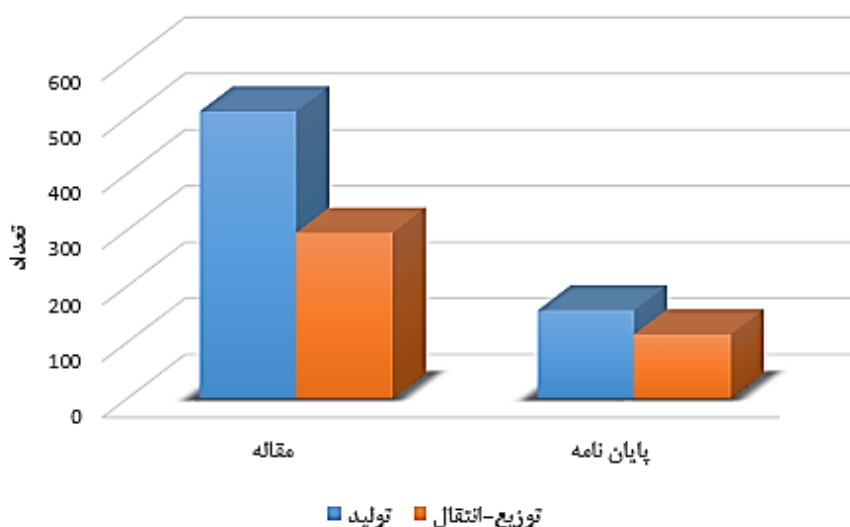


شکل ۱-۶: روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده برای مقالات



شکل ۱-۷: روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده برای پایان‌نامه‌ها

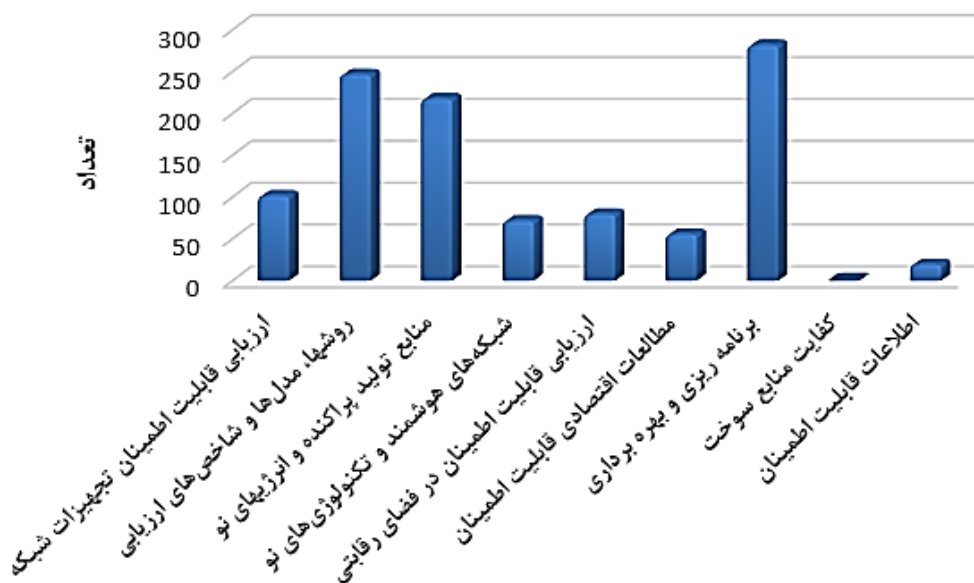
همان‌طور که مشخص است فعالیت‌های زیادی در این حوزه، در سال‌های اخیر انجام شده و دارای روند رو به رشدی بوده است. همچنین می‌توان مقالات، پروژه‌ها و پایان‌نامه‌های انجام شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان را به دو دسته تولید، و انتقال-توزیع تقسیم‌بندی نمود. در شکل ۱-۸ این دسته‌بندی نشان داده شده است.



شکل ۱-۸: دسته‌بندی مقالات، پروژه‌ها و پایان‌نامه‌های انجام شده در زمینه تولید و انتقال-توزیع

همانطوری که در شکل بالا نشان داده شده است، فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده در حوزه شبکه‌های تولید بیشتر از فعالیت‌های انجام شده در حوزه شبکه‌های توزیع و انتقال الکتریکی است. با توجه به گستردگی شبکه‌های توزیع و انتقال و همچنین حجم بیشتر سرمایه‌ها و دارایی‌های موجود، توجه بیشتر به این حوزه‌ها از اهمیت بالایی برخوردار بوده و یکی از ضرورت‌های تحقیقات آتی بشمار می‌رود.

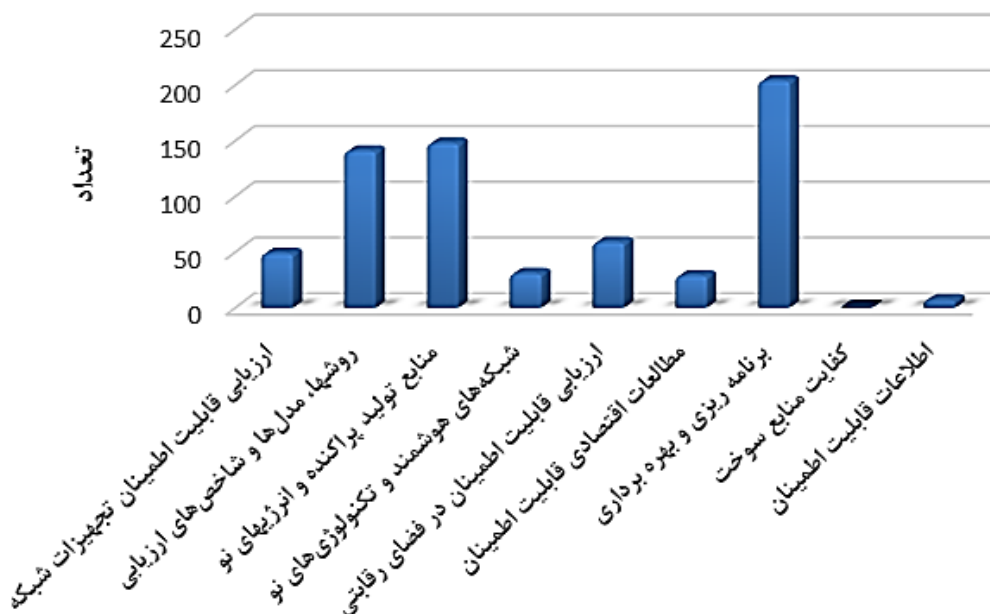
می‌توان فعالیت‌های انجام شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی را در قالب زیرمجموعه‌های معرفی شده تفکیک نموده و جایگاه ایران در هر یک از این حوزه‌ها را بررسی نمود. بدین منظور در شکل ۱-۹ فعالیت‌های انجام شده در هر زیر محور نشان داده شده است.



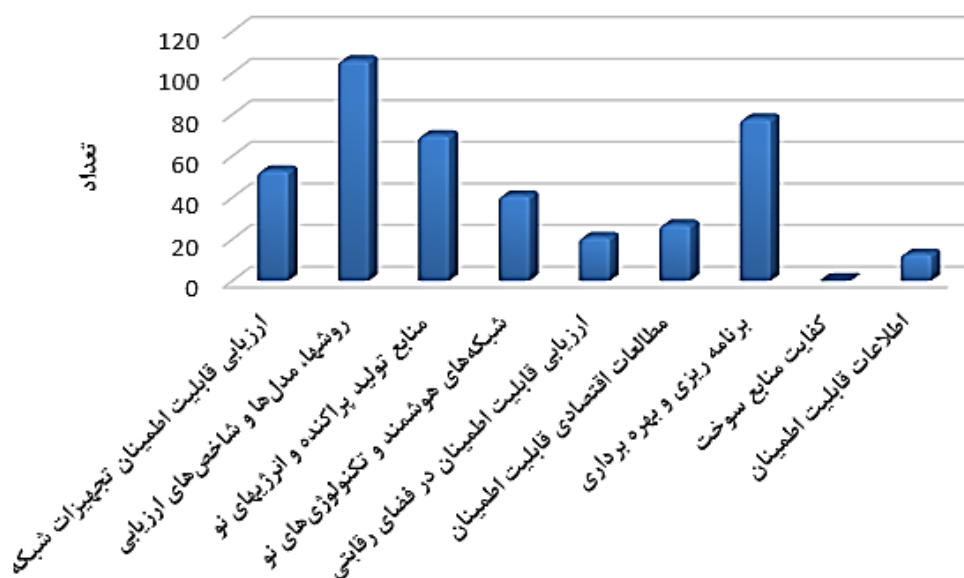
شکل ۹-۱: تعداد فعالیت‌های انجام شده هر زیر محور

همچنین می‌توان فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده را نیز به دو دسته تولید و انتقال-توزیع تقسیم

کرد که این موضوع در شکل‌های ۱۰-۱ و ۱۱-۱ نشان داده شده است.



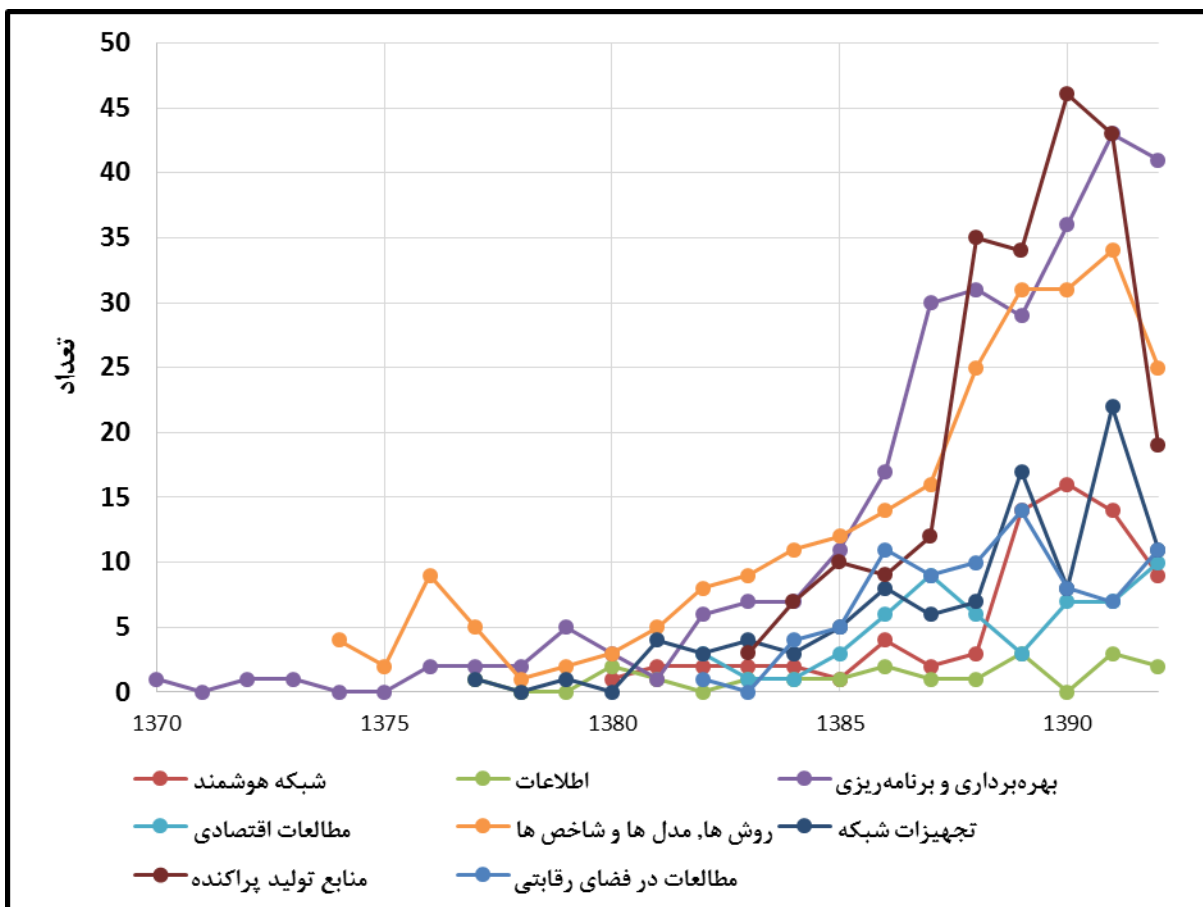
شکل ۱۰-۱: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه تولید



شکل ۱-۱۱: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه انتقال-توزیع

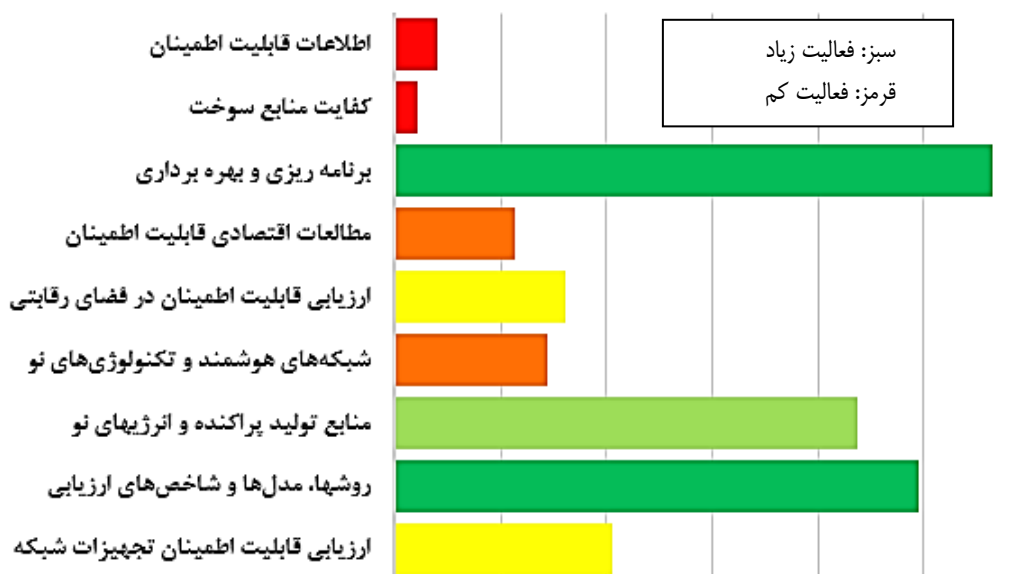
با توجه به نمودارهای بالا مشاهده می‌شود که در هر دو حوزه انتقال-توزیع و تولید توجه بیشتر به زیرمحور اطلاعات قابلیت اطمینان و مطالعات اقتصادی و ارزش‌گذاری قابلیت اطمینان یکی از ضرورت‌های تحقیقات آتی می‌باشد. همچنین کیفیت منابع سوخت باید مورد توجه قرار گیرد.

در شکل ۱-۱۲ روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان نشان داده شده است. همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، مطالعات انجام شده در حوزه ارزیابی قابلیت اطمینان از اوایل سال‌های ۱۳۷۰ در زیرمحور برنامه‌ریزی و بهره‌برداری آغاز شده و در اوایل سال‌های ۱۳۹۰ به اوج خود رسیده است. در این میان، انجام فعالیت‌های بیشتر در حوزه زیرمحورهای اطلاعات، کفایت منابع سوخت، شبکه‌های هوشمند، تجهیزات شبکه و مطالعات اقتصادی با توجه به حجم نسبتاً اندک فعالیت‌های انجام شده در آنها و تاثیر فراوان این موضوعات بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت، مهمترین زمینه‌های تحقیقاتی و اجرایی فعالیت‌های آتی به شمار می‌رود.



شکل ۱-۱۲: روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان

بر اساس تحقیقات انجام شده و شکل‌های ۱-۵ تا ۱۲-۱ می‌توان میزان فعالیت‌های انجام شده کشور در هر یک از حوزه‌های نام‌برده را به صورت زیر نشان داد. در شکل ۱-۱۳ تجربیات و فعالیت‌های کشور در هر یک از زیرمحورهای مربوط به حوزه ارزیابی قابلیت اطمینان به صورت گرافیکی نشان داده شده است. در شکل‌های زیر رنگ‌های سبز و قرمز به ترتیب نشان‌دهنده بیشترین و کمترین میزان فعالیت پژوهشی و تحقیقاتی در زیرمحور مربوطه می‌باشند.



شکل ۱-۱۳: وضعیت قابلیت اطمینان کشور از نقطه نظر فعالیت‌های پژوهشی در هر یک از زیرمحورهای ارزیابی قابلیت اطمینان

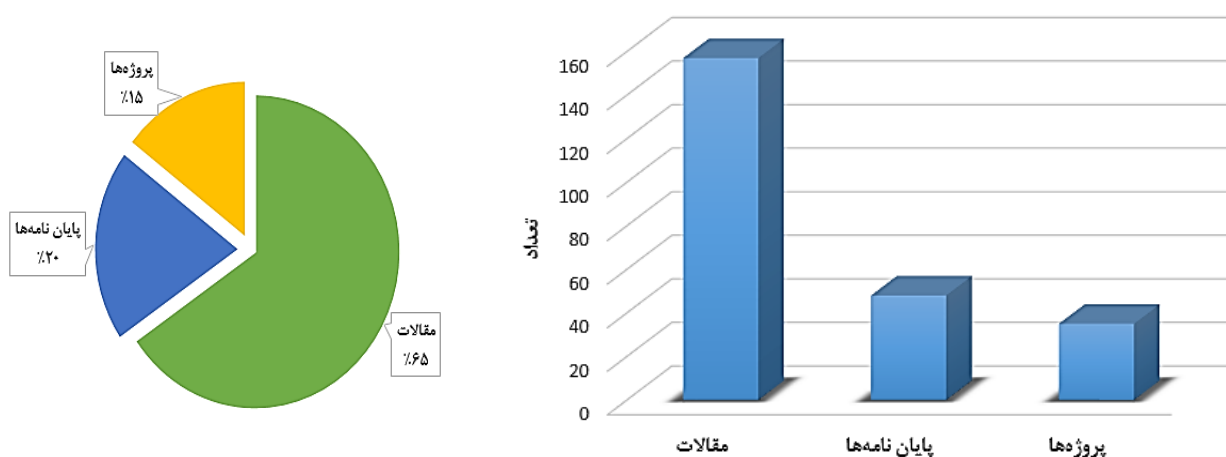
همان‌طور که مشاهده می‌شود، زیرمحورهای روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان دارای وضعیت مناسبی می‌باشند. همچنین توجه زیادی نیز به زیرمحور منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو در داخل کشور شده است. زیرمحورهای ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات شبکه، ارزیابی در فضای رقابتی نیز در وضعیت متوسطی می‌باشند. زیرمحورهای مطالعات اقتصادی و شبکه‌های هوشمند نیز در وضعیت هشدار قرار دارند. همچنین زیرمحورهای کفایت منابع سوخت و اطلاعات قابلیت اطمینان نیز در وضعیت قرمز می‌باشند. البته این تقسیم‌بندی بر اساس تعداد مقالات و پایان‌نامه‌های انجام شده در هر زیرمحور در داخل کشور می‌باشد. در واقع وضعیت هر یک از زیرمحورها از نظر تحقیقاتی مشخص شده است. از دیدگاه فعالیت‌های اجرایی و عملیاتی اکثر زیرمحورهای بالا در وضعیت مناسبی به سر نمی‌برند و نیازمند توجه بیشتر به حوزه عملیاتی و اجرایی می‌باشد.

۳-۱- بررسی فعالیت‌های صورت‌گرفته در محور بهبود قابلیت اطمینان

هدف از انجام مطالعات ارزیابی قابلیت اطمینان، اصلاح و بهینه‌سازی طرح‌های توسعه شبکه و تعیین نقاط ضعف شبکه موجود در جهت تداوم سرویس‌دهی به مشترکین می‌باشد. در واقع مطالعات انجام‌شده در بخش قبل لازمه و پیش‌نیاز توسعه

اقدامات مورد نیاز جهت بهبود قابلیت اطمینان شبکه قدرت می‌باشد. از این رو بهبود قابلیت اطمینان شبکه به عنوان یکی از محورهای اصلی مطالعات پایایی در نظر گرفته شده است.

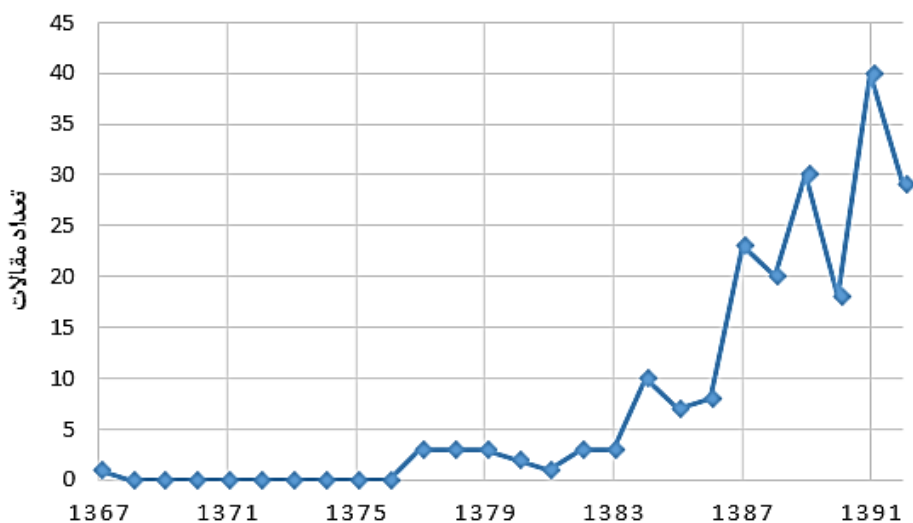
بر اساس تحقیقات انجام شده، در این قسمت فعالیت‌های انجام شده در ایران شامل تمامی مقالات، پایان‌نامه‌ها، پروژه‌های تحقیقاتی و اجرایی در قالب محور بهبود قابلیت اطمینان دسته‌بندی شده و مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. در شکل ۱-۱۴ حجم مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در مراکز تحقیقاتی و اجرایی فعال در حوزه صنعت برق ایران در زمینه بهبود قابلیت اطمینان نشان داده شده است.



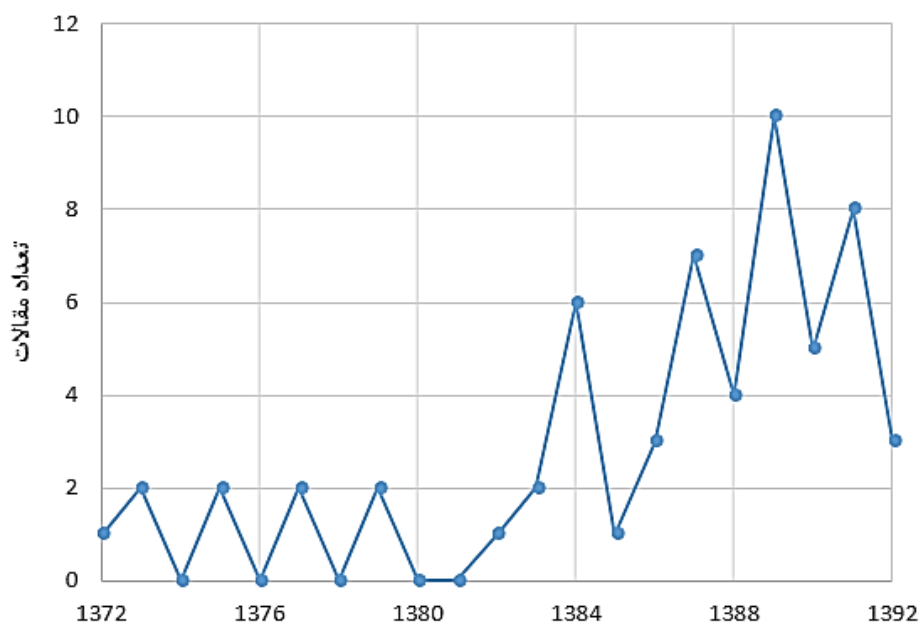
شکل ۱-۱۴: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان

همانطوری که در شکل بالا مشاهده می‌شود، در این زمینه فعالیت‌های تحقیقاتی مناسبی صورت گرفته است. البته حجم تحقیقات انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان به مراتب بیشتر از این محور بوده است و با توجه به اهمیت و جایگاه حوزه بهبود قابلیت اطمینان، این محور نیازمند توجه بیشتری است.

همچنین روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده در این زمینه به تفکیک برای مقالات و پایان‌نامه‌ها به ترتیب در شکل‌های ۱-۱۵ و ۱-۱۶ نشان داده شده است. به دلیل در دسترس نبودن زمان اتمام تعدادی از پروژه‌ها، روند زمانی پروژه‌های انجام شده رسم نشده است.

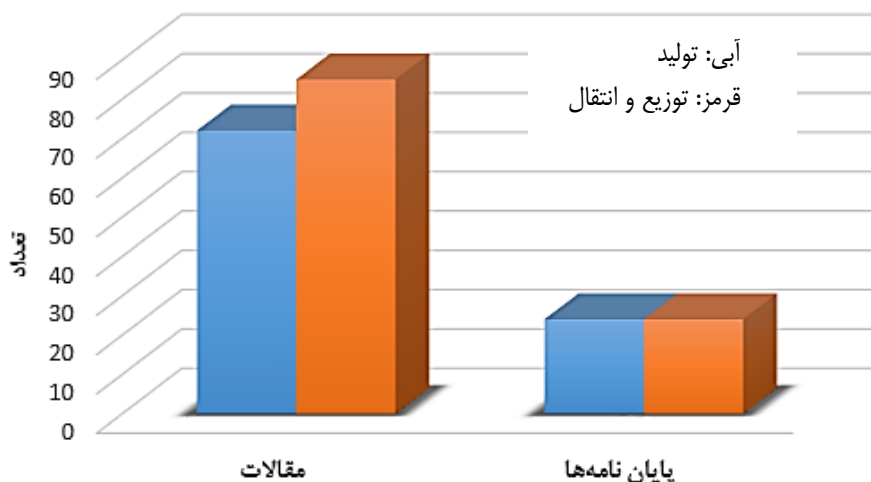


شکل ۱-۱۵: روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده برای مقالات



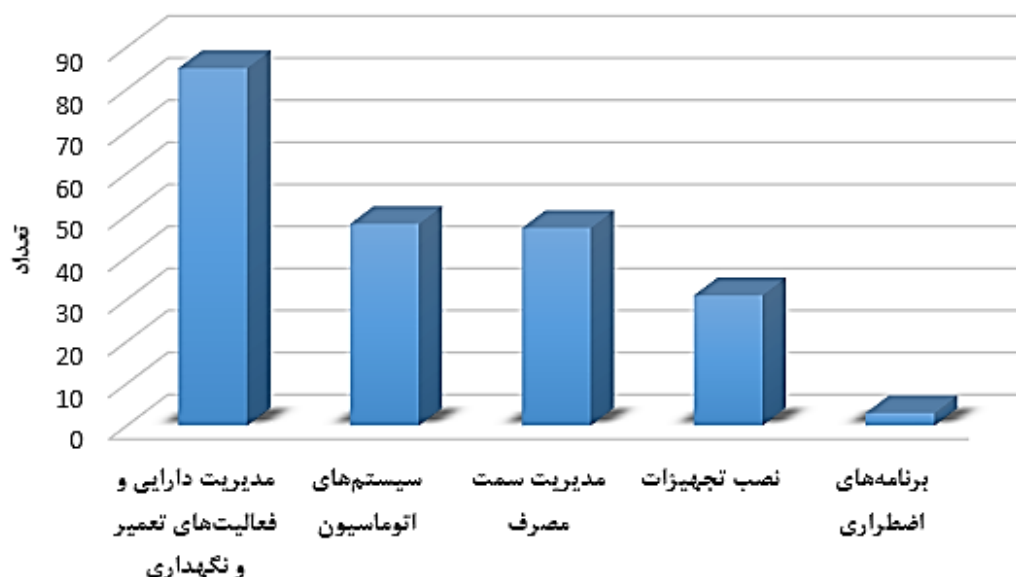
شکل ۱-۱۶: روند زمانی فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده برای پایان‌نامه‌ها

همانطوری که در شکل‌ها نشان داده شده است، فعالیت‌های انجام شده در این حوزه دارای روند رو به رشدی بوده است و عمده فعالیت‌ها نیز در سال‌های اخیر انجام شده است. همچنین می‌توان مقالات، پروژه‌ها و پایان‌نامه‌های انجام شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان را به دو دسته تولید و انتقال-توزیع تقسیم‌بندی نمود. در شکل ۱-۱۷ این دسته‌بندی نشان داده شده است.



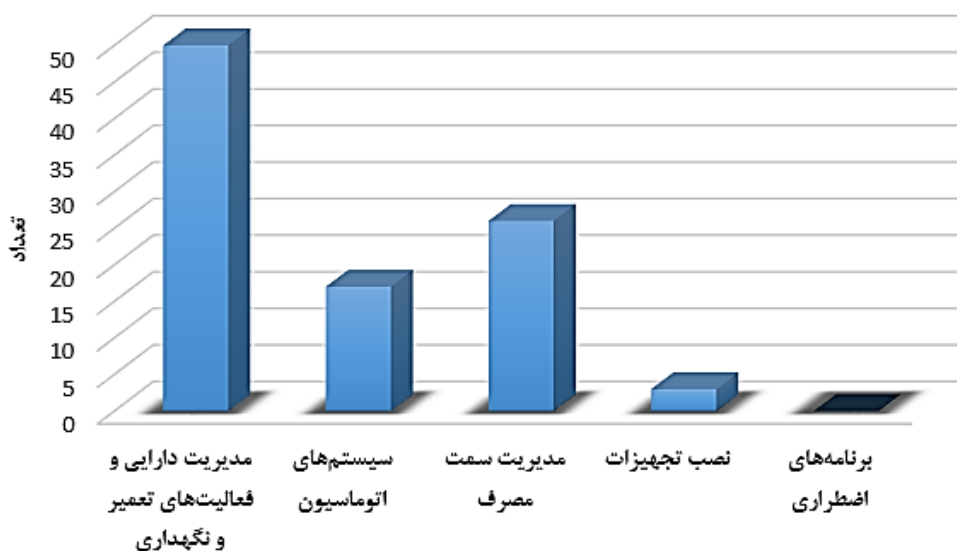
شکل ۱-۱۷: دسته‌بندی مقالات، پروژه‌ها و پایان‌نامه‌های انجام شده در زمینه تولید و انتقال-توزیع

می‌توان فعالیت‌های انجام شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی را در قالب زیرمحوهای معرفی شده تفکیک نموده و جایگاه ایران در هر یک از این حوزه‌ها را بررسی نمود. بدین منظور در شکل ۱-۱۸ فعالیت‌های انجام شده در هر زیر محور نشان داده شده است. به دلیل متفاوت بودن ماهیت زیرمحور آموزش از سایر زیرمحوها، این زیرمحور در نمودار زیر نشان داده نشده است.

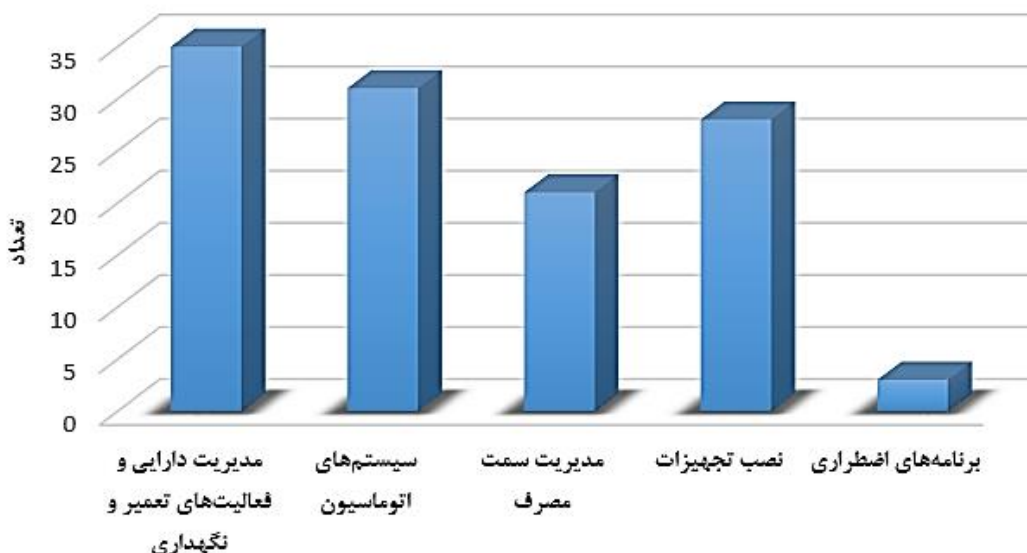


شکل ۱-۱۸: تعداد فعالیت‌های انجام شده هر زیر محور

همچنین می‌توان فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحوهای معرفی شده را نیز به دو دسته تولید و انتقال-توزیع تقسیم کرد که این موضوع در شکل‌های ۱-۱۹ و ۱-۲۰ نشان داده شده است.



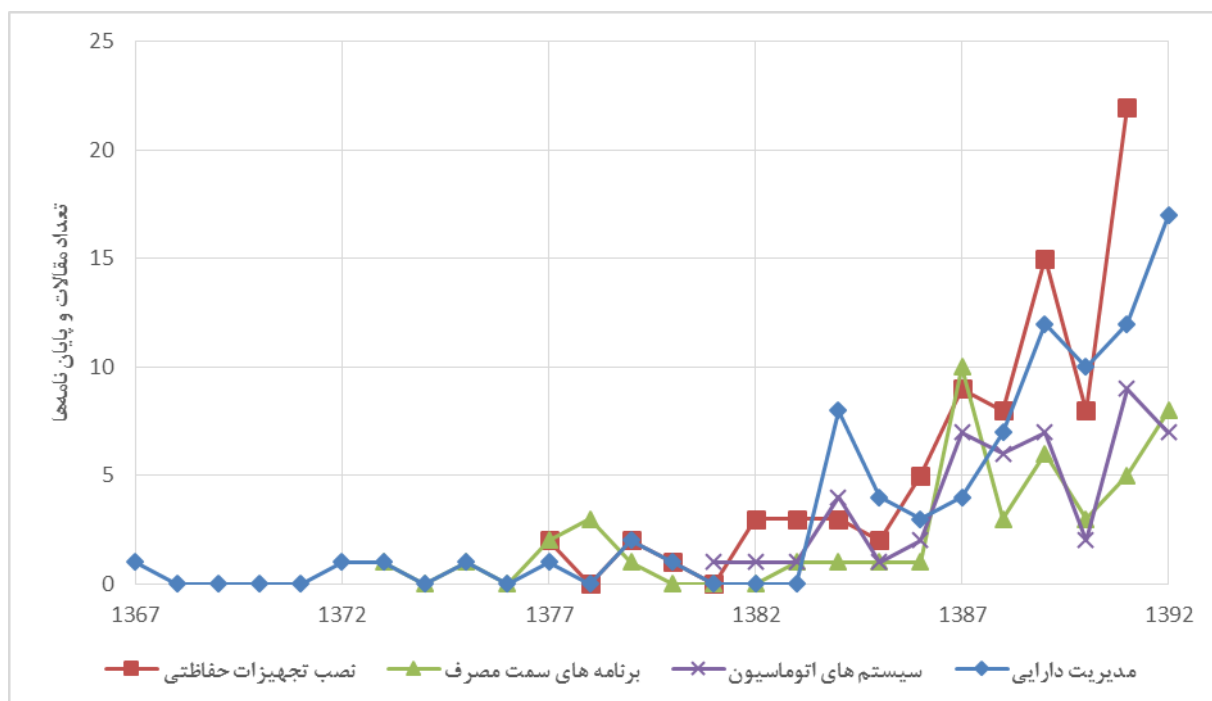
شکل ۱-۱۹: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحوهای معرفی شده در حوزه تولید



شکل ۱-۲۰: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحوهای معرفی شده در حوزه انتقال-توزیع

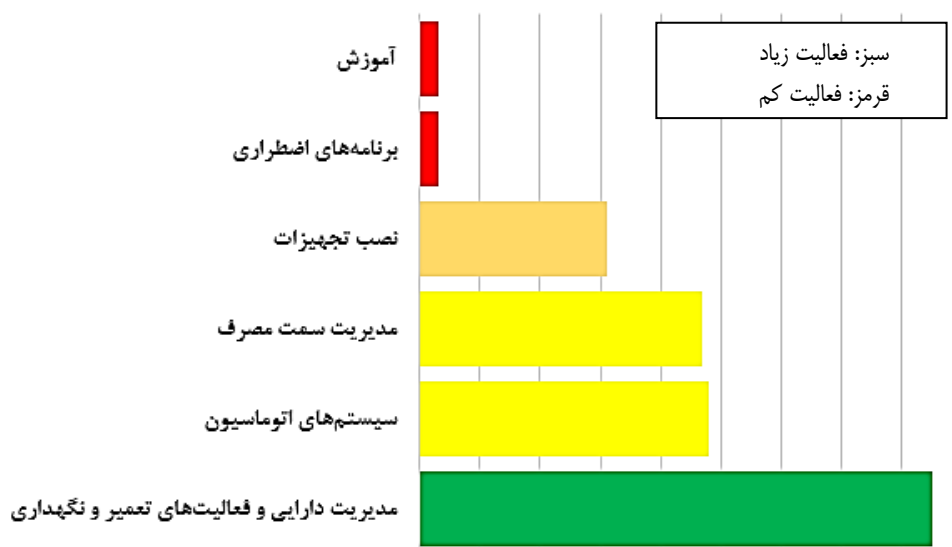
در شکل ۱-۲۱ روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور بهبود قابلیت اطمینان نشان داده شده است. همانطوری که در این شکل مشاهده می‌شود، مطالعات انجام شده در حوزه بهبود قابلیت اطمینان از سال‌های ۱۳۶۷ در زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری آغاز شده و در اوایل سال‌های ۱۳۹۰ به اوج خود رسیده است. در این میان، انجام فعالیت‌های

بیشتر در حوزه آموزش، برنامه‌های اضطراری، برنامه‌های سمت مصرف و سیستم‌های اتوماسیون با توجه به حجم نسبتاً اندک فعالیت‌های انجام شده در آنها و تاثیر فراوان این موضوعات بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت، مهمترین زمینه‌های تحقیقاتی و اجرایی فعالیت‌های آتی به شمار می‌رود.



شکل ۱-۲۱: روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور بهبود قابلیت اطمینان

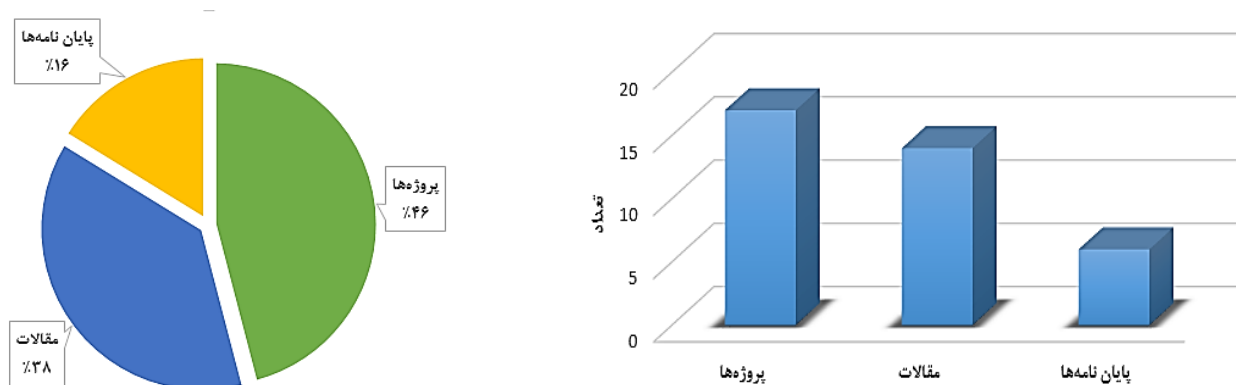
همچنین وضعیت کشور در هر یک از زیرمحوهای مربوط به حوزه بهبود قابلیت اطمینان به صورت گرافیکی در شکل ۱-۲۲ نشان داده شده است. همانطوری که مشاهده می‌شود، زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری دارای وضعیت مناسب می‌باشند. زیرمحوهای مدیریت سمت مصرف و سیستم‌های اتوماسیون نیز در وضعیت هشدار می‌باشند. همچنین زیرمحور آموزش و برنامه‌های اضطراری نیز در وضعیت قرمز می‌باشند. از دیدگاه فعالیت‌های اجرایی و عملیاتی اکثر زیرمحوهای بالا در وضعیت مناسبی به سر نمی‌برند و مشابه با محور قبلی نیازمند توجه بیشتری به حوزه عملیاتی و اجرایی می‌باشند.



شکل ۱-۲۲: وضعیت قابلیت اطمینان کشور از نقطه نظر فعالیتهای پژوهشی در هر یک از زیرمجموعه‌های بهبود قابلیت اطمینان

۱-۴- بررسی فعالیتهای صورت گرفته در محور مسائل رگولاتوری

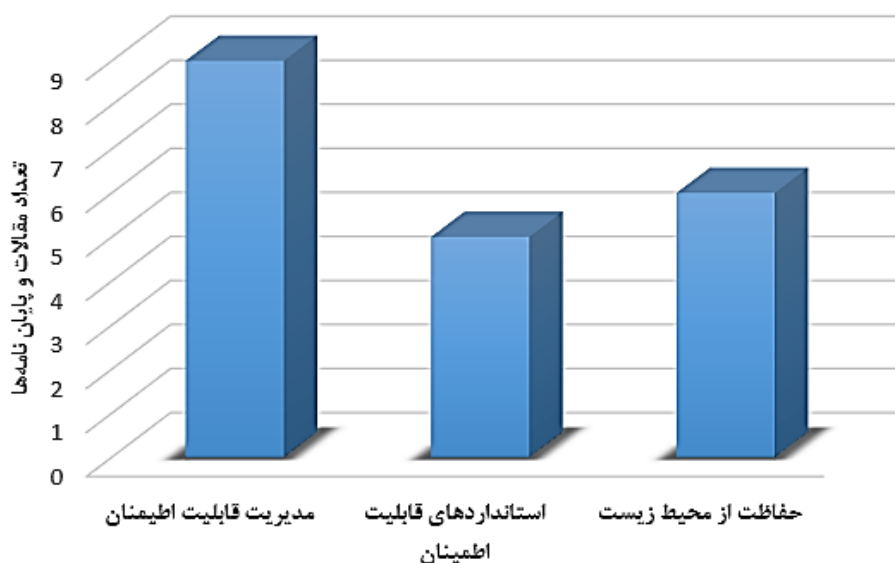
بررسی استانداردهای مختلف موجود در حوزه قابلیت اطمینان شبکه قدرت و معرفی روش‌های مختلف تنظیم پایایی از مهمترین اهداف این محور می‌باشد. در این قسمت فعالیتهای انجام شده در ایران شامل تمامی مقالات، پایان‌نامه‌ها، پروژه‌های تحقیقاتی و اجرایی در قالب محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان دسته‌بندی شده و مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. در شکل ۱-۲۳ حجم مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در مراکز تحقیقاتی و اجرایی فعال در حوزه صنعت برق ایران در این محور نشان داده شده است.



شکل ۱-۲۳: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌ها در زمینه مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان

همان‌طور که در شکل ۱-۲۳ مشاهده می‌شود، در این زمینه فعالیت‌های تحقیقاتی نسبتاً اندکی صورت گرفته است و با توجه به کاربردی بودن بحث سیاست‌گذاری و مدیریت قابلیت اطمینان، تحقیقات و مقالات چندانی در این زمینه وجود ندارد. حجم تحقیقات انجام‌شده در محورهای ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان به مراتب بیشتر از این محور بوده است و با توجه به اهمیت و جایگاه مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان، این محور نیازمند توجه بیشتری است.

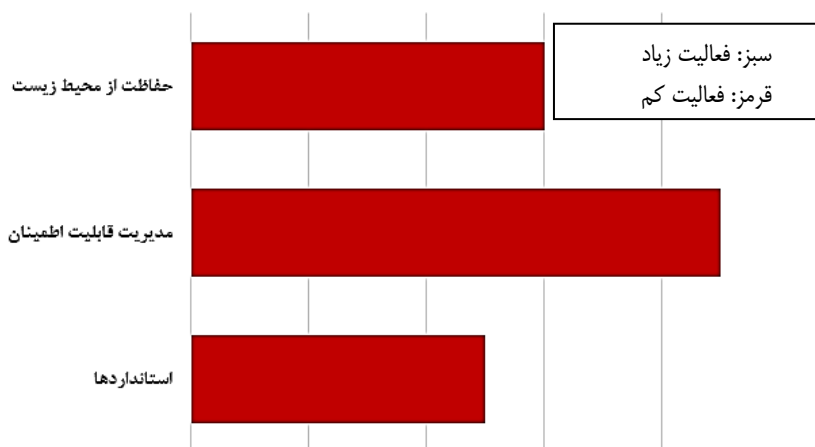
شکل ۱-۲۴ تعداد مقالات چاپ شده و پایان‌نامه‌ها در زیر محورهای محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان را به نمایش می‌گذارد. با توجه به این شکل، تعداد مقالات در هر سه زیر محور کم و تقریباً به یک اندازه است. دلیل این موضوع این است که دو زیرمحور مدیریت قابلیت اطمینان و حفاظت از محیط زیست از موضوعات روز قابلیت اطمینان می‌باشند و تحقیق در این زمینه‌ها دارای روند افزایشی می‌باشد. همچنین زیر محور استانداردهای قابلیت اطمینان یک موضوع تحقیقاتی نیست و فرایندی است که بیشتر از طریق تجربه و درس‌های گرفته شده از گذشته کامل می‌گردد تا تحقیقات دانشگاهی.



شکل ۱-۲۴: حجم مقالات و پایان‌نامه‌های ارائه شده در زمینه مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان شبکه قدرت

در انتها وضعیت کشور در هر یک از زیرمحورهای مربوط به محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری به صورت گرافیکی در

شکل ۱-۲۵ نشان داده شده است.



شکل ۱-۲۵: وضعیت قابلیت اطمینان کشور از نقطه نظر فعالیت‌های پژوهشی در هر یک از زیرمحوهای مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان

همانطوری که مشاهده می‌شود، هر سه زیرمحو مدیریت قابلیت اطمینان، استانداردها و سیاست‌های حفاظت از محیط زیست در وضعیت قرمز قرار دارند و فعالیت‌های چندانی در داخل کشور در این حوزه‌ها صورت نگرفته است.

۵-۱- نتیجه‌گیری

در این فصل ابتدا مهمترین فعالیت‌ها و حوزه‌های تحقیقاتی در زمینه قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت معرفی شد. در ادامه بر اساس تحقیقات انجام شده، وضعیت کشور در هر یک از این حوزه‌ها از نظر تعداد فعالیت‌های پژوهشی نیز بررسی گردید. در فصل بعدی بر اساس بررسی‌های صورت گرفته در این فصل پیشنهادهای در قالب پیش‌نیازها و اقدامات لازم جهت بهبود وضعیت موجود در هر یک از زیرمحوها ارائه شده است.

فصل دوم: پیش‌نیازها و فعالیت‌های قابل انجام در هر زیرمحور

مقدمه

در این فصل بر اساس نتایج فصل اول و وضعیت موجود در هر یک از زیرمحورها، فعالیت‌هایی جهت بهبود وضعیت کنونی پایایی در هر حوزه پیشنهاد شده و پیش‌نیازهای مربوطه نیز مشخص خواهد شد.

۱-۲- تعیین پیش‌نیازها و فعالیت‌های قابل انجام

در این بخش برای هر زیرمحور ابتدا پیش‌نیازهای لازم مشخص شده، فعالیت‌های قابل انجام و اقدامات لازم جهت بهبود وضعیت کنونی در آن زیرمحور نیز پیشنهاد شده است. این فعالیت‌ها در شکل‌های ۱-۲ تا ۱۸-۲ آورده شده است. البته توجه شود که برای هر زیرمحور سه دسته اقدامات پیشنهاد گردیده است. دسته اول پیش‌نیازهای مربوطه جهت انجام فعالیت در آن زیرمحور را نشان می‌دهد. در واقع برای هر زیرمحور نیازمندی‌هایی مشخص شده که لازم است پیش از هرگونه فعالیت در آن زیرمحور، به‌منظور عملکرد صحیح و موثرتر ابتدا این نیازها تامین گردد. دسته دوم فعالیت‌ها و پروژه‌های مرتبط و قابل انجام در هر زیرمحور را نشان می‌دهد. در واقع فعالیت‌های دسته دوم بیشتر بر اساس عنوان زیرمحور پیشنهاد گردیده است و مشخص کننده فعالیت‌هایی است که صرف نظر از وضعیت موجود کشور و جایگاه آن حوزه در فعالیت‌های صورت گرفته، برای هر زیرمحور قابل انجام است. البته با توجه به اینکه بخشی از فعالیت‌های پیشنهاد شده در دسته دوم انجام شده و یا در حال انجام است و همچنین با توجه به بررسی فعالیت‌هایی صورت گرفته در داخل کشور در هر زیرمحور و شناسایی نواقص و کاستی‌های موجود در هر یک، در دسته سوم برای هر یک از زیرمحورهای مطالعاتی، پیشنهادهاتی جهت بهبود روند موجود در آن زیرمحور ارائه شده است.

ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات شبکه

پیش‌نیازها

- آموزش، شناخت و تبیین جایگاه مطالعات قابلیت اطمینان در شرکت‌های برق
- تطبیق نیازها با تجهیزات موجود و پیش‌بینی روند نفوذ تکنولوژی‌های نو در شبکه برای سال‌های آتی
- پایش و مانیتورینگ مداوم تجهیزات شبکه و توسعه تکنولوژی‌ها و زیرساخت‌های مربوطه
- ایجاد بانک‌های اطلاعاتی منسجم در تمامی بخش‌های شبکه قدرت
- ثبت اتفاقات و اطلاعات یکسان در تمامی شرکت‌های برق از تجهیزات، ثبت اطلاعات مکانی و توصیفی تجهیزات در نرم‌افزارهای GIS و ایجاد ارتباط این نرم‌افزار با سایر بانک‌های اطلاعاتی

فعالیت‌ها و پروژه‌های مرتبط

- انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور شامل مطالعات پیری، تعیین عمر و شناسایی وضعیت بر روی تجهیزات شبکه تولید، انتقال و توزیع به صورت دوره‌ای و منظم
- ارائه مدل قابلیت اطمینانی هر تجهیز، توسعه و بهبود مدل‌های موجود
- تعیین نرخ خرابی و مدت زمان تعمیر هر تجهیز در شرایط بهره‌برداری و آب و هوایی مختلف

اقدامات لازم جهت بهبود وضعیت موجود در این زیرمحور

- گزارش‌دهی منظم شرکت‌ها و نظارت مستمر بر این روند توسط نهادهای مسئول
- تهیه حداقل استانداردهای لازم جهت جلوگیری از ورود تجهیزات با کیفیت پایین
- تدوین دستورالعمل‌های سنجش و ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات
- تدوین دستورالعمل‌هایی جهت گزارش‌دهی و یکسان‌سازی شاخص‌های ارزیابی جهت مقایسه عملکرد شرکت‌های بهره‌بردار در این زمینه

شکل ۱-۲: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات شبکه

روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های ارزیابی قابلیت اطمینان

پیش‌نیازها

- آموزش، شناخت و تبیین جایگاه مطالعات قابلیت اطمینان در شرکت‌های برق
- پایش، مانیتورینگ مداوم شبکه، توسعه تکنولوژی‌ها و زیرساخت‌های مربوطه
- توسعه بانک اطلاعاتی کامل از هر بخش و نحوه اتصالات شبکه، ثبت اتفاقات و اطلاعات یکسان در تمامی شرکت‌های برق از تجهیزات، ثبت اطلاعات مکانی و توصیفی در نرم‌افزارهای GIS

فعالیت‌ها و پروژه‌های مرتبط

- انجام محاسبات قابلیت اطمینان در هر یک از سطوح شبکه قدرت
- ارائه روش‌های جدید در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع و توسعه و بهبود مدل‌های موجود
- محاسبه شاخص‌های معرفی شده در هر بخش و مقایسه عملکرد شرکت‌های بهره‌بردار
- توسعه روش‌هایی برای محاسبه شاخص‌های مورد نیاز بر اساس اطلاعات محدود و در دسترس

اقدامات لازم جهت بهبود وضعیت موجود در این زیرمجموعه

- یکسان‌سازی شاخص‌های قابلیت اطمینان و روش‌های مورد استفاده جهت سنجش عملکرد و مقایسه شرکت‌های بهره‌بردار و تدوین دستورالعمل‌های مورد نیاز جهت انجام این محاسبات
- گزارش‌دهی منظم شرکت‌ها از شبکه تحت پوشش خود و نظارت مستمر بر آنها
- توسعه ابزارها و نرم‌افزارهای بومی جهت سنجش و ارزیابی قابلیت اطمینان بخش‌های مختلف

شکل ۲-۲: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمجموعه روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های ارزیابی



شکل ۲-۳: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمجموعه منابع تولید پراکنده و انرژی‌های تجدیدپذیر



شکل ۲-۴: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمجموعه شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو

ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی

پیش‌نیازها

- ایجاد بانک‌های اطلاعاتی منسجم
- محاسبه ارزش بار از دست رفته و هزینه‌های خاموشی مشترکین برای مناطق و صنایع مختلف
- تعیین معیارهای مناسب قابلیت اطمینان جهت بکارگیری در بهره‌برداری و برنامه‌ریزی شبکه قدرت
- فراهم سازی مقدمات لازم برای تشکیل نهاد ناظر و تبیین وظایف آن در بخش انتقال و توزیع
- شفاف‌سازی در تفکیک فعالیت‌های بخش‌های مختلف تولید، انتقال، توزیع و عرضه (خدمات مشترکین)

فعالیت‌ها و پروژه‌های مرتبط

- بررسی تاثیر قوانین و دستورالعمل‌های ایجاد شده بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت
- تاثیر تشکیل بازار برق بر کارایی و قابلیت اطمینان نیروگاه‌ها
- تاثیر بازیگران جدید در این عرصه بر حفظ امنیت شبکه و مدل‌سازی رفتار و نحوه تعامل آنها
- معرفی معیارهای جدید در سنجش امنیت شبکه
- ارائه مکانیسم‌های کنترل، مدیریت قابلیت اطمینان و امنیت شبکه در این شرایط
- قیمت‌گذاری و تعیین تعرفه‌های مختلف در محیط رقابتی بر اساس هزینه‌های فرصت از دست رفته
- تعیین تعرفه‌های استفاده از زیرساخت مربوطه در جهت بهبود پایایی سیستم

اقدامات لازم جهت بهبود وضعیت موجود در این زیرمحور

- تهیه دستورالعمل‌های مربوطه جهت جلوگیری از سوء استفاده بازیگران و آسیب دیدن پایایی سیستم
- ارزیابی و پایش مداوم عملکرد بازار از نقطه نظر پایایی به منظور اصلاح مدل‌ها و فعالیت‌های مرتبط با آن
- تدوین دستورالعمل‌های اتصال به شبکه انتقال و توزیع در جهت حفظ امنیت شبکه

شکل ۲-۵: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمحور ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی



شکل ۲-۶: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمحور مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان

مطالعات برنامه‌ریزی و بهره‌برداری قابلیت اطمینان محور

پیش‌نیازها

- آموزش، شناخت و تبیین جایگاه مطالعات قابلیت اطمینان در شرکت‌های برق
- انجام مطالعات قابلیت اطمینان بر روی تجهیزات و شبکه قدرت
- ایجاد پایگاه اطلاعاتی منسجم از اتفاقات شبکه
- محاسبه ارزش بار از دست رفته برای مناطق مختلف و هزینه خاموشی مشترکین

فعالیت‌ها و پروژه‌های مرتبط

- تعیین معیارهای مناسب قابلیت اطمینانی جهت بکارگیری در مطالعات بهره‌برداری، برنامه‌ریزی بهره‌برداری (برنامه‌ریزی فعالیت‌های تعمیر و نگهداری نیروگاه‌ها) و برنامه‌ریزی شبکه قدرت
- تعیین رزرو بهینه گردان و غیرگردان لازم و حل مساله در مدار قرار گرفتن واحدهای تولیدی با در نظر گرفتن معیارهای قابلیت اطمینان
- تعریف و تعیین دستورالعمل‌های بهره‌برداری و برنامه‌ریزی بر اساس معیارهای قابلیت اطمینانی

اقدامات لازم جهت بهبود وضعیت موجود در این زیرمحور

- یکسان‌سازی روش‌های اجرایی و دستورالعمل‌ها
- تعریف فعالیت‌های بهره‌برداری مطابق با چشم‌اندازهای پایایی مطلوب
- ارزیابی فعالیت‌های بهره‌برداری و برنامه‌ریزی مناطق از دیدگاه پایایی، پیگیری و نظارت بر اجرای آن

شکل ۲-۷: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمحور مطالعات برنامه‌ریزی و بهره‌برداری قابلیت اطمینان



شکل ۲-۸: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمجموعه کفایت منابع سوخت



شکل ۲-۹: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمجموعه اطلاعات قابلیت اطمینان

مدیریت دارایی و فعالیتهای تعمیر و نگهداری

پیش‌نیازها

- پایش و مانیتورینگ مداوم تجهیزات شبکه و توسعه تکنولوژی‌ها و زیرساخت‌های مربوطه
- شناسایی دقیق نقاط ضعف و حادثه‌خیز شبکه با استفاده از روش‌ها و ابزارهای موثر و فناوری‌های جدید در کنار تجزیه و تحلیل اطلاعات به صورت اثر بخش
- انجام مطالعات قابلیت اطمینان، محاسبه هزینه‌های خاموشی، تجزیه و تحلیل حوادث و اتفاقات شبکه، شناسایی عوامل ایجاد خطا و اطلاع از وضعیت تجهیزات
- توسعه بانک‌های اطلاعاتی از تجهیزات شبکه تحت پوشش و وضعیت آنها

فعالیت‌ها و پروژه‌های مرتبط

- ارائه استراتژی‌ها، تنظیم خط مش‌ها و برنامه‌های تعمیر و نگهداری برای هر منطقه و هر تجهیز
- توسعه سیستم‌های مدیریت اتفاقات
- بررسی تاثیر فعالیتهای تعمیر و نگهداری در بهبود عملکرد تجهیز و افزایش قابلیت اطمینان سیستم
- استفاده از سیستم‌های مکانیزه برای جامعیت بخشیدن به تعمیرات پیشگیرانه با هدف بهبود پایایی شبکه
- ایجاد مکانیزم بررسی فنی، اقتصادی سیستم تعمیر نگهداری پیشگیرانه در کاهش هزینه‌ها

اقدامات لازم جهت بهبود وضعیت موجود در این زیرمجموعه

- تهیه نرم‌افزار مدیریتی و مرتبط جهت ثبت و نگهداری اطلاعات مربوط به پروژه
- آگاه‌سازی و آموزش کلیه پرسنل، پیمانکاران و ناظرین در زمینه اهمیت فعالیتهای تعمیر و نگهداری و همچنین برون‌سپاری گروهی از فعالیتهای
- تغییر رویکرد و نگاه نسبت به شناسایی و رفع مشکلات شبکه قدرت با توجه به تغییرات ساختاری و رفتاری در صنعت برق کشور
- تعیین سرفصل‌های بودجه و اعتبارات فعالیتهای تعمیر و نگهداری به صورت مستقل

شکل ۱-۲: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمجموعه مدیریت دارایی و فعالیتهای تعمیر و نگهداری



شکل ۲-۱۱: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمجموعه سیستم‌های کنترلی نظارتی و اتوماسیون



شکل ۲-۱۲: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمحور نصب تجهیزات مانیتورینگ و حفاظتی



شکل ۲-۱۳: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمجموعه آموزش



شکل ۲-۱۴: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمجموعه برنامه‌های اضطراری



شکل ۲-۱۵: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمجموعه برنامه‌های سمت تقاضا



شکل ۲-۱۶: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمحور استانداردهای قابلیت اطمینان



شکل ۲-۱۷: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمجموعه سیاست‌های حفاظت از محیط زیست

مدیریت و تنظیم قابلیت اطمینان

پیش‌نیازها

- تهیه بانک‌های اطلاعاتی لازم جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان و توسعه زیرساخت‌های لازم
- شناخت نقاط ضعف و قوت شبکه قدرت در نقاط مختلف کشور
- شناخت و درک وضعیت موجود، بررسی پتانسیل‌ها، ویژگی‌ها و شناسایی ابزارهای موجود جهت تنظیم کیفیت توان و قابلیت اطمینان سیستم

فعالیت‌ها و پروژه‌های مرتبط

- بررسی تاثیر روش‌های تنظیم قابلیت اطمینان بر عملکرد شرکت‌های برق و قابلیت اطمینان شبکه
- تدوین راهبردها و دستورالعمل‌ها و ایجاد زیرساخت‌های لازم جهت پیاده‌سازی نظام انگیزشی جهت بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع و کاهش ریسک‌های مربوطه
- تعیین هدف و معیارهای لازم و ارائه روش‌های تنظیم برای شرکت‌های برق و انتخاب مدل انگیزشی مناسب برای دستیابی به مقادیر هدف‌گذاری شده
- هماهنگی قابلیت اطمینان و تعیین مدل‌های عملکردی، انجام هماهنگی‌های لازم بین بخش‌های مختلف جهت تبادل اطلاعات با یکدیگر و تبیین وظایف هر بخش
- ارائه گزارش‌های گوناگون (سالانه و فصلی و ...) در خصوص قابلیت اطمینان شبکه قدرت سراسری و بخش‌های کوچکتر شبکه تا حد تجهیزات مختلف آن
- بررسی عملکرد برق‌های منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع نیروی برق و دیگر شرکت‌های خصوصی فعال در این حوزه توسط بهره‌بردار سیستم و ارائه گزارش‌هایی به صورت دوره‌ای

شکل ۲-۱۸: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمجموعه مدیریت قابلیت اطمینان

مدیریت و تنظیم قابلیت اطمینان

اقدامات لازم جهت بهبود وضعیت موجود در این زیرمجموعه

- ایجاد و ارتقاء نظام‌های مکانیزه جهت ثبت و تحلیل حوادث و تکمیل و توسعه مراکز فوریت‌های برق و دیسپاچینگ‌های توزیع
- بازنگری و ارتقاء دستورالعمل‌های بهره‌برداری و برنامه‌ریزی
- بررسی، کنترل و نظارت بر بودجه‌های پیشنهادی
- توسعه روش‌های نظارتی به منظور حصول اطمینان از بکارگیری روش‌های مناسب جهت رسیدگی سریع به خاموشی‌ها و کاهش انرژی‌های تامين نشده
- تدوین برنامه‌ها، راهبردها و ایجاد زیرساخت‌های لازم جهت ارتقاء نظام ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع

ادامه شکل ۲-۱۸: پیش‌نیازها، فعالیت‌ها و اقدامات لازم در زیرمجموعه مدیریت قابلیت اطمینان

فصل سوم: جمع‌بندی و اولویت‌بندی فعالیت‌ها

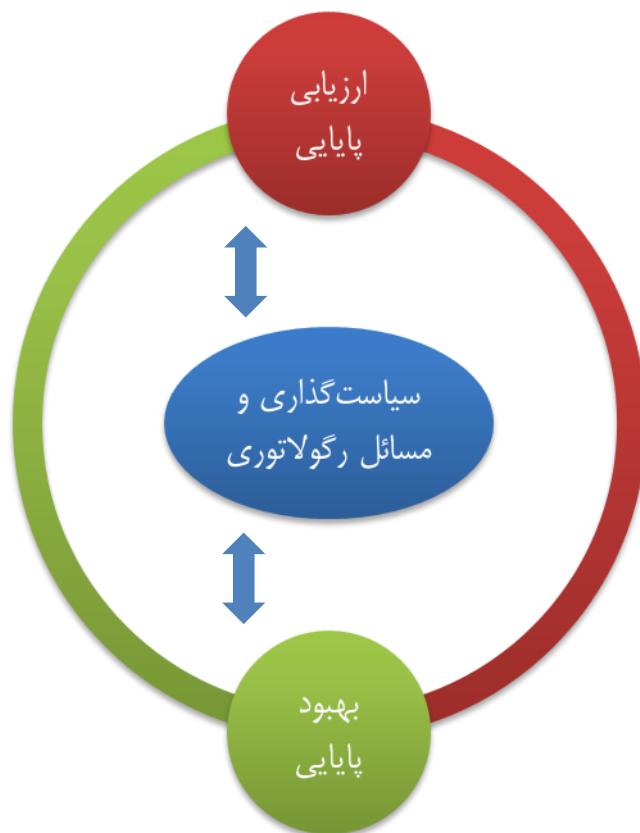
مقدمه

در این فصل بر اساس نتایج بدست آمده از فصل‌های اول و دوم، تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات مرتبط با قابلیت اطمینان کشور و بررسی پیش‌نیازها و فعالیت‌های قابل انجام جهت بهبود وضعیت پایایی در هر زیرمحور، با توجه به اهمیت و جایگاه زمانی فعالیت‌ها، به اولویت‌بندی زیرمحورهای مطالعاتی پرداخته شده است.

۱-۳- اولویت‌بندی

همان‌طور که در فصل‌های قبل ذکر گردید، فعالیت‌ها و اقدامات مرتبط با قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت را می‌توان در سه محور اصلی با عناوین ارزیابی پایایی، بهبود پایایی و سیاست‌گذاری‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با پایایی جای داد. البته این تقسیم‌بندی صرفاً جهت نظام‌مند نمودن فعالیت‌ها صورت گرفته بوده است و میان اقدامات و فعالیت‌های انجام شده در این سه حوزه اشتراکات و مشابهت‌های زیادی نیز وجود دارد.

چرخه مطالعات قابلیت اطمینان در هر سیستم قدرتی را می‌توان به صورت شکل ۳-۱ نشان داد. اولین مرحله تعیین جایگاه و مشخص نمودن وضعیت سیستم قدرت از نقطه نظر پایایی است. این گونه اقدامات با محور ارزیابی پایایی نشان داده می‌شوند. بعد از تعیین وضعیت موجود، مرحله دوم طراحی و برنامه‌ریزی اقداماتی به منظور بهبود وضعیت پایایی می‌باشد. البته هر گونه اقدامی جهت بهبود پایایی سیستم نیازمند ارزیابی مجدد و به‌روز نمودن استراتژی‌ها و اقدامات طراحی شده قبلی است. فعالیت‌ها و اقدامات مرتبط با مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان نیز با تعیین دستورالعمل‌ها و سیاست‌گذاری‌های صحیح، موجب هدفمندتر شدن فعالیت‌های انجام شده در محورهای ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان و در نهایت هدایت آنها به سمت و سوی مناسب خواهند شد. البته نتایج حاصله از اقدامات انجام شده در محورهای ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان نیز می‌تواند موجب اصلاح سیاست‌ها و دستورالعمل‌های موجود شده و سبب جهت‌گیری مناسب‌تر در فعالیت‌های آتی شود.



شکل ۳-۱: محورهای پایایی

تعیین استراتژی‌ها و چارچوب‌های لازم جهت طراحی و انجام این فعالیت‌ها و اقدامات، نیازمند تبیین جایگاه مطالعات قابلیت اطمینان بوده که خود نیازمند ارائه آموزش‌های لازم و کسب دانش حداقلی موردنیاز در این حوزه می‌باشد. همچنین با توجه به اهمیت و نقش پرسنل در بهبود قابلیت اطمینان شبکه قدرت و بازیابی انرژی الکتریکی و سهم پایین مقالات ارائه‌شده در این حوزه، تحقیقات و فعالیت‌های بیشتری در حوزه آموزش جهت بهبود قابلیت اطمینان شبکه قدرت پیشنهاد می‌گردد. با توجه به اهمیت کنترل خاموشی‌ها، هر روزه شاهد گسترش تجهیزات جدید در این زمینه در شبکه‌های قدرت هستیم. آشنایی با این تجهیزات، تهیه آنها و ارائه آموزش لازم برای استفاده از این تجهیزات می‌تواند باعث بهبود قابلیت اطمینان گردد.

مهمترین وظیفه صنعت برق هر کشور تامین انرژی الکتریکی مشترکین به صورت مقرون به صرفه و با قابلیت اطمینان مناسب می‌باشد. این امر میسر نخواهد شد مگر با داشتن یک مدیریت صحیح بر امکانات و تجهیزات شبکه قدرت که خود مستلزم داشتن اطلاعات و داده‌های کافی از این سیستم است. همچنین جهت انجام هرگونه فعالیتی در زمینه مطالعات پایایی، داشتن اطلاعات کافی از شبکه مورد مطالعه، آرایش، تجهیزات و مصرف‌کنندگان متصل به آن و ... لازم و ضروری است. بنابراین علاوه بر امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان، یکی از اساسی‌ترین بخش‌های لازم

و ضروری، وجود بانک‌های اطلاعاتی مناسب از شبکه مورد مطالعه می‌باشد. وجود اطلاعات کافی از عملکرد، نوع و تعداد تجهیزات هر شبکه می‌تواند در تصمیم‌گیری مدیران و بهره‌برداران شبکه بسیار مفید باشد.

بنابراین، همان‌طور که در شکل ۳-۲ نیز مشاهده می‌شود، فعالیت‌های پایه‌ای که به عنوان مرحله اول و مهمترین گام در انجام مطالعات پایایی در نظر گرفته شده‌اند شامل دو زیرمجموعه آموزش جهت تبیین مفاهیم و جایگاه مطالعات قابلیت اطمینان و زیرمجموعه اطلاعات قابلیت اطمینان جهت تهیه بانک‌های اطلاعاتی لازم می‌باشد.

همچنین یکی دیگر از مهمترین موضوعات مطرح در حوزه قابلیت اطمینان، مباحث مربوط به مدیریت و هماهنگی قابلیت اطمینان و تعیین مدل‌های عملکردی برای آن می‌باشد. در هر سیستم قدرت جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان، باید یک واحد هماهنگی، نظارت و مدیریتی وجود داشته باشد که بر عملکرد سایر بخش‌های شبکه نظارت کرده و مسئولیت انتشار کلیه گزارش‌ها و اطلاعات لازم جهت استفاده مشترکین و بهره‌برداران مختلف شبکه را برعهده داشته باشد. این کمیته به عنوان مرکز و قلب تشکیلات عمل کرده و سایر بخش‌های سیستم هر یک به نوعی با این مرکز در ارتباط می‌باشند. یکی از مطالعات ضروری و اساسی که به عنوان پیش نیاز در نظر گرفته شده است، تعیین مدل‌های عملکردی، شناسایی نهادهای حاکم بر صنعت برق، تعیین وظایف، مسئولیت‌ها و ارتباطات آنها می‌باشد. مسلماً شناخت دقیق نهادهای فعال در صنعت و حوزه‌های اثربخشی آنها، رهنمودهای بسیار مناسبی در شناخت و تعیین مدل عملکردی قابلیت اطمینان شبکه قدرت ارائه خواهد داد. بدین منظور، ارائه مدل‌های عملکردی جهت مدیریت و هماهنگی قابلیت اطمینان شبکه قدرت و تعیین وظایف هر یک از نهادها در این حوزه به عنوان مرحله دوم در امر اولویت‌بندی در نظر گرفته شده است.

بعد از تهیه بانک‌های اطلاعاتی لازم و تعیین الگوهای هماهنگی قابلیت اطمینان، در مرحله بعدی انجام ارزیابی‌های قابلیت اطمینان محور جهت تعیین وضعیت کنونی پایایی سیستم به منظور طراحی اقدامات بعدی مورد نیاز است. همچنین تعیین وضعیت تجهیزات سیستم از نقطه نظر پایایی و ارائه مدل‌های قابلیت اطمینانی از آنها، یکی از مهمترین فعالیت‌هایی است که جهت انجام هر گونه اقدامی در زمینه ارزیابی و بهبود پایایی سیستم، لازم و ضروری است. در واقع اطلاعات حاصل از مرحله ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات به عنوان ورودی در بسیاری از مراحل بعدی مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

علاوه بر آن به عنوان گام دوم در تعیین وضعیت پایایی موجود، ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح شبکه و شناسایی کاستی‌ها و نقاط ضعف آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین ارزیابی قابلیت اطمینان طرح‌های توسعه و بهره‌برداری شبکه تولید،

انتقال و توزیع الکتریکی و در واقع انجام مطالعات ارزیابی قابلیت اطمینان محور در افق برنامه‌ریزی و بهره‌برداری از دیگر فعالیت‌هایی است که به عنوان شناخت وضعیت موجود در این مرحله انجام می‌گردد.

از طرفی جهت ارزیابی صحیح وضعیت پایایی سیستم قدرت، بررسی دقیق وضعیت منابع آب و سوخت و بررسی کفایت آنها از ضروریات و نیازمندی‌های ابتدایی به‌شمار می‌رود. بنابراین با درک عمیق از آسیب‌پذیری قابلیت اطمینان شبکه قدرت به دلیل کاهش منابع آب و سوخت و وابستگی به گاز طبیعی و احتمال وقوع رویدادهای زیان‌بار، عدم قطعیت موجود در تامین این منابع نیز باید در برنامه‌ریزی آتی شبکه گنجانده شوند. چالش پیش‌روی، شناسایی اثرات این تغییرات بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت می‌باشد. بنابراین لازم است که طرح‌هایی برای کاهش اثرات و یا سازگاری با این تغییرات انجام شود. همچنین مساله تامین سوخت مورد نیاز برای واحدهای هسته‌ای نیز با توجه به وضعیت سیاسی و دانش فنی ایران در این زمینه باید در مطالعات آینده سیستم‌های قدرت مورد توجه قرار گیرد.

بنابراین در مرحله سوم انجام فعالیت‌های مربوط به ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات شبکه، ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح سیستم، ارزیابی در افق برنامه‌ریزی و بهره‌برداری و شناخت و بررسی کفایت منابع آب و سوخت پیشنهاد می‌گردد.

بعد از انجام ارزیابی‌های قابلیت اطمینانی و سنجش وضعیت فعلی پایایی در مرحله بعدی تعیین دستورالعمل‌هایی به منظور هدفمند نمودن فعالیت‌های آتی در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه ارائه و تدوین استانداردهای پایایی بدون اطلاع از وضعیت فعلی سیستم چندان مطلوب به نظر نمی‌رسد، این فرایند بعد از مرحله انجام ارزیابی‌های قابلیت اطمینان محور آورده شده است. البته تدوین رویه‌ها و دستورالعمل‌ها همان‌طور که در شکل ۳-۱ نیز نشان داده شده است می‌تواند با ارائه طرح‌های توسعه و بهره‌برداری مناسب‌تر بر مرحله ارزیابی قابلیت اطمینان اثرگذار باشد.

همچنین با توجه به اینکه هر گونه اقدام و فعالیتی در زمینه بهبود پایایی نیازمند سرمایه‌گذاری و صرف هزینه می‌باشد، آگاهی از نقش و جایگاه انرژی الکتریکی در فعالیت‌های جاری مصرف‌کنندگان و بررسی اینکه عدم وجود انرژی برق چه آثار و هزینه‌های اقتصادی را به دنبال دارد، یکی از مهمترین فعالیت‌هایی است که هم در تدوین استانداردها و هم در مراحل بعدی اثرگذار می‌باشد. بنابراین با توجه به جایگاه مطالعات هزینه خاموشی مشترکین در فرایندهای برنامه‌ریزی و بهره‌برداری قابلیت اطمینان محور سیستم‌های قدرت و همچنین مباحث مدیریتی و تنظیم قابلیت اطمینان، توجه بیشتر به این زمینه یکی از نیازهای موجود در این حوزه می‌باشد.

از طرفی پیاده‌سازی سیستم‌های مانیتورینگ و حفاظتی جهت سنجش میزان اثربخشی فعالیت‌های صورت گرفته جهت بهبود وضعیت پایایی و همچنین شناسایی نقاط ضعف سیستم جهت طراحی این اقدامات و رفع حداقلی آنها، در این مرحله پیشنهاد شده است.

از این رو، انجام مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان، تهیه و تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های قابلیت اطمینانی و پیاده‌سازی سیستم‌های مانیتورینگ و حفاظتی به عنوان مرحله چهارم پیشنهاد شده است.

از دیگر بخش‌هایی که در بر قابلیت اطمینان سیستم بسیار اثرگذار است و در کنار مواردی چون تجهیزات سیستم قدرت، ساختار شبکه و منابع در ارزیابی‌های قابلیت اطمینان محور از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است، الگوی مصرف است. از این رو یکی از اثربخش‌ترین اقداماتی که می‌توان جهت بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت مورد توجه قرار داد، پیاده‌سازی برنامه‌های سمت مصرف و تغییر الگوی مصرف مشترکین می‌باشد. با توجه به اهمیت و نقش مباحث مدیریت مصرف در برنامه‌های توسعه کشورهای پیشرفته و در حال توسعه، به منظور حفظ و ارتقای مباحث مدیریت مصرف لازم است جایگاه مناسبی همراه با ارتباطات موثر و کارا برای این بخش تعریف شود تا با ساماندهی فعالیت‌های مربوطه بتوان از اتلاف منابع جلوگیری کرد و روند رشد و توسعه کشور را تسریع بخشید. بنابراین باید اقدامات مرتبط با مدیریت سمت مصرف را در برنامه‌ریزی‌ها و برنامه‌های استراتژیک مد نظر قرار داد و بخشی از بودجه توسعه ظرفیت‌های تولید، انتقال و توزیع را به بهینه‌سازی و کاهش مصرف اختصاص داد. با توجه به اینکه پیاده‌سازی بسیاری از برنامه‌های سمت مصرف و مدیریت بار نیازمند زیرساخت‌های اندازه‌گیری و مانیتورینگ می‌باشد، اقدامات مربوط به فعالیت‌های این زیرمجموعه در مرحله پنجم و بعد از مرحله مربوط به پیاده‌سازی سیستم‌های مانیتورینگ قرار گرفته است.

در گام بعدی به عنوان یکی از اصلی‌ترین فعالیت‌ها در زمینه بهبود پایایی سیستم‌های قدرت، انجام فعالیت‌های مرتبط با مدیریت دارایی‌ها شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌های مرتبط با شناخت دارایی‌های مورد نیاز، تهیه و تدارک آنها، پشتیبانی و نگهداری و از رده خارج کردن یا نو کردن آنها بصورت موثر و بهینه در جهت برآورده کردن نیازمندی‌های مربوطه مد نظر قرار گرفته است.

از طرفی با توجه به نقش سیستم‌های کنترلی و نظارتی SCADA و اتوماسیون در بهبود وضعیت پایایی شبکه در بخش-های تولید، انتقال و بخصوص توزیع و همچنین به منظور استفاده بهتر از دارایی‌ها و اثربخشی بیشتر فعالیت‌های صورت گرفته

در زیرمجموعه مدیریت دارایی، انجام اقدامات مربوط به این زیرمجموعه در کنار فعالیت‌های مدیریت دارایی در مرحله ششم پیشنهاد شده است.

از مهمترین مسائلی که آینده سیستم‌های قدرت را تحت تاثیر خود قرار خواهند داد، مسائل مربوط به کاهش سوخت‌های فسیلی، گسترش نفوذ منابع تولید پراکنده و افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر خواهد بود. با قبول واقعیت توسعه تولیدات پراکنده به عنوان ساختار جدید صنعت برق، متخصصین با انبوه مسائل جدیدی روبرو می‌شوند که ناشی از فناوری‌های جدید در بخش تولید، انتقال و توزیع می‌باشد. بالطبع این تغییر تاثیر زیادی را بر مسائل حفاظتی و بهره‌برداری از شبکه خواهد داشت. با توجه به مطالب بیان شده، بررسی دقیق‌تر تولیدات پراکنده، تاثیر آنها بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت و مسائل مرتبط با آنها از اهمیت بسیاری برخوردار است.

همچنین با گسترش و توسعه نفوذ انرژی‌های تجدیدپذیر و منابع تولید پراکنده که دارای عدم قطعیت‌های بالاتری هستند و با توجه به تعدد این منابع، پیاده‌سازی و ایجاد قابلیت کنترلی متمرکز برای آنها امکان‌پذیر نخواهد بود؛ این امر می‌تواند آسیب‌پذیری شبکه را افزایش داده و سیستم را در معرض خطرات بالقوه‌ای قرار دهد.

همچنین تغییر شرایط آب و هوایی در دهه‌های اخیر و وقوع طوفان‌های سهمگین در بسیاری از کشورهای دنیا، بررسی چالش‌های پیش روی مالکان و بهره‌برداران شبکه قدرت در مواجهه با چنین حوادثی و مسائل اقتصادی مرتبط با خرابی و قطعی‌های ایجاد شده را تشدید نموده است. از این رو، برنامه‌ریزی اقدامات مورد نیاز مانند آمادگی، بهبود و طراحی برنامه‌های اضطراری در مواجهه با این پدیده‌ها را الزامی می‌باشد.

بنابراین در مرحله هفتم اقدامات مرتبط با زیرمجموعه‌های منابع تولید پراکنده و طراحی برنامه‌های اضطراری مورد توجه قرار گرفته است.

همچنین صنعت برق در دنیا در یکی دو دهه گذشته دستخوش تغییرات اساسی گردیده است که این تغییرات تحت عناوین مختلفی چون مقررات‌زدایی^۱، بازنگری در قوانین^۲ و یا تجدید ساختار^۳ بیان می‌گردند. با به‌وجودآمدن پدیده‌ای به نام بازار رقابتی برق، روابط اقتصادی نقش مهمی را در این صنعت ایفا خواهند نمود. خرید و فروش انرژی الکتریکی مانند یک کالا و امکان رقابت در زمینه تولید و فروش برق، شرایط پیچیده‌ای را بر این صنعت بوجود خواهد آورد که این امر سبب خواهد شد تا

۱- Deregulation

۲- Reregulation

۳- Restructuring

مهندسين قدرت با سيستم‌های اقتصادی نیز درگیر شوند. با توجه به اینکه وقوع تجدیدساختار و شکل‌گیری بازارهای رقابتی می‌تواند بر فرایندها و رویه‌های موجود و فعالیت‌های ذکر شده در مراحل قبلی اثرگذار باشد، و حتی فرایندهای جدیدی را ارائه نماید، انجام فعالیت‌های تحقیقاتی به منظور بررسی اثرات وقوع تجدیدساختار در مرحله هشتم مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به اینکه در سیستم‌ها و شبکه‌های قدرت تجدیدساختار نیافته نیز فعالیت‌های ذکر شده در مراحل قبلی قابل انجام است، قرار گرفتن این زیرمجموعه در مرحله هشتم توجیه‌پذیر می‌باشد.

همچنین با توجه به تغییر ماهیت شبکه‌های قدرت در آینده‌ای نه چندان دور و افزایش استفاده از فناوری‌های نو مانند انواع ذخیره‌سازهای انرژی و خودروهای برقی، توجه بیشتر به این حوزه نیز یکی از ضروریات مطالعات آینده خواهد بود. به‌طور قطع تکنولوژی‌ها و برنامه‌های زیادی در پیشبرد شبکه‌های برق به‌سمت هوشمندتر شدن نقش خواهند داشت که شامل اندازه‌گیرهای دیجیتالی پیشرفته، اتوماسیون سیستم‌های توزیع، سیستم‌های کارآمد انتقال داده و منابع انرژی پراکنده خواهند بود. در حال حاضر، پروژه‌های زیادی در زمینه‌های مرتبط در حال انجام است که اهمیت این بحث را در ساختار مدیریتی و تصمیم‌گیری تأیید می‌کند.

البته با توجه به اینکه پیاده‌سازی شبکه‌های هوشمند تنها در صورتی قابل توجیه است که بسترهای تکنولوژیکی لازم برای توسعه با هزینه‌های مقرون به صرفه در اختیار باشد و همچنین تمامی بازیگران از جمله مصرف‌کنندگان و نهادهای قانون‌گذار و مجری به درک درستی از آن برسند، این زیرمجموعه به عنوان یکی از اقدامات پیشنهادی در کنار فعالیت‌های مربوط به زیرمجموعه تجدیدساختار در مرحله هشتم در امر اولویت‌بندی پایایی در نظر گرفته شده است.

علاوه بر آن، یکی از مهمترین اولویت‌های تحقیقاتی سازمان‌های فعال در حوزه قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت، سیاست‌گذاری در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش استفاده از انرژی‌های پاک و بررسی قانون‌گذاری در این زمینه و تأثیر سیاست‌های حفاظت از محیط زیست بر قابلیت اطمینان شبکه‌های برق می‌باشد.

از این رو، بررسی و ارزیابی تأثیر دستورالعمل‌ها و سیاست‌های در حال گسترش حفاظت از محیط زیست بر قابلیت اطمینان شبکه و همگام شدن با این سیاست‌ها به عنوان فعالیت نهایی در مرحله نهم قرار داده شده است.



شکل ۳-۲: اولویت‌بندی مطالعات پایایی

مراجع

- [1] R. Billinton, R. N. Allan, and R. N. Allan, Reliability evaluation of power systems vol. 2: Plenum press New York, 1984.
- [2] G. Tollefson, R. Billinton, G. Wacker, E. Chan and J. Aweya, “A Canadian Customer Survey to Assess Power System Reliability Worth,” IEEE Tran. Power Syst., Vol. 9 No. 1, Feb. 1994, pp. 443-450.
- [3] Richard E. Brown, Electric Power Distribution Reliability, Second Edition., CRC Press, 2002.
- [4] Reliability Assessment Guidebook, NERC, 2012
- [۵] قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت، رونالد آلن، روی بیلینتون، محمود رضا حقی فام (مترجم)، محمد اسماعیل هنرمند (مترجم)، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۳.
- [6] Guideline for Reliability Assessment and Reliability Planning – Evaluation of Tools for Reliability Planning, EPRI, 2006
- [7] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2012
- [8] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2013
- [9] Long-Term Reliability Assessments, NERC, 2014
- [10] ERO Priorities RISC Recommendations, NERC, 2013

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۹	مقدمه
۱۰	فصل اول: ادبیات برنامه عملیاتی
۱۱	۱-۱- مرور ادبیات روشهای تدوین برنامه عملیاتی
۱۱	۱-۱-۱- رویکرد چارچوب منطقی
۱۲	۱-۱-۱-۱- گامهای رویکرد چارچوب منطقی
۲۵	۲-۱-۱- روش پیشنهادی سند ملی فناوری پیلسوختی
۲۸	۱-۲-۱- سیاستگذاری و هدایت نوآوری
۳۰	۲-۲-۱- تسهیل و تأمین بودجه تحقیق و توسعه
۳۲	۳-۲-۱- انجام تحقیق و توسعه
۳۵	۴-۲-۱- انتقال فناوری
۳۵	۵-۲-۱- کارآفرینی فناوری
۳۶	۶-۲-۱- توسعه منابع انسانی
۳۷	۷-۲-۱- انتشار فناوری در نظام نوآوری ملی
۳۸	۸-۲-۱- تولید کالا و خدمات
۳۸	۲-۱- روش پیشنهادی برنامه عملیاتی
۳۹	۱-۲-۱- در نظرگیری ارتباط برنامه‌های با جهت‌گیری‌های کلان و پشتیبان
۴۱	۲-۲-۱- تعیین حوزه‌های هدف
۴۲	۳-۲-۱- طراحی برنامه‌ها
۴۲	۴-۲-۱- تبیین مجریان و نحوه عمل آنها
۴۴	۵-۲-۱- تعریف دوره‌های زمانی
۴۵	۶-۲-۱- برنامه‌ریزی منابع
۴۵	۷-۲-۱- ترسیم رهنما برنامه عملیاتی
۴۶	فصل دوم: معرفی محورهای مطالعاتی پایایی و مروری بر فعالیتهای انجام شده در ایران
۴۶	۱-۲- دسته‌بندی ارائه شده برای محورهای مطالعاتی پایایی
۴۷	۱-۱-۲- محور اول: ارزیابی قابلیت اطمینان
۴۸	۲-۱-۲- محور دوم: بهبود قابلیت اطمینان

- ۳-۱-۲- محور سوم: سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان ۴۸
- ۲-۲- بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در هر یک از محورهای مطالعاتی پایایی ۴۹
- ۱-۲-۲- محور ارزیابی قابلیت اطمینان ۴۹
- ۲-۲-۲- محور بهبود قابلیت اطمینان ۵۳
- ۳-۲-۲- محور قانون‌گذاری و مسائل رگولاتوری ۵۷
- فصل سوم: نقشه‌راه توسعه پایایی شبکه برق ایران ۵۹
- ۱-۳- طراحی الگوی کارکردی پایایی در شبکه برق ایران، با تمرکز بر کارکردهای مرتبط به اطلاعات و مطالعات پایایی و ایجاد ظرفیت‌های لازم برای استقرار آن ۵۹
- ۱-۱-۳- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش ۵۹
- ۲-۱-۳- دستاوردهای پروژه ۶۲
- ۳-۱-۳- مجریان پیشنهادی ۶۲
- ۴-۱-۳- زیرمحورهای مطالعات پایایی مربوط به پروژه ۶۳
- ۵-۱-۳- زمان و هزینه موردنیاز انجام پروژه ۶۳
- ۲-۳- بررسی سیستم‌های اطلاعاتی و طراحی سیستم یکپارچه و جامع مدیریت اطلاعات حوادث تجهیزات، خاموشی‌ها و برنامه‌های تعمیر، نگهداری و بهره‌برداری با در نظر گرفتن سیستم‌های اطلاعاتی موجود ۶۳
- ۱-۲-۳- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش ۶۳
- ۲-۲-۳- دستاوردهای پروژه ۷۰
- ۳-۲-۳- مجریان پیشنهادی ۷۱
- ۴-۲-۳- زیرمحورهای مطالعات پایایی مربوط به پروژه ۷۱
- ۵-۲-۳- زمان و هزینه موردنیاز انجام پروژه ۷۱
- ۳-۳- تدوین استانداردها، دستورالعمل‌ها و ابزارهای محاسباتی و استقرار سیستم یکپارچه انجام مطالعات قابلیت اطمینان شبکه در سطوح تولید، انتقال و توزیع ۷۱
- ۱-۳-۳- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش ۷۱
- ۲-۳-۳- دستاوردهای پروژه ۷۷
- ۳-۳-۳- مجریان پیشنهادی ۷۷
- ۴-۳-۳- زیرمحورهای مطالعات پایایی مربوط به پروژه ۷۷
- ۵-۳-۳- زمان و هزینه موردنیاز انجام پروژه ۷۷
- ۴-۳- تدوین ابزارهای محاسباتی و دستورالعمل‌های لازم در سطوح تولید، انتقال و توزیع برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه‌های توسعه‌ی شبکه، برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری و بهره‌برداری ۷۸

- ۳-۴-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش ۷۸
- ۳-۴-۲- دستاوردهای پروژه ۸۴
- ۳-۴-۳- مجریان پیشنهادی ۸۴
- ۳-۴-۴- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه ۸۵
- ۳-۴-۵- زمان و هزینه مورد نیاز انجام پروژه ۸۵
- ۳-۵-۵- تدوین مشخصات واحد مطالعات قابلیت اطمینان در هر یک از مؤسسات برق و تدوین دستورالعمل‌ها و موارد مربوطه ۸۵
- ۳-۵-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پروژه ۸۵
- ۳-۵-۲- دستاوردهای پروژه ۸۶
- ۳-۵-۳- مجریان پیشنهادی ۸۶
- ۳-۵-۴- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه ۸۷
- ۳-۵-۵- زمان و هزینه مورد نیاز انجام پروژه ۸۷
- ۳-۶-۶- بررسی و ارزیابی چالش‌های قابلیت اطمینانی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر ۸۷
- ۳-۶-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش ۸۷
- ۳-۶-۲- دستاوردهای پروژه ۸۸
- ۳-۶-۳- مجریان پیشنهادی ۸۸
- ۳-۶-۴- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه ۸۹
- ۳-۶-۵- زمان و هزینه مورد نیاز انجام پروژه ۸۹
- ۳-۷-۷- بررسی و ارزیابی چالش‌های قابلیت اطمینانی مولفه‌های هوشمند در شبکه‌های قدرت ۸۹
- ۳-۷-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش ۸۹
- ۳-۷-۲- دستاوردهای پروژه ۹۱
- ۳-۷-۳- مجریان پیشنهادی ۹۱
- ۳-۷-۴- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه ۹۲
- ۳-۷-۵- زمان و هزینه مورد نیاز انجام پروژه ۹۲
- ۳-۸-۸- بررسی و ارزیابی چالش‌های کفایت سیستم‌های سوخت‌رسانی بر قابلیت اطمینان شبکه برق ایران ۹۲
- ۳-۸-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش ۹۲
- ۳-۸-۲- دستاوردهای پروژه ۹۴
- ۳-۸-۳- مجریان پیشنهادی ۹۴
- ۳-۸-۴- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه ۹۴

- ۳-۸-۵- زمان و هزینه موردنیاز انجام پروژه ۹۴
- ۳-۹-۹- بررسی و ارزیابی چالش تغییرات شرایط اقلیمی بر قابلیت‌اطمینان شبکه برق ایران ۹۵
- ۳-۹-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش ۹۵
- ۳-۹-۲- دستاوردهای پروژه ۹۶
- ۳-۹-۳- مجریان پیشنهادی ۹۶
- ۳-۹-۴- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه ۹۶
- ۳-۹-۵- زمان و هزینه مورد نیاز انجام پروژه ۹۶
- ۳-۱۰-۱- بررسی و ارزیابی چالش‌های فرایند تجدیدساختار و شکل‌گیری بازارهای برق بر قابلیت اطمینان شبکه برق ایران ۹۷
- ۳-۱۰-۱-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش ۹۷
- ۳-۱۰-۲- دستاوردهای پروژه ۱۰۰
- ۳-۱۰-۳- مجریان پیشنهادی ۱۰۰
- ۳-۱۰-۴- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه ۱۰۰
- ۳-۱۰-۵- زمان و هزینه مورد نیاز انجام پروژه ۱۰۰
- ۳-۱۱-۱- بررسی چالش سیاست‌های حفاظت از محیط زیست بر پایایی شبکه برق ایران ۱۰۰
- ۳-۱۱-۱-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش ۱۰۰
- ۳-۱۱-۲- دستاوردهای پروژه ۱۰۲
- ۳-۱۱-۳- مجریان پیشنهادی ۱۰۲
- ۳-۱۱-۴- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه ۱۰۲
- ۳-۱۱-۵- زمان و هزینه موردنیاز انجام پروژه ۱۰۲
- ۳-۱۲-۱- پروژه توسعه پتانسیل‌های سمت مصرف جهت بهبود پایایی شبکه ۱۰۳
- ۳-۱۲-۱-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش ۱۰۳
- ۳-۱۲-۲- دستاوردهای پروژه ۱۰۴
- ۳-۱۲-۳- مجریان پیشنهادی ۱۰۴
- ۳-۱۲-۴- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه ۱۰۵
- ۳-۱۲-۵- زمان و هزینه مورد نیاز انجام پروژه ۱۰۵
- ۳-۱۳-۱- پروژه امکان‌سنجی توسعه سیستم‌های ناحیه گسترده پایش، حفاظت و کنترل در شبکه برق ایران ۱۰۵
- ۳-۱۳-۱-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش ۱۰۵
- ۳-۱۳-۲- دستاوردهای پروژه ۱۰۶

- ۳-۱۳-۳- مجریان پیشنهادی ۱۰۷
- ۳-۱۳-۴- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه ۱۰۷
- ۳-۱۳-۵- زمان و هزینه مورد نیاز انجام پروژه ۱۰۷
- ۳-۱۴-۱- پروژه بررسی آسیب‌پذیری شبکه برق ایران در برابر سوانح طبیعی ۱۰۷
- ۳-۱۴-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش ۱۰۷
- ۳-۱۴-۲- دستاوردهای پروژه ۱۰۹
- ۳-۱۴-۳- مجریان پیشنهادی ۱۰۹
- ۳-۱۴-۴- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه ۱۰۹
- ۳-۱۴-۵- زمان و هزینه مورد نیاز انجام پروژه ۱۰۹
- ۳-۱۵-۱- پروژه تخمین هزینه‌های خاموشی مشترکین ۱۱۰
- ۳-۱۵-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش ۱۱۰
- ۳-۱۵-۲- دستاوردهای پروژه ۱۱۱
- ۳-۱۵-۳- مجریان پیشنهادی ۱۱۱
- ۳-۱۵-۴- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه ۱۱۱
- ۳-۱۵-۵- زمان و هزینه مورد نیاز انجام پروژه ۱۱۲
- ۳-۱۶- نقشه راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران ۱۱۲
- ۳-۱۷-۱- شناسنامه اقدامات ۱۱۴
- ۳-۱۷-۱- تعریف خوشه پروژه‌های ملی به‌عنوان عامل تحریک شبکه‌های نوآوری و با هدف استفاده حداکثری از ظرفیت‌های کشور (اشخاص حقیقی، شرکت‌های دانش بنیان و ...). ۱۱۴
- ۳-۱۷-۲- تشکیل مرکز توسعه پایایی شبکه برق ایران ۱۱۵
- ۳-۱۷-۳- حمایت از تحقیق و پژوهش مرتبط با پایایی شبکه برق ایران ۱۱۶
- ۳-۱۷-۴- کمک به ایجاد و تقویت جایگاه تشکل‌های علمی، صنفی و غیردولتی ۱۱۷
- ۳-۱۷-۵- ایجاد بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران حوزه پایایی اشتراک‌گذاری دانش تولیدشده توسط آنها در این بانک اطلاعاتی ۱۱۸
- ۳-۱۷-۶- طراحی الگوی کارکردی پایایی در شبکه برق ایران ۱۱۸
- ۳-۱۷-۷- طراحی سیستم یکپارچه و جامع مدیریت اطلاعات ۱۱۹
- ۳-۱۷-۸- تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های مرتبط با پایایی در شبکه برق ایران ۱۱۹
- ۳-۱۷-۹- استمرار مطالعات راهبردی مورد نیاز ۱۱۹
- ۳-۱۷-۱۰- ایجاد سازوکار مناسب به‌منظور تامین منابع مالی پایدار ۱۲۰



- ۱۲۰..... ۳-۱۷-۱۱-برگزاری دوره‌های آموزش عمومی پایایی برای کارشناسان و مدیران صنعت برق
- ۱۲۱..... ۳-۱۷-۱۲-هزینه و زمان اقدامات
- ۱۲۴..... نتیجه‌گیری
- ۱۲۵..... مراجع

فهرست اشکال

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۳	شکل ۱-۱: گام‌های اصلی رویکرد چارچوب منطقی.....
۱۴	شکل ۲-۱: نحوه بررسی گروه‌های مهم‌تر.....
۱۷	شکل ۳-۱: درخت مشکل اصلی.....
۲۳	شکل ۴-۱: بررسی اهمیت مفروضات.....
۴۵	شکل ۵-۱: رهنگاشت برنامه عملیاتی.....
۴۶	شکل ۱-۲: محورهای مطالعاتی پیشنهادی.....
۴۷	شکل ۲-۲: موضوعات مطرح شده در محور اول.....
۴۸	شکل ۳-۲: جمع بندی محور دوم.....
۴۹	شکل ۴-۲: خلاصه محور سوم.....
۵۰	شکل ۵-۲: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان.....
۵۰	شکل ۶-۲: تعداد فعالیت‌های انجام شده هر زیر محور.....
۵۰	شکل ۷-۲: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه تولید.....
۵۱	شکل ۸-۲: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه انتقال-توزیع.....
۵۲	شکل ۹-۲: روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان.....
۵۲	شکل ۱۰-۲: وضعیت مطالعات پایایی در هر یک از زیرمحورهای ارزیابی قابلیت اطمینان.....
۵۳	شکل ۱۱-۲: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان.....
۵۴	شکل ۱۲-۲: تعداد فعالیت‌های انجام شده هر زیر محور.....
۵۵	شکل ۱۳-۲: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه تولید.....
۵۵	شکل ۱۴-۲: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه انتقال-توزیع.....
۵۶	شکل ۱۵-۲: روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور بهبود قابلیت اطمینان.....
۵۷	شکل ۱۶-۲: وضعیت مطالعات پایایی در هر یک از زیرمحورهای بهبود قابلیت اطمینان.....
۵۷	شکل ۱۷-۲: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌ها در زمینه مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان.....
۵۸	شکل ۱۸-۲: وضعیت مطالعات پایایی در هر یک از زیرمحورهای مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان.....
۱۱۳	شکل ۱-۳: نقشه‌راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران.....

فهرست جداول

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۶۳	جدول ۱-۳: تخمین مدت زمان و هزینه پروژه اول
۷۱	جدول ۲-۳: تخمین مدت زمان و هزینه پروژه دوم
۷۷	جدول ۳-۳: تخمین مدت زمان و هزینه پروژه سوم
۸۵	جدول ۴-۳: تخمین مدت زمان و هزینه پروژه چهارم
۸۷	جدول ۵-۳: تخمین مدت زمان و هزینه پروژه پنجم
۸۹	جدول ۵-۳: تخمین مدت زمان و هزینه پروژه ششم
۹۲	جدول ۶-۳: تخمین مدت زمان و هزینه پروژه هفتم
۹۴	جدول ۷-۳: تخمین مدت زمان و هزینه پروژه هشتم
۹۶	جدول ۸-۳: تخمین مدت زمان و هزینه پروژه نهم
۱۰۰	جدول ۹-۳: تخمین مدت زمان و هزینه پروژه دهم
۱۰۲	جدول ۱۰-۳: تخمین مدت زمان و هزینه پروژه یازدهم
۱۰۵	جدول ۱۱-۳: تخمین مدت زمان و هزینه پروژه دوازدهم
۱۰۷	جدول ۱۲-۳: تخمین مدت زمان و هزینه پروژه سیزدهم
۱۰۹	جدول ۱۳-۳: تخمین مدت زمان و هزینه پروژه چهاردهم
۱۱۲	جدول ۱۴-۳: تخمین مدت زمان و هزینه پروژه پانزدهم
۱۲۱	جدول ۱۵-۳: هزینه و زمان اقدامات مدیریتی توسعه پایایی شبکه برق ایران

مقدمه

در مراحل اول تا چهارم تدوین نقشه‌راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران پس از انجام مطالعات اولیه در زمینه ساختار، قوانین و درخت موضوعات پایایی به تدوین چشم‌انداز و اولویت‌بندی موضوعات پرداخته شد و بر اساس اولویت‌های توسعه، چالش‌های مختلف شناسایی گردید و اقدامات لازم جهت رفع هر یک از چالش‌ها پیشنهاد گردید. لذا در مرحله پنجم، پروژه‌هایی با هدف توسعه پایایی در شبکه برق ایران تعریف شده است و هزینه و زمان موردنیاز برای این پروژه‌ها مشخص گردیده است. در نهایت نقشه‌راه لازم برای انجام این مهم تهیه شده است.

در فصل اول این گزارش ادبیات برنامه عملیاتی معرفی می‌گردد. سپس در فصل دوم به معرفی و مرور محورهای مطالعاتی پایایی و بررسی فعالیت‌ها و پروژه‌های انجام شده در ایران در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی پرداخته شده و وضعیت ایران در هر یک از حوزه‌های مربوطه مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل سوم نیز بر اساس نتایج فصل دوم و اولویت‌های تعیین‌شده زیرمجموعه‌های پایایی در مرحله چهارم پروژه، پروژه‌هایی جهت بهبود وضعیت کنونی پایایی و نیل به چشم‌انداز در هر زیرمجموعه پیشنهاد شده است و در نهایت نقشه‌راه توسعه پایایی به همراه شناسنامه اقدامات ارائه شده است.

فصل اول: ادبیات برنامه عملیاتی

مقدمه

یکی از مهمترین عوامل موفقیت و پیشتازی کشورهای توسعه یافته، توجه به دانش و مهارت های مدیریت به عنوان یکی از ضروریات توسعه و رشد اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی است. در این میان آنچه به عنوان اصلی ترین کارکرد مدیریت در هر کشور مورد نظر می‌باشد، برنامه‌ریزی و تلاش برای اجرا و نیل به اهداف از پیش تعیین شده در آن است. تحولات چند دهه گذشته همراه با وقوع نیازهای جدید در این سالها مدیران را با آنچنان دشواری هایی مواجه ساخته که کوچکترین غفلت آنها نسبت به مسائل، پیامدهای غیرقابل جبرانی را بدنبال خواهد داشت. مشاهده فناوری‌های امیدبخش که علی رغم داشتن راهبردها و سیاست‌های سنجیده، به دلیل بی توجهی به فرایند اجرا، موقعیت برجسته خود را از دست داده و از صحنه رقابت کنار رفته اند، موید این نکته مهم می باشد. لذا توجه به برنامه‌ریزی عملیاتی از آنچنان اهمیتی برخوردار است که تنها با تکیه بر تدوین راهبردها و اتخاذ سیاست‌ها نمی توان توسعه فناوری را محقق نمود. از این رو در دهه های اخیر توجه سیاست گذاران و صاحب نظران به شناسایی و بهره‌برداری هرچه بیشتر و بهتر از الگوها و ابزارهای نوین برنامه‌ریزی عملیاتی جلب شده است.

اقدامات لازم برای پیاده‌سازی و تحقق جهت‌گیری‌های کلان و پشتیبان سؤالاتی هستند که معمولاً در آخرین مرحله تدوین اسناد ملی توسعه مطرح می‌شوند. چه ساز و کارها، اجزاء، سازمان‌ها، افراد (به طور کلی چه الزاماتی) نیاز است و نقش هر کدام به طور خاص در فرایند توسعه فناوری چیست؟ رابطه بین عوامل موثر بر تحقق جهت‌گیری‌های بالادستی چگونه است و تنظیم و تعامل بین آنها چگونه برقرار می‌شود؟

مباحث تدوین و پیاده‌سازی جهت‌گیری‌های کلان و پشتیبان، در حوزه "مدیریت راهبردی"^۱ مطرح می‌باشند. در مدیریت راهبردی نه تنها به رکن برنامه‌ریزی و تدوین اقدامات و فعالیت‌ها که اولین و شاید مهمترین گام باشد، پرداخته می‌شود بلکه سایر ارکان مدیریت از جمله سازماندهی، تأمین منابع، نظارت و کنترل فعالیت‌ها و ارزیابی تحقق استراتژی‌ها را نیز در برمی‌گیرد و این فرآیند به طور دائمی و پویا تکرار می‌شود تا سیستم به اهداف مورد نظر دست یابد. مباحث تدوین و پیاده‌سازی

جهت‌گیری‌های کلان و پشتیبان، در حوزه "مدیریت راهبردی" مطرح می‌باشند. در مدیریت راهبردی نه تنها به رکن برنامه‌ریزی و تدوین راهبرد که اولین و شاید مهمترین گام باشد، پرداخته می‌شود بلکه سایر ارکان مدیریت از جمله سازماندهی، تأمین منابع، نظارت و کنترل فعالیت‌ها و ارزیابی تحقق استراتژی‌ها را نیز در برمی‌گیرد و این فرآیند به طور دائمی و پویا تکرار می‌شود تا سیستم به اهداف مورد نظر دست یابد.

پیش از ارائه روش پیشنهادی برای تدوین برنامه عملیاتی بر مبنای ارکان جهت ساز و جهت‌گیری‌های پشتیبان، لازم است مروری بر ادبیات مرتبط با روش‌های موجود در ادبیات برای برنامه عملیاتی داشت. بر مبنای مفاهیم و گام‌های معرفی شده در این رویکردها روش پیشنهادی برای تدوین برنامه عملیاتی همراستا با جهت‌گیری‌های بالادستی معرفی می‌گردد.

۱-۱-۱- مرور ادبیات روش‌های تدوین برنامه عملیاتی

در قالب مرور ادبیات، دو روش استفاده شده برای برنامه عملیاتی معرفی می‌گردد: روش اول رویکرد چارچوب منطقی است و روش دوم رویکرد تدوین برنامه عملیاتی استفاده شده در سند توسعه فناوری پیل سوختی ایران. در زیر به تشریح این رویکرد پرداخته شده است.

۱-۱-۱-۱- رویکرد چارچوب منطقی

رویکرد چارچوب منطقی^۱ ابزاری است برای برنامه‌ریزی هدفمند پروژه‌ها. بسته به نیاز تحلیل گر، این ابزار می‌تواند با اهداف مختلف تحلیل، برآورد، و ارزیابی پروژه‌ها در برنامه‌ریزی عملیاتی مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از این رویکرد منجر بهبود کیفیت اجرای پروژه‌ها و در نتیجه آن دستیابی به امکان پذیری^۲، مرتبط بودن^۳، و پایداری^۴ می‌شود. در رویکرد چارچوب منطقی، صاحبان پروژه^۵ نقش اصلی را در اجرای پروژه‌های تعریف شده برعهده دارند. در نتیجه، اجرای موفق این پروژه‌ها وابسته به رسیدن به فهم مشترکی از این چارچوب در میان ذینفعان مختلف است.

۱- Logical Framework Approach (LFA)

۲- Feasibility

۳- Relevancy

۴- Sustainability

۵- Project Owners

از رویکرد چارچوب منطقی به منظور تسهیل طراحی و اجرای پروژه‌های توسعه، انتخاب و تنظیم اولویت در میان پروژه‌ها، و پیگیری و ارزیابی این پروژه‌ها استفاده می‌شود. از درجه تعاریف، رویکرد چارچوب منطقی ابزاری است برای تحلیل منطقی و تفکر ساختاریافته در برنامه‌ریزی پروژه. این رویکرد به ایجاد ساختاری واحد برای تعامل و درکی مشترک میان گروه‌های مختلف ذینفعان پروژه کمک می‌کند. این رویکرد همچنین رویکردی هدف محور است، به این معنی که محوریت فرایند برنامه‌ریزی تحلیل مشکل است. تحلیل مشکل به تعریف اهداف منجر شده و اهداف تعیین شده، زمینه را برای انتخاب فعالیت‌های مرتبط آماده می‌کند. بر این اساس، یک ایده پایه در این رویکرد است که نباید در ابتدا در مورد این که چه کسی چه کاری را انجام دهد صحبت کرد، بلکه در آغاز باید پیرامون مشکلاتی که نیاز به برخورد دارند و نیز اهدافی که باید تامین گردد تحقیق شود.

تحلیل منطقی و نظام یافته عناصر اصلی طرح و هدایت نتایج آن، بهبود برنامه‌ریزی از طریق تعیین پیوند میان عناصر طرح و عوامل خارجی، فراهم آوردن چارچوبی برای پایش منظم آثار و نتایج طرح، تسهیل انتقال اطلاعات میان مجریان، متولیان، راهبران و ناظران طرح، اطمینان از تداوم رویکرد عملیات اجرایی طرح پس از جابه‌جایی مدیران و مهره‌های کلیدی طرح و سهولت تبادل اطلاعات میان طراحان، مجریان و دولت‌مردان از جمله مزایای برجسته رویکرد برای بهبود کیفیت طرح می‌باشد که در این قسمت تشریح می‌گردد.

۱-۱-۱-۱- گام‌های رویکرد چارچوب منطقی

رویکرد چارچوب منطقی به جنبه‌های کلیدی یک وضعیت پیچیده موجود می‌پردازد. جامع بودن کار برنامه‌ریزی بر مبنای این رویکرد با موارد ذیل تعیین می‌شود:

- مقدار اطلاعات در دسترس
- پیچیدگی مشکلات در دست اقدام
- تعداد شرکت‌کنندگان و توانایی‌های آن‌ها

نقطه حرکت رویکرد چارچوب منطقی باید ورقه‌ای مشتمل بر شرح مشکلات موجود در منطقه پروژه باشد. به طور مثال یک مطالعه قبلی تسهیل کننده یا اطلاعات طبقه‌بندی شده مخصوص برای این مقصود چنین اطلاعاتی باید پیش از اجرای رویکرد

چارچوب منطقی در اختیار قرار گرفته باشد. اطلاعات مربوط به علایق هر یک از گروه‌های درگیر در پروژه، نیازهای آنان، موقعیت اجتماعی - فرهنگی و غیره نیز باید در دسترس باشد.

مراحل اجرای رویکرد چارچوب منطقی در شکل زیر خلاصه شده و در ادامه به تفصیل شرح داده خواهند شد.



شکل ۱-۰: گام‌های اصلی رویکرد چارچوب منطقی

الف) گام اول: تحلیل مشارکت

به عنوان نخستین گام، سیمای جامعی از گروه‌ها، افراد و مؤسسات ذینفع شرکت کننده در پروژه باید تهیه شود. سازمان‌ها، مسئولان سطوح مختلف، و گروه‌های ذینفع، انگیزه‌ها و منافع گوناگون دارند بنابراین تحلیل منافع و انتظارات کلیه شرکت‌کنندگان هم در اوایل فرآیند برنامه‌ریزی و هم در مراحل استقرار پروژه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یک الزام اساسی در همه پروژه‌های توسعه‌ای آن است که اهداف عینی بازتاب نیازهای جامعه و گروه‌های ذینفع باشند و نه فقط نیازهای درونی مؤسسات. بر این اساس، لازم است لیستی از کلیه گروه‌هایی که دیدگاه‌های آن‌ها برای درک مشکل مزبور لازم است، و همچنین کلیه گروه‌هایی که در منطقه به طور مثبت یا منفی، مستقیم یا غیرمستقیم تحت تأثیر پروژه توسعه قرار می‌گیرند، تهیه شود.

جهت یک تحلیل اساسی باید کارگاه‌هایی متشکل از ذینفعان این حوزه تشکیل داد. در این کارگاه‌ها، باید کاری کرد که افراد شرکت‌کننده در کارگاه به شکل نماینده گروه‌های مختلف طی جلسات کارگاه حاضر شوند. شناسایی همه طرف‌های دخیل (درگیر) در این کار ضروری است. جهت شناسایی لازم است تا:

۱. نام همه اشخاص، گروه‌ها و مؤسسات اثرپذیر از محیط مشکل نوشته شود.
۲. گروه‌ها، اشخاص، سازمان‌ها و مقامات ذی‌نفع رده‌بندی شوند.
۳. درباره منافع و دیدگاه‌ها و اولویت‌بخشی به آنان هنگام تحلیل مشکل بحث صورت بگیرد.

نگاهی به بعضی گروه‌ها

بر پایه اطلاعات موجود و بینش و تجربه اشخاص شرکت‌کننده در کارگاه، می‌توان تحلیل مفصل‌تری برای انتخاب گروه‌های شناسایی شده انجام داد. شرکت‌کنندگان در کارگاه آموزشی باید درباره ضوابط مورد استفاده در این تحلیل تصمیم بگیرند. پس از تعیین ضوابط، خصوصیات عمده هر یک از گروه‌ها باید طبق آن ضوابط شناسایی شود. در صورتی که وجود اختلاف عقیده بین شرکت‌کنندگان پیشبرد کار را دشوار می‌کند، باید با استفاده از "نشانه‌های ترافیک" بحث‌ها را قطع کرد. این نشانه‌ها جهت گردآوری اطلاعات بیشتر با نیاز به شفافیت‌سازی در مراحل بعدی فرایند به کار خواهند رفت.

نگاهی نزدیک‌تر بر بعضی گروه‌ها

- ۴- مهم‌ترین گروه‌ها انتخاب شوند.
- ۵- تحلیل مفصل‌تری از این گروه‌ها به عمل آید به طور مثال از لحاظ:
 - الف- مشکلات: مشکلات عمده اثرگذار یا رو در روی گروه (اقتصادی، محلی (منطقه‌ای)، فرهنگی و غیره)
 - ب- منافع: نیازها و علایق عمده از دیدگاه هر گروه
 - ج- توان بالقوه: نقاط ضعف و قوت هر گروه
 - د- پیوستگی‌ها: تعارض‌های عمده منافع، الگوهای همکاری یا وابستگی یا گروه‌های دیگر

شکل ۲-۰: نحوه بررسی گروه‌های مهم‌تر

تعیین چشم‌انداز برنامه‌ریزی

نکته شایان اهمیت آن است که شرکت‌کنندگان پروژه بتوانند درباره منافع و دیدگاه‌هایی که اولویت آن‌ها هنگام تحلیل مشکلات (گام ۲) مشخص شده توافق کنند. موضوعات مرتبطی که باید در ذهن داشته باشند عبارتند از:

- کدام گروه‌ها بیش از همه به کمک‌های خارجی نیاز دارند؟
- کدام گروه‌ها ذی‌نفع باید حمایت شوند تا از توسعه مثبت اطمینان حاصل شود؟
- چه تعارضاتی هنگام حمایت از گروه‌های ذی‌نفع پدید خواهند آمد و چه تدابیری برای اجتناب از این گونه تعارضات می‌توان اندیشید؟

نکته مهم در این گام تعیین اولویت‌ها می‌باشد به عبارت دیگر هنگام اجرای تحلیل مشکلات (گام ۲) باید تصمیم گرفت که به کدام منافع و دیدگاه‌ها اولویت داده شود.

ب) گام دوم: تحلیل مشکل

وضعیت کنونی بر پایه اطلاعات موجود تحلیل می‌شود؛ یعنی مشکلات عمده شناسایی شده و روابط علیتی بین این مشکلات به شکل یک درخت ترسیم می‌گردد. نکته مهم آن است که همه گزینه‌ها در جریان تحلیل مشکل همچنان مفتوح بمانند. هدف این مرحله اولیه تعیین یک دیدگاه کلی از وضعیت است. در ادامه این فرآیند، چشم‌انداز محدودتر و عمیق‌تر می‌شود تا آمادگی لازم جهت طراحی پروژه فراهم گردد.

برای تعریف مشکلات نیز ضرورت برگزاری پنل خبرگی یا کارگاه وجود دارد. گام‌های تنظیم مشکلات از این قرار می‌باشد:

۱. مشکلات موجود و نه مشکلات احتمالی، تصویری یا مشکلات آینده شناسایی شود.
۲. منظور از یک مشکل نه فقط فقدان یک راه حل مناسب بلکه وجود یک حالت منفی می‌باشد.
۳. در هر کارت فقط یک مشکل نوشته شود.

شناسایی نقطه شروع

هر شرکت‌کننده کارگاه یک پیشنهاد به عنوان یک "مشکل اصلی" می‌نویسد به این معنی که آنچه را که خود به عنوان هسته اصلی مشکل می‌داند شرح می‌دهد. روح هدایت‌گر بحث و انتخاب مشکل اصلی، منافع و مشکلات گروه‌های ذی‌نفع،

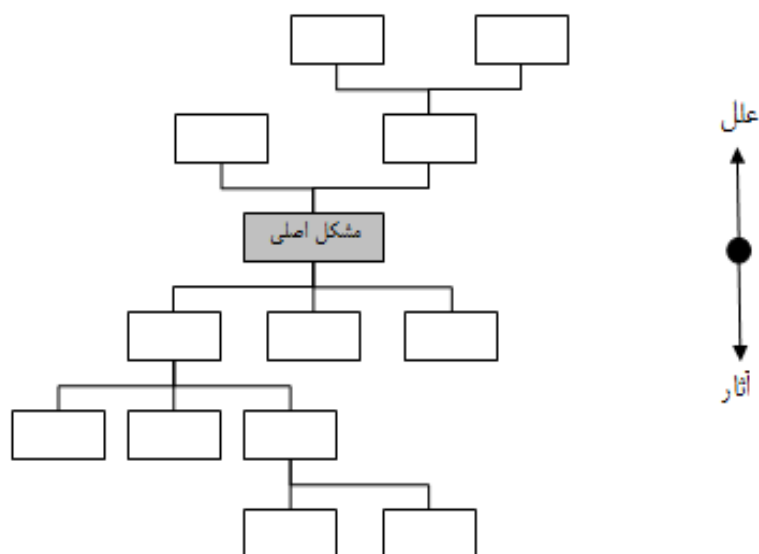
اشخاص و یا موسسات شرکت‌کننده در کارگاه است. سپس باید درباره هر یک از پیشنهادها در کارگاه بحث و تلاش شده و در مورد یک مشکل اصلی توافق به دست آید. اگر نتوان به توافق رسید آن‌گاه مشکلات پیشنهادی به شکل یک درخت و طبق روابط علیتی بین آن‌ها مرتب می‌گردد. بار دیگر برای دستیابی به توافق درباره مشکل اصلی – بر پایه بازنگری به دست آمده از این طریق – تلاش صورت می‌گیرد. اگر بازهم توافق کلی (اجماع) به دست نیامد آن‌گاه:

- از بارش افکار، نقش بازی، یا دیگر وسایل کمکی تصمیم‌گیری استفاده شود
 - بهترین تصمیم انتخاب شود مثلاً با روش نمره‌دادن یا سایر روش‌ها
 - درباره یکی از آن‌ها تصمیم موقت گرفته و به بررسی ادامه داده اما به بحث درباره مشکلات جانشین نیز توجه شود
- در صورت امکان از رأی‌گیری رسمی برای دستیابی به یک تصمیم با اکثریت آرا پرهیز شود. برای انتخاب یک نقطه شروع مناسب می‌توان از طریق ذیل عمل نمود:

۱. مشکلات عمده موجود بر اساس اطلاعات در دسترس (با بارش افکار) شناسایی شوند.
۲. یک مشکل اصلی برای تحلیل انتخاب شود.

طراحی درخت مشکل

۱. علل اساسی و مستقیم مشکل اصلی به موازات یکدیگر در بالای آن قرار داده می‌شوند.
۲. آثار اساسی و مستقیم مشکل اصلی به موازات یکدیگر و در زیر آن قرار می‌گیرند.
۳. علل و آثار ایجاد شده بعدی همراه با همان اصل قرار می‌گیرند تا درخت مشکل طراحی گردد.



شکل ۳-۰: درخت مشکل اصلی

وقتی شرکت کنندگان در کارگاه متقاعد شدند که همه اطلاعات لازم در این شبکه جهت توضیح روابط عمده علت اثر مشخصه مشکل گنجانده شده، می‌توان تحلیل مشکل و نتیجه‌گیری لازم را انجام داد. می‌توان اینچنین بیان نمود که جهت طراحی درخت مشکل قدم‌های ذیل برداشته شود:

۱. علل اساسی و مستقیم اصلی را شناسایی شود.
 ۲. آثار اساسی و مستقیم مشکل اصلی شناسایی گردد.
 ۳. با نشان دادن روابط علت - اثر بین مشکلات، درخت مشکل طراحی شود
- درخت مشکل را بررسی و اعتبار و کامل بودن آن را رسیدگی و اصلاحات لازم انجام گیرد.

ج) گام سوم: تحلیل اهداف عینی

در این گام مراحل زیر باید پیموده شود:

طراحی درخت اهداف عینی

هنگام تحلیل اهداف عینی، درخت مشکل تبدیل به درخت اهداف عینی (راه‌حل‌های آینده مشکلات) شده و سپس تحلیل می‌شود. با شیوه کار به صورت از بالا به پایین همه مشکلات، دوباره واژه‌بندی و تبدیل به اهداف عینی (یعنی عبارات مثبت) می‌شوند.

• مشکل اصلی نسبتاً تبدیل به یک هدف عینی شده و دیگر به صورت ویژه دیده نمی‌شود.

• دشواری تجدید واژه‌بندی را با شفاف کردن بیان مشکل اصلی می‌توان حل کرد.

اگر عبارات حاصله پس از تجدید واژه‌بندی از مشکلات همچنان نامفهوم باشند، یک هدف عینی جانشینی برای آن نوشته می‌شود یا آن مشکل بدون تغییر باقی می‌ماند. حضور اهداف عینی مورد نظر در یک سطح برای دستیابی به اهداف عینی سطح بعد کافی هستند.

مشکلات: اگر علت A باشد آنگاه اثر B است.

اهداف عینی: وسیله X برای رسیدن به نتیجه Y

در این میان، این نکته را باید توجه کرد که هر رابطه علت-اثری خود به خود به یک رابطه وسیله - نتیجه‌ای تبدیل نمی‌شود بلکه این کار به تجدید واژه‌بندی ارتباط دارد. با شیوه کار به صورت از پایین به بالا بایستی مطمئن شد که رابطه‌های علت - اثری به رابطه‌های وسیله - نتیجه‌ای تبدیل شده‌اند. سرانجام خطوطی جهت نشان دادن رابطه‌های وسیله - نتیجه‌ای در درخت اهداف عینی رسم می‌شود.

لذا جهت طراحی درخت اهداف عینی قدم‌های ذیل طی می‌شود:

- دوباره همه عناصر درخت مشکل به صورت حالات مثبت و مطلوب تنظیم می‌شود.
- رابطه‌های وسیله - نتیجه حاصله بازبینی شده تا از اعتبار و کامل بودن درخت اهداف عینی اطمینان حاصل گردد.
- در صورت لزوم: در عبارات تجدید نظر می‌شود، اهداف عینی به ظاهر غیرواقع‌بینانه و غیرضروری حذف می‌شود، و هر جا لازم است اهداف عینی جدید اضافه می‌گردد.
- خطوط اتصال برای نشان دادن رابطه‌های وسیله - نتیجه‌ای ترسیم می‌گردد.

د) گام چهارم: تحلیل راه‌حل‌های جانشین

در این گام مراحل زیر باید پیموده شود:

انتخاب راه‌های دیگر (جایگزین)

مقصود از تحلیل راه‌حل‌های جانشین، شناسایی گزینه‌های احتمالی جانشینی، ارزیابی اجرایی و سهولت این گزینه‌ها و توافق درباره یک استراتژی برای پروژه است. شاخه‌های وسیله - نتیجه احتمالی در درخت اهداف عینی که می‌توانند تبدیل به

پروژه‌های توسعه‌ای احتمالی شوند شناسایی و مشخص شده‌اند. این شاخه‌های وسیله - نتیجه شامل گزینه‌های جانشین می‌باشند. گزینه‌های جانشینی شماره‌گذاری و نام‌گذاری می‌شوند مانند "رویکرد تولید"، "رویکرد درآمد"، "رویکرد آموزش" و غیره.

با مراجعه به نتایج تحلیل شرکت‌کنندگان (گام ۱)، آن‌ها می‌توانند درباره گزینه‌های جانشین و اینکه علایق کدام گروه‌های ذی‌نفع بر روی آن‌ها و به چه شکلی اثر می‌گذارد، بحث و تبادل نظر کنند.

قدم‌های ذیل جهت شناسایی گزینه‌های جانشینی برداشته می‌شوند:

۱. پله‌های متفاوت وسیله - نتیجه به عنوان گزینه‌های جانشین یا اجزای پروژه شناسایی می‌شوند.

۲. اهداف عینی آشکارا نامطلوب یا دست‌نیافتنی حذف می‌گردد.

۳. اهداف عینی که به وسیله پروژه‌های دیگر در منطقه پی‌گیری می‌شوند حذف می‌گردد.

۴. درباره کاربردهای پروژه در گروه‌های متأثر از آن بحث صورت می‌گیرد.

انتخاب پایاترین راه جانشین

گزینه‌های جانشینی باید با توجه به معیارهای ذیل انتخاب شوند:

- کل هزینه

- فواید آن برای گروه‌های اولی

- احتمال دستیابی به اهداف عینی خطرهای اجتماعی

شرکت‌کنندگان در کارگاه باید درباره هر نوع معیار دیگر برای استفاده در هنگام ارزیابی قابلیت دوام گزینه‌های جانشینی نیز

توافق کنند. معیارهای احتمالی عبارتند از:

- معیارهای فنی: متناسب بودن، استفاده از منابع محلی، مناسب بازار بودن و غیره.

- معیارهای مالی: هزینه‌ها، قابلیت پایداری از لحاظ مالی، ارزش خارجی مورد نیاز و غیره.

- معیارهای اقتصادی: برون‌داد اقتصادی، مقرون به صرفه بودن و غیره.

- معیارهای سازمانی: ظرفیت قابلیت، تبحر فنی.

- معیارهای اجتماعی / توزیعی: توزیع هزینه‌ها و سودها، موضوعات مربوط به جنسیت، محدودیت‌های اجتماعی - فرهنگی، مشارکت و انگیزه مردم محلی و غیره.
 - معیارهای زیست‌محیطی: اثرهای زیست‌محیطی، خسارات و سودهای زیست‌محیطی.
- تیم برنامه‌ریزی باید در رابطه با گزینه‌های جانشینی معیارهای متفاوتی را در نظر گرفته و ارزیابی دقیقی به عمل آورد. بر اساس این یافته‌ها تیم برنامه‌ریزی باید درباره یک استراتژی پروژه به توافق برسد.
- در ادامه گام‌های این مرحله، انتخاب استراتژی پروژه با سه گام ذیل صورت می‌پذیرد:
۱. اجرایی و آسان بودن گزینه‌های جانشینی ارزیابی می‌شود.
 ۲. یکی از گزینه‌های جانشینی به عنوان استراتژی پروژه انتخاب می‌گردد.
 ۳. در صورتی که نتوان به توافق مستقیم دست یافت آن‌گاه: معیارهای اضافی ایجاد یا گزینه‌های بحث برانگیز با اضافه یا حذف کردن عناصری از درخت اهداف عینی تغییر می‌کند.

۵) گام پنجم: شناسایی عناصر اصلی پروژه

پس از انتخاب استراتژی پروژه توسعه، عناصر عمده آن که از درخت اهداف عینی به دست آمده‌اند، به ستون اول عمودی ماتریس پروژه^۱ (PM) منتقل می‌شوند. درباره یک هدف عینی توسعه و یک هدف عینی آنی تصمیم‌گیری صورت می‌پذیرد. در صورت لزوم واژه‌بندی درخت اهداف عینی دوباره تنظیم شده تا دقت آن‌ها بیشتر شود.

عناصر اصلی پروژه از این قرار خواهند بود:

۱. هدف نهایی^۲
۲. مقصود^۳
۳. برونداها^۴
۴. فعالیت‌ها^۵

۱- Project Matrice

۲- Goal

۳- Purpose

۴- Outputs

۵- Activities

۵. درونداها^۱

هدف نهایی، اصطلاح هدف عینی پیش‌بینی شده برای درازمدت را توصیف می‌کند که پروژه توسعه در آن سهیم است (توجیه پروژه توسعه)

مقصود، آثار مورد نظر پروژه توسعه (مقصود از پروژه) را برای ذینفعان مستقیم برای یک حالت با دقت اعلام شده در آینده شرح می‌دهد. باید توجه نمود که فقط یک هدف عینی آنی وجود داشته باشد.

برونداها به صورت اهداف عینی بیان می‌شوند که مدیریت پروژه مسؤولیت دستیابی به آن‌ها و پایدار بودنشان در طول پروژه را به عهده دارد و تأثیر مجموع آن‌ها باید برای دستیابی به هدف عینی آنی کافی باشد. با وجود اینکه مدیریت پروژه باید بروندهای آن را تضمین کند اما اهداف عینی آنی فراتر از کنترل مستقیم وی می‌باشد.

فعالیت‌ها به صورت فرآیندها بیان می‌شوند. از شرح جزئیات فعالیت‌ها اجتناب کرده و بر ساختار پایه و استراتژی پروژه تأکید می‌شود. همه برونداها باید شماره‌گذاری شوند. سپس هر فعالیت باید در رابطه با بروندهای متناظر با خود، شماره‌گذاری شود. بروندهای عمده به شکل اعتبار مالی، کارمند و کالا بیان می‌شوند.

و) گام ششم: مفروضات

منظور از مفروضات حالاتی است که باید وجود داشته باشند تا پروژه به پیش برده شود ولی خارج از کنترل مستقیم مدیریت پروژه قرار دارند. این گام شامل مراحل زیر است:

شناسایی مفروضات

در این گام از پایین ماتریس شروع و رو به بالا عمل می‌شود. باید ملاحظه نمود که آیا درون‌دادها برای اجرای فعالیت‌های پیش‌بینی شده کافی هستند یا اتفاقات دیگری هم باید در خارج از پروژه روی دهد (مفروضات).

بعضی مفروضات را از عناصر درخت اهداف عینی - که در پروژه گنجانده نشده باشند - می‌توان به دست آورد. مفروضات در هر یک از سطوح ماتریس پروژه به طرف بالا تا سطح هدف توسعه‌ای پروژه شناسایی می‌شوند. از پایین ماتریس شروع و در تمام سطوح بررسی می‌شود که پیشنهادات به صورت منطقی از یکدیگر پیروی می‌کنند و اینکه کامل هستند یا خیر. هر سطح باید شرایط لازم و کافی برای سطح بندی را داشته باشد.

باید اطمینان حاصل گردد که مفروضات چنان با جزئیات عملیاتی و به تفصیل شرح داده شده‌اند که می‌توان آن‌ها را کنترل کرد (در صورت امکان با شاخص‌ها)

مثال‌هایی از مفروضات عبارتند از: گیرندگان کمک هزینه تحصیلی به پست‌های تخصیص داده شده بر می‌گردند، مؤسسات محلی در فعالیتهای برنامه‌ریزی همکاری می‌کنند، تغییر قیمت‌ها در سطح جهانی را می‌توان با میزان بودجه تعیین شده انطباق داد.

جهت شناسایی مفروضات مهم، می‌توان مفروضات را:

۱. از درخت اهداف عینی به دست آورد.
۲. به صورت حالات مثبت و اژه‌بندی نمود. (به اهداف عینی مراجعه شود)
۳. با سطوح مختلف ماتریس پروژه، مرتبط نمود.
۴. مطابق با اهمیت و احتمالشان وزن داد.

بررسی مفروضات

برای نشان‌دادن احتمال موفقیت پروژه باید به صورت یک به یک و در هر سطح حرکت کرده و اهمیت احتمال آن‌ها را کنترل کرد. مفروضاتی که احتمال وقوع آن‌ها خیلی زیاد بوده یا برای وقوع پیامد پروژه اهمیت ندارند باید کنار گذاشته شوند. اگر شرکت‌کنندگان در کارگاه رویکرد چارچوب منطقی تعیین کردند که یکی از مفروضات برای پیامد پروژه مهم بوده اما احتمال وقوع آن وجود ندارد، در این صورت آن یک عامل نابودکننده است. در صورتی که عوامل نابودکننده در پروژه پیدا شوند یا باید پروژه به شکلی تغییر داده شود تا از بروز چنین عواملی اجتناب شود یا باید کل پروژه متوقف شود.

هر یک از سطوح ماتریس پروژه باید شرایط لازم و کافی برای سطح بعدی بالاتر را داشته باشد. بررسی اهمیت مفروضات از طریق قدم‌های ذکر شده در صورت می‌گیرد:



شکل ۴-۰: بررسی اهمیت مفروضات

ز) گام هفتم: شاخص‌ها (ماتریس پروژه)

شاخص‌ها در ستون دوم ماتریس پروژه مشخص می‌شوند. جزئیات شاخص‌ها تعیین کننده طرز اندازه‌گیری دامنه دستیابی به اهداف عینی در زمان‌های متفاوت است. اندازه‌گیری‌ها می‌توانند به انواع ذیل باشند:

- اندازه‌گیری کمی - مانند مقدار کیلومترهای بازسازی شده جاده‌ها.
- اندازه‌گیری کیفی - مانند همکاری کشاورزانی که کارکرد مؤثر دارند.
- اندازه‌گیری رفتاری - مانند افزایش استفاده از تسهیلات بهسازی محیط.

شاخص‌های کیفی نیز باید حتی‌الامکان قابل اندازه‌گیری باشند. شاخص‌های مستقیم ممکن است لازم شود که با شاخص‌های اضافی غیرمستقیم تکمیل شوند. وجود چند شاخص بهتر از یک شاخص است. شاخص‌های منفرد به ندرت سیمای جامعی از تغییرات را ارائه می‌کنند.

تعریف میزان دستیابی به اهداف عینی

در زمینه رویکرد چارچوب منطقی، شاخص‌ها مشخص‌کننده استاندارد عملکردی هستند که باید برای دستیابی به هدف نهایی، مقصود و برون‌دادها به آن‌ها برسیم. شاخص‌ها باید نکات ذیل را مشخص کنند:

- گروه هدف (برای چه کسی)
- کمیت (چه قدر)

- کیفیت (چگونه)

- زمان (کی)

- محل (کجا)

شاخص‌ها اساس پایش و ارزشیابی‌اند.

تنظیم شاخص‌ها

شاخص خوب باید این‌گونه باشد:

اساسی: یعنی جنبه اساسی یک هدف عینی را با اصطلاحات دقیق منعکس می‌کند.

مستقل: در سطوح متفاوت از آنجایی که اهداف توسعه و اهداف آنی متفاوت خواهند بود و انتظار می‌رود هر شاخص

منعکس‌کننده مدرک دستیابی به هدف عینی باشد، یک شاخص را به طور معمول نمی‌توان برای بیش از یک هدف عینی به کار برد.

واقعی: هر شاخص باید بازتاب یک واقعیت - و نه تصور ذهنی - باشد و باید برای تمامی حامیان پروژه و حتی اشخاص

مطلع بدبین یک معنا و مفهوم را داشته باشد.

قابل قبول: یعنی تغییرات ثبت شده را بتوان به طور مستقیم به پروژه منتسب کرد.

مبتنی بر داده‌های به دست آمدنی: شاخص‌ها باید از داده‌هایی به دست آمده باشند که به آسانی در دسترس بوده یا

بتوان با تلاش معقول و اضافی به عنوان بخشی از مدیریت اجرایی پروژه آن‌ها را گردآوری کرد.

اندازه‌گیری‌های ارابه شده به وسیله شاخص‌ها باید آن قدر دقیق باشند که شاخص به طور عینی قابل تحقیق و رسیدگی

باشد. شاخصی به طور عینی قابل تحقیق است که اشخاص مختلفی که از یک فرآیند اندازه‌گیری به صورت مستقل از یکدیگر

استفاده می‌کنند، اندازه‌گیری‌های یکسان به دست آورند.

در مراحل اولیه برنامه‌ریزی، شاخص‌ها فقط مقادیر راهنما هستند که برای تحلیل مفهوم پروژه به کار می‌روند. این مقادیر

راهنما باید وقتی پروژه عملیاتی می‌شود دوباره بازنگری شده و در صورت لزوم به جای آن‌ها از شاخص‌های اختصاصی پروژه

استفاده شود.

بررسی ابزار رسیدگی

هنگام تدوین شاخص‌ها، منابع اطلاعاتی لازم برای استفاده آن‌ها باید مشخص شوند یعنی:

چه اطلاعاتی در دسترس قرار می‌گیرد؛

به چه شکلی

چه کسی باید این اطلاعات را فراهم کند.

منابع خارج از پروژه باید از لحاظ در دسترس بودن، قابلیت اطمینان و مرتبط بودن ارزیابی شوند:

کار و هزینه‌های لازم برای هر نوع اطلاعات که به وسیله خود پروژه تولید می‌شود نیز باید ارزیابی شود. شاخص‌هایی که

نتوانیم ابزار رسیدگی مناسبی برایشان شناسایی کنیم باید با شاخص‌های قابل رسیدگی تعویض شوند. شاخص‌هایی که پس از

در نظر گرفتن هزینه و کاربرد و سودمندی، پرهزینه تشخیص داده شوند باید با شاخص‌های ساده‌تر و ارزان‌تر تعویض شوند.

تدوین شاخص‌ها باید شامل مشخص کردن ابزار رسیدگی به آن‌ها نیز باشند. در بسیاری موارد، افزودن یک ستون به عنوان

"ابزار رسیدگی" به ماتریس پروژه می‌تواند مفید باشد. جهت بررسی مفید بودن شاخص سوالات ذیل را می‌توان مطرح نمود:

- آیا اطلاعات از منابع موجود (آمارها، پرونده‌ها و غیره) قابل دسترسی است؟
- آیا این اطلاعات حقیقی و روزآمد هست؟
- آیا گردآوری داده‌های خاص لازم است؟
- اگر پاسخ آری است آیا فایده‌های این داده‌ها هزینه آن‌ها را توجیه می‌کند؟

با مشخص شدن گام‌های فوق و تعیین دقیق هر کدام، در نهایت یک برنامه عملیاتی با جزئیات مناسب بدست می‌آید.

۲-۱-۱- روش پیشنهادی سند ملی فناوری پیل سوختی

در ایران تاکنون تجارب مختلف و متنوعی در حوزه تدوین اسناد ملی فناوری اتفاق افتاده است. از میان این اسناد، سند

توسعه فناوری پیل سوختی بدون شک یکی از نظام‌مندترین و منطبق‌ترین اسناد بر اصول علمی سیاست فناوری و نوآوری

بوده است. این سند در حوزه‌های تدوین اهداف، ارائه راهبردها، و تدوین برنامه عملیاتی به معرفی روش‌ها و رویکردهای

پیشنهادی خود پرداخته است که مشروح این روش‌ها در دو کتاب به چاپ رسیده است.

یکی از روش‌هایی که می‌توان از آن برای تدوین برنامه عملیاتی استفاده نمود، روش استفاده شده در سند توسعه فناوری پیل سوختی است. در این روش، برنامه عملیاتی روشی برای پیاده‌سازی راهبردهای توسعه فناوری قلمداد می‌گردد. برای پیاده‌سازی راهبردهای طراحی شده در قالب برنامه‌های عملیاتی، استفاده از رویکرد نظام‌های نوآوری ملی به عنوان چارچوبی جهت هدایت اقدامات و فعالیت در روش مذکور پیشنهاد می‌گردد. بر طبق ادله بیان شده در این روش، نظام نوآوری ملی از بیشترین قابلیت انطباق با پیش‌فرض‌های حوزه‌های اسناد ملی برخوردار است:

۱. مدل نظام نوآوری ملی، رویکرد کاملی است که سعی دارد تا همه عوامل موثر بر شکل‌گیری یک نوآوری در داخل مرزهای یک کشور را توضیح دهد. در این مدل حتی نهادهای غیر رسمی مانند عرف‌ها و قواعد غیر رسمی حاکم بر رفتار اجزای سیستم مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. در یک کلمه می‌توان گفت "جامعیت" این مدل، ویژگی ممتاز آن است.

۲. این مدل نه تنها عوامل و اجزای درگیر و موثر در توسعه فناوری در سطح یک کشور را مورد مطالعه قرار می‌دهد، بلکه تأکید زیادی بر روابط و تعامل بین این اجزاء دارد. فرآیند نوآوری و یادگیری در این مدل جز از طریق تبادل دانش بین اجزای سیستم و همکاری بین آنها صورت نمی‌گیرد. بنابراین لحاظ کردن تبادل اطلاعات بین اجزاء سیستم و جریان دانش و منابع بین آنها نیز از خصوصیات این مدل است.

۳. این مدل عوامل موثر بر شکل‌گیری نوآوری را به صورت جامعی در چهار سطح مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. در سطح خرد با تمرکز بر قابلیت‌ها و توانمندی‌های بنگاه‌ها به چگونگی شکل‌گیری نوآوری در آنها می‌پردازد. در سطح میانی با تبیین مفهوم خوشه‌های صنعتی، به تحلیل چگونگی شکل‌گیری فرآیند نوآوری و یادگیری در خوشه صنعتی، از طریق روابط عمودی و افقی بین بنگاه‌ها و دیگر عوامل می‌پردازد. در سطح کلان به بررسی عوامل موثر بر نوآوری در سطح یک کشور و عوامل شکل‌دهنده فضای نوآوری مانند قوانین مالکیت فکری می‌پردازد. در سطح بین‌المللی نیز با در نظر گرفتن جریان‌های دانش بین مرز ملی سیستم با محیط بین‌الملل به بررسی نقش این تبادلات به صورت انتقال فناوری و دانش فنی در شکل‌دهی یک نوآوری فناورانه می‌پردازد.

۴. نگاه سیستمی حاکم بر مدل نظام نوآوری ملی این اجازه را می‌دهد که بتوان اجزای سیستم را نه به صورت عوامل منفرد و مجزا و بلکه به صورت جزئی از یک سیستم کلی و در تعامل با سایر اجزاء، مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

در این روش، ابتدا لازم است تا تصویری از کارکردهایی که یک نظام نوآوری ملی باید به انجام برساند ارائه شود. پس از توصیف هر کارکرد و نیز ارائه شاخص برای اندازه‌گیری آن‌ها، لازم است تا به ممیزی فناوری پرداخته شود. منظور از ممیزی فناوری ارائه تصویری از وضعیت فعلی فناوری در کشور است. تا ارزیابی دقیقی از آنچه "داریم" نداشته باشیم، نمی‌توان برای حرکت به سمت وضعیت مطلوب گام برداشت و مطمئن بود که برنامه‌ها و سیاست‌ها درست، کامل و بهینه طراحی شده‌اند. به همین دلیل در چند سال اخیر، مطالعات و پژوهش‌های چشم‌گیری در رابطه با چگونگی ارزیابی و ممیزی از وضعیت نوآوری در یک حوزه یا کشور خاص انجام گرفته است. نتایج این مطالعات و پژوهش‌ها تا آنجا پیش رفته است که حتی دستورالعمل‌های استاندارد و کاملی مانند دستورالعمل اسلو^۱ و دستورالعمل فراسکاتی توسط سازمان همکاری‌های توسعه و همکاری اقتصادی^۲ تهیه و ارائه شده است. پس از ارائه روش‌های استاندارد در ارزیابی نوآوری، کشورهای بسیاری مانند تایلند و کشورهای عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه از این دستورالعمل بارها استفاده نموده‌اند. در آخرین مرحله، باید مبتنی بر این نتایج و ارزیابی وضعیت موجود، پیشنهادها و راهکارهایی مناسب برای تحقق توسعه فناوری ارائه شود.

تاکنون کتاب‌های مختلفی پیرامون موضوع ممیزی فناوری به نگارش درآمده است که از آن‌ها می‌توان برای ممیزی فناوری در قالب نظام نوآوری ملی استفاده کرد. درمورد مرحله آخر نیز که مربوط به ارائه راه کار و اقدامات ضروری است، رویکرد نظرسنجی خبرگان رویکرد قالب است. بنابراین، در این قسمت نیاز است تا قدری بیشتر چارچوب اصلی تدوین برنامه عملیاتی که نظام‌های نوآوری ملی و کارکردها و شاخص‌های آن است روشن شود. این کار در ادامه و با تاکید بر تشریح اجزای نظام نوآوری ملی که در تدوین برنامه عملیاتی کاربرد دارد به انجام می‌رسد.

برای شکل‌گیری کارآمد زنجیره خلق، نشر و بکارگیری دانش در هر نظام نوآوری ملی، باید وظایف و فعالیت‌های تمامی اجزای سیستم، تبیین و تعیین شده باشد. مجموعه این وظایف را می‌توان در قالب گروه‌های فعالیت‌های ضروری در توسعه فناوری یا کارکردهای نظام نوآوری ملی تحلیل نمود. منظور از کارکردهای نظام نوآوری ملی، فعالیت‌های کلی آن یا حلقه‌های

۱- Oslo Manual

۲- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)

زنجیره دانش (از خلق ایده تا تجاری‌سازی و بازاریابی) می‌باشد. هر کدام از کارکردها یا فعالیت‌های کلی به یکسری فعالیت‌ها یا کارکردهای تخصصی تقسیم می‌شوند که آنها فعالیت‌های نظام نوآوری ملی نامیده می‌شوند.

سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، به یکپارچه سازی تعاریف ارائه شده در مورد کارکردها و فعالیت‌های نظام نوآوری صنعتی و استاندارد کردن آنها (در حد ممکن) می‌پردازد که در گزارشات سال ۱۹۹۹ این سازمان منعکس شده است. در

گزارشات مزبور، کارکردها بصورت زیر تقسیم بندی می‌شوند:

- سیاستگذاری و هدایت نوآوری
- تسهیل و تأمین بودجه R&D
- انجام R&D
- انتقال تکنولوژی
- توسعه نیروی انسانی
- انتشار تکنولوژی
- ارتقای کارآفرینی تکنولوژی
- تولید کالا و خدمات

۱-۲-۱-۱- سیاستگذاری و هدایت نوآوری

همانگونه که اشاره شد قلب تپنده توسعه فناوری، نوآوری و تغییرات فناوری است. نوآوری یکی از ابزارهای مناسب در جهت رسیدن به توسعه فناوری است. در واقع به علت دید سیستمی به نوآوری و تعریف سیستم (بعنوان مجموعه ای از اجزاء مختلف و روابط حاکم بین این اجزاء در جهت رسیدن به هدفی واحد)، بایستی کلیه اجزاء و روابط آنها، هدف واحدی را دنبال کنند تا مجموعه فعالیت‌های درون سیستم، جهت‌گیری واحدی (به سمت اهداف کلی صنعت) داشته باشند.

پس اولین کارکرد لازم در نظام نوآوری ملی، سیاست گذاری کلی است تا جایگاه مجموعه اجزاء و فعالیت‌های درون سیستم به خوبی مشخص شده و بتوانند با قدرت و استحکام بیشتری در جهت توسعه فناوری صنعت و اهداف مشخص شده آن گام بردارند. به عنوان مثال، اگر یکی از شرکت های صنعتی، تولید محصول یا خدمت جدیدی را آغاز کند، نیازمند حمایت و پشتیبانی سیاستگذاران صنعت مربوطه است تا بتواند محصول / خدمت خود را به بازار عرضه کند. بنابراین در نظام نوآوری ملی

هر صنعت، در ابتدا باید سیاست‌های کلی، تعیین و تدوین گردند. تعیین این اهداف و سیاست‌ها، فرآیند دشوار و پیچیده‌ای است که همکاری اجزاء و سازمان‌های خاصی را می‌طلبد. اما باید توجه کرد که این فرآیند و اجزای درگیر، به صنعت مورد مطالعه بستگی دارد.

به جرأت می‌توان گفت که این کارکرد، حیاتی‌ترین و مهمترین عنصر نظام نوآوری ملی می‌باشد. ضعف و عدم کارایی در عنصر سیاست‌گذاری نظام نوآوری ملی آنچنان بر عملکرد کل سیستم تأثیرگذار است که نه تنها آن را نمی‌توان با صرف هزینه‌های فراوان جبران کرد، بلکه باعث ائتلاف منابع هم خواهد شد. از طرف دیگر، قوت و هوشمندی این عنصر نیز در اثربخشی و کارایی سیستم و تسریع دستیابی به اهداف سیستم بسیار مؤثر است.

شاید بتوان گفت که عدم و یا ضعف وجود چنین عنصری منجر به از هم پاشیدگی سایر عناصر و اجزا و ناهماهنگی بین آنها خواهد شد به طوری که می‌توان گفت سیستم منسجمی وجود نخواهد داشت. در حقیقت ایجاد و شکل‌دهی به عنصر سیاست‌گذاری سیستم، اولین اولویت در تحقق نظام نوآوری ملی می‌باشد. زیرا این عنصر است که در ابتدای امر وظیفه ارزیابی و شناخت نقاط قوت و ضعف عناصر سیستم و پیوندهای بین آنها را بر عهده دارد تا براساس این ارزیابی و شناخت از وضعیت سیستم به سیاست‌گذاری صحیح و کامل در جهت رفع نقاط ضعف و شکل‌دهی مناسب به ساختار سیستم و هدایت سیستم به جهت مطلوب اقدام نماید. این عنصر در نظام نوآوری ملی، عالی‌ترین سطح تصمیم‌گیری و جهت‌دهنده به تصمیمات سطوح پایین‌تر خواهد بود. در حقیقت این عنصر به مثابه مغز سیستم، فرماندهی کل سیستم را بر عهده خواهد داشت و سایر اجزاء اگر چه قدرت تصمیم‌گیری در سطوح خود را دارا هستند، اما در اصل تصمیمات آنها در جهت و برای تحقق سیاست‌های تنظیم شده از طرف عنصر سیاست‌گذاری سیستم می‌باشد. بنابراین اولین وظیفه عنصر سیاستگذار سیستم پس از ارزیابی و شناخت وضعیت سیستم، طراحی ساختار و فرآیندهای مورد نیاز برای تحقق اهداف سیستم و پس از آن سیاستگذاری و جهت‌دهی مناسب به حرکت سیستم برای تحقق اهداف سیستم می‌باشد.

طراحی دقیق ساختار نظام نوآوری ملی توسعه فناوری در کشور، نیازمند تعیین جایگاه مراکز و نهادهای متعددی است که حلقه‌های زنجیره آموزش، تحقیق، تولید، بازاریابی را تشکیل می‌دهند. علاوه بر مراکز آموزشی و تحقیقاتی و بنگاه‌های صنعتی، نیاز به نهادهای عمومی مختلفی از قبیل مراکز ثبت اختراع، مراکز اطلاع‌رسانی، مراکز انتقال فناوری، مراکز استاندارد، مراکز تأیید کیفی، پارک‌های تحقیقاتی و فناوری و مراکز رشد و غیره نیز می‌باشد تا نظام نوآوری ملی فناوری مورد نظر تکمیل گردد.

همچنین ارتباط بخش‌های پیرامونی همچون نهادهای سرمایه‌گذاری، بانک‌ها، نهادهای حقوقی، گمرک، حفاظت از محیط زیست و غیره نیز با اجزای داخلی نظام نوآوری ملی پیل سوختی کشور بایستی به دقت ترسیم گردد.

می‌توان گفت اصلی‌ترین وظایف و اقدامات عنصر سیاستگذاری نظام نوآوری ملی به شرح زیر می‌باشد:

۱. شناخت و ارزیابی دائمی وضعیت اجزاء و عناصر نظام نوآوری ملی و عملکرد اجزاء و کل سیستم با انجام "ممیزی‌های

نوآوری" استاندارد و به صورت دوره‌ای (مثلاً هر دو سال یکبار).

۲. پایش و شناخت دقیق، عمیق و همه‌جانبه روندهای جهانی نوآوری و توسعه فناوری در زمینه مربوطه و ارزیابی درست

از وضعیت پیشرفت‌های فناورانه در کشورهای مختلف جهان و تحولات پژوهش، فناوری و بازارهای مربوطه.

۳. تدوین "سیاست‌های نوآوری" به معنای وسیع خود، بر مبنای شناخت بدست آمده از وضعیت موجود نظام نوآوری ملی و

روند تحولات جهانی جهت کمک به شکل‌گیری منسجم نظام نوآوری ملی و جهت‌دهی به حرکت آن و هماهنگ کردن

فعالیت‌های همه اجزاء و عناصر سیستم در جهت تحقق اهداف سیستم.

۴. طراحی و ارائه چشم‌انداز مطلوب از وضعیت سیستم در یک افق زمانی بلندمدت و مشخص که باعث جهت‌دهی و

هماهنگی فعالیت‌های مختلف برای دستیابی به چشم‌انداز می‌شود.

۵. طراحی و تعیین رهنگاشت دستیابی به چشم‌انداز و مشخص کردن مراحل و گام‌های اصلی مانند تحقیق و توسعه،

تجاری سازی، تولید و بازاریابی که برای رسیدن به چشم‌انداز باید پیموده شود.

۶. بسیج منابع مورد نیاز برای پیمودن مسیر طراحی شده و ارزیابی دائمی از میزان مسیری که طی شده است.

فراهم آوردن محیطی پویا و بالنده، انعطاف‌پذیر و محرک و مشوق نوآوری و رشد علمی.

۲-۱-۱-۲- تسهیل و تأمین بودجه تحقیق و توسعه

پس از آنکه اهداف کلی توسعه فناوری تعیین و تدوین گردید برای شکل‌دهی و پیشبرد فعالیت‌های درون سیستم، به

بنیادهایی برای حمایت و تسهیل فعالیت‌های نوآوری و تحقیقات نیاز است. به طور کلی موسساتی که به نوعی باعث تسهیل،

تعدیل و یا تسریع فرآیند نوآوری می‌شوند در این طبقه قرار می‌گیرند. از جمله مهمترین این موسسات می‌توان به موسساتی که

منابع مالی و بودجه فعالیت‌های نوآوری را تأمین می‌کنند اشاره کرد. همچنین ادارات ثبت پتنت و موسسات استاندارد نیز

مشمول این دسته می‌شود. بنابراین در ادامه به نقش این موسسات و ارتباط آنها با سیستم‌های نوآوری پرداخته خواهد شد.

علت تفکیک این کارکرد از کارکرد قبلی سیستم (سیاستگذاری کلی) به این جهت است که در اینجا اهداف سیستم تعیین نمی‌شوند، بلکه ابزارهایی استاندارد برای جهت‌گیری و رسیدن به این اهداف، معرفی و تعیین می‌شوند.

بنابراین از مهمترین فعالیتهای این کارکرد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. سرمایه‌گذاری و تأمین منابع مالی در نظام نوآوری ملی

تأمین منابع مالی در تسهیل نوآوری از اهمیت زیادی برخوردار است، چرا که توانایی صنعت در نوآوری وابستگی زیادی به سیستم مالی نوآوری آن صنعت دارد. علاوه بر این، سرمایه‌گذاری در نوآوری، تأثیر بسزایی بر احیاء رشد اقتصادی و اشتغال دارد. یکی از موانع جدی شرکت‌ها در راه نوآوری، عدم دسترسی به منابع مالی خارج از شرکت است (تاکید ما بر تأمین منابع مالی از خارج شرکت، در راستای اقدامات نوآورانه است). از آنجائیکه دوام و رشد شرکت‌ها در درازمدت به توانایی یادگیری آنها بستگی دارد و توانایی یادگیری نیز به نوبه خود به ایجاد و نگهداری عواملی نظیر نیروی انسانی، مهارت‌ها، بررسی و شناخت بازار و غیره بستگی دارد، بنابراین تخصیص منابع مالی به آموزش، تحقیق و توسعه، طراحی محصول، ارتقای توانایی‌ها و مهارت‌های سازمانی، ضروری بنظر می‌رسد.

۲. سیستم حقوق مالکیت معنوی

برقراری سیستم حقوق مالکیت معنوی (با هدف محافظت از نوآوری‌ها) و همچنین همسان‌سازی آن در بین کشورهای مختلف، محرکی برای سرمایه‌گذاری بیشتر شرکت‌ها در تحقیقات و ارتقای فعالیتهای دانش‌افزا است. در این زمینه به چند نکته کلی می‌توان اشاره کرد: اولاً همسان‌سازی سیستم حقوق مالکیت معنوی، به افزایش رفاه عمومی در سطح جامعه کمک می‌کند. ثانیاً وجود این الگوی انگیزشی به تعریف پروژه‌های تحقیقاتی و تقسیم ریسک فعالیتهای تحقیقاتی کمک می‌کند. عبارتی برقراری سیستم مالکیت معنوی و محافظت از نوآوری، عامل انگیزشی مناسبی جهت ترویج و تسهیل نوآوری است.

۳. استانداردسازی

از دیگر نهادهایی که در ذیل عنوان نهادهای تسهیل‌کننده قرار می‌گیرند، می‌توان به موسسات استانداردسازی اشاره کرد. در یکپارچه سازی نظام نوآوری ملی و حرکت به سمت توسعه تکنولوژی صنعت، لازم است تا استانداردهایی بین اجزای سیستم حکمفرما شود تا در کل سیستم هماهنگی و زبان مشترکی حاکم شود.

استانداردها چارچوب کلی نوآوری را مشخص می‌سازند. این سیستم تا حدی ملی و تا حدی بین‌المللی است. استانداردها توسط موسسات استاندارد ثبت شده و پیگیری می‌شوند. بین فرآیندهای نوآوری و استانداردسازی ارتباط نزدیکی وجود دارد،

بطوریکه هر دو عناصر اصلی ایجاد و یا بهبود تکنولوژی می‌باشند که گاهی مکمل یکدیگر بوده و گاهی در خلاف جهت یکدیگر حرکت می‌کنند. نوآوری‌ها اغلب نتیجه تلاش‌های فردیست، که از طریق سیستم استانداردسازی و پاتنت، نتایج و منافعش به صنعت منتقل می‌شود. در حقیقت افراد مبتکر و نوآور با مراجعه به این موسسات، ایده‌ها و تجارب خود را در اختیار دیگران قرار داده و استانداردها را بوجود می‌آورند. استانداردسازی هم در مورد محصول و هم در مورد فرآیند، انجام می‌شود. استانداردسازی در مجموع از منافع مصرف‌کننده حمایت می‌کند، چرا که باعث گسترش بازار (افزایش حق انتخاب) شده و به نوآوری سرعت می‌بخشد، علاوه بر این با استانداردسازی قدرت بکارگیری محصولات جدید توسط مصرف‌کنندگان نیز افزایش می‌یابد.

۳-۲-۱-۱- انجام تحقیق و توسعه

همانگونه که قبلاً تشریح شد، تحقیق و توسعه تنها یکی از اجزاء نوآوری است، اما به علت عدم وجود اطلاعات و آمار کمی و مناسب در مورد فعالیت‌های نوآورانه، کارکردهای نوآورانه سیستم به انجام تحقیق و توسعه محدود شده است. بنابراین R&D به عنوان شاخص مهم نوآوری، در نظر گرفته شده است. در واقع در این مرحله وارد سطح اجرایی شده و به تعیین و معرفی مجریان R&D در سطوح مختلف سیستم پرداخته می‌شود. این مجریان که انجام‌دهنده تحقیقات بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای فناوری هستند، یکی از مهمترین کارکردهای سیستم را بر عهده داشته و یکی از منابع داخلی دانش در سیستم به شمار می‌روند. موسسات انجام دهنده R&D در ابتدا بصورت آزمایشگاه‌های تحقیقات صنعتی و با هدف تحقیق و توسعه پیرامون محصولات و فرآیندهای جدید یا بهبود یافته، در زمینه صنایعی نظیر الکترونیک و فرآورده‌های شیمیایی آغاز به کار نمودند. با مشارکت این آزمایشگاه‌ها با دانشگاه‌ها، به تدریج تحقیقات در رشته‌های مهندسی جدید و علوم کاربردی نیز در دستور کار این آزمایشگاه‌ها قرار گرفته و بخشی از این فعالیت‌ها به فرآیند " ابداع و اختراع " اختصاص یافته است.

ابداع و اختراع فعالیتی است که در آن محصول نهائی حاصل نمی‌شود زیرا تلاش‌های زیادی از جمله آزمایش، اصلاح، بازنگری و تجاری‌سازی قبل از عرضه محصول به بازار مورد نیاز است. نقش واحدها و آزمایشگاه‌های تحقیقاتی ایجاد شده در صنعت نسبت به آزمایشگاه‌های مستقر در دانشگاه‌ها و مراکز دولتی مهمتر می‌باشد. زیرا در اکثر صنایع این واحدها به جایگاه اصلی انجام فعالیت‌های R&D (بعنوان یکی از اجزای فرآیند نوآوری) تبدیل شده‌اند (البته نه در تمامی صنایع). علت این موضوع عبارت است از اینکه اولاً پس از خلق و انتشار فناوری، نقاط قوت و ضعف آن توسط استفاده‌کنندگان فناوری (شرکت‌ها

و مشتریان و تأمین‌کنندگان آنها) شناسائی می‌شود. بنابراین در طول زمان شرکت‌های فعال در یک صنعت خاص به سمت نوع خاصی از R&D گرایش پیدا کردند که نه تنها بر پایه یافته‌های علمی دانشمندان بلکه به میزان زیادی بر تجربه متکی باشد. ثانیاً یکی از اهداف نوآوری کسب سود بیشتر می‌باشد و این سودآوری در بسیاری از فناوری‌ها مستلزم یکپارچگی فعالیت‌های R&D با تولید و بازاریابی است که در قالب یک سازمان قابل حصول است.

گاهی یک نوآوری در کشوری در حال توسعه مستلزم یادگیری یا بکارگیری فناوری‌هایی می‌باشد که زمانی در کشورهای صنعتی به کار گرفته شده است. این یادگیری جهت تولید محصولات یا استفاده از تکنولوژی‌ها، بوسیله فرآیند " مهندسی معکوس" صورت می‌گیرد. گرچه در برخی کشورها فرآیند مهندسی معکوس جزو فعالیت‌های R&D نمی‌باشد اما مهندسی معکوس بسیار شبیه R&D است بطوریکه در دوران توسعه اقتصادی کشور کره، مهندسی معکوس یکی از مهمترین فعالیت‌ها در واحدهای R&D بوده که باعث تولید محصولات کاملاً متفاوتی شده است. همینطور این فرآیند در کشورهای صنعتی یکی از مهمترین منابع کسب دانش به شمار می‌رود. بنابراین در این تحقیق علاوه بر تحقیقات بنیادی، توسعه‌ای و کاربردی، مهندسی معکوس را نیز جزو فعالیت‌های موسسات انجام دهنده R&D در نظر می‌گیرند. در ادامه توضیحاتی در خصوص طبقه‌بندی انواع تحقیقات و جایگاه مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها ارائه می‌شود.

تحقیقات بنیادی

تحقیقات بنیادی و یا پایه‌ای^۱ کاوش‌های اصلی هستند که هدف عمده آن توسعه مرزهای دانش و کشف ناشناخته‌های علمی است. آن بخش از این نوع تحقیقات که فارغ از نتایج اقتصادی و اجتماعی عمدتاً از روی کنجکاوی صورت می‌گیرد، تحقیقات محض^۲ نامیده می‌شود. متقابلاً تحقیقات راهبردی و یا تحقیقات بنیادی مأموریت گرا معطوف به فراهم نمودن زمینه علمی لازم به منظور حل مسائل کاربردی جاری و آتی می‌باشد. عمده تحقیقات بنیادی معمولاً توسط دانشگاه‌ها و بخش کمی از آن نیز توسط مؤسسات تحقیقاتی دولتی انجام می‌گیرد [۷].

تحقیقات کاربردی

تحقیقات کاربردی^۳ به آن دسته از کاوش‌های اصیل اطلاق می‌شود که هدف اصلی آن کشف کاربرد یافته‌های تحقیقات بنیادی و نیز رفع مشکل مربوطه به کاربردی کردن نتایج تحقیقات می‌باشد. این تحقیقات عمدتاً توسط دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی صورت می‌گیرد.

تحقیقات توسعه‌ای

تحقیقات توسعه‌ای^۴ به فعالیت‌های تحقیقاتی مبتنی بر یافته‌های تحقیقات کاربردی اطلاق می‌گردد که هدف اصلی آن تدوین و اجرای روش‌های لازم جهت ایجاد و یا بهبود محصولات، مواد ابزار، خدمات و یا روش‌های جدید است. این تحقیقات عمدتاً توسط مؤسسات تحقیقاتی بزرگ وابسته به صنایع دانشگاهی و یا مؤسسات تحقیقاتی مستقل صورت می‌پذیرد. این نوع تحقیقات که به لحاظ طبیعت آن معمولاً بسیار پرهزینه است، بین ۸۰ تا ۹۰ درصد بودجه‌های تحقیقاتی را در زمینه مربوطه به خود اختصاص می‌دهد.

مهندسی معکوس

اگر تحقیق را فرآیندی به منظور کشف نادانسته بدانیم، آنگاه می‌توان مهندسی معکوس را که در حقیقت یکی از روش‌های اصلی جهت دستیابی و انتقال فناوری است - خصوصاً در کشورهای در حال توسعه - در زمره تحقیقات به حساب آورد.

۱- Basic Research

۲- Pure Research

۳- Applied Research

۴- Developmental Research

در این نوع از تحقیقات ایده، موضوع و نمونه آن موجود است و وظیفه اصلی محقق طراحی مجدد و بازآفرینی سیستم موجود است. این فعالیت نیازمند انجام حجم قابل توجهی طراحی و تبعی - مراجعه به نتایج تحقیقات موجود - می‌باشد. در بعضی موارد نیز که نتایج تحقیقات مورد نیاز قبلاً به دلایل امنیتی و یا اقتصادی منتشر شده است، این دسته از تحقیقات نیازمند انجام تحقیقات اصیل از انواع مختلف آن خواهد بود. این نوع تحقیقات عمدتاً توسط شرکت‌های تحقیقاتی و مؤسسات تحقیقاتی صورت می‌پذیرد.

۴-۲-۱-۱- انتقال فناوری

در مسیر دستیابی به هر فناوری، با توجه به میزان توانمندی که نسبت به آن حوزه وجود دارد و همچنین ارزیابی روش‌های مختلف دستیابی یکی از روش‌های توسعه درونزا یا انتقال تکنولوژی و یا روش‌های ترکیبی و میانی انتخاب می‌شود. بدلیل لزوم انتقال دانش و فناوری در بسیاری از موارد، لازم است تا ساز و کاری برای انتقال مناسب و کارآمد دانش و فناوری از منابع خارجی تعبیه شود. بسیاری از دولت‌ها از راه کارهای مختلفی جهت تسهیل و هرچه اثر بخش‌تر شدن این فرآیند در جهت توسعه فناوری استفاده می‌کنند. تخصیص وام‌ها و منابع مالی کم بهره، تسهیلات حقوقی و قانونی مورد نیاز از قبیل تسهیلات گمرکی و اعطای معافیت‌های مالیاتی از جمله راهکارهایی است که توسط دولت به کار گرفته می‌شود.

در بعضی موارد حتی دولت‌ها خود مستقیماً به انتقال دانش و فناوری و انتشار آن به مراکز مربوطه اقدام می‌کنند. در هر صورت انتقال فناوری یکی از کلیدی‌ترین کارکردهای نظام نوآوری ملی است که باید مورد توجه قرار گیرد. اهمیت این کارکرد در کشورهایی که به عنوان پیرو و نه پیشرو در توسعه فناوری محسوب می‌شوند از اهمیت بیشتری برخوردار است.

۵-۲-۱-۱- کارآفرینی فناوری

یکی از کارکردهای اساسی نظام نوآوری ملی، ارتقای کارآفرینی فناوری می‌باشد. هر چند ممکن است فعالیت‌های مربوطه بصورت پراکنده در سازمان‌های مختلف دنبال شود، ولی معمولاً اینگونه فعالیت‌ها در کشورهای موفق در مراکز حمایت از کارآفرینی متمرکز شده است. این مراکز برای اولین بار در سال ۱۹۵۹، در آمریکا شکل گرفتند. هدف اصلی از تشکیل چنین مراکزی این بود که " محلی برای پرورش شرکت‌های جوان، کمک به رشد این شرکت‌ها در طول دوره اولیه شکل‌گیری، ارائه کمک‌های مدیریتی، دسترسی به منافع مالی، حمایت‌های فنی و مکان مشترکی برای کار با شرایطی آسان " فراهم شود.

امروزه بیش از ۱۵۰۰ مرکز در سطح جهان خصوصاً در آمریکا، اروپا و ژاپن فعال بوده، که بیش از ۵۰۰ مورد از آنها در کشورهای در حال توسعه متمرکز است.

به زبان ساده، مرکز حمایت از کارآفرینی، مکانی است که کسب و کارهای جدید در آن خلق شده و از کارآفرینان (قبل از آنکه طرح آنها به مرحله‌ای برسد که بتوان بر آن سرمایه‌گذاری نمود) حمایت می‌کند. این کمک‌ها در قالب حمایت‌های مالی، اداری، بازاریابی، طراحی، آموزش‌های مدیریت و غیره است. بطور خلاصه اهداف این مرکز عبارت است از تقویت خود اشتغالی، توسعه کسب و کار، تسریع رشد اقتصادی، کاهش نرخ شکست کسب و کارها و ارتقاء آنها، تجاری سازی ایده‌های خلاق، ایجاد اشتغال، توسعه فناوری و خلق ثروت می‌باشد [۷].

۶-۲-۱-۱- توسعه منابع انسانی

توسعه منابع انسانی بعنوان یکی از کارکردهای اصلی در ساختار نظام نوآوری ملی کشورها، نقش بسیار مهمی در آن سیستم ایفا می‌کند. در مباحث مربوطه نه تنها بر اهمیت انعطاف‌پذیری، سازگاری، آموزش مداوم و جابجایی افراد تاکید شده، بلکه بر نقش افراد در فرآیند یادگیری سازمانی و دسترسی به دانش نیز اشاره شده است.

طبق مطالعه ای که در استرالیا صورت گرفته، تحصیلات عالی نقش مهمی در جوامع یادگیرنده ایفا می‌کند، زیرا این تحصیلات در هر شکل و تخصصی که باشد باعث پرورش و پالایش افکار و تربیت افراد یادگیرنده می‌شود، بطوریکه این افراد نقش سازنده‌ای در سازمان‌ها، جامعه و کشور به عهده می‌گیرند. امروزه سیستم‌های آموزشی، اقتصادی و سیاسی عمیقاً به یکدیگر وابسته بوده و امکان توسعه یکی، بدون در نظر گرفتن دیگری وجود ندارد. سازمان OECD در مطالعه سال ۱۹۹۶ در حوزه علم و فناوری، بر نقش سیاست‌های دولت در مرتبط ساختن سیستم آموزشی با سیستم های اقتصادی، تاکید کرده است. همچنین در مطالعه دولت کانادا در سال ۱۹۹۶ آمده است که: ضعف توسعه نیروی انسانی نه تنها بهره‌وری و رشد اقتصادی، بلکه کیفیت زندگی (نظیر سلامت فیزیکی و روانی، قدرت تربیت فرزندان سالم) و بالاخره توانایی حفظ نظم و پیوستگی جامعه را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد.

اساساً محور هرگونه فعالیت نوآوری، خلق ایده در ذهن افرادی نوآور و خلاق است و توانمندی‌های فنی و مدیریتی متخصصان سیستم، ایده خلق شده را مرحله به مرحله پیش برده و آنرا با یک کاربرد در بازار پیوند می‌دهد. بنابراین حضور نیروی انسانی شایسته و توانمند در سیستم و ارائه آموزش‌های لازم و پیشرفته برای افزایش سطح قابلیت‌های تخصصی آنها، از

پیش شرط‌های موفقیت در امر نوآوری در کلیت سیستم است. از سوی دیگر، انتقال افراد در بین اجزای مختلف سیستم، یکی از روش‌های مهم انتقال دانش و فناوری به شمار می‌رود و از سوی دیگر، باعث جامع‌نگری و ارتقاء توانمندی خود پرسنل می‌شود. از مهمترین فعالیت‌های زیر مجموعه کارکرد "توسعه نیروی انسانی" می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- آموزش

- تسهیل جابجایی افراد

جریان دانش از طریق ارتقاء توسعه منابع انسانی توسط مکانیزم‌های مختلفی از جمله، دانشگاه‌ها، موسسات آموزشی، موسسات تحقیقاتی و همینطور جابجایی نیروی انسانی متخصص برقرار می‌گردد.

۷-۲-۱-۱- انتشار فناوری در نظام نوآوری ملی

پس از آنکه مجریان R&D نقش خود را در سیستم ایفا کرده و فناوری و دانش جدیدی را خلق نموده یا توسعه بخشیدند (یا حتی فناوری‌های موجود را بهبود دادند) لازم است تا این تغییرات در کل سیستم منتشر شوند و در یک جزء سیستم حبس نشوند. در واقع ویژگی عمده نظام نوآوری ملی در همین است که چون از مرحله خلق دانش تا کاربردی شدن آن را شامل می‌شود، انتشار فناوری در کل شبکه بعنوان یکی از فعالیت‌های عمده سیستم‌های نوآوری صنایع مطرح می‌شود.

در سال‌های اخیر، تمامی کشورهای صنعتی پیشرفته (و برخی کشورهای در حال توسعه)، برنامه‌ها و سیاست‌های فراوانی را با هدف ارتقاء انتشار فناوری تدوین و دنبال کرده‌اند. انتشار و بکارگیری مناسب فناوری، زمینه ساز کسب توان رقابت صنعتی، بهره‌وری و کارایی اقتصادی، رشد تجاری، انعطاف‌پذیری، کیفیت، نگهداری و حفظ مشاغل پر درآمد و شکل‌گیری زمینه‌سازی نوآوری‌های بعدی، است در این راستا، نه تنها به روش‌های سیاست‌گذاری (با هدف تسریع انتشار فناوری و تقویت ارتباط مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان فناوری)، بلکه به خلق و توسعه سیستم‌های پشتیبانی و زیر ساختی انتشار فناوری نیز توجه خاصی مبذول می‌شود.

سازمان‌ها و اجزاء متعددی در نظام نوآوری ملی، درگیر انتشار فناوری بوده و فعالیت‌های مختلفی را انجام می‌دهند. برخی از

فعالیت‌های عمده در زمینه انتشار فناوری عبارتند از:

- بالا بردن آگاهی و نمایش فناوری

- خدمات جستجو و مرجع دهی اطلاعات

- آموزش، مشاوره و کمکهای فنی
- پروژه های مشترک تحقیقات و فناوری
- خریدهای دولتی
- شبکه‌سازی منطقه‌ای یا صنعتی [۷].

۸-۲-۱-۱- تولید کالا و خدمات

در نهایت زمانی که فناوری انتشار یافت، بایستی در تولید کالاها و خدمات، بکار گرفته شود. پس باید بخشی از نظام نوآوری ملی در فعالیتهای سرمایه‌گذاری و تولید درگیر شوند تا ایده اولیه، باعث افزایش بهره‌وری و عملکرد اقتصادی کل کشور گردد. معمولاً این بخش از نظام نوآوری ملی دیرتر از سایر اجزاء شکل می‌گیرد.

در هر فناوری و محصول نوظهور، به دلیل اینکه در ابتدای چرخه عمر قیمت و هزینه تمام‌شده بالا بوده و ریسک استفاده از محصول یا فناوری‌های جدید برای مصرف‌کننده زیاد است از مکانیزم‌هایی برای کمک به شکل‌گیری بازار استفاده می‌شود. این کارکرد بیشتر مربوط به طرف تقاضا بوده و به انحاء مختلف باعث تحریک تقاضا می‌شود بعنوان مثال برای اینکه استفاده از یک فناوری و محصول خاص در ابتدای امر فراگیر شود و تولیدکننده نیز انگیزه ادامه تولید پیدا کند به خریداران اولیه وام‌های کمکی اعطا می‌شود تا کالا و فناوری مورد نظر برای آنها ارزان‌تر تمام شود. انواع فعالیتهایی که به تحریک بازار در داخل یا خارج از کشور کمک می‌پردازند در این زمره قرار می‌گیرند. در جهت کمک به اتصال به بازارهای جهانی نیز، دولت‌ها فعالیتهای زیادی را انجام می‌دهند. انجام بازاریابی‌های بین‌المللی، سیاست‌های تشویق و توسعه صادرات و انواع تسهیلات قانونی در ابتدای انتشار محصول در بازارهای داخل و خارج از این جمله‌اند [۷].

۲-۱- روش پیشنهادی برنامه عملیاتی

در این قسمت باید به معرفی (گام‌های) روشی برای تدوین برنامه عملیاتی پرداخت. این روش پیشنهادی باید قادر باشد تا به سوالات مختلف فرایند توسعه فناوری که تا این مرحله مورد توجه قرار نگرفته اند پاسخ داده شود؛ سوالاتی نظیر:

- برنامه‌ها برای پاسخ‌گویی به کدام اهداف تدوین و اجرا می‌شود؟
- برنامه‌ها چگونه اولویت‌ها و ملاحظات تعریف شده در راهبردها، سیاست‌ها و راه کارها را عملیاتی می‌سازند؟

- گروه‌ها یا نهادهای اصلی هدف (یعنی هویت هایی که این قصد تاثیرگذاری بر رفتار آن‌ها را دارد) کدامند؟
- مجری یا مجریان این برنامه کدامند؟ و نحوه عمل آن‌ها چگونه است؟
- دوره زمانی اجرای برنامه چقدر است؟
- منابع موردنیاز و نتایج مورد انتظار از اجرای این برنامه‌ها کدامند؟

بر مبنای رویکرد چارچوب منطقی و روش تدوین برنامه عملیاتی فناوری پیل سوختی از یک طرف، و نیز جهت‌گیری‌های کلان پشتیبان تدوین شده تا کنون، در این قسمت لازم است تا روش پیشنهادی تدوین برنامه عملیاتی ارائه شود. این روش پیشنهادی متشکل از گام‌های زیر خواهد بود.

۱-۲-۱- در نظرگیری ارتباط برنامه‌های با جهت‌گیری‌های کلان و پشتیبان

هر برنامه در ارتباط با یک و چند هدف بالادستی نوشته می‌شود. به عبارت دیگر، هدف اولیه یک سند توسعه فناوری در ابتدا برآورده ساختن جهت‌گیری‌های کلان و پشتیبان تعریف شده در مراحل قبل است. با توجه به منطقی که در فصول پیشین به عنوان فرایند تدوین اسناد ملی راهبردی بیان شد، تدوین برنامه‌های عملیاتی نیز باید با توجه و در نظرگیری این فرایند انجام گردد.

برنامه‌های تدوین شده در مرحله اول باید همراستا با اهداف کلان و خرد تعریف شده در مراحل قبلی باشد. برای این منظور، لازم است تا درخت ارتباط اهداف کلان- اهداف خرد- نتایج تعریف شود. این کار در قالب تحلیل و همراستا نمودن اهداف با پاسخ به سوالات زیر انجام می‌شود:

- اقدامات در بلندمدت باید به چه اهدافی دست پیدا کنند (اهداف کلان)؟
- تمرکز اصلی اقدامات در چیست (اهداف پروژه ای)؟
- چه اهداف خرد برای دستیابی به اهداف پروژه ای و در نتیجه آن اهداف کلان لازم است (نتایج)؟

با ترسیم شدن این درخت هدف، می‌توان تصویر روشنی از مقاصدی که برنامه‌های تدوینی باید ملاحظات آن‌ها را در نظر داشته باشند، ارائه داد.

در مرحله دوم، برنامه‌های تدوین شده باید با راهبردها، راه کارها و سیاست‌های تدوین شده همخوان باشد. این کار را می‌توان با تحلیل موانع شناسایی شده در مرحله جهت‌گیری‌های پشتیبان به انجام رساند. با در نظر داشتن موانع به شکل

مشکلاتی که باید برای آن‌ها راه حل ارائه گردد، یک مشکل پیچیده به شکل آسانی حل خواهد شد اگر علت و اثرات آن به طور کامل مورد تحلیل قرار گرفته باشد. پیش از طراحی پروژه‌های عملیاتی برای توسعه فناوری، لازم است تا علت‌ها و همچنین اثرات مشکلات پدید آمده بررسی شود. علل مورد بررسی قرار می‌گیرند به این منظور که دلایل اصلی وقوع مشکلات شناسایی شده و راه حل‌ها و فعالیت‌های عملیاتی مناسب پیشنهاد گردند. اثرات مشکلات نیز ضرورت و نیاز به اجرای اقدامات و فعالیت‌های عملیاتی برای رفع مشکلات را نشان می‌دهد [۷].

این مشکلات در مولفه‌ی جهت‌گیری‌ها پشتیبان و در قالب موانع گذار شناسایی شده‌اند. در این گام تنها به تحلیل آن‌ها از طریق ترسیم درخت مشکلات پرداخته می‌شود. یکی از راه‌های تحلیل مشکلات شناسایی شده در گام‌های قبلی، بهره‌گیری از نظرات ذینفعان در قالب کارگاه‌های برنامه‌ریزی پروژه است. در این راستا، ذینفعان باید با پاسخ به سوالات زیر، در مورد درخت مشکلات به توافق برسند. این سوالات عبارتند از:

- مشکل اصلی در توسعه فناوری که باید برای حل آن پروژه‌های عملیاتی پیشنهاد نمود چیست (اولویت‌بندی مشکلات)؟
- علل اصلی در وقوع این مشکل چیست؟
- وقوع این مشکل چه اثراتی بر محیط اطراف می‌گذارد (چرا حل این مشکل ضروری است)؟
- چه کسانی مسبب پدیدار شدن مشکل هستند و چه کسانی از این مشکل تاثیر می‌پذیرند؟

بر مبنای این نظرات و نیز با توجه به خروجی حاصل راهبردها و راه کارها در جهت‌گیری‌های کلان و پشتیبان، درخت مشکلات ترسیم می‌گردد. در این درخت علت‌ها به عنوان ریشه‌های این تنه اصلی درخت (مشکلات اصلی) متصور می‌شوند. اثرات مشکلات نیز شاخ و برگ درخت را نشان می‌دهند. درخت مشکلات همیشه از پایین-به بالا خوانده می‌شود. مشکلات پایینی علل ایجاد مشکلات بالایی هستند. بنابراین امید به بهبود مشکلات با هدف قرار دادن ریشه‌ای ترین علل لازم است. در زمان طراحی فعالیت‌ها لازم است تا تمرکز و اولویت با فعالیت‌هایی باشد که بیش تر از همه قادر به حذف علل مشکلات (ریشه‌ها) هستند. گاهی یک فعالیت قادر به حل چند علت و مشکل بوده و در بعضی شرایط نیز وجود چند فعالیت برای رفع یک علت یا مشکل لازم است.

با در نظر داشتن همزمان درخت هدف و درخت مشکلات، برنامه‌های تدوین شده کلیه ملاحظات بالادستی خود – که در جهت‌گیری‌های کلان و پشتیبان تعریف شده‌اند – را پوشش می‌دهد.

۲-۲-۱- تعیین حوزه‌های هدف

در تدوین برنامه‌ها، لازم است تا نهادهای اصلی هدف، یعنی مشمولان برنامه‌ها یا حوزه‌هایی که برنامه‌ها قصد تاثیرگذاری بر آن‌ها را دارند شناسایی نمود. هرچند در رویکردهای سیستمی تبیین شده برای ظهور نوآوری در بخش ۹، خلق، انتشار و بهره‌برداری از نوآوری ناشی از تعامل دامنه متفاوتی از حوزه‌ها تعریف می‌گردد، اما برای دستیابی به هر هدف در سطح عملیاتی بعضی گروه‌ها یا نهادها (حوزه‌ها) می‌توانند نقش پیش برندگی بیشتری داشته باشند گروه‌ها و نهادهای هدف می‌توانند شامل موارد زیر باشند:

- شرکت‌های تازه تاسیس مبتنی بر فناوری،
- شرکت‌های بزرگ، شرکت‌های کوچک و متوسط،
- خوشه‌های صنعتی،
- موسسات پژوهشی و پژوهشگاه‌های دولتی،

هر نوع از برنامه‌های عملیاتی نیز باتوجه برای یک گروه هدف خاص، مانند یک بخش یا یک خوشه خاص، یک شرکت کوچک یا متوسط و یا یک شرکت زایشی جدید طراحی می‌شود. برنامه‌ها باید نهادهایی را بیشتر مورد هدف قرار دهند که بیشترین تاثیرگذاری را در راستای تحقق درخت هدف و بیشترین سازگاری را با درخت مشکلات داشته باشد. این برنامه‌ها مناسب است تا مطابق با معیارهای زیر باشند:

- حوزه‌هایی که در حوزه سیاست گذاری موردنظر، بیشترین تاثیرگذاری را در راستای اهداف سیاستی داشته باشند،
- حوزه‌هایی که دارای بیشترین ارتباطات پسین و پیشین در سایر حوزه‌ها باشند، یعنی برون داد آن‌ها به‌عنوان درون داد حوزه‌ای دیگر بوده و یا با استفاده از برون داد سایر حوزه‌ها به‌عنوان درون داد، قابلیت تحریک و رشد در سایر حوزه‌ها را دارند،
- حوزه‌هایی که بیشترین سرریز مثبت را برای سایر حوزه‌ها داشته باشند،
- سرریزهایی که بیشترین توانایی درونی کردن دانش و تجربه به دست آمده از فعالیت فناورانه هدایت شده را برای کاربرد مجدد داشته باشند.

انتخاب حوزه هدف مناسب نیازمند چارچوب تحلیلی مناسب است. از آنجا که انتخاب حوزه هدف ارتباط تنگاتنگی با جنس برنامه‌هایی اتخاذ شده دارد، این چارچوب منطقی مشخص کننده همزمان نوع برنامه و حوزه هدف خواهد بود. بنابراین مناسب است تا این چارچوب در گام بعدی ارائه شود [۷].

۳-۲-۱- طراحی برنامه‌ها

در این گام اقدامات ضروری به منظور برآورده کردن اهداف کلان و خرد و نیز محقق نمودن راهبردها، راه کارها و سیاست‌ها تعیین می‌شود. این اقدامات فعالیت‌هایی هستند که توسط کنش‌گران توسعه فناوری و در راستای راهبردهای کلان و سیاست‌های نوآوری تعریف می‌شود. این هم راستایی با در نظرگیری درخت مشکلات و درخت اهداف ترسیم شده در گام‌های قبلی حاصل می‌گردد. اگر برنامه‌ها و اقدام‌ها به طور صحیحی برنامه‌ریزی شوند، نتایج موردانتظار از انجام آن‌ها حاصل، و در نتیجه، اهداف میان مدت و بلندمدت نیز محقق می‌گردد. اقدامات و برنامه‌ها در فرایندی توافقی و تعاملی و براساس نظر ذینفعان استخراج می‌گردد. راه کارهای تدوین شده در مراحل قبل هم راهنمای مناسبی برای طراحی اقدامات هستند. به عبارت دیگر، برای تحقق هر راه کار، وجود مجموعه‌ای از اقدامات ضروری است.

۴-۲-۱- تبیین مجریان و نحوه عمل آن‌ها

منظور از مجریان نهادهایی است که مسئولیت اجرای برنامه‌ها را برعهده دارند. ممکن است مجری همان سیاست گذار باشد، اما در برخی موارد سیاست گذار و مجری نهادهای متفاوتی هستند.

اجرای برنامه‌ها، فرایند تعاملی میان دولت با گروه‌های هدفی است که تلاش می‌کنند برنامه مزبور را براساس انگیزه‌ها، ظرفیت و ادراک خودشان اجرا کنند یا از اجرای آن‌ها جلوگیری کرده یا آن‌ها را تغییر دهند. انگیزه کنش‌گران شامل انگیزه‌های درونی و بیرونی آن می‌شود. ظرفیت یک کنش‌گر به موقعیت وی در چارچوب نهادی اطلاق می‌شود و ادراک کنش‌گران می‌تواند شامل یادگیری، تجارب آن‌ها و اعتقاداتشان باشد. بنابراین باید رابطه تعاملی میان مجریان برنامه‌ها و کنش‌گران نیز در این فرایند مورد نظر قرار گیرد.

تعیین مجریان و مشخص نمودن نحوه عمل آن‌ها یکی از تاثیرگذارترین اجزای برنامه‌ها به شمار می‌رود. همان طور که قابلیت‌های نهاد تدوین کننده برنامه‌ها بر کیفیت برنامه‌ها تاثیر می‌گذارد، قابلیت‌های مجریان برنامه‌ها نیز آثار غیرقابل چشم

پوشی بر کیفیت اجرای برنامه‌ها و خروجی حاصل از آن‌ها دارد. لذا اطمینان از انتخاب مناسب‌ترین مجری برای هر برنامه بسیار حائز اهمیت است. مجریان باید هم از لحاظ ظرفیت‌ها و قابلیت‌های درونی برای اجرای برنامه و هم از لحاظ اعتبار، جایگاه و ارتباطات بیرونی لازم ارزیابی شوند [۷].

آنچه که در این زمینه گاه حتی مهم‌تر از کیستی مجری است، آن است که مجری چگونه عمل کند. نحوه عمل مجری به خصوص در برنامه‌های حمایتی مستقیم که ماهیتی گزینشی دارند، از اهمیت بیشتری برخوردار است. در غالب این گونه برنامه‌ها، مجری باید بتواند بین اجزای گروه هدف قضاوت کرده و موارد واجد شرایط را انتخاب کند. برای مثال، به منظور اعطای گرنت برای تحقیقات، انعقاد قراردادهای تحقیقاتی یا اعطای هرگونه کمک مستقیم به شرکت‌های کوچک و متوسط، معمولاً باید تا از بین متقاضیان تعداد محدودی انتخاب شوند. نتیجه مهم چنین شرایطی این است که اولاً مجری باید از صلاحیت‌های علمی، فنی و سازمانی لازم برخوردار باشد و ثانیاً بتواند فرایند انتخاب را کاملاً شفاف و عادلانه به انجام برساند. با توجه به موارد فوق و نیز سایر نکاتی که معمولاً جزء اصول حکمرانی برای سیاست‌گذاران و مجریان در نظام‌های نوآوری است، بعضی از اصولی که مجریان در نحوه عمل خود باید به آن توجه کنند، در ذیل آمده و سعی شده برای هر اصل مصایق و رهنمودهایی کلی تدوین شود. اصول مزبور عبارتند از:

الف - شفافیت و عدالت

۱. تمام فعالیت‌های نهادهای دولتی در حوزه مورد بحث، باید در قالب سیاست‌ها و برنامه‌های مدون به اصلاع ذینفعان و عموم برسد.
۲. سیاست‌گذاران و مجریان باید پایگاه‌های داده‌ای به روز از متن سیاست‌ها و برنامه‌ها، تمام فعالیت‌های انجام شده تحت این برنامه‌ها، مشخصات شرکت‌ها و پروژه‌های حمایت شده را برای دسترسی عموم علاقه‌مندان ایجاد نمایند. اصلاع رسانی و پایگاه داده ترجیحاً باید از طریق پورتال اینترنتی نیز انجام شود. درباره فعالیت‌هایی که با امنیت ملی ارتباط دارند و فعالیت‌هایی که به لحاظ موقعیت رقابتی شرکت مهم هستند، جزئیات دقیق فعالیت‌های حمایت شده می‌تواند محرمانه نگه داشته شود. اما همچنان عنوان پروژه یا فعالیت‌ها و توصیفی مختصر از آن باید در پایگاه داده وجود داشته باشد.

۳. درموردی که برای اجرای برنامه‌ها به داوری خبرگان نیاز باشد، باید برای داوری‌ها از معیارهای مرتبط و مدون و فرایندهای شفاف استفاده شود

۴. اعضای پنل‌های داوری باید درباره موضوعاتی که نظر می‌دهند کاملاً بی طرف و بدون هیچ گونه منفعتی باشند.

ب- پاسخ گویی

۱. سیاست گذاران و مجریان باید گزارشات دوره ای از عملکرد خود برای دسترسی عموم علاقه مندان انتشار دهند و گزارشات موردی طبق درخواست نهاد بالادست، با آخرین اطلاعات موجود تهیه نمایند.

۲. سیاست گذاران و مجریان باید به شکل دوره ای تاثیر فعالیتهای خود را از طریق مکانیزمی کاملاً بی طرفانه ارزیابی نمایند. علاوه بر معیارهای دیگر ارزیابی، باید توجه خاصی به تغییرات در نهاد هدف تحت محورهای تغییر در برون داد، تغییر در درون داد، تغییر در رفتار نهاد هدف و میزان تداوم آن و بهبود ظرفیت حل مسئله و نوآوری.

ج- قابل پیش بینی بودن

یعنی فعالیت هایی که مطابق معیارهای علمی، منطقی و شرایط و نیازهای موجود توجیه پذیرند، باید بر مبنای اصل وحدت رویه و به دور از تغییرات مدیریتی ادامه یابند و اگر هم قرار است از جایی قطع شوند، تاریخ این انقطاع از پیش مشخص باشد.

د- ظرفیت سازی

۱. سیاست گذاران و مجریان باید پیش از اقدام به سیاست گذاری و اجرای سیاست ها، دانش، مهارت، شرایط و قابلیت‌های لازم برای موفقیت در فعالیت موردنظر را در خود ایجاد نمایند.

۲. سیاست گذاران و مجریان باید فعالیتهای خود را از طریق تیم‌های کوچک، چابک، متخصص، توانمند و انعطاف پذیر، مستقر در نهاد سیاست گذار و مجری هدایت نمایند.

۵-۲-۱- تعریف دوره‌های زمانی

هرچند پایداری و قابل پیش بینی بودن گاه به عنوان نکات مثبت در بعضی از انواع برنامه‌های حمایتی برشمرده می‌شود، اما در عمل و به دلایل مختلف بهتر است این برنامه‌ها برای دوره‌های زمانی مشخص و محدود طراحی و اجرا شوند. از مهمترین مزایای محدود بودن زمان برنامه‌ها، می‌توان به روشن و محدود بودن بودجه موردنیاز، فراهم شدن امکانات ارزیابی بهتر نتایج و

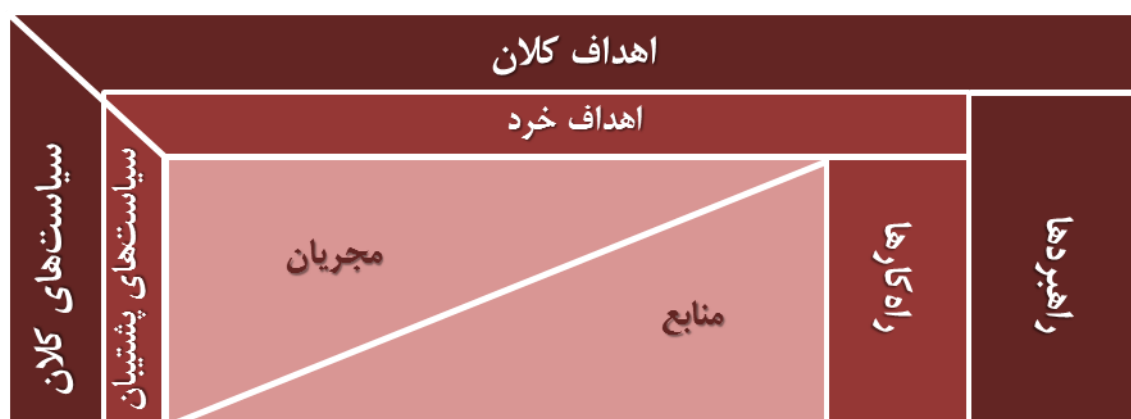
دستاوردها و امکان اصلاح، بازنگری و ایجاد تطابق بیشتر در برنامه‌ها با شرایط زمان، اشاره کرد. بر این اساس، لازم است تا دوره زمانی اجرایی هر برنامه را در این گام مشخص نمود [۷].

۶-۲-۱- برنامه‌ریزی منابع

برنامه‌ریزی منابع با هدف اجرایی نمودن اقدامات تعریف شده صورت می‌پذیرد. این برنامه‌ریزی را باید قبل از اجرایی کردن اقدامات به انجام رساند. منظور از منابع موردنیاز در این گام دانش فنی، ابزارآلات و تجهیزات و منابع مالی است. در صورت وجود منابع موردنیاز، برنامه‌ریزی منابع بیانگر چگونگی و اولویت بندی استفاده از آن هاست. اما در شرایطی که منابع موجود نباشد، برنامه‌ریزی به معنی چگونگی دستیابی به منابع از طریق خرید، همکاری، و یا تولید منابع موردنیاز است.

۷-۲-۱- ترسیم رهنگاشت برنامه عملیاتی

پس از تعریف اقدامات و برنامه‌ها، برنامه‌ریزی منابع و تعیین مجریان، در گام آخر برنامه عملیاتی لازم است تا ارتباط میان آن‌ها مشخص شده و خلاصه نتایج آن در قالب رهنگاشت برنامه عملیاتی ارائه شود. شکل (۵-۱) بیانگر ارتباط میان اجزای مختلف برنامه عملیاتی است [۷].



شکل ۵-۱: رهنگاشت برنامه عملیاتی

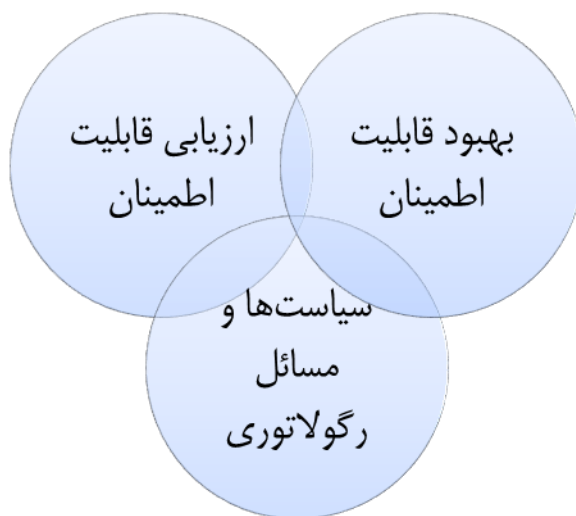
فصل دوم: معرفی محورهای مطالعاتی پایایی و مروری بر فعالیتهای انجام‌شده در ایران

مقدمه

در این فصل به‌طور خلاصه ابتدا به مرور محورهای مطالعاتی پایایی پرداخته شده و سپس فعالیتهای و پروژه‌های انجام‌شده در ایران در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی مورد بررسی قرار گرفته در مراحل پیشین پروژه، آورده شده و وضعیت ایران در هر یک از حوزه‌های مربوطه شناسایی شده است.

۳-۱- دسته‌بندی ارائه‌شده برای محورهای مطالعاتی پایایی

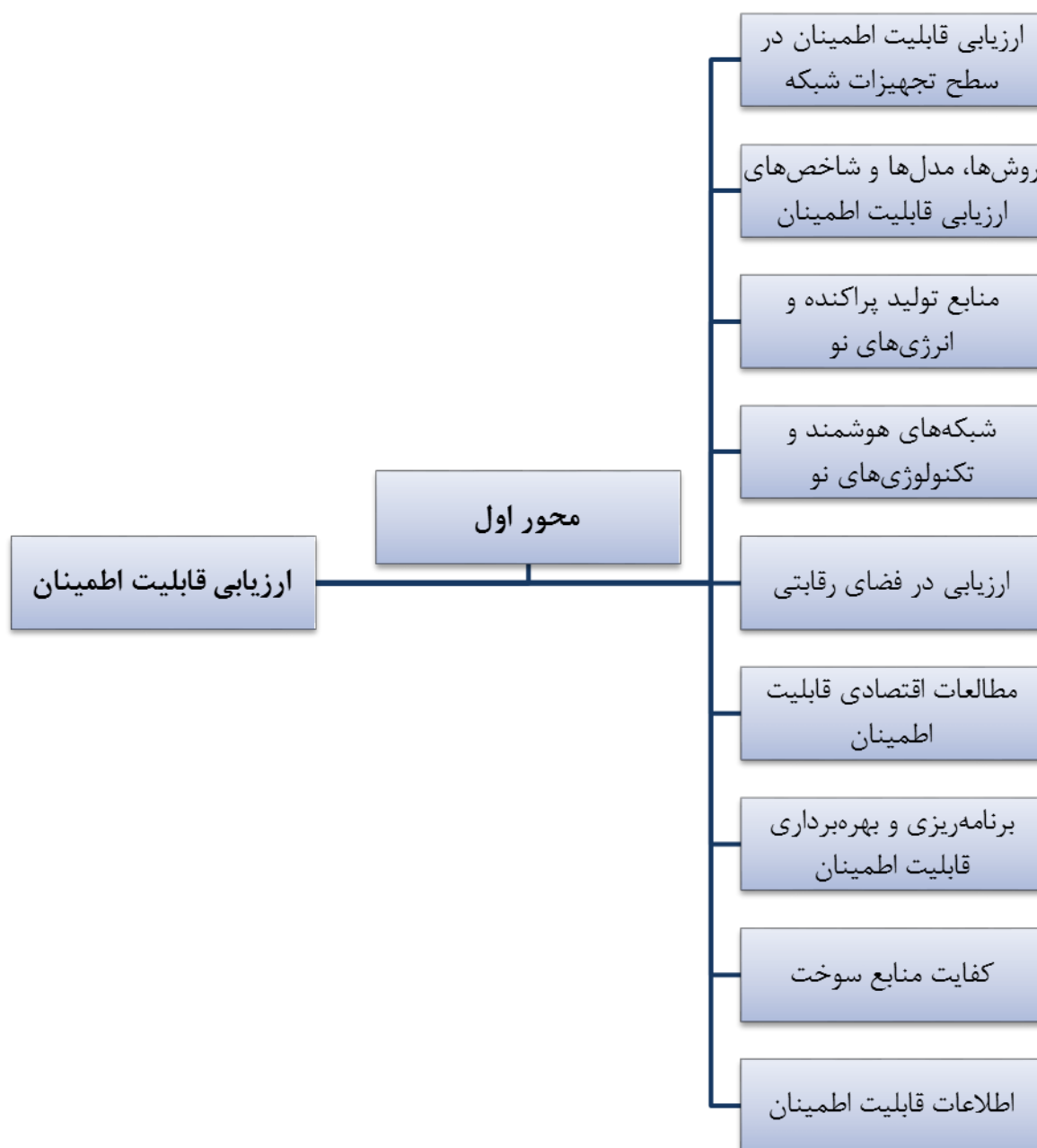
در تحقیق صورت‌گرفته در گزارش مرحله دوم [۵]، ابتدا فعالیتهای صورت گرفته در سازمان‌های معتبر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و بر اساس این فعالیتهای محورهای مطالعاتی پایایی به صورت شکل (۱-۲) استخراج گردید. البته باید توجه نمود که با توجه به بررسی موضوعات مطرح شده در این حوزه، امکان دسته‌بندی محورهای مطالعاتی به صورت کاملاً مستقل و جدا از هم وجود ندارد و ارائه محورهای مطالعاتی پیشنهادی صرفاً جهت نظام‌مند نمودن مطالعات صورت گرفته در این حوزه بوده است. در ادامه به معرفی هر یک از این محورها و دسته‌بندی زیرمحورهای آنها پرداخته شده است.



شکل ۱-۰: محورهای مطالعاتی پیشنهادی

۱-۳-۱- محور اول: ارزیابی قابلیت اطمینان

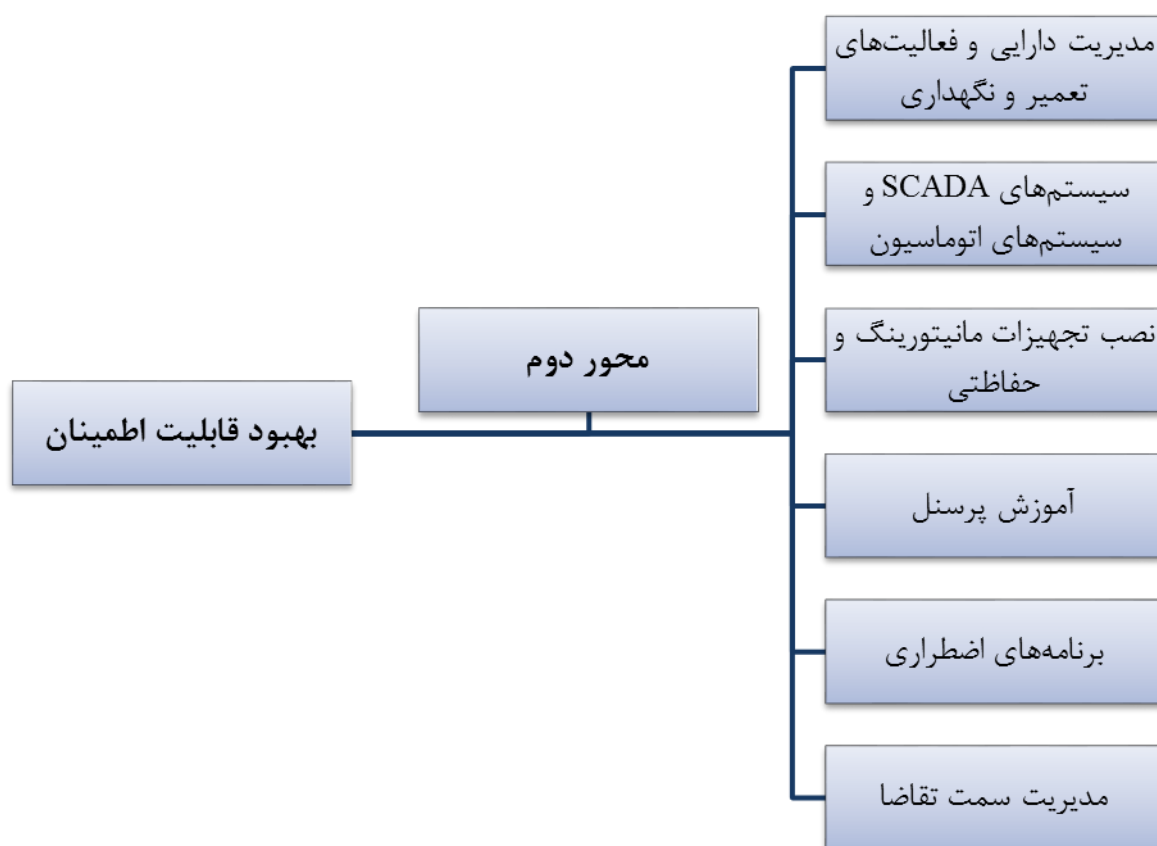
ارزیابی کمی و کیفی قابلیت اطمینان در تمامی سطوح تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۶-۶ و ۸]. در شکل (۲-۲) دسته‌بندی ارائه شده برای حوزه‌های تحقیقاتی مورد توجه در محور ارزیابی قابلیت اطمینان آورده شده است. در گزارش مرحله دوم [۵] هر یک از این موضوعات به تفصیل مورد بحث قرار گرفت.



شکل ۲-۰: موضوعات مطرح شده در محور اول

۲-۳-۱- محور دوم: بهبود قابلیت اطمینان

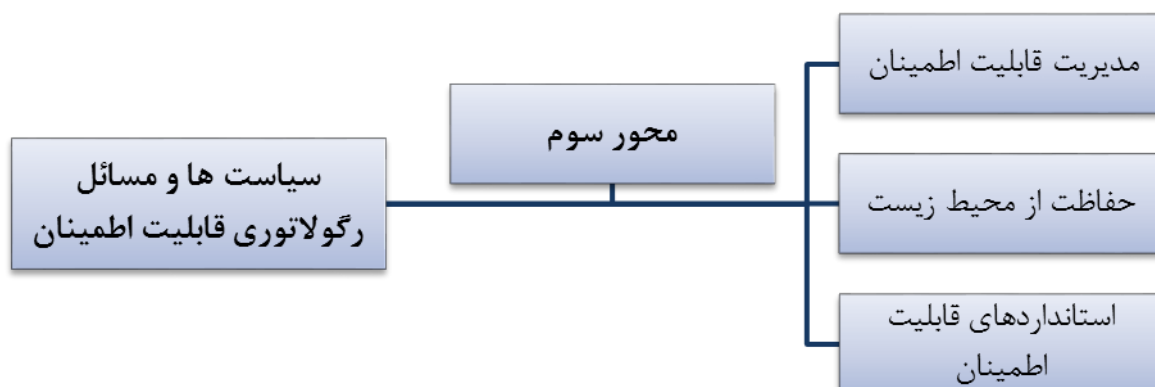
در گزارش مرحله دوم [۵] بهبود قابلیت اطمینان شبکه به عنوان یکی از محورهای اصلی مطالعات پایایی معرفی گردید. در شکل (۲-۳) زمینه‌های تحقیقاتی مورد توجه در این محور مطالعاتی نشان داده شده است. شرح جزئیات مربوطه در گزارش مذکور آورده شده است.



شکل ۳-۰: جمع بندی محور دوم

۳-۳-۱- محور سوم: سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان

این محور به بررسی تاثیر سیاست‌های مختلف بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت و مسائل قانون‌گذاری و مدیریتی مرتبط با این موضوع می‌پردازد. بررسی استانداردهای مختلف موجود در حوزه قابلیت اطمینان شبکه قدرت و معرفی روش‌های مختلف تنظیم پایایی از مهمترین اهداف این محور است [۵-۶]. موضوعات تحقیقاتی مطرح‌شده در این زمینه در شکل (۲-۴) آورده شده است.



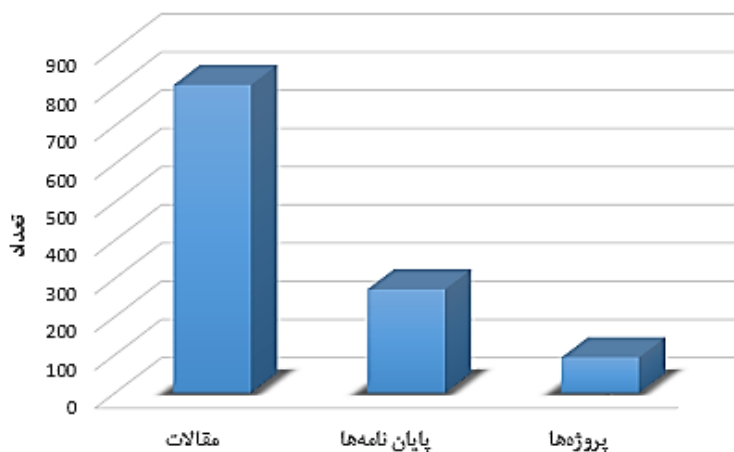
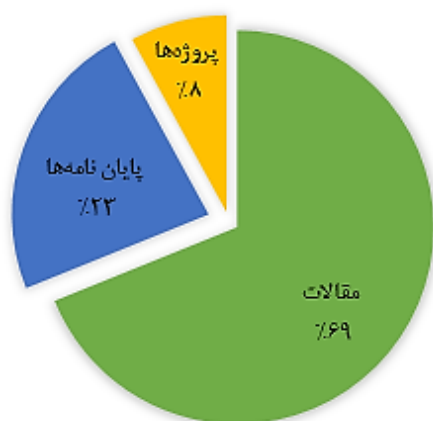
شکل ۴-۰: خلاصه محور سوم

۴-۱- بررسی فعالیت‌های صورت گرفته در هر یک از محورهای مطالعاتی پایایی

۴-۱-۱- محور ارزیابی قابلیت اطمینان

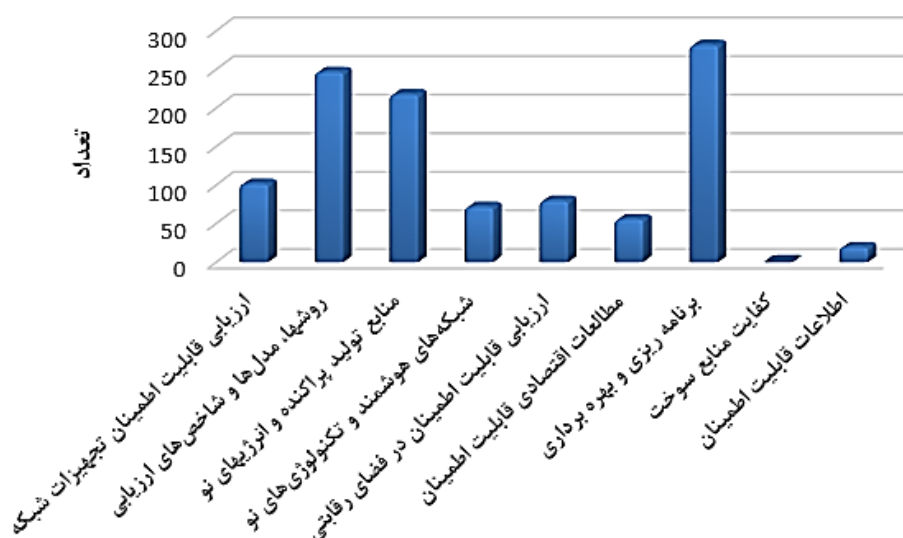
بر اساس تحقیقات انجام شده در گزارش مرحله چهارم با عنوان "بررسی توان و ظرفیت‌های بالقوه و بالفعل مرتبط با پایایی در کشور" [۶]، فعالیت‌های انجام شده در کشور شامل تمامی مقالات، پایان‌نامه‌ها، پروژه‌های تحقیقاتی و اجرایی در قالب محور ارزیابی قابلیت اطمینان دسته‌بندی گردید و مورد نقد و بررسی قرار گرفت. در این قسمت خلاصه‌ای از مباحث مطرح شده در گزارش مذکور در قالب محورها و زیرمحورهای مطالعاتی آورده شده است.

در شکل (۵-۲) تعداد فعالیت‌های صورت گرفته شامل مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در مراکز تحقیقاتی و اجرایی فعال در حوزه صنعت برق ایران در محور ارزیابی قابلیت اطمینان نشان داده شده است.

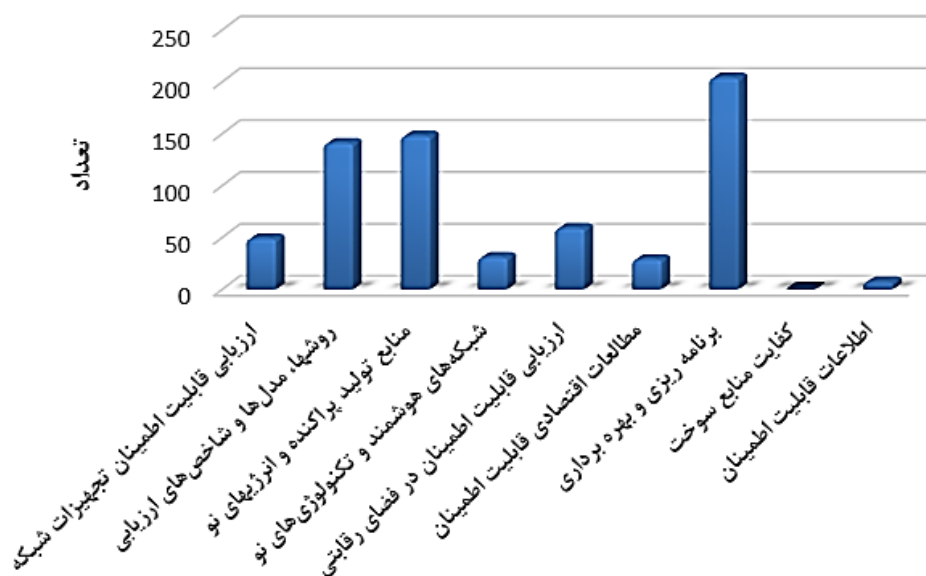


شکل ۵-۰: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان

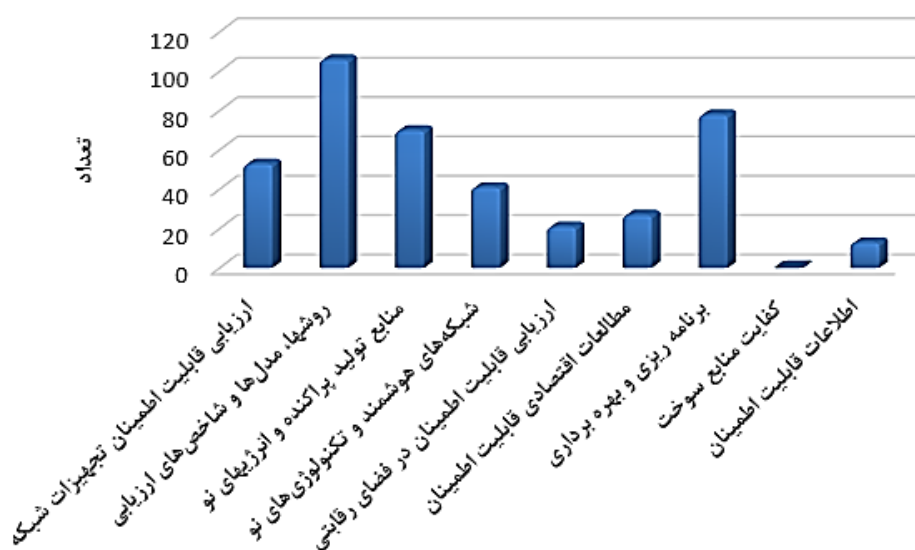
همان‌طور که مشاهده می‌شود، در این زمینه فعالیت‌های تحقیقاتی بسیاری صورت گرفته است. همچنین می‌توان فعالیت‌های انجام شده در زمینه ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی را در قالب زیرمجموعه‌های معرفی شده تفکیک نموده و جایگاه ایران در هر یک از این حوزه‌ها را بررسی نمود. بدین منظور در شکل (۲-۶) فعالیت‌های انجام شده در هر زیر محور نشان داده شده است. همچنین می‌توان فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمجموعه‌های معرفی شده را نیز به دو دسته تولید و انتقال-توزیع تقسیم کرد که این موضوع در شکل‌های (۲-۷) و (۲-۸) نشان داده شده است.



شکل ۶-۰: تعداد فعالیت‌های انجام شده در هر زیر محور



شکل ۷-۰: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمجموعه‌های معرفی شده در حوزه تولید

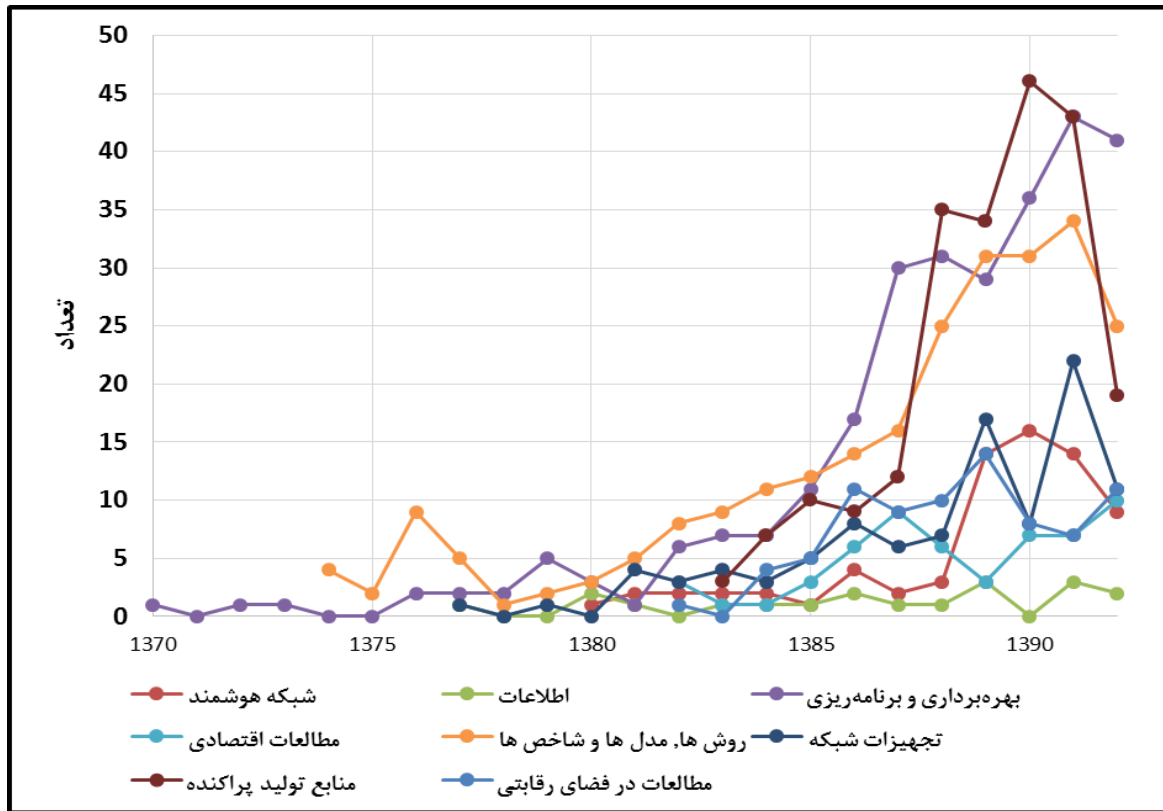


شکل ۸-۰: فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده در حوزه انتقال-توزیع

همان‌طور که در شکل‌های بالا نشان داده شده، فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده در حوزه شبکه‌های تولید بیشتر از فعالیت‌های انجام شده در حوزه شبکه‌های توزیع و انتقال است. با توجه به گستردگی شبکه‌های توزیع و انتقال و همچنین حجم بیشتر سرمایه‌ها و دارایی‌های موجود در این بخش‌ها، توجه بیشتر به این حوزه‌ها از اهمیت بالایی برخوردار بوده و یکی از ضرورت‌های تحقیقات آتی بشمار می‌رود.

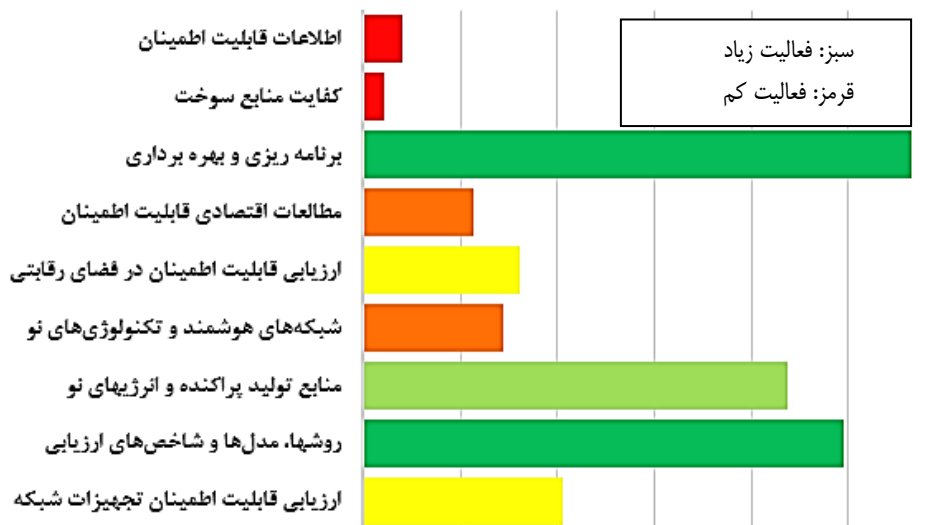
همچنین مشاهده می‌شود که در هر دو حوزه انتقال-توزیع و تولید توجه بیشتر به زیرمحور اطلاعات قابلیت اطمینان و مطالعات اقتصادی و ارزش‌گذاری قابلیت اطمینان یکی از ضرورت‌های تحقیقات آتی می‌باشد. همچنین کیفیت منابع سوخت نیز باید مورد توجه بیشتری قرار گیرد.

در شکل (۹-۲) نیز روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان نشان داده شده است. همان‌طوری که در این شکل مشاهده می‌شود، مطالعات انجام شده در حوزه ارزیابی قابلیت اطمینان از اوایل سال‌های ۱۳۷۰ در زیرمحور برنامه‌ریزی و بهره‌برداری آغاز شده و در اوایل سال‌های ۱۳۹۰ به اوج خود رسیده است. در این میان، انجام فعالیت‌های بیشتر در حوزه زیرمحورهای اطلاعات، کفایت منابع سوخت، شبکه‌های هوشمند، تجهیزات شبکه و مطالعات اقتصادی با توجه به حجم نسبتاً اندک فعالیت‌های انجام شده در آنها و تاثیر فراوان این موضوعات بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت، مهمترین زمینه‌های تحقیقاتی و اجرایی فعالیت‌های آتی به شمار می‌رود.



شکل ۹-۰: روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان

در انتها بر اساس تحقیقات انجام شده و شکل‌های (۲-۵) تا (۲-۹) می‌توان تجربیات و فعالیت‌های کشور در هر یک از زیرمحورهای مربوط به حوزه ارزیابی قابلیت اطمینان را به صورت گرافیکی مطابق شکل (۲-۱۰) نشان داد.

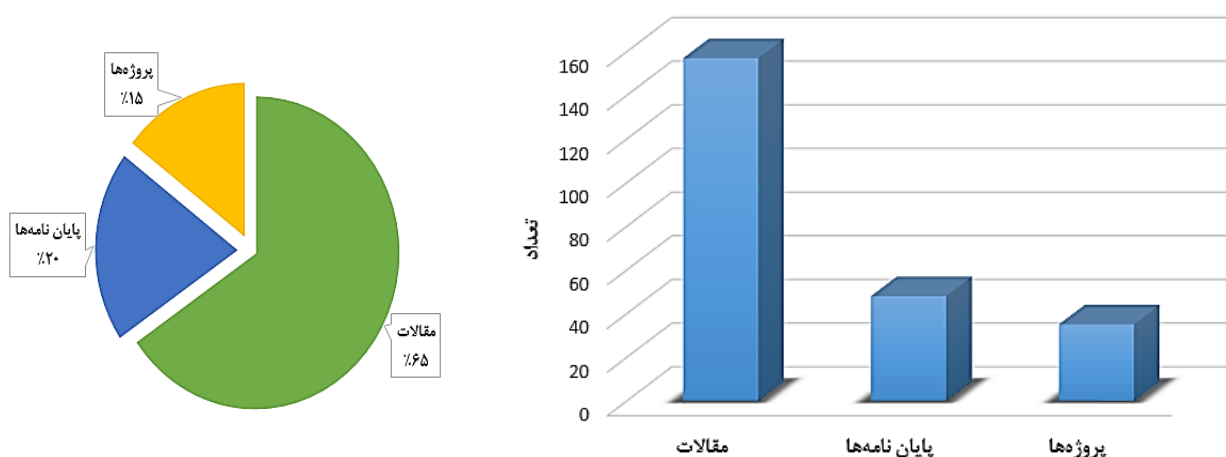


شکل ۱۰-۰: وضعیت مطالعات پایایی در هر یک از زیرمحورهای ارزیابی قابلیت اطمینان

همان‌طور که مشاهده می‌شود، زیرمجموعه‌های روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان دارای وضعیت مناسبی می‌باشند. همچنین توجه زیادی نیز به زیرمجموعه منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو در داخل کشور شده است. زیرمجموعه‌های ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات شبکه، ارزیابی در فضای رقابتی نیز در وضعیت متوسطی می‌باشند. زیرمجموعه‌های مطالعات اقتصادی و شبکه‌های هوشمند نیز در وضعیت هشدار قرار دارند. همچنین زیرمجموعه‌های کفایت منابع سوخت و اطلاعات قابلیت اطمینان نیز در وضعیت قرمز می‌باشند. البته این تقسیم‌بندی بر اساس تعداد مقالات و پایان‌نامه‌های انجام شده در هر زیرمجموعه در داخل کشور می‌باشد. در واقع وضعیت هر یک از زیرمجموعه‌ها از نظر تحقیقاتی مشخص شده است. از دیدگاه فعالیت‌های اجرایی و عملیاتی اکثر زیرمجموعه‌های بالا در وضعیت مناسبی به سر نمی‌برند و نیازمند توجه بیشتر به حوزه عملیاتی و اجرایی می‌باشد.

۲-۴-۱- محور بهبود قابلیت اطمینان

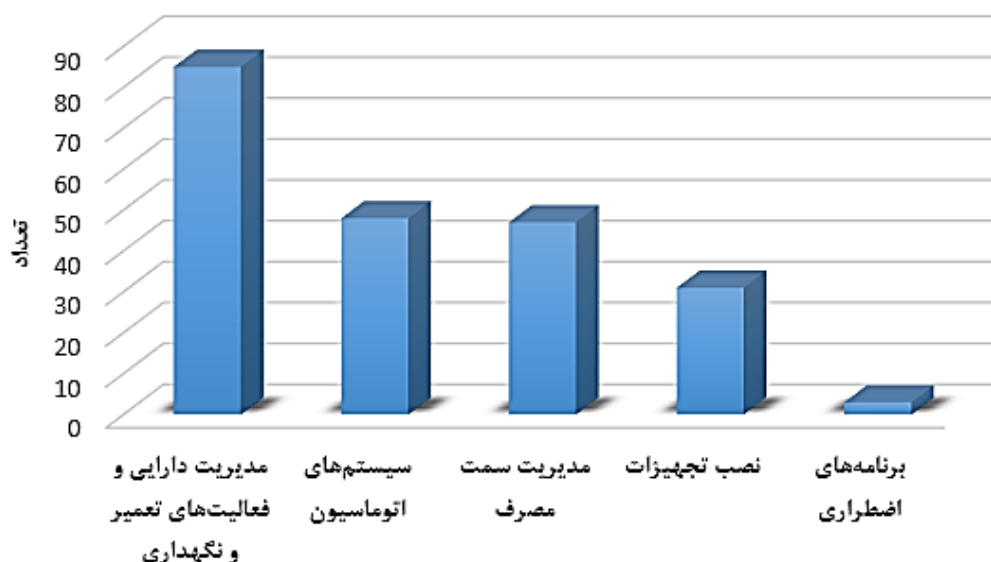
در این قسمت فعالیت‌های انجام‌شده شامل تمامی مقالات، پایان‌نامه‌ها، پروژه‌های تحقیقاتی و اجرایی در قالب محور بهبود قابلیت اطمینان دسته‌بندی شده و مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. در شکل (۱۱-۲) تعداد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در مراکز تحقیقاتی و اجرایی فعال در حوزه صنعت برق ایران در زمینه بهبود قابلیت اطمینان نشان داده شده است.



شکل ۱۱-۰: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان

همان‌طور که مشاهده می‌شود، در این زمینه فعالیت‌های تحقیقاتی مناسبی صورت گرفته است. البته حجم تحقیقات انجام شده در محور ارزیابی قابلیت اطمینان به مراتب بیشتر از این محور می‌باشد و با توجه به اهمیت و جایگاه حوزه بهبود قابلیت اطمینان، این محور نیازمند توجه بیشتری است.

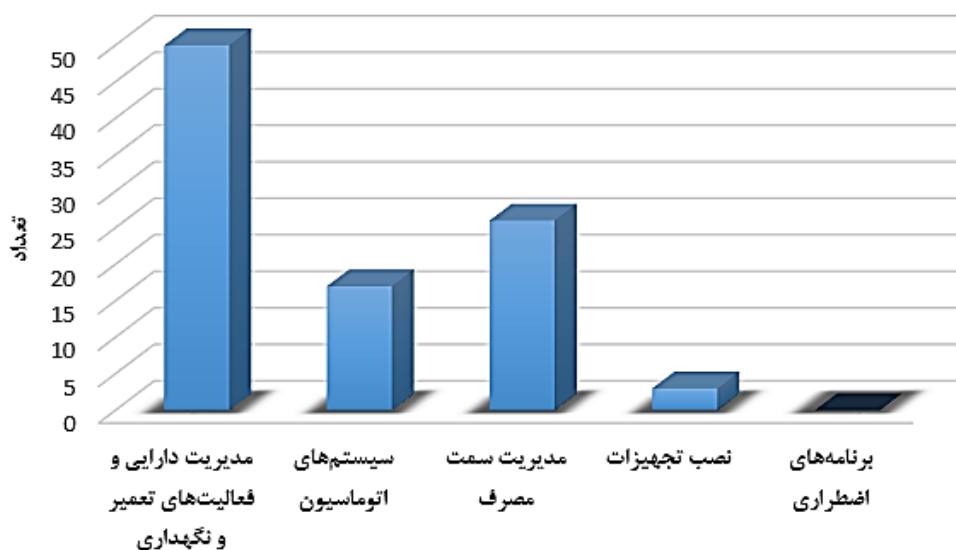
همچنین می‌توان فعالیت‌های انجام‌شده در زمینه بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع الکتریکی را در قالب زیرمحورهای معرفی شده، تفکیک نموده و جایگاه ایران در هر یک از این حوزه‌ها را بررسی نمود. بدین منظور در شکل (۲-۱۲) فعالیت‌های انجام شده در هر زیر محور نشان داده شده است. به دلیل متفاوت بودن ماهیت زیرمحور آموزش از سایر زیرمحورها، این زیرمحور در شکل (۲-۱۲) گنجانده نشده است.



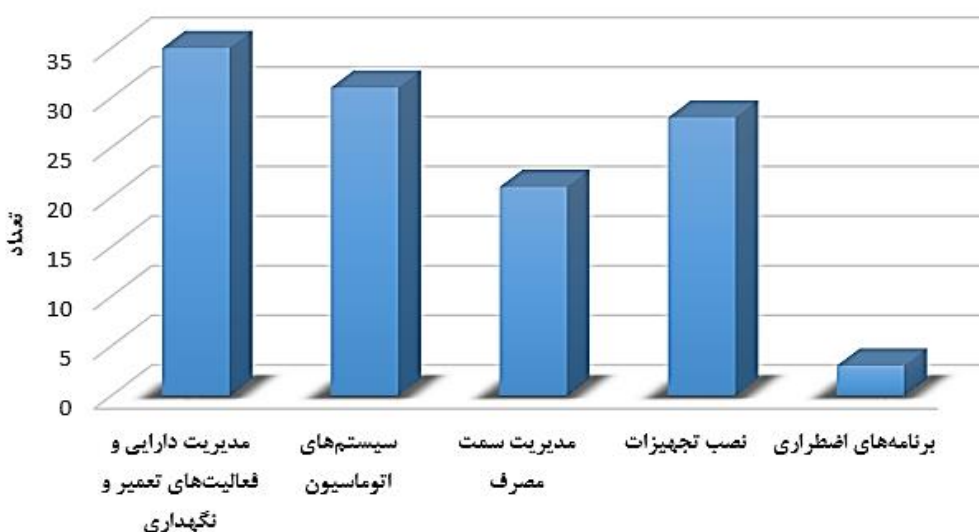
شکل ۲-۱۲: تعداد فعالیت‌های انجام شده هر زیر محور

همچنین می‌توان فعالیت‌های انجام شده در قالب زیرمحورهای معرفی شده را نیز به دو دسته تولید و انتقال-توزیع تقسیم

کرد که این موضوع در شکل‌های (۲-۱۳) و (۲-۱۴) آورده شده است.

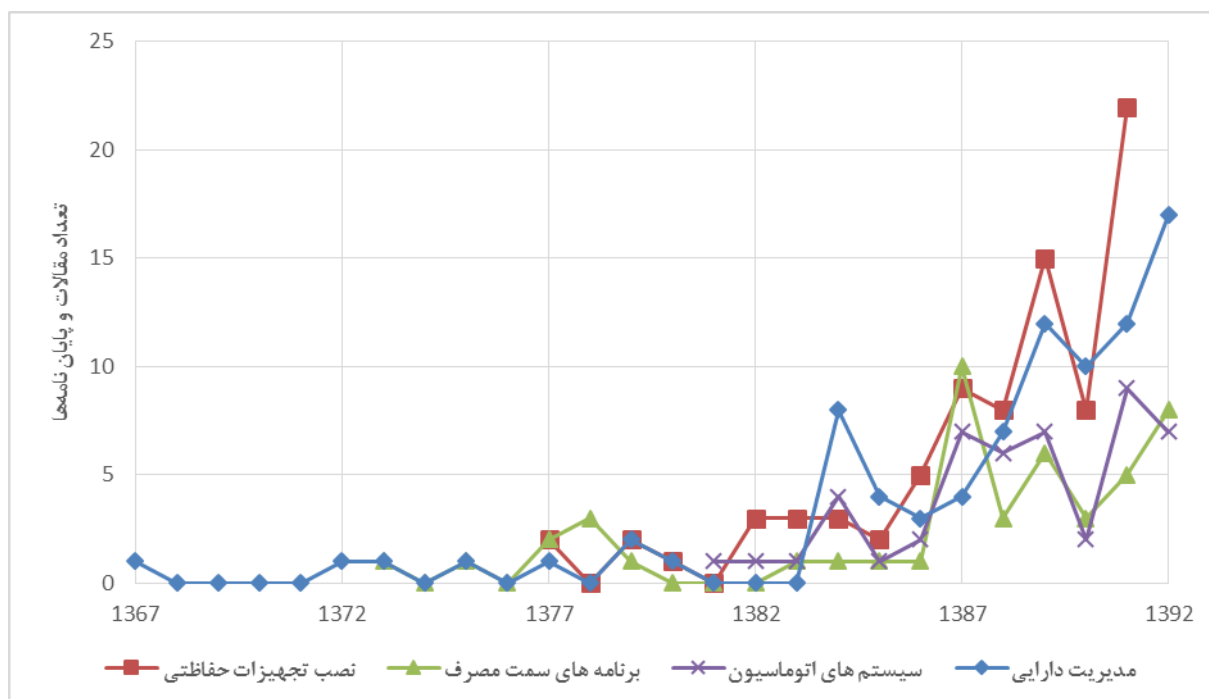


شکل ۱۳-۰: فعالیتهای انجام شده در قالب زیرمحوهای معرفی شده در حوزه تولید



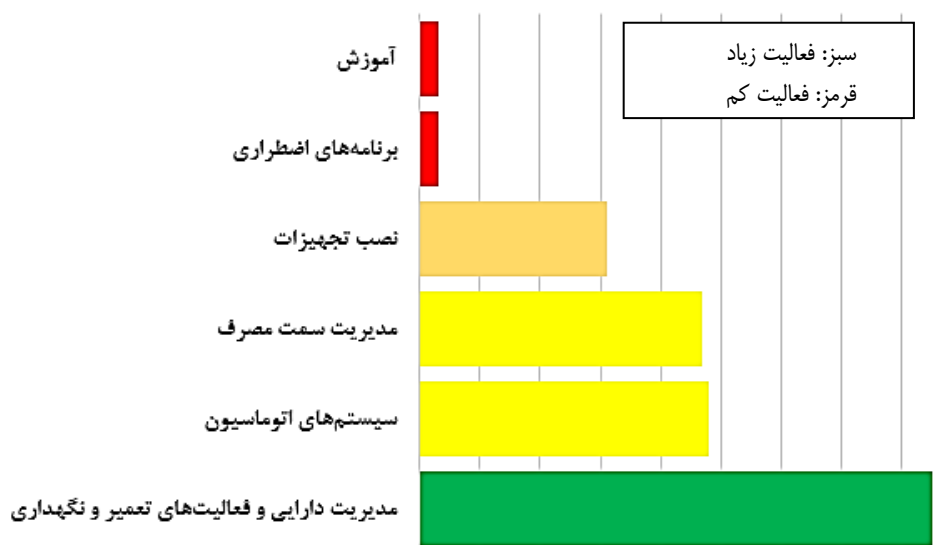
شکل ۱۴-۰: فعالیتهای انجام شده در قالب زیرمحوهای معرفی شده در حوزه انتقال-توزیع

در شکل (۱۵-۲) نیز روند زمانی فعالیتهای انجام شده در محور بهبود قابلیت اطمینان نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مطالعات انجام شده در حوزه بهبود قابلیت اطمینان از سال‌های ۱۳۶۷ در زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیتهای تعمیر و نگهداری آغاز شده و در اوایل سال‌های ۱۳۹۰ به اوج خود رسیده است. در این میان، انجام فعالیتهای بیشتر در حوزه آموزش، برنامه‌های اضطراری، برنامه‌های سمت مصرف و سیستم‌های اتوماسیون با توجه به حجم نسبتاً اندک فعالیتهای انجام شده در آنها و تاثیر فراوان این موضوعات بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت، مهمترین زمینه‌های تحقیقاتی و اجرایی فعالیتهای آتی به شمار می‌رود.



شکل ۱۵-۰: روند زمانی فعالیت‌های انجام شده در محور بهبود قابلیت اطمینان

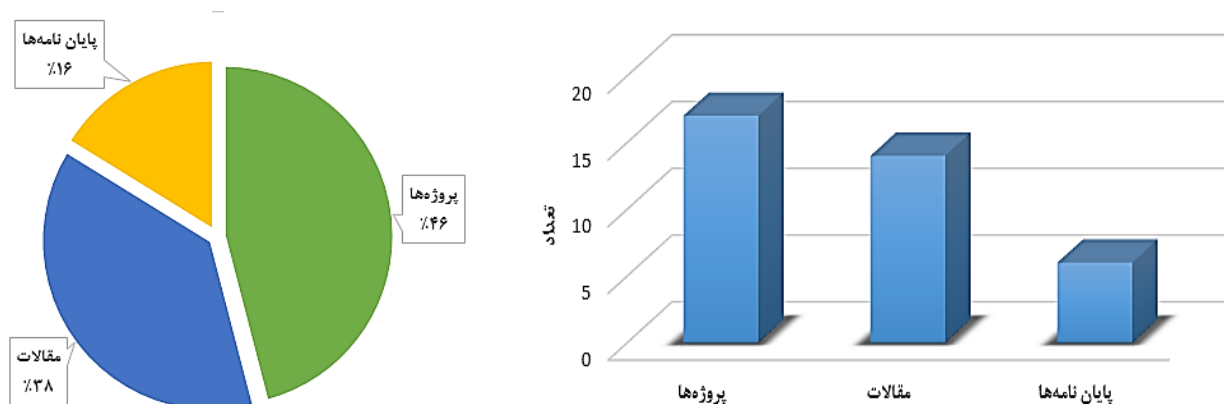
در ادامه وضعیت کشور در هر یک از زیرمحورهای مربوط به حوزه بهبود قابلیت اطمینان به صورت گرافیکی در شکل (۲-۱۶) نشان داده شده است. همانطوری که مشاهده می‌شود، زیرمحور مدیریت دارایی و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری دارای وضعیت مناسبی می‌باشند. زیرمحورهای مدیریت سمت مصرف و سیستم‌های اتوماسیون نیز در وضعیت هشدار می‌باشند. همچنین زیرمحور آموزش و برنامه‌های اضطراری نیز در وضعیت قرمز می‌باشند. از دیدگاه فعالیت‌های اجرایی و عملیاتی اکثر زیرمحورهای بالا در وضعیت مناسبی به سر نمی‌برند و مشابه با محور قبلی نیازمند توجه بیشتری به حوزه عملیاتی و اجرایی می‌باشد.



شکل ۱۶-۰: وضعیت مطالعات پایایی در هر یک از زیرمجموعه‌های بهبود قابلیت اطمینان

۳-۴-۱- محور قانون گذاری و مسائل رگولاتوری

بررسی استانداردهای مختلف موجود در حوزه قابلیت اطمینان شبکه قدرت و معرفی روش‌های مختلف تنظیم پایایی از مهمترین اهداف این محور می‌باشد. در این قسمت فعالیت‌های انجام شده در ایران شامل تمامی مقالات، پایان‌نامه‌ها، پروژه‌های تحقیقاتی و اجرایی در قالب محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان دسته‌بندی شده است. در شکل (۲-۱۷) تعداد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام شده در مراکز تحقیقاتی و اجرایی فعال در حوزه صنعت برق ایران در این محور نشان داده شده است.

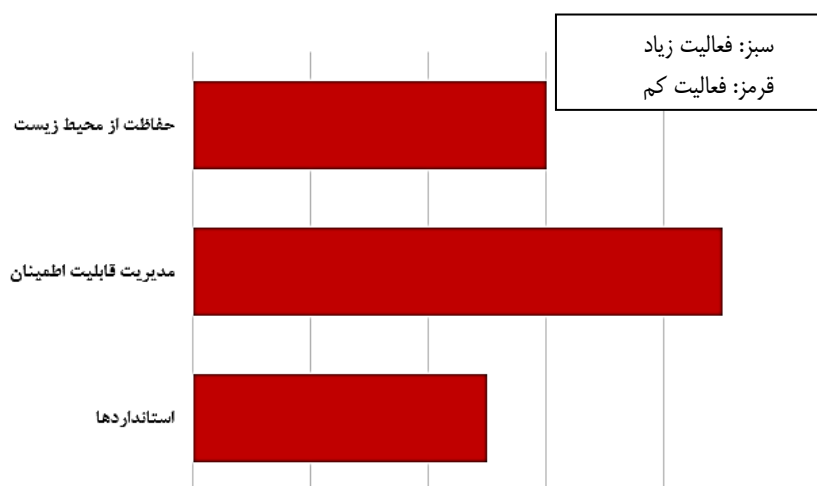


شکل ۱۷-۰: تعداد و درصد مقالات، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌ها در زمینه مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان

همان‌طور که در شکل (۱۷-۲) مشاهده می‌شود، در این زمینه فعالیت‌های تحقیقاتی نسبتاً اندکی صورت گرفته است و با توجه به کاربردی بودن بحث سیاست‌گذاری و مدیریت قابلیت اطمینان، تحقیقات و مقالات چندانی در این زمینه وجود ندارد. حجم تحقیقات انجام‌شده در محورهای ارزیابی و بهبود قابلیت اطمینان به مراتب بیشتر از این محور بوده است و با توجه به اهمیت و جایگاه مسائل رگولاتوری مرتبط با قابلیت اطمینان، این محور نیازمند توجه بیشتری است.

همچنین زیر محور استانداردهای قابلیت اطمینان عموماً یک موضوع تحقیقاتی نیست و فرایندی است که بیشتر از طریق تجربه و درس‌های گرفته شده از گذشته کامل می‌گردد تا تحقیقات دانشگاهی.

در شکل (۱۸-۲) نیز وضعیت کشور در هر یک از زیرمحورهای مربوط به محور سیاست‌ها و مسائل رگولاتوری به صورت گرافیکی نشان شده است.



شکل ۱۸-۰: وضعیت مطالعات پایایی در هر یک از زیرمحورهای مسائل رگولاتوری قابلیت اطمینان

همان‌طور که مشاهده می‌شود، هر سه زیرمحور مدیریت قابلیت اطمینان، استانداردها و سیاست‌های حفاظت از محیط زیست در وضعیت قرمز قرار دارند و فعالیت‌های چندانی در داخل کشور در این حوزه‌ها صورت نگرفته است.

فصل سوم: نقشه‌راه توسعه پایایی شبکه برق ایران

مقدمه

در این فصل بر اساس نتایج فصل دوم و وضعیت موجود در هر یک از زیرمحورها، فعالیت‌ها و پروژه‌هایی جهت بهبود وضعیت کنونی پایایی در هر حوزه پیشنهاد شده و سپس نقشه‌راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران تدوین می‌گردد. در ادامه پروژه‌های لازم جهت توسعه پایایی در شبکه برق ایران معرفی می‌شوند.

۵-۱- طراحی الگوی کارکردی پایایی در شبکه برق ایران، با تمرکز بر کارکردهای مرتبط به

اطلاعات و مطالعات پایایی و ایجاد ظرفیت‌های لازم برای استقرار آن

۱-۵-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش

تأمین منافع بازیگران در هر سیستم اقتصادی یکی از مهمترین شروط پایداری آن سیستم است. بدین منظور باید همه بازیگران سیستم وظایف خود را در قبال همدیگر به شایستگی و در زمان مناسب انجام دهند. در چنین سیستمی باید مأموریت‌ها و مسئولیت‌های هر یک از نهادهای نظارتی، سرپرستی، اجرایی به گونه‌ای دقیق مشخص شوند تا بتوان تحلیل دقیقی از رفتار و عملکرد هر یک از آنها فراهم کرد.

به منظور اثربخشی بیشتر نتایج حاصل از مطالعات قابلیت اطمینان در هر سیستم و همچنین به منظور پایداری و تداوم فعالیت‌های قابل انجام در این حوزه، نیاز است که مدل‌های عملکردی مناسبی از وضعیت قابلیت اطمینان در سیستم قدرت مربوطه توسعه داده شود. منظور از مدل‌های عملکردی قابلیت اطمینان، شناسایی نهادهای فعال و اثرگذار در این زمینه و تعریف وظایف مشخص برای هر یک در جهت بهبود وضعیت موجود از دیدگاه پایایی می‌باشد. به عبارت دیگر در هر سیستم قدرت جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان، باید یک واحد هماهنگی، نظارت و مدیریتی وجود داشته باشد که بر عملکرد سایر بخش‌های شبکه نظارت کرده و مسئولیت انتشار کلیه گزارش‌ها و اطلاعات لازم جهت استفاده مشترکین و بهره‌برداران مختلف

شبکه را بر عهده داشته باشد. این کمیته به عنوان مرکز و تشکیلات عمل کرده و سایر بخش‌های سیستم هر یک به نوعی با این مرکز در ارتباط می‌باشند. از طرفی باید چارچوب انجام مطالعات و ساختار گردش اطلاعات مرتبط با قابلیت اطمینان میان نهادهای فعال در این حوزه معین و مشخص شده باشد.

از طرفی با وقوع تجدیدساختار سیستم‌های قدرت و مستقل شدن فعالیت‌های تولید، انتقال و توزیع و خرده‌فروشی برق از هم، شرایط بهره‌برداری از این سیستم‌ها و مکانیزم مدیریت قابلیت اطمینان نیز دچار تغییرات اساسی شد. در چنین شرایطی تعداد بازیگران در صنعت برق افزایش یافته و از این رو تعیین وظایف مشخص برای هر یک در جهت نیل به شاخص‌های مطلوب پایایی بیش از پیش مورد نیاز خواهد بود. از این رو بررسی مدل عملکردی قابلیت اطمینان در شرایط فعلی در صنعت برق ایران و ارائه پیشنهادهای به منظور ارتقاء و اصلاح مدل موجود از اهداف مورد توجه در این پروژه خواهد بود.

۱- شناخت جامع از نگاهت نهادی پایایی و مدل کنونی در خصوص عملکرد پایایی در شبکه برق کشور

در این مرحله ابتدا شناخت جامعی از نهادهای مرتبط با پایایی در کشور ایران مورد بررسی قرار می‌گیرد تا به طور کلی وضعیت بازیگران مختلف در شبکه برق ایران و فعالیت‌های انجام شده در هر یک از نهادها مشخص گردد و در واقع مشخص گردد که هر یک از نهادها در صنعت برق کشور چه فعالیت‌هایی را در زمینه پایایی انجام می‌دهند.

۱-۱- مشخص نمودن نهادهای موثر در خصوص پایایی شبکه برق کشور و بررسی فعالیت‌ها و زمینه‌های عملکردی آنها در

خصوص پایایی

۱-۲- استخراج مدل عملکردی کنونی پایایی در شبکه برق ایران

۱-۳- شناخت کارکردهای مرتبط با اطلاعات، کارکردهای مرتبط با مطالعات پایایی، کارکردهای حوزه بهره‌برداری و طراحی

و کارکردهای حوزه تدوین استانداردهای پایایی و قانون‌گذاری در الگوی عملکردی پایایی موجود در شبکه برق کشور

۱-۴- تحلیل عملکرد مدل موجود و شناخت نقاط ضعف و قوت آن

۲- مطالعه تطبیقی به منظور شناخت جامع از مدل‌های موجود الگوی عملکردی پایایی در سایر کشورها

در این مرحله مطالعه موردی جامعی به منظور شناخت کامل الگوی عملکردی پایایی در کشورهای مختلف انجام می‌گیرد تا مشخص گردد که در کشورهای دیگر کارکردهای نهادهای مختلف در الگوی عملکردی پایایی چگونه می‌باشد. با استخراج نهادهای بازیگر و نقش هر نهاد و تعاملات آنها در اجرای استانداردهای لازم، نحوه اجرایی شدن قوانین و کارکردهای آنها تدقیق می‌گردد و بدین ترتیب شناخت کاملی از رویه‌های انجام مطالعات پایایی حاصل می‌شود.

۱-۲- بررسی و شناخت الگوی عملکردی پایایی در سایر کشورها

۲-۲- بررسی عملکردها، رویه‌های مطالعاتی در حوزه‌های مختلف مرتبط با بازار برق، طراحی و بهره‌برداری، تبادل

اطلاعات، استانداردها و قانون‌گذاری در هر یک از کشورهای بررسی شده در مرحله ۱-۲

۲-۳- مقایسه الگوی عملکردی پایایی در کشورهای مختلف و انتخاب مدل مناسب به منظور توسعه الگوی عملکردی

پایایی موجود در کشور و استخراج اطلاعات مورد نیاز برای این کار

۳- طراحی الگوی عملکردی پایایی در شبکه برق ایران

در این مرحله با توجه به شناخت الگوی عملکردی پایایی در شبکه برق ایران و شناخت الگوی عملکردی پایایی سایر

کشورها که در مراحل اول و دوم پروژه انجام شد و با توجه به ساختار، شرایط و ضوابط حاکم بر شبکه برق کشور، بازار برق

ایران، مالکیت، بهره‌برداری، کنترل و دیسپاچینگ شبکه، بازیگران مختلف و نقش هر یک در موضوع پایایی شناخته می‌شوند و

برای تدوین و اجرایی‌شدن استانداردهای پایایی، مدل اولیه الگوی عملکردی پایایی برای شبکه برق ایران پیشنهاد می‌گردد.

این الگوی عملکردی پایایی با توجه به کارکردهای مختلف مورد تحلیل قرار می‌گیرد و پس از ارائه در کمیته راهبری با نظر

اعضا نهایی می‌گردد.

۱-۳- طراحی مدل اولیه الگوی عملکردی پایایی در شبکه برق کشور

۲-۳- معرفی هر یک از بازیگران مدل ارائه شده و تهیه و نگاشت نهادی

۳-۳- ارائه جزئیات نقش و وظیفه هریک از نهادها در الگوی عملکردی پایایی

۴-۳- تحلیل الگوی عملکردی پایایی ارائه شده از دیدگاه کارکردهای مختلف

۵-۳- اخذ تأییدیه کمیته راهبری در خصوص الگوی عملکردی پایایی پیشنهادی

۴- تشریح کارکردهای مختلف الگوی عملکردی پایایی

در این مرحله کارکردهای مختلف الگوی عملکردی پایایی منتخب در زمینه‌های کارکردهای مرتبط با اطلاعات،

کارکردهای مرتبط با رویه‌های مطالعات، کارکردهای مرتبط با سرویس‌های پایایی، کارکردهای مرتبط با تدوین استانداردها و

اجرایی‌کردن آنها، شناسایی و تشریح می‌گردد و نقش هر یک از نهادها در این زمینه‌ها مشخص شده و فعالیت هر کدام از آنها

تعیین می‌گردد.

- ۴-۱- تشریح کارکردهای مرتبط با اطلاعات مختلف مورد نیاز مطالعات پایایی مطابق با الگوی عملکردی پایایی شبکه برق کشور و نقش هر یک از نهادهای موثر در این زمینه
- ۴-۲- تشریح کارکردهای مرتبط با رویه‌های مطالعات مختلف مورد نیاز مطابق با الگوی عملکردی پایایی شبکه برق کشور و نقش هر یک از نهادهای موثر در این زمینه
- ۴-۳- تشریح کارکردهای مرتبط با سرویس‌های پایایی مختلف مطابق با الگوی عملکردی پایایی شبکه برق کشور و نقش هر یک از نهادهای موثر در این زمینه
- ۴-۴- تشریح کارکردهای مرتبط با تدوین استانداردها و اجرایی کردن آنها و نقش هر یک از نهادهای موثر در این زمینه
- ۵- تشریح و تدقیق تعاملات موجود در الگوی عملکردی پایایی و ارتباط این الگو با ساختار صنعت برق کشور در این مرحله کلیه تعاملات موجود در الگوی عملکردی پایایی پیشنهاد شده در بند ۳ تشریح شده و در نهایت الگوی پیشنهادی با ساختار فعلی صنعت برق کشور تطبیق داده شده و ارتباط نگاشت‌های نهادهای الگو با این ساختار مشخص می‌شود.

۲-۵-۱- دستاوردهای پروژه

- بررسی مدل عملکردی قابلیت اطمینان در صنعت برق ایران و ارائه پیشنهاداتی به منظور توسعه آن
- ارائه چارچوب و ساختار مطالعاتی قابلیت اطمینان برای صنعت برق ایران و تبیین وظایف نهادهای فعال در این حوزه جهت بهبود روند موجود
- هماهنگی‌های لازم بین نهادهای مختلف جهت تبادل اطلاعات با یکدیگر
- بررسی نحوه تدوین، تفسیر و گزارش‌دهی نهادهای فعال در زمینه پایایی در صنعت برق ایران و ارائه پیشنهاداتی در این زمینه
- شفاف‌سازی فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان در کشور

۳-۵-۱- مجریان پیشنهادی

- وزارت نیرو
- شرکت توانیر
- شورای پایایی
- پژوهشگاه نیرو

۴-۵-۱- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه

- زیرمجموعه مدیریت و تنظیم قابلیت اطمینان
- زیرمجموعه اطلاعات قابلیت اطمینان
- زیرمجموعه روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان

۵-۵-۱- زمان موردنیاز انجام پروژه

جدول ۱-۰: تخمین مدت زمان پروژه اول

عنوان پروژه	مدت اجرای پروژه (ماه)
تعیین مدل‌های عملکردی قابلیت اطمینان در شبکه برق ایران	۱۸

۶-۱- بررسی سیستم‌های اطلاعاتی و طراحی سیستم یکپارچه و جامع مدیریت اطلاعات

حوادث تجهیزات، خاموشی‌ها و برنامه‌های تعمیر، نگهداری و بهره‌برداری با در نظر

گرفتن سیستم‌های اطلاعاتی موجود

۱-۶-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش

در راستای تامین انرژی الکتریکی با قابلیت اطمینان بالا برای مشترکین، طرح‌های تعمیرات و توسعه بر مبنای مدل‌های پایایی تجهیزات و سیستم در سطح توزیع، انتقال و تولید برنامه‌ریزی می‌شوند. مجموعه‌ای از سیستم‌های اطلاعاتی مانند سیستم اطلاعات دارایی‌ها، سیستم اطلاعات خاموشی‌ها، سیستم اطلاعات بهره‌برداری و ... نیازمندی‌های اطلاعاتی مدل‌های پایایی تجهیزات و سیستم را فراهم می‌کنند. نیاز به این سیستم‌های اطلاعاتی در محیط تجدید ساختار پرنسب تر نیز می‌گردد. با ورود به محیط تجدید ساختار پارامترهای فنی جای خود را به پارامترهای اقتصادی داده و شرکت‌کنندگان در بازار به اطلاعات جامع‌تری از سابقه کار سیستم و تجهیزات نیاز داشته تا بتوانند ارزیابی و پیش‌بینی اقتصادی از آینده فعالیت‌های خود در بازار داشته باشند. بنابراین اطلاعات و شاخص‌هایی از پایایی تجهیزات خصوصا در سطح تولید و انتقال منتشر و در اختیار بازیگران بازار قرار می‌گیرد تا بدینوسیله نیازمندی‌های اطلاعاتی آنها بمنظور ارزیابی‌های اقتصادی مرتفع گردد. علاوه بر این وجود

انحصار در خدمات انتقال و توزیع لازم می‌دارد تا در راستای حمایت از حقوق مشترکین و عدم اجحاف به آنها، تعیین قیمت این خدمات توسط قانون‌گذار (regulator) و بر اساس مقایسه کارایی شرکت‌ها خصوصا در زمینه شاخص‌های پایایی صورت گیرد. در این راستا لازم است تا اطلاعات عملکرد تجهیزات و سیستم بر اساس یک روال معین جمع‌آوری شده و بمنظور تعیین هزینه خدمات در اختیار نهاد قانونگذار قرار گیرد. در سالهای اخیر در کشورهای کانادا و آمریکا نهادهایی مانند NERC،CEA و IEEE استانداردها و پروتکل‌هایی در زمینه جمع‌آوری، ارزیابی، نشر اطلاعات (به شرکت‌کنندگان بازار) و ارسال اطلاعات (به قانون‌گذار) ارائه کرده‌اند. در مجموعه صنعت برق ایران و تاکنون سیستم‌های اطلاعاتی مختلفی به ثبت اطلاعات در بخش‌های توزیع، انتقال و تولید پرداخته‌اند. لازم است تا در هر یک از بخش‌های توزیع، انتقال و تولید این سیستم‌های اطلاعاتی مورد ارزیابی قرار گرفته و در راستای پاسخ‌گویی به نیازمندیهای اطلاعاتی برنامه‌ریزی‌های نگهداری و توسعه و نیز نیازمندیهای اطلاعاتی قانونگذار و سایر شرکت‌کنندگان در بازار برق کمبودهای اطلاعاتی آنها تعیین شده و در جهت مرتفع کردن این کمبودها یک سیستم جامع اطلاعاتی طراحی گردد.

فاز اول - طراحی سیستم جامع اطلاعاتی بمنظور پاسخگویی به نیازمندیهای اطلاعاتی مدل‌های پایایی تجهیزات در سطوح توزیع، انتقال و تولید

به‌منظور برنامه‌ریزی دقیق توسعه، نگهداری و تعمیرات در بخش‌های توزیع، انتقال و تولید در اختیار داشتن مدل پایایی تجهیزات الزامی می‌باشد. مدل پایایی یک تجهیز مدلی است که سطح پایایی تجهیز را با توجه به عوامل تاثیرگذار مانند شرایط آب و هوایی، فرسایش (پیری)، میزان بازرسی و تعمیرات نشان می‌دهد. داشتن مدل مناسبی برای ارزیابی پایایی تجهیزات امکان پیش‌بینی پایایی آنها را در تحت تاثیر استراتژی‌های مختلف تعمیراتی فراهم می‌آورد و در نتیجه امکان دستیابی به استراتژی بهینه و در نتیجه کاهش هزینه‌های اضافی فراهم می‌شود. چالش‌های اصلی در زمینه مدل‌سازی پایایی تجهیزات عبارتند از: الف) انتخاب مدل مناسب پایایی تجهیز مانند تابع مخاطره، مدل مارکوف، مدل فرایند تصادفی نقطه‌ای و ... ب) گردآوری اطلاعات مورد نیاز برای مدل. عدم آگاهی از مدل‌های معتبر پایایی تجهیز موجب شده است که برخی از شرکت‌ها اقدام به گردآوری اطلاعات نکنند زیرا که روش استفاده از این اطلاعات در اختیارشان نیست و بالعکس برخی از شرکت‌ها اقدام به تدوین مدل پایایی نمی‌کنند زیرا که هیچ اطلاعاتی در اختیار ندارند. باید به خاطر سپرد که گردآوری اطلاعات و انتخاب مدل پایایی باید همواره با هم تکوین یابند.

در زمینه گردآوری اطلاعات، شرکت های توزیع، انتقال و تولید بیشتر از آنکه با مسئله کمبود اطلاعات روبرو باشند با مسئله عدم مطابقت اطلاعات ثبت شده در سیستم‌های اطلاعاتی موجود مواجهند. به این معنا که برای هر تجهیز منابع اطلاعاتی مختلف همچون اطلاعات استانداردها، کارخانجات تولید کننده، داده‌های تست آزمایشگاهی، داده‌های ارائه شده توسط شرکت‌های دیگر و داده‌های ثبت شده سوابق تجهیز شامل فرایند نصب و راه اندازی، آمار اتفاقات و عملیات اصلاحی و پیشگیرانه، شرایط بهره‌برداری و محیطی وجود دارند و ضروری به نظر می‌رسد که امکان‌پذیری استفاده و تطبیق این اطلاعات با هم دیگر در قالب یک سیستم جامع اطلاعاتی بررسی شود. وجود یک بانک اطلاعاتی جامع می‌تواند خوراک اطلاعاتی لازم برای مهندسین بهره‌برداری جهت برنامه‌ریزی و اصلاح تعمیرات و نگهداری و تحلیلگران قابلیت اطمینان جهت پیش بینی قابلیت اطمینان شبکه را فراهم کند.

۱- مطالعه مدل‌های پایایی تجهیزات توزیع، انتقال و تولید در کشورهای مختلف

مدلهای مختلفی جهت ارزیابی پایایی تجهیزات تا کنون مطرح شده‌اند که از جمله آنها می‌توان به روشهای تابع مخاطره، مدل‌های مارکوف، مدل فرایند نقطه‌ای تصادفی و ... اشاره کرد. بسته به نوع مطالعات هر یک از این مدلها دارای نقاط قوت و ضعف بوده که می‌بایست شناسایی شوند. بعنوان مثال در مطالعات توسعه شبکه که در افق بلند مدت صورت می‌گیرد رفتارهای کوتاه مدت پایایی تجهیزات و نحوه تاثیر پذیری آن از شرایط تعمیراتی و بهره‌برداری مد نظر قرار نگرفته و لذا تمامی محاسبات بر اساس یک مقدار انتظاری از پایایی تجهیز (مانند نرخ خرابی) صورت می‌گیرد. در حالیکه در مطالعات برنامه‌ریزی تعمیرات که در افق میان مدت صورت می‌گیرد لازم است که از مدل‌های دقیقتر که قابلیت لحاظ کردن اثر استراتژیهای تعمیراتی و شرایط آب و هوایی را داشته (مانند مدل مارکوف) استفاده شود. بنابراین لازم است که روشهای مدلسازی پایایی تجهیزات بررسی شده و بسته به نوع مطالعات (شامل مطالعات بلندمدت توسعه، میان مدت تعمیرات و کوتاه مدت بهره‌برداری) نقاط ضعف و قوت آنها تعیین گردد. و نهایتاً برای هر دسته از مطالعات یک روش مناسب برای مدلسازی پایایی تجهیزات انتخاب شود.

۲- تعیین نیازمندیهای اطلاعاتی مدل‌های پایایی تجهیزات

استخراج مدل‌های پایایی تجهیزات و تعیین میزان وابستگی آنها به شرایط محیطی، بهره‌برداری و نوع تعمیر و نگهداری منوط به دسترسی به سیستم‌های اطلاعاتی مانند بانک سیستم مدیریت خاموشی (OMS)، سیستم اطلاعات دارایی (IS)، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، سیستم اطلاعات تعمیرات و نگهداری و سیستم اطلاعات آب و هوا و ... می‌باشد. لذا

در این مرحله می‌بایست نیازمندی‌های اطلاعاتی مدل‌های معرفی شده در مرحله ۱ استخراج شده و منطبق با این نیازمندی‌ها سیستم‌های اطلاعاتی مورد نیاز معرفی شوند.

۳- بررسی میزان توانایی سیستم‌های اطلاعاتی موجود در ایران جهت تامین نیازمندی‌های اطلاعاتی مدل‌های پایایی تجهیزات

در این مرحله ابتدا باید سیستم‌های اطلاعاتی موجود در بخش‌های توزیع، انتقال و تولید معرفی شده و سپس با توجه به نیازمندی‌های اطلاعاتی استخراج شده در گام ۱-۲ میزان توانمندی سیستم‌های موجود مورد ارزیابی قرار بگیرد و نقاط ضعف آنها در تامین نیازمندی‌های اطلاعاتی مدل‌های پایایی تجهیزات تعیین شود. نقاط ضعف سیستم‌های موجود در دو محور کمبود اطلاعات و عدم تطبیق سیستم‌ها با یکدیگر باید بررسی شود. بعنوان مثال بمنظور استخراج مدل مارکوف یک تجهیز باید بانک اطلاعات مدیریت خاموشی در کنار بانک اطلاعات تعمیرات و نگهداری و نیز بانک اطلاعات آب و هوایی این توانایی را داشته باشند تا اطلاعات مربوط به سابقه تجهیز را ارائه دهند. نبود یا کمبود اطلاعات در یکی از این بانک‌ها و یا عدم مطابقت اطلاعات این بانک‌ها با یکدیگر چالش‌هایی هستند که استخراج مدل‌های پایایی تجهیزات را با مشکل مواجه می‌کنند.

۴- طراحی سیستم جامع اطلاعات در بخش‌های توزیع، تولید و انتقال جهت مرتفع کردن کمبود سیستم‌های اطلاعاتی موجود

در این مرحله با توجه به نقیصه‌های بدست آمده در مرحله ۳ در هریک از بخش‌های توزیع، انتقال و تولید می‌بایست یک سیستم جامع اطلاعات طراحی شود که بتواند نیازمندی‌های اطلاعاتی مدل‌های پایایی تجهیزات را مرتفع کند.

فاز دوم- طراحی گردش کار اطلاعاتی مناسب جهت گزارش‌دهی شاخص‌های سیستمی پایایی در بخش‌های توزیع، انتقال و تولید

الف) توزیع

در شرکت‌های توزیع انرژی الکتریکی به دلیل مشخصه ذاتا انحصاری آن‌ها (به دلیل هزینه بسیار بالای احداث شبکه‌های توزیع، ایجاد بیشتر از یک زیرساخت امری غیراقتصادی می‌باشد) عملا امکان رقابت وجود نداشته و لذا تعیین قیمت در این بخش بر اساس مکانیزم عرضه و تقاضا ممکن نمی‌باشد، زیرا در این صورت شرکت‌های توزیع برق را با هر کیفیت و قیمتی که بخواهند ارائه می‌دهند و از آنجایی که انتخاب دومی برای مصرف‌کنندگان وجود ندارد به ناچار مجبور به پذیرش آن هستند. برای حل این معضل کارایی شرکت‌های توزیع بوسیله روش‌های محک‌زنی (benchmarking) با یکدیگر مقایسه شده و بر

اساس این مقایسه قیمت خدمات آنها تعیین می‌گردد. در این راستا شرکت‌های توزیع ناچارند تا اطلاعات خاموشی‌ها از قبیل تعداد خاموشی‌ها، مدت زمان خاموشی‌ها و نیز تعداد و نوع مشترکین متأثر از خاموشی‌ها را ثبت کرده و در اختیار قانون‌گذار (در ایران شرکت توانیر) قرار دهند تا قانون‌گذار بتواند شاخص‌های سیستمی پایایی مانند SAIFI, SAIDI و ... را تعیین کند. این که در یک شرکت توزیع این اطلاعات با چه دقت و کیفیتی ثبت شده و در اختیار قانون‌گذار قرار بگیرد وابسته است به وجود و درجه پیچیدگی سیستم‌های اطلاعاتی موجود در شرکت از قبیل سیستم اطلاعات مشترکین (CIS)، سیستم اطلاعات دارایی (IS)، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، سیستم مدیریت خاموشی (OMS)، سیستم سرپرستی و گردآوری داده یا اسکادا (SCADA) و لذا نتایج محک زنی و مقایسه شرکت‌های توزیع کاملاً متأثر از روال ثبت اطلاعات، نوع سیستم‌های اطلاعاتی و درجه پیچیدگی آنها بوده و لذا می‌بایست تمامی شرکت‌ها دارای یک روال مشخص در زمینه جمع‌آوری، ثبت و ارسال اطلاعات باشند.

۵- معرفی شاخص‌های سیستمی پایایی توزیع مورد استفاده در کشورهای مختلف

در فرایند محک زنی شاخص‌های متعددی از پایایی سیستم از قبیل ENS, SAIFI, SAIDI و ... می‌تواند مورد ارزیابی قرار بگیرد. در این مرحله می‌بایست تمامی شاخص‌های مرسوم در کشورهای مختلف معرفی گردند.

۶- مطالعه روال گردآوری، ثبت و ارسال اطلاعات لازم برای محاسبه شاخص‌های سیستمی پایایی توزیع در کشورهای

مختلف دنیا

تعیین قیمت عادلانه خدمات توزیع نیازمند آن است که تمامی شرکت‌های توزیع یک روال یکسان را در زمینه گردآوری، ثبت و ارسال اطلاعات را پیگیری کنند. لذا لازم است این روال در کشورهای مختلف مورد مطالعه قرار گیرد.

۷- مطالعه روال گردآوری، ثبت و ارسال اطلاعات در ایران و مقایسه آن با کشورهای مشابه

در این مرحله ابتدائاً می‌بایست شاخص‌های محک زنی مورد استفاده در سطح توزیع در ایران معرفی شده و بر اساس این شاخص‌ها کشورهای مشابه تعیین گردند. سپس روال گردآوری، ثبت و ارسال اطلاعات در ایران با کشورهای مشابه مورد مقایسه قرار گرفته و نقاط ضعف و قوت آن معرفی گردد.

۸- طراحی یک روال و گردش کار مناسب جهت ثبت، ضبط و ارسال اطلاعات پایایی توزیع به توانیر

با توجه به نقیصه‌های مستخرج از مرحله ۷ می‌بایست یک روال و چرخه کار مناسب بمنظور گردآوری و ثبت اطلاعات در شرکت‌های توزیع و ارسال اطلاعات به شرکت توانیر طراحی گردد.

ب) انتقال

در بخش انتقال بعثت وجود انحصار امکان رقابت وجود نداشته و لذا در این بخش قانونگذار می‌بایست کارایی شرکت‌های انتقال را بر اساس روشهای محک زنی با یکدیگر مقایسه کرده و قیمت خدمات انتقال را تعیین کند. در راستای انجام فرایند محک زنی لازم است تا اطلاعاتی شامل فرکانس خروج‌های اجباری، مدت زمان خروج‌ها، ضریب بهره‌برداری و ... در اختیار قانونگذار قرار گیرد. باطبع هر شرکتی بسته به سیستم‌های اطلاعاتی و درجه پیچیدگی آنها این اطلاعات را با دقت متفاوتی ثبت می‌کند که می‌تواند در فرایند محک زنی تاثیر گذار باشد. لذا می‌بایست در همه برق‌های منطقه ای فرایند جمع‌آوری ثبت و ارسال اطلاعات به قانونگذار از یک روال یکسان تبعیت نماید. از طرف دیگر در محیط بازار برق اطلاع از شاخص‌های پایایی شبکه‌های انتقال می‌تواند تاثیر بسزایی در ارزیابی‌های اقتصادی سایر شرکت کنندگان در بازار داشته باشد و لذا لازم است این اطلاعات در یک روال یکسان تهیه و در اختیار شرکت کنندگان در بازار قرار گیرد.

۹- معرفی شاخص‌های سیستمی پایایی انتقال مورد استفاده در کشورهای مختلف

در این مرحله می‌بایست شاخص‌های سیستمی پایایی مورد نیاز قانون‌گذار برای تعیین قیمت خدمات انتقال و نیز شاخص‌های مورد نیاز شرکت کنندگان در بازار در سایر کشورها معرفی گردند.

۱۰- مطالعه روال گردآوری، ثبت و ارسال اطلاعات لازم برای محاسبه شاخص‌های سیستمی پایایی انتقال در کشورهای

مختلف دنیا

تعیین قیمت عادلانه خدمات انتقال نیازمند آن است که تمامی شرکت‌های انتقال یک روال یکسان را در زمینه گردآوری، ثبت و ارسال اطلاعات پیگیری کنند. لذا در این مرحله روال و چرخه کار گردآوری، ثبت و ارسال اطلاعات در کشورهای مختلف مورد مطالعه قرار گیرد. همچنین در هر بازاری اطلاعاتی در خصوص وضعیت و سابقه خطوط انتقال منتشر و در اختیار شرکت کنندگان بازار قرار می‌گیرد. روال نشر اطلاعات در کشورهای مختلف نیز باید بررسی گردد.

۱۱- مطالعه روال گردآوری، ثبت و ارسال اطلاعات پایایی انتقال در ایران و مقایسه آن با کشورهای مشابه

در این مرحله می‌بایست روال گردآوری، ثبت و ارسال اطلاعات پایایی انتقال در ایران با کشورهای مشابه مورد مقایسه قرار گرفته و نقاط ضعف و قوت آن معرفی گردد. همچنین چگونگی نشر اطلاعات پایایی انتقال در ایران با کشورهای مشابه مورد مقایسه قرار گرفته و نقاط ضعف و قوت آن تعیین گردد.

۱۲- طراحی یک روال و گردش کار مناسب جهت ثبت، ضبط و ارسال اطلاعات پایایی انتقال به توانیر و نیز طراحی روال

نشر اطلاعات پایایی انتقال

با توجه به نقیصه‌های مستخرج از مرحله ۱۱ می‌بایست یک روال و چرخه کار مناسب بمنظور گردآوری و ثبت اطلاعات در شرکت‌های برق منطقه‌ای و ارسال اطلاعات به شرکت توانیر طراحی گردد. همچنین در خصوص نشر اطلاعات لازم برای شرکت کنندگان در بازار نیز می‌بایست یک روال و چرخه کار طراحی شود.

ج) تولید

در محیط سنتی تمامی واحدهای تولیدی و خطوط انتقال در اختیار یک مالک قرار دارد. در چنین محیطی مطالعات توسعه تولید، تعیین انرژی و رزرو نیروگاهها توسط بهره‌بردار سیستم و بر اساس شاخص‌های سیستمی پایایی مانند شاخص‌های مقدار انرژی تامین نشده (EENS) و احتمال عدم تامین بار (LOLP) انجام می‌گیرد. در محیط تجدید ساختار میزان انرژی و رزرو تولیدی توسط نیروگاهها در بازار انرژی و رزرو تعیین می‌گردد. در چنین محیطی مجموعه ای از واحدهای تولید کننده و خطوط انتقال و عمده فروشها که در یک بازار مشارکت دارند به شدت از عملکرد یکدیگر متاثر می‌شوند. عمده فروشها بدنبال اطلاعاتی در خصوص سابقه کار واحدهای نیروگاهی و شاخص‌های پایایی آنها بوده تا بتوانند سهم این واحدها را در تامین بار دنبال کنند. همچنین سایر شرکت کنندگان در بازار نیز به منظور ارزیابی‌های اقتصادی و تعیین ریسک‌های مالی نیازمند اطلاعاتی از شاخص‌های پایایی نیروگاهها می‌باشند. در مجموع در محیط تجدید ساختار می‌بایست اطلاعاتی از شاخص‌های پایایی نیروگاهها در اختیار سایر بازیگران قرار گیرد. این اطلاعات می‌بایست بر اساس یک روال یکسان در همه نیروگاهها جمع آوری و منتشر گردد.

۱۳- معرفی شاخص‌های سیستمی پایایی تولید مورد استفاده در کشورهای مختلف

در این مرحله می‌بایست شاخص‌های سیستمی پایایی تولید که بمنظور اطلاع شرکت کنندگان در بازار منتشر می‌شوند معرفی گردند.

۱۴- مطالعه روال نشر اطلاعات پایایی تولید در کشورهای مختلف دنیا

در این مرحله روال نشر اطلاعات پایایی تولید در کشورهای مختلف بررسی می‌گردد.

۱۵- مطالعه روال نشر اطلاعات پایایی تولید در ایران و مقایسه آن با کشورهای مشابه

در این مرحله می‌بایست روال نشر اطلاعات در ایران با کشورهای مشابه مورد مقایسه قرار گرفته و نقاط ضعف و قوت آن معرفی گردد.

۱۶- طراحی یک روال و گردش کار مناسب جهت نشر اطلاعات پایایی تولید در ایران

با توجه به نقیصه‌های مستخرج از مرحله ۱۵ می‌بایست یک روال و چرخه کار مناسب در خصوص نشر اطلاعات پایایی تولید در بازار برق ایران طراحی شود.

فاز سوم- پیاده‌سازی بانک و سیستم مدیریت اطلاعاتی یکپارچه

در این فاز و با استفاده از نتایج به‌دست آمده در فازهای پیشین، می‌بایست طراحی‌های صورت‌گرفته برای بانک اطلاعاتی یکپارچه و همچنین گردش کارها و روال انتشار گزارش‌ها و درواقع مدیریت اطلاعات، به‌صورت عملی پیاده‌سازی و اجرا گردد.

۱۷- پیاده‌سازی سیستم یکپارچه و جامع مدیریت اطلاعات

فاز چهارم- آموزش

در این فاز نیز آموزش‌های لازم برای کارشناسان مربوطه در بخش‌های مختلف توزیع، انتقال و تولید و همچنین شرکت‌های توانیر، مدیریت شبکه و ... درخصوص بانک اطلاعاتی و فیلدهای لازم برای سیستم پیاده‌سازی شده در مرحله ۱۷ انجام خواهد شد.

۱۸- آموزش

۲-۶-۱- دستاوردهای پروژه

- تهیه و به‌روز رسانی پایگاه داده سراسری پایایی
- توسعه زیرساخت‌های موردنیاز برای جمع‌آوری اطلاعات آمار خرابی و تجهیزات
- توسعه نرم‌افزارهایی به منظور جمع‌آوری، نگهداری، کنترل اطلاعات، سیستم‌های ثبت حوادث
- توسعه سیستم‌های GIS و تحلیل اطلاعات خاموشی مشترکین
- ایجاد هماهنگی در مستندسازی
- افزایش دقت در محاسبات قابلیت اطمینان

۳-۶-۱- مجریان پیشنهادی

- شرکت توانیر
- شرکت‌های برق منطقه‌ای
- شرکت مدیریت شبکه برق ایران
- شرکت مدیریت شبکه
- شرکت‌های توزیع نیروی برق
- پژوهشگاه نیرو

۴-۶-۱- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه

- زیرمجموعه اطلاعات قابلیت اطمینان

۵-۶-۱- زمان موردنیاز انجام پروژه

جدول ۰-۲: تخمین مدت زمان پروژه دوم

مدت اجرای پروژه (ماه)	عنوان پروژه
۱۸	بررسی سیستم‌های اطلاعاتی و طراحی سیستم یکپارچه و جامع مدیریت اطلاعات حوادث تجهیزات، خاموشی‌ها و برنامه‌های تعمیر، نگهداری و بهره‌برداری با در نظر گرفتن سیستم‌های اطلاعاتی موجود - فاز اول و دوم
۱۸	بررسی سیستم‌های اطلاعاتی و طراحی سیستم یکپارچه و جامع مدیریت اطلاعات حوادث تجهیزات، خاموشی‌ها و برنامه‌های تعمیر، نگهداری و بهره‌برداری با در نظر گرفتن سیستم‌های اطلاعاتی موجود - فاز سوم
۱۲	بررسی سیستم‌های اطلاعاتی و طراحی سیستم یکپارچه و جامع مدیریت اطلاعات حوادث تجهیزات، خاموشی‌ها و برنامه‌های تعمیر، نگهداری و بهره‌برداری با در نظر گرفتن سیستم‌های اطلاعاتی موجود - فاز چهارم

۷-۱- تدوین استانداردها، دستورالعمل‌ها و ابزارهای محاسباتی و استقرار سیستم یکپارچه

انجام مطالعات قابلیت اطمینان شبکه در سطوح تولید، انتقال و توزیع

۱-۷-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش

فاز اول - بررسی نیازمندی‌های الگوی عملکردی پایایی کشور به دستورالعمل‌ها و استانداردهای لازم جهت انجام مطالعات

پایایی شبکه

۱- بررسی استانداردهای موجود در کشورهای مختلف برای انجام مطالعات پایایی

در این مرحله ابتدا جهت شناخت استانداردها و دستورالعمل‌های موردنیاز و مرتبط با انجام مطالعات پایایی متناسب با الگوی عملکردی پایایی در ایران، می‌بایست کشورهای مختلف و استانداردها و دستورالعمل‌های آنها بررسی شود. بدین منظور باید کشورهایی به عنوان کشورهای نمونه که استانداردها و دستورالعمل‌های آنها مورد بررسی دقیق قرار گیرد انتخاب شوند. کشورهای منتخب باید به گونه‌ای انتخاب شوند که در بین آنها کشورهای پیشرفته، درحال توسعه، با ساختار خصوصی و دولتی، و همچنین کشورهای تقریباً شبیه به ایران وجود داشته باشند. پس از انتخاب کشورهای هدف، استانداردها و دستورالعمل‌های آن کشورها مرتبط با انجام مطالعات پایایی در شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع و همچنین الگوی عملکردی پایایی، جستجو و بررسی می‌شوند و عناوین استانداردها و دستورالعمل‌های هر کشور با توجه به الگوی عملکردی پایایی آن در حوزه‌های مختلف استخراج می‌گردد.

۱-۱- جستجوی دستورالعمل‌ها و استانداردهای پایایی کشورهای مختلف به منظور تعیین کشورهای هدف

۱-۲- بررسی استانداردها و دستورالعمل‌های مرتبط با انجام مطالعات پایایی شبکه تولید در کشورهای هدف

۱-۳- بررسی استانداردها و دستورالعمل‌های مرتبط با انجام مطالعات پایایی شبکه انتقال در کشورهای هدف

۱-۴- بررسی استانداردها و دستورالعمل‌های مرتبط با انجام مطالعات پایایی شبکه توزیع در کشورهای هدف

۱-۵- بررسی استانداردها و دستورالعمل‌های مرتبط با نحوه اجرای مطالعات و گردش کارهای مرتبط با الگوی عملکردی

پایایی در کشورهای هدف

۲- تهیه عناوین و محتویات استانداردها و دستورالعمل‌های لازم منطبق با کارکرد الگوی عملکردی پایایی شبکه برق کشور

در این مرحله با استفاده از استانداردها و دستورالعمل‌های بررسی شده در مرحله اول و همچنین با توجه به الگوی عملکردی پایایی آنها و مقایسه آنها با الگوی عملکردی پایایی ایران، استانداردها و دستورالعمل‌های لازم برای انجام مطالعات پایایی و همچنین محتویات موردنیاز در آنها تعیین می‌شود. همچنین در این مرحله می‌بایست نحوه اجرای این دستورالعمل‌ها و استانداردها مشخص گردد و بخش‌هایی از شبکه که این استانداردها و دستورالعمل‌ها به آنها مربوط می‌شود، مشخص گردد.

۲-۱- تهیه عناوین استانداردها و یا دستورالعمل‌های مرتبط با برنامه‌ریزی توسعه شبکه تولید و انتقال و هماهنگی بین آنها

۲-۲- تهیه عناوین استانداردها و یا دستورالعمل‌های مربوط به برنامه‌ریزی شرکت‌های توزیع برای حفظ قابلیت اطمینان

زیرناحیه‌های تحت نظارت آنها

۲-۳- تهیه عناوین استانداردها و یا دستورالعمل‌هایی برای مدیریت شبکه جهت ایجاد هماهنگی پایایی در برنامه‌ریزی

توسعه برق‌های منطقه‌ای

۲-۴- تهیه عناوین استانداردها و یا دستورالعمل‌های مرتبط با بهره‌بردارها و مالکین نیروگاه‌ها

۲-۵- تهیه عناوین استانداردها و یا دستورالعمل‌های مرتبط با بهره‌بردارها و مالک شبکه انتقال

۲-۶- تهیه عناوین استانداردها و یا دستورالعمل‌های مرتبط با بهره‌بردارها، مالکان و مصرف‌کنندگان شبکه توزیع

۲-۷- تهیه عناوین استانداردها و یا دستورالعمل‌های مرتبط با بهره‌برداری مدیریت شبکه و تامین امنیت شبکه

فاز دوم- امکان‌سنجی استفاده از دستورالعمل‌ها و استانداردهای موجود در زمینه انجام مطالعات پایایی شبکه و تدوین

استانداردها و دستورالعمل‌های مورد نیاز

۳- بررسی استانداردها و دستورالعمل‌های موجود در زمینه انجام مطالعات پایایی شبکه برای شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع

و استخراج موارد مناسب برای استفاده در تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های پایایی از منابع موجود داخلی

در این مرحله ابتدا تمامی استانداردها و دستورالعمل‌هایی که به پایایی شبکه برق ایران مربوط هستند، جستجو و بررسی

می‌شوند. با توجه به استانداردها و دستورالعمل‌های موردنیاز برای انجام مطالعات پایایی در شبکه برق که عناوین آنها در مرحله

دوم تعیین شدند و همچنین سازگاری استانداردها و دستورالعمل‌های موجود با الگوی عملکردی پایایی مناسب برای ایران، از

بین استانداردها و دستورالعمل‌های موجود، موارد قابل استفاده استخراج شده و برای بکارگیری در اجرای مطالعات پایایی در

الگوی عملکردی پایایی تعیین شده برای ایران استفاده می‌شوند. لازم به ذکر است که در برخی موارد ممکن است بخشی از یک

استاندارد یا دستورالعمل برای این مطالعات مفید باشد که باید بند یا بخش آنها مشخص شود.

۳-۱- بررسی استانداردها و دستورالعمل‌های موجود به صورت دقیق

۳-۲- استخراج استانداردها و بندهای مناسب آنها برای بکارگیری در انجام مطالعات پایایی شبکه

۳-۳- استخراج دستورالعمل‌ها و بندهای مناسب آنها برای بکارگیری در انجام مطالعات پایایی شبکه

۴- تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های مربوط به انجام مطالعات پایایی شبکه

پس از انجام مرحله سوم و استخراج دستورالعمل‌ها و استانداردهای مفید موجود و بندهای مرتبط با انجام مطالعات پایایی در

شبکه برق، می‌بایست دیگر استانداردها و دستورالعمل‌های لازم برای انجام مطالعات پایایی متناسب با الگوی عملکرد پایایی

ایران که در مرحله دوم تعیین شدند، تهیه گردد.

- ۴-۱- تهیه استانداردها و یا دستورالعمل‌های مرتبط با برنامه‌ریزی توسعه شبکه تولید و انتقال و هماهنگی بین آنها
- ۴-۲- تهیه استانداردها و یا دستورالعمل‌های مربوط به برنامه‌ریزی شرکت‌های توزیع برای حفظ قابلیت اطمینان زیرناحیه‌های تحت نظارت آنها
- ۴-۳- تهیه استانداردها و یا دستورالعمل‌هایی برای مدیریت شبکه جهت ایجاد هماهنگی پایایی در برنامه‌ریزی توسعه برق‌های منطقه‌ای
- ۴-۴- تهیه استانداردها و یا دستورالعمل‌های مرتبط با بهره‌بردارها و مالکین نیروگاه‌ها
- ۴-۵- تهیه استانداردها و یا دستورالعمل‌های مرتبط با بهره‌بردارها و مالک شبکه انتقال
- ۴-۶- تهیه استانداردها و یا دستورالعمل‌های مرتبط با بهره‌بردارها، مالکان و مصرف‌کنندگان شبکه توزیع
- ۴-۷- تهیه استانداردها و یا دستورالعمل‌های مرتبط با بهره‌برداری مدیریت شبکه و تامین امنیت شبکه
- بررسی ابزارهای محاسباتی مطالعات پایایی موجود و امکان‌سنجی استفاده از آنها در تدوین ابزار محاسباتی مناسب برای انجام مطالعات پایایی شبکه برق ایران منطبق بر الگوی عملکردی پایایی
- ۵- بررسی ابزارها و روش‌های مطالعات پایایی در کشورهای مختلف برای شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع
- مطالعات پایایی در بسیاری از کشورها در حال انجام بوده و کشورهای مختلف به روش‌های گوناگون و ابزار موردنیاز برای آن این مطالعات را انجام می‌دهند. برای یافتن رویه و ابزار مناسب انجام مطالعات پایایی در ایران لازم است تا ابتدا کشورهای دیگر بررسی شوند و ابزارها و روش‌های آنها مورد مطالعه قرار گیرد. بدین منظور مطالعات پایایی به سه دسته تولید، انتقال و توزیع (که ممکن است به صورت جداگانه و یا HLIII باشد) تقسیم می‌شود و در این موارد ابتدا رویه‌های انجام مطالعات شامل اطلاعات موردنیاز برای مطالعه، شاخص‌های مورد محاسبه، نحوه محاسبه شاخص‌ها، نحوه استفاده از شاخص‌های محاسبه‌شده در دیگر مطالعات و همچنین ابزارهای مورد استفاده در این مطالعات مشخص می‌گردند و سپس نحوه گردش کارهای موجود و گزارش‌های ارسالی با توجه به الگوی عملکردی پایایی آن کشورها تعیین می‌شوند.
- ۵-۱- بررسی ابزارها و روش‌های مطالعات پایایی در کشورهای مختلف مربوط به تولید
- ۵-۲- بررسی ابزارها و روش‌های مطالعات پایایی در کشورهای مختلف مربوط به انتقال
- ۵-۳- بررسی ابزارها و روش‌های مطالعات پایایی در کشورهای مختلف مربوط به توزیع
- ۵-۶- بررسی ابزارها و روش‌های مطالعات پایایی در کشور و امکان‌سنجی بکارگیری آنها

پس از بررسی ابزارها و روش‌های مطالعات پایایی در سایر کشورها، رویه و ابزارهای موجود انجام مطالعات پایایی در ایران باید بررسی شوند و مورد مطالعه قرار گیرند. بدین منظور برای مطالعات پایایی در سه دسته تولید، انتقال و توزیع ابزارهای موجود در ایران با الگوی عملکردی پایایی منتخب برای ایران مطابقت داده شده و از بین آنها آن دسته از رویه‌های انجام مطالعات شامل اطلاعات موردنیاز برای مطالعه، شاخص‌های مورد محاسبه، نحوه محاسبه شاخص‌ها، نحوه استفاده از شاخص‌های محاسبه‌شده در دیگر مطالعات و همچنین ابزارهای مورد استفاده در این مطالعات که بر الگوی عملکردی پایایی ایران منطبق باشند، انتخاب می‌گردند.

۱-۶- بررسی ابزارها و روش‌های مطالعات پایایی موجود مربوط به تولید

۲-۶- بررسی ابزارها و روش‌های مطالعات پایایی موجود مربوط به انتقال

۳-۶- بررسی ابزارها و روش‌های مطالعات پایایی موجود مربوط به توزیع

۴-۶- استخراج ابزارها و روش‌های قابل استفاده در انجام مطالعات پایایی مطابق با الگوی کارکردی پایایی

۷- تدوین روش و ابزارهای انجام مطالعات پایایی برای شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع

در این مرحله با توجه به بررسی‌های صورت‌گرفته در مرحله پنجم برای دیگر کشورها و همچنین الگوی عملکردی انتخاب‌شده برای ایران، و نیز رویه‌های موجود بررسی‌شده در مرحله ششم باید رویه انجام مطالعات پایایی در ایران تدوین شود. انجام مطالعات پایایی برای شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع متفاوت بوده و بنابراین برای هر کدام از آنها می‌بایست رویه جداگانه تهیه و تدوین گردد.

برای تدوین رویه مطالعات پایایی در بخش تولید، مطالعات مربوط به کفایت تولید، تعیین رزروهای تولید، تدوین نحوه بکارگیری تولیدات پراکنده و انرژی‌های نو و عدم قطعیت‌های موجود در آنها و ... باید مورد بررسی و تدوین قرار گیرد. در ادامه ابزارهای لازم برای اجرای این مطالعات باید شناسایی و به دقت معرفی گردند. این ابزارها می‌توانند شامل نرم‌افزارهای محاسباتی و همچنین سخت‌افزارهای پایش و اندازه‌گیری و جمع‌آوری داده‌ها باشند.

در بخش انتقال ابتدا رویه انجام مطالعات پایایی به صورت HLII مورد بررسی قرار می‌گیرد و نحوه انجام مطالعات پایایی تدوین می‌گردد. در این رویه می‌بایست ابتدا شاخص‌های سنجش قابلیت اطمینان شبکه انتقال تعیین گردد و نحوه محاسبه این شاخص‌ها با در نظر گرفتن گرفتگی خطوط و ترانسفورماتورهای شبکه، انواع مختلف خط‌های شبکه (اکتیو و پسیو)، دیاگرام تک

خطی پست‌ها و ... تدوین گردد. در ادامه برای رویه تدوین شده ابزارهای محاسباتی و همچنین سخت‌افزارهای مورد نیاز برای اجرای این مطالعه به‌طور دقیق مشخص می‌شود.

انجام مطالعات پایایی شبکه توزیع می‌تواند به دوصورت انجام شود. رویه انجام مطالعات رد این بخش می‌تواند به‌صورت HLIII و با در نظر گرفتن کل شبکه باشد و یا به‌دلیل غالباً شعاعی بودن شبکه توزیع، فقط شبکه توزیع در نظر گرفته شود. در صورتی که حالت دوم انتخاب شود، باید تاثیر میزان دسترس‌پذیری بالادست شبکه توزیع به‌گونه‌ای در این رویه دیده شود. برای انجام مطالعات پایایی، علاوه بر گرفتگی خطوط و ترانسفورماتورها و همچنین خطاهای اکتیو و پسیو تجهیزات، می‌بایست سیستم جداسازی خطا و بازگرداندن بخش‌های بدون مشکل (وجود سکشنالایزر و دیگر تجهیزات کلیدزنی)، مانورهای شبکه توزیع و هماهنگی کلیدهای معمولاً باز و معمولاً بسته نیز در نظر گرفته شوند. در نهایت ابزارهای نرم‌افزاری و سخت‌افزاری لازم برای انجام این مطالعات باید به‌طور دقیق معرفی شوند.

در نهایت، رویه ایجاد یکپارچگی بین ابزارهای مورد استفاده در انجام مطالعات پایایی در بخش‌های مختلف و همچنین رویه گردش کارهای یکپارچه برای آنها تهیه خواهد شد.

۷-۱- تدوین روش و ابزارهای انجام مطالعات پایایی در شبکه تولید

۷-۲- تدوین روش و ابزارهای انجام مطالعات پایایی در شبکه انتقال

۷-۳- تدوین روش و ابزارهای انجام مطالعات پایایی در شبکه توزیع

۷-۴- تدوین رویه یکپارچگی انجام مطالعات پایایی در شبکه برق ایران

فاز چهارم- استقرار سیستم یکپارچه انجام مطالعات قابلیت اطمینان شبکه در سطوح تولید، انتقال و توزیع

در این فاز و با استفاده از نتایج به‌دست آمده در فازهای پیشین، می‌بایست ابزارهای تهیه‌شده برای انجام مطالعات پایایی و همچنین جاری‌سازی دستورالعمل‌ها، در شرکت‌های برق انجام گردد.

۸- استقرار سیستم یکپارچه انجام مطالعات قابلیت اطمینان شبکه

۸-۱- استقرار سیستم یکپارچه انجام مطالعات قابلیت اطمینان شبکه در حوزه تولید

۸-۲- استقرار سیستم یکپارچه انجام مطالعات قابلیت اطمینان شبکه در حوزه انتقال

۸-۳- استقرار سیستم یکپارچه انجام مطالعات قابلیت اطمینان شبکه در حوزه توزیع

فاز پنجم- آموزش

در این فاز آموزش‌های لازم برای کارشناسان مربوطه در بخش‌های مختلف توزیع، انتقال و تولید و همچنین شرکت‌های توانیر، مدیریت شبکه و ... درخصوص دستورالعمل‌ها، استانداردها و ابزارهای محاسباتی انجام مطالعات پایایی که در فازهای اولیه تهیه شده‌اند، انجام خواهد شد.

۹- آموزش

۲-۷-۱- دستاوردهای پروژه

- تدوین دستورالعمل‌ها و استانداردهای در زمینه انجام مطالعات پایایی برای شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع
- تدوین روش و ابزارهای انجام مطالعات پایایی برای شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع
- استقرار سیستم یکپارچه انجام مطالعات قابلیت اطمینان شبکه در سطوح تولید، انتقال و توزیع

۳-۷-۱- مجریان پیشنهادی

- شرکت توانیر
- شرکت‌های توزیع نیروی برق
- شرکت مدیریت شبکه برق ایران
- شرکت‌های برق منطقه‌ای
- شرکت‌های مدیریت تولید
- پژوهشگاه نیرو

۴-۷-۱- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه

- ارزیابی قابلیت اطمینان در سطح تجهیزات
- روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان

۵-۷-۱- زمان موردنیاز انجام پروژه

جدول ۳-۰: تخمین مدت زمان پروژه سوم

مدت اجرای پروژه (ماه)	عنوان پروژه
۱۸	تدوین استانداردها، دستورالعمل‌ها و ابزارهای محاسباتی و استقرار سیستم یکپارچه انجام مطالعات قابلیت اطمینان شبکه در سطوح تولید، انتقال و توزیع - فازهای اول و دوم
۲۴	تدوین استانداردها، دستورالعمل‌ها و ابزارهای محاسباتی و استقرار سیستم یکپارچه انجام

عنوان پروژه	مدت اجرای پروژه (ماه)
مطالعات قابلیت اطمینان شبکه در سطوح تولید، انتقال و توزیع - فاز سوم	
تدوین استانداردها، دستورالعمل‌ها و ابزارهای محاسباتی و استقرار سیستم یکپارچه انجام مطالعات قابلیت اطمینان شبکه در سطوح تولید، انتقال و توزیع - فاز چهارم	۱۸
تدوین استانداردها، دستورالعمل‌ها و ابزارهای محاسباتی و استقرار سیستم یکپارچه انجام مطالعات قابلیت اطمینان شبکه در سطوح تولید، انتقال و توزیع - فاز پنجم	۱۲

۸-۱- تدوین ابزارهای محاسباتی و دستورالعمل‌های لازم در سطوح تولید، انتقال و توزیع

برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه‌های توسعه‌ی شبکه، برنامه‌ریزی

تعمیرات و نگهداری و بهره‌برداری

۸-۱-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش

فاز اول- تدوین ابزارهای محاسباتی و دستورالعمل‌های لازم در سطوح تولید، انتقال و توزیع برای انجام مطالعات قابلیت

اطمینان محور در زمینه توسعه‌ی شبکه

رشد روزافزون بار در شبکه برق، نیاز به توسعه شبکه را به عنوان یکی از اصلی‌ترین نیازها مطرح می‌کند. در این روند باید شبکه چه از لحاظ تولید و توزیع و چه از لحاظ انتقال به عنوان واسط این دو بخش، توسعه یابد. از طرف دیگر، قابلیت اطمینان یکی از فاکتورهای مهمی است که در بحث توسعه شبکه مطرح می‌شود. لحاظ کردن قابلیت اطمینان در بحث توسعه شبکه علاوه بر اینکه باعث حفظ و یا بهبود سطح قابلیت اطمینان شبکه خواهد شد، مانع از سرمایه‌گذاری‌های اضافه در سیستم می‌گردد.

امروزه دخیل شدن نهادهای مختلف در امر توسعه شبکه، نیاز به وجود دستورالعمل‌هایی جهت ایجاد هماهنگی بین آنها را روشن‌تر می‌کند. بر اساس الگوی عملکردی پایایی، نهادهای موثر در بحث مطالعات قابلیت اطمینان محور توسعه شبکه و نحوه‌ی ارتباط بین آنها در دسترس است. در این فاز از پروژه هدف تدوین دستورالعمل‌های هماهنگ‌کننده این نهادها مطابق با ارتباط در نظر گرفته شده در الگوی عملکردی پایایی خواهد بود.

در ادامه این روند نیز باید ابزارهای محاسباتی موجود در این بخش مورد ارزیابی قرار گیرند و قابلیت آنها در قبال جوابگویی به دستورالعمل‌های تدوین‌شده در این فاز مورد بررسی قرار گیرد. در صورت لزوم نیز باید روش‌هایی که جوابگوی دستورالعمل‌های تدوین‌شده هستند، برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور توسعه شبکه ارائه گردند.

۱- بررسی دستورالعمل‌های لازم برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور توسعه شبکه

پس از تدوین الگوی عملکردی پایایی شبکه برق ایران، نحوه‌ی ارتباط نهادها و دستورالعمل‌های موجود مرتبط با آن مشخص است. در این مرحله باید منطبق با الگوی عملکردی پایایی و با توجه به دستورالعمل‌های موجود (دستورالعمل‌های مصوب شورای پایایی در اولویت هستند)، دستورالعمل‌های مورد نیاز برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور توسعه شبکه بین نهادهای مرتبط در سه سطح تولید، انتقال و توزیع تدوین گردد. بدین منظور پس از بررسی دستورالعمل‌های موجود و مرتبط با توسعه شبکه، باید به تکمیل و تدوین آنها در سه سطح تولید، انتقال و توزیع پرداخت.

۱-۱- بررسی و تکمیل دستورالعمل‌های مرتبط با نهادهای مشخص‌شده در الگوی عملکردی پایایی جهت انجام مطالعات

قابلیت اطمینان محور توسعه شبکه در سطح تولید

۱-۲- بررسی و تکمیل دستورالعمل‌های مرتبط با نهادهای مشخص‌شده در الگوی عملکردی پایایی جهت انجام مطالعات

قابلیت اطمینان محور توسعه شبکه در سطح انتقال

۱-۳- بررسی و تکمیل دستورالعمل‌های مرتبط با نهادهای مشخص‌شده در الگوی عملکردی پایایی جهت انجام مطالعات

قابلیت اطمینان محور توسعه شبکه در سطح توزیع

۲- بررسی ابزارهای محاسباتی و تدوین روش‌های موردنیاز برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور توسعه شبکه

پس از تدوین دستورالعمل‌های مورد نیاز برای هماهنگی ارگان‌های مرتبط با توسعه شبکه، در این مرحله ابزارهای محاسباتی موجود مورد بررسی قرار خواهند گرفت. از میان این ابزارها، آن‌هایی که سازگار با الگوی عملکردی پایایی کشور و قابل پیاده‌سازی در این ساختار هستند، گزینش می‌شوند. در غیر این صورت، بر اساس دستورالعمل‌های تدوین‌شده در مرحله قبل، ابزارهای مناسب جهت پیاده‌سازی آن منطبق با الگوی عملکردی پایایی کشور تهیه خواهند شد.

۲-۱- بررسی ابزارهای محاسباتی و تدوین روش‌هایی برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور توسعه شبکه (در صورت

لزوم) در سطح تولید

۲-۲- بررسی ابزارهای محاسباتی و تدوین روش‌هایی برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور توسعه شبکه (در صورت

لزوم) در سطح انتقال

۲-۳- بررسی ابزارهای محاسباتی و تدوین روش‌هایی برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور توسعه شبکه (در صورت

لزوم) در سطح توزیع

۳- استقرار دستورالعمل‌ها، استانداردها و ابزارهای محاسباتی مرتبط با انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور توسعه شبکه و

اجرای آموزش‌های لازم

در این مرحله نتایج بدست آمده از دو مرحله قبل در شرکت‌های برق استقرار می‌یابد تا توسعه شبکه قابلیت اطمینان محور

در شبکه اجرایی گردد.

۳-۱- استقرار انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور توسعه شبکه در سطح تولید

۳-۲- استقرار انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور توسعه شبکه در سطح انتقال

۳-۳- استقرار انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور توسعه شبکه در سطح توزیع

۳-۴- آموزش انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور توسعه شبکه برای کارشناسان شرکت‌های برق

فاز دوم- تدوین ابزارهای محاسباتی و دستورالعمل‌های لازم در سطوح تولید، انتقال و توزیع برای انجام مطالعات قابلیت

اطمینان محور در زمینه برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری

یکی از مهم‌ترین بحث‌های مطرح شده در برنامه‌ریزی میان مدت، بحث تعمیرات و نگهداری قابلیت اطمینان محور خواهد

بود. تعمیر المان‌های شبکه باعث افزایش طول عمر آنها خواهد شد و از طرف دیگر تعمیر بیش از اندازه آنها موجب افزایش

هزینه می‌گردد. در این میان باید با رویکرد مناسبی به قابلیت اطمینان، بهینه نرخ تعمیر و نوع آن برای المان‌های شبکه تعیین

گردد. علاوه بر آن با ایجاد یک دیدگاه سیستماتیک باید از تعمیر همزمان المان‌هایی که می‌تواند قابلیت اطمینان شبکه را به

خطر بیاندازد، جلوگیری گردد. بدین منظور باید دستورالعمل‌های مناسبی جهت تعمیر و نگهداری تدوین گردد. هدف این فاز

ارائه این دستورالعمل‌ها جهت هماهنگ کردن ارگان‌های مرتبط با این بحث خواهد بود. در این روند الگوی عملکردی پایایی مد

نظر قرار خواهد گرفت.

در ادامه این روند نیز باید ابزارهای محاسباتی موجود در این بخش مورد ارزیابی قرار گیرند و قابلیت آنها در قبال جوابگویی به دستورالعمل‌های تدوین‌شده در این فاز مورد بررسی قرار گیرد. در صورت لزوم نیز باید روش‌هایی که جوابگوی دستورالعمل‌های تدوین‌شده هستند، برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه تعمیرات و نگهداری ارائه گردند.

۴- بررسی دستورالعمل‌های لازم برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری در این مرحله باید منطبق با الگوی عملکردی پایایی و با توجه به دستورالعمل‌های موجود در زمینه برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری با محوریت قابلیت اطمینان، دستورالعمل‌های موردنیاز برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در این زمینه بین نهادهای مرتبط در سه سطح تولید، انتقال و توزیع تدوین گردد. بدین منظور پس از بررسی دستورالعمل‌های موجود و مرتبط با تعمیرات و نگهداری (دستورالعمل‌های مصوب شورای پایایی در اولویت هستند)، باید در صورت نیاز به تکمیل و تدوین آنها در سه سطح تولید، انتقال و توزیع پرداخت.

۴-۱ بررسی و تکمیل دستورالعمل‌های مرتبط با نهادهای مشخص‌شده در الگوی عملکردی پایایی جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه تعمیرات و نگهداری در سطح تولید

۴-۲ بررسی و تکمیل دستورالعمل‌های مرتبط با نهادهای مشخص‌شده در الگوی عملکردی پایایی جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه تعمیرات و نگهداری در سطح انتقال

۴-۳ بررسی و تکمیل دستورالعمل‌های مرتبط با نهادهای مشخص‌شده در الگوی عملکردی پایایی جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه تعمیرات و نگهداری در سطح توزیع

۵- بررسی ابزارهای محاسباتی و تدوین روش‌های موردنیاز برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه تعمیرات و نگهداری

پس از تدوین دستورالعمل‌های موردنیاز برای هماهنگی ارگان‌های مرتبط با تعمیرات و نگهداری، در این مرحله ابزارهای محاسباتی موجود مورد بررسی قرار خواهند گرفت. از میان این ابزارها، آن‌هایی را که سازگار با الگوی عملکردی پایایی کشور و قابل پیاده‌سازی در این ساختار هستند، گزینش می‌شوند. در غیر این صورت، بر اساس دستورالعمل‌های تدوین‌شده در مرحله قبل، ابزارهای مناسب جهت پیاده‌سازی آن منطبق با الگوی عملکردی پایایی کشور تهیه خواهند شد.

۵-۱ بررسی ابزارهای محاسباتی موجود و تدوین روش‌هایی برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه تعمیرات و نگهداری (در صورت لزوم) در سطح تولید

- ۲-۵ بررسی ابزارهای محاسباتی موجود و تدوین روش‌هایی برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه تعمیرات و نگهداری (در صورت لزوم) در سطح انتقال
- ۳-۵ بررسی ابزارهای محاسباتی موجود و تدوین روش‌هایی برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه تعمیرات و نگهداری (در صورت لزوم) در سطح توزیع
- ۶- استقرار دستورالعمل‌ها، استانداردها و ابزارهای محاسباتی مرتبط با انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه تعمیرات و نگهداری و اجرای آموزش‌های لازم
- در این مرحله نتایج بدست آمده از دو مرحله قبل در شرکت‌های برق استقرار می‌یابد تا نگهداری و تعمیرات قابلیت اطمینان محور در شبکه اجرایی گردد.
- ۱-۶- استقرار انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه تعمیرات و نگهداری در سطح تولید
- ۲-۶- استقرار انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه تعمیرات و نگهداری در سطح انتقال
- ۳-۶- استقرار انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه تعمیرات و نگهداری در سطح توزیع
- ۴-۶- آموزش انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه تعمیرات و نگهداری برای کارشناسان شرکت‌های برق
- فاز سوم- تدوین ابزارهای محاسباتی و دستورالعمل‌های لازم در سطوح تولید، انتقال و توزیع برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری
- این فاز از پروژه برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت سیستم یا بهره‌برداری را مد نظر قرار می‌دهد. این بخش از مطالعات شبکه برق نیز به شدت متأثر از مطالعات قابلیت اطمینان خواهد بود. بهره‌برداری مطمئن از شبکه در حالی که نسبت به بخش وسیعی از پیشامدها مقاوم باشد و در عین حال هزینه‌های گزاف به سیستم تحمیل نشود، تنها با دخیل کردن قابلیت اطمینان در این دست مطالعات انجام‌پذیر خواهد بود. بدین ترتیب تدوین دستورالعمل‌های هماهنگ‌کننده این ارگان‌ها ضروری خواهد بود. در این فاز از پروژه هدف تدوین دستورالعمل‌های هماهنگ‌کننده موردنیاز برای این بخش از مطالعات شبکه خواهد بود. دستورالعمل‌های ارائه‌شده در این فاز باید مطابق با مدل ارائه‌شده در الگوی عملکردی پایایی شبکه باشد.
- در ادامه این روند نیز باید ابزارهای محاسباتی موجود در این بخش مورد ارزیابی قرار گیرند و قابلیت آنها در قبال جوابگویی به دستورالعمل‌های تدوین‌شده در این فاز مورد بررسی قرار گیرد. در صورت لزوم نیز باید روش‌هایی که جوابگویی دستورالعمل‌های تدوین شده هستند، برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری ارائه گردند.

۷- بررسی دستورالعمل‌های لازم برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری

در راستای تأمین انرژی و امنیت سیستم در زمینه بهره‌برداری شبکه قدرت و تأثیر آن، انجام مطالعات قابلیت اطمینان در کنار آن حیاتی است. با ورود عدم قطعیت‌ها، بهره‌برداری سیستم نسبت به گذشته پیچیده‌تر شده است. این مطالعات قابلیت اطمینان محور در سه سطح عمده‌ی تولید، انتقال و توزیع صورت می‌گیرد.

مراحل این فاز در هر یک از سطوح تولید، انتقال و توزیع بدین صورت است که دستورالعمل‌های موردنیاز برای به‌کارگیری در اجرای مطالعات در زمینه بهره‌برداری، با در نظر گرفتن دستورالعمل‌های موجود در کشور که سازگار با الگوی عملکردی پایایی کشور می‌باشند، استخراج و تدوین می‌شوند.

۷-۱ بررسی و تکمیل دستورالعمل‌های مرتبط با نهادهای مشخص شده در الگوی عملکردی پایایی جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری در سطح تولید

۷-۲ بررسی و تکمیل دستورالعمل‌های مرتبط با نهادهای مشخص شده در الگوی عملکردی پایایی جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری در سطح انتقال

۷-۳ بررسی و تکمیل دستورالعمل‌های مرتبط با نهادهای مشخص شده در الگوی عملکردی پایایی جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری در سطح توزیع

۸- بررسی ابزارهای محاسباتی و تدوین روش‌های موردنیاز برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری

در این مرحله ابزارهای محاسباتی موجود جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری بررسی می‌شوند. از میان این ابزارها، آن‌هایی که سازگار با الگوی عملکردی پایایی کشور و قابل پیاده‌سازی در این ساختار هستند، گزینش می‌شوند. در غیر این صورت، بر اساس دستورالعمل‌های تدوین شده در مرحله قبل، ابزارهای مناسب جهت پیاده‌سازی آن منطبق با الگوی عملکردی پایایی کشور تهیه خواهند شد. این مطالعات از دید بازیگران مختلف آن، در سه سطح تولید، انتقال و تولید با فرآیندی مشابه صورت می‌گیرد.

۸-۱ بررسی ابزارهای محاسباتی موجود و تدوین روش‌هایی برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری (در صورت لزوم) در سطح تولید

۸-۲ بررسی ابزارهای محاسباتی موجود و تدوین روش‌هایی برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری (در صورت لزوم) در سطح انتقال

۸-۳ بررسی ابزارهای محاسباتی موجود و تدوین روش‌هایی برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری (در صورت لزوم) در سطح توزیع

۹- استقرار دستورالعمل‌ها، استانداردها و ابزارهای محاسباتی مرتبط با انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری و اجرای آموزش‌های لازم

در این مرحله نتایج بدست آمده از دو مرحله قبل در شرکت‌های برق استقرار می‌یابد تا در موارد لازم بهره‌برداری از شبکه به صورت قابلیت اطمینان محور در شبکه اجرایی گردد.

- ۹-۱- استقرار انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری در سطح تولید
- ۹-۲- استقرار انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری در سطح انتقال
- ۹-۳- استقرار انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری در سطح توزیع
- ۹-۴- آموزش انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری برای کارشناسان شرکت‌های برق

۲-۸-۱- دستاوردهای پروژه

- تدوین دستورالعمل‌ها و ابزارهای لازم و استقرار مطالعات قابلیت اطمینان محور برنامه‌ریزی توسعه شبکه تولید، انتقال و توزیع
- تدوین دستورالعمل‌ها و ابزارهای لازم و استقرار مطالعات قابلیت اطمینان محور برنامه‌ریزی تعمیرات شبکه تولید، انتقال و توزیع
- تدوین دستورالعمل‌ها و ابزارهای لازم و استقرار مطالعات قابلیت اطمینان محور برنامه‌ریزی بهره‌برداری شبکه تولید، انتقال و توزیع

۳-۸-۱- مجریان پیشنهادی

- شرکت‌های برق منطقه‌ای
- شرکت‌های توزیع

- شرکت‌های مدیریت تولید
- توانیر
- شرکت مدیریت شبکه برق ایران
- پژوهشگاه نیرو

۴-۸-۱- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه

- بهبود قابلیت اطمینان

۵-۸-۱- زمان مورد نیاز انجام پروژه

جدول ۴-۰: تخمین مدت زمان پروژه چهارم

مدت اجرای پروژه (ماه)	عنوان پروژه
۴۸	تدوین ابزارهای محاسباتی و دستورالعمل‌های لازم و استقرار آنها در سطوح تولید، انتقال و توزیع برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه توسعه‌ی شبکه
۴۸	تدوین ابزارهای محاسباتی و دستورالعمل‌های لازم و استقرار آنها در سطوح تولید، انتقال و توزیع برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری
۴۸	تدوین ابزارهای محاسباتی و دستورالعمل‌های لازم و استقرار آنها در سطوح تولید، انتقال و توزیع برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه بهره‌برداری

۹-۱- تدوین مشخصات واحد مطالعات قابلیت اطمینان در هر یک از مؤسسات برق و

تدوین دستورالعمل‌ها و موارد مربوطه

۱-۹-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پروژه

یکی از نیازمندی‌های استقرار سامانه ملی پایایی در شرکت‌های برق، تبدیل مطالعات پایایی به صورت فعالیت‌های روتین و جاری شرکت‌هاست. از این رو پیشنهاد می‌گردد که در راستای اجرای الگوی عملکرد پایایی، واحدی تحت عنوان واحد مطالعات قابلیت اطمینان در هر شرکت ایجاد شود که دارای مسئولیت‌های مرتبط باشد.

۱- تدوین مشخصات و ساختار سازمانی واحدهای مرتبط با انجام مطالعات قابلیت اطمینان در هر یک از شرکت‌های وابسته

به توانیر

در این مرحله از پروژه، با توجه به الگوی عملکردی پایایی احصاشده، برای هر یک از شرکت‌های وابسته به توانیر و با توجه به نگاشت نهادی الگوی عملکردی، مشخصات واحدهای قابلیت اطمینان منطبق با نقش آنها در این الگو ارائه می‌گردد. سپس ساختار سازمانی این واحدها در شرکت‌های مربوطه مشخص می‌شود.

۲- تدوین دستورالعمل‌ها، روش‌ها و الگوریتم‌های لازم برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان در واحدهای تدوین شده در مرحله ۱ و ارائه روند گردش کارهای لازم برای انجام این کار

در این مرحله از پروژه، با توجه به الگوی عملکردی پایایی، کلیه دستورالعمل‌ها به همراه جزئیات روش‌ها و الگوریتم‌های لازم در هر یک از واحدهای تدوین شده در مرحله ۱ تدوین می‌گردد. سپس مراحل و گردش کارهای لازم جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان در این واحدها با توجه به ساختار پیشنهادی ارائه می‌گردد.

۳- تدوین نظام‌نامه صلاحیت حرفه‌ای کارشناسان با توجه به کارکردهای مختلف آنها

در این مرحله از پروژه با توجه به کارکردهای تشریح و تدقیق شده در تعاملات موجود در الگوی عملکردی پایایی، نظام‌نامه‌ای تدوین می‌گردد تا مشخصات لازم و همچنین مفاد آموزش‌های لازم مرتبط با نقش آنها و مشخصات آموزش دهنده و نحوه ارزشیابی آموزش دهنده و آموزش گیرنده، برای کسب صلاحیت حرفه‌ای کارشناسان مربوطه را تعیین نماید.

۴- اجرای نظام‌نامه صلاحیت حرفه‌ای

در این مرحله از پروژه به منظور اینکه کارشناسان واحدهای مختلف قابلیت اطمینان بتوانند نقش‌های تعیین شده در الگوی عملکردی پایایی را به درستی ایفا نمایند، زیرساخت‌های لازم برای اجرای نظام‌نامه صلاحیت حرفه‌ای ایجاد می‌گردد و سپس آموزش‌های لازم مرتبط با هر نقش به کارشناسان مربوطه داده می‌شود.

۲-۹-۱- دستاوردهای پروژه

- تبدیل فعالیت‌های قابلیت اطمینان به فعالیت‌های روتین شرکت‌ها
- آسان نمودن پایش و نظارت بر فعالیت‌های مرتبط با پایایی

۳-۹-۱- مجریان پیشنهادی

- شرکت توانیر
- شورای پایایی
- پژوهشگاه نیرو

۴-۹-۱- زیرمحوهای مطالعات پایایی مربوط به پروژه

- زیرمحو مدیریت و تنظیم قابلیت اطمینان

۵-۹-۱- زمان موردنیاز انجام پروژه

جدول ۵-۰: تخمین مدت زمان پروژه پنجم

مدت اجرای پروژه (ماه)	عنوان پروژه
۱۲	تدوین مشخصات واحد مطالعات قابلیت اطمینان در هر یک از مؤسسات برق و تدوین دستورالعمل‌ها و موارد مربوطه

۱۰-۱- بررسی و ارزیابی چالش‌های قابلیت اطمینانی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر

۱-۱۰-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش

محدودیت در منابع سوخت‌های فسیلی و نیز نگرانی در مورد آلودگی محیط‌زیست، سبب گردیده است که در چند سال اخیر برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران سیستم‌های قدرت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان یک انرژی جایگزین و کمکی برای تولید انرژی الکتریکی را مورد توجه قرار دهند. البته بعضی از خصوصیات ذاتی انرژی‌های تجدیدپذیر، فواید آن را تحت‌الشعاع قرار داده است. وجود عدم قطعیت در توان خروجی این منابع و عدم توانایی در پیش‌بینی دقیق آن، کنترل ناپذیر بودن سطح توان تولیدی این منابع در قیاس با سایر واحدهای تولیدی فسیلی و همچنین متناوب بودن توان تولیدی خروجی از مهم‌ترین این خصوصیات به‌شمار می‌آید. با توجه به این موارد، می‌توان گفت که افزایش نفوذ انرژی‌های تجدیدپذیر در سیستم‌های قدرت می‌تواند ویژگی‌ها، ساختار و امنیت شبکه را تحت‌الشعاع قرار داده و این سیستم را با چالش‌های متعددی مواجه سازد. با توجه به عدم قطعیت بالا در میزان توان تولیدی این نوع واحدها، چالش‌های جدیدی در مباحث مربوط به بهره‌برداری و برنامه‌ریزی سیستم قدرت به وجود آمده است؛ تعیین میزان رزرو مورد نیاز سیستم‌های قدرتی که دارای میزان نفوذ مشخصی از انرژی باد بوده و خواستار پذیرش سطح مشخصی از ریسک می‌باشند، از جمله این چالش‌ها است. نوسان مداوم توان خروجی این منابع و عدم قطعیت آن، لزوم پیش‌بینی هرچه دقیق‌تر و ارائه مدلی بهتر را ضروری می‌سازد.

با توجه به تغییر ترکیب منابع در سیستم‌های قدرت امروزی، حفظ کفایت منابع یک چالش پیش‌رو برای بهره‌برداران سیستم‌های قدرت است. لذا ضروری است در کنار فراهم‌سازی موقعیت مناسب برای ورود انرژی‌های پاک به سبد تولید کشور ایران توجه ویژه‌ای به بحث پایه‌ای تضمین کفایت منابع تولید و حفظ قابلیت اطمینان سیستم شود.

لذا در این پروژه، ابتدا با توجه به ویژگی‌های جغرافیایی کشور ایران، در گام اول شناسایی منابع تجدیدپذیری که امکان توسعه بیشتری خواهند داشت مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در ادامه چالش‌های قابلیت اطمینانی این منابع در شبکه برق ایران مطالعه خواهد شد. بدین منظور روش‌هایی جهت مدل‌سازی قابلیت اطمینانی این منابع با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های مربوطه برای آنها ارائه خواهد شد. در ادامه نیازمندی‌های توسعه نفوذ این منابع مطرح و راهکارهایی جهت رفع چالش‌های ناشی از گسترش بکارگیری این منابع در شبکه برق ایران ارائه خواهد شد.

۲-۱۰-۱- دستاوردهای پروژه

- شناسایی و بررسی امکان‌سنجی توسعه منابع انرژی تجدیدپذیر در کشور
- مدل‌سازی قابلیت اطمینانی هر یک از منابع شناسایی شده با توجه به عدم قطعیت‌های آن
- بررسی چالش‌های ناشی از توسعه نفوذ این منابع در بخش‌های تولید، انتقال و توزیع
- ارائه راهکارهایی به منظور مرتفع نمودن چالش‌های احتمالی در هر بخش
- ایجاد بستری مناسب جهت بهره‌مندی از منافع حاصل از توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر

۳-۱۰-۱- مجریان پیشنهادی

- شرکت توانیر
- شرکت‌های توزیع نیروی برق
- شرکت‌های مدیریت تولید
- پژوهشگاه نیرو
- شرکت‌های برق منطقه‌ای
- شرکت مدیریت شبکه برق ایران
- سازمان انرژی‌های نو ایران

۴-۱۰-۱- زیرمحوورهای مطالعات پایایی مربوط به پروژه

- روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان
- زیرمحوور منابع تولید پراکنده و انرژی‌های نو

۵-۱۰-۱- زمان موردنیاز انجام پروژه

جدول ۰-۶: تخمین مدت زمان پروژه ششم

عنوان پروژه	مدت اجرای پروژه (ماه)
بررسی و ارزیابی چالش‌های قابلیت اطمینانی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر	۱۲

۱-۱۱- بررسی و ارزیابی چالش‌های قابلیت اطمینانی مولفه‌های هوشمند در شبکه‌های

قدرت

۱-۱۱-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش

فاز اول- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت در حضور مولفه‌های هوشمند

در چند سال گذشته مباحث مختلفی در مورد این که چطور می‌توان زیرساخت‌های شبکه قدرت را به بهترین نحو به‌روز کرد، صورت گرفته است. اجماع عمومی بر این محور شکل گرفته که شبکه‌ی به‌روز شده نه تنها باید قابلیت اطمینان مناسب در برابر افزایش تقاضای برق را تأمین نماید، بلکه باید بهره‌وری کلی شبکه را نیز بالا ببرد. طراحی و پیاده‌سازی شبکه‌ای با ویژگی‌های منحصر به‌فرد و با مولفه‌های جدید می‌تواند این نیاز را برآورده سازد. ایده شبکه‌ی هوشمند در همین راستا مطرح و به‌شدت مورد استقبال قرار گرفت.

به‌طور قطع تکنولوژی‌ها و برنامه‌های زیادی در پیشبرد شبکه‌های برق به‌سمت هوشمندتر شدن نقش خواهند داشت که شامل ریزشبکه‌ها، ذخیره‌سازهای انرژی، خودروهای برقی، سیستم‌های کارآمد انتقال داده، ادوات FACTS خواهند بود. در حال حاضر، پروژه‌های زیادی در زمینه‌های مرتبط در حال انجام است که اهمیت این بحث را در ساختار مدیریتی و تصمیم‌گیری تأیید می‌کند.

از این رو در این پروژه ابتدا مولفه‌های هوشمندسازی شبکه در سطح تولید، انتقال و توزیع شناسایی شده و در ادامه با مدل‌سازی تلکنولوژی‌های نوین در هر بخش منافع احتمالی توسعه این ادوات مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت هوشمند و توسعه روش‌هایی بدین منظور، نحوه مدل‌سازی تلکنولوژی‌ها و ادوات جدید مانند انواع ذخیره‌سازهای انرژی، تلکنولوژی‌های الکترونیک قدرت، تجهیزات اندازه‌گیری پیشرفته، خودروهای برقی و سیستم‌های انتقال داده و غیره در مساله قابلیت اطمینان، بررسی تاثیر و نقش آنها در بهبود قابلیت اطمینان شبکه و مدل‌سازی وابستگی‌ها و ارتباط لایه‌های مختلف شبکه هوشمند مانند لایه اطلاعات، مخابرات، نرم‌افزار در کنار سیستم قدرت در مساله قابلیت اطمینان و ارائه روش‌های نوین بدین منظور از مهمترین اهداف این پروژه به شمار می‌روند.

فاز دوم- بررسی تاثیر حملات سایبری بر پایایی شبکه برق ایران

سیستم‌های تولید برق امروزی با توجه به ورود فناوری‌های جدید بیش از پیش یکپارچه گردیده‌اند. هرچند که این یکپارچه‌سازی موجب افزایش بازده در سیستم و هوشیاری بیشتر نسبت به وضعیت سیستم شده است اما در عین حال خطر حملات سایبری روی سیستم نیز افزایش یافته است. قبل از یکپارچه شدن سیستم‌ها حملات سایبری به عنوان خطر بزرگی برای سیستم قدرت به شمار نمی‌رفتند. زیرا تنها به یک ناحیه‌ی کوچک دسترسی داشتند. لیکن پیشرفت‌های حاصل در یکپارچه‌سازی سیستم‌ها موجب دسترسی به نواحی و قسمت‌های بیشتری شده و لذا یک حمله‌ی سایبری به تنهایی می‌تواند روی قسمت‌های زیادی از شبکه تأثیر بگذارد. ایجاد توازن بین نیاز به یکپارچه‌سازی و افزایش ریسک حملات سایبری به سیستم چالشی پیش رو برای پایایی شبکه است که باید به آن توجه شود.

منظور از امنیت سایبری در صنعت برق حفاظت از اطلاعات، ارتباطات و وسایل الکترونیکی از سخت‌افزار تا نرم‌افزار است. حمله‌های سایبری به سیستم قدرت می‌تواند جریان تبادل اطلاعات به همراه کار فیزیکی بعضی از المان‌های قدرت را مختل نماید. هرچند که حمله‌ی سایبری بزرگی تا اکنون روی شبکه‌های برق بزرگ انجام نشده منتها ریسک این حملات در ابعاد بزرگ بالا بوده و باید در نظر گرفته شود.

حملات انجام شده به تأسیسات برقی در کشور ایالت متحده به سیاست‌گذاران یادآوری کرد که تأسیسات برقی و الکتریکی این کشور در معرض حملات سایبری و فیزیکی قرار دارند و نسبت به این حملات بسیار آسیب‌پذیر هستند. لذا برای مقابله با چنین خطراتی به دولت پیشنهاد داده‌اند از قدرت اجرایی خود استفاده کرده و به منظور بالا بردن امنیت سایبری اقدامات بیشتری را در این زمینه صورت دهند (اقداماتی نظیر بهبود استانداردهای صنعت). از دیگر اقدامات مؤثر در این زمینه همکاری

دولت با کنگره این کشور به منظور تصویب قوانینی است که به شرکت‌ها این اجازه را می‌دهد تا اطلاعاتشان در زمینه آسیب‌پذیری و نقاط ضعف شبکه‌های داخلی خود را به آسانی در اختیار سایر شرکت‌ها و همچنین دولت قرار دهند. بسیاری از این شرکت‌ها معتقدند همکاری با دولت و یا سازمان‌های اطلاعاتی در این موضوع و در اختیار گذاشتن اطلاعات مربوط به فعالیت هکرهای کامپیوتری در شبکه‌های داخلی این شرکت‌ها، به منزله نقض قوانین مربوط به حریم خصوصی است. چرا که نظارت مستمر بر تهدیدات سایبری مستلزم بررسی اطلاعات مشتریان این شرکت‌ها است و شرکت‌ها اجازه ندارند چنین اطلاعاتی را در اختیار دولت قرار دهند.

با توجه به توضیحات داده شده ضروری است که خطر حملات سایبری جدی گرفته شده و برای آن تمهیداتی اندیشیده شود. در واقع تکنولوژی‌های جدید در کنار سودآوری می‌توانند خطر این گونه از حملات را نیز افزایش دهند. با توجه به این توضیحات، هدف از این پروژه بررسی خطر حملات سایبری به شبکه برق کشور و تأثیر آن در پایایی می‌باشد. همچنین راه کارهای مناسبی جهت کاهش ریسک از دید قابلیت اطمینان ارائه می‌گردد.

۲-۱۱-۱- دستاوردهای پروژه

- شناسایی و مدل‌سازی مولفه‌های شبکه‌های هوشمند در سطوح تولید، انتقال و توزیع
- بررسی چالش‌های هوشمندسازی بر قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت
- ارائه روش‌های به منظور بررسی اثرات توسعه این ادوات و تکنولوژی‌ها بر قابلیت اطمینان
- بسترسازی مناسب جهت توسعه مولفه‌های شبکه هوشمند

۳-۱۱-۱- مجریان پیشنهادی

- شرکت توانیر
- شرکت‌های توزیع نیروی برق
- شرکت‌های برق منطقه‌ای
- شرکت‌های مدیریت تولید
- شرکت مدیریت شبکه برق ایران
- پژوهشگاه نیرو

۴-۱۱-۱- زیرمحوورهای مطالعات پایایی مربوط به پروژه

- روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان
- زیرمحوور شبکه‌های هوشمند و تکنولوژی‌های نو

۵-۱۱-۱- زمان مورد نیاز انجام پروژه

جدول ۰-۷: تخمین مدت زمان پروژه هفتم

عنوان پروژه	مدت اجرای پروژه (ماه)
بررسی و ارزیابی چالش‌های قابلیت اطمینانی مولفه‌های هوشمند در شبکه‌های قدرت	۱۸

۱۲-۱- بررسی و ارزیابی چالش‌های کفایت سیستم‌های سوخت‌رسانی بر قابلیت اطمینان

شبکه برق ایران

۱-۱۲-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش

نیروگاه‌های گازی و تولیدات برق وابسته به منابع گازی در دو دهه‌ی گذشته در کشورهای مختلف سرتاسر جهان به صورت فراوانی افزایش یافته است. با از مدار خارج شدن نیروگاه‌های قدیمی و رشد تولیدات متغیر وابستگی سیستم‌ها به منابع گازی فزونی یافته است. لذا ایجاد هماهنگی بین این دو صنعت یعنی گاز و برق، کفایت زیرساخت‌های گاز و تأثیرات خرابی منابع گازی روی قابلیت اطمینان سیستم از جمله مسائل مهم پیش روی پایایی سیستم خواهد بود.

در سال ۲۰۱۳ قسمت غربی آمریکای شمالی دارای ظرفیت نصب شده ۹۵۰۰۰ مگاوات از منابع گازی بوده است، یعنی ۴۰ درصد کل ظرفیت نصب شده در این بخش از ایالات متحده. در ایران نیز تولید گاز طبیعی رقم بالایی است به طوری که گزارش‌های منتشر شده از سوی شرکت بریتیش پترولیوم انگلیس نشان می‌دهد تا پایان سال ۲۰۱۳ میلادی ایران با تولید سالانه ۱۶۶ میلیارد مترمکعب گاز پس از کشورهای ایالات متحده آمریکا، روسیه و کانادا در ردیف چهارمین کشور بزرگ تولیدکننده گاز جهان قرار گرفته بود.

هر چند که رابطه‌ی بین صنایع گاز و برق مشخص است، لیکن تأثیرات احتمالی این ارتباطات روی قابلیت اطمینان سیستم به‌خوبی بررسی و مشخص نگردیده است. مسائلی چون ماهیت نامطمئن و قطعی‌پذیر منابع گازی، زمان‌بندی‌ها و تفاوت‌های عملکردی بین دو صنعت می‌تواند تأثیر مستقیمی روی قابلیت اطمینان سیستم داشته باشد. با توجه به اینکه تولید برق کاربرد اصلی گاز طبیعی نیست، به وجود آمدن مشکل برای تولید و رساندن گاز طبیعی به نیروگاه‌ها مسئله‌ساز خواهد بود. دماهای بسیار بالا یا پایین می‌توانند در انتقال گاز طبیعی تأثیر بگذارند. به‌عنوان مثال در سال ۲۰۱۳ در قسمت شرقی ایالات متحده عدم در دسترس بودن گاز طبیعی موجب به وجود آمدن یک چالش بزرگ گردید. حوادث ناشی از شرایط بد جوی نیز می‌تواند بر کنترل نیروگاه‌های گاز طبیعی تأثیر منفی بگذارد. در سال ۲۰۱۱ در تگزاس آمریکا آب و هوای بسیار سرد موجب شد که بعضی از کنترل‌های نیروگاه‌ها یخ بزنند.

برنامه‌ریزان سیستم قدرت معمولاً دینامیک‌های منابع تأمین سوخت را در نظر نمی‌گیرند. هر چند که با اضافه شدن تولیدات مربوط به منابع گازی، کفایت سیستم تابعی از منابع گاز طبیعی و ظرفیت و قابلیت اطمینان لوله‌ها نیز می‌شود. عوامل مختلفی وجود دارند که منابع گاز را به چالشی برای قابلیت اطمینان سیستم تبدیل می‌کنند. این عوامل عبارت‌اند از افزایش وابستگی به تولیدات گاز طبیعی، ویژگی‌های خاص لوله‌های گاز، مسائل به وجود آمده توسط شرایط آب و هوایی، خرابی تجهیزات و عدم عملکرد ژنراتورها در زمان مقرر. لذا ضروری است که تأثیر خرابی‌های احتمالی شبکه گاز در قابلیت اطمینان تولید برق دیده شود. در این راستا این پروژه به دنبال دستیابی به اهداف زیر خواهد بود:

- ادغام در دسترس‌پذیری منابع سوخت با مدل‌های کفایت منابع تولید
- ارزیابی ریسک‌های مرتبط با تأمین سوخت لازم واحدهای تولیدی ناشی از عدم قطعیت‌های موجود در شرایط آب و هوایی هر منطقه و توسعه روش‌های نوین بدین منظور
- بررسی تأثیر وابستگی شدید منابع تولید به سوخت گاز و محاسبه قابلیت اطمینان سیستم سوخت رسانی و حمل و نقل و عرضه سوخت
- نحوه مخابره و تبادل اطلاعات و محدودیت‌های عملکردی لوله‌های گاز بین سازمان‌های مربوط به پایایی شبکه و نیروگاه‌های گازی.
- هماهنگی و تطابق‌پذیری سیستم با تغییرات فشار در لوله‌ها، ناشی از افزایش استفاده از منابع گاز طبیعی.

- ارزیابی طرح‌های آمادگی برای مقابله با حوادث مربوط به خطاهای سیستم ناشی از خرابی تجهیزات منابع گاز طبیعی.

۱-۱۲-۲- دستاوردهای پروژه

- شناسایی چالش‌های پیش‌رو در زمینه کمبود منابع سوخت مورد نیاز در صنعت برق
- هماهنگی بیشتر سیستم‌های سوخت‌رسانی به‌ویژه شبکه گاز و شبکه‌های قدرت
- بررسی آسیب‌پذیری‌های شبکه گازرسانی و تاثیر آن بر قابلیت اطمینان شبکه برق

۱-۱۲-۳- مجریان پیشنهادی

- شرکت توانیر
- شرکت مدیریت شبکه برق ایران
- پژوهشگاه نیرو
- شرکت‌های برق منطقه‌ای
- شرکت ملی گاز ایران
- شورای پایایی شبکه برق کشور
- شرکت‌های مدیریت تولید

۱-۱۲-۴- زیرمحوهای مطالعات پایایی مربوط به پروژه

- روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان
- زیرمحو کفایت منابع سوخت
- زیرمحو مطالعات قابلیت اطمینان در افق بهره‌برداری و برنامه‌ریزی

۱-۱۲-۵- زمان موردنیاز انجام پروژه

جدول ۸-۰: تخمین مدت زمان پروژه هشتم

عنوان پروژه	مدت اجرای پروژه (ماه)
بررسی چالش‌های کفایت سیستم‌های سوخت‌رسانی بر قابلیت اطمینان شبکه برق ایران	۱۲

۱۳-۱- بررسی و ارزیابی چالش تغییرات شرایط اقلیمی بر قابلیت اطمینان شبکه برق ایران

۱-۱۳-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش

یکی از مهم‌ترین مسائل تاثیرگذار بر قابلیت اطمینان شبکه تغییر شرایط اقلیمی می‌باشد. افزایش درجه‌ی حرارت، کاهش میزان بارش و کمبود منابع آبی، ذوب شدن یخ‌های قطبی، بالا آمدن سطح آب‌های آزاد و بی‌نظمی در پدیده‌های آب و هوایی از مهم‌ترین پیامدهای تغییر اقلیم محسوب می‌شوند. کارشناسان حوزه‌ی اقلیم‌شناسی معتقدند، ایران نیز به همراه دیگر کشورهای جهان دچار تغییر اقلیم شده است و در زمان حاضر نیز نشانه‌هایی از دگرگونی اقلیمی در ایران قابل مشاهده است.

چالش پیش‌روی، شناسایی اثرات این تغییرات بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت می‌باشد. لازم است که طرح‌هایی برای کاهش اثرات و یا سازگاری با آن‌ها توسعه داده شود. این فرایند می‌تواند برای شرکت‌هایی که نواحی بزرگی را زیر پوشش خود دارند، پیچیده‌تر باشد. در ایران ناهنجاری‌های اقلیمی مانند خشک‌سالی‌های بلند مدت و روند دار بودن تغییرات دما و بارش نشان‌دهنده‌ی عمق اثرات تغییر اقلیم است و به مفهوم واقعی می‌توان نشانه‌هایی از این پدیده را در کشور مشاهده کرد. منابع مختلف از رشد روز افزون بیابان‌ها، از بین رفتن یا کاسته شدن قابل ملاحظه ذخایر برفی مناطق کوهستانی و یخچالی، افزایش دما و روند کاهشی مقدار بارش خبر می‌دهند.

تغییرات آشراط اقلیمی ممکن است روی کفایت منابع آب در آینده اثرگذار باشد و چالش‌هایی ایجاد نماید که باید در نظر گرفته شوند. تغییرات در بارش شامل کاهش و یا افزایش مقدار بارندگی به همراه جابه‌جایی زمانی در چرخه‌ی بارش است. این تغییرات می‌تواند روی مقدار برف، دبی رودخانه‌ها و دسترسی به آب برای نیروگاه‌های آبی تأثیر بگذارد. ظرفیت منابع آبی در دهه‌ی گذشته کاهش اندکی داشته است و لذا نقش این واحدها در پرتفوی منابع تولید توان آینده باید با دقت بررسی گردد. با توجه به سیاست‌ها و آیین‌نامه‌های موجود احتمال افزایش قابل توجه این منابع در آینده‌ی نزدیک کم است. به‌علاوه سیاست‌ها و آیین‌نامه‌های جدید برای استفاده از آب در خنک‌سازی نیروگاه و قوانین زیست محیطی، موجود بودن منابع آبی و استفاده از آن‌ها را مورد تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین این عوامل باید در هنگامی که نقش منابع آبی در برنامه‌ریزی و بهره‌برداری ارزیابی می‌گردد، در نظر گرفته شوند.

خشک‌سالی در اثر تغییر در بارش‌های سالیانه و هم‌چنین افزایش دما در مدت زمانی طولانی به وجود می‌آید. خشک‌سالی موجب به وجود آمدن چالش برای سیستم قدرتی است که به منابع آبی هم به عنوان سوخت و هم به عنوان خنک‌کننده

وابستگی بالایی دارد. به علاوه آب یک کالایی رقابتی بین صنعت‌های مختلف به حساب می‌آید. کمبود منابع آبی در اثر خشک‌سالی باعث شدت گرفتن این رقابت می‌شود. به عبارتی کمبود منابع آب موجب اولویت‌بندی صنایع مختلف از قبیل کشاورزی و ... برای استفاده از آب می‌شود. لذا در این شرایط انجام تحلیل‌های قابلیت اطمینان محور بر روی شبکه قدرت که کمبود منابع اولیه انرژی مانند منابع آبی را در نظر بگیرند از اولویت و اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین هدف اصلی این پروژه بررسی تغییرات اقلیمی و مشخص‌سازی تأثیر احتمالی آن بر قابلیت اطمینان سیستم به خصوص کفایت منابع تولید است.

۲-۱۳-۱- دستاوردهای پروژه

- شناسایی اثرات و چالش‌های قابلیت اطمینانی تغییرات شرایط اقلیمی

۳-۱۳-۱- مجریان پیشنهادی

- شرکت توانیر
- وزارت نیرو
- شورای پایایی
- پژوهشگاه نیرو

۴-۱۳-۱- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه

- زیرمجموعه کفایت منابع سوخت
- زیرمجموعه برنامه‌های اضطراری

۵-۱۳-۱- زمان مورد نیاز انجام پروژه

جدول ۹-۰: تخمین مدت زمان پروژه نهم

مدت اجرای پروژه (ماه)	عنوان پروژه
۲۴	بررسی چالش تغییرات شرایط اقلیمی بر قابلیت اطمینان شبکه برق ایران

۱۴-۱- بررسی و ارزیابی چالش‌های فرایند تجدیدساختار و شکل‌گیری بازارهای برق بر

قابلیت اطمینان شبکه برق ایران

۱-۱۴-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش

صنعت برق در دنیا در یکی دو دهه گذشته دستخوش تغییرات اساسی گردیده است که این تغییرات تحت عناوین مختلفی چون مقررات زدایی^۱، بازنگری در قوانین^۲ و یا تجدید ساختار^۳ و ... بیان می‌گردند. در ساختار سنتی و قدیمی که تحت عنوان سیستم‌های با ساختار یکپارچه عمودی^۴ شناخته می‌شد یک شرکت برق مسئولیت تولید، انتقال و توزیع برق را برعهده داشته و یا به نوعی انحصار تولید، انتقال و توزیع برای مصرف‌کنندگان واقع در حوزه شرکت، در اختیار آن قرار داشت. در ساختار جدید یک شرکت از این انحصار ذاتی بهره نمی‌برد بلکه با مجزاسازی بین بخش‌های مختلف صنعت برق، اداره و مالکیت هر یک از سه شرکت تولید، انتقال و توزیع، از مالکیت توسط یک شرکت واحد، جدا می‌گردد.

در حال حاضر در اکثر کشورهای دنیا بازار برق راه‌اندازی شده و یا اینکه در حال مطالعه و راه‌اندازی می‌باشد. در کشور ما نیز در راستای این تجدید ساختار، از اوایل آبان ماه سال ۱۳۸۲ بازار برق رسماً راه‌اندازی گردید. از لحاظ ساختار، بازار برق ایران ابتدا تنها با حضور بازار روز بعد راه‌اندازی شد و در ادامه و طی دستورالعمل‌ها و رویه‌های مختلف که در سال‌های بعد تصویب شد، بخش‌های مختلف نظیر خدمات جانبی و بورس انرژی و... نیز راه‌اندازی شد.

آزادسازی صنعت برق در کنار تمام مزایا و نکات مثبت خود، برخی پیچیدگی‌های عملیاتی و ریسک‌های مالی را نیز با خود به ارمغان می‌آورد. در یک بازار برق آزادسازی شده، از یک طرف تعداد بازیگران و فعالان بازار افزایش یافته و روابط بین آنها پیچیده‌تر می‌شود و از طرف دیگر تبادلات مالی پرحجمی بین این بازیگران شکل می‌گیرد. این موضوع سبب می‌شود ریسک‌هایی مثل نوسانات قیمت، نوسانات حجم، ریسک‌های اعتباری و ریسک‌های عملیاتی بروز نماید. بنابراین در محیط تجدید ساختار یافته سیستم‌های قدرت، از یک‌سو شناسایی و مطالعه دقیق اثرات ریسک‌های مختلف مرتبط با بازیگران مختلف

۱- Deregulation

۲- Reregulation

۳- Restructuring

۴- Vertically Integrated Utility (VIU)

بازار بر قابلیت اطمینان سیستم اهمیت بسیاری داشته و از سوی دیگر طراحی و به‌کارگیری راه‌کارها و روش‌هایی برای مدیریت و رفع چالش‌های احتمالی بر قابلیت اطمینان سیستم بسیار ضروری خواهد بود.

۱- نحوه تنظیم قابلیت اطمینان در بخش تولید

در محیط تجدید ساختار، بر خلاف بخش توزیع و انتقال، امکان رقابت در بخش تولید وجود داشته و بر همین اساس برخی از متخصصان اقتصاد سیستم قدرت بر این عقیده‌اند که می‌بایست فرایند سرمایه‌گذاری در بخش تولید کاملاً به مکانیزم عرضه و تقاضا سپرده شده و نباید سازوکار متمرکزی برای کنترل یا ترغیب به سرمایه‌گذاری در نیروگاه‌های برق وجود داشته باشد و بازار به تنهایی باید بتواند سطح بهینه ظرفیت تولید را برای تأمین تقاضا تعیین نماید. تجربیات نشان داد که پیاده‌سازی این نظریه در صنعت برق موجب ایجاد جهش‌های سوزنی در قیمت برق می‌شود که برای مشترکین غیر قابل تحمل هستند. از این رو و بمنظور ترغیب سرمایه‌گذاری در نیروگاه‌ها و حفظ کفایت و امنیت سیستم تولید، مکانیزم‌هایی مانند پرداخت بابت ظرفیت، بازار ظرفیت، بازار قابلیت اطمینان ارائه گردیده‌اند که هر کدام دارای نقاط ضعف و قوت مخصوص به خود می‌باشند. صنعت برق ایران حرکتی را بسمت تجدید ساختار آغاز کرده و یکی از بزرگترین چالش‌های روبروی آن، مکانیزم تشویق سرمایه‌گذاری در بخش نیروگاهی می‌باشد. بدیهی است که کفایت و امنیت سیستم قدرت به شدت متأثر از مکانیزم تشویق سرمایه‌گذاری خواهد بود و لذا می‌بایست با هدف تأمین کفایت و امنیت در بستر بازار برق ایران، مکانیزمی بمنظور تشویق سرمایه‌گذاری در بخش نیروگاهی ارائه گردد.

۲- تنظیم قابلیت اطمینان در بخش انتقال و توزیع

در سمت توزیع و انتقال به دلیل مشخصه ذاتاً انحصاری آنها، رقابت (حداقل در قسمت سیم‌داری) امکان‌پذیر نیست. به دلیل هزینه بسیار بالای احداث شبکه‌های توزیع و انتقال، ایجاد بیش از یک زیرساخت برای شبکه توزیع، امری غیر اقتصادی می‌باشد. هر جا که انحصار باشد اولین قشری که آسیب‌پذیر است، مشتریان و مصرف‌کنندگان خواهند بود. شرکت‌های توزیع و انتقال، برق را با هر کیفیت و قیمتی که بخواهند ارائه می‌دهند و از آنجایی که انتخاب دومی برای مصرف‌کنندگان وجود ندارد، به‌ناچار مجبور به پذیرش آن هستند. برای حل این معضل مقرراتی وضع شده است که قانون‌گذار به‌وسیله این مقررات قادر خواهد بود بر عملکرد شرکت‌های انحصاری کنترل داشته یا اصطلاحاً عملکرد شرکت‌ها را تنظیم کند. معمولاً قانون‌گذاران از قوانین اقتصادی برای نظارت و کنترل بر شرکت‌های انحصاری استفاده می‌نمایند. این قوانین بایستی به‌گونه‌ای باشد که مشتریان را در برابر خطر ناشی از انحصار کامل این شرکت‌ها

محافظت نموده و برای شرکت‌ها نیز امکان جذب سرمایه‌های لازم برای ارائه خدمات مطلوب را فراهم آورند. روش‌های تنظیم قابلیت اطمینان در بخش انتقال و توزیع را می‌توان در دو دسته روش‌های مبتنی بر هزینه، تشویقی و یا مبتنی بر عملکرد تقسیم بندی کرد. چالش‌ها و زیرساخت‌های لازم برای اجرای هر یک از روش‌های مذکور در صنعت برق ایران می‌بایست مورد مطالعه و ارزیابی قرار گیرد تا متناسب با شرایط صنعت برق ایران مکانیزم مناسب برای تنظیم قابلیت اطمینان در بخش‌های انتقال و توزیع ارائه گردد.

این پروژه در نظر دارد چالش‌های قابلیت اطمینانی ناشی از افزایش رقابت در عرصه خرید و فروش برق در کشور و ارتقای بازار برق ایران را مورد بررسی قرار دهد. مهم‌ترین اهداف این پروژه را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- بررسی اثرات وقوع تجدید ساختار بر رویه‌ها و فرایندهای موجود مانند تاثیر بر فرایند ارزیابی قابلیت اطمینان، بهره‌برداری، برنامه‌ریزی
- بررسی تاثیر قوانین و دستورالعمل‌های ایجاد شده در شرایط بازار رقابتی بر قابلیت اطمینان شبکه قدرت
- تاثیر تشکیل بازار برق بر کارایی و قابلیت اطمینان نیروگاه‌ها از جمله نیروگاه‌های هسته‌ای
- تاثیر بازیگران جدید در این عرصه بر حفظ امنیت شبکه و مدل‌سازی رفتار آنها در مطالعات قابلیت اطمینان شبکه
- معرفی معیارهای جدید در سنجش امنیت شبکه
- معرفی و ارائه مکانیسم‌هایی جهت بهبود و کنترل‌های قابلیت اطمینان و امنیت شبکه در این شرایط
- بررسی رفتار تصادفی بازار بر قابلیت اطمینان سیستم
- بررسی فرایندهای ایجاد شده در فضای تجدید ساختار یافته و رقابتی و تاثیر آن بر قابلیت اطمینان شبکه مانند تعیین استراتژی بهینه قیمت دهی واحدهای تولیدی، تسویه همزمان بازارهای انرژی و رزرو، شرکت در بازارهای خدمات جانبی و ...
- بررسی روش‌های مختلف تنظیم شبکه‌های توزیع و چالش‌های پیاده‌سازی آنها در شبکه برق ایران
- تهیه و تدوین مقررات لازم، ایجاد زیرساخت‌های مورد نیاز برای ایجاد انگیزش در اثرگذاران بمنظور ایجاد تحول و بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع

۲-۱۴-۱- دستاوردهای پروژه

- شناسایی ریسک‌ها و عدم قطعیت‌های مرتبط با توسعه فضای رقابتی و ایجاد تجدیدساختار
- مقابله با چالش‌های احتمالی توسعه بازار برق بر قابلیت اطمینان شبکه
- سرعت‌بخشی بر فرایند توسعه فضای رقابتی و ایجاد زیرساخت‌ها
- ارائه راه‌حل‌های مبتنی بر بازار جهت بهبود و مدیریت قابلیت اطمینان شبکه

۳-۱۴-۱- مجریان پیشنهادی

- شرکت توانیر
- شرکت مدیریت شبکه برق ایران
- شورای پایایی شبکه برق کشور
- پژوهشگاه نیرو

۴-۱۴-۱- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه

- زیرمجموعه روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان
- ارزیابی قابلیت اطمینان در فضای رقابتی

۵-۱۴-۱- زمان مورد نیاز انجام پروژه

جدول ۱۰-۰-۰: تخمین مدت زمان پروژه دهم

عنوان پروژه	مدت اجرای پروژه (ماه)
بررسی چالش‌های قابلیت اطمینانی فرایند تجدیدساختار و شکل‌گیری بازارهای برق در ایران	۲۴

۱۵-۱- بررسی چالش سیاست‌های حفاظت از محیط زیست بر پایایی شبکه برق ایران

۱-۱۵-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش

یکی از مهمترین اصول در توسعه پایدار طرح‌های صنعتی و عمرانی کشور، ظرفیت و پتانسیل پذیرش محیط از نظر دریافت آلاینده‌ها است. به طوری که مشخص کردن میزان آلودگی منتشره از صنایع هر منطقه تعیین‌کننده امکان توسعه طرح‌های

صنعتی در آن منطقه می‌باشد. عوامل دیگری چون اولویت‌بندی فعالیت‌های صنعتی کشور و در نظر گرفتن میزان آلودگی منتشره به ازای محصول تولیدی در هر واحد صنعتی با لحاظ نمودن هزینه آلودگی منتشره از صنایع در این امکان سنجی موثرند.

در صنعت برق همانند سایر صنایع، با توجه به روند رو به رشد تولید و مصرف انرژی در دو دهه گذشته و سهم عمده نیروگاه‌های حرارتی در تولید، باید آلودگی‌های گازی، آبی و جامد منتشره از نیروگاه‌های حرارتی در هر منطقه برآورد گردد. زیرا با توجه به سهم بالای نیروگاه‌های کشور در آلوده‌سازی هوای محیط و به خطر انداختن سلامت عمومی جامعه ناشی از اثرات گازهای CO₂ (گرمایش جهانی و تغییر اقلیم)، NO_x (تشکیل مه دود فتو شیمیایی و سنتز ازن سطحی که موجب اختلال در سیستم تنفسی انسان می‌گردد)، SO₂ (ترکیب اسیدی در منطقه و ایجاد سکنه قلبی و مغزی)، ذرات معلق PM₁₀ (عامل نارسایی تنفسی و بیماری‌های قلبی)، بحث شناخت و کاهش آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های صنعت تولید برق در دراز مدت نقشی حیاتی و استراتژیک خواهد داشت

پیاده‌سازی قوانین و مقررات جدید در حوزه حمایت از محیط زیست نگرانی و چالش‌های را متوجه بحث قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت نموده است. البته وارد کردن شوک بزرگ به سیستم قدرت ناشی از اجرای این مقررات بسیار بعید به نظر می‌رسد. این قوانین تنها منجر به تغییر اندکی در ظرفیت شبکه تولید خواهند شد.

بسته به اینکه چگونه این قوانین و مقررات پیاده‌سازی شوند و اینکه چگونه صنعت برق و قانون‌گذاران نسبت به آن واکنش نشان دهند، بسیار محتمل است که این مقررات قابلیت اطمینان سیستم قدرت را تحت تاثیر خود قرار دهند. این قوانین و طرح‌های یاد شده می‌توانند بر واحدهای شبکه تولید، ظرفیت شبکه و حاشیه رزرو مورد نیاز برای سیستم موثر باشد. به هر حال این مقررات منجر به افزایش سرمایه‌گذاری در توسعه تکنولوژی‌های کنترل آلاینده‌ها خواهد شد.

مطالعات متعددی در طی سال‌های اخیر به بررسی تاثیر مقررات جدید در حوزه حفاظت از محیط زیست بر صنعت برق پرداخته‌اند. در این مطالعات مهمترین عواملی که مورد توجه قرار گرفته است شامل مواردی مانند کنار گذاشتن ژنراتورهای زغال سنگی، تاثیر بر قابلیت اطمینان سیستم و میزان سرمایه‌گذاری‌های جهت کنترل میزان آلودگی‌های ژنراتورهای موجود می‌باشد.

با توجه به بحران‌های زیست محیطی موجود در کشور مانند آلودگی هوا، کمبود منابع آبی و از بین رفتن بسیاری فضای طبیعی در اثر مدیریت نادرست، توجه بیشتر به این موارد از اهمیت وافری برخوردار خواهد بود. از این رو در این پروژه ابتدا ابعاد

مختلف سیاست‌گذاری‌های زیست‌محیطی روی پایایی شبکه برق ایران بررسی می‌شود، سپس تأثیری که الگوهای جدید ایجاد شده در شبکه روی پایایی آن می‌گذارد بررسی، چالش‌های موجود شناسایی شده و در صورت لزوم راهکارهای مناسب ارائه می‌گردد.

۱-۱۵-۲- دستاوردهای پروژه

- هماهنگی و هم‌گام نمودن سیاست‌های حمایت از محیط زیست و فعالیت‌های لازم جهت ارتقاء سطح پایایی کشور
- بررسی چالش‌های ایجاد شده بر قابلیت اطمینان سیستم در اثر توسعه سیاست‌های زیست محیطی

۱-۱۵-۳- مجریان پیشنهادی

- وزارت نیرو
- شورای پایایی
- شرکت توانیر
- پژوهشگاه نیرو

۱-۱۵-۴- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه

- زیرمجموعه سیاست‌های زیست محیطی
- زیرمجموعه استانداردهای قابل اطمینان
- زیرمجموعه روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان

۱-۱۵-۵- زمان موردنیاز انجام پروژه

جدول ۱۱-۰: تخمین مدت زمان پروژه یازدهم

عنوان پروژه	مدت اجرای پروژه (ماه)
بررسی تاثیر سیاست‌های حفاظت از محیط زیست بر پایایی شبکه برق ایران	۱۲

۱۶-۱- پروژه توسعه پتانسیل‌های سمت مصرف جهت بهبود پایایی شبکه

۱۶-۱-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش

موضوع مدیریت مصرف از جمله مباحث مهمی است که در سرلوحه طرح‌ها و برنامه‌های صنعت برق کشور از سال‌های گذشته تاکنون وجود داشته است. امروزه اهمیت و نقش مباحث مدیریت مصرف در برنامه‌های توسعه کشورهای پیشرفته و در حال توسعه کاملاً روشن و واضح است و اکثر کشورهایی که دارای برنامه‌های بلند مدت و کوتاه مدت هستند، مدیریت سمت مصرف را در برنامه‌ریزی‌های خود و در برنامه‌های استراتژیک مد نظر قرار داده و بخشی از بودجه توسعه ظرفیت‌های تولید، انتقال و توزیع را اختصاص به بهینه‌سازی و کاهش مصرف می‌دهند. به ویژه در سال‌های اخیر با کاهش ذخایر نفتی این حساسیت دوچندان شده است. این در حالی است که نرخ انرژی در اکثر این کشورها واقعی و یا با یارانه کم است و عوامل انگیزشی مناسبی در مصرف‌کنندگان برای استفاده بهینه از انرژی وجود دارد.

برنامه‌های مدیریت سمت تقاضا از تنوع بسیار زیادی برخوردار بوده و در پی دستیابی به اهداف مختلفی نیز به اجرا درمی‌آیند. به عبارتی، بسته به اینکه این قبیل برنامه‌ها از سوی چه نهادی اجرا شوند، درجه اهمیت اهداف می‌تواند بسیار گوناگون باشد. از طرفی، اجرای برنامه‌های مدیریت مصرف منافع بسیاری برای تعداد زیادی از ذینفعان سیستم توزیع تجدید ساختار شده در بر دارد، لذا این گستردگی و جامع المنافع بودن این‌گونه برنامه‌ها باعث می‌شود که این گزینه همواره یکی از موارد مهم تحقیقاتی به شمار آید و بازیگران زیادی که به نحوی در ارتباط با بازار توزیع می‌باشند خواستار بررسی جنبه‌های مختلف این‌گونه برنامه‌ها بر سود و زیان خود باشند.

در کشور ما به دلیل عدم حذف کامل یارانه‌های انرژی و واقعی نبودن قیمت‌های در نظر گرفته شده برای آن، عوامل انگیزشی به منظور مصرف بهینه برق به طور خودکار در تعرفه‌ها بسیار اندک می‌باشد. به همین دلیل نقش و اهمیت مدیریت مصرف برق نسبت به سایر کشورها دوچندان می‌شود و لازم است با استفاده از روش‌های متنوع تبلیغی، انگیزشی و برنامه‌های دقیق و اتخاذ راهکارهای فنی و فرهنگی سعی در اصلاح رفتار و الگوی مصرف مشترکان و هدایت آن به سوی استفاده بهینه از انرژی شود. آمارهای مقایسه‌ای مصرف انرژی (مانند دارا بودن یک درصد از جمعیت جهان و مصرف ۲ درصدی انرژی در کشور ما در حالی که رشد اقتصادی، تولید صنعتی و درآمد ناخالص داخلی کمتر از این نسبت است) مؤید فاصله داشتن الگوی مصرفی از مصرف بهینه و لزوم حرکتی جهشی در این زمینه است.

بنابراین برای حفظ و ارتقای مباحث مدیریت مصرف لازم است جایگاه مناسبی همراه با ارتباطات موثر و کارا برای این بخش تعریف شود تا با ساماندهی فعالیت‌های مربوطه بتوان از اتلاف منابع جلوگیری کرد و روند رشد و توسعه کشور را تسریع بخشید.

در این پروژه انواع برنامه‌های پاسخ‌گویی بار به‌عنوان منبع بهبود قابلیت اطمینان مورد مطالعه قرار می‌گیرد و همه جوانب و منافع حاصل از استفاده از این برنامه‌ها برای همه بازیگران شبکه توزیع بررسی خواهد شد. بررسی روش‌های مدیریت مصرف در جهان، ارائه و معرفی قوانین، نظام‌نامه‌ها و برنامه‌های مدون مدیریت مصرف در صنعت برق ایران، معرفی اطلاعات و برنامه‌های موجود کشور در زمینه مدیریت مصرف برق، ارائه شیوه‌های پتانسیل‌سنجی مدیریت مصرف برق، تعیین و تحلیل وضعیت موجود با وضعیت مطلوب با توجه به اهداف کلان مدیریت مصرف از دیدگاه قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت، معرفی راهکارهای مدیریت سمت مصرف در بخش‌های مختلف (تجاری، عمومی و صنعت) به منظور بهبود قابلیت اطمینان شبکه، تشریح و تدوین برنامه‌های اجرایی راهکارهای بهینه‌سازی مصرف در راستای ارتقاء سطح قابلیت اطمینان و ظرفیت‌سازی برای توسعه فعالیت‌های مربوطه در آینده از مهم‌ترین اهداف این پروژه می‌باشد.

۲-۱۶-۱- دستاوردهای پروژه

- شناسایی و استفاده از پتانسیل‌های موجود در استان‌ها خصوصاً بخش صنعت کشور برای مدیریت بار
- تدوین و بکارگیری استانداردهای اصلاح الگوی مصرف خصوصاً در صنایع جهت بهبود قابلیت اطمینان سیستم
- توسعه همکاری‌های دو جانبه صنعت برق و صنایع کشور
- هماهنگی اقدامات مدیریت مصرف بین شرکت‌های تولید، انتقال و توزیع
- یکپارچه‌سازی سیستم جمع‌آوری اطلاعات حوادث، اتفاقات و گزارش‌گیری

۳-۱۶-۱- مجریان پیشنهادی

- شرکت توانیر
- شرکت‌های برق منطقه‌ای
- شرکت‌های توزیع نیروی برق
- پژوهشگاه نیرو

۴-۱۶-۱- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه

- زیرمجموعه مدیریت سمت تقاضا

۵-۱۶-۱- زمان مورد نیاز انجام پروژه

جدول ۱۲-۰: تخمین مدت زمان پروژه دوازدهم

مدت اجرای پروژه (ماه)	عنوان پروژه
۱۸	توسعه پتانسیل‌های سمت مصرف جهت بهبود پایایی شبکه

۱۷-۱- پروژه امکان‌سنجی توسعه سیستم‌های ناحیه گسترده پایش، حفاظت و کنترل در

شبکه برق ایران

۱-۱۷-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش

امروزه مصرف فزاینده انرژی الکتریکی منجر به گسترش شبکه‌های انتقال در پهنه‌های وسیع جغرافیایی و پیچیدگی آنها شده است. از طرفی با توجه به نقش حیاتی این انرژی، هر روز قابلیت اطمینان بالاتری از شبکه درخواست می‌شود که تنها با پایش و کنترل دائم شبکه بدست خواهد آمد. این امر با استفاده از سیستم‌های سنتی پایش و کنترل، به سختی محقق می‌شود. از این رو امروزه سیستم‌های مدرنی مانند سیستم اندازه‌گیری ناحیه گسترده^۱ (WAMS) بکار گرفته می‌شوند.

همان‌طور که ذکر شد، گسترش سیستم قدرت، نزدیک شدن نقطه کار تجهیزات به محدوده‌های مجاز و افزایش احتمال وقوع خطا، ضرورت پایش، کنترل و حفاظت گسترده^۲ (WAMPAC) از سیستم قدرت را بیش از پیش نمایان ساخته است. در این زمینه واحدهای اندازه‌گیری فازوری^۳ (PMU)ها نقشی اساسی در اندازه‌گیری و مخابره فازورهای سنکرون ایفا می‌کنند. این دستگاه اطلاعات ولتاژها و جریان‌ها همراه با اندازه اختلاف فاز آنها (که با مرجع جهانی زمانی GPS سنجیده شده است) را به مرکز کنترل شبکه ارسال می‌کند. بکارگیری این سیستم‌ها، در دسترس بودن تغییرات پارامترهای سیستم در شرایط عادی و

۱- Wide Area Measurement System

۲- Wide Area Measurement Protection And Control

۳- Phasor Measurement Unit

غیرعادی و همچنین گردآوری اطلاعات حفاظتی سیستم را منجر می‌شود. تکنولوژی اندازه‌گیری فازوری یک راهکار بسیار عالی برای بهبود برنامه‌ریزی، بهره‌برداری و فعال نمودن برنامه‌های کاربردی پیشرفته در پایش، حفاظت و کنترل گسترده سیستم می‌باشد.

ساختار سیستم‌های WAMPAC را می‌توان در سه بخش دسته‌بندی کرد:

- ✓ پایش (مانیتورینگ) عملکرد سیستم قدرت در مقیاس بزرگ از نقطه نظر اندازه و زاویه ولتاژ و فرکانس که اندازه‌گیری ناحیه گسترده (WAM) نامیده می‌شود.
- ✓ حفاظت ویژه و پیشرفته سیستم قدرت بر مبنای اندازه‌گیری فازوری در یک بخش بزرگ از سیستم قدرت که حفاظت ناحیه گسترده (WAP) گفته می‌شود.
- ✓ کنترل سیستم بر مبنای اندازه‌گیری فازوری در یک بخش بزرگ از سیستم قدرت که کنترل ناحیه گسترده (WAC) نامیده می‌شود.

استفاده از این تخمین‌گرها، مستلزم توسعه بهینه این سیستم‌ها و ایجاد زیرساخت مخابراتی مناسب، برای انتقال داده‌های خام اندازه‌گیری می‌باشد. مهیا کردن این ملزومات نیاز به سرمایه‌گذاری بسیار بزرگی دارد. بنابراین انتخاب طرح بهینه و اجرای زیرساخت مخابراتی، بسیار مهم خواهد بود.

در این پروژه ابتدا چالش‌های طرح پیاده‌سازی و توسعه سیستم‌های WAMPAC در شبکه برق ایران مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه راهکارهایی برای آنها بیان شده است. سپس قالب فایل‌ها و فلوچارت نحوه ارسال و دریافت داده‌ها توسط PMUها و همچنین اصول طراحی و الزامات طرح پایش شبکه توسط PMU بررسی شده است. در ادامه مراحل اجرای طرح WAMPAC شامل مرحله ابتدایی (شامل پایش نوسانات بین ناحیه‌ای، تحلیل پس از اغتشاش و بارگذاری دینامیکی خطوط انتقال)، مرحله گسترش (تخمین حالت، ارزیابی مدل و بازیابی تطبیقی سیستم) و مرحله توسعه‌یافتگی (کنترل و حفاظت گسترده و بهنگام) بیان گردیده است. در انتها پس از ارائه نمونه‌هایی از طرح‌های بهره‌برداری شده در سطح دنیا، دستاوردهای پروژه صورت گرفته مورد اشاره قرار گرفته است.

۲-۱۷-۱- دستاوردهای پروژه

- افزایش رویت‌پذیری و دقت ارزیابی‌های انجام شده از وضعیت فعلی شبکه

- بررسی چالش‌ها، تسهیل و سرعت بخشی توسعه سیستم‌های WAMPAC
- افزایش قابلیت اطمینان و امنیت شبکه برق
- بهبود فرایندهای بهره‌برداری و برنامه‌ریزی شبکه برق

۳-۱۷-۱- مجریان پیشنهادی

- شرکت توانیر
- شرکت مدیریت شبکه برق ایران
- شرکت‌های برق منطقه‌ای
- پژوهشگاه نیرو

۴-۱۷-۱- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه

- زیرمجموعه نصب تجهیزات پایش و حفاظتی در سیستم‌های قدرت
- زیرمجموعه SCADA و سیستم‌های اتوماسیون

۵-۱۷-۱- زمان مورد نیاز انجام پروژه

جدول ۰-۱۳: تخمین مدت زمان پروژه سیزدهم

عنوان پروژه	مدت اجرای پروژه (ماه)
امکان‌سنجی توسعه سیستم‌های ناحیه گسترده پایش، حفاظت و کنترل در شبکه برق ایران	۱۲

۱۸-۱- پروژه بررسی آسیب‌پذیری شبکه برق ایران در برابر سوانح طبیعی

۱-۱۸-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش

عوامل طبیعی می‌توانند گاهی بر خلاف میل و انتظار ما رفتار غیر قابل پیش‌بینی از خود نشان داده و تبدیل به یک بحران گردند. چنانچه بتوان این عامل طبیعی را مهار نمود و یا از قبل با ارائه یک برنامه جامع میزان خسارت‌های احتمالی آن را به حداقل کاهش داد می‌توان ادعا نمود که در پیش‌بینی و مهار یک بحران موفق بوده‌ایم. سامانه‌های اطلاعاتی، ماهواره‌های هواشناسی، زمین‌شناسی، از جمله تکنولوژی‌هایی می‌باشند که این روزها می‌توانند به بشر در ارائه روش‌های نوین در

پیش‌بینی‌ها کمک شایانی نمایند و بدین ترتیب از هدر رفتن سرمایه و زمان که مهم‌ترین عوامل در یک بحران می‌باشند، جلوگیری نمایند. همچنین با توجه به قرارگیری بسیاری از مناطق ایران بر روی گسل‌های زلزله، احتمال وقوع سیل در شهرهای شمالی ایران، احتمال وقوع یخبندان و کولاک‌های شدید در مناطق کوهستانی شمال غرب و غرب کشور، وقوع طوفان‌های شن و گرد و خاک در مناطق مرزی ایران و استان‌های جنوبی، توجه بیشتر به این نوع مسائل بسیار حائز اهمیت خواهد بود

شناسایی مخاطراتی که در هر منطقه وجود دارد و به عنوان تهدیدی برای شبکه بشمار می‌رود و شناسایی مناطقی که بیشترین احتمال بروز حوادث و مخاطرات در آنجا است، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. زیرا در این صورت می‌توان برای جلوگیری از بروز حوادثی که می‌تواند خسارت‌های بی‌شماری را در برگیرد، برنامه‌ریزی نمود و برنامه‌های واکنش در شرایط اضطراری را از قبل آماده نمود. تجربه نشان داده است که برنامه‌های از قبل پیش‌بینی‌شده و پروسه‌های آزمایش شده برای مقابله با چنین اتفاقاتی می‌تواند به‌طور قابل توجهی در جلوگیری از تلفات جانی و کاهش خسارت به اموال و صنایع و محیط زیست مؤثر باشد. بر همین اساس استفاده از سیستم‌هایی نظیر سیستم اطلاعات مکانی (GIS) و بکارگیری تصاویر ماهواره‌ای و علوم سنجش از راه دور در شناسایی نقاط بحران می‌تواند بسیار مؤثر باشد. GIS ترکیبی از داده‌های زمین مرجع، سخت‌افزار کامپیوتر، نرم‌افزار مورد استفاده و کاربر توانمندی است که بتواند با به‌کارگیری داده‌ها به همراه فناوری فوق به تحلیل مسائل بپردازد. کاربرد GIS عموماً شامل ذخیره‌سازی و تجزیه و تحلیل جامع اطلاعات بر پایه اطلاعات مکانی می‌باشد. با توجه به توانایی‌های GIS در ترکیب کردن داده‌های زمین مرجع و نیز با توجه به امکان انجام آنالیزهای پیچیده مربوط به داده‌های مکانی و غیر مکانی GIS به عنوان بهترین وسیله در تعیین مناطقی که بیشترین احتمال بروز بحران در آن‌ها وجود دارد شناخته می‌شود. همان‌طور که ذکر شد، عوامل و بلایای طبیعی چون زلزله و سیل می‌توانند به شبکه‌های برق به خصوص توزیع آسیب جدی وارد کرده و مانع از ارائه‌ی خدمات توسط این شرکت‌ها گردند. لذا در راستای کاهش ریسک به جود آمده از این حوادث و همچنین افزایش قابلیت اطمینان این پروژه به بررسی خطرپذیری و وضعیت سلامت شبکه‌های برق پرداخته و همچنین آسیب‌پذیری شبکه‌های انتقال و توزیع را در مقابل حوادث نامبرده بهتر مشخص می‌نماید. در نتیجه می‌توان اقدامات لازم را در جهت کاهش ریسک انجام داد.

در واقع هدف از این پروژه، تهیه اطلاعات، مدل‌ها و روش‌هایی است که برای کاهش آسیب‌پذیری در برابر حوادث غیر معمول، بهبود قابلیت اطمینان و ایمنی شبکه‌های توزیع و انتقال مورد نیاز است. همچنین سیاست مداران، نهادهای قانون‌گذار و

عموم جامعه می‌توانند از نتایج این تحقیقات به طور مناسبی در کاهش خطرات ناشی از آنها و واکنش بهتر در برابر اثرات آن استفاده نمایند.

در مطالعات انجام شده در این حوزه به بررسی اقدامات مورد نیاز مانند آمادگی، بهبود و نحوه بازبایی در مواجهه با طوفان‌های سهمگین و شرایط آب و هوایی شبکه پرداخته می‌شود. بررسی چالش‌های پیش روی مالکان و بهره‌برداران شبکه قدرت در مواجهه با چنین حوادثی و مسائل اقتصادی مرتبط با خرابی و قطعی‌های ایجاد شده از دیگر اهداف این پروژه می‌باشد.

۲-۱۸-۱- دستاوردهای پروژه

- بررسی عوامل موثر و مخاطرات طبیعی در کاهش قابلیت اطمینان سیستم
- بررسی آسیب‌پذیری سیستم‌های انتقال و توزیع در شبکه برق ایران در برابر سوانح طبیعی
- افزایش دانش متخصصین حوزه‌ی صنعت برق در این زمینه

۳-۱۸-۱- مجریان پیشنهادی

- شرکت توانیر
- شرکت‌های توزیع نیروی برق
- شرکت‌های برق منطقه‌ای
- شرکت‌های مدیریت تولید
- شرکت مدیریت شبکه برق ایران
- پژوهشگاه نیرو

۴-۱۸-۱- زیرمحوهای مطالعات پایایی مربوط به پروژه

- زیرمحو برنامه‌های اضطراری
- زیرمحو روش‌ها، مدل‌ها و شاخص‌های قابلیت اطمینان

۵-۱۸-۱- زمان موردنیاز انجام پروژه

جدول ۰-۱۴: تخمین مدت زمان پروژه چهاردهم

عنوان پروژه	مدت اجرای پروژه (ماه)
بررسی آسیب‌پذیری شبکه برق ایران در برابر سوانح طبیعی	۱۲

۱۹-۱- پروژه تخمین هزینه‌های خاموشی مشترکین

۱-۱۹-۱- تعریف مساله و هدف از اجرای پژوهش

در دسترس بودن برق با کیفیت استاندارد و قابلیت اطمینان بالا همراه با هزینه‌های معقول نقش به‌سزایی در رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی جوامع دارد. از طرف دیگر بیشتر بودن نرخ رشد تقاضای برق از نرخ رشد عرضه، که عموماً به دلیل افزایش روزافزون مشترکان برق و عدم توجه کافی به مدیریت مصرف برق از یکسو و نیاز به زمان زیاد و سرمایه‌گذاری‌های سنگین برای توسعه ظرفیت‌های تولید و انتقال و توزیع از سوی دیگر اتفاق می‌افتد، موجبات بروز خاموشی را فراهم می‌آورد. کلیه بخش‌های اقتصادی، بر اثر وقوع خاموشی متحمل خسارت می‌شوند که مقدار آن متأثر از وابستگی فعالیت‌های هر بخش به انرژی الکتریکی می‌باشد.

هزینه خاموشی از یک سو تحت تاثیر عوامل اصلی تعیین‌کننده آن از قبیل زمان وقوع، مدت زمان خاموشی و فرکانس وقوع خاموشی است و از سوی دیگر شرایط و محیطی که خاموشی در آن واقع می‌شود، تاثیر عمده و اصلی در هزینه خاموشی دارد. بر این اساس می‌توان فاکتورهای موثر در هزینه خاموشی را به‌صورت زیر تقسیم‌بندی نمود:

- ✓ دیدگاه هر مشترک نسبت به اثرات ناشی از خاموشی با توجه به هدف وی در استفاده از برق
- ✓ درک مشترکین از خدمات قابلیت اطمینان
- ✓ زمان وقوع خاموشی
- ✓ مدت زمان خاموشی
- ✓ هشدار قبلی^۱

از مهمترین فعالیت‌های لازم جهت تعیین هزینه خاموشی مشترکین، آگاهی از نقش و جایگاه انرژی الکتریکی در فعالیت‌های جاری مصرف‌کنندگان می‌باشد که بدون تعامل آنان این امر میسر نخواهد شد. همچنین یکی از مهمترین مشکلات موجود در این حوزه نیز فقدان آمار و اطلاعات اولیه در زمینه خاموشی می‌باشد که به همین دلیل برای رفع آن پرسشنامه‌هایی جداگانه‌ای برای هر مطالعه تهیه می‌شود و مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدین منظور توسعه بانک‌های اطلاعاتی لازم، محاسبه تابع خسارت مشترکین در مناطق مختلف برای مشترکین با رفتار مختلف، شاخص‌های مربوط به ارزش بار از دست رفته، ارائه و

پیشنهاد روش‌هایی برای این امر و مهم‌تر از همه بکارگیری شاخص‌های محاسبه شده در فرایندهای بهره‌برداری، برنامه‌ریزی و مدیریتی شبکه‌های قدرت از ضرورت‌های این پروژه بشمار می‌رود.

متأسفانه در کشور ما فعالیت‌های منسجمی جهت تعیین هزینه‌های خاموشی انواع مشترکین مسکونی، صنعتی و تجاری و غیره صورت نگرفته است که از بزرگترین نقاط ضعف مطالعات قابلیت اطمینان در ایران می‌باشد. در این پروژه به بررسی مطالعات انجام‌گرفته در زمینه تعیین هزینه و ارزش قابلیت اطمینان پرداخته شده و نحوه ملاحظه این هزینه‌ها در فرایند بهره‌برداری و برنامه‌ریزی شبکه‌های توزیع نیز مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

۲-۱۹-۱- دستاوردهای پروژه

- فراهم آمدن معیار و مبانی پرداخت خسارت توسط عرضه‌کننده برق به مشترکان در صورت وقوع خاموشی.
- فراهم آمدن امکان برنامه‌ریزی کوتاه مدت (برنامه‌ریزی در حوزه بهره‌برداری و امنیت شبکه)، میان مدت (برنامه‌ریزی تعمیرات پیشگیرانه و برنامه‌ریزی تعمیرات اصلاحی) و بلند مدت (برنامه‌ریزی توسعه شبکه و ارتقاء سطح تجهیزات به منظور تامین بار).
- بهبود راهکارهای مدیریت مصرف با توجه به ارتباط آن با هزینه عدم تامین برق

۳-۱۹-۱- مجریان پیشنهادی

- شرکت توانیر
- شرکت‌های توزیع نیروی برق
- شورای پایایی شبکه برق ایران
- پژوهشگاه نیرو

۴-۱۹-۱- زیرمجموعه‌های مطالعات پایایی مربوط به پروژه

- مطالعات اقتصادی قابلیت اطمینان
- مدیریت سمت تقاضا

۵-۱۹-۱- زمان مورد نیاز انجام پروژه

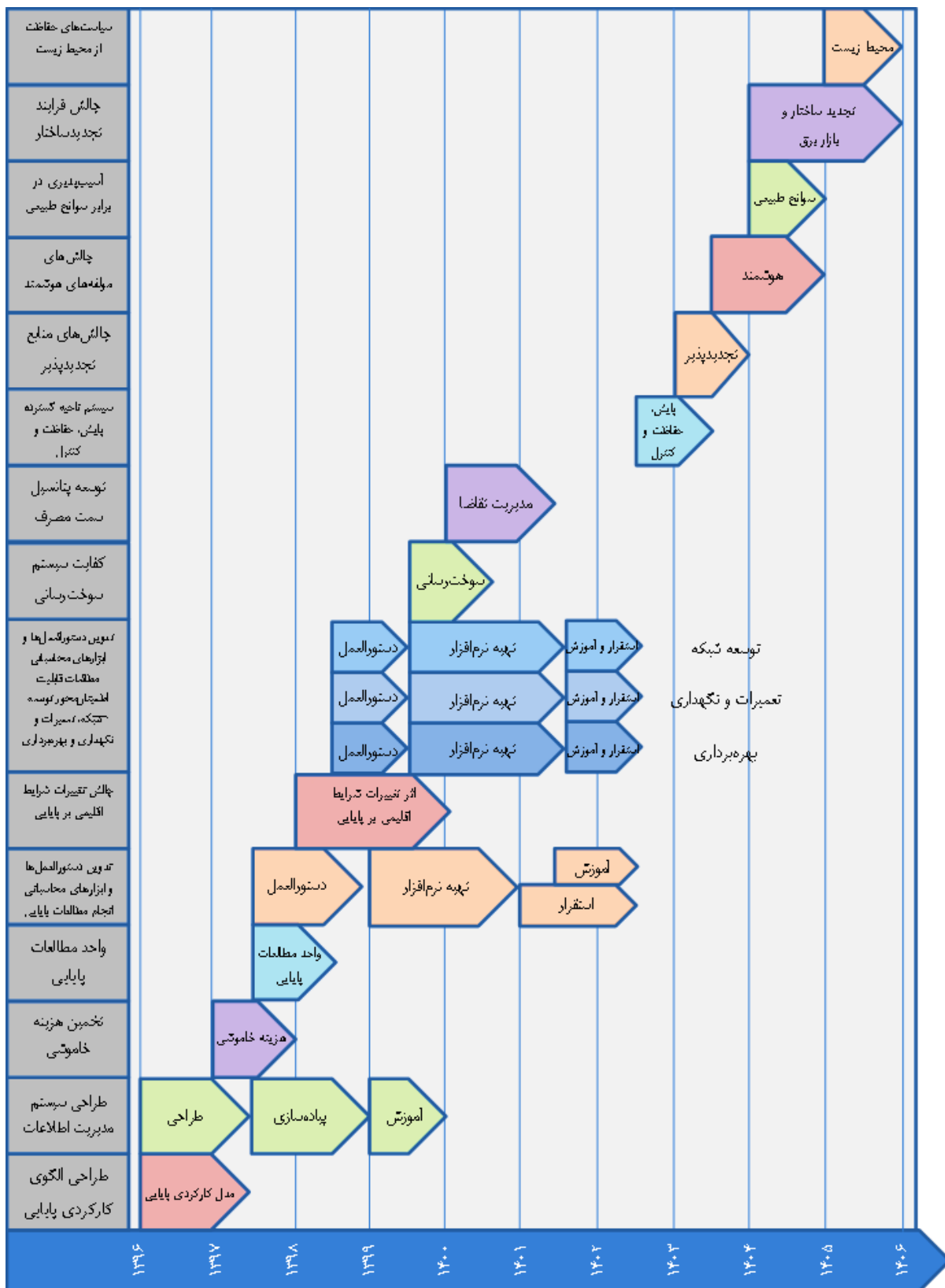
جدول ۱۵-۰: تخمین مدت زمان پروژه پانزدهم

عنوان پروژه	مدت اجرای پروژه (ماه)
تخمین هزینه‌های خاموشی مشترکین	۱۲

۲۰-۱- نقشه راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران

با توجه به پروژه‌های تعریف شده در بخش‌های پیشین، در شکل (۱-۳) نقشه‌راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران نشان داده

شده است.



شکل ۱-۰: نقشه‌راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران

۲۱-۱- شناسنامه اقدامات

۱-۲۱-۱- تعریف خوشه پروژه‌های ملی به‌عنوان عامل تحریک شبکه‌های نوآوری و با هدف استفاده

حداکثری از ظرفیت‌های کشور (اشخاص حقیقی، شرکت‌های دانش بنیان و ...)

با توجه به درخت موضوعات پایایی و نیز چشم‌انداز تهیه شده در مرحله شوم و همچنین اولویت‌های فعالیت‌های قابل‌انجام و تحلیل شکاف صورت‌گرفته، پروژه‌هایی (اقدامات فنی) در راستای نیازمندی‌های کشور تعریف شده است که در همین گزارش برای هر یک از این پروژه‌ها زمان و بودجه تخمینی، مجریان پیشنهادی و تعریف و دستاوردهای پروژه بیان شده است. عنوان این پروژه‌ها به‌صورت کلی عبارتند از:

- طراحی الگوی کارکردی پایایی در شبکه برق ایران، با تمرکز بر کارکردهای مرتبط به اطلاعات و مطالعات پایایی و ایجاد ظرفیت‌های لازم برای استقرار آن
- بررسی سیستم‌های اطلاعاتی و طراحی سیستم یکپارچه و جامع مدیریت اطلاعات حوادث تجهیزات، خاموشی‌ها و برنامه‌های تعمیر، نگهداری و بهره‌برداری با در نظر گرفتن سیستم‌های اطلاعاتی موجود
- تدوین استانداردها، دستورالعمل‌ها و ابزارهای محاسباتی و استقرار سیستم یکپارچه انجام مطالعات قابلیت اطمینان شبکه در سطوح تولید، انتقال و توزیع
- تدوین ابزارهای محاسباتی و دستورالعمل‌های لازم در سطوح تولید، انتقال و توزیع برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه‌های توسعه‌ی شبکه، برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری و بهره‌برداری
- تدوین مشخصات واحد مطالعات قابلیت اطمینان در هر یک از مؤسسات برق و تدوین دستورالعمل‌ها و موارد مربوطه
- بررسی و ارزیابی چالش‌های قابلیت اطمینانی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر
- بررسی و ارزیابی چالش‌های قابلیت اطمینانی مولفه‌های هوشمند در شبکه‌های قدرت
- بررسی و ارزیابی چالش‌های کفایت سیستم‌های سوخت‌رسانی بر قابلیت اطمینان شبکه برق ایران
- بررسی و ارزیابی چالش تغییرات شرایط اقلیمی بر قابلیت اطمینان شبکه برق ایران
- بررسی و ارزیابی چالش‌های فرایند تجدیدساختار و شکل‌گیری بازارهای برق بر قابلیت اطمینان شبکه برق ایران

- بررسی چالش سیاست‌های حفاظت از محیط زیست بر پایایی شبکه برق ایران
- توسعه پتانسیل‌های سمت مصرف جهت بهبود پایایی شبکه
- امکان‌سنجی توسعه سیستم‌های ناحیه گسترده پایش، حفاظت و کنترل در شبکه برق ایران
- بررسی آسیب‌پذیری شبکه برق ایران در برابر سوانح طبیعی
- تخمین هزینه‌های خاموشی مشترکین

۲-۲۱-۱- تشکیل مرکز توسعه پایایی شبکه برق ایران

از آنجایی که تحقق بندهای سند توسعه پایایی در شبکه برق ایران نیاز به پیگیری مستمر و متمرکز دارد، لذا نیاز به ایجاد مرکزی جهت پیگیری اهداف آن می‌باشد. مهمترین هدف از ایجاد مرکز توسعه پایایی شبکه برق ایران، ارتقاء کیفی مطالعات پایایی در حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع طی ده سال آینده در کشور است. این مرکز به‌منظور دستیابی به موارد مشروحه زیر و یا ارتقاء کیفی آن‌ها تنظیم شده‌است.

الف- شناخت جامع از ظرفیت‌های تخصصی، سامانه‌های اطلاعاتی، رویه‌های مطالعاتی، تجهیزات و نرم‌افزارهای موجود و برنامه‌های ارتقاء مرتبط با اطلاعات و مطالعات پایایی

ب- الگوی کارکردی پایایی در شبکه برق ایران، با تمرکز بر کارکردهای مرتبط به اطلاعات و مطالعات پایایی

ج- بانک اطلاعاتی جامع از آمار حوادث تجهیزات، خاموشی‌ها و همچنین برنامه‌های تعمیر، نگهداری و بهره‌برداری سیستم؛

و یکپارچه‌سازی فرآیندهای تهیه و تدوین داده‌ها و اطلاعات با در نظر گرفتن سیستم‌های اطلاعاتی موجود

د- رویه‌ها و دستورالعمل‌های یکنواخت انجام مطالعات قابلیت اطمینان و شاخص‌های عملکردی

ه- نظام مدیریت اطلاعات پایایی و مطالعات قابلیت اطمینان محور در بخش‌های تولید، انتقال و توزیع

و- توانمندسازی مؤسسات برق در استقرار و بهره‌برداری از سامانه ملی پایایی شبکه برق ایران، در زمینه‌های دانش‌افزار،

نرم‌افزار، نیروی انسانی و سخت‌افزارهای مورد نیاز

مرکز توسعه پایایی دارای یک شورای راهبری است که کلیه فعالیت‌های مرکز را نظارت می‌کنند. وظایف این مرکز به شرح

ذیل است:

- مدیریت خوشه پروژه‌های ملی

- اجرای پروژه‌های ملی تعیین شده در صورت عدم حضور شرکت‌های خصوصی و دانشگاهی جهت انجام پروژه و یا در حوزه‌های حاکمیتی و با ریسک بالا
- ایجاد سازوکار اجرای فعالیت‌های پایایی محور در شرکت‌های برق
- تدوین دستورالعمل سنجش شرکت‌های مشاور جهت انجام فعالیت‌های پایایی و اعطای مجوز به آنها
- بررسی مداوم وضعیت اجرای پایایی در کشور و نحوه توسعه صنعت برق جهت ایجاد تغییرات لازم در رویه‌ها، دستورالعمل‌ها، استانداردها، گزارش‌دهی‌ها و نرم‌افزارهای مرتبط با پایایی

۳-۲۱-۱- حمایت از تحقیق و پژوهش مرتبط با پایایی شبکه برق ایران

حمایت از پایان نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری مرتبط با پایایی به سه صورت امکان پذیر است:

- الف) حمایت‌های مالی: این حمایت به عنوان اصلی‌ترین فعالیت به‌شمار می‌رود. این حمایت در سه حوزه صورت می‌گیرد:
- حمایت مالی از پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد به‌صورت کمک نقدی به دانشجو که البته در دو نوع مطالعاتی و کاربردی صورت می‌گیرد و میزان کمک به پایان‌نامه‌های کاربردی بیش از مطالعاتی می‌باشد.
 - حمایت مالی از پایان‌نامه‌های دکتری به صورت کمک نقدی به دانشجو
 - حمایت تشویقی از صنعتی‌شدن دستاوردهای پایان‌نامه‌ها به‌طوری‌که در مواردی که پایان‌نامه کاملاً در راستای نیازهای صنعت بوده و در این بخش قابل اجرا باشد، فرد مبلغی را به عنوان تشویقی دریافت کند.
- ب) پشتیبانی‌های فیزیکی: این نوع حمایت شامل مورد زیر است:
- حق استفاده از کتابخانه‌های خارج از دانشگاه‌ها: در این مورد حق استفاده رایگان از کتابخانه‌های مرتبط با این موضوع به دانشجویان داده می‌شود.
- ج) حمایت‌های مشاوره‌ای: این نوع حمایت به‌منظور رفع موانع علمی دانشجویان و کمک به ایشان در انجام پایان‌نامه می‌باشد که از آن به‌عنوان اطلاع‌رسانی علمی و مشاوره علمی به دانشجویان یاد شده است.

۴-۲۱-۱- کمک به ایجاد و تقویت جایگاه تشکل‌های علمی، صنفی و غیردولتی

توسعه پایایی در شبکه برق ایران با در نظر گرفتن نظام نوآوری فناورانه نیازمند وجود و اثرگذاری نهادهای واسطی خواهد بود تا بوسیله آن روابط و تعاملات موجود در نظام، نهادینه و زمینه توسعه پایدار پایایی فراهم گردد. بسترسازی و ایجاد نهادها و تشکل‌های علمی، صنفی و غیردولتی در جوامع امروزی از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. این تشکل‌ها در واقع نماینده گروه‌های مختلف جامعه می‌باشند که به نحوی با جزء و یا اجزایی از فرآیند توسعه مرتبط بوده و دارای علایق و انگیزه‌های مشترک در یک مجموعه متشکل هستند. این تشکل‌ها دارای ویژگی‌هایی هستند که در صورتی که به‌طور کامل رعایت شود، تضمین‌کننده موفقیت و پایداری آنها خواهد بود. از جمله این ویژگی‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. خودجوشی و نیاز طبیعی
۲. تعهد و هدف مشترک
۳. قانونمندی
۴. برنامه و فعالیت مشخص
۵. جلب مشارکت و عضویت
۶. مشارکت و مسئولیت‌پذیری

تشکل‌های علمی، صنفی و غیردولتی در حوزه فناورانه بر اساس شرایط تحقیقاتی و علمی کشور و جهان و همچنین انگیزش‌های موجود این حوزه به‌طور خودجوش به وجود آمده، دارای ضوابط مشخص و تعریف‌شده‌ای بوده و در راستای دستیابی به اهداف خود دارای برنامه و فعالیت مشخص در یک بخش یا رسته خاص می‌باشد. اصولاً هدف این تشکل‌ها سودجویانه نیست بلکه بیشتر دارای اهداف علمی، فرهنگی و اجتماعی می‌باشند.

از آنجا که فرآیند توسعه پایایی شبکه برق ایران دارای زمینه‌های متنوع و گسترده‌ای از موضوعات مورد توجه تشکل‌های علمی، صنفی و غیردولتی در دانشگاه، صنعت و ... می‌باشد، لذا می‌توان با کمک و حمایت لازم به‌منظور ایجاد و تقویت جایگاه این تشکل‌ها به تسریع در فرآیند توسعه پایایی شبکه برق کمک نمود. به‌منظور هماهنگ‌سازی و هم‌افزایی نتایج و ایجاد تعامل موثر، ارتباط با تشکل‌های علمی، صنفی و غیردولتی حامی توسعه پایایی شبکه برق به عنوان یکی از وظایف دبیرخانه مرکز توسعه پایایی، مورد توجه قرار می‌گیرد. هدف اصلی در این زمینه علاوه بر ارائه کمک‌های مالی، اطلاعاتی و ... به تشکل‌های

فوق، انتقال خطوط و موضوعات راهبردی کمیته راهبری توسعه پایایی شبکه برق ایران به آنها و از سوی دیگر جذب نظرات و یافته‌های آنان و پیگیری‌های لازم در راستای آن می‌باشد.

در اولین گام فرصت‌ها، ظرفیت‌ها و زمینه‌های بالقوه برای ایجاد و توسعه این تشکل‌ها را در بستر دانشگاه‌ها، صنعت و سایر نهادها از جمله نهادهای مدنی شناسایی نموده و پس از مطالعه و انجام بررسی‌های لازم، از روش‌ها و ابزارهای مختلف در جهت ایجاد جذابیت برای ایجاد تشکل‌های مستعد شکل‌گیری، استفاده خواهد کرد. ارائه کمک‌های مالی از طریق وام‌های بلاعوض و اطلاع‌رسانی به تشکل‌های شناسایی شده از ابعاد حمایت‌های مالی و اطلاعاتی این دفتر خواهد بود. همچنین این دفتر در راستای ارائه خدمات علمی، سمینارها و نشست‌های مختلفی با هدف ایجاد ارتباط و تبادل علمی میان این تشکل‌ها با سایر مراکز مشابه داخلی و خارجی برگزار خواهد کرد. از دیگر فعالیت‌های در این زمینه بررسی و شناسایی موانع موجود بر سر راه ایجاد و توسعه این‌گونه تشکل‌ها و پیگیری به منظور رفع آنها می‌باشد. مجموعه فعالیت‌های فوق می‌تواند زمینه‌ساز شکل‌گیری و توسعه نهادهایی کارآمد در بخش‌های مختلف از جمله دانشگاه و صنعت و در نهایت تسریع در فرآیند توسعه پایایی شبکه برق گردد.

۵-۲۱-۱- ایجاد بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران حوزه پایایی اشتراک‌گذاری دانش

تولیدشده توسط آنها در این بانک اطلاعاتی

یکی از مشکلات اساسی صنعت برق کشور عدم اطلاع متخصصین از فعالیت‌های صورت‌گرفته و یا در حال انجام است که سبب شده است موازی‌کاری در صنعت به وفور انجام گردد و هزینه‌های فراوانی در این زمینه صرف گردد. تشکیل یک بانک اطلاعاتی جامع به‌منظور استفاده و اطلاع پژوهشگران، متخصصین و مسئولین از فعالیت‌های صورت‌گرفته در حوزه پایایی و به اشتراک‌گذاشتن دانش تولیدشده توسط آنها در این بانک اطلاعاتی، سبب افزایش بهره‌وری و تخصیص بهینه منابع در کشور می‌گردد.

۶-۲۱-۱- طراحی الگوی کارکردی پایایی در شبکه برق ایران

این اقدام به عنوان یک پروژه در بخش ۳-۱ به تفصیل بیان شده است و هزینه و زمان آن نیز ذیل همین پروژه احصا شده است.

۷-۲۱-۱- طراحی سیستم یکپارچه و جامع مدیریت اطلاعات

این اقدام به عنوان یک پروژه در بخش ۳-۲ به تفصیل بیان شده است و هزینه و زمان آن نیز ذیل همین پروژه احصا شده است.

۸-۲۱-۱- تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های مرتبط با پایایی در شبکه برق ایران

این اقدام به عنوان بخشی از یک پروژه در بخش ۳-۳ به تفصیل بیان شده است و هزینه و زمان آن نیز ذیل همین پروژه احصا شده است.

۹-۲۱-۱- استمرار مطالعات راهبردی مورد نیاز

در فرآیند خطیر سیاستگذاری کلان فناوری کشور، شناسایی و تحلیل جریان‌ها و پیشرفت‌های فناوری در سطح جهان به‌عنوان یکی از مقدمات تعیین‌کننده در آینده‌نگری و ترسیم نقشه راه فناوری، نقش مهم و اساسی دارد و نتایج حاصل از این فرآیند، محور و مبنای وضع سیاست‌های اصولی و هدفمند فناوری تلقی می‌شود. بر این اساس و نظر به اهمیت پایایی شبکه برق و نیاز به حجم بالای برنامه‌ریزی‌ها و نیز هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری در جهت توسعه آن، استمرار مطالعات راهبردی در این حوزه لازم و ضروری می‌نماید. علاوه بر اینکه نتایج این مطالعات منجر به انجام اصلاحات احتمالی در اقدامات در نظر گرفته شده در سند خواهد شد که انجام این بازنگری به‌صورت دوسالانه در طول مدت زمان اجرای سند قابل انجام است.

بدیهی است انجام این مطالعات در گام نخست نیازمند تشکیل کمیته‌های تخصصی است که بتوانند به‌صورت مستمر روند توسعه پایایی را در کشورهای مختلف دنیا مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار داده بر اساس شرایط و امکانات موجود در کشور بهترین خط سیر را در جهت اصلاح و بهبود روند توسعه آن در کشورمان ارائه نمایند. به‌طور کلی می‌توان گفت این اقدام یکی از کارکردهای اساسی مرکز توسعه پایایی شبکه برق ایران است و همان‌طور که در تشریح اقدام اشاره شد، در قالب کمیته‌های تخصصی مربوطه انجام می‌شود. لازم به ذکر است گستره این مطالعات، کلیه حوزه‌های فنی و تخصصی، نظام قانونی و حقوقی، نظام اقتصادی و مالی و نظایر آن را که تأثیرات مهمی در تغییر و تحولات روند توسعه پایایی در کشور دارند، شامل می‌شود.

۱۰-۲۱-۱- ایجاد سازوکار مناسب به منظور تامین منابع مالی پایدار

تجهیز منابع مالی یکی از زمینه‌های بسیار مهم در سیاست‌گذاری توسعه پایایی در شبکه برق ایران می‌باشد. اصولاً همه تلاش‌های معطوف به توسعه فناوری بدون توجه به منابع و روش‌های تامین مالی منجر به شکست خواهد شد. در زمینه تامین مالی برای توسعه پایایی شبکه برق در کشور سه نکته قابل توجه وجود دارد. اول نقش نهادها و سازمان‌های مالی مختلف در تشویق و توسعه پایایی، دوم فراهم کردن منابع مالی برای بنگاه‌های نوپای مبتنی بر دانش فنی در زمینه پایایی و سوم تامین منابع مالی برای تحقیق و توسعه و ارتقاء دانش پایه در این زمینه.

امروزه روش‌های تامین مالی متنوع و گسترده‌ای در زمینه توسعه فناوری‌ها در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله بازارهای تامین مالی می‌توان به بازار پول، بازار سرمایه تحت کنترل، بانک‌های سرمایه‌گذاری، بازار سرمایه آزاد و بودجه دولت اشاره کرد. دولت در حالت عمومی می‌تواند از طریق تخصیص مستقیم بودجه، اعطای یارانه به سرمایه‌های خطرپذیر، اعطای کمک و منابع مالی بدون عوض (Grant) به فعالیت‌های فناوری و تضمین کارآفرینان و بنگاه‌ها برای دریافت وام کم‌بهره از سیستم بانکی به تامین منابع مالی موردنیاز بنگاه‌های موجود مرتبط با پایایی کمک نماید که در کشور ما، به دلیل ضعف و یا نبود برخی نهادهای تامین‌کننده منابع مالی و نیز اهمیت پایایی، دولت می‌بایست نقش مهمی را در فرآیند تامین مالی داشته باشد. نقش دولت با تخصیص مستقیم بودجه برای هزینه‌های تحقیق و توسعه و صندوق حمایت از توسعه پایایی کاملاً بارز است.

۱۱-۲۱-۱- برگزاری دوره‌های آموزش عمومی پایایی برای کارشناسان و مدیران صنعت برق

یکی از دلایل عدم بکارگیری دیدگاه قابلیت اطمینان محور در صنعت برق عدم آشنایی کارشناسان و مدیران صنعت برق به مقوله پایایی است. چنان‌که در بسیاری از مصاحبه‌های صورت‌گرفته در این خصوص، متخصصین صنعت و دانشگاه به این موضوع اشاره نمودند. برگزاری دوره‌های آموزشی برای کارشناسان و مدیران شرکت‌های برق اعم از شرکت‌های توانیر، مدیریت شبکه، برق‌های منطقه‌ای، توزیع، مدیریت تولید و ... می‌تواند فرهنگ بکارگیری پایایی را ارتقا دهد و همچنین ضرورت استفاده از آن را تبیین نماید تا پایایی از چهره‌ای لوکس در دیدگاه کارشناسان به امری روتین و ضروری تبدیل گردد. دوره‌های تخصصی پایایی در پروژه‌های مربوط به هر بخش به کارشناسان و مدیران مربوطه آموزش داده خواهد شد و هدف این دوره‌ها، آشنایی متخصصین صنعت برق به موضوعات مختلف پایایی و نحوه بکارگیری آن‌هاست.

۱۲-۲۱-۱- هزینه و زمان اقدامات

در جدول (۱۵-۳) هزینه‌های انجام هر یک از اقدامات به تفکیک هزینه‌های نیروی انسانی، هزینه‌های سرمایه‌ای اولیه و هزینه‌های تجهیزات و همچنین مدت زمان اجرای اقدام و متولیان و مجریان پیشنهادی نشان داده شده است.

جدول ۱۶-۰: هزینه و زمان اقدامات مدیریتی توسعه پایایی شبکه برق ایران^۱

مجرى	متولى	هزینه (میلیون ریال)			مدت اجرا (ماه)	اقدامات	ردیف
		تجهیزات	نیروی انسانی	سرمایه			
مرکز/دانشگاه‌ها/ پژوهشگاه نیرو/ شرکت‌های خصوصی و دانش‌بنیان	مرکز/شورای پایایی/ شرکت‌های توانیر، مدیریت شبکه، مدیریت تولید، توزیع منطقه‌ای، توزیع نیروی برق و ...	-	۱۰۰۰۰	-	۱۸	طراحی الگوی کارکردی پایایی در شبکه برق ایران، با تمرکز بر کارکردهای مرتبط به اطلاعات و مطالعات پایایی و ایجاد ظرفیت‌های لازم برای استقرار آن	تعریف خوشه پروژه‌های ملی به‌عنوان عامل
		-	۵۰۰۰۰	-	۴۸	بررسی سیستم‌های اطلاعاتی و طراحی سیستم یکپارچه و جامع مدیریت اطلاعات حوادث تجهیزات، خاموشی‌ها و برنامه‌های تعمیر، نگهداری و بهره‌برداری با در نظر گرفتن سیستم‌های اطلاعاتی موجود	تحریک شبکه‌های نوآوری و با هدف
		-	۷۵۰۰۰	-	۶۰	تدوین استانداردها، دستورالعمل‌ها و ابزارهای محاسباتی و استقرار سیستم یکپارچه انجام مطالعات قابلیت اطمینان شبکه در سطوح تولید، انتقال و توزیع	استفاده حداکثری از ظرفیت‌های کشور (اشخاص حقیقی، شرکت‌های دانش‌بنیان و ...)
		-	۱۵۰۰۰۰	-	۴۸	تدوین دستورالعمل‌ها و ابزارهای محاسباتی لازم در سطوح تولید، انتقال و توزیع برای انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه‌های توسعه شبکه، برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری و بهره‌برداری	
		-	۳۰۰۰	-	۱۲	تدوین مشخصات واحد مطالعات قابلیت اطمینان در هر یک از مؤسسات برق و تدوین دستورالعمل‌ها و موارد مربوطه	
		-	۳۰۰۰	-	۱۲	بررسی و ارزیابی چالش‌های قابلیت اطمینانی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر	
		-	۱۰۰۰۰	-	۱۸	بررسی و ارزیابی چالش‌های قابلیت اطمینانی مولفه‌های هوشمند در شبکه‌های قدرت	
		-	-	-	-	-	

^۱ . تمامی هزینه‌ها به غیر از بند اول به صورت سالیانه محاسبه شده است و برای محاسبه هزینه کل پروژه علاوه بر در نظر گرفتن مدت زمان ده سال انجام پروژه، ضریب تعدیل سالیانه نیز باید مدنظر قرار گیرد.

ردیف	اقدامات	مدت اجرا (ماه)	هزینه (میلیون ریال)			مجری
			تجهیزات	نیروی انسانی	سرمایه	
	بررسی و ارزیابی چالش‌های کفایت سیستم‌های سوخت‌رسانی بر قابلیت اطمینان شبکه برق ایران	۱۲	-	۳۰۰۰	-	
	بررسی و ارزیابی چالش تغییرات شرایط اقلیمی بر قابلیت اطمینان شبکه برق ایران	۲۴	-	۱۵۰۰۰	-	
	بررسی و ارزیابی چالش‌های فرایند تجدیدساختار و شکل‌گیری بازارهای برق بر قابلیت اطمینان شبکه برق ایران	۲۴	-	۱۵۰۰۰	-	
	بررسی چالش سیاست‌های حفاظت از محیط زیست بر پایایی شبکه برق ایران	۱۲	-	۲۵۰۰	-	
	توسعه پتانسیل‌های سمت مصرف جهت بهبود پایایی شبکه	۱۸	-	۱۵۰۰۰	-	
	امکان‌سنجی توسعه سیستم‌های ناحیه گسترده پایش، حفاظت و کنترل در شبکه برق ایران	۱۲	-	۷۰۰۰	-	
	بررسی آسیب‌پذیری شبکه برق ایران در برابر سوانح طبیعی	۱۲	-	۵۰۰۰	-	
	تخمین هزینه‌های خاموشی مشترکین	۱۲	-	۵۰۰۰	-	
۲	تشکیل مرکز توسعه پایایی شبکه برق ایران	۶				شورای آموزش و پژوهش وزارت نیرو / پژوهشگاه نیرو / مرکز
		۸	۱۶۰۰			
		۳				
		۳	۱۰۰۰			
۳	حمایت از تحقیق و پژوهش مرتبط با پایایی شبکه برق ایران		۶۰۰			مرکز
			۸۰۰			
			۱۰۰۰			
			۸۰۰			
			۱۶۰۰			
۴	کمک به ایجاد و	۱۲	-	۵۰۰	-	مرکز

ردیف	اقدامات	مدت اجرا (ماه)	هزینه (میلیون ریال)			متری
			تجهیزات	نیروی انسانی	سرمایه	
	تقویت جایگاه تشکل‌های علمی، صنفی و غیردولتی	۶	-	۶۰۰	-	
	ایجاد و توسعه شبکه اطلاع‌رسانی به تشکل‌های فعال به منظور ارائه آخرین اخبار و تحولات و تصمیمات اخذ شده در حوزه پایایی	۱۲	-	۲۰۰۰	-	
	ارائه خدمات علمی به تشکل‌های فعال و زمینه‌سازی برای برقراری تبادل علمی و فنی بین آنها و سایر تشکل‌های داخل و خارج کشور	۱۲	-	۱۰۰۰	-	
۵	ایجاد بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران حوزه پایایی اشتراک‌گذاری دانش تولیدشده توسط آنها در این بانک اطلاعاتی	۱۲	-	۴۰۰۰	-	پژوهشگاه نیرو / مرکز
۶	ایجاد سازوکار مناسب به منظور تامین منابع مالی پایدار	۳	-	۳۰۰	-	شرکت‌های مشاور
		۴	-	۴۰۰	-	
		۴	-	۲۰۰	-	
		۳	-	-	-	
۷	استمرار مطالعات راهبردی مورد نیاز		-	۵۰۰۰	-	مرکز
۸	برگزاری دوره‌های آموزش عمومی پایایی برای کارشناسان و مدیران صنعت برق	۲۴	-	۵۰۰۰	-	شرکت‌های مشاور / دانشگاه‌ها

نتیجه‌گیری

به منظور تدوین رهنگاشت توسعه پایایی در شبکه برق ایران با توجه به اولویت‌های موضوعات مختلف پایایی پروژه‌هایی با در نظر گرفتن هزینه و زمان انجام هر پروژه تعریف شد و شناسنامه هر یک از پروژه‌ها بیان گردید. همچنین شناسنامه اقدامات مدیریتی به همراه زمان و هزینه هر یک از اقدامات بیان گردید. در نهایت نقشه‌راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران تهیه و ارائه گردید.

مراجع

- [1] R. Billinton, R. N. Allan, and R. N. Allan, Reliability evaluation of power systems vol. 2: Plenum press New York, 1984.
- [2] Richard E. Brown, Electric Power Distribution Reliability, Second Edition., CRC Press, 2002.
- [3] Reliability Assessment Guidebook, NERC, 2012
- [۴] قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت، رونالد آلن، روی بیلینتون، محمود رضا حقی فام (مترجم)، محمد اسماعیل هنرمند (مترجم)، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۳.
- [۵] گزارش "تهیه درخت موضوعات پایایی"، مرحله دوم (بند اول) پروژه "تدوین نقشه‌راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران"، پژوهشگاه نیرو، ۱۳۹۴.
- [۶] گزارش "بررسی توان و ظرفیت‌های بالقوه و بالفعل مرتبط با پایایی در کشور"، مرحله چهارم (بند اول) پروژه "تدوین نقشه‌راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران"، پژوهشگاه نیرو، ۱۳۹۴.
- [۷] روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور. ۱۳۹۱.

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۴	فصل اول: ارزیابی سیاست و هم‌راستایی ارزیابی با اهداف و برنامه‌ها
۴	مقدمه
۵	۱-۱- ارزیابی سیاست
۷	۲-۱- هم‌راستایی ارزیابی با اقدامات و برنامه‌ها
۱۰	فصل دوم: قالب‌های ارزیابی سیاست و تحلیل تاثیرات
۱۰	مقدمه
۱۰	۱-۲- مقایسه وضعیت قبل و بعد از برنامه
۱۱	۲-۲- مقایسه روند گذشته و وضعیت بعد برنامه
۱۱	۳-۲- مقایسه وضعیت در دو حالت بود یا نبود برنامه
۱۳	فصل سوم: گام‌های عمومی ارزیابی سیاست و انواع روش‌های ارزیابی
۱۳	مقدمه
۱۴	۱-۳- پیمایش نوآوری
۱۸	۲-۳- مدل‌های اقتصادسنجی: مدل‌سازی اقتصاد کلان و شبیه‌سازی
۱۹	۱-۲-۳- شرایط استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی کلان
۱۹	۳-۲-۲- مراحل استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی
۲۱	۳-۳- مدل‌های اقتصادسنجی: مدل‌های اقتصادسنجی خرد
۲۲	۱-۳-۳- شرایط استفاده از روش اقتصادسنجی خرد
۲۳	۳-۳-۲- مراحل پیاده‌سازی مدل
۲۳	۳-۳-۳- دامنه کاربرد و محدودیت‌ها
۲۴	۴-۳- مدل‌های اقتصادسنجی: اندازه‌گیری بهره‌وری
۲۵	۳-۴-۱- روش انجام
۲۵	۳-۴-۲- دامنه کاربرد و محدودیت‌ها
۲۵	۵-۳- ارزیابی توسط خبرگان
۲۶	۳-۵-۱- شرایط استفاده از خبرگان
۲۷	۲-۵-۳- مراحل انجام روش استفاده از خبرگان
۲۷	۳-۵-۳- داده‌های موردنیاز



۲۷	۳-۵-۴- دامنه کاربرد و محدودیت‌ها
۲۸	۳-۶- مطالعه میدانی و مطالعه موردی
۲۹	فصل چهارم: جمع‌بندی و ارائه روش پیشنهادی برای ارزیابی
۲۹	مقدمه
۲۹	۴-۱- تدوین شاخص‌های ارزیابی کارایی و اثربخشی
۳۰	۴-۲- تدوین مکانیزم ارزیابی
۳۲	۴-۳- تدوین ساختار نظارت و به‌روزرسانی
۳۳	فصل پنجم: فرایند ارزیابی نقشه‌راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران
۳۳	مقدمه
۳۳	۵-۱- تدوین شاخص‌های عملکردی و اثربخشی
۳۷	۵-۲- تدوین ساختار نظارت، به‌روزرسانی و مکانیزم ارزیابی
۳۸	۵-۳- مکانیزم عملکرد
۴۰	نتیجه‌گیری
۴۱	مراجع

فهرست اشکال

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۸.....	شکل ۱-۱: منطق ارزیابی اهداف و سیاست ها
۸.....	شکل ۲-۱: مدل منطقی ارزیابی
۱۲.....	شکل ۱-۲: قالب‌های تحلیل تأثیرات سیاست

فهرست جداول

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۳۰.....	جدول ۱-۴: ویژگی‌های روش‌های ارزیابی
۳۴.....	جدول ۱-۵: شاخص‌های ارزیابی اهداف کلان توسعه پایایی در شبکه برق ایران
۳۴.....	جدول ۲-۵: شاخص‌های ارزیابی پروژه‌های توسعه پایایی در شبکه برق ایران
۳۶.....	جدول ۳-۵: شاخص‌های ارزیابی اقدامات توسعه پایایی در شبکه برق ایران

فصل اول: ارزیابی سیاست و هم‌راستایی ارزیابی با اهداف و برنامه‌ها

مقدمه

معمولاً هیچ تضمینی وجود ندارد که سیاست‌ها و برنامه‌های اتخاذ شده بتوانند به توسعه موفق فناوری منجر شوند. بنابراین، گاهی پس از آنکه اقدام یا سیاستی اجرا شد ذی‌نفعان، سیاست‌گذاران و یا تحلیل‌گران تصمیم می‌گیرند که میزان یا چگونگی تحقق اهداف مورد نظر را ارزیابی کنند. به عبارت دیگر، آن‌ها می‌خواهند بدانند که اهداف سیاست یا برنامه مورد نظر تا چه حد محقق شده‌اند. دلیل این امر آن است که رویدادهای پیش‌بینی نشده، پیامدهای غیرمنتظره و روابط علی درک نشده، می‌توانند باعث فاصله افتادن میان نتایج یک سیاست یا برنامه با آنچه از آن انتظار می‌رفته شود.

به دلیل عدم قطعیت‌هایی که معمولاً در تحلیل توسعه فناوری وجود دارد، لازم است که سیاست‌ها و برنامه‌ها قبل و بعد از اجرا مورد ارزیابی قرار گیرند. به بیان دیگر، هم به "پیش‌ارزیابی"^۱ و هم به "پس‌ارزیابی"^۲ نیاز است. "پیش‌ارزیابی" اقدامی آینده‌نگر و اغلب تجویزی است. پیش‌ارزیابی به این مسئله می‌پردازد که چگونه باید از قدرت ذینفعان برای حل مسئله یا پرداختن به موضوع مورد نظر استفاده کرد. بنابراین، پیش‌ارزیابی فرآیندی است که مناسب است تا در حین تدوین سیاست‌ها و برای انتخاب میان گزینه‌های مختلف سیاستی مورد استفاده قرار بگیرد. آنچه که در این قسمت از سند مورد توجه است، داشتن نگاه پس‌ارزیابی به منظور تدوین شاخص‌های کارایی و اثربخشی، تدوین مکانیزم ارزیابی و ساختار نظارت و به‌روزرسانی است. در برخی از موارد نیز این بخش خود پس‌ارزیابی است. به این معنی که با داشتن نگاه به گذشته، اثرات سیاست‌ها و برنامه‌های اتخاذ شده تحلیل و میزان محقق شدن اهداف تعیین شده اندازه‌گیری شود.

"تحلیل تأثیرات"^۳ (که در جایگاه پس‌ارزیابی قرار می‌گیرد) حوزه‌ای از مطالعات سیاستی است که به بررسی تأثیرات و پیامدهای واقعی یک سیاست می‌پردازد. تحلیل تأثیرات یا همان پس‌ارزیابی سیاست‌ها و برنامه‌ها را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد: "تعیین میزان تأثیرات یک مجموعه هدایت‌شده از فعالیت‌های بشری بر وضعیت اهداف یا پدیده‌های مورد نظر و

۱- Ex-ante evaluation

۲- Ex-post evaluation

۳- Impact analysis

تعیین علت کم یا زیاد بودن این تأثیرات^[۸]. در نگاهی تخصصی‌تر، پس‌ارزیابی، ارزیابی اثربخشی کلی یک برنامه ملی در راستای اهداف و یا ارزیابی اثربخشی نسبی دو یا چند برنامه است. پس‌ارزیابی سیاست، یک تحقیق عملیاتی، نظام‌مند و هدفمند بر روی تأثیرات یک سیاست، اقدام، برنامه یا پیامدهای آن بر حسب اهدافی است که در جهت رسیدن به آن است. در همین راستا، به منظور اینکه در یک سند راهبرد ملی توسعه فناوری‌های راهبردی، بتوان به درستی شاخص‌های عملکردی و اثربخشی، مکانیزم ارزیابی و ساختار نظارت و به‌روزرسانی را تدوین نمود، لازم است تا روش پس‌ارزیابی را پیش‌بینی نمود و بر اساس آن موارد فوق تدوین گردند. لذا در ادامه، ابتدا مفهوم تحلیل تأثیرات و ارزیابی سیاست‌ها تشریح می‌گردد و روش‌های انجام آن‌ها به‌صورت مختصر توضیح داده می‌گردد و سپس در انتها با ارائه یک جمع‌بندی، روش‌شناسی پیشنهادی برای بخش پایش و ارزیابی ارائه می‌شود.

تحلیل تأثیرات بخشی از حوزه بزرگتری از مطالعات سیاسی یعنی "ارزیابی سیاست"^۱ است. ارزیابی سیاست نیز همچون بسیاری از مفاهیم مربوط به مطالعات سیاستی دارای تعاریف مختلف است که در ادامه بدان پرداخته می‌شود. در ادامه مفهوم همراستایی ارزیابی با اهداف و برنامه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۱- ارزیابی سیاست

تعاریف ارائه شده برای ارزیابی سیاست عبارتند از :

❖ " تلاش برای درک تأثیر رفتار انسان و به‌ویژه ارزش‌یابی تأثیرات یک برنامه خاص بر جنبه‌هایی از رفتار که به‌عنوان اهداف این مداخله منظور شده است " [۱۰].

❖ " ارزیابی اثربخشی یک برنامه ملی در تحقق اهداف خود یا ارزیابی اثربخشی نسبی دو یا چند برنامه در تحقق اهداف مشترک خود " [۱۱].

❖ " ارزیابی نظام‌مند عملیات و یا نتایج یک برنامه یا سیاست در مقایسه با مجموعه‌ای از استانداردهای صریح یا ضمنی به‌عنوان راهی برای کمک به بهبود آن برنامه یا سیاست " [۱۲].

آنچه در همه تعاریف ارزیابی سیاست مشترک است و آنچه ارزیابی سیاست را از سایر مطالعات سیاستی متفاوت می‌سازد، تمرکز آن بر پیامدهای واقعی ناشی از اجرای سیاست یا برنامه و یا قضاوت در مورد این پیامدها بر مبنای نوعی ملاک

(هنجاری) است. ارزیابی سیاست، یک فعالیت هنجاری است که در آن آنچه هست با آنچه باید باشد مقایسه می‌شود. بنابراین، ارزیابی سیاست به معنای تعیین ارزش یک سیاست یا برنامه بر مبنای تعدادی معیار است؛ و تلاشی سیستماتیک برای تعیین "خوبی" یا "ارزشمندی" آن‌هاست. البته باید توجه داشت که ارزیابان سیاست‌ها و اهداف از تمامی روش‌های علوم اجتماعی (و به‌ویژه روش‌های کمی) استفاده می‌کنند. با این حال، ارزیابی سیاست فاقد ساختاریافتگی است.

تقاضا برای ارزیابی سیاست، امری فراگیر است که هم در بخش عمومی و هم در بخش خصوصی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ارزیابی می‌تواند به شکل‌های مختلفی از مطالعات آکادمیک و گزارش‌های مشاوران مدیریت گرفته تا بازنگری‌های رسمی توسط نهادهای دولتی و مدیران برنامه‌ها انجام شود. بر این اساس، منطقی است که حوزه ارزیابی سیاست بیشتر به‌عنوان یک حوزه کاربردی تلقی شود تا یک حوزه آکادمیک. بسیاری از مؤلفان به این موضوع اشاره کرده‌اند. مثلاً ویس^۱ به این نکته پرداخته است که جهت‌گیری ارزیابی سیاست بیشتر به سمت بهبود و اصلاح سیاست است تا تولید دانش عمومی و اگر دانشی هم به این ترتیب تولید شود غالباً خاص برنامه و سیاست مورد نظر است و معمولاً قابل تعمیم به سیاست‌ها و برنامه‌های مختلف نیست [۷].

هرچند ارزیابی سیاست دارای چند مفهوم محوری است، ولی از سوی دیگر موضوعی متغیر و فاقد مرزهای روشن است که می‌توان برای افراد مختلف معانی متفاوتی داشته باشد. تحت عنوان ارزیابی سیاست چندین رویکرد مفهومی مجزا وجود دارد که از "تحلیل تأثیر" فراتر می‌روند. متأسفانه هیچ تعریفی از قلمرو و زیرشاخه‌های ارزیابی سیاست که مقبولیت عمومی داشته باشد وجود ندارد. البته برخی محققان همچون اسمیت و لیکاری^۲ تلاش کرده‌اند دسته‌بندی‌هایی ارائه کرده و به این موضوع نظم دهند [۷].

تحلیل تأثیرات همیشه حول سه محور انجام می‌شود:

مسئله (یا مشکل)، فعالیت و نتیجه مورد نظر. مسئله عبارت است از نتیجه یا شرایطی که رضایت‌بخش نباشد و انتظار رود که بدون دخالت از طریق یک برنامه یا سیاست عمومی کماکان نامناسب باقی بماند. فعالیت عبارت است از رویدادی که توسط انسان هدایت می‌شود و سیاست را تشکیل می‌دهد؛ یعنی اقداماتی که زیر نظر دولت برای برخورد با یک مسئله انجام می‌شوند. نتیجه مورد نظر عبارت است از متغیری که برای ارزیابی تأثیر (پیامد) یک سیاست عملاً سنجیده می‌شود [۱۰].

۱- Weiss

۲- Smith & Licari

بنابراین، تحلیل تأثیرات با پاسخ نظام‌مند به این سوال که "چه کاری انجام شده است؟" سروکار دارد و این کار را با شناسایی و سنجش نتیجه مورد نظر و آزمون عملی رابطه آن با سیاست یا برنامه مورد نظر انجام می‌دهد. این موضوع از نظر تئوری ساده به نظر می‌رسد، ولی در عمل می‌تواند دشوار باشد. مثلاً تحلیل تأثیرات به‌شدت به نحوه انتخاب "متغیر وابسته" بستگی دارد که همان نتیجه مورد انتظار است. نتیجه مورد انتظار باید دو کارکرد کلیدی داشته باشد. اول اینکه باید جنبه‌ای از مسئله را عملیاتی سازد^۱ و دوم اینکه باید متغیری باشد که بتوان بین آن و برنامه/سیاست رابطه علی برقرار کرد.

یکی از مسائلی که سیاست‌گذاری عمومی به‌طور عام و تحلیل تأثیرات به‌طور خاص با آن روبه‌روست، موضوع هنجارها و ملاحظات هنجاری است. در بسیاری از موارد، اهداف سیاست‌های اتخاذ شده چندان روشن نیستند و در نتیجه، ذی‌نفعان مختلف اهداف مختلفی را به یک سیاست واحد نسبت می‌دهند. حتی ممکن است باورهای متفاوتی نسبت به روابط علی بین "وسیله" و "هدف" وجود داشته باشد و این باورهای متفاوت، معانی سیاسی متفاوتی داشته باشند. از سوی دیگر، قضاوت در مورد اینکه سیاستی موفق بوده یا شکست خورده مستلزم این است که ابتدا مشخص شود کدام اهداف سیاست و چگونه باید مورد سنجش قرار گیرند. در بسیاری از موارد، همین انتخاب به تنهایی می‌تواند نتیجه ارزیابی را تغییر دهد. مثلاً اگر در زمینه سیاست‌های آموزشی بخواهیم عملکرد آموزشی را مورد سنجش قرار دهیم و مشخص کنیم که آیا یک سیاست خاص به اهداف خود رسیده است یا خیر، استفاده از روش‌هایی مثل تست‌های استاندارد، نرخ فارغ‌التحصیلان و امثال این‌ها می‌توانند نتایج کاملاً متناقضی را نشان دهند [۷].

۲-۱- همراستایی ارزیابی با اقدامات و برنامه‌ها

ارزیابی هنگامی اثربخش خواهد بود که هم‌راستا و منطبق با مأموریت و اهداف برنامه انجام پذیرد. همانطور که در شکل زیر دیده می‌شود، ابتدا می‌بایست اهداف کلانی را که برنامه به دنبال آن‌هاست، استخراج نمود. سپس باید مشخص شود برنامه از چه راهبردی برای تحقق این اهداف استفاده می‌کند. در طراحی مکانیزم‌های عملیاتی یک برنامه سیاستی، مشخص می‌شود چه ورودی‌هایی به چه برون‌دادها^۲، دستاوردها^۳ و پیامدهایی^۴ تبدیل می‌شوند. بنابراین تمرکز اصلی ارزیابی بر همین مؤلفه‌ها

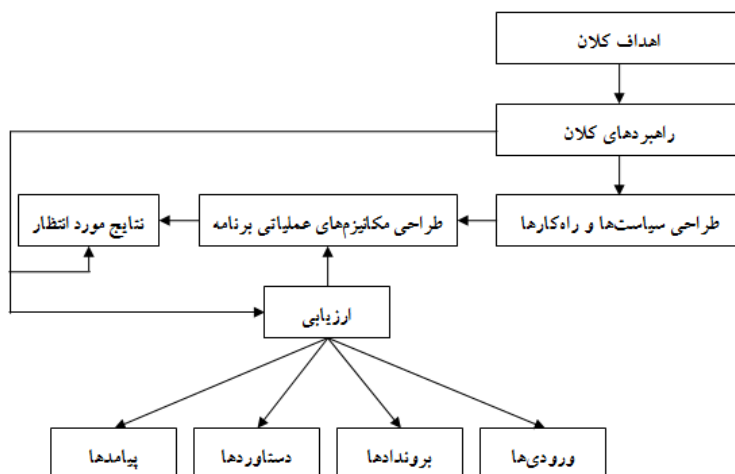
۱- Operationalize

۲- Outputs

۳- Results

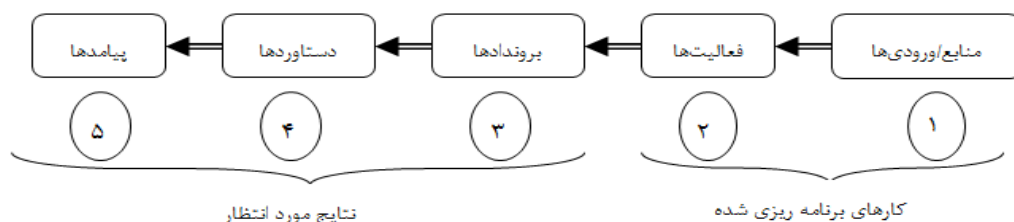
۴- Outcomes

می‌باشد. بازخوردهای ارزیابی هم می‌تواند به بهبود مکانیزم‌های عملیاتی منجر شود و هم اصلاح راهبردهای برنامه را به‌دنبال داشته باشد.



شکل ۱-۱: منطق ارزیابی اهداف و سیاست‌ها

یکی از مفاهیمی که در ادبیات سیاست‌گذاری برای رعایت ارتباط ورودی‌ها، برون‌دادها، دستاوردها و پیامدها به دفعات مورد استفاده قرار می‌گیرد "مدل منطقی"^۱ است. مدل منطقی نه تنها در طراحی سیاست مورد استفاده قرار می‌گیرد، بلکه می‌توان از آن برای ارزیابی سیاست نیز استفاده نمود. علی‌رغم کاربردهای گسترده، این مدل بر منطقی روشن و ساده استوار است. بطور کلی، مدل منطقی روشی نظام‌مند و تصویری^۲ است که برای ارائه و انتقال درک از ارتباط میان منابعی که در برنامه مورد استفاده قرار گرفته، فعالیت‌هایی که برنامه‌ریزی شده و تغییرات و نتایجی که رسیدن به آن‌ها دنبال می‌شود، به کار می‌رود.



شکل ۱-۲: مدل منطقی ارزیابی

۱- Logic model

۲- Visual

اغلب مدل‌های منطقی، تصویری است از نحوه کار برنامه. این مدل از کلمات و تصاویر برای تشریح توالی فعالیت‌ها و ارتباط آنها با نتایج مورد انتظار برنامه استفاده می‌کند. مؤلفه‌های اصلی یک مدل منطقی را می‌توان در دو گروه اصلی " کارهای برنامه‌ریزی شده " و " نتایج مورد انتظار " و در پنج گام متوالی شرح داد:

کارهای برنامه‌ریزی شده: به تشریح منابعی که گمان می‌رود برای اجرای برنامه نیاز هستند و فعالیت‌هایی که قصد انجام آنها وجود دارد، می‌پردازد.

❖ منابع: عبارتند از منابع انسانی، مالی، سازمانی و ارتباطی که برای انجام برنامه مورد نیاز می‌باشند. در برخی منابع از آنها به عنوان " ورودی " نیز نام برده شده است.

❖ فعالیت‌های برنامه: عبارتند از فرآیندها، ابزارها، رخدادهای فناوری و اقداماتی که بصورت آگاهانه و در راستای نیل به نتایج و یا تغییرات مورد انتظار صورت می‌پذیرند.

نتایج مورد انتظار: عبارتند از کلیه نتایج مطلوب برنامه شامل برون‌دادها، دستاوردها و پیامدها.

❖ برون‌دادها: محصولات مستقیم فعالیت‌های برنامه‌اند و ممکن است شامل انواع، سطوح و اهدافی از خدمات باشند که توسط برنامه ارائه می‌شود.

❖ دستاوردها: عبارت است از تغییرات در رفتار، دانش، مهارت، وضعیت و سطح کارکرد افرادی که در برنامه مشارکت دارند. دستاوردها می‌توانند به دو گروه کوتاه‌مدت و بلندمدت تقسیم شوند. دستاوردهای کوتاه‌مدت در بازه ۱ تا ۳ سال محقق می‌شوند؛ حال آنکه دستاوردهای بلندمدت ۴ تا ۶ سال زمان نیاز دارند. "پیامدهای" دستاوردهای کوتاه مدت در بازه ۷ تا ۱۰ سال خود را نشان می‌دهند.

❖ پیامدها: عبارتند از خواسته‌های اساسی و یا تغییرات ناخواسته‌ای که در سازمان، جامعه یا سیستم بر اثر اجرای برنامه در مدت ۷ تا ۱۰ سال اتفاق می‌افتد [۱۳].

فصل دوم: قالب‌های ارزیابی سیاست و تحلیل تأثیرات

مقدمه

ارزیابی نظام‌مند سیاست‌ها و تحلیل تأثیرات آن‌ها مشتمل بر مقایسه است، مقایسه‌ای به‌منظور یافتن تغییرات به‌وجود آمده در اثر برنامه‌های سیاستی. این مقایسه در حالت ایده‌آل باید به اندازه‌گیری تفاوت بین اتفاقات به‌وقوع پیوسته، با اتفاقاتی بپردازد که در صورتی اجرا نشدن برنامه‌ها پدید می‌آید. اندازه‌گیری اتفاقات به‌وقوع پیوسته در شرایط بعد از اعمال برنامه‌ها دشوار نیست. مشکل اصلی در برآورد وضعیت در صورت به‌اجرا درنیامدن برنامه‌ها و مقایسه دو وضعیت باهم است. این تفاوت باید ناظر بر اعمال برنامه‌ها باشد و نه سایر تغییراتی که به‌طور همزمان در جامعه به‌وقوع پیوسته است. با توجه به اهمیت این موضوع، چهار قالب کلی برای ارزیابی سیاست و تحلیل تأثیرات در نظر می‌گیرند.

۱-۲- مقایسه وضعیت قبل و بعد از برنامه

یکی از رایج‌ترین قالب‌های تحلیل سیاست‌ها و برنامه‌ها، استفاده از نوع مقایسه قبل با بعد^۱ است. در این قالب، وضعیت در دو نقطه یکی قبل از اجرای برنامه‌ها و دیگری بعد از اجرای آن‌ها مورد مقایسه باهم قرار می‌گیرند. گروه‌های هدف در تحلیل تأثیرات مقایسه‌ای قبل و بعد جایگاه محوری دارند. در این حالت، اگرچه فرآیند دستیابی به تأثیر سیاست‌ها کوتاه و آسان است، اما نمی‌توان به‌راحتی و با اطمینان مشخص نمود که تا چه حد نتایج حاصل از اعمال برنامه‌ها و سیاست‌ها ناشی شده‌اند و تا چه اثر سایر تغییرات محیطی هم‌زمان در جامعه بوده‌اند.

^۱- Before-after comparison

۲-۲- مقایسه روند گذشته و وضعیت بعد برنامه^۱

برآورد بهتری از آنچه در اثر اجرای یک برنامه به‌وقوع پیوسته را می‌توان با مقایسه روند وضعیت گذشته در زمان حاضر (پس از اجرای برنامه‌های سیاستی) بدست آورد. سپس با مقایسه این حالت تصویر شده از گذشته با شرایط پدید آمده پس از اجرای واقعی برنامه‌ها می‌توان به تحلیل تأثیرات سیاست‌ها رسید. در این روش لازم است تا برای ترسیم روند وضعیت از گذشته تا به زمان اجرای سیاست‌ها، اطلاعات راجع به گروه‌های هدف در بازه‌های زمانی مختلف گردآوری شود. این قالب از حالت مقایسه قبل و بعد بهتر بوده و نتایج دقیق‌تری را فراهم می‌آورد، اما نیازمند تلاش بیشتر در فرآیند ارزیابی است.

۲-۳- مقایسه وضعیت در دو حالت بود یا نبود برنامه^۲

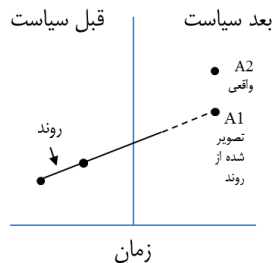
روش رایج دیگر برای ارزیابی، مقایسه میان وضعیت بخش‌هایی است که تحت تأثیر سیاست موردنظر قرار گرفته‌اند یا سایر بخش‌ها (شهرها، کشورها) است. در این حالت، مقایسه تنها در زمان بعد از اجرای برنامه‌های سیاستی انجام می‌شود، اما میان دو بخش مختلف (تحت تأثیر سیاست و فارغ از آن). همچنین به‌منظور افزودن بر دقت این قالب، تحلیل تأثیرات می‌توان وضعیت گذشته (قبل اجرای برنامه) را در هر دو بخش مشاهده نمود و تفاوت آن‌ها را درک کرد. سپس با اجرای برنامه و مقایسه دوباره میان وضعیت دو بخش، می‌توان به‌روشنی دریافت که چه حدی از تفاوت میان وضعیت دو بخش به‌دلیل اعمال برنامه سیاستی بوده و چه حدی مرتبط با تفاوت در ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی بخش‌های مورد مطالعه.

مقایسه وضعیت گروه‌های کنترل و آزمایشی قبل و بعد از اجرای برنامه: این قالب از تحلیل تأثیرات به‌عنوان یک روش مرسوم مشتمل بر انتخاب دو گروه تحت کنترل و آزمایشی است که از همه لحاظ به‌هم شبیه هستند، اما در یکی از آن‌ها (گروه آزمایشی) برنامه سیاستی اجرا شده ولی در دیگری خیر. در این حالت، مقایسه وضعیت دو گروه بعد از اجرای سیاست در یکی از آن‌ها می‌تواند به‌طور دقیق بیان‌کننده تأثیرات سیاست‌ها باشد. این قالب، دقیق‌ترین نتایج ارزیابی سیاست‌ها را در میان سایر روش‌ها به‌همراه می‌آورد.

۱- Project trend line versus postprogram comparisons

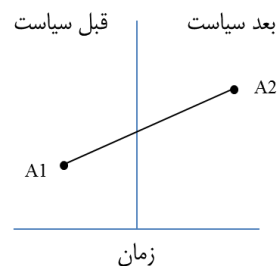
۲- Comparisons between jurisdictions with and without programs

قالب ۲ - تصویر گذشته و بعد از اجرا



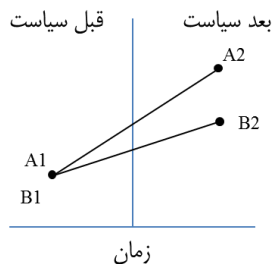
تأثیر سیاست $A1-A2$

قالب ۱ - قبل و بعد



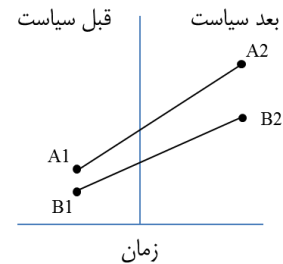
تأثیر سیاست $A1-A2$

قالب ۴ - گروه کنترل شده و آزمایشی



تأثیر سیاست A ، فارغ از سیاست B و A هر دو مشابه
تأثیر سیاست $A2-B2$

قالب ۳ - با و بدون اجرای سیاست



تأثیر سیاست A ، فارغ از سیاست B
تأثیر سیاست $(A2-A1)-(B2-B1)$

شکل ۱-۲: قالب‌های تحلیل تأثیرات سیاست

فصل سوم: گام‌های عمومی ارزیابی سیاست و انواع روش‌های ارزیابی

مقدمه

فارغ از نوع و روش ارزیابی و درجه پیچیدگی آن، به‌صورت کلی مراحل انجام یک ارزیابی را می‌توان به‌صورت زیر برشمرد:

- ❖ تعیین اهداف و مخاطبان (ذی‌نفعان ارزیابی)
- ❖ طراحی سؤالات و فرضیات ارزیابی
- ❖ مشخص کردن منابع در دسترس، زمان لازم و سطح مناسب تلاشی که می‌بایست صورت پذیرد
- ❖ انتخاب روش (های) ارزیابی و تجزیه و تحلیل
- ❖ انتخاب و یا طراحی مدل مناسب ارزیابی و رویکرد جمع‌آوری اطلاعات
- ❖ جمع‌آوری و ترکیب اطلاعات
- ❖ تجزیه و تحلیل و تفسیر اطلاعات
- ❖ تدوین گزارش ارزیابی
- ❖ ارائه و انتشار نتایج

در میان این‌گام‌ها، انتخاب روش ارزیابی و تحلیل به‌عنوان محور اصلی در ارزیابی و پایش سیاست‌ها و برنامه‌ها قرار می‌گیرد. روش‌های متنوعی برای ارزیابی وجود دارد که در عین داشتن مشابهت‌هایی، هر کدام مزایا و معایب مخصوص به خود را دارا می‌باشند. هر کدام از این روش‌ها برای اهداف خاصی طراحی شده‌اند. به‌عنوان مثال برخی از آن‌ها برای ارزیابی در مراحل اولیه یک برنامه مناسب‌اند و برخی دیگر برای ارزیابی در مراحل انتهایی برنامه به‌کار می‌آیند. بنابراین حتی ممکن است برای یک برنامه با گذشت زمان، از روش‌های متعدد ارزیابی استفاده شود.

از منظر زمانی، روش‌های ارزیابی به دو دسته کلی ارزیابی پیش از پیاده‌سازی و ارزیابی در حین و پس از پیاده‌سازی تقسیم می‌شوند. همچنین از منظر روش تحقیق، روش‌های ارزیابی را می‌توان به سه دسته روش‌های کمی، آماری، روش‌های

مدل‌سازی و روش‌های کیفی تقسیم‌بندی کرد. در روش‌های کمی و آماری مانند پیمایش، با انجام تحلیل‌های آماری بر روی داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده، ارزیابی سیاست‌ها انجام می‌پذیرد. در روش‌های مدل‌سازی مانند روش‌های اقتصادسنجی، با استفاده از توابع و مدل‌های ریاضی/اقتصادی، به ارزیابی تأثیرات سیاست‌ها پرداخته می‌شود. در روش‌های کیفی نیز مانند موردکاوی نیز مشاهدات و داده‌های کیفی مبنای قضاوت ما در مورد اثرات سیاست‌ها می‌باشد [۱۴].

مجموعه‌ای از روش‌های ارزیابی که می‌توانند برای تحلیل تأثیرات سیاست‌ها و برنامه‌ها در اسناد ملی فناوری مورد استفاده قرار بگیرند به قرار زیر هستند.

۱-۳- پیمایش نوآوری

در طی سه دهه گذشته تلاش‌های زیادی جهت سنجش و ارزیابی نوآوری صورت گرفته است. سازمان توسعه همکاری‌های اقتصادی (OECD) با انتشار دستورالعمل‌های متعددی در خصوص ارزیابی‌های مرتبط با نوآوری و فناوری که اصطلاحاً به دستورالعمل‌های فراسکاتی^۱ معروفند (دستورالعمل فراسکاتی، دستورالعمل پنتنت، دستورالعمل اسلو و غیره) تلاش کرده است تا در زمینه ارزیابی، استانداردهای بین‌المللی را ایجاد کند.

تشریح روش‌های ارزیابی و تفسیر داده‌ها در این دستورالعمل‌ها، در کنار وجود بانک‌های اطلاعات و داده‌های متنوع^۲ باعث شد در دهه ۹۰ کشورهای اروپایی برای ارزیابی سیاست‌ها، از پیمایشی استفاده کنند که به پیمایش نوآوری^۳ معروف شد.

روش پیمایش نوآوری در ابتدا، به‌عنوان ابزاری جهت جمع‌آوری و تفسیر داده‌ها و نه ارزیابی مورد استفاده قرار می‌گرفت. اما اخیراً محققان زیادی پیمایش نوآوری را به‌عنوان روشی برای پرداختن به تأثیرات و پیامدهای سیاست‌های تحقیق و توسعه دولتی مورد توجه قرار داده‌اند. به‌نظر می‌رسد در آینده با توجه به افزایش داده‌های جمع‌آوری‌شده پیرامون موضوعات مرتبط با نوآوری، افزایش استفاده از روش پیمایش برای ارزیابی سیاست‌های نوآوری دولتی به‌وقوع پیوندد [۱۵].

۱- FRASCATY – Family manuals

۲- از دهه ۷۰، گروه‌های پژوهشی شروع به جمع‌آوری داده‌هایی در مورد وضعیت نوآوری در بنگاه‌ها نمودند که وجود این اطلاعات و داده‌ها یکی از عوامل طراحی دستورالعمل اسلو بوده است.

۳- Innovation survey

اولین پیمایش نوآوری در اروپا، در سال ۱۹۹۲ و بر اساس دستورالعمل اسلو صورت گرفت. این پیمایش‌ها مجدداً در سطح اتحادیه اروپا در سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۰۰ برگزار شد. تجربه این سه پیمایش، ضمن آنکه امکان‌پذیری پیمایش نوآوری را ثابت کرد، نشان داد اینگونه پیمایش‌ها می‌تواند نتایج قابل توجهی برای سیاست‌گذاران داشته باشد.

در پیمایش نوآوری، نوآوری عبارت است از محصول یا فرایند نو و یک بنگاه در صورتی نوآور معرفی می‌شود که در یک دوره زمانی سه‌ماهه موفق به طراحی حداقل یک محصول یا فرایند نو و یا بهبود در فرایندها و محصول‌های موجود شده باشد. معیار "نو" بودن، جدید بودن در بنگاه است که لزوماً به معنای جدید بودن در بازار نمی‌باشد. اطلاعات پیمایش از طریق توزیع پرسشنامه در نمونه‌هایی از جامعه آماری جمع‌آوری می‌شود، هرچند در برخی موارد تمام بنگاه‌های بزرگ تحت پوشش پیمایش قرار می‌گیرند. مهم‌ترین موضوعاتی که در یک پیمایش نوآوری مورد بررسی قرار می‌گیرند عبارتند از:

- عوامل مؤثر بر نوآوری فناورانه

- اهداف نوآوری در بنگاه‌ها
- منابع اطلاعاتی بنگاه‌ها
- موانع نوآوری در بنگاه‌ها

- فعالیت‌ها و هزینه‌های نوآوری در بنگاه‌ها

- فعالیت‌های تحقیق و توسعه
- همکاری‌های فناورانه
- خرید و تجهیز ماشین‌آلات
- محافظت از دانش و فناوری

- ویژگی‌های بنگاه‌های نوآور

- اندازه بنگاه‌های نوآوری
- بخش اقتصادی که بنگاه‌های نوآور در آن فعالیت می‌کنند
- مالکیت بنگاه‌های نوآوری
- ارتباط با سایر بنگاه‌ها مؤسسات دولتی

○ سرمایه‌گذاری در دارایی‌های نامشهود

• پیامدهای نوآوری

○ فروش ناشی از محصولات نو

○ فروش ناشی از محصولاتی که نه تنها برای بنگاه بلکه در سطح بازار نیز جدید می‌باشند

○ تأثیر نوآوری بر صادرات و رقابت‌پذیری بنگاه‌ها در سطح بین‌المللی

○ تأثیر نوآوری بر اشتغال

○ تأثیر نوآوری بر ساختار مهارتی نیروی کار

اما پیمایش نوآوری چگونه می‌تواند برای ارزیابی برنامه‌ها و سیاست‌های نوآوری مورد استفاده قرار گیرد؟ هر ارزیابی سیاست نیازمند وجود اطلاعات کافی و دقیق در مورد موضوع سیاست مورد تحلیل است. پیمایش نوآوری بخشی از اطلاعاتی که برای ارزیابی برنامه‌ها و سیاست‌های نوآوری دولت‌ها لازم است را فراهم می‌آورد. این اطلاعات می‌تواند تصویر واضحی از وضعیت نوآوری در بنگاه‌ها و میان آن‌ها را به نمایش بگذارد [۷].

در پیمایش نوآوری در خصوص مشارکت بنگاه‌ها در برنامه‌های نوآوری دولتی سؤالاتی طراحی شده است. در سومین پیمایش نوآوری اتحادیه اروپا، این سؤالات در سه سطح سیاست‌های اتحادیه اروپا، سیاست‌های دولتی و سیاست‌های منطقه‌ای و محلی طراحی شده بود. در برخی پیمایش‌های نوآوری مانند پیمایش نوآوری ایتالیا، سؤالات بیشتر و دقیق‌تری در خصوص سیاست‌های نوآوری دولت طراحی شده است.

با تحلیل نتایج پیمایش نوآوری می‌توان به ارزیابی برخی سیاست‌های نوآوری دولت پرداخت. به‌عنوان مثال می‌توان فهمید چه کسانی از یارانه‌های تحقیق و توسعه دولت سود برده‌اند؟ بنگاه‌های کوچک و متوسط در مقایسه با بنگاه‌های بزرگ چه سهمی از کمک‌های دولت را دریافت کرده‌اند؟ چه بخش‌های اقتصادی از تسهیلات دولتی منتفع شده‌اند؟

مقایسه پاسخ سؤالاتی از این دست، با اهدافی که برای سیاست نوآوری در نظر گرفته شده است، ارزیابی مناسبی از سیاست ارائه می‌دهد. بایستی توجه داشت هرچند پیمایش برای ارزیابی سیاست نوآوری بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است، اما این ابزار می‌تواند برای ارزیابی سایر سیاست‌ها و حتی سیاست‌های عمومی نیز بکار رود. در واقع پیمایش ابزاری تحلیلی است که از

طریق توزیع پرسشنامه و با جمع‌آوری اطلاعات از سایر منابع در یک جامعه یا نمونه آماری و با استفاده از تحلیل‌های آماری به ارزیابی یک سیاست می‌پردازد. مراحل انجام یک پیمایش عبارتند از:

۱. طراحی مدل مفهومی پیمایش (ارتباط و تأثیر متغیرها)؛

۲. تعریف متغیرهای مدل مفهومی؛

۳. شناسایی منابع اطلاعاتی که متغیرها از طریق آن‌ها اندازه‌گیری می‌شوند؛

۴. شناسایی جامعه و یا نمونه آماری؛

۵. طراحی و توزیع پرسشنامه؛

۶. جمع‌آوری پرسشنامه و اطلاعات از سایر منابع؛

۷. تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات جمع‌آوری‌شده؛ و

۸. تفسیر نتایج و ارائه اقدام یا پیشنهاد.

پیمایش مانند هر ابزار دیگری مزایا و معایب متعددی دارد. مهم‌ترین مزایای این روش عبارتند از:

❖ با توجه به سهولت جمع‌آوری اطلاعات گسترده در روش پیمایش، می‌توان گستره وسیع‌تری از موضوعات را تحت

پوشش ارزیابی قرار داد و از نقطه‌نظرات افراد و شرکت‌های بیشتری بهره جست.

❖ در پیمایش می‌توان نشانگرها و متغیرهای زیادی راجع به ورودی‌ها، نتایج و پیامدهای یک برنامه را اندازه‌گیری و تحلیل کرد.

❖ در پیمایش می‌توان علاوه بر استفاده از اطلاعات پرسشنامه‌ها، از اطلاعات سایر بانک‌های داده‌ها و منابع در ارزیابی بهره جست.

❖ پیمایش قابلیت ترکیب با سایر روش‌ها از جمله روش‌های ریاضی و اقتصادی را دارا می‌باشد.

❖ اگر پیمایش با رویکردهای قضاوت خبرگان مانند پنل همراه شود، می‌تواند تحلیل‌های پویاتری از ارزیابی ارائه نماید.

معایب عمده روش پیمایش نیز عبارتند از:

❖ دقت اطلاعاتی که از پرسشنامه و بر اساس قضاوت ذهنی افراد جمع‌آوری می‌گردد، همواره محل تردید است.

❖ ارزیابی دقیق و درست ورودی‌ها، پیامدها و نتایج بر اساس سنجش متغیرها همواره ممکن نیست. بسیاری از پیامدها و نتایج قابل تبدیل و اندازه‌گیری از طریق متغیرها نیستند.

لادر بسیاری مواقع، مدت‌زمانی لازم است تا سیاست و یا برنامه، تأثیر و پیامدهای خود را آشکار کند. غالباً در روش پیمایش مدت‌زمان تأثیرات برنامه در نظر گرفته نمی‌شود.

به‌هر حال پیمایش بهترین روش ارزیابی سیاست نیست، اما در برخی موارد، مخصوصاً در مواردی که نیاز به ارزیابی سیاست‌های کلان و در سطح وسیعی می‌باشد، این روش می‌تواند روش مناسبی به‌شمار آید.

۲-۳- مدل‌های اقتصادسنجی: مدل‌سازی اقتصاد کلان و شبیه‌سازی^۱

مدل‌های اقتصادسنجی تلاش می‌کنند به ارزیابی پیامدها و آثار اقتصادی سیاست‌ها و برنامه‌ها پردازند. در این نوع مدل‌ها، سیاست‌گذاران نتایج مورد انتظار گزینه‌ها و انتخاب‌های سیاستی را تحلیل و مقایسه می‌کنند. اینگونه مدل‌سازی و شبیه‌سازی بر اساس سناریوها با توجه به ماهیت پدیده‌های اقتصادی که غالباً پیچیده، غیرخطی و همراه با بازخوردهای متعدد است، بسیار مناسب می‌باشد.

با توجه به اینکه رفاه اجتماعی، غایت غالب سیاست‌ها و برنامه‌های دولت می‌باشد و وضعیت اقتصادی مهم‌ترین عامل موثر بر رفاه اجتماعی به‌شمار می‌رود، ارزیابی آثار اقتصادی برنامه‌های سیاستی از مهم‌ترین دغدغه‌های سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان می‌باشد.

معمولاً تأثیر اسناد ملی فناوری‌های راهبردی بر متغیرهای اقتصادی مستقیم و ساده نیست، بلکه این تأثیر از طریق سایر متغیرهای واسطه و میانجی و به‌واسطه روابط علت و معلولی متعدد اعمال می‌شود. به‌عنوان مثال نمی‌توان به آسانی و بر اساس تجزیه و تحلیل‌های حاصل از پیمایش در خصوص تأثیر یک سند ملی بر متغیرهای اقتصادی نظیر اشتغال، رشد اقتصادی و یا بهره‌وری قضاوت کرد [۱۶].

یک مدل اقتصادسنجی کلان مجموعه‌ای از معادلات ساختاری است که بر اساس مبانی اقتصادی و برای تشریح اقتصاد و یا برخی از اجزای آن تدوین شده است. در این مدل‌ها دو دسته معادله وجود دارد: رفتاری^۲ و فردی^۳. همچنین در این مدل‌ها، دو نوع متغیر وجود دارد: متغیرهای درون‌زا که به ساختار اقتصادی (داخلی) می‌پردازند و متغیرهای برون‌زا که ارتباطات و تأثیرات بین‌المللی را بررسی می‌کنند.

۱- Econometric models: Macroeconomic modeling and simulation

۲- Behavioural

۳- Identities

۱-۲-۳- شرایط استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی کلان

باید توجه داشت که استفاده از این مدل‌ها برای ارزیابی برنامه‌هایی بزرگ مقیاسی مناسب است که تأثیرات اقتصادی و اجتماعی کلان و در سطح بین‌المللی دارند. بنابراین استفاده از آن برای برنامه‌های کوچک با سطح تأثیر محدود توصیه نمی‌گردد.

استفاده از این روش نیازمند برخی الزامات است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

- ❖ در دسترس بودن حجم زیادی از اطلاعات اقتصادی-اجتماعی
- ❖ درجه بالایی از خبرگی و تخصص
- ❖ زمان و هزینه کافی

علاوه بر این الزامات، روش فوق برای مواقعی که برنامه اقدامات و سیاست‌ها پیامدهای اقتصادی مشهود دارد مناسب است.

۲-۲-۳- مراحل استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی

استفاده از این روش‌ها مستلزم پیمودن ۹ گام زیر است:

۱. تعریف اهداف مدل و امکان‌پذیری سنجش آن: ابتدا باید مشخص شود آیا سیاستی که قرار است ارزیابی شود، می‌تواند بر متغیرهای کلان اقتصادی تأثیر بگذارد یا نه؟ به عبارتی آیا پیامدهای اقتصادی قابل ملاحظه‌ای از سیاست متصور است یا نه؟ اگر پاسخ به سوال فوق مثبت است، این تأثیر چه میزان پیش‌بینی می‌شود و آیا این تأثیر کل اقتصاد را متأثر می‌سازد و تنها بر بخش و یا بخش‌هایی مؤثر است؟ برای اندازه‌گیری و ارزیابی این تأثیر چه متغیرهایی را می‌بایست اندازه‌گیری کرد و آیا اندازه‌گیری این متغیرها، پاسخ‌هایی را که تحلیل‌گر به دنبال آن‌هاست، ارائه می‌دهند یا نه؟
۲. بررسی در دسترس بودن داده‌ها: در این مرحله می‌بایست مشخص کرد چه داده‌هایی برای ارزیابی مورد نیاز است و آیا تمام داده‌های مورد نیاز در دسترس می‌باشد یا نه؟ همچنین در این مرحله می‌بایست نحوه مواجهه با داده‌های ناقص و یا مخدوش را روشن نمود.
۳. طراحی مدل مفهومی: در این گام متغیرهای اساسی مدل، روابط علی و معلولی این متغیرها، ابعاد و اجزای اصلی مدل مفهومی، مبانی زیربنایی و مطالعات تجربی صورت‌گرفته در این زمینه مشخص می‌شود. همچنین باید مشخص کرد آیا مدل مفهومی طراحی شده متناسب با واقعیت وضعیت موجود می‌باشد و یا نیاز به اصلاحات و تغییرات دارد؟

۴. جمع‌آوری و تحلیل و تبدیل داده‌ها: هرچند روش‌های اقتصادسنجی نیاز به حجم عظیمی از داده‌ها دارند، اما داده‌های خام موجود در بانک‌های داده، به‌ندرت در این معادلات قابل استفاده‌اند. بنابراین معمولاً به یک فرایند تبدیل بر روی داده‌های خام نیاز است تا این داده‌ها قابلیت استفاده در مدل را داشته باشند.

۵. طراحی معادلات اقتصادسنجی مدل^۱: در این مرحله معادلات اقتصادسنجی مدل تخمین زده می‌شوند. به‌عبارتی در این مرحله مدل نظری به مدل اقتصادسنجی تبدیل می‌شود. برای این کار ابتدا سری داده‌های معینی انتخاب می‌شوند که فرض می‌شود مقادیر متغیرهای موجود در مدل را نمایندگی می‌کنند. سپس فرض می‌گردد که متغیرهای نظری بر متغیرهایی که داده‌های انتخاب‌شده را ایجاد کرده‌اند، منطبق هستند، در نتیجه متغیرهای داده‌های واقعی در مدل جایگزین متغیرهای نظری می‌شوند. سپس یک جمله خطای تصادفی به معادله اضافه می‌شود و با تعریف فروضی بر روی جمله خطا، مدل آزمون می‌گردد.

۶. تست و کالیبره کردن مدل: حتی اگر با تخمین دقیقی، معادلات اقتصادسنجی طراحی شده باشند. ممکن است در عمل این معادلات به‌علت تأثیر متغیرهای بیرونی، نادیده‌گرفتن برخی پدیده‌ها و یا متغیرها و یا کیفیت نامناسب برخی داده‌ها، عملکرد ضعیفی از خود به‌نمایش بگذارند. در این مرحله، معادلات اقتصادسنجی مجدداً با داده‌های واقعی تنظیم می‌شوند و در صورت لزوم تغییراتی در معادلات و یا داده‌های مورد استفاده صورت می‌پذیرد. پس از این مرحله معادلات می‌توانند برای شبیه‌سازی و اندازه‌گیری شرایط مختلف مورد استفاده قرار گیرند.

۷. شبیه‌سازی وضعیت پایه و تحلیل حساسیت: برای ارزیابی تأثیر سیاست‌ها بر عملکرد و وضعیت اقتصادی، بهتر است مشخص شود این عملکرد و وضعیت در صورت عدم وجود این سیاست‌ها چه حالتی پیدا می‌کند. با این اقدام، می‌توان وضعیت پایه را با فرض نبود این سیاست‌ها مدل‌سازی و طراحی کرد. فعالیت دیگری که در این مرحله انجام می‌شود، تحلیل حساسیت^۲ است. با تحلیل حساسیت می‌توان متوجه شد که نتایج مدل تا چه حد به تغییرات ارزش متغیرهای مدل حساس‌اند. یعنی در چه بازه‌ای ارزش هر کدام از متغیرهای مدل را می‌توان تغییر داد، بدون آنکه در نتایج مدل تغییری ایجاد شود.

۸. شبیه‌سازی وضعیت در صورت اجرای سیاست‌ها: در این حالت مقادیری که برای متغیرهای برون‌زا، ابزارهای سیاستی و سایر متغیرها به‌دست آمده است وارد عمل می‌شود و تأثیرات آن‌ها بر مدل و نتایج مدل اندازه‌گیری می‌گردد.

۱- Econometric estimations of equations of the model

۲- Sensitivity Analysis

۹. تفسیر نتایج: با مقایسه نتایج مراحل ۷ (شبیه‌سازی وضعیت پایه) و ۸ (شبیه‌سازی وضعیت در صورت اجرای سیاست‌ها) می‌توان به ارزیابی مفیدی از سیاست‌ها پرداخت.

باید توجه داشت با این روش می‌توان ارزیابی‌های پیش از پیاده‌سازی و پس از پیاده‌سازی را انجام داد. در موفق‌ترین تحلیل‌های اقتصادسنجی صورت‌گرفته تاکنون، حجم وسیعی از داده‌های اقتصادی مربوط به یک بازه زمانی قابل توجه (در حدود ۲۰ سال و یا حتی بیشتر از آن) جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گرفته است. در این تحلیل‌ها داده‌هایی مربوط به متغیرهای اقتصادی اجتماعی نظیر تولید ناخالص ملی، تولید ناخالص ملی بر سرمایه، رشد بهره‌وری تولید، اشتغال، نرخ واقعی دستمزدها، قیمت‌ها، نرخ بهره، نرخ برابری ارزها و داده‌هایی مرتبط با توسعه فناوری‌های راهبردی باشند هزینه‌های تحقیق و توسعه بخش دولتی و بخش خصوصی، انباشت سرمایه انسانی^۱، سرریز دانش و اطلاعاتی در خصوص ابزارهای سیاستی و برنامه‌های توسعه فناوری مثل معافیت‌های مالیاتی فعالیت‌های تحقیق و توسعه و یارانه‌های این فعالیت جمع‌آوری شده است. به‌ر حال در این روش مهم‌ترین ورودی، داده‌های معتبر و دقیق در یک بازه زمانی مشخص می‌باشد و بدون در اختیار داشتن این داده‌ها، روش اقتصادسنجی کارایی لازم را نخواهد داشت.

۳-۳- مدل‌های اقتصادسنجی: مدل‌های اقتصادسنجی خرد

اقتصاد خرد به بررسی عملکرد و وضعیت واحدهای اقتصادی در یک کشور می‌پردازد. واحدها می‌توانند شرکت‌ها (به‌عنوان مثال وقتی قصد بررسی وضعیت انتقال فناوری وجود دارد) و یا حتی افراد (به‌عنوان نمونه وقتی قصد مطالعه وضعیت اشتغال وجود دارد) باشند. از لحاظ مبانی نظری، روش اقتصادسنجی خرد مشابه اقتصادسنجی کلان می‌باشد. تفاوت عمده این دو روش سطح تجزیه و تحلیل و نوع متغیرها و داده‌های مورد استفاده آن‌هاست.

از نظر روش‌شناسی، مدل‌های اقتصادسنجی خرد به دو دسته عمده تقسیم می‌شوند:

❖ مدل‌هایی که از داده‌های مربوط به وضعیت گذشته بنگاه‌هایی که سیاست‌های مذکور در مورد آن‌ها اعمال شده است و یا از مشوق‌ها و مزایای در نظر گرفته‌شده استفاده کرده‌اند بهره می‌برند و آن را با وضعیت کنونی آن‌ها مقایسه می‌کنند.

❖ مدل‌هایی که از داده‌های مربوط به وضعیت همزمان بنگاه‌هایی که سیاست مذکور در مورد آن‌ها اعمال شده است و یا از مشوق‌های در نظر گرفته شده استفاده کرده‌اند و بنگاه‌هایی که این سیاست‌ها در مورد آن‌ها اعمال نشده است و یا از این مشوق‌ها استفاده نکرده‌اند بهره‌برداری می‌کنند و ارزیابی‌ها را بر اساس مقایسه وضعیت این دو گروه از بنگاه‌ها انجام می‌دهد.

اگر از داده‌های گذشته بنگاه‌هایی که اهداف سیاست‌ها بوده‌اند استفاده گردد، باید متوجه متغیرهایی بود که خارج از سیاست‌ها، منجر به تغییر وضعیت این بنگاه‌ها از گذشته تاکنون شده‌اند. اگر از این نکته غفلت گردد، علت اصلی تغییر داده‌های گذشته تا حال، سیاست‌های طراحی شده تفسیر می‌شود، حال آنکه ممکن است در واقعیت، علل و دلایل دیگری سبب این تحولات شده باشند که آن‌ها لحاظ نشده‌اند.

همچنین اگر داده‌های مربوط به دو دسته از بنگاه‌های مشمول سیاست و بنگاه‌هایی که در دامنه تأثیر این سیاست قرار نداشته‌اند استفاده گردد، باید متوجه عوامل و دلایلی بود که خارج از سیاست‌های تدوین شده منجر به تغییر داده‌های این دو گروه بنگاه‌ها می‌شوند. اگر این نکته مورد توجه قرار نگیرد، تفاوت در داده‌های این دو گروه را ناشی از سیاست‌های طراحی شده می‌دانیم. در صورتی که ممکن است این تفاوت‌ها ناشی از سایر عوامل و دلایلی باشید که ارتباطی به این سیاست‌ها نداشته‌اند (مانند ساختار صنعت و بازار).

۱-۳-۳- شرایط استفاده از روش اقتصادسنجی خرد

روش اقتصادسنجی خرد مواقعی برای استفاده مناسب است که شرایط زیر مهیا باشد:

- ❖ دلایل کافی برای تأثیر سیاست‌ها در سطح بنگاه‌ها و سازمان‌ها وجود داشته باشد
- ❖ اهداف سیاستی به صورت مستقیم و یا از طریق برخی شاخص‌ها قابل اندازه‌گیری باشند
- ❖ ارتباط میان تأثیر و پیامدهای سیاستی در سطح بنگاه‌ها و سازمان‌ها با ابزارهای طراحی شده با تئوری‌های اقتصادی موجود توجیه‌پذیر باشد
- ❖ داده‌های متغیرهای اندازه‌گیری برای تعداد زیادی از بنگاه‌ها موجود باشد
- ❖ داده‌های کافی از وضعیت بنگاه‌ها قبل از پیاده‌سازی سیاست و یا وضعیت موجود بنگاه‌هایی که مشمول سیاست نمی‌باشند وجود داشته باشد.

۲-۳-۳- مراحل پیاده‌سازی مدل

مراحل پیاده‌سازی مدل‌های اقتصادسنجی خرد تا حد زیادی شبیه مراحل اجرای مدل‌های اقتصادسنجی کلان می‌باشد که در بخش قبل توضیح داده شده است. این مراحل به‌ترتیب عبارتند از:

❖ تعریف متغیرهای هدف: تعیین متغیرهایی که اهداف سیاست‌های طراحی شده بوده‌اند. این اهداف می‌توانند شامل هدف‌های اولیه، ثانویه و نهایی باشند. با مشخص شدن این متغیرها در واقع مدل مفهومی ارزیابی ما مشخص می‌شود.

❖ طراحی مدل اقتصادسنجی: مدل اقتصادسنجی بر اساس مدل مفهومی مشخص شده و بر مبنای تئوری‌های اقتصادی و با در نظر گرفتن ملاحظات در خصوص امکان جمع‌آوری داده‌ها طراحی می‌شود.

❖ انتخاب روش اقتصادسنجی مناسب: بر اساس مدل اقتصادسنجی و داده‌های جمع‌آوری شده، روش مناسب اقتصادسنجی انتخاب می‌شود.

❖ اجرای مدل اقتصادسنجی: در این مرحله بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده، مدل اقتصادسنجی اجرا می‌شود و برآوردهایی از متغیرهای مدل ارائه می‌شود.

تفسیر نتایج: مرحله آخر نیز تفسیر نتایج اقتصادسنجی خرد است.

۳-۳-۳- دامنه کاربرد و محدودیت‌ها

یکی از مهم‌ترین مزایای روش اقتصادسنجی خرد این است، تحلیل ارزیابی بر اساس رابطه علت معلولی میان متغیرهایی صورت می‌گیرد که این رابطه علت معلولی خود ریشه در تئوری‌های اقتصادی دارد. بنابراین از لحاظ نظری، روش کاملاً معتبری است.

همچنین این روش برای ارزیابی تأثیر یک سیاست، بر مجموعه بنگاه‌ها و یا سازمانی که تحت تأثیر مستقیم این سیاست قرار داشته‌اند (مثلاً بنگاه‌هایی که از مشوق‌های پیش‌بینی شده استفاده کرده‌اند) بسیار مناسب است. اما هنگامی که منظور ارزیابی، تأثیر غیرمستقیم این سیاست بر سایر بنگاه‌هایی که مشمول این سیاست نبوده‌اند (به‌عنوان مثال اثرات سرریز دانش، یا ارزیابی تأثیر سیاست بر یک بخش) این روش به‌تنهایی کافی نیست. در این مواقع می‌توان از ترکیب این روش با سایر روش‌ها مانند اقتصادسنجی کلان استفاده کرد.

مهم‌ترین ضعف مدل‌های اقتصادسنجی وابستگی شدید آن‌ها به حجم انبوهی از داده‌ها در یک بازه زمانی طولانی می‌باشد. از سوی دیگر، حجم زیاد اطلاعات، هزینه و زمان این پروژه‌ها را افزایش می‌دهد. همانگونه که نیاز به تخصص بالا از نقطه‌ضعف‌های دیگر این نوع ارزیابی است. اختیار و اقتدار لازم برای دسترسی به این حجم از اطلاعات و الزام بنگاه‌ها به ارائه سایر اطلاعات مورد نیاز را نیز باید به فهرست فوق اضافه کرد.

همانطور که مشاهده می‌شود، اغلب نقطه‌ضعف‌های این روش به نحوه اجرا و مشکلات جمع‌آوری و دسترسی داده‌ها اشاره دارد. در حالیکه این روش از لحاظ تئوریک روش بسیار معتبری به‌شمار می‌رود.

۴-۳- مدل‌های اقتصادسنجی: اندازه‌گیری بهره‌وری

معمولاً بهره‌وری و افزایش بهره‌وری به‌عنوان یکی از اهداف مهم اغلب سیاست‌ها در نظر گرفته می‌شود. سطح تجزیه و تحلیل در ارزیابی بهره‌وری می‌تواند بهره‌وری نیروی کار، بهره‌وری یک واحد اقتصادی (سطح خرد)، بهره‌وری یک بخش صنعتی (سطح میانی) و یا بهره‌وری در یک منطقه یا کشور (سطح کلان) باشد.

مطالعات صورت‌گرفته نشان می‌دهد بهره‌وری می‌تواند یکی از مهم‌ترین دلایل اختلاف درآمد سرانه کشورهای مختلف باشد. بر همین اساس افزایش بهره‌وری به‌عنوان هدف نهایی اغلب اسناد ملی فناوری‌های راهبردی در نظر گرفته شده است. اسناد ملی فناوری‌های راهبردی ممکن است افزایش بهره‌وری در سطح خرد، میانی و کلان را هدف گرفته باشند. روش اندازه‌گیری بهره‌وری میزان موفقیت این سیاست‌ها در افزایش بهره‌وری را بررسی می‌کند. مهم‌ترین چالش این روش، تعدد عوامل مؤثر بر بهره‌وری است. به‌عبارت دیگر، شناسایی متغیرهای کنترلی مهم‌ترین مساله مدل اقتصادسنجی اندازه‌گیری بهره‌وری است. با توجه به اینکه شناسایی و اندازه‌گیری متغیرهای کنترل در سطح میانی و کلان با دشواری‌های فراوانی روبه‌رو است، این روش در سطح خرد امکان‌پذیری بالاتری دارد.

با این روش پروژه‌های زیادی در سطح خرد انجام شده است که در مهم‌ترین آن‌ها، تأثیر سیاست‌های آزادسازی بر افزایش بهره‌وری در سطح واحدهای تولیدی اندازه‌گیری شده است. برخی پروژه‌ها نیز با این روش سرریزهای فناوری میان بنگاه‌ها را اندازه‌گیری کرده‌اند.

۱-۴-۳- روش انجام

- ❖ شناسایی واحدهای نمونه: برای انجام ارزیابی بهره‌وری نیاز به دو گروه نمونه از بنگاه‌ها است. گروه اول بنگاه‌هایی هستند که به‌نظر می‌رسد سیاست‌های طراحی شده تأثیر مستقیمی بر بهره‌وری آن‌ها داشته است و گروه دوم بنگاه‌هایی‌اند که سیاست‌های مورد ارزیابی، افزایش بهره‌وری آن‌ها را مد نظر نداشته‌اند.
- ❖ طراحی مدل اقتصادسنجی: مدل اقتصادسنجی سنجش بهره‌وری بر اساس تابع تولید طراحی می‌شود. تابع تولید، تابعی است که ارتباط میان ورودی‌ها و بروندهای یک فعالیت اقتصادی را مشخص می‌کند.
- ❖ جستجو و جمع‌آوری اطلاعات مناسب: در این مرحله می‌بایست، اطلاعات لازم از ورودی‌ها و بروندهای متناسب با مدل اقتصادسنجی جمع‌آوری شوند.
- ❖ اجرای مدل اقتصادسنجی: در این مرحله بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده، مدل اقتصادسنجی اجرا می‌گردد.
- ❖ تفسیر نتایج: بر اساس اطلاعات حاصل از اجرای مدل اقتصادسنجی، تأثیر سیاست‌ها بر افزایش بهره‌وری مورد تحلیل و ارزیابی قرار می‌گیرد.

۲-۴-۳- دامنه کاربرد و محدودیت‌ها

یکی از بزرگ‌ترین محدودیت‌های این روش نحوه سنجش خروجی‌هاست. اندازه‌گیری "ارزش افزوده" کار دشواری است که محاسبه آن همواره با ابهاماتی همراه است. چالش دیگر این روش، تعدد عوامل مؤثر بر بهره‌وری است. پارامترهای متعددی بر بهره‌وری یک واحد تولید مؤثرند که تفکیک میزان تأثیر هر یک از آن‌ها و ارزیابی تأثیر سیاست‌ها به‌عنوان یکی از این عوامل از مسائل اصلی این روش است.

۵-۳- ارزیابی توسط خبرگان

استفاده از پنل خبرگان^۱ و ارزیابی توسط اعضای جامعه علمی^۲ از مهم‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری است که در سال‌های اخیر برای ارزیابی سیاست نیز مورد استفاده قرار گرفته است. ارزیابی توسط خبرگان غالباً بر اساس قضاوت جمعی از متخصصان

۱- Expert Panels

۲- Peer Review

و صاحب‌نظران صورت می‌گیرد. مبنای قضاوت، اطلاعات و برداشت‌های تجربی و شخصی و/ یا تحلیل و تفسیر شواهد و اطلاعاتی است که ممکن است حاصل ارزیابی از طریق سایر روش‌ها بوده باشند. ارزیابی از طریق خبرگان هم برای ارزیابی سیاست‌ها پس از اجرا و هم برای ارزیابی سیاست‌ها پیش از اجرا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

استفاده از روش "ارزیابی توسط اعضای جامعه علمی" برای ارزیابی پروژه‌ها قبل از اجرا به‌منظور تخصیص منابع مالی و حمایت‌ها بسیار معمول است. پنل‌های خبرگان نیز برای ارزیابی سیاست‌ها پس از اجرا بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش‌ها در مواقعی که اطلاعات و شواهد کافی وجود ندارد و ارزیابی پیامدهای اقتصادی اجتماعی برنامه‌ها و پروژه‌ها از سایر روش‌ها قابل اندازه‌گیری نیست، تصویری کلی از کیفیت و تأثیر این سیاست‌ها ارائه می‌دهد. روش پنل به‌خصوص هنگامی که ارزیابان علاقه‌مند به بررسی جنبه‌های جدیدی از تأثیرات سیاستی هستند بسیار مؤثر است. تنوع تخصصی و ذهنیتی گروه خبرگان، منبع بزرگی از ایده‌های نویی است که می‌تواند بر کیفیت ارزیابی مؤثر واقع شود.

گروه خبرگان می‌توانند علاوه بر اظهار نظر مراجع به نتایج و پیامدهای یک سیاست، در مورد روند کلی ارزیابی و مدیریت ارزیابی نیز پیشنهادهای ارائه کنند که در ارزیابی‌های آینده از آن‌ها استفاده شود. این موضوع مزیتی است که در سایر روش‌ها کمتر به چشم می‌خورد.

۱-۵-۳- شرایط استفاده از خبرگان

استفاده از نظرات خبرگان از منعطف‌ترین روش‌های ارزیابی سیاست است. اما برای استفاده از آن می‌بایست شرایطی مهیا باشد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

اعضای جامعه علمی با دانش کافی و خبرگان مرتبط با حوزه ارزیابی در دسترس بوده و برای مشارکت در فرایند ارزیابی تمایل داشته باشند.

توقعات و سؤالات از گروه خبرگان باید در حد دانش و آگاهی آن‌ها باشد. پیش‌فرض روش‌های استفاده از نظرات خبرگان، بهره‌برداری از دانش تخصصی و انباشتی حاصل از تجربه و دانش این افراد است.

۲-۵-۳- مراحل انجام روش استفاده از خبرگان

- ❖ مشخص‌شدن موضوعات مورد بحث: در روش‌های استفاده از نظرات خبرگان، قبل از هر چیزی می‌بایست موضوعاتی که خبرگان قرار است راجع به آن‌ها نظر دهند، مشخص شود. معمولاً این موضوعات توسط کارفرما (نهاد ارزیابی‌کننده) تعیین می‌شود.
- ❖ انتخاب رییس پنل یا گروه خبرگان: با توجه به موضوعات مورد بحث، فردی با دانش و تجربه بالای تخصصی و مدیریتی به‌عنوان رییس پنل انتخاب می‌گردد.
- ❖ انتخاب اعضای پنل با گروه خبره: با هماهنگی و مشارکت کارفرما و رییس پنل، اعضای خبرگان انتخاب می‌گردند.
- ❖ برنامه‌ریزی پنل: زمانبندی و نحوه اجرای فرایند ارزیابی توسط اعضا و با مشارکت کارفرما مشخص می‌شود.
- ❖ شناسایی و پشتیبانی نیازهای اطلاعاتی پنل: در این مرحله کلیه شواهد، داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای قضاوت و تصمیم‌گیری گروه خبرگان شناسایی، تهدید و در اختیار آن‌ها قرار داده می‌شود.
- ❖ اجرای ارزیابی: اعضای پنل، مدیریت رییس پنل در خصوص موضوعات مورد بحث مطابق برنامه‌ریزی انجام‌شده به جمع‌بندی می‌رسند.

۳-۵-۳- داده‌های موردنیاز

هرچند در این روش، برخلاف روش‌های کمی که پیشتر توضیح داده شد، عملیات خاصی بر روی داده‌ها صورت نمی‌پذیرد. اما داده‌ها به‌عنوان یکی از ورودی‌های اصلی قضاوت خبرگان اهمیت زیادی دارند. داده‌ها می‌بایست دقیق و کافی بوده و ساختار آن‌ها به‌گونه‌ای باشد که خبرگان بدون نیاز به انجام عملیات پردازش بتوانند آن را تفسیر و تحلیل کنند.

۴-۵-۳- دامنه کاربرد و محدودیت‌ها

روش‌های استفاده از نظرات خبرگان روش‌های منعطف و اثربخشی هستند که هم برای ارزیابی‌های پس از پیاده‌سازی و هم برای ارزیابی‌های پیش از پیاده‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

به نسبت سایر روش‌ها، این روش کم‌هزینه است. هرچند برگزاری پنل در مقایسه با ارزیابی توسط اعضای جامعه علمی هزینه‌های پشتیبانی بیشتری را می‌طلبد. در موضوعاتی که به حوزه‌های خاص و محدودی از علم و تخصص مربوط می‌شوند

بهتر است از روش ارزیابی توسط اعضای جامعه علمی استفاده گردد و در حوزه‌های کلان‌تر از پنل. استفاده از ارزیابی توسط اعضای جامعه علمی برای ارزیابی و انتخاب پروژه‌های تحقیق و توسعه و حمایت از آن‌ها بسیار معمول است. استفاده از پنل خبرگان برای ارزیابی سیاست در موضوعات مناقشه برآیند که نیاز به اجماع و توافق گروه‌های متعدد دارد، توصیه می‌شود.

۳-۶- مطالعه میدانی و مطالعه موردی

در مطالعه میدانی^۱ به‌جای مطالعه موضوع تحت شرایط کنترل‌شده، به مشاهده مستقیم در شرایط واقعی پرداخته می‌شود. مطالعه میدانی نیازمند استفاده از طیف وسیعی از روش‌ها و تکنیک‌های مختلف است. مطالعه موردی^۲ یکی از روش‌های مطالعه میدانی است که در ارزیابی سیاست مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مطالعه موردی، ارزیاب به تعامل اجتماعی مستقیم با موضوع ارزیابی می‌پردازد. ارزیابی با این روش مستلزم استفاده از روش‌ها و داده‌های کمی و کیفی از قبیل پیمایش، تحلیل محتوا، تحلیل آماری داده‌های ثانویه و نهایتاً مشاهده مستقیم است. ارزیابی نهایی نوعی از استنتاج تفسیری است که بر اساس این منابع اطلاعاتی و روش‌های تحلیلی متعدد استخراج می‌شود. مطالعه میدانی و مطالعه موردی از روش‌های تحقیق کیفی در علوم اجتماعی می‌باشند که در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. برای ارزیابی سیاست به‌روش مطالعه میدانی با مطالعه موردی، لازم است ارزیابی با بررسی و مشاهده دقیق شامل گفتگو و مصاحبه با ذی‌نفعان مختلف سیاست، بررسی اسناد و مدارک، تحلیل داده‌های کمی از پیامدها و اثرات سیاست‌ها و سایر روش‌ها به مطالعه سیاست و نتایج آن بپردازد.

۱- Field Study

۲- Case Study

فصل چهارم: جمع‌بندی و ارائه روش پیشنهادی برای ارزیابی

مقدمه

همان‌طور که پیش‌تر توضیح داده شد، ارزیابی سیاست‌ها و اهداف بیش از آنکه از ماهیتی نظری برخوردار باشد، متعلق به حوزه اجرا و عملیاتی است. اجرایی بودن این حوزه، ضرورت نوآوری در روش پیشنهادی برای بخش پایش و ارزیابی اسناد ملی فناوری را کم‌رنگ می‌نماید. بنابراین، آنچه در این قسمت لازم است تا به‌عنوان روش پیشنهادی بر آن تأکید گردد، ارائه یک جمع‌بندی از روش‌ها و قالب‌های موجود ارزیابی و واگذاری تصمیم برای انتخاب روش مناسب به سیاست‌گذار و اجراکنندگان سند است.

تاکنون با مرور ادبیات صورت پذیرفته، تعریف، جایگاه، قالب‌های عمومی و گام‌های ارزیابی و تحلیل تاثیرات مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس این بررسی، پایش و ارزیابی سیاست‌ها و اهداف عبارت است از مطالعه تأثیر مجموعه هدایت‌شده‌ای از راهبردها، سیاست‌ها، اقدامات و برنامه‌ها بر وضعیت اهداف کلان و خرد و تعیین چرایی موفق بودن یا ناکام بودن دستیابی به این اهداف. بر اساس این تعریف، یکی از مهمترین نکاتی که باید در ارزیابی سیاست‌ها مورد توجه قرار بگیرد هم‌راستایی این ارزیابی با جهت‌گیری‌های بالادستی است.

چارچوب کلی گام‌هایی که باید در مؤلفه برنامه ارزیابی و به‌روزرسانی اسناد ملی توسعه فناوری‌های راهبردی طی شود شامل ۳ مرحله اساسی است که در ادامه تشریح می‌گردد:

۱-۴- تدوین شاخص‌های ارزیابی کارایی و اثربخشی

در این گام، می‌بایست انواع شاخص‌های اندازه‌گیری‌کننده اهداف خرد و کلان هر یک از فناوری‌ها احصاء شوند. در این گام، می‌بایست شاخص‌های مربوط به راستی‌آزمایی ارکان جهت‌ساز همانند اهداف کلان و هم شاخص‌های مرتبط با برنامه اقدامات و سیاست‌ها مانند اهداف خرد را احصاء و بررسی نمود. نکته مهم و قابل تأمل این است که این شاخص‌ها می‌بایست

هم خروجی‌ها و هم پیامدها را ارزیابی کنند. به عبارت دیگر هم شاخص‌های مرتبط با اثربخشی می‌بایست تدوین و ارزیابی گردند و هم شاخص‌های مرتبط با کارایی.

۲-۴- تدوین مکانیزم ارزیابی

روش‌های مختلفی در مرور ادبیات برای ارزیابی و تحلیل تاثیرات نام برده شد که هر کدام آن‌ها ویژگی‌ها و نقاط قوت و ضعف مربوط به خود را داشتند. سیاست‌گذار یا ارزیابی‌کننده یک سند ملی توسعه فناوری لازم است تا با توجه به شرایط خاص مرتبط با موضوع خود، از روش (های) متناسب ارزیابی (پیمایش نوآوری، مدل‌های اقتصادسنجی (کلان، خرد، بهره‌وری)، ارزیابی توسط خبرگان، مطالعات موردی و تحلیل شبکه) بهره‌گیری کند.

به‌منظور فراهم‌آوری بستر تصمیم‌سازی برای سیاست‌گذاران، می‌توان جدولی مقایسه‌ای از روش‌های مختلف ارزیابی ارائه نمود. جدول زیر با ارائه خلاصه‌ای از ویژگی‌های هر روش از ابعاد مبنای روش، نقاط ضعف و قوت، جنس داده‌های موردنیاز و شرایط استفاده، سیاست‌گذاران را در انتخاب متناسب‌ترین روش با موضوع سند راهبردی کمک می‌کند.

جدول ۴-۱: ویژگی‌های روش‌های ارزیابی

روش	مبنای نظری	ضعف	قوت	نوع داده‌ها	شرایط استفاده
پیمایش نوآوری	جمع‌آوری و تحلیل گسترده‌ی وسیعی از داده‌ها مبتنی بر نظرات خبرگان	وجود خطر جانبدارانه بودن نظرات افراد متخصص - عدم در نظرگیری فاصله زمانی تأثیر سیاست‌ها در ارزیابی	برخورداری از نظرات افراد متخصص و در محوریت قرار دادن موضوع نوآوری	کمی-کیفی	ارزیابی سیاست‌های کلان که اثرگذاری بر شاخص‌های ملی نوآوری دارند
اقتصادسنجی-کلان	معادلات ساختاری بر اساس مبانی اقتصاد و برای توضیح روابط علی معلولی میان اجزا	دشواری در جمع‌آوری حجم زیادی از اطلاعات اقتصادی-اجتماعی معتبر و دقیق در یک بازه زمانی مشخص-زمان و هزینه بالا	دقت بالا و ارائه تحلیل‌ها و نتایجی مبتنی بر منطق ریاضی	کمی	ارزیابی تأثیر سیاست‌های کلان بر فاکتورهای رفاه اقتصادی کشور
اقتصادسنجی-خرد	بررسی عملکرد و وضعیت واحدهای اقتصادی بر مبنای معادلات ساختاری	عدم توانایی در در نظرگیری در تأثیرات غیرمستقیم سیاست‌ها مانند اثرات سرریز دانش - وابستگی شدید آن‌ها به حجم انبوهی از داده‌ها در یک بازه زمانی طولانی -	دقت بالا و ارائه تحلیل‌ها و نتایجی مبتنی بر منطق ریاضی	کمی	ارزیابی تأثیر سیاست‌ها بر مجموعه بنگاه‌ها و یا سازمان (سطح خرد)

روش	مبنای نظری	ضعف	قوت	نوع داده‌ها	شرایط استفاده
اقتصادسنجی - بهره‌وری	بررسی بهره‌وری واحدهای اقتصادی بر مبنای روش‌های اقتصادسنجی	دشواری در حوزه سنجش خروجی (ارزش افزوده) - تعدد عوامل مؤثر بر بهره‌وری	دقت بالا و ارائه تحلیل‌ها و تنایجی مبتنی بر منطق ریاضی	کمی	بررسی تأثیر سیاست‌ها در سطح خرد
گروه کنترل	جمع‌آوری اطلاعات بر مبنای نظرات خبرگان و تحلیل آن‌ها بر اساس روش‌های آماری		تفکیک اثرات سیاستی از سایر عوامل تأثیرگذار بر شاخص‌های رشد بنگاه‌ها	کمی	ارزیابی کارایی و اثربخشی سیاست‌ها در سطح خرد
تحلیل هزینه-فایده	بررسی اثرات مثبت و منفی اجتماعی-اقتصادی ناشی از اعمال سیاست‌ها با استفاده از روش‌های کمی‌سازی	دشواری در محاسبه هزینه‌ها و فایده‌ها در زمانی آینده (عدم قطعیت بالا)	همه‌جانبه بودن: پوشش کامل هزینه‌ها و فایده‌های مشهود و نامحسوس، در افق زمانی حال و آینده، و در گروه‌های هدف و غیر هدف	کمی-کیفی	ارزیابی تعداد محدودی پروژه‌های بزرگ و نه تعداد زیادی پروژه کوچک
ارزیابی توسط خبرگان	جمع‌بندی نظرات متخصصین	کم‌هزینه بودن	دقت کمتر در مقایسه با سایر روش‌ها	کیفی	شرایطی که اطلاعات و داده‌های کافی برای تحلیل - های کمی وجود ندارد - در شرایط و سیاست‌هایی که اختلاف نظر بر سر آن‌ها زیاد است
مطالعات موردی	پیمایش، تحلیل محتوا، تحلیل آماری و مشاهده مستقیم شرایط واقعی و نتیجه‌گیری بر اساس آن	برخورداری از طیف گسترده‌ای از ورودی‌های داده مشتمل بر مشاهده مستقیم	پرهزینه بودن و زمان	کمی-کیفی	در شرایطی که ارزیاب به تعامل اجتماعی مستقیم با موضوع ارزیابی
بهبه‌گزینی	یادگیری از مقایسه عملکرد یک واحد با نمونه‌های موفق و ناموفق	بهره‌گیری از تجارب موفق و ناموفق سایر کشورها (یا واحدها) در طراحی سیاست‌ها	نادیده گرفتن تمام جنبه‌های اثرات سیاست - خطر ناهمخوانی مکانی زمانی از مطالعات تطبیقی	کیفی	یادگیری‌های حاصله می‌بایست به‌عنوان یک ورودی در طراحی و یا ارزیابی سیاست مدنظر سیاست‌گذاران مورد استفاده قرار گیرد

بر مبنای این جدول، سیاست‌گذار می‌تواند نیازهای مسئله خود را با ویژگی‌های بیان‌شده برای هر روش تطبیق داده و مکانیزم و یا روش مناسب ارزیابی را برگزیند. با توجه به اینکه روش ارزیابی توسط خبرگان نسبت به سایر روش‌ها دقیق‌تر و کم‌هزینه‌تر می‌باشد، در این سند از این روش برای ارزیابی اهداف کلان و خرد با توجه به شاخص‌های تعیین‌شده استفاده می‌شود.

۳-۴- تدوین ساختار نظارت و به‌روزرسانی

پس از تدوین شاخص‌های ارزیابی و تدوین مکانیزم ارزیابی، می‌بایست ساختار نظارت و به‌روزرسانی سند تعیین گردد. عموماً هر سند ملی توسعه فناوری می‌بایست هر چند سال یک‌بار، مورد بازنگری قرار گرفته و بررسی مجدد شود. این موضوع به دلیل این است که هم خود فناوری در حال تغییر و تحول است، هم شرایط محیطی آن فناوری اعم از محیط اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و فرهنگی آن فناوری در حال تغییر است و هم توانمندی شرکت‌ها و بنگاه‌های داخلی تغییر نموده و متناسب با این تغییرات هم ارکان جهت‌ساز، هم برنامه اقدامات و سیاست‌ها و برنامه عملیاتی می‌بایست بازنگری، اصلاح و تکمیل گردد.

با توجه به موارد فوق، می‌بایست ساختاری متشکل از تمامی ذی‌نفعان در زمینه پایایی شبکه برق ایران، اعم از سازمان‌ها و ارگان‌های دولتی، دانشگاهیان و پژوهشگران و متخصصین، و همچنین صاحبان صنایع و بنگاه‌های خصوصی تاثیرگذار وظیفه ارزیابی و به‌روزرسانی را بر عهده داشته باشد. این ارزیابی و به‌روزرسانی هم می‌تواند موردی و مقطعی بنا به ضرورت بوده و اهداف تعیین‌شده برای هر یک از فناوری‌ها را بازنگری کند و هم می‌تواند به‌طور منظم هر ۳ یا ۵ سال یک‌بار به منظور بازنگری و اصلاح این اهداف رخ دهد. با توجه به اینکه اهداف تعیین‌شده در نقشه‌راه هر یک از فناوری‌ها از نظر زمانی با یکدیگر تفاوت دارند، در نتیجه در این سند ارزیابی به صورت موردی برای هر یک از این فناوری‌ها انجام خواهد شد [۷].

فصل پنجم: فرایند ارزیابی نقشه‌راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران

مقدمه

مکانیزمی که در این سند برای ارزیابی تحقق اهداف کلان، پروژه‌های فنی و اقدامات مدیریتی در نظر گرفته شده است شامل مراحل اصلی زیر می‌باشد:

- ❖ تدوین شاخص‌های عملکردی و اثربخشی
- ❖ شناسایی منابع اطلاعاتی برای اندازه‌گیری شاخص‌ها
- ❖ جمع‌آوری اطلاعات و مقایسه با معیارهای کمی تعیین شده
- ❖ تفسیر نتایج و ارائه پیشنهاد

مرحله اول از مکانیزم ارزیابی سند که شامل تدوین شاخص‌های عملکردی و اثربخشی می‌باشد قبل از اجرایی شدن سند صورت می‌پذیرد. در این مرحله برای اهداف کلان، پروژه‌های فنی و اقدامات مدیریتی هر یک از فناوری‌ها تعدادی شاخص تعریف شده است. پس از آغاز اجرایی شدن سند و تشکیل ستاد راهبری سند، منابع اطلاعاتی که می‌توان میزان شاخص‌ها را با کمک آن‌ها تعیین کرد، شناسایی شده و طی دوره‌های زمانی مشخص مقادیر شاخص‌ها اندازه‌گیری شده و نتایج حاصل از آن مورد ارزیابی قرار گرفته و در صورت لزوم بازنگری‌های لازم صورت می‌پذیرد. در ادامه شاخص‌های موردنیاز جهت توسعه پایایی در شبکه برق ایران و نحوه دستیابی به آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است.

۱-۵- تدوین شاخص‌های عملکردی و اثربخشی

شاخص، استاندارد است که دستیابی به آن نشان‌دهنده نیل به مقصد می‌باشد. جزئیات شاخص‌ها، تعیین‌کننده طرز اندازه‌گیری دامنه دستیابی به اهداف عینی در زمان‌های مختلف می‌باشد. اندازه‌گیری‌ها می‌توانند کمی، کیفی و یا رفتاری باشند. شاخص‌ها همان ابزار نظارت بر پیشرفت سطوح راهبردی هستند که ناظر بر طبق آن‌ها میزان تحقق آن سطح را

اندازه‌گیری می‌نماید. از همین‌رو شاخص‌ها می‌باید ابعاد مختلف سطوح راهبردی را مورد توجه قرار دهند به شکلی که پیشرفت امور بر اساس شاخص‌ها تضمین‌کننده تحقق کامل اقدامات گردد.

با توجه به موارد مطرح‌شده، در این بخش شاخص‌ها در سطوح اهداف کلان، پروژه‌های فنی و اقدامات مدیریتی طراحی شده‌اند. در ادامه شاخص‌های تعیین‌شده برای بررسی تحقق اهداف کلان، پروژه‌های فنی و اقدامات مدیریتی برای هر یک از فناوری‌ها در جداول زیر آورده شده‌اند.

جدول ۵-۱: شاخص‌های ارزیابی اهداف کلان توسعه پایایی در شبکه برق ایران

شاخص	حوزه اهداف
ارائه دستورالعمل‌ها و استانداردها و همچنین برگزاری دوره‌های آموزشی برای مدیران صنعت برق و تقویت شورای پایایی و مرکز توسعه پایایی شبکه برق ایران	تفکر "پایایی محور" در سیاست‌گذاری‌ها و تصمیم‌گیری‌ها
تعیین ساختار الگوی عملکردی پایایی	نظام سیاست‌گذاری و مدیریت پایایی قدرتمند، مستقل و دانش‌محور
تهیه نرم‌افزار مطالعات پایایی و همچنین نرم‌افزارهای قابلیت اطمینان محور متناسب با شبکه برق ایران	تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و دانش موردنیاز جهت انجام مطالعات پایایی
ارائه دوره‌های عمومی و تخصصی پایایی برای کارشناسان صنعت برق	نیروی انسانی کارآمد

جدول ۵-۲: شاخص‌های ارزیابی پروژه‌های توسعه پایایی در شبکه برق ایران

شاخص	افق اجرای طرح (ماه)	نام طرح
<ul style="list-style-type: none"> ایجاد چارچوب و ساختار مطالعاتی قابلیت اطمینان برای صنعت برق ایران تبیین وظایف نهادهای فعال در این حوزه جهت بهبود روند موجود ارائه نحوه تدوین، تفسیر و گزارش‌دهی نهادهای فعال در زمینه پایایی در صنعت برق ایران 	۱۸	طراحی الگوی کارکردی پایایی در شبکه برق ایران، با تمرکز بر کارکردهای مرتبط به اطلاعات و مطالعات پایایی و ایجاد ظرفیت‌های لازم برای استقرار آن
<ul style="list-style-type: none"> پایگاه داده سراسری پایایی ایجاد زیرساخت‌های موردنیاز برای جمع‌آوری اطلاعات آمار خرابی و تجهیزات نرم‌افزارهای جمع‌آوری، نگهداری، کنترل اطلاعات، سیستم‌های ثبت حوادث هماهنگی مستندهای مرتبط با پایایی شرکت‌های برق 	۴۸	بررسی سیستم‌های اطلاعاتی و طراحی سیستم یکپارچه و جامع مدیریت اطلاعات حوادث تجهیزات، خاموشی‌ها و برنامه‌های تعمیر، نگهداری و بهره‌برداری با در نظر گرفتن سیستم‌های اطلاعاتی موجود
<ul style="list-style-type: none"> تدوین دستورالعمل‌ها و استانداردهای در زمینه انجام مطالعات پایایی برای شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع تدوین روش و ابزارهای انجام مطالعات پایایی برای شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع 	۶۰	تدوین استانداردها، دستورالعمل‌ها و ابزارهای محاسباتی و استقرار سیستم یکپارچه انجام مطالعات قابلیت اطمینان شبکه در سطوح تولید، انتقال و توزیع
<ul style="list-style-type: none"> تدوین دستورالعمل‌ها و ابزارهای لازم مطالعات قابلیت اطمینان محور برنامه‌ریزی توسعه شبکه تولید، انتقال و توزیع 	۴۸	تدوین ابزارهای محاسباتی و دستورالعمل‌های لازم در سطوح تولید، انتقال و توزیع برای

نام طرح	افق اجرای طرح (ماه)	شاخص
انجام مطالعات قابلیت اطمینان محور در زمینه‌های توسعه‌ی شبکه، برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری و بهره‌برداری		<ul style="list-style-type: none"> - تدوین دستورالعمل‌ها و ابزارهای لازم مطالعات قابلیت اطمینان محور برنامه‌ریزی تعمیرات شبکه تولید، انتقال و توزیع - تدوین دستورالعمل‌ها و ابزارهای لازم مطالعات قابلیت اطمینان محور برنامه‌ریزی بهره‌برداری شبکه تولید، انتقال و توزیع
تدوین مشخصات واحد مطالعات قابلیت اطمینان در هر یک از مؤسسات برق و تدوین دستورالعمل‌ها و موارد مربوطه	۱۲	<ul style="list-style-type: none"> - تهیه مشخصات واحد قابلیت اطمینان - تهیه نظام‌نامه صلاحیت حرفه‌ای
بررسی و ارزیابی چالش‌های قابلیت اطمینان منابع انرژی‌های تجدیدپذیر	۱۲	<ul style="list-style-type: none"> - گزارش امکان‌سنجی توسعه منابع انرژی تجدیدپذیر در کشور - مدل‌سازی قابلیت اطمینانی هر یک از منابع شناسایی‌شده با توجه به عدم قطعیت‌های آن - ارائه راهکارهایی به منظور مرتفع نمودن چالش‌های احتمالی در بخش‌های تولید، انتقال و توزیع
بررسی و ارزیابی چالش‌های قابلیت اطمینان مولفه‌های هوشمند در شبکه‌های قدرت	۱۸	<ul style="list-style-type: none"> - ارائه روش‌های به منظور بررسی اثرات توسعه این ادوات و تکنولوژی‌ها بر قابلیت اطمینان - بسترسازی مناسب مرتبط با پایایی جهت توسعه مولفه‌های شبکه هوشمند
بررسی و ارزیابی چالش‌های کفایت سیستم‌های سوخت‌رسانی بر قابلیت اطمینان شبکه برق ایران	۱۲	<ul style="list-style-type: none"> - رویه هماهنگی سیستم‌های سوخت‌رسانی به‌ویژه شبکه گاز و شبکه‌های قدرت - بررسی آسیب‌پذیری‌های شبکه گازرسانی و تاثیر آن بر قابلیت اطمینان شبکه برق
بررسی و ارزیابی چالش تغییرات شرایط اقلیمی بر قابلیت اطمینان شبکه برق ایران	۲۴	<ul style="list-style-type: none"> - ارائه راهکار در برابر چالش‌های قابلیت اطمینانی تغییرات شرایط اقلیمی
بررسی و ارزیابی چالش‌های فرایند تجدیدساختار و شکل‌گیری بازارهای برق بر قابلیت اطمینان شبکه برق ایران	۲۴	<ul style="list-style-type: none"> - راهکارهای مقابله با چالش‌های احتمالی توسعه بازار برق بر قابلیت اطمینان شبکه - سرعت‌بخشی بر فرایند توسعه فضای رقابتی و ایجاد زیرساخت‌ها - ارائه راه‌حل‌های مبتنی بر بازار جهت بهبود و مدیریت قابلیت اطمینان شبکه
بررسی چالش سیاست‌های حفاظت از محیط زیست بر پایایی شبکه برق ایران	۱۲	<ul style="list-style-type: none"> - هماهنگی و هم‌گام نمودن سیاست‌های حمایت از محیط زیست و فعالیت‌های لازم جهت ارتقاء سطح پایایی کشور - ارائه راهکارهای لازم برای چالش‌های ایجاد شده بر قابلیت اطمینان سیستم در اثر توسعه سیاست‌های زیست محیطی
توسعه پتانسیل‌های سمت مصرف جهت بهبود پایایی شبکه	۱۸	<ul style="list-style-type: none"> - استفاده از پتانسیل‌های موجود در استان‌ها خصوصاً بخش صنعت کشور برای مدیریت بار - تدوین و بکارگیری استانداردهای اصلاح الگوی مصرف خصوصاً در صنایع جهت بهبود قابلیت اطمینان سیستم - توسعه همکاری‌های دو جانبه صنعت برق و صنایع کشور - هماهنگی اقدامات مدیریت مصرف بین شرکت‌های تولید، انتقال و توزیع
امکان‌سنجی توسعه سیستم‌های ناحیه گسترده پایش، حفاظت و کنترل در شبکه برق ایران	۱۲	<ul style="list-style-type: none"> - افزایش رویت‌پذیری و دقت ارزیابی‌های انجام شده از وضعیت فعلی شبکه - تسهیل و سرعت‌بخشی توسعه سیستم‌های WAMPAC
بررسی آسیب‌پذیری شبکه برق ایران در برابر سوانح طبیعی	۱۲	<ul style="list-style-type: none"> - ارائه راهکارهای جلوگیری از آسیب‌پذیری سیستم‌های انتقال و توزیع در شبکه برق ایران در برابر سوانح طبیعی

نام طرح	افق اجرای طرح (ماه)	شاخص
		- افزایش دانش متخصصین حوزه‌ی صنعت برق در این زمینه
تخمین هزینه‌های خاموشی مشترکین	۱۲	- ایجاد معیار و مبانی پرداخت خسارت توسط عرضه‌کننده برق به مشترکان در صورت وقوع خاموشی - فراهم آمدن امکان برنامه‌ریزی کوتاه مدت (برنامه‌ریزی در حوزه بهره‌برداری و امنیت شبکه)، میان مدت (برنامه‌ریزی تعمیرات پیشگیرانه و برنامه‌ریزی تعمیرات اصلاحی) و بلند مدت (برنامه‌ریزی توسعه شبکه و ارتقاء سطح تجهیزات به منظور تامین بار) - بهبود راهکارهای مدیریت مصرف با توجه به ارتباط آن با هزینه عدم تامین برق

جدول ۵-۳: شاخص‌های ارزیابی اقدامات توسعه پایایی در شبکه برق ایران

اقدامات	مدت اجرا (ماه)	شاخص
تعریف خوشه پروژه‌های ملی به عنوان عامل تحریک شبکه‌های نوآوری و با هدف استفاده حداکثری از ظرفیت‌های کشور (اشخاص حقیقی، شرکت‌های دانش بنیان و ...)		به تفصیل در جدول (۲-۸) بیان شده است
تدوین برنامه راهبردی مرکز	۸	تدوین ۶ گزارش با توجه به متدولوژی تدوین برنامه راهبردی بنگاه
تشکیل مرکز توسعه پایایی شبکه برق ایران	۶	تاسیس و راه‌اندازی یک مرکز متولی توسعه پایایی شبکه برق ایران
	۳	انجام اقدامات اجرایی لازم در خصوص شروع به کار دبیرخانه مرکز
	۳	تامین محل استقرار دبیرخانه مرکز و تجهیز آن (سخت افزاری و نرم افزاری)
		تشکیل مرکز و تامین کادر اداری موردنیاز
ایجاد فضا برای توسعه توانایی‌های بازیگران در حوزه توسعه دانش براساس نیازمندی‌های موجود		حمایت مالی از پایان نامه‌های کارشناسی ارشد مطالعاتی
		حمایت مالی از پایان نامه‌های کارشناسی ارشد کاربردی
		حمایت مالی از پایان نامه‌های دکتری
		حمایت تشویقی از صنعتی شدن نتایج پایان نامه‌ها در ۳ سال اول
		حمایت تشویقی از صنعتی شدن نتایج پایان نامه‌ها در ۳ سال دوم
		حمایت تشویقی از صنعتی شدن نتایج پایان نامه‌ها در ۳ سال اول
		حمایت مالی از ۲۰ پایان نامه با در نظر گرفتن استانداردهای مورد قبول مرکز توسعه پایایی
کمک به ایجاد و تقویت	۱۲	راه‌اندازی یک انجمن صنفی در زمینه توسعه

شاخص	مدت اجرا (ماه)	اقدامات
پایایی		صنفا و غیردولتی حامی توسعه فناوری حفاظت در شبکه برق
۲ مطالعه	۶	مطالعه و شناسایی زمینه‌های توسعه تشکل‌های علمی، صنفا و غیردولتی حامی توسعه پایایی در شبکه برق و راهکارهای انگیزشی و حمایتی از آنها
ایجاد یک بانک اطلاعاتی مناسب با مشخصات ذکر شده با توجه به استانداردهای مرکز	۱۲	ایجاد و توسعه شبکه اطلاع‌رسانی به تشکل‌های فعال به منظور ارائه آخرین اخبار و تحولات و تصمیمات اخذ شده در حوزه پایایی در شبکه برق
-	۱۲	ارائه خدمات علمی به تشکل‌های فعال و زمینه‌سازی برای برقراری تبادل علمی و فنی بین آنها و سایر تشکل‌های داخل و خارج کشور
تاسیس یک بانک اطلاعاتی با مشخصات ذکر شده	۱۲	ایجاد بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آنها در این بانک اطلاعاتی
هر دو سال یک مطالعه به همراه ۶ گزارش		استمرار مطالعات راهبردی مورد نیاز
۱ گزارش	۳	مطالعه و بررسی انواع روش‌های تامین مالی
۲ گزارش	۴	مطالعات تطبیقی در زمینه مکانیزم تامین مالی سایر کشورها در زمینه توسعه پایایی شبکه برق ایران
۱ گزارش	۴	تدوین مکانیزم تامین منابع مالی پایدار برای توسعه پایایی شبکه برق ایران
-	۳	هماهنگی و رایزنی با مراجع ذیربط
ارائه دوره‌های آموزشی برای کلیه کارشناسان و مدیران صنعت برق	۲۴	برگزاری دوره‌های آموزش عمومی پایایی برای کارشناسان و مدیران صنعت برق

۲-۵- تدوین ساختار نظارت، به‌روزرسانی و مکانیزم ارزیابی

همان‌طور که اشاره شد، به منظور تحقق اهداف سند لازم است ساز و کاری اندیشیده شده و ساختار نظارتی برای آن تعیین گردد. وزارت نیرو وظیفه سیاستگذاری کلان، هماهنگی و نظارت کلان بر اجرای این سند را برعهده دارد. مرکز پایایی در شبکه برق ایران بر نحوه اجرای این سند نظارت می‌کند و بازنگری‌های لازم در سند و گزارش کلان مربوطه را در فواصل زمانی مشخص ارائه خواهد نمود. این مرکز با ایجاد ساز و کارهای لازم و استفاده از نهادهای مختلف، ضمن انجام تصمیم‌گیری‌های

لازم، وظیفه نظارت بر تحقق اهداف سند و ارزیابی پیشرفت کار را بر عهده دارد. از جمله وظایف اصلی این مرکز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ❖ سیاست‌گذاری اجرایی، راهبری، هماهنگی و ایجاد ارتباطات بین دستگاهی لازم برای توسعه پایایی در شبکه برق کشور
- ❖ نظارت و پیگیری اجرای دقیق و کامل مفاد سند
- ❖ پایش شاخص‌های عملکردی و اثربخشی

۳-۵- مکانیزم عملکرد

با توجه به وظایف مطرح‌شده برای این مرکز، می‌بایست مکانیزمی اندیشیده شود که به عنوان چارچوبی برای انجام فعالیت‌های ارزیابی در نظر گرفته شود. همان‌طور که اشاره شد، از جمله وظایف اصلی مرکز پایایی شبکه برق ایران، نظارت و پیگیری اجرای دقیق و کامل مفاد سند و پایش شاخص‌های عملکردی و اثربخشی می‌باشد. لذا اعضای مرکز جهت انجام وظایف در نظر گرفته‌شده می‌بایست جلسات منظم ماهانه را برگزار کرده و در فاصله بین جلسات از طریق همکاری و اخذ آمار و گزارش‌ها از دستگاه‌های متولی حوزه‌های مرتبط، شاخص‌های تعیین شده را ارزیابی کرده و پس از نهایی‌سازی و تلفیق آنها، گزارش آن را در دوره‌های زمانی ۶ ماهه به وزارت نیرو اعلام نماید.

اعضای مرکز موظفند طبق نتایج حاصل از ارزیابی شاخص‌ها، اقدامات لازم را جهت اطمینان از تحقق سند در افق ۱۰ ساله، اتخاذ کنند. ستاد راهبری سند در صورت نیاز به اصلاح ساختارها و ساز و کارهای نهادی ذیربط، از طریق مراجع ذی‌صلاح گردش کار را انجام خواهد داد.

همچنین مرکز موظف است به رصد فناوری‌های مرتبط و در حال توسعه در این حوزه بپردازد و گزارش آن را طی دوره‌های زمانی ۲ ساله ارائه نماید. با توجه به روند تحولات و نیز وضعیت پیشرفت سند، لازم است سند طی دوره‌های ۲ ساله مورد بازبینی و تجدیدنظر قرار گیرد.

وضعیت پیشرفت بر اساس شاخص‌های اهداف کلان، پروژه‌های فنی و اقدامات مدیریتی مشخص می‌شود. در صورتی که پس از گذشت ۳ سال از آغاز اجرای سند، میزان تحقق هر یک از شاخص‌های در نظر گرفته‌شده تا آن مقطع زمانی به‌طور میانگین کمتر از ۳۰ درصد باشد، ستاد راهبری سند باید نسبت به توقف اجرا اقدام نماید و تصمیمات لازم را اتخاذ کند.

در صورتی که میزان تحقق شاخص‌ها کمتر از ۷۰ درصد باشد، بایستی سند از سوی ستاد راهبری مورد بازنگری و اصلاح قرار گیرد. همچنین در صورت تحقق بیش از ۷۰ درصد شاخص‌های مذکور، ستاد راهبری می‌تواند با بررسی گلوگاه‌ها و موانع موجود بر سر راه تحقق کامل هر یک از اقدامات و برنامه‌ها نسبت به رفع آنها و ادامه اجرای سند اقدام نماید.

نتیجه‌گیری

به منظور تدوین رهنگاشت توسعه پایایی در شبکه برق ایران با توجه به اولویت‌های موضوعات مختلف پایایی پروژه‌هایی با در نظر گرفتن هزینه و زمان انجام هر پروژه تعریف شد و شناسنامه هر یک از پروژه‌ها بیان گردید. همچنین شناسنامه اقدامات مدیریتی به همراه زمان و هزینه هر یک از اقدامات بیان گردید. در نهایت نقشه‌راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران تهیه و ارائه گردید.

آخرین مرحله از این پروژه به تدوین برنامه ارزیابی و به‌روزرسانی این سند پرداخته است. در این گزارش مشخص شد که چه افرادی در چه ساختاری و بر اساس چه شاخص‌ها و معیارهایی باید به ارزیابی پیشرفت اجرای سند در طول بازه زمانی تعریف‌شده بپردازند. برای این کار ابتدا شاخص‌هایی در سطح اهداف کلان، پروژه‌های فنی و اقدامات مدیریتی تعریف شد. سپس ساختار نظارت، به‌روزرسانی و ارزیابی سند مشخص شد.

در نهایت تعیین گردید که مرکز ملی توسعه پایایی شبکه برق ایران در بازه‌های زمانی شش‌ماهه به پیگیری و ارزیابی اجرای سند بر اساس شاخص‌های تعریف‌شده بپردازد و گزارش آن را به وزارت نیرو ارائه کند. همچنین مقرر شد این مرکز با توجه به وضعیت پیشرفت سند نسبت به بازنگری آن اقدام نماید.

مراجع

- [1] R. Billinton, R. N. Allan, and R. N. Allan, Reliability evaluation of power systems vol. 2: Plenum press New York, 1984.
- [2] Richard E. Brown, Electric Power Distribution Reliability, Second Edition., CRC Press, 2002.
- [3] Reliability Assessment Guidebook, NERC, 2012
- [۴] قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت، رونالد آلن، روی بیلینتون، محمودرضا حقی فام (مترجم)، محمداسماعیل هنرمند (مترجم)، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۳.
- [۵] گزارش "تهیه درخت موضوعات پایایی"، مرحله دوم (بند اول) پروژه "تدوین نقشه‌راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران"، پژوهشگاه نیرو، ۱۳۹۴.
- [۶] گزارش "بررسی توان و ظرفیت‌های بالقوه و بالفعل مرتبط با پایایی در کشور"، مرحله چهارم (بند اول) پروژه "تدوین نقشه‌راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران"، پژوهشگاه نیرو، ۱۳۹۴.
- [۷] روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور. ۱۳۹۱.
- [8] Guideline for Reliability Assessment and Reliability Planning – Evaluation of Tools for Reliability Planning, EPRI, 2006
- [9] Mohr, Lawrence. 1995. Impact Analysis for Program Evaluation. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Sage.
- [10] Haveman, Robert. 1987. Policy Evaluation Research after Twenty Years. Policy Studies Journal 16: 191–218.
- [11] Wholey, Joseph S., et al. 1970. Federal Evaluation Policy. Washington, DC: The Urban Institute.
- [12] Weiss, Carol H. 1998. Evaluation. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- [13] Kellogg, W. K., 2004. Logic model development guide. Michigan: WK Kellogg Foundation
- [14] Polt and Rojo, 2002, evaluation methodologies. chapter in RTD evaluation toolbox. IPTS technical report series, EUR 20382 EN.
- [15] Licht and Sirilli, 2002, innovation survey, chapter in RTD evaluation toolbox, IPTS technical report series, EUR 20382 EN.
- [16] Capron, H., & Cincera, M. 2000. Technological performance. In The National Innovation System of Belgium (pp. 175-198). Physica-Verlag HD.