

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه‌ی فناوری حفاظت در شبکه‌ی ایران

اعضای محترم کمیته راهبری تدوین سند:

✦ مهندس بابک امینی

✦ مهندس حسین ایوب‌زاده

✦ مهندس عباس بیاتی

✦ دکتر مجتبی خدرزاده

✦ دکتر سید محمد شهرتاش

✦ دکتر مجید صنایع‌پسند

✦ مهندس کیوان عراقی

✦ دکتر حسن عسکریان ابیانه

✦ دکتر مجید فرمد

مدیر پروژه: مهندس زهرا مدیحی بیدگلی  
گروه پژوهشی مطالعات سیستم

راهبر: معاونت فناوری  
ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر  
سفارش‌دهنده: وزارت نیرو

ویرایش اول

۱۳۹۴

بررسی مسائل مرتبط با شبکه قدرت، به عنوان یکی از بزرگ‌ترین سیستم‌های موجود در جهان، امری مهم و نیازمند تحقیقات عمیق و گسترده است. زیرا که سیستم قدرت هر کشوری یکی از زیربناهای توسعه‌ی آن کشور به شمار می‌آید. امنیت و قابلیت اطمینان سیستم قدرت هم از لحاظ اقتصادی و هم از لحاظ اجتماعی برای هر کشوری دارای اهمیت می‌باشد. یکی از موضوعات مهم و حیاتی در شبکه قدرت، موضوع حفاظت است. حفاظت سیستم قدرت نقش بسزایی را در مقوله‌های مهمی از جمله قابلیت اطمینان و کیفیت انرژی الکتریکی بازی می‌کند. از اینها مهمتر، سیستم حفاظتی نقش بسیار مهمی را در پایداری شبکه عهده‌دار می‌باشد. در صورتی که خطایی به موقع از روی سیستم برداشته نشود، این امر منجر به گسترش حادثه، ناپایداری شبکه، خاموشی گسترده تا فروپاشی ناحیه‌ای یا سراسری می‌گردد. نتیجه این امر خاموشی کل شبکه خواهد بود که تبعات منفی بسیار زیادی بر جامعه چه از نظر اقتصادی و چه از نظر اجتماعی تحمیل می‌کند.

در طول سالیان اخیر توسعه شبکه قدرت و ورود تکنولوژی‌های مدرن در تولید، انتقال و مصرف انرژی برق در نقاط مختلف جهان، گسترش استفاده از منابع تولید انرژی تجدیدپذیر مانند بادی و فتوولتائیک، وجود بارهای متغیر، استفاده از ادوات الکترونیک قدرت بیشتر، بکارگیری منابع تولید پراکنده و افزایش روزافزون مصرف، عملکرد سیستم قدرت را تحت تأثیر قرار داده و چالش‌هایی را نیز پیش روی حفاظت شبکه قدرت قرار داده است، افزایش چالش‌های پیش‌روی حفاظت شبکه از یک سو و نیاز فزاینده به امنیت، پایداری و کیفیت شبکه برق از سویی دیگر و همچنین پیشرفت فن‌آوری‌های ساخت تجهیزات و توسعه سیستم‌های ارتباطی و مخابراتی باعث شده است تا رویکردهای نوین در زمینه حفاظت و کنترل شبکه قدرت شکل بگیرد.

بدین ترتیب با توجه به ماهیت موضوع حفاظت و تغییرات پیش‌رو، تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری حفاظت شبکه برق ایران یکی از بخش‌های مهم فعالیت تدوین نقشه راه فناوری صنعت برق است که برای دستیابی به اهداف فناورانه تعیین شده صنعت برق انجام آن ضروری است.

گزارش حاضر در راستای انجام بند ۱-۱ از مرحله اول پروژه "تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فن‌آوری‌های حفاظت در شبکه ایران" توسط سید امیر حسینی و زهرا مدیحی بیدگلی با همکاری کبری بی‌جفا تهیه گردیده و توسط آقای مهندس فرشید منصوربخت داوری شده است.



اعضای کمیته راهبری پروژه آقایان مهندس بابک امینی، مهندس حسین ایوب‌زاده، مهندس عباس بیاتی، دکتر مجتبی خدرزاده، دکتر سید محمد شهرتاش، دکتر مجید صنایع‌پسند، مهندس کیوان عراقی، دکتر حسین عسکریان ابیانه و دکتر مجید فرمد هستند.

مجری پروژه خانم مهندس نیکی مسلمی و مدیر آن خانم مهندس زهرا مدیحی بیدگلی و مشاور مدیریت تکنولوژی پروژه آقای مهندس محمدمهدی جعفری هستند.

## فهرست مطالب

۱	مقدمه
۲	فصل اول) مفاهیم مرزبندی
۳	مقدمه
۳	۱-۱-مرزبندی و شناخت سیستم
۳	۱-۱-۱- مرزبندی توصیفی
۴	۲-۱-۱- مرزبندی محتوایی
۴	۱-۲-۱-۱- کنش گران
۵	۲-۲-۱-۱- نهادها
۷	۳-۲-۱-۱- فناوری
۷	۴-۲-۱-۱- شبکه ها
۸	فصل دوم) شناسایی مرز فنی
۱۰	مقدمه
۱۰	۱-۲- مروری بر رویکردهای سیستم حفاظت
۱۳	۲-۲- مرز فنی پروژه
۱۴	فصل سوم) شناسایی کنشگران موثر در حوزه حفاظت کشور
۱۶	مقدمه
۱۸	۱-۳- سیاستگذاری
۱۸	۱-۱-۳- وزارت نیرو
۲۵	۲-۱-۳- توانیر
۳۰	۳-۱-۳- مجمع تشخیص مصلحت نظام
۳۱	۴-۱-۳- مجلس



- ۳-۱-۵- شورای عالی انقلاب فرهنگی ..... ۳۱
- ۳-۱-۶- شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف) ..... ۳۲
- ۳-۱-۷- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور ..... ۳۳
- ۳-۲-۲- تنظیم‌گری ..... ۳۵
- ۳-۲-۱- دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی برق و انرژی ..... ۳۵
- ۳-۲-۲- هیأت تنظیم بازار برق ..... ۳۶
- ۳-۲-۳- شرکت مدیریت شبکه برق ایران ..... ۳۸
- ۳-۲-۴- دفتر فنی و نظارت انتقال ..... ۳۸
- ۳-۲-۵- سازمان استاندارد ایران ..... ۴۳
- ۳-۳- تسهیله‌گری ..... ۴۴
- ۳-۳-۱- صندوق غیر دولتی پژوهش و فناوری صنعت برق ..... ۴۴
- ۳-۳-۲- مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی ..... ۴۵
- ۳-۳-۳- سازمان انرژیهای نو ..... ۴۶
- ۳-۳-۴- سازمان بهره‌وری انرژی ایران ..... ۴۷
- ۳-۳-۵- صندوق حمایت از تحقیقات و توسعه صنایع الکترونیک ..... ۴۸
- ۳-۳-۶- انجمن مهندسين برق و الکترونیک ایران ..... ۴۹
- ۳-۳-۷- معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری ..... ۵۰
- ۳-۳-۸- دفتر همکاریهای فناوری و نوآوری ریاست جمهوری ..... ۵۲
- ۳-۳-۹- سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران ..... ۵۳
- ۳-۳-۱۰- صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور ..... ۵۴
- ۳-۳-۱۱- صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران ..... ۵۵
- ۳-۳-۱۲- پارکهای علم و فناوری ..... ۵۶

- ۳-۴- ارائه کنندگان خدمات ..... ۵۷
- ۳-۴-۱-۱- دانشگاهها ..... ۵۸
- ۳-۴-۱-۲- پژوهشگاه نیرو ..... ۵۸
- ۳-۴-۲- ارائه کنندگان خدمات صنعتی ..... ۵۹
- فصل چهارم) شناسایی و تحلیل اسناد بالادستی ..... ۶۱
- مقدمه ..... ۶۳
- ۴-۱- سیاست های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران ..... ۶۳
- ۴-۲- سند مسیر راه فناوری صنعت برق ایران ..... ۶۵
- الف) مقاصد صنعت برق ..... ۶۵
- ه) اهداف فناورانه صنعت برق ..... ۶۸
- ی) چالشهای وزارت نیرو ..... ۶۹
- ۴-۳- سند چشم انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران ..... ۷۲
- ۴-۴- قانون برنامه پنج ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران ۱۳۹۴ - ۱۳۹۰ ..... ۷۳
- ۴-۵- مصوبه مجمع تشخیص مصلحت نظام در مورد سیاست های کلی نظام ..... ۷۶
- ۴-۶- سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف ..... ۷۷
- ۴-۷- سیاست های اقتصاد مقاومتی ..... ۷۸
- ۴-۸- سند چشم انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو در حوزه برق و انرژی ..... ۷۹
- ۴-۹- نقشه جامع علمی کشور ..... ۸۲
- ۴-۱۰- برنامه راهبردی انرژی ..... ۸۴
- ۴-۱۱- سند بالاسری صنعت برق کشور ..... ۸۵
- ۴-۱۲- سند توسعه ویژه (فرابخشی) مدیریت انرژی ..... ۸۶
- ۴-۱۳- قانون هدفمند نمودن یارانه ها ..... ۸۷

- ۸۸-۴-۱۴- سند راهبرد ملی توسعه صادرات غیرنفتی جمهوری اسلامی ایران.....
- ۸۹-۴-۱۵- بخش برق در قانون بودجه سال ۱۳۹۳.....
- ۹۰-۴-۱۶- اسناد راهبردی طرح شبکه هوشمند برق ایران.....
- ۹۱-۴-۱۷- نتیجه گیری.....
- ۹۶- نتیجه گیری.....
- ۹۹- متن کامل پرسشنامه ارائه شده به اعضای کمیته راهبری.....
- ۱۲۱- جمع بندی نظرات دریافتی از اعضای کمیته راهبری.....
- ۱۲۲- مراجع.....

## فهرست اشکال

- شکل (۱-۳): نگاشت نهادی حوزه حفاظت شبکه قدرت ..... ۶۱
- شکل (۱-۴): مقاصد صنعت برق ایران ..... ۶۵
- شکل (۲-۴): اهداف فناورانه صنعت برق ایران ..... ۶۹

## فهرست جداول

- جدول (۱-۱): واحدهای تحلیل توسعه فناوری (برگرفته از کارلسون و همکاران (۲۰۰۲))..... ۴
- جدول (۲-۱): ابعاد دسته بندی قواعد..... ۶
- جدول (۱-۳): نمایندگی تولیدکنندگان تجهیزات حفاظتی در ایران ..... ۵۹
- جدول (۱-۴): لیست اسناد بالادستی مورد بررسی ..... ۶۳
- جدول (۲-۴): مهمترین چالش های وزارت نیرو ..... ۷۰
- جدول (۳-۴): مهمترین اولویتهای ارائه شده در سند بالاسری صنعت برق کشور ..... ۸۵
- جدول (۴-۴): خلاصه الزامات موجود در اسناد بالادستی ..... ۹۱

## مقدمه

برای تدوین مبانی سند توسعه فناوری حفاظت شبکه برق، لازم است ابتدا مرزبندی انجام شد و محدوده مرز فنی برای تدوین سند مشخص گردد. همچنین باید کنشگران و بازیگران موثر در فن آوری های حفاظت در شبکه ایران تعیین گردند، زیرا با شناسایی بازیگران و ساختار و قوانین حاکم بین آنها در این حوزه می توان نواقص و کاستی های موجود را شناسایی نمود و برنامه ریزی و استراتژی درست برای توسعه این حوزه در کشور ارائه داد. یکی دیگر از بخش های مهم در تدوین مبانی سند، بررسی اسناد بالادستی و یافتن الزامات اسناد بالادست موجود در حوزه حفاظت شبکه قدرت کشور می باشد که دلالت بر ضرورت تدوین سند راهبردی با موضوع حفاظت دارند.

در فصل اول این گزارش به ادبیات موضوع پرداخته می شود، فصل دوم شامل تبیین مرز فنی است. محدوده مطالعات فنی سند شامل محدوده دانشی، محصول یا مجموعه ای از محصولات در این فصل تعیین می گردد. در فصل سوم شناسایی کنشگران و بازیگران موثر در توسعه سیستم حفاظت شبکه ایران ارائه شده است و فصل چهارم شامل مطالعات اسناد بالادست و شناسایی الزامات موجود در حوزه سیستم حفاظت شبکه ایران می باشد.

## فصل اول:

### مفاهیم مرزبندی

## مقدمه

گام نخست در زمینه تدوین اسناد راهبردی فناوری، شناسایی مرز سیستم و تبیین ابعاد موضوع مورد مطالعه می‌باشد. به همین منظور در این فصل مفاهیم مرزبندی و انواع آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### ۱-۱- مرزبندی و شناخت سیستم

سیستم، یک مفهوم نظری قابل پیاده‌سازی در زمینه‌های کاربردی مختلف است. بر این اساس، تعریف سیستم در هر زمینه کاربردی ضروری است. یکی از اصلی‌ترین راه‌های تعریف یک سیستم، مرزبندی آن است. مرزبندی محیط توسعه فناوری باعث می‌گردد تا سیستم از محیط اطراف خود جدا شده و تحلیل از قابلیت کنترل بالاتری در ارائه نتایج برخوردار باشد. اهمیت مرزبندی سیستم از این جهت است که نتیجه آن بر خروجی مراحل بعدی اثرگذار بوده و دشواری آن نیز از سبب این است که روش واحدی برای آن وجود ندارد. در این مطالعه، از دو بعد توصیفی و محتوایی به مرزبندی سیستم تحت مطالعه پرداخته می‌شود. مرزبندی توصیفی با مشخص نمودن واحد تحلیل، عمق و گستردگی سیستم تحت مطالعه را معین می‌کند. در طرف مقابل، مرزبندی محتوایی اجزای درون سیستم مانند کنش‌گران، نهادها، فناوری‌ها، و شبکه‌ها را مورد شناسایی قرار گرفته و تا از این طریق حوزه عملکرد سیستم معین گردد.

#### ۱-۱-۱- مرزبندی توصیفی

با تعریف نظام‌های توسعه فناوری به‌عنوان شبکه‌ای از عوامل متعامل<sup>۱</sup> در یک حوزه‌ی فناورانه و اثرگذار در فرایند تولید، انتشار و بهره‌برداری نوآوری، سطوح مختلف تحلیلی برای این سیستم می‌توان در نظر گرفت. بر این اساس، توسعه فناوری را می‌توان در سه واحد تحلیل فناوری به معنای یک حوزه‌ی دانشی، محصول و مجموعه‌ای از محصولات مرتبط به هم و با هدف

<sup>1</sup>Interrelated



برآوردن کارکردی خاص<sup>۱</sup> مورد بررسی قرار داد. انتخاب سطح تحلیل بر شناسایی اجزای درون سیستم و تحلیل‌های آتی اثرگذار خواهد بود (جدول)).

جدول (۱-۱): واحدهای تحلیل توسعه فناوری (برگرفته از کارلسون و همکاران (۲۰۰۲))

موضوع	سطح تحلیل
تاکید بر یک فناوری و زیرفناوری‌های آن با در نظرگیری قابلیت استفاده در کاربردها و محصولات مختلف	حوزه دانشی
محوریت قرار گرفتن یک محصول و بررسی فناوری‌ها و کاربردهای مرتبط با آن	محصول
هدف تحلیل بررسی یک بازار خاص و مجموعه‌ی بهم پیوسته‌ای از محصولات مورد نیاز یک حوزه	بلوک‌های شایستگی

### ۱-۱-۲- مرزبندی محتوایی

مرزبندی محتوایی برای جدایی سیستم از محیط و تشخیص عوامل داخلی اثرگذار بر توسعه فناوری از عوامل خارجی آن ضروری است. هر سیستم از مولفه‌ها و روابط مختلفی تشکیل شده است. مرزبندی محتوایی با این فرض که تعاملات میان اجزای سیستم قوی‌تر از تعاملات موجود با محیط است، به شناسایی اجزای ساختاری درون یک سیستم می‌پردازد. با داشتن نگاهی سیستمی، نظام توسعه فناوری از چهار جزء کنش‌گران<sup>۲</sup>، نهادها<sup>۳</sup>، شبکه‌ها<sup>۴</sup> و فناوری‌ها<sup>۵</sup> تشکیل شده است.

#### ۱-۱-۲-۱- کنش‌گران

کنش‌گران یکی از سه مولفه‌ی ساختاری در توسعه فناوری می‌باشد که با انجام فعالیت، بر فرایند خلق، انتشار و بهره‌برداری از نوآوری اثر می‌گذارد. در توسعه فناوری، کنش‌گر را می‌توان مترادف با ذینفع در برنامه‌ریزی راهبرد سازمانی قلمداد نمود. بر این اساس، کنش‌گر، عبارت است از فرد، گروه و یا سازمانی که می‌تواند بر ورودی‌ها (منابع) و یا برون‌دادهای یک سیستم تأثیر

۱ این کارکرد خاص می‌تواند به‌عنوان مثال بخش حمل و نقل و یا سلامت باشد. این سطح در ادبیات بلوک‌های شایستگی نام می‌گیرد.

2Actors

3Institutions

4Networks

5Technologies

بگذارد و یا از خروجی‌ها و برون‌دادهای آن (خدمات، محصولات، پیامدها و ...) تأثیر پذیرد. کنش‌گران یک سیستم به دو دسته کلی کنش‌گران داخلی و کنش‌گران خارجی تقسیم می‌شوند.

هر کنش‌گر موجود در نظام توسعه فناوری بر اساس راهبرد خود، در چارچوب نهادهای پیرامون، و با صرف منابع لازم، به انجام فعالیت‌های نوآورانه می‌پردازد. با به‌انجام رسیدن فعالیت‌ها، کارکردهای مختلفی برآورده می‌گردد. مجموع کارکردهای برآورده شده توسط فعالیت‌های کنش‌گران مختلف، عملکرد نهایی سیستم را تعیین خواهد نمود. بنابراین با شناسایی و تحلیل توسعه فناوری از زاویه کنش‌گران می‌توان در درجه اول سهم بالقوه و بالفعلی که هر کنش‌گر در برآوردن کارکردها و تامین عملکرد سیستم دارد مشخص نمود و در درجه دوم نیز آلترناتیوهای ساختاری که منجر به ایجاد عملکرد بالا در سیستم می‌شود را شناسایی کرد.

برای شناسایی کنش‌گران، روش‌های مختلفی مانند استفاده از جداول داده-ستاده و آمارهای عضویت موجود در اتحادیه‌ها و صنایع، استفاده از پتنت‌های ثبت شده و شناخت بنگاه‌های مرتبط با آن‌ها و استفاده از قاعده گلوله برف<sup>۱</sup> (شناخت کنش‌گران پیرامون یک واحد تحلیل از روی ارتباطات با سایر کنش‌گران) توصیه شده است.

### ۱-۱-۲-۲- نهادهای

نهادهای قواعد بازی هستند. نهادهای توسعه فناوری، مجموعه‌ی قوانین و مقررات، قواعد، نرم‌ها و استانداردهایی می‌باشد که یا به‌شکل بازدارنده و یا به‌صورت تحریک‌کننده، به رفتارهای اجتماعی-اقتصادی-صنعتی شکل می‌دهد. تفاوت بین نهادها با کنش‌گران در این است که کنش‌گران به اجرا و دنبال کردن فعالیت‌ها می‌پردازند، درحالی که قواعد تنها تعاملات بین آن‌ها را تعریف کرده و چارچوبی برای انجام فعالیت‌ها ایجاد می‌نمایند. بدین وسیله نهادها موجب کاسته شدن از عدم تعیین موجود در مسیر رشد فناوری شده و نوعی پایداری در مجموعه حاکم می‌کند. نهادها را می‌توان به دو دسته کلی رسمی و غیررسمی تقسیم‌بندی نمود. نهادهای رسمی از سوی سازمان‌ها صادر شده و دارای ضمانت اجرایی از نوع قانون می‌باشند. درطرف مقابل، نهادهای غیررسمی در جریان طبیعی تعاملات اجتماعی باب شده و دارای ضمانت اجرایی از نوع تعهد اجتماعی هستند. از بعد

<sup>۱</sup>Snowball method

نوع نیز نهادها به سه دسته‌ی تنظیمی<sup>۱</sup>، هنجاری<sup>۲</sup>، و شناختی<sup>۳</sup> تقسیم می‌شوند. نهادهای تنظیمی مجموعه قواعد رسمی هستند که مجاز بودن یا مجاز نبودن انجام فعالیت‌ها را از طریق داشتن ضمانت اجرایی قانونی مشخص می‌نماید. نهادهای هنجاری قواعدی غیررسمی هستند که به تعیین درست و یا غلط بودن فعالیت‌های از طریق ارزش‌های قابل قبول در جامعه می‌پردازد. در نهایت، نهادهای شناختی نیز قواعدی غیررسمی هستند که با شکل‌گیری در محدوده‌ی ذهنی هر فرد، بر مجموعه رفتارها و تصمیم‌گیری‌های فرد اثرگذار می‌شود. در کنار این دو بعد، نهادها را می‌توان از ابعاد بخش، مرز جغرافیایی، و سطح وابستگی به فناوری نیز تقسیم بندی نمود. با تکیه بر ابعاد اشاره شده، می‌توان چارچوبی ساختاری برای اطمینان از پوشش همه‌جانبه فرایند تحلیل کرد (جدول ۱). شناخت هر نهاد درگیر در توسعه فناوری در هر یک از این ابعاد، تصویر روشنی از این جزء ساختاری ارائه می‌دهد.

جدول (۱-۲): ابعاد دسته‌بندی قواعد

توضیحات	بعد
در قالب سه صورت قواعد تنظیمی، قواعد هنجاری، و قواعد شناختی	نوع <sup>۴</sup>
بیانگر دامنه اثر نهاد بوده و شامل نظام‌های مالی-اعتباری، آموزشی-تحقیقاتی، تولیدی-کسب و کار	بخش <sup>۵</sup>
نهادهای منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی	مرز <sup>۶</sup>
بیانگر میزان استقلال نهاد از فناوری و شامل قواعد داخلی <sup>۸</sup> و قواعد محیطی <sup>۹</sup>	وابستگی <sup>۷</sup>

<sup>۱</sup>Regulative<sup>۲</sup>Normative<sup>۳</sup>Cultural cognitive<sup>۴</sup>Institutional Type<sup>۵</sup>Institutional Sector<sup>۶</sup>Institutional Boundary<sup>۷</sup>Institutional Context<sup>۸</sup>Internal Institution<sup>۹</sup>External Institution

### ۱-۱-۲-۳- فناوری

شناخت فناوری منجر به تعیین مرزهای دانشی شده و فناوری‌های مرتبط با فناوری موردنظر را مشخص می‌نماید. در ادبیات راه‌های مختلفی مانند تعیین نزدیکی میان حوزه‌های فناورانه با اندازه‌گیری فاصله‌ی فناورانه<sup>۱</sup>، استفاده از نظر خبرگان و تحلیل-های کتاب‌سنجی<sup>۲</sup> و پنتت، برای شناسایی فناوری‌های مرتبط با فناوری مورد مطالعه استفاده می‌گردد.

### ۱-۱-۲-۴- شبکه‌ها

روابط موجود در یک گروه از کنش‌گران، نهادها و فناوری‌ها می‌تواند از روابط موجود در خارج از گروه، قوی‌تر باشد. در صورتی که این مؤلفه‌های ساختاری باعث ایجاد یک پی‌کرندگی متراکم گردند، می‌توان آن را یک ساختار شبکه‌ای یا یک شبکه نامید. شبکه‌ها روابط میان سازمانی کنش‌گرانی هستند که به دنبال دستیابی به اهداف مشترکی می‌باشند. در حقیقت، یک سیستم توسعه‌دهنده فناوری شبکه‌هایی از کنش‌گران، نهادها، فناوری‌ها و روابط میان آن‌ها محسوب می‌گردند. اتحادهای راهبردی<sup>۳</sup>، اتحادیه‌های گروه‌های کاری<sup>۴</sup>، کمیته‌های فنی<sup>۵</sup>، شبکه‌های پروژه<sup>۶</sup>، شبکه‌های منطقه‌ای و شبکه‌های سیاسی همگی از انواع شبکه‌ها میان کنش‌گران هستند. شبکه‌ها در حالت کلی در دو صورت رسمی (در راستای برآوردن اهدافی راهبردی، عضویت خودآگاه کنش‌گران) و غیررسمی (عدم وجود هدف برنامه‌ریزی شده، عدم مرزبندی مشخص در عضویت و یا عدم عضویت کنش‌گران) شکل‌گیری پیدا می‌کنند. در یک دسته‌بندی دیگر، شبکه‌ها را از بعد هدفمندی و میزان درهم‌تنیدگی به چهار دسته‌ی شبکه‌های زنجیره تامین، شبکه‌های سنتی، شبکه‌های راهبردی، و کالج‌های نامشهود<sup>۷</sup> تقسیم می‌کنند. به‌طور کلی شبکه‌ها دارای پنج کارکرد اصلی تبادل اطلاعات و ایجاد دانش، انتشار دانش، ارتباطات، اعمال نفوذ، و ساختارسازی هستند.

1Technological distance

2Bibliometric

3Strategic alliance

4Working group association

5Technical committee

6Project networks

7Scientific invisible College

هدف از شناسایی شبکه‌های موجود در توسعه فناوری، ایجاد ارتباط میان سطوح خرد و میانی سیستم تحت مطالعه و کشف ارتباط اقدامات کنش‌گران در مسیر توسعه فناوری است. برای شناسایی شبکه‌های موجود، می‌توان از طریق شش معیار بنیان-گذار/سال تاسیس، تمرکز فنی شبکه، کنش‌گران اصلی درگیر در شبکه، مأموریت شبکه، نوع شبکه (اتحادهای راهبردی، اتحادیه‌های گروه‌های کاری، کمیته‌های فنی، شبکه‌های پروژه، شبکه‌های منطقه‌ای و شبکه‌های سیاسی) و کارکرد شبکه به شناسایی این جزء ساختاری پرداخت.

در ادامه و در فصل دوم گزارش حاضر به تبیین مرز فنی سیستم پرداخته می‌شود و محدوده مطالعات فنی سند شامل محدوده دانشی، محصول یا مجموعه‌ای از محصولات در این فصل تعیین می‌گردد. فصل سوم به شناسایی کنش‌گران و بازیگران مؤثر در توسعه سیستم حفاظت شبکه ایران می‌پردازد. و فصل آخر شامل مطالعات اسناد بالادست و شناسایی الزامات موجود در حوزه سیستم حفاظت شبکه ایران می‌باشد.

## فصل دوم:

### شناسایی مرز فنی

## مقدمه

بررسی مسائل مرتبط با شبکه قدرت، به عنوان یکی از بزرگ‌ترین سیستم‌های موجود در جهان، امری مهم و نیازمند تحقیقات عمیق و گسترده است. زیرا که سیستم قدرت هر کشوری یکی از زیربنای توسعه‌ی آن کشور به شمار می‌آید. امنیت و قابلیت اطمینان سیستم قدرت هم از لحاظ اقتصادی و هم از لحاظ اجتماعی برای هر کشوری دارای اهمیت می‌باشد. یکی از موضوعات مهم و حیاتی در شبکه قدرت، موضوع حفاظت است. حفاظت در شبکه قدرت عبارت است از فرآیندی که امنیت عملیات تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی را در برابر خطاها و رخدادها تا حد امکان تأمین نماید.

## ۱-۲- مروری بر رویکردهای سیستم حفاظت

حفاظت سیستم قدرت نقش بسزایی را در مقوله‌های مهمی از جمله قابلیت اطمینان و کیفیت انرژی الکتریکی بازی می‌کند. به غیر از این دو مورد، سیستم حفاظتی نقش بسیار مهمی را در پایداری شبکه عهده‌دار می‌باشد. در صورتی که خطایی به موقع از روی سیستم برداشته نشود، این امر منجر به گسترش حادثه، ناپایداری شبکه، خاموشی گسترده تا فروپاشی ناحیه‌ای یا سراسری می‌گردد. نتیجه این امر خاموشی کل شبکه خواهد بود که تبعات منفی بسیار زیادی بر جامعه چه از نظر اقتصادی و چه از نظر اجتماعی تحمیل می‌کند. شاخص‌های مورد نیاز برای عملکرد مطلوب سیستم حفاظتی عبارتند از: قابلیت اعتماد<sup>۱</sup>، سرعت<sup>۲</sup>، قدرت انتخابگری<sup>۳</sup> و حساسیت<sup>۴</sup>. یعنی سیستم حفاظت باید از نظر توانایی تشخیص خطا و برطرف نمودن آن قابل اعتماد باشد، از سرعت مناسب برخوردار باشد تا شبکه و تجهیزات در معرض کمترین آسیب قرار گیرند، انتخابگری بهینه انجام دهد و کمترین بخش ممکن از شبکه را قطع کند، همچنین دارای حساسیت نسبت به وضعیت شبکه بوده و بتواند بین شرایط خطا و شرایط عملکرد عادی تفاوت قائل شود.

<sup>1</sup> Dependability

<sup>2</sup> Speed

<sup>3</sup> Selectivity

<sup>4</sup> Sensitivity

بطور سنتی مرسوم بوده است که سیستم حفاظتی شبکه قدرت با هدف کاهش اثر خطاها و حوادث، جلوگیری از گسترش آنها، جلوگیری از خسارت دیدن تجهیزات و پیشگیری از صدمات جانی طراحی و بهره برداری شود. بدین ترتیب، این سیستم عهده دار حفاظت از شبکه در برابر انواع خطاهای روی داده می باشد. این عمل توسط تجهیزات حفاظتی که شاخص ترین آنها رله های حفاظتی می باشند فراهم می شود. هر عمل حفاظتی از طریق یک رله خاص صورت می گیرد که در کنار تجهیزات اندازه گیری و قطع کننده و سایر تجهیزات پشتیبان مورد نیاز وظیفه حفاظت در برابر خطاها را برعهده دارند.

در طول سالیان اخیر توسعه شبکه قدرت و ورود تکنولوژی های مدرن در تولید، انتقال و مصرف انرژی برق در نقاط مختلف جهان موجب گردیده است که تهدیدهای جدیدی امنیت و پایداری این سیستم به هم پیوسته را کاهش دهد. ظهور تولیدکننده ها و مبدل های الکتریکی مختلف تعادل و هماهنگی بین تولید و مصرف را بهم زده و حاشیه امنیت سیستم را پائین آورده است. منابع تولید انرژی تجدیدپذیر مانند بادی و فتوولتائیک، وجود بارهای متغیر، استفاده از ادوات الکترونیک قدرت بیشتر، بکارگیری منابع تولید پراکنده و افزایش روزافزون مصرف، عملکرد سیستم قدرت را تحت تأثیر قرار داده است و چالش هایی را نیز پیش روی حفاظت شبکه قدرت قرار داده است.

از سوی دیگر، امروزه جوامع مدرن نیاز بسیار زیادی به انرژی الکتریکی با کیفیت بالا و به صورت مداوم دارند. کامپیوترها، شبکه های مخابراتی، شبکه های راه آهن، سیستم های بانکداری و ... تنها نمونه ای از مصرف کنندگان عمده انرژی الکتریکی در جوامع امروزی هستند که بدون انرژی الکتریکی فعالیت آنها امکان پذیر نیست. بنابراین برقرار بودن انرژی الکتریکی در تمام ساعات از اهمیت بالایی برخوردار است.

بدین ترتیب، افزایش چالش های پیش روی حفاظت شبکه از یک سو و نیاز فزاینده به امنیت، پایداری و کیفیت شبکه برق از سوی دیگر باعث شده است تا رویکرد جدیدی در زمینه حفاظت و کنترل شبکه قدرت شکل بگیرد، در این راستا مفهوم پایش، کنترل و حفاظت فراگیر یا گسترده تعریف شده است، بدین ترتیب حفاظت نوین شبکه قدرت بر پایه استفاده از تکنولوژی های روز دنیا در زمینه تجهیزات اندازه گیری، ارتباطی و حفاظتی در چارچوب سیستم پایش، حفاظت و کنترل گسترده<sup>۱</sup> قرار گرفته است. اهداف سیستم حفاظتی نوین نیز به افزایش پایداری و امنیت، افزایش بهره وری و بهبود اقتصادی و افزایش کیفیت تأمین

---

<sup>۱</sup> WAMPAC



برق ارتقا یافته است. سیستم پایش، کنترل و حفاظت فراگیر در یک جمله به معنای جمع آوری آنلاین اطلاعات از سراسر سیستم و ارسال آن ها با استفاده از لینک های مخابراتی موجود به یک مرکز دوردست جمع آوری اطلاعات جهت مقابله با گسترش اغتشاشات در سیستم های قدرت است. تکنولوژی اندازه گیری هم زمان فازورها مهم ترین عامل در پیدایش سیستم های WAMPAC بوده است. جمع آوری اطلاعات فازورهای ولتاژ و جریان در سیستم با استفاده از واحدهای اندازه گیری فازور انجام خواهد شد. این واحدها با دقت و نرخ بسیار بالا پارامترهای سنکرون شده را اندازه گیری می نمایند. به دلیل فراهم نمودن امکانات فراوان برای کنترل و مدیریت شبکه توسط سیستم پایش، حفاظت و کنترل گسترده (WAMPAC) کاربردهای متنوعی از آن در کشورهای مختلف در مراحل طراحی، تست و بهره برداری قرار دارد.

در ایران، شبکه قدرت کشور در حال حاضر هم به لحاظ ظرفیت نصب شده و هم به لحاظ فنی مهندسی در سطح منطقه حائز رتبه نخست می باشد. تداوم رشد اقتصادی کشور مستلزم برخورداری از یک شبکه تأمین انرژی الکتریکی مطمئن و پایدار می باشد. در شبکه برق کشور، از سال ۱۳۸۲ تاکنون فروپاشی سراسری اتفاق نیفتاده است، به عبارت دیگر ظرف بیش از ده سال گذشته شبکه برق کشور دارای پایداری سراسری بوده است که این بهبود وضعیت، موفقیت بزرگی برای صنعت برق کشور به شمار می آید. بعلاوه بررسی و تجزیه و تحلیل حوادث شبکه برای رسیدن به حفظ امنیت و ارتقاء پایداری و همچنین کنترل حوادث شبکه از سال ۱۳۸۵ در دستور کار شرکت مدیریت شبکه برق ایران قرار گرفته است. میزان شاخص عملکرد صحیح سیستم های حفاظتی در سال های اخیر رشد بسیار خوبی داشته است.

اگرچه طی سال های گذشته وضعیت قابلیت اطمینان سیستم حفاظت در کشور بهبود چشمگیری داشته است اما با توجه به ایجاد شبکه های هوشمند (که مورد تاکید اسناد بالادستی کشور نیز هست)، ایجاد بازارهای رقابتی برق و تمایل به حصول برق از منابع تجدیدپذیر انرژی و افزایش انتظار مشترکین به تأمین برق مورد نیاز آن ها با قابلیت اطمینان بالا، ضرورت ایجاد ساختارهای نوین حفاظت و بکارگیری ادوات جدید پدیدار شده است. ایجاد این سیستم مستلزم دارا بودن سیستم ساعت مرجع (GPS)، شبکه مخابراتی پر سرعت با پهنای پاند وسیع، فناوری پردازش دیجیتال سیگنال DSP و الگوریتم های دقیق و سریع پردازش لحظه ای اطلاعات می باشد.

فعالیت هایی که در ایران برای ایجاد زیرساخت های مورد نیاز سیستم حفاظت نوین انجام گردیده است، امکان رویت پذیری شبکه را تا حد بالایی فراهم نموده است، از جمله آنها می توان به فعالیت های برنامه ریزی شده و انجام شده تا پایان سال ۱۳۹۲ اشاره کرد که شامل برنامه ریزی برای تکمیل قریب ۲۲۰۰۰ کیلومتر شبکه فیبر نوری در شبکه سراسری برق کشور (۱۶۰۵۰ کیلومتر آماده بهره برداری)، برنامه ریزی برای تکمیل حدود ۳۵۰ ایستگاه مخابرات (اکتیو) فیبر نوری در کلیه پست های انتقال (۲۷۰ ایستگاه آماده بهره برداری) و راه اندازی سیستم مدیریت یکپارچه شبکه مخابرات (NMS) در مرکز شرکت مدیریت شبکه برق ایران می باشد. استفاده از تجهیزات نوین پایش شبکه انتقال، باعث شده میزان رویت پذیری شبکه از ۷۳/۱۰٪ در اسفندماه ۱۳۸۷ به ۹۲/۴۸٪ در شهریور ماه ۱۳۹۲ افزایش یابد.

با توجه به مطالب فوق، اقدامات مورد نیاز جهت بهبود، ارتقا و توسعه سیستم حفاظت در شبکه قدرت، در دوره زمانی کوتاه مدت وابستگی زیادی به وضعیت شبکه کنونی و امکانات موجود دارد و باید با در نظر گرفتن وضعیت کنونی، سیاست گذاری ها و ضرورت ها، تعریف و تدوین گردد. از سوی دیگر، مسیر پیشرفت تکنولوژی در کشورهای مختلف و سیاست گذاری ها برای توسعه فن آوری و همگامی با سایر کشورها نیز می تواند مدنظر قرار گیرد تا در بلندمدت سیستم حفاظت نوین اجرایی گردد.

## ۲-۲- مرز فنی پروژه

با توجه به اهمیت موضوع مرز فنی پروژه پرسشنامه ای در این زمینه تهیه و در اختیار اعضای کمیته راهبری قرار گرفت، متن پرسشنامه و جمع بندی نظرات اعضای کمیته راهبری در پیوست این گزارش آمده است. با توجه به مطالب بیان شده در این فصل و نظرات ارائه شده از سوی اعضای کمیته راهبری، لازم است در تدوین سند راهبردی و نقشه راه موضوع پروژه حاضر، هم بهبود و ارتقاء سیستم حفاظت موجود مد نظر قرار گیرد و هم به توسعه فن آوری های نوین حفاظت پرداخته شود.

بدین ترتیب، در پروژه حاضر، سیستم حفاظت فعلی شبکه برق مینا قرار می گیرد و با توجه به اینکه موضوع حفاظت هم به روش ها و راهکارها می پردازد و هم بحث تجهیزات را در برمی گیرد، کلیه این موارد باید در پروژه مد نظر قرار گیرند. از سوی دیگر، موضوع حفاظت در بخش های مختلف شبکه قدرت اعم از انتقال، فوق توزیع و توزیع قابل بررسی است که در پروژه باید این ابعاد نیز مد نظر قرار گیرد. همچنین، تاثیر متقابل نیروگاه ها و حفاظت شبکه بررسی می شود. از سویی، با توجه به اینکه

رویکردهای نوین حفاظتی در اثر وجود چالش‌های جدید پیش روی شبکه قدرت و همچنین پیشرفت‌های اخیر در تکنولوژی، ایجاد شده‌اند، بنابراین برای توسعه فناوری، همگامی با سایر کشورها و توانمندسازی شبکه حفاظت برای رویارویی با چالش‌های جدید سیستم قدرت، فناوری‌های نوین حفاظت نیز باید مورد توجه قرار گیرد و ایجاد و توسعه آنها در این پروژه لحاظ گردد.

موضوع دیگری که در این زمینه بایستی مورد توجه قرار گیرد سطح تحلیلی است که در این سند مورد توجه قرار خواهد گرفت. همانطور که در عنوان پروژه هم مشخص است در این پروژه به مقوله حفاظت از زاویه توسعه فناوری پرداخته می‌شود و هدف از انجام آن، برنامه‌ریزی برای کشور، جهت ارتقای توان فناورانه خود در زمینه دانش و تجهیزات حفاظت می‌باشد. بدیهی است خروجی این پروژه، نقشه راه توسعه حفاظت در شبکه برق ایران نخواهد بود. به عبارت دیگر نتیجه‌ای که در نهایت این پروژه حاصل می‌گردد، نقشه راه توسعه دانش و فناوری‌های اولویت‌دار در زمینه حفاظت شبکه برق ایران بر اساس چشم‌انداز و اهداف وزارت نیرو در زمینه حفاظت می‌باشد. شایان ذکر است که چنانچه این اهداف به صورت مدون و مشخص تدوین شده باشد به عنوان فرضیات این پروژه مورد توجه قرار خواهد گرفت اما چنانچه این موضوعات به صورت مشخص و مدون وجود نداشته باشد، با تکیه بر نظرات خبرگان و بر اساس انجام مصاحبه‌های متعدد با مدیران، سیاست‌گذاران و فعالین صنعت برق این موضوع تبیین خواهد گردید.

نتیجه این پروژه به عنوان نقشه‌راه توسعه فناوری‌های حفاظت، در واقع برنامه اقدام کوتاه، میان و بلند مدت مورد توجه تمامی بازیگران مختلف توسعه فناوری در صنعت برق و وزارت نیرو خواهد بود که شامل تمام پروژه‌های تحقیق و توسعه، انتقال دانش و فناوری و نیز کلیه فعالیت‌ها و اقدامات پشتیبان توسعه این فناوری‌ها و نیز مشخص کننده متولی انجام هر اقدام می‌باشد.

فصل سوم:

شناسایی کنشگران مؤثر در حوزه حفاظت شبکه

برق کشور

## 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 این فصل به بررسی کنشگران موثر در حوزه حفاظت پرداخته می‌شود. 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<sup>۱</sup>

سیاست‌گذار نهادی است که برنامه‌هایی که باید توسط دولت، کسب و کارها 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 کل، سیاست می‌تواند شکل‌های مختلفی به خود بگیرد مانند سیاست‌های غیر مداخله‌ای، تنظیم، تشویق تغییرات داوطلبانه (مانند کمک‌های مالی) و ارائه خدمات عمومی.

### ب) تنظیم‌کننده<sup>۲</sup>

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 ...

<sup>1</sup> - policy-maker

<sup>2</sup> - 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<sup>۱</sup> 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

<sup>1</sup> - business development services

خدمات صنعتی تقسیم می‌شوند. دسته اول شامل دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسساتی هستند که در زمینه آموزش و پژوهش در حوزه توسعه فناوری فعالیت می‌کنند و دسته دوم شامل شرکت‌هایی می‌شود که در زمینه زنجیره تأمین فعالیت می‌کنند. در این مطالعه هدف شناسایی بازیگران حوزه حفاظت برق کشور می‌باشد. با شناسایی بازیگران این حوزه می‌توان نواقص و کاستی‌های موجود در این بخش را شناسایی نمود و با برنامه‌ریزی و استراتژی درست می‌توان این حوزه را در کشور توسعه داد. همچنین با توجه به این ساختار و قوانین حاکم بین آنها می‌توان نقش هر یک از بازیگران این بخش را در توسعه سیستم حفاظت شبکه برق شناسایی نمود. در ادامه کنشگران بر اساس چهار نقش سیاستگذار، تنظیم‌گر، تسهیل‌گر و ارائه‌کنندگان خدمات شناسایی می‌شوند. لازم به ذکر است که دسته‌بندی نقش کلیه کنشگران موضوع حفاظت در جدول (۳-۱) در صفحه ۵۸ این گزارش بطور خلاصه ارائه شده است.

### ۳-۱- سیاستگذاری

#### ۳-۱-۱- وزارت نیرو

وزارت نیرو یکی از مهمترین وزارتخانه‌های اقتصادی دولت محسوب می‌شود. میزان اعتبارات سالیانه این وزارتخانه به طور طبیعی چند برابر برخی از وزارتخانه‌ها است. اهمیت تأمین و توزیع آب و برق با کیفیت مطلوب که از حیاتی‌ترین نیازهای جامعه است، مهمترین هدف این وزارتخانه محسوب می‌شود. اما می‌توان مهمترین اهداف وزارت نیرو را به شرح زیر در چند محور ذکر کرد [۱]:

- حفاظت، نگهداری، بهره‌برداری و بهبود کمی و کیفی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی.
- رضایت و اقناع مردم با تأمین، تصفیه و توزیع مناسب آب بهداشتی سالم و دائمی برای انواع مصارف.
- بالابردن بهداشت محیط شهرها و روستاها با طراحی و اجرای شبکه‌های جمع‌آوری و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب.

- تأمین نیازهای انرژی با کیفیت مطلوب و تمام وقت برای انواع مصارف شهروندان، دیدگاه بلند مدت (دورنگر) به صیانت از منابع آب و انرژی و انتقال آن به نسل‌های آینده
  - وظایف و مأموریت‌های این وزارتخانه در بخش برق شامل موارد زیر می‌باشد:
  - سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، اجرا و توسعه طرح‌های تولید، انتقال و توزیع انرژی برق در شهرها و روستاهای سراسر کشور
  - بررسی و تدوین پیشنهادهای لازم در زمینه راهبردها، سیاست‌ها، برنامه‌ها، قوانین و آیین‌نامه‌های صنعت برق و تعرفه‌های بهای مصرف و اشتراک برق به طور سالیانه جهت ارائه به دولت و مجلس و اجرای آن‌ها
  - برنامه‌ریزی جهت انجام طرح‌های تحقیقاتی و پژوهشی مرتبط با فعالیت شرکت و هماهنگی و برنامه‌ریزی آموزشی بمنظور ارتقاء سطح علمی کارکنان صنعت برق کشور
  - جذب سرمایه‌های داخلی و خارجی و ایجاد زمینه‌های لازم برای مشارکت بخش خصوصی در اجرای طرح‌های تولید و انتقال برق در سراسر کشور.
  - عضویت در کمیته و کنوانسیون‌های جهانی انرژی و کسب و تبادل اطلاعات لازم به منظور استاندارد کردن و ارتقاء فعالیت‌های صنعت برق کشور
  - هدفمند کردن میزان مصرف برق و یارانه‌ها برابر استانداردهای جهانی
  - سیاست‌گذاری، نظارت و هماهنگی بین شرکت‌های زیرمجموعه به منظور اجرای به موقع طرح‌های برق در راستای پیشبرد اهداف کلان صنعت برق کشور
- ۳-۱-۱-۱- معاونت برق و انرژی وزارت نیرو**
- وظایف حاکمیتی بخش انرژی**
- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی در زمینه صیانت و بهره‌برداری بهینه از منابع انرژی کشور



- برنامه ریزی کلان انرژی کشور به منظور حصول اطمینان از تأمین و عرضه انرژی مورد نیاز بخش - های گوناگون
- سیاست گذاری و برنامه ریزی برای شناسایی و در اختیار گرفتن انرژی های دست نیافته (انرژی های 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
- سیاست گذاری و برنامه ریزی به منظور مدیریت مصرف انرژی
- تدوین استانداردها و مقررات لازم برای تولید، مصرف و تبدیل انرژی در کلیه بخش های اقتصادی و اجتماعی
- حمایت از توسعه تحقیقات کاربردی، فناوری و منابع انسانی در بخش انرژی
- تولید آمار و اطلاعات پایه بخش انرژی و تسهیل دسترسی به آنها
- برنامه ریزی 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 کارایی و حفظ حقوق مردم
- تهیه، تدوین و پیشنهاد قوانین مرتبط با بخش انرژی
- تعیین نرخ انواع انرژی
- کاهش، شفاف سازی و هدفمند کردن یارانه
- ارزیابی رضایت مشترکین و سیاست های بهبود آن

**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 آئین‌نامه‌ها 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
- حمایت از توسعه تحقیقات کاربردی، فناوری و منابع انسانی در صنعت برق
- ظرفیت‌سازی و حمایت از صنایع داخلی
- تهیه، تدوین و پیشنهاد قوانین و مقررات مرتبط
- ارزیابی رضایت مشترکین و سیاست‌های بهبود آن

یکی از دفاتر زیرمجموعه معاونت برق و انرژی که نقش مهمی در پروژه‌های توسعه فناوری دارد، **دفتر برنامه‌ریزی**

**کلان برق و انرژی** است که شرح وظایف آن بصورت زیر است:

- هدایت و راهبری انجام مطالعات جامع برق و انرژی شامل برآورد تقاضا، تعیین ترکیب بهینه سبد عرضه و تعیین سهم انرژیهای تجدیدپذیر و برق هسته‌ای، با در نظر گرفتن اثرات زیست محیطی
  - -تدوین سیاستها و برنامه‌های کلان برق و انرژی و مبادلات برق با سایر کشورها
  - -برنامه‌ریزی و سیاستگذاری آینده پژوهی بخش برق و انرژی از جنبه فرایندهای ارائه خدمات، فناوریهای عرضه و مصرف و ... و پیگیری تدوین برنامه‌های راهبردی بخش برق
  - -حمایت از نوآوری‌ها به ویژه در زمینه توسعه فناوریهای سازگار با محیط زیست
  - -پیگیری و حصول اطمینان از استقرار نظام کارآمد برنامه‌ریزی در صنعت برق
  - -نظارت بر اجرای برنامه‌های کلان برق و انرژی
  - -برنامه‌ریزی برای دسترسی سریع و سهل عموم به ویژه پژوهشگران و کارشناسان به اطلاعات انرژی کشور
  - -مدیریت انتشار ترازنامه انرژی کشور و ترازنامه انرژی استانها
- همچنین نهاد **شورای پایایی شبکه برق** که در زیرمجموعه معاونت برق و انرژی وزارت نیرو تاسیس شده است نیز بنا بر اهداف تعیین شده به شرح زیر فعالیت می‌کند و می‌تواند نقش مهمی در سیاست‌گذاری توسعه فناوری حفاظت ایفا کند:
- هدف از تشکیل «شورای پایایی شبکه برق» 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:
- بهبود تعاملات اثرگذاران بر پایایی شبکه برق کشور و ارتقاء سطح هم‌افزایی بین آنها؛
  - توسعه، تکمیل و بهبود مستمر مجموعه استانداردها و دستورالعمل‌های پایایی و بهبود تبعیت از آنها در جهت ایجاد فرهنگ مسؤلیت‌پذیری، انضباط فنی و سازمانی؛
  - بهبود نظام چرخه اطلاعات پایایی و نحوه دسترسی و گسترش فرهنگ شفافیت اطلاعاتی؛
  - ساماندهی مدیریت دانش در اثرگذاران و بهبود مستمر دانش پایایی و مهارت اثرگذاران؛

- بهبود نظام برنامه‌ریزی تأمین و حفظ پایایی شبکه برق کشور؛
- گسترش فرهنگ ریشه‌یابی حوادث در شبکه برق کشور؛

### ۳-۱-۱-۲- معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی وزارت نیرو

#### وظایف حاکمیتی بخش برنامه‌ریزی و امور اقتصادی

- مطالعات و آینده‌نگری همه جانبه شرایط محیطی و جهانی صنعت آب و برق
- تدوین برنامه دوربرد و راهبردی وزارت نیرو
- تلفیق برنامه‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت بخش‌های مختلف صنعت آب و برق
- تلفیق، تدوین و ارائه لایحه بودجه وزارت نیرو
- نظارت دقیق، مستمر و مؤثر بر اجرای برنامه
- تهیه و تدوین گزارش عملکرد برنامه
- تدوین سیاست‌های تشویقی و حمایت از بخش خصوصی و سرمایه‌گذاری غیردولتی و خارجی
- برنامه‌ریزی جهت اجرای اصل ۴۴ قانون اساسی و خصوصی‌سازی صنعت
- مطالعات و بررسی ظرفیت‌های داخلی صنعت آب و برق
- تدوین سیاست‌های توسعه کارآفرینی در وزارت نیرو
- انجام امور مربوطه به دبیرخانه مجامع عمومی شرکت‌های تابعه
- نظارت بر قراردادهای مرتبط با صنعت آب و برق
- مطالعات و بررسی اقتصاد کلان صنعت آب و برق
- مطالعات و بررسی بازار بین‌المللی مرتبط با وزارت نیرو
- تنظیم سیاست‌ها و روابط اقتصاد خارجی وزارت نیرو
- تدوین سیاست‌های تشویقی و حمایتی از صادرکنندگان مرتبط با صنعت آب و برق

- تدوین سیاست های راهبردی بازار آب و برق
- تنظیم مقررات مربوط به بازار آب و برق
- تدوین و استقرار سیاست های توسعه رقابت در بازارهای آب و برق

### ۳-۱-۱-۳- معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو

#### وظایف حاکمیتی بخش تحقیقات و منابع انسانی

- برنامه ریزی جامع منابع انسانی صنعت آب و برق
- تدوین سیاست ها و راهبردی منابع انسانی
- مطالعه و بررسی و تنظیم سیاست های افزایش انگیزش و کارآمدی منابع انسانی
- بررسی و تدوین راهکارهای استقرار ارزش های انسانی در سازمان
- مطالعات، برنامه ریزی و ساماندهی امر مدیریت و ارائه الگوی مناسب مدیریتی
- راهبردی تحول اداری صنعت آب و برق و ارتقاء سلامت اداری
- مطالعات، تدوین، اصلاح و استقرار ساختار سازمانی، سیستم ها و روش های کارآمد در وزارت نیرو
- تدوین و ارائه طرح های ارتقاء کیفیت و بهبود بهره وری صنعت آب و برق
- تدوین سیاست های آموزش و تحقیقات صنعت آب و برق
- ساماندهی ارتباطات با مراکز آموزشی و پژوهشی درون و برون صنعت آب و برق
- تدوین سیاست ها و استراتژی توسعه فناوری
- تدوین و استقرار نظام راهبردی و توسعه آموزش
- راهبردی برنامه های آموزش های تخصصی مورد نیاز صنعت
- هدایت هیأت های امناء مراکز آموزشی و پژوهشی صنعت آب و برق
- مطالعه و بررسی مستمر فناوریهای نوین اطلاعاتی مورد نیاز صنعت

- تدوین نظام ارتباطات بهنگام در صنعت آب و برق
- تدوین و استقرار نظام آماری و اطلاعاتی در وزارت نیرو
- مدیریت و راهبری اطلاعات علمی، اسناد و کتابخانه
- ایجاد بانک اطلاعاتی صنعت و روزرسانی آن
- مطالعه و ارائه سیستم‌های مکانیزه جهت ارائه خدمات به مشترکین صنعت آب و برق

### ۳-۱-۲- توانیر

موضوع فعالیت شرکت توانیر، مدیریت سهام و سرمایه‌های شرکت در صنعت برق، انجام هرگونه 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. در این راستا موارد زیر از جمله وظایف شرکت می‌باشد [۲]:

- بررسی و تدوین پیشنهادهای لازم در زمینه راهبردها و سیاست‌ها و برنامه‌های بلندمدت و میان‌مدت صنعت برق و ارائه آن به وزارت نیرو
- اجرای سیاست‌ها، برنامه‌ها و مصوبات وزارت نیرو
- تهیه طرح‌های لازم برای توسعه تأسیسات تولید، انتقال و توزیع برق و ارائه 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 به‌موقع طرح‌های توسعه و بهینه‌سازی تأسیسات

- راهبری و پایش شبکه سراسری برق از طریق شرکت های زیرمجموعه و همچنین ایجاد ساز و کارهای لازم برای توسعه رقابت در امر تولید، خرید و فروش برق از جمله ایجاد سیستم ها و انجام عملیات بازار و بورس برق
- تدوین و پیشنهاد تعرفه های برق به وزارت نیرو
- خرید و فروش عمده برق در داخل و خارج کشور از طریق شرکت های زیرمجموعه
- 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 روش های 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 فی مابین شرکت و شرکت های 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 بهینه سازی مصرف و کاهش مصارف غیرضروری
- بررسی، مطالعه و سایر اقدامات لازم برای توسعه فناوری، انتقال دانش فنی و اطلاع رسانی تأمین کالا و ساخت تجهیزات موردنیاز صنعت برق کشور
- حمایت از توسعه فعالیت های آموزشی و پژوهشی در زمینه های تخصصی مرتبط با صنعت برق و پشتیبانی از برنامه های تربیت متخصصان موردنیاز صنعت برق کشور
- حمایت از تحقیقات و فعالیت های علمی و توسعه منابع انسانی و سایر عوامل موثر در بهبود مدیریت و بهره وری صنعت برق کشور
- مدیریت و هماهنگی تجاری، فنی و برنامه ای بین شرکت های زیرمجموعه و هدایت و هماهنگی آنها در جهت سیاست های تعیین شده از طرف وزارت نیرو و دولت
- نظارت بر امور مدیریت و نظام مالی شرکت های زیرمجموعه و انجام بازرسی و حسابرسی های لازم

- 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
- پیشنهاد و پیگیری درخواست‌های عمومی صنعت برق از دولت
- انجام هرگونه عملیات مالی، معاملات، سرمایه‌گذاری، تشکیل شرکت، مشارکت در موسسات و شرکت‌های دیگر که مرتبط با موضوع شرکت باشد، با رعایت مقررات مربوط
- مبادرت به هرگونه فعالیت که با هدف شرکت مرتبط باشد

با توجه به موارد فوق، مجموعه توانیر متشکل از کلیه معاونت‌های آن شامل معاونت هماهنگی و تولید، معاونت هماهنگی توزیع، معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شبکه، معاونت برنامه‌ریزی و تحقیقات و معاونت هماهنگی و پشتیبانی مالی نقش مهمی در سیاست‌گذاری و تنظیم قوانین در زمینه توسعه فناوری حفاظت شبکه دارند که در شکل (۳-۱) به تفکیک آمده است. در ادامه بطور نمونه وظایف معاونت هماهنگی توزیع و دفتر امور تحقیقات ارائه شده است.

### ۳-۱-۲-۱- معاونت هماهنگی توزیع

#### اهداف بنیادی بخش توزیع در صنعت برق

بخش توزیع نیرو به سبب آنکه رابط بین صنعت برق و مشترکان است، نقشی چند سویه بر عهده دارد. نخست نقش فنی برای نگهداری، راهبری و توسعه شبکه‌های توزیع، دوم پذیرش و خدمات‌رسانی به مشترکان و تأمین رضایت ایشان و فروش انرژی برق به عنوان یک کالای اقتصادی و سوم حفظ ارتباط و هماهنگی با بخش‌های بالادست صنعت بطوریکه مجموعه صنعت برق از این رهگذر بتواند به فرایند تولید و عرضه برق ادامه دهد و راه را برای توسعه خود هموار سازد.

بدیهی است هدایت و راهبری این حجم فعالیت در گستره پهناور میهن اسلامی سیاست‌گذاری منسجم و هماهنگی مستمری را طلب می‌نماید. از این رو شرکت توانیر با تشکیل دفاتری به شرح زیر توجه ویژه‌ای به این بخش نموده است.



- دفتر برنامه ریزی توزیع
- دفتر پشتیبانی فنی توزیع
- دفتر نظارت بر توزیع
- دفتر مدیریت مصرف و خدمات مشترکین

مجموعه این دفاتر با راهبری معاونت هماهنگی توزیع وظیفه هدایت بخش توزیع در جهت کاهش عملیات اجرائی و تقویت نظام های مدیریتی با تکیه بر ابزار برون سپاری، عملیات اجرائی و به کارگیری مراکز ظرفیت های مشاوره ای و پیمانکاری بخش خصوصی را بر عهده دارند.

#### اهداف دفاتر مدیریت توزیع

دفاتر مدیریت توزیع در سال ۱۳۸۲ با برنامه های مشخص به ویژه اصلاح زیر ساخت ها، کاملاً هدفمند و هماهنگ حرکت سازمانی خود را به شرح زیر شروع نموده اند:

- هدف گذاری و کنترل خاموشی ها به منظور کاهش میزان انرژی های تأمین نشده با استفاده از یکسان سازی دستورالعمل ها و نرم افزارهای ثبت اطلاعات
- سنجش و اولویت بندی نیازها با شناسائی نقاط ضعف در بخش مهندسی توزیع و تشکیل کمیته های تخصصی به منظور یافتن راهکارهای عملیاتی و کاربرد فناوری های جدید در توزیع
- بهبود نظام وصول درآمدها با رعایت طرح تکریم با استفاده از ارتقاء سیستم های سخت افزاری و نرم افزارای لوازم اندازه گیری، قرائت و وصول و ایجاد نمایندگی های خدمات مشترکین
- گسترش فرهنگ ایمنی با اعمال سیاست های پیشگیری و آموزش با استفاده از ابزار مدیریتی و تجزیه و تحلیل حوادث، تدوین و یکسان سازی دستورالعمل های ایمنی و استانداردهای لوازم و ابزار در کنار بستر سازی برای پذیرش نظارت مستمر توسط کاربران

- ارتقاء برنامه ریزی توزیع با دیدگاه فنی اقتصادی با استفاده از تدوین هدفمند بودجه نویسی در بخش جاری و سرمایه گذاری توزیع و ایجاد ابزار لازم برای کنترل برنامه و بودجه که این بخش از کار از طریق تشکیل کمیته های تخصصی و برگزاری سمینارهای عمومی و انتقال تجربیات بین شرکت ها انجام گردید

### ۳-۱-۲-۲- دفتر امور تحقیقات برق (توانیر)

#### شرح وظایف دفتر امور تحقیقات برق

- حمایت، هدایت، راهبردی مؤسسات و مراکز علمی و پژوهشی به منظور انجام تحقیقات و پژوهش های کاربردی در صنعت برق
- کمک به توسعه و رشد مراکز تحقیقاتی
- ترغیب مؤسسات و مراکز علمی به تدوین طرح ها و پژوهش های کاربردی
- تدوین نظام های اصلاح و بهبود فرایندها
- سیاست گذاری در بخش تحقیقات شرکت های زیرمجموعه
- ارتقاء دانش مدیریت تحقیق و توسعه در شرکت های زیرمجموعه
- استقرار طرح ها و پروژه های تحقیقاتی کاربردی انجام شده در شرکت های زیرمجموعه
- تدوین شاخص ها و معیارهای تحقیقات در زمینه مختلف (ارزیابی - کنترل - استاندارد و ...)
- نظارت عالی و راهبردی بر شرکت های زیرمجموعه
- تعامل با دستگاه ها و سازمان ها برای پیشبرد امور تحقیقات
- شناسائی پتانسیل ها و ظرفیت های ارتقاء و بهبود فرایندهای پژوهش و تحقیقاتی در شرکت های موفق داخلی و خارجی
- تعامل با مرکز پژوهش ملی و بین المللی

- ظرفیت سازی در شرکت ها برای مدیریت برانجام تحقیقات کاربردی ( پیشنهاد تقویت ساختار، توانمندسازی کارکنان و ... )
- توسعه و گسترش تبادلات علمی و تحقیقاتی ملی و بین المللی در صنعت برق
- توسعه و بکارگیری سرمایه انسانی کارآمد و دانش گرا در بخش تحقیقات صنعت برق
- تطبیق سیاست های صنعت برق با نیازهای آن
- ارزیابی نظام ها و فعالیت های تحقیقاتی و استاندارد به منظور اصلاح و بهبود فرایندها
- ظرفیت سازی در ستاد و شرکت های زیر مجموعه به منظور استقرار مطلوب نظام ها (ایجاد دانش، مهارت، شرایط و قابلیت های مورد نیاز )
- مطالعات در زمینه تجارب گذشته و تحلیل وضع موجود جهت تنظیم فعالیت های آینده پژوهشی
- استقرار نظام یادگیری

نهادهای معرفی شده در فوق، نهادهای مؤثر در حوزه سیاست گذاری توسعه حفاظت شبکه قدرت در محیط داخل می باشند. در ادامه نهادهای سیاستگذار که در سطح کلان نقش آفرینی می کنند، معرفی خواهند شد.

### ۳-۱-۳- مجمع تشخیص مصلحت نظام

در سال ۱۳۶۸ و در جریان بازنگری قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، این مجمع رسماً به صورت یکی از نهادهای رسمی کشور درآمد و وظیفه اصلی آن حل اختلاف بین مجلس شورای اسلامی و شورای نگهبان است. سایر وایف این مجمع شامل موارد زیر می شود [۳]:

- مجمع تشخیص مصلحت نظام، مسئولیت تصمیم گیری در سیاست های کلان داخلی و خارجی ایران و حل اختلاف میان قوای سه گانه را برعهده دارد و همچنین ناظر بر فعالیت های آنان است.
- این مجمع، وظیفه تدوین برنامه چشم انداز ۲۰ ساله (از ۱۳۸۴ تا ۱۴۰۴) و نظارت بر اجرای آن را بر عهده دارد.

- همچنین از سال ۱۳۸۵ رهبر جمهوری اسلامی، اختیار نظارت بر عملکرد قوای سه گانه را که از اختیارات رهبر است، به این مجمع واگذار کرد.

مجمع تشخیص مصلحت نظام بالاترین رکن سیاست‌گذاری کلان در کشور می‌باشد، زیرا تدوین سیاست‌های کلی نظام در حوزه‌های علم و فناوری و پژوهش در قالب سند چشم‌انداز ۲۰ ساله از وظایف این نهاد می‌باشد.

### ۳-۱-۴- مجلس

مجلس در نظام جمهوری اسلامی ایران از اهمیت ویژه و والایی برخوردار بوده و محور بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها، قانونگذاری‌ها، برنامه‌ریزی‌ها است و چراغ هدایت دولت و ملت را به دست دارد. 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 [۴]:

- قانونگذاری
- نظارت

در جهان امروز، طرح پرسش‌های نو و مسائل پیچیده و چند وجهی در حوزه‌های مختلف، نهادهای قانونگذاری را ناگزیر از تأسیس مراکز علمی و پژوهشی ساخته تا با اتکا به تخصص‌ها و مطالعات فراهم آمده در آن مراکز و بهره‌گیری از آنها، به شناخت کارشناسانه مسائل و پاسخگویی به نیازهای نو در تدوین قوانین توفیق یابند.

### ۳-۱-۵- شورای عالی انقلاب فرهنگی

شورای عالی انقلاب فرهنگی وظیفه دارد در رأس فعالیت‌های خود به «مدیریت فرهنگی» جامعه در عرصه‌های مختلف پردازد و با سیاستگذاری‌های اصولی خود زمینه را برای پیدایش جامعه‌ای بهره‌مند از حیات طیبه الهی فراهم سازد. اهم وظایف شورای عالی انقلاب فرهنگی بشرح زیر می‌باشد [۵]:

- تدوین اصول سیاست فرهنگی نظام جمهوری اسلامی ایران و تعیین اهداف و خط مشی‌های آموزشی، پژوهشی، فرهنگی و اجتماعی کشور
- بررسی الگوهای توسعه و تحلیل آثار و پیامدهای فرهنگی سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه سیاسی، اقتصادی و اجتماعی کشور و ارائه پیشنهادهای اصلاحی به مراجع ذی‌ربط
- تبیین و تعیین شاخص‌های کمی و کیفی برای ارزیابی وضع فرهنگی کشور
- بررسی و ارزیابی وضع فرهنگ، آموزش و تحقیقات کشور
- تهیه و تدوین مبانی و شاخص‌های دانشگاه متناسب با نظام اسلامی و طراحی راه‌کارهای تحقق آن
- تعیین سیاست‌های نظام آموزشی و پرورشی و آموزش عالی کشور

شورای عالی انقلاب فرهنگی علاوه بر وظایف فوق با کمک و تلاش مستمر و فشرده نزدیک به هزار نفر از صاحب‌نظران دانشگاهی و حوزوی و مدیران عرصه‌های مختلف علم و فناوری کشور دست به تهیه و تدوین نقشه جامع علمی کشور زده است. در واقع نقشه جامع علمی کشور عبارتست از مجموعه‌ای جامع، هماهنگ و پویا از اهداف، سیاست‌ها، ساختارها و الزامات برنامه‌ریزی تحول راهبردی علم، فناوری و نوآوری مبتنی بر ارزش‌های اسلامی، ایرانی و آینده‌نگر برای دستیابی به اهداف چشم‌انداز بیست ساله کشور.

### ۳-۱-۶- شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف)

بر اساس ماده ۹۹ قانون برنامه سوم توسعه فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی کشور، وزارت فرهنگ و آموزش عالی به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری تغییر نام داده و مأموریت‌های جدی و جدیدی در حوزه پژوهش و فناوری به وزارت محول شده است. بر همین اساس قانون اهداف، وظایف و تشکیلات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در شهریورماه ۱۳۸۳ به تصویب مجلس شورای اسلامی رسیده است. بر اساس مواد ۳ و ۴ این قانون، تشکیل شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری با هدف ایجاد هماهنگی و یکپارچگی در سیاستگذاری کلان اجرایی در حوزه علوم، تحقیقات و فناوری پیش‌بینی شده است.

شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری در جهت ارتقای کیفیت سیاست‌گذاری در زمینه‌های مختلف علوم، تحقیقات و فناوری و راهبری توسعه فناوری‌های دارای اولویت ملی، اقدام به تشکیل کمیسیون‌های دوازده‌گانه نموده است. از مهمترین وظایف این کمیسیون‌ها می‌توان به اولویت‌بندی و پیشنهاد اجرای طرح‌های اجرائی بلندمدت سرمایه‌گذاری کلان در بخش‌های آموزشی، پژوهشی و فناوری و همچنین بررسی و پیشنهاد منابع مالی مورد نیاز در حوزه‌های علوم، تحقیقات و فناوری اشاره کرد.

وظایف شورای عالی علوم تحقیقات و فناوری به شرح زیر می‌باشد [۶]:

- اولویت‌بندی و انتخاب طرح‌های اجرائی بلندمدت سرمایه‌گذاری کلان در بخش‌های آموزشی و پژوهشی و فناوری
- بررسی و پیشنهاد منابع مالی مورد نیاز در حوزه‌های علوم، تحقیقات و فناوری
- مجلس شورای اسلامی در بند ۲۶ قانون بودجه سال ۱۳۸۸، کلیه دستگاه‌های اجرایی را مکلف به گزارش دهی از عملکرد بودجه‌های پژوهشی خود نموده و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری نیز موظف است گزارشات مزبور را جمع‌بندی و به شکل جامعی به مجلس ارائه نماید.

در واقع با توجه به بند اول وظایف این شورا، می‌توان این شورا را جزء سیاست‌گذاران پژوهشی کشور قلمداد نمود.

### ۳-۱-۷- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

به منظور پیشبرد اهداف و انجام وظایف معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهوری کارگروه‌های تخصصی به

شرح زیر وجود دارد:

- کارگروه برنامه‌ریزی تحول اداری
- کارگروه زیربنایی و عمران
- کارگروه آب کشاورزی و منابع طبیعی

- کارگروه صنعت و معدن
- کارگروه بهینه سازی مصرف سوخت
- کارگروه شهرسازی و معماری
- کارگروه آمایش و محیط زیست
- کارگروه گردشگری و میراث فرهنگی
- کارگروه اشتغال و سرمایه گذاری
- کارگروه توسعه صادرات
- کارگروه پژوهش، آمار و فناوری اطلاعات
- کارگروه آموزش و پرورش
- کارگروه اجتماعی
- کارگروه بهداشت، درمان و تأمین اجتماعی
- کارگروه فرهنگ، هنر و تربیت بدنی

که در آن وظایف کارگروه های مربوطه به شرح زیر می باشد.

- حمایت از تولیدکنندگان بخش صنعت از طریق توسعه مشارکت مردمی، فراهم آوردن امکانات زیربنایی، تسهیلات اعتباری و واگذاری با هدف اصلاح ساختار صنعتی
- جهت گیری سرمایه گذاری های جدید در بخش صنعت با توجه به پتانسیل ها و قابلیت ها
- تدوین اولویتهای پژوهشی در امور آمایش و محیط زیست و بهداشت و درمان و پیشنهاد آن به کارگروه

مربوطه.

## ۳-۲- تنظیم‌گری

### ۳-۲-۱- دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی برق و انرژی

در معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو، دفتری تحت عنوان دفتر استانداردهای فنی و مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی برق و انرژی شکل گرفته است که با رویکرد حاکمیتی و با بهره‌گیری از دستاوردهای گذشته، به این مهم پردازد [۹].

بطور کلی نتایج نهایی فعالیت‌های صنعت برق از طریق کارآمدی و اثربخشی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و درازمدت آشکار می‌شود و جامعه و مسئولین آن را از دو طریق درک می‌نمایند:

۱. تأثیرگذاری مثبت بر کیفیت زندگی مردم

۲. تأثیرگذاری مثبت بر توسعه پایدار ملی

برای دستیابی به این نتایج، امور برق و انرژی وزارت نیرو در موارد زیر بر صنعت برق و تعاملات آن نظارت عالییه داشته و اعمال حاکمیت می‌نماید:

- حفاظت از حقوق متقابل مشتریان و بخش عرضه برق
- حفظ پایایی و امنیت سیستم قدرت کشور
- بهره‌وری بخش عرضه برق
- مدیریت تقاضای برق
- تعاملات صنعت برق با محیط‌زیست
- خوداتکایی علمی و فنی صنعت برق
- بازرگانی برق (بازرگانی داخلی و خارجی)
- توازن و پایداری اقتصادی صنعت برق



ابزار معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو برای نظارت عالی و اعمال حاکمیت عبارتند از: سیاست‌گذاری‌ها، برنامه‌ریزی‌های ملی، مقررات، استانداردها، ضوابط فنی، نقشه‌های راه فناوری، نظامنامه‌ها، آیین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها، ایجاد شرایط مناسب ملی و بین‌المللی.

دفتر استانداردهای فنی و مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی برق و انرژی، به عنوان یک دفتر از معاونت امور برق و انرژی، مسئولیت تدوین استانداردها و مقررات فنی، مدیریت ظرفیت‌سازی برای استقرار و تحقق و نیز نظارت بر اجرا و بهبود مداوم آن‌ها را، در تمامی موارد هشت‌گانه فوق، با اثرگذاری مستقیم و یا با واسطه، بر عهده دارد.

ذکر این نکته ضروری است که دستیابی شهروندان، صنایع و سازمان‌ها به برق، الزاما از طریق شبکه سراسری انجام نمی‌پذیرد بلکه استفاده از شبکه‌ها و ظرفیت‌های محلی و خصوصی نیز می‌تواند کاربرد داشته باشد که در این زمینه‌ها نیز استانداردها و مقررات فنی کاربرد گسترده‌ای دارند.

### ۳-۲-۲- هیأت تنظیم بازار برق

دبیرخانه هیأت تنظیم بازار، بعنوان بازوی عملیاتی هیأت تنظیم انجام کلیه امور و مسئولیت‌های مرتبط در دامنه وظایف خود از جمله انجام مطالعات، تدوین پیش‌نویس رویه‌ها، ارائه گزارش‌ها، تسلیم پیشنهادها و سایر امور دبیرخانه‌ای را بر عهده دارد. دبیرخانه هیأت تنظیم بازار برق ایران از اوایل کار هیأت تنظیم بازار برق تشکیل و برابر با وظایف و شرایط مندرج در آیین‌نامه اجرایی هیأت تنظیم تاکنون به فعالیت خود ادامه داده است. هم‌اکنون دبیرخانه هیأت تنظیم بازار برق به عنوان یکی از زیر مجموعه‌های معاونت امور برق وزارت نیرو از دو واحد طراحی بازار و پایش بازار مستقر در دفتر خصوصی‌سازی صنعت برق، تشکیل شده است.

از جمله وظایف دبیرخانه براساس ماده ۸ آیین‌نامه اجرایی هیأت تنظیم بازار برق می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- بررسی و تهیه گزارش درباره طرح‌ها، سؤالات و سایر موضوعات ارجاعی به هیأت و همچنین تدوین

"متن پیشنهادی برای تصویب درباره موارد مندرج در دستورالعمل‌های هیأت"

- ایجاد ارتباط و همکاری با فعالین بازار، موسسات علمی و پژوهشی و متخصصین امر به منظور جلب مشارکت آنان برای اظهار نظر و ارائه طرح‌ها و پیشنهادات
- تبادل اطلاعات با نهادهای مسوول در حوزه فعالیت‌های هیات ایجاد نظام اطلاع رسانی در حوزه فعالیت‌های هیات
- انجام امور تحقیقاتی، آموزشی، انتشاراتی و فرهنگ‌سازی در حوزه فعالیت‌های هیات و حمایت از انجام این امور توسط متخصصین و موسسات علمی و پژوهشی
- بررسی عوامل درونی و برونی تاثیرگذار بر بازار برق، تهیه و تدوین برنامه‌های گسترش دامنه بازار برق و ارائه گزارش ادواری به هیأت
- تهیه طرح برای اصلاح و تکمیل آیین‌نامه‌های بازار برق، تدوین طرح‌های لازم در زمینه رویه‌های اجرایی، رفع ابهام از آیین‌نامه‌های بازار برق و پیشنهاد آن به هیأت برای تأیید
- بررسی درخواست متقاضیان اخذ مجوز شرکت در بازار برق و تنظیم گزارش لازم برای اخذ تأییدیه هیأت و صدور مجوز براساس رویه‌های مصوب هیأت؛
- ایجاد سیستم نظارت به منظور حصول اطمینان از رعایت آیین‌نامه‌های بازار، رویه‌های اجرایی و سایر مصوبات هیأت توسط فعالین بازار برق
- تدوین تعرفه‌ها و دامنه نرخ‌های بازار و پیشنهاد به هیأت برای تأیید

با توجه به مفاد ماده ۱۲ قانون سازمان برق ایران، کلیه فعالان بازار موظفند اطلاعاتی را که دبیرخانه هیأت تنظیم بازار برق بمنظور حصول اطمینان از صحت عملیات در بازار برق و در چارچوب رویه‌های مصوب هیأت درخواست می‌نماید، در اختیار دبیرخانه مزبور قرار دهند و دبیرخانه هیأت تنظیم بازار موظف است کلیه آیین‌نامه‌ها و مقررات مربوط به بازار برق را در اختیار فعالان بازار برق قرار دهد.

این دبیرخانه، در سال ۱۳۸۵ و در پی تشکیل دفتر خصوصی‌سازی صنعت برق، در ساختار این دفتر ادغام شد و وظایف دبیرخانه، توسط دو گروه از گروه‌های چهارگانه این دفتر تحت عنوان واحد پایش و واحد طراحی، پیگیری و انجام می‌شود.

### ۳-۲-۳- شرکت مدیریت شبکه برق ایران

#### اهداف و موضوع فعالیت شرکت مدیریت شبکه برق ایران

با توجه به اساسنامه شرکت سهامی مدیریت شبکه برق ایران مهمترین وظایف این شرکت در زمینه توسعه دانش حفاظت در کشور را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود [۸]:

- راهبری و پایش بهره‌برداری از شبکه تولید و انتقال برق کشور به منظور حفظ پایداری و امنیت شبکه و تأمین مطمئن برق کشور
- فراهم ساختن امکان دسترسی به شبکه برق کشور برای متقاضیان اعم از دولتی و غیر دولتی به منظور 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 غیر دولتی و توسعه رقابت در تولید و توزیع برق

### ۳-۲-۴- دفتر فنی و نظارت انتقال

#### الف) اهداف بنیادی بخش انتقال و فوق توزیع

- افزایش آمادگی شبکه (خطوط و پست‌ها)
- کاهش تلفات شبکه
- کاهش زمان تعمیرات
- کاهش تعداد و زمان خروجی‌های خطوط و ترانسفورمرها
- کاهش میزان خاموشی‌ها

- مدیریت مصرف

- گسترش بهره گیری از فناوری های نو در شبکه

- ارتباط با مراکز دانشگاهی و علمی

### (ب) شرح وظایف گروه نظارت بر تجهیزات فشارقوی

- همکاری در تهیه، تدوین و بازنگری دستورالعمل های نگهداری و تعمیرات تجهیزات شبکه (خطوط و

پست های انتقال و فوق توزیع)

- همکاری در ارائه حداقل نیاز مشخصات فنی (براساس استانداردهای موجود) مرتبط با پروژه های

توسعه و اصلاح و بهینه سازی پست ها و خطوط انتقال و فوق توزیع

- تهیه و تدوین دستورالعمل های لازم در ارتباط با فرایند جایگزینی تجهیزات دارای قدمت طولانی و

نامناسب در شبکه های انتقال و فوق توزیع

- همکاری در تهیه و تدوین استانداردهای تجهیزات شبکه های انتقال و فوق توزیع

- نظارت بر عملکرد ترانسفورماتورهای قدرت و سایر تجهیزات فشارقوی پست ها و خطوط انتقال و

فوق توزیع

- اعلام نظر در ارتباط با تقاضای خرید دستگاه های تست و لوازم یدکی خطوط و پست های انتقال و

فوق توزیع شرکت های برق منطقه ای

- همکاری در برنامه ریزی آموزش های مخصوص تجهیزات انتقال و فوق توزیع

- نظارت بر آزمایشات کارخانه ای تجهیزات شبکه انتقال و فوق توزیع

- برقراری ارتباط با مؤسسات علمی داخلی و خارجی به منظور کسب آخرین اطلاعات و روش های

تعمیر و نگهداری بهینه تجهیزات انتقال و فوق توزیع

- نظارت عالی بر آزمایش های راه اندازی پست ها و خطوط انتقال (۴۰۰ و ۲۳۰ کیلوولت)

- پیگیری و بررسی علل خروج های اضطراری و خودکار ترانسفورماتورهای قدرت و خطوط انتقال نیروی شرکت های برق منطقه ای

### ج) شرح وظایف گروه نظارت بر بهره برداری انتقال

- همکاری در تهیه، تدوین و بازنگری دستورالعمل های بهره برداری و ایمنی و نظارت بر حسن اجرای آن ها
- همکاری با دفتر بودجه و بررسی های اقتصادی در بررسی اقتصادی بهینه هزینه های شبکه انتقال و فوق توزیع
- بررسی و تخصیص بودجه جاری و بهینه سازی شبکه انتقال نیرو و فوق توزیع با هماهنگی دفتر بودجه و بررسی های اقتصادی
- کنترل عملکرد و فعالیت های مرتبط با پروژه های بهینه سازی از شرکت های برق منطقه ای و سایر شرکت های تحت پوشش (مدیریت شبکه و پست های بلا فصل نیروگاه ها)
- نظارت بر برنامه ریزی و عملکرد نگهداری و تعمیرات پست ها و خطوط انتقال و فوق توزیع
- همکاری در رفع مشکلات فنی و بودجه ای مطروحه بین شرکت های برق منطقه ای و سایر شرکت ها در زمینه مسائل مربوط به بهره برداری و نگهداری و تعمیرات
- اجرای ارزیابی میدانی انتقال نیروی شرکت های برق منطقه ای
- تهیه گزارش عملکرد سالیانه بهینه سازی خطوط و پست ها

### د) شرح وظایف گروه نظارت بر هماهنگی سیستم

- همکاری در ارائه حداقل نیاز مشخصات فنی براساس استانداردهای موجود مرتبط با پروژه های توسعه و اصلاح و بهینه سازی پست ها و خطوط انتقال و فوق توزیع

- تهیه و تدوین دستورالعمل های لازم در ارتباط با فرایند جایگزینی تجهیزات حفاظتی دارای قدمت طولانی و نامناسب در شبکه های انتقال و فوق توزیع
- همکاری در اجرای نظارت عالی بر راه اندازی پست ها و خطوط انتقال
- همکاری در تهیه و تدوین استانداردهای تجهیزات شبکه انتقال و فوق توزیع
- نظارت بر بررسی حوادث از نقطه نظر هماهنگی حفاظت و پیگیری اقداماتی که موجب کاهش حوادث می گردد و همچنین پیگیری اجرای نتایج بررسی حوادث
- نظارت بر فعالیتهای مربوط به هماهنگی سیستم
- اعلام نظر در ارتباط با تقاضای خرید دستگاه های تست و لوازم یدکی شرکت های برق منطقه ای
- هماهنگی و همکاری در برنامه ریزی آموزش های مخصوص سیستم های حفاظتی مدرن با شرکت های برق منطقه ای
- نظارت بر آزمایشات کارخانه ای تجهیزات شبکه انتقال و فوق توزیع
- بررسی گزارشات مربوط به مشکلات فنی مطروحه بین شرکت های برق منطقه ای و سایر شرکت ها (حل اختلافات فنی) در زمینه مسائل مربوط به هماهنگی عملکرد سیستم ها
- بررسی فنی و پیگیری حوادث در موارد خاص مانند حوادث توسعه یافته و یا حوادث منجر به ضایعات انسانی و تجهیزاتی و اقتصادی

#### (و) شرح وظایف گروه مهندسی شبکه

- به روز نگهداشتن اطلاعات شبکه سراسری از طریق ارتباط با شرکت مدیریت شبکه برق ایران
- تهیه گزارشات بررسی پیک تابستان و برگزاری جلسات بررسی و پیگیری اجرای نتایج آن
- بررسی محدودیت های شبکه و ارائه راهکارهای مربوطه با همکاری واحدهای ذیربط
- بررسی عوامل ناپایداری سیستم و ارائه راهکارهای رفع آنها

- همکاری در بررسی حوادث از نقطه نظر سیستمی و پیگیری اجرای نتایج بررسی حوادث
- پیگیری اقداماتی که موجب کاهش حوادث می‌گردد
- همکاری در بررسی و ارائه طرح‌های توسعه شبکه و شرکت در جلسات برنامه‌ریزی توسعه شبکه
- برقراری ارتباط با موسسات علمی داخلی و خارجی به منظور کسب آخرین اطلاعات و روش‌های افزایش پایداری شبکه
- بررسی مشکلات فنی مطروحه بین شرکت‌های برق منطقه‌ای و سایر شرکت‌ها در زمینه مسائل سیستمی شبکه
- پیگیری خاموشی واحدهای صنعتی بزرگ، شرکت نفت و سایر صنایع و نظارت و پیگیری رفع قطعی برق صنایع
- انجام سایر امور محوله

#### ه) شرح وظایف گروه نظارت بر طرح‌های توسعه و نوسازی

- همکاری در تهیه و تدوین استانداردهای تجهیزات شبکه‌های انتقال و فوق توزیع
- نظارت بر طرح‌های توسعه و نوسازی پست‌ها و خطوط انتقال و فوق توزیع شامل کنترل برنامه زمانی اجرا و پیشرفت کار و نظارت بر کیفیت اجرا
- برقراری ارتباط با مؤسسات علمی داخلی و خارجی به منظور کسب آخرین اطلاعات و روش‌ها و راهکارهای بهینه اجرای طرح‌های توسعه و نوسازی و کنترل پروژه
- بررسی گزارشات مربوط به مشکلات فنی مطروحه بین شرکت‌های برق منطقه‌ای با سایر شرکت‌ها (حل اختلافات فنی) در زمینه طرح‌های توسعه و نوسازی
- نظارت بر کیفیت فنی نیروهای انسانی شاغل در بخش نظارت بر طرح و توسعه شرکت‌های برق منطقه‌ای

• تهیه گزارش عملکرد شش ماهه طرح‌های خط و پست در دست اجرا

### ۳-۲-۵- سازمان استاندارد ایران

هدف سازمان استاندارد ایران تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) و نظارت بر اجرای آن‌ها و همچنین انجام تحقیقات مربوطه می‌باشد.

فعالیت‌های اساسی این سازمان در حوزه‌های زیر می‌باشد:

- تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) به عنوان تنها مرجع رسمی این وظیفه در کشور
- انجام تحقیقات به منظور تدوین استاندارد، بالا بردن کیفیت کالاهای تولید داخلی، کمک به بهبود روش‌های تولید و کارایی صنایع
- ترویج استانداردهای ملی
- نظارت بر اجرای استانداردهای اجباری
- 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
- کنترل کیفیت کالاهای وارداتی مشمول استاندارد اجباری به منظور حمایت از مصرف‌کنندگان داخلی و جلوگیری از ورود کالاهای نامرغوب خارجی
- راهنمایی علمی و فنی تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان انواع کالاها
- آزمایش و تطبیق نمونه کالا با استانداردهای مربوط، اعلام مشخصات و اظهار نظر مقایسه‌ای و صدور گواهینامه‌های لازم.

سازمان استاندارد ایران به عنوان تنظیم‌گر در حوزه کلان نقش‌آفرینی می‌کند.



## ۳-۳- تسهیل گری

### ۳-۳-۱- صندوق غیر دولتی پژوهش و فناوری صنعت برق

صندوق در تاریخ ۱۳۸۳/۱۱/۴ براساس مجوز ماده ۱۰۰ قانون برنامه سوم توسعه بصورت موسسه غیرتجاری تأسیس و تحت شماره ۱۷۷۱۳ به ثبت رسیده است. سرمایه صندوق توسط واحدهای فعال در زمینه های مختلف صنعت برق بشرح زیر تامین شده است:

- شرکت مادر تخصصی مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر)
- شرکت مادر تخصصی مدیریت تهیه و ساخت کالای آب و برق (ساتکاب)
- شرکت مدیریت پروژه های نیروگاهی ایران (مپنا)
- شرکت سرمایه گذاری صنایع برق و آب (صبا)
- شرکت ایران ترانسفو

#### هدف از تشکیل

هدف صندوق عبارتست از حمایت از فعالیتهای محققین و طرحهای تحقیقاتی بخش غیردولتی صنعت برق بمنظور:

- تولید و توسعه دانش فنی
- ارتقاء سطح فناوری
- جذب، انتقال و بومی سازی فناوری های نوین جهان

#### انواع حمایت ها

- اعطای تسهیلات اعتباری (بصورت عقود اسلامی) جهت اجرای طرحهای تحقیقاتی

- اعطای یارانه سود برای طرح های تحقیقاتی که از سایر منابع مالی و اعتباری کشور تسهیلات دریافت داشته اند
- صدور ضمانتنامه و تضمین برای بازپرداخت تسهیلات دریافتی طرح های تحقیقاتی از سایر منابع مالی و اعتباری کشور
- مشارکت، سرمایه گذاری و تأمین سرمایه خطرپذیر بمنظور اجرای طرح های تحقیقاتی

### شروط کلی

برخورداری از حمایت های صندوق مشروط به رعایت اولویت های بخش برق کشور و احراز صلاحیت های لازم از جمله اثبات توجیه پذیری طرح و توانایی مجریان می باشد.

### اولویت های اصلی در پذیرش طرح ها

- طرح های پژوهشی کاربردی
- طرح های تدوین دانش فنی
- طرح های تولید نمونه آزمایشگاهی
- طرح های تولید نمونه نیمه صنعتی
- طرح های پژوهشی توسعه ای
- توسعه و بومی سازی فناوری های نوین

### ۳-۲- مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی

#### اهداف و ماموریت های مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی

از جمله اهداف و ماموریت های مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی، می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- رفع مشکلات و نیازهای فنی صنعت برق کشور از طریق جذب، پذیرش و حمایت از شرکت های فناور
- مستعد
- فراهم نمودن زمینه ارتقاء کمی و کیفی آن ها در جهت تکمیل چرخه توسعه فناوری
- حاکمیت دیدگاه کاربردی، تفکر تجاری سازی و حرکت نتیجه محور در فعالیتهای علمی و پژوهشی
- استقرار چهارچوب های مدیریتی و اقتصادی در پروژه ها و طرح های فنی
- استفاده از پتانسیل صنعت برق و انرژی کشور در بخش های دولتی و خصوصی بویژه پژوهشگاه نیرو
- روان سازی مقررات و تسهیل فرایندهای کاری و مدیریتی مربوط
- ایجاد و راهبری شبکه ملی مراکز رشد مرتبط با حوزه برق و انرژی
- هموار نمودن مسیر توسعه کسب و کار بین المللی
- کمک به راه اندازی و مدیریت صندوق های حمایت مالی ریسک پذیری

### ۳-۳-۳- سازمان انرژی های نو

ماموریت سانا عبارت است از کمک به پایدارسازی و تنوع بخشی منابع انرژی، توسعه ظرفیت ها و کاهش هزینه های درازمدت نظام تولید انرژی و صیانت از محیط زیست و منابع انرژی تجدیدناپذیر کشور از طریق مدیریت منابع تجدیدپذیر انرژی و مدیریت گسترش تولید و مصرف انرژی های نوین در کشور با تمرکز بر حداکثرسازی مشارکت بخش خصوصی.

تحقق ماموریت فوق از طریق انجام فعالیت های زیر صورت می گیرد [۱۱]:

- مشارکت فعال در تدوین طرح ملی انرژی و استراتژی انرژی های نو در کشور
- مشارکت فعال در ایجاد و مدیریت بازار تضمین شده برای تولیدکنندگان انرژی های نو در کشور
- تهیه اطلس و امکان سنجی منابع مختلف انرژی های نو در کشور
- شکل دهی و حمایت از روابط بین متخصصین و سازمان های فعال داخلی در زمینه انرژی های نو از یک طرف و متخصصین، سازمان ها و جوامع بین المللی از طرف دیگر

- شناسایی منابع بین‌المللی و تلاش در جهت جذب و تخصیص این منابع به فعالیت‌های تحقیقاتی و تولیدی انرژی‌های نو در کشور
- تدوین استراتژی‌های توسعه تکنولوژی در زمینه انرژی‌های نو و تعیین اولویت‌های تحقیقاتی در حوزه انرژی‌های نو به منظور حمایت از مراکز تحقیقاتی و تولیدی در جهت توسعه تکنولوژی‌های مربوطه
- رديابی تحولات تکنولوژی در حوزه انرژی‌های نو و آگاه‌سازی مراکز تحقیقاتی و تولیدی کشور از دست‌آوردهای آن
- فراهم‌کردن بستر لازم برای انتقال، جذب و صدور تکنولوژی‌های مربوط به انرژی‌های نو و حمایت از بنگاه‌ها در استفاده و تجاری‌سازی آن‌ها
- مشارکت فعال در تدوین معیارها و قوانین برای حمایت از تولید و فعالیت‌های R&D در زمینه انرژی‌های نو
- فرهنگ‌سازی و تشویق جامعه به استفاده از انرژی‌های نو

### ۳-۳-۴- سازمان بهره‌وری انرژی ایران

#### اهداف سازمان

سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا) با هدف ارتقاء و بهبود کارایی انرژی تشکیل گردیده است. این سازمان وظیفه خود می‌داند تا با تمام توان در راستای تحقق موضوع فعالیت خود که عبارتست از توسعه مدیریت تولید، تقاضا و مصرف انرژی جهت استفاده کارآمد و بهینه از منابع انرژی در سراسر کشور، کنترل و کاهش الودگی محیط زیست، از طریق انجام مطالعات، تحقیق توسعه، آموزش، انتشارات و ارائه خدمات مطلوب علمی، فنی و تخصصی گام برداشته و جهت رسیدن به اهداف مورد نظر و اجرای آن تمامی تلاش خود را بکار بیندند [۱۲].

## اقدامات

- توسعه مدیریت انرژی به منظور استفاده کارآمد و بهینه از منابع انرژی، از طریق انجام مطالعات، تحقیق و توسعه، آموزش و آگاه‌سازی، انتشارات، طراحی، مشاوره و اطلاع‌رسانی، مدیریت ساخت و اجرا، حمایت‌های فنی و اقتصادی و ظرفیت‌سازی به ویژه در بخش‌های غیردولتی.
- مدیریت طرح‌ها و پروژه‌های مرتبط با هدف و موضوع فعالیت شرکت
- همکاری و اشتراک مساعی با شرکت‌ها و موسسات در جهت تحقق موضوع فعالیت و هدف شرکت
- انجام اموری که شرکت مادر تخصصی توانیر انجام آن را به شرکت در حوزه فعالیت آن محول نماید
- انجام هرگونه عملیات و معاملات که علاوه بر رعایت صرفه و صلاح، برای مقاصد شرکت ضروری و مرتبط باشد

## ۳-۳-۵- صندوق حمایت از تحقیقات و توسعه صنایع الکترونیک

صندوق حمایت از تحقیقات و توسعه صنایع الکترونیک (شرکت مادر تخصصی - سهامی خاص)، وابسته به وزارت صنعت، معدن و تجارت، شرکتی است ۱۰۰٪ دولتی با موضوع سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر و خدمات کارشناسی، صدور ضمانت‌نامه و حمایت مالی و اعتباری از تحقیقات و توسعه صنایع الکترونیک در بخش‌های خصوصی و تعاونی به صورت اعطای تسهیلات بلاعوض و یا تسهیلات بانخ ترجیحی به افراد حقیقی یا حقوقی در زمینه‌های [۱۳]:

- خرید، انتقال، جذب و توسعه فن آوری‌های پیشرفته
- مطالعات و تحقیقات اعم از بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای
- آموزش‌های تخصصی کوتاه‌مدت
- خدمات مهندسی و طراحی
- طرح‌های تولیدی و خدماتی نیمه‌ساخت صنعتی و انبوه

- شرکت در مناقصه، همایش‌ها و نمایشگاه‌های داخلی و خارجی
- ایجاد زمینه‌های لازم جهت اطلاع رسانی، تدوین، انباشت و اشاعه دانش فنی
- گسترش همکاری‌های فنی و اقتصادی بین‌المللی و ارتقاء صادرات
- جذب سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی

### ۳-۳-۶- انجمن مهندسين برق و الكترونيك ايران

- کسب اطلاعات از آخرین دستاوردهای علمی و سعی در ارائه آن‌ها به اعضاء از طریق گوناگون [۱۴]
  - ایجاد پایگاهی مناسب جهت برقراری ارتباط علمی، فنی، تحقیقاتی، آموزشی و تبادل نظر بین محققان و سایر کارشناسانی که بنحوی با شاخه‌های گوناگون برق و الکترونیک سر و کار دارند
  - همکاری با وزارت آموزش عالی و مراکز تحقیقاتی و انجمن‌های علمی و مؤسسات صنعتی، برنامه-ریزی امور آموزشی، پژوهشی و صنعتی و برگزاری گردهمائیهای علمی و فنی
  - ارزیابی و بازنگری برنامه‌های آموزشی و علمی، پژوهشی، صنعتی و ارائه خدمات لازم کارشناسی در مسائل مذکور
  - ارائه خدمات آموزشی، علمی، پژوهشی، صنعتی، به منظور رشد تکنولوژی برق و الکترونیک در کشور به اعضاء و یا هر سازمان ایرانی متقاضی
  - ترغیب و تشویق پژوهشگران، صنعتگران و دانشجویان در پیشبرد فعالیت علمی
  - تهیه و تدوین و انتشار نشریات و مجموعه‌های علمی، آموزشی و برگزاری گردهمائیهای آموزشی و پژوهشی و صنعتی
  - حمایت از افراد محقق و صنعتگر و همکاری و هدایت آن‌ها در جهت حصول به اهداف انجمن
  - شناسائی و جذب اشخاص فعال در رشته‌های مربوط و تشویق و هدایت آن‌ها در جهت تحقق اهداف
- انجمن

- ایجاد هماهنگی با انجمن و سازمان های علمی داخلی و خارجی مانند IEEE و CIGRE
- ارائه نقطه نظرات تخصصی انجمن به سازمان های ذیربط
- حمایت از حقوق قانونی اعضاء خصوصا در زمینه های علمی و صنعتی

نهادهای معرفی شده در فوق به طور مستقیم در حوزه حفاظت شبکه قدرت به عنوان تسهیل گر ایفای نقش می کنند در ادامه نهادهایی که در سطح کلان نقش تسهیل گری دارند معرفی می گردد.

### ۳-۷- معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری

معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری در ۱۵ بهمن سال ۱۳۸۵ به دستور ریاست جمهور وقت و با استناد به اصل ۱۲۴ قانون اساسی تشکیل گردید [۱۵].

معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری زیر نظر رئیس جمهور قرار دارد و به منظور هماهنگی و هم افزایی امور علمی و فناوری در کل کشور تشکیل شده است که از وزارتخانه ها و سایر دستگاه های اجرایی کشور مجزا می باشد و از ۵ معاونت تشکیل شده که عبارتند از: معاونت سیاست گذاری و ارزیابی راهبردی، معاونت توسعه فناوری، معاونت نوآوری و تجاری سازی، معاونت امور بین الملل و تبادل فناوری و معاونت توسعه مدیریت و منابع.

دفتر سیاست گذاری معاونت سیاست گذاری و ارزیابی راهبردی نقش سیاست گذار را بر عهده دارد.

اهداف معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری عبارتند از:

- ارتقای اقتدار ملی، تولید ثروت و افزایش کیفیت زندگی مردم از طریق افزایش توانمندی های فناوری و نوآوری در کشور
- ارتقای «نظام ملی نوآوری» و تکمیل مؤلفه ها و حلقه های آن
- توسعه «اقتصاد دانش بنیان» از طریق هماهنگی و هم افزایی بین بخشی و بین دستگاهی

- ارتقای ارتباط «دانش» با «صنعت» و «جامعه» و تسهیل تبادلات بین بخش‌های عرضه و تقاضای فناوری و نوآوری
  - تجاری‌سازی دستاوردهای فناوری و نوآوری و توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان
  - توسعه فناوری‌های راهبردی و اولویت‌دار ملی مطرح در نقشه جامع علمی کشور
  - اعتلای ارتباطات بین‌المللی علمی، فناوری و نوآوری و توسعه دیپلماسی علمی و فناوری
- وظایف اساسی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری عبارتند از:
- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی تأمین منابع مالی در نظام علم، فناوری و نوآوری کشور
  - هدفمندسازی، هدایت و توسعه پژوهش‌های کاربردی، تقاضا محور و مأموریت‌گرا و کمک به تجاری‌سازی نتایج آنها
  - توسعه دیپلماسی علم و فناوری و ارتباطات بین‌المللی و توسعه سرمایه‌گذاری خارجی در طرح‌های دانش بنیان، هدایت سرمایه‌های انسانی و مالی ایرانیان خارج از کشور و توسعه شبکه‌های بین‌المللی علم و فناوری به ویژه در جهان اسلام با هماهنگی و همکاری دستگاه‌های ذیربط
  - توسعه سازوکارهای سرمایه‌گذاری خطرپذیر و تأمین مالی لازم در اقتصاد دانش بنیان
  - تحریک تقاضا، بازاریابی و تضمین بازار برای تولیدات داخلی و بازاریابی و صادرات کالاها و خدمات دانش‌بنیان
  - رصد فرصت‌های بین‌المللی بمنظور توسعه فناوری به ویژه شناسایی و کسب فناوری‌های نوظهور با هماهنگی و همکاری دستگاه‌های ذیربط
  - انجام اقدامات لازم جهت توسعه اولویت‌های علم و فناوری نقشه جامع علمی کشور



### ۳-۳-۸- دفتر همکاری‌های فناوری و نوآوری ریاست جمهوری

معاونت پژوهش و برنامه‌ریزی دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری در سال ۱۳۷۷ جهت پاسخگویی به نیازهای دفتر در شش بخش پژوهش، برنامه‌ریزی و نظارت، حقوقی و قراردادهای ارزیابی تکنولوژی، اطلاع‌رسانی داخلی و آموزش کارکنان ایجاد گردید [۱۶].

#### وظایف و برنامه‌ها

##### • پژوهش

مطالعه در زمینه سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه کشورهای موفق، مطالعه و پژوهش در زمینه عوامل مؤثر در توسعه و پیشرفت کشور، کمک به فرهنگ‌سازی در عرصه تکنولوژی، مطالعه و پژوهش در مبانی تکنولوژی، تدوین مفاهیم و روشهای مناسب انتقال تکنولوژی، مطالعه وضع موجود تکنولوژی‌های کشور، پیش‌بینی روند توسعه تکنولوژی‌های داخل کشور و سایر کشورها، بالاخص در زمینه تکنولوژی‌های مورد نیاز کشور، کمک به تشکیل و راه‌اندازی کانون‌های تحلیلی‌گری و ایجاد ارتباط با مجموعه‌های فکری موجود در داخل و خارج از کشور، ایجاد ارتباط بین محققین و تحلیلگران در عرصه تکنولوژی.

##### • ارزیابی تکنولوژی

بکارگیری ابزارهای مدیریت تکنولوژی و روشهای مهندسی صنایع جهت بررسی و ارزیابی طرحهای تکنولوژیکی و تکنولوژی‌های منتخب از نظر میزان تناسب با نیازهای مشخص شده، ارزیابی میزان موفقیت در جذب تکنولوژی‌ها و رسیدن به اهداف تکنولوژیکی و مطالعه امکان‌سنجی فنی - اقتصادی پروژه‌ها.

#### وظایف و فعالیت‌های دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری

- تسهیل و کمک به انجام پروژه‌های مشترک با سورس‌های خارجی
- ارتباط با ایرانیان مقیم خارج از کشور و تبادل اطلاعات در زمینه فناوری‌های نوین

### ۳-۳-۹- سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران

با شروع برنامه سوم توسعه کشور و از سال ۱۳۸۷ مأموریت سازمان گسترش ضمن ادامه پیگیری وظایف اساسنامه‌ای محوله در توسعه و نوسازی صنایع کشور، به سوی فناوری‌های پیشرفته مانند الکترونیک و میکروالکترونیک و شاخص‌های مرتبط با آن، بیوتکنولوژی، مواد جدید و فناوری اطلاعات و ارتباطات معطوف شد. در این راستا، ساختار توسعه تکنولوژی و نوآوری شکل گرفت و نسبت به طراحی و تدوین آئین‌نامه‌ها، رویه‌ها و دستورالعمل‌های دریافت، بررسی و انتخاب و تصویب پروژه‌های تحقیقاتی و پژوهشی و کارآفرینی برای اجرا از محل منابع ماده ۸ اقدام نمود. ماده ۸ قانون تاسیس سازمان گسترش تصریح دارد که از سود خالص سالیانه سهام سازمان در شرکت‌ها و واحدهای تابعه پس از کسر هزینه‌های جاری سازمان حداقل 25% برای هزینه‌های تعلیمات فنی و آموزش و مدیریت و مطالعات و تحقیقات در داخل یا خارج کشور تخصیص یابد [۱۷].

با توجه به نوپا بودن این ساختار، فعالیت‌های پژوهشی و تحقیقاتی، تا ابتدای سال ۱۳۸۱، زمینه‌های نسبتاً گسترده‌ای را شامل گردید. همچنین بخشی از منابع مالی ماده ۸ قانون تاسیس سازمان در جهت حمایت از بخش خصوصی به اجرای طرح‌های کارآفرینی به منظور ارتقای توانائی‌های مهندسی، طراحی و ساخت تجهیزات و دسترسی به فناوری‌های نوین با تکیه بر نوآوری و توان متخصصین داخلی و ایجاد اشتغال و ارزش افزوده از طریق اعطای تسهیلات، اختصاص یافت.

سیاست تجاری‌سازی دستاوردهای تحقیقاتی در جهت دستیابی به اهداف و مأموریت‌های سازمان منجر به کاهش ورودی طرح‌ها و در نتیجه طرح‌های مصوب در سال ۱۳۸۱ گردید. ضرورت وجود رویکرد تجاری در توسعه فناوری، موجب شد تا سازمان گسترش که تا سال ۱۳۸۱ با حمایت از طرح‌های تحقیقاتی و پژوهشی، بسترسازی برای توسعه فناوری را دنبال می‌کرد، به سمت تهیه و تدوین برنامه توسعه صنایع مبتنی بر فناوری‌های پیشرفته که سهم آنها در تولیدات صنعتی جهان با نرخ بالایی در حال افزایش است، حرکت کند. در این رویکرد، طرح‌های پژوهشی کاربردی مورد توجه قرار گرفت که منجر به سرمایه‌گذاری صنعتی، خصوصاً با مشارکت بخش خصوصی شد.

جهت نیل به اهداف این رویکرد و راهبردی توسعه صنایع نوین در کشور، در سال ۱۳۸۱ مجموعه کامل برنامه راهبردی ۵ ساله سازمان گسترش در توسعه صنایع مبتنی بر فناوری‌های پیشرفته تهیه گردید و اهم فعالیت‌های سازمان در توسعه صنایع پیشرفته حول موارد زیر قرار داده شد:

- شناسایی روندهای صنعتی و تکنولوژیکی و انتخاب زمینه های مناسب سرمایه گذاری در صنایع پیشرفته
- ایجاد و توسعه طرح‌ها و تدوین دانش فنی قابل سرمایه‌گذاری
- تأمین و مدیریت منابع سرمایه ای در صنایع پیشرفته
- سرمایه‌گذاری برای ایجاد صنایع مبتنی بر فناوری‌های پیشرفته و انتقال دانش فن

### ۳-۱۰-۳- صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور

توسعه پایدار و پیشرفت هر کشوری مرهون پرورش، حفظ و نگهداری سرمایه‌های علمی، پژوهشی و فناورانه آن کشور است. پژوهشگران و فن‌آوران موجبات ترقی، تعالی، توسعه علمی و فناوری و در نهایت توسعه پایدار همه جانبه را برای کشور فراهم می‌سازند، از این رو شناسایی، برقراری ارتباط و حمایت از این قشر توانمند جامعه به منظور استفاده از مشارکت و همکاری‌های علمی آنان در زمینه‌های گوناگون در راستای تولید علم و فناوری و توسعه از اولویت ویژه‌ای برخوردار است. برای نیل به این هدف، در راستای تحقق بند ۴ اصل سوم قانون اساسی و به استناد بند ۱۶ مصوبه جایگاه، اهداف و وظایف شورای عالی انقلاب فرهنگی، « صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران » به منظور رفاه محققان و سامان‌دهی مناسب برای تولید علم و فناوری و هم‌افزایی علم، تولید و ثروت و آماده‌سازی بستر اجرایی آن‌ها در جهت سوق‌دادن منافع تحقیقاتی و فناوری به مردم و در نهایت توسعه پایدار کشور، به شرح این اساسنامه تأسیس می‌گردد [۱۸].

طبق ماده یک اساسنامه، صندوق دارای شخصیت حقوقی مستقل بوده و محل آن در معاونت علمی و فناوری ریاست

جمهوری خواهد بود.

هدف از تأسیس صندوق، شکوفایی امور تحقیقاتی در راستای تولید علم، فناوری و تجاری‌سازی و بهره‌مندشدن مردم از نتایج آن‌ها، از طریق ارائه کمک‌ها و خدمات حمایتی و مادی و معنوی به پژوهشگران و فناوران حوزوی و دانشگاهی ایرانی اعم از حقیقی و حقوقی می‌باشد.

در صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور پروژه‌های تحقیقاتی مورد حمایت قرار می‌گیرند که بر اساس نیازها و مزیت‌های کشور توصیف شده باشند.

انواع حمایت‌های مادی و معنوی از پژوهشگران و فناوران به صورت زیر می‌باشد:

- کمک به اجرای طرح‌های تحقیقاتی
- حمایت از دوره‌های پسا دکترا
- حمایت از طرح‌های تحقیق و توسعه
- اعطای کرسی پژوهشی
- کمک به ثبت بین‌المللی اختراعات
- حمایت از ایجاد و توسعه زیر ساخت‌های پژوهشی
- ثبت ایده‌ها و طرح‌ها (برخورداری صاحبان ایده‌ها و طرح‌ها از منافع حقوقی آنها)
- گرنت
- کمک برای به ثمر رساندن نوآوری‌ها و خلاقیت‌های منجر به تولید
- و دیگر فعالیت‌های حمایتی

### ۳-۱۱- صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران

صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران در سال ۱۳۷۴ از تغییر نام صندوق مالی حمایت از محققین و مخترعین شکل گرفت

هدف اصلی صندوق عبارت است از تأمین منابع مالی مورد نیاز طرح های مبتنی بر دانش و فناوری و کارآفرینان فناور، 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 فناوری کشور.

### اولویت های صندوق

- بیو تکنولوژی
- صنایع پایین دستی پتروشیمی مبتنی بر فناوری
- مواد پیشرفته
- نانو تکنولوژی
- تجهیزات و سیستم های پیشرفته الکترونیکی و مخابراتی
- تجهیزات پیشرفته پزشکی
- صنایع شیمایی و فرایندی پیشرفته.

### ۳-۳-۱۲- پارک های علم و فناوری

یک "پارک علمی" سازمانی است که بوسیله متخصصین حرفه ای مدیریت می شود و هدف اصلی آن افزایش ثروت در جامعه از طریق ارتقاء فرهنگ نوآوری و رقابت در میان شرکت های حاضر در پارک و مؤسسه های متکی بر علم و دانش است [۲۰].

### اهداف پارک های علم و فناوری

- گسترش و تقویت روح پژوهش و تفکر علمی در جامعه
- تلاش منظم و مستمر به منظور رویارویی با نیازهای حال و آینده

- کمک به توسعه هماهنگ بخش‌های مختلف از جمله دانشگاه‌ها و صنایع از طریق برقراری ارتباط سازمان یافته
- رشد و پرورش خلاقیت‌ها و ایجاد روحیه کارآفرینی در فارغ‌التحصیلان
- زمینه‌سازی مناسب جهت تجاری نمودن تحقیقات

#### وظایف پارک‌های علمی فناوری

- سازماندهی امکانات تحقیق و توسعه برای ایجاد پیوند بین منابع و مهارت‌های دانشگاه‌ها و مراکز علمی و فناوری و صنعتی
- جهت دادن مؤثر جامعه علمی کشور به سوی تحقیق در رشته‌های مورد نیاز
- برنامه‌ریزی و ایجاد زمینه مناسب به منظور کاربردی و تجاری کردن نتایج تحقیقات
- ایجاد فضای مناسب علمی و پژوهشی برای جذب دانشمندان و متخصصان داخل و خارج از کشور
- ارتقاء دانش فنی متخصصین برای بروز خلاقیت‌ها و نوآوری‌ها در زمینه فناوری
- دستیابی به آخرین اطلاعات و دانش فنی مورد نیاز به منظور کسب و ایجاد فناوری برتر به منظور رقابت در جامعه جهانی
- اشاعه فرهنگ و سازماندهی فعالیت‌های جمعی تحقیقاتی و فناوری و استفاده از امکانات پارک‌ها
- ایجاد بستر مناسب برای فعالیت واحدها و مؤسسه‌های علمی و فناوری غیردولتی و دولتی در پارک.

### ۳-۴- ارائه‌کنندگان خدمات

#### ۳-۴-۱- ارائه‌کنندگان خدمات آموزشی و پژوهشی

در زمینه آموزش و پژوهش در پروژه حاضر آنچه که مشخص است نهادهایی چون دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو و جهاد دانشگاهی می‌توانند عهده‌دار این وظیفه خطیر باشند. این نهادها از طریق تربیت نیروی انسانی متخصص و انجام پژوهش در رشد و پیشرفت کشور می‌کوشند.

### ۳-۴-۱-۱- دانشگاه‌ها

هم‌اکنون در برخی از دانشگاه‌های کشور همچون دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشگاه تهران، دانشگاه علم و صنعت و دانشگاه شهید عباسپور آزمایشگاه‌های مجهز حفاظت وجود دارد که وظیفه تربیت نیروی انسانی متخصص را به منظور رشد دانش High Tech حفاظت بر عهده دارند.

### ۳-۴-۱-۲- پژوهشگاه نیرو

#### بیانیه چشم انداز پژوهشگاه نیرو

در افق ۱۰ ساله پژوهشگاه موسسه‌ای دانش بنیان، با اعتبار جهانی و پیشرو در نوآوری‌های صنعت برق و انرژی است [۲۰].

#### بیانیه ماموریت پژوهشگاه نیرو

فلسفه وجودی ماموریت پژوهشگاه نیرو شامل ارتقاء فناوری، توسعه پژوهش و نوآوری جهت افزایش توانمندی، رقابت-پذیری 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:

- 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
- آینده‌نگاری، سیاست پژوهی و برنامه‌ریزی فناوری‌های نوین در عرصه صنعت برق و انرژی

- اکتساب فناوری‌های نوین در عرصه صنعت برق و انرژی
- تجاری‌سازی نتایج تحقیقات و بکارگیری 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 و انرژی
- ایجاد و توسعه شبکه فناوری میان دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و قطب‌های علمی-پژوهشی داخل و خارج کشور در حوزه صنعت برق و انرژی

### ۳-۴-۲- ارائه‌کنندگان خدمات صنعتی

ارائه‌کنندگان خدمات صنعتی اجزای زنجیره تأمین را تشکیل می‌دهند. این زنجیره از تأمین‌کنندگان اولیه تا مصرف‌کنندگان را شامل می‌شود و شامل شرکت‌هایی می‌شود که در زمینه طراحی و ساخت فناوری فعالیت می‌کنند این شرکت‌ها ممکن است سازنده تمام قطعات نبوده و ترکیبی از عملیات طراحی، ساخت و مونتاژ فناوری را انجام دهند و یا واردکننده تجهیزات باشند. بیشتر شرکت‌هایی که در داخل کشور در زمینه تجهیزات حفاظتی فعالیت می‌کنند وارد کننده تجهیزات از تولیدکنندگان بزرگ دنیا هستند که غالباً تحت عنوان نمایندگی‌های تولیدکنندگان بزرگ تجهیزات حفاظتی دنیا عمل می‌کنند. جدول ۳-۱ لیست این شرکت‌ها را نشان می‌دهد.

مهمترین مصرف‌کنندگان تجهیزات حفاظتی در کشور شرکت‌های برق منطقه‌ای، شرکت‌های توزیع برق، نیروگاه‌ها و ... می‌باشند.

جدول (۳-۱): نمایندگی تولیدکنندگان تجهیزات حفاظتی در ایران

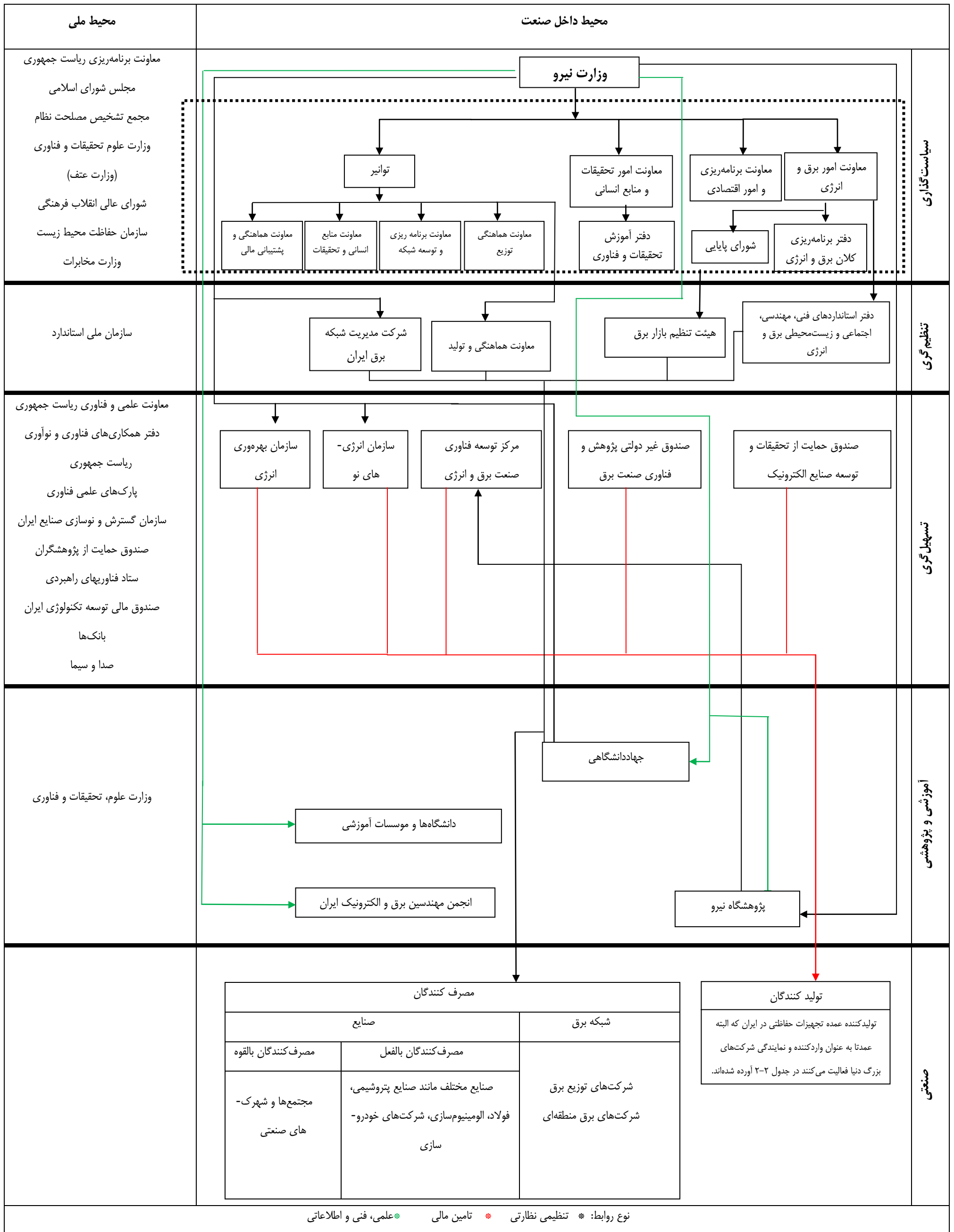
نام شرکت دارای نمایندگی در ایران	نام شرکت خارجی
شرکت پیمان خطوط گستر	Siemens



نام شرکت خارجی	نام شرکت دارای نمایندگی در ایران
	شرکت رای آوبین فن
	شرکت مهندسی بهینه پالایش
	شرکت همیان فن
AREVA	شرکت مهندسی بهینه پالایش
	نیرو دانش اسپادانا
Schnider	توان بارز
GE	شرکت اترک انرژی
ABB	شرکت مهندسی بهینه پالایش
Nari	شرکت پیمان خطوط گستر
Ingeteam	شرکت پادرای انرژی
ZIV	شرکت نوآوران آرمان پویا
Rocon	شرکت سامان یکتا برآیند
Vamp از فنلاند	شرکت رانین فرآیند گستر
ASHIDA از هند	شرکت رانین فرآیند گستر
Easun Reyrolle هند	شرکت پایا توان محور
ERL Phase	شرکت پایا توان محور
Stucke آلمان	شرکت حیات صنعت البرز
IT MIKRO آمازیایی	شرکت حیات صنعت البرز
Pb engineering انگلستان	شرکت آرما رسانه پارس
C&S ELECTRONIC از هند	شرکت آرما رسانه پارس
AEGSAM	شرکت همیان فن
Fanox اسپانیا	شرکت فن اکسین ویرا
PROK هند	شرکت سیستم حفاظ آریا

شکل ۳-۱، نهادها و سازمان‌های مختلف تاثیرگذار در حوزه توسعه دانش حفاظت شبکه قدرت کشور و نقش هر کدام را

نشان می‌دهد.



نوع روابط: \* تنظیمی نظارتی \* تامین مالی \* علمی، فنی و اطلاعاتی

شکل (۳-۱): نگاهت نهادی حوزه حفاظت شبکه قدرت

## فصل چهارم:

### شناسایی و تحلیل اسناد بالادست

## مقدمه

در این فصل از گزارش به مطالعه و بررسی مهمترین اسناد بالادستی مرتبط با تدوین نقشه راه توسعه فناوری حفاظت کشور پرداخته خواهد شد. براساس مطالعات انجام شده، مهمترین اسناد بالادستی به شرح جدول زیر می باشد. جزئیات این اسناد که مرتبط با توسعه فناوری های حفاظت در کشور هستند در ادامه این فصل ارائه شده اند.

جدول (۴-۱): لیست اسناد بالادستی مورد بررسی

ردیف	عنوان سند	تاریخ تصویب
۱	سیاست های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران	۱۳۷۹
۲	سند مسیر راه فناوری صنعت برق ایران	۱۳۹۲
۳	سند چشم انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران	۱۳۸۲
۴	قانون برنامه پنج ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران ۱۳۹۴-۱۳۹۰	۱۳۸۹
۵	مصوبه مجمع تشخیص مصلحت نظام در مورد سیاست های کلی نظام	۱۳۷۶
۶	سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف	۱۳۸۹
۷	سیاست های اقتصاد مقاومتی	۱۳۹۲
۸	سند چشم انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو در حوزه برق و انرژی	۱۳۹۰
۹	نقشه جامع علمی کشور	۱۳۸۹
۱۰	برنامه راهبردی انرژی	۱۳۹۲
۱۱	سند بالاسری صنعت برق کشور	۱۳۹۲
۱۲	سند توسعه ویژه (فرابخشی) مدیریت انرژی	۱۳۸۳
۱۳	قانون هدفمند کردن یارانه ها	۱۳۸۸
۱۴	سند راهبرد ملی توسعه صادرات غیرنفتی جمهوری اسلامی ایران	۱۳۸۹
۱۵	بخش برق در قانون بودجه سال ۱۳۹۳	۱۳۹۲
۱۶	اسناد راهبردی طرح شبکه هوشمند برق ایران	۱۳۹۱

لازم به ذکر است که با توجه به بررسی های انجام شده، اسنادی مانند "نقشه راه بهره برداری و توسعه مرکز WAMS شبکه انتقال برق کشور" و "دستورالعمل فنی ضوابط خرید، آموزش و استفاده از رله های حفاظتی شبکه انتقال" نیز در این حوزه تدوین شده اند ولی در اینجا هدف بررسی اسناد بالادستی می باشد.

## ۴-۱- سیاست های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران

این سیاست مصوب ۱۳۷۷/۱۰/۲۳ است که در تاریخ ۱۳۷۹/۱۱/۳ توسط مقام معظم رهبری تأیید و طی شماره ۷۶۳۰/۱ مورخ ۱۳۷۹/۱۱/۳ دفتر معظم له ابلاغ گردیده است. در بخش هایی از این سیاست ها بطور غیرمستقیم به توسعه دانش حفاظت کشور اشاره شده است که این بخش ها در ادامه مورد بررسی قرار می گیرند [۲۱]:

### الف) حوزه اقتصادی

- دستیابی به اقتصاد متنوع، متکی به دانایی، سرمایه انسانی و فناوری های نوین
- ایجاد ساز و کارهای انگیزشی برای توسعه صادرات غیرنفتی و صادرات محصولات دانش بنیان

### ب) حوزه انرژی

- تلاش برای کسب فناوری و دانش فنی انرژی های نو و ایجاد نیروگاه ها از قبیل بادی و خورشیدی و پیل های سوختی و زمین گرمایی در کشور
- ایجاد تنوع در منابع انرژی کشور و استفاده از آن با رعایت مسائل زیست محیطی و تلاش برای افزایش سهم انرژی های تجدیدپذیر با اولویت انرژی های آبی

بطور کلی سیاست های بیان شده در فوق در دو حوزه اقتصادی و انرژی بر بکارگیری منابع انرژی تجدیدپذیر در تولید انرژی (مانند منابع بادی و آبی) و دستیابی و بومی سازی علوم High Tech تأکید دارند. در رابطه با توسعه منابع تولید پراکنده در قالب شبکه های هوشمند لازم است این توضیح داده شود که حضور منابع تولید پراکنده در شبکه های آینده موجب تغییر در ساختار شبکه های توزیع برق می شود بگونه ای که شبکه های توزیع فعلی را از شبکه ای پسیو به شبکه ای اکتیو تبدیل می کند. این مسئله موجب تغییر در جهت و دامنه جریان خطا خواهد شد بطوریکه دیگر حفاظت های سنتی پاسخگوی حفاظت شبکه های جدید نخواهد بود. بنابراین پرواضح است که توسعه شبکه های هوشمند، طرح ها و ساختارهای جدید حفاظتی را می طلبد،

بطوریکه توسعه طرح های جدید حفاظتی را مهمترین چالش در ایجاد شبکه های هوشمند دانسته اند. از سوی دیگر بگواه متخصصان صنعت برق، مبحث حفاظت در واقع مغز متفکر سیستم برق است که از تکنولوژی High Tech بهره می برد. بنابراین تدوین چشم انداز کلی حفاظت کشور در سال های آینده با هدف بومی سازی دانش حفاظت و توسعه زیرساخت های آن در کشور علاوه بر آنکه می تواند سودهای فنی و اقتصادی بسیاری را برای کشور به ارمغان بیاورد، می تواند برگ زرین دیگری را در کارنامه نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران بیافزاید.

## ۴-۲- سند مسیر راه فناوری صنعت برق ایران

### الف) مقاصد صنعت برق

در این سند چهار مسیر برای صنعت برق ایران در نظر گرفته شده است. این چهار مقصد در شکل زیر نشان داده شده اند

[۲۲]:



شکل (۴-۱): مقاصد صنعت برق ایران

هریک از چهار مسیر ارائه شده در فوق لزوم تدوین چشم انداز حفاظت شبکه های برق را نشان می دهد. این مسائل در ادامه

مورد بررسی قرار گرفته اند:

### ب) ایران به عنوان مرکز راهبردی شبکه برق منطقه

مرکز راهبردی شبکه برق منطقه بدان معنا است که کشورهای همسایه بتوانند شبکه‌های برق خود را به شبکه برق ایران به عنوان یک شبکه مطمئن و امن متصل کنند و از این طریق بتوانند پاسخ‌گوی نیازهای روبه افزایش مشترکین خود برای تأمین انرژی با کیفیت بالا و قطعی پایین باشند. زمانی شبکه برق ایران می‌تواند به عنوان یک مرکز راهبردی شناخته شود که دارای کمترین قطعی، نوسان و خاموشی باشد، بطوریکه بتواند مشکلات پیش آمده در سایر شبکه‌های کشورهای منطقه را نیز بطور مطمئن پوشش دهد. این مسئله لزوم بالا بردن قابلیت اطمینان شبکه را مشخص می‌سازد. قابلیت اطمینان در تعریف عام به معنی دارا بودن قدرت کافی به منظور عدم تغییر و پایداری در شرایط مختلف است. عیناً این مفهوم نیز در صنعت برق وجود دارد، بدان معنا که شبکه زمانی دارای قابلیت اطمینان است که نسبت به تغییرات مختلف که بطور برنامه‌ریزی شده (مانند ورود و خروج منابع تولید پراکنده، الگوهای مختلف مصرف بار و ...) و غیر برنامه‌ریزی شده (مانند وقوع انواع خطاها در شبکه) به شبکه تحمیل می‌شود، شبکه بتواند نیازهای مشترکین خود که همانا تداوم برق‌رسانی است را به بهترین وجه ممکن تأمین سازد. این مسئله نقش ویژه سیستم حفاظت را در افزایش قابلیت اطمینان شبکه به منظور نیل به هدف عنوان شده در این بخش که همان تبدیل شدن شبکه برق ایران به مرکز راهبردی شبکه برق منطقه است را نشان می‌دهد. با ترسیم نقشه‌ای مناسب از سیستم حفاظت کشور در چند سال آینده و برنامه‌ریزی‌های مناسب جهت ایجاد سیستم حفاظتی پویا، تطبیق‌پذیر و مطمئن می‌توان به این هدف دست پیدا نمود. پرواضح است که با توجه به عزم راسخ صنعت برق کشور به منظور نیل به این هدف و وجود بنیه قوی علمی در کشور که در سطح منطقه و حتی جهان بی نظیر است، با انجام برنامه‌ریزی‌های مناسب که اولین گام آن تدوین سند چشم انداز حفاظت کشور است، دستیابی به هدف مذکور دور از دسترس نیست.

### ج) سرآمد کشورهای منطقه در مدیریت بهینه تقاضا و مصرف برق

آنچه که در مدیریت بهینه تقاضا و مصرف برق بسیار حائز اهمیت است، توجه به این مسئله است که برق تولید شده با بالاترین بازدهی به دست مصرف‌کنندگان برسد. نقش سیستم حفاظت در این مسیر بسیار حائز اهمیت است. چراکه سیستم حفاظت انتقال انرژی در مسیری امن از تولیدکننده به مصرف‌کننده را گارانتی می‌نماید. بدون ایجاد این مسیر امن نمی‌توان

انتظار بهره‌برداری از شبکه بطور بهینه را داشت. چرا که وقوع کوچکترین حادثه در شبکه موجب قطعی برق، عدم پخش بهینه انرژی تولیدی و در نتیجه پایین آمدن راندمان سیستم می‌شود. بدین سبب و از منظر تولید، انتقال و مصرف بهینه توان نقش سیستم حفاظت بسیار ویژه است. در این راستا با توجه به آنکه کشورهای همسایه با بهره‌گیری از تجهیزات گران قیمت خارجی سعی در نیل به هدف فوق دارند، لذا قانونگذاران صنعت برق کشور می‌بایست در این راستا برنامه‌ریزی‌های مناسبی را داشته باشند که مسلماً تدوین سیاست‌های کلی دانش حفاظت بمنظور تقویت و بومی‌سازی این دانش در کشور، می‌تواند کمک شایانی در رسیدن به هدف فوق باشد.

#### د) سرآمد کشورهای منطقه در عرضه برقی پاک، مطمئن، پایا و با کیفیت مناسب

وقتی صحبت از اطمینان در شبکه‌های برق می‌شود، اولین مبحثی که در ذهن محققین این صنعت تداعی می‌شود، مبحث حفاظت است. اگرچه دانش حفاظت کشور در حال حاضر در وضعیت مناسبی نسبت به سال‌های گذشته قرار دارد (که مسلماً نتیجه برنامه‌ریزی‌های دقیق قانونگذاران این صنعت و تلاش و نقش پررنگ متخصصین آن می‌باشد)، اما با توجه به تغییراتی که هر روز در شبکه‌های برق به لحاظ مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان و ساختارهای شبکه ایجاد می‌شود، به روزرسانی و قدم برداشتن در مرزهای دانش حفاظت از ضروریات برای رسیدن به هدف عالی سرآمد کشورهای منطقه در عرضه برقی پاک، مطمئن و ... خواهد بود. بدین منظور ضروری است وزارت نیرو و سایر بازیگران اصلی در قانونگذاری صنعت برق کشور با ایجاد برنامه‌ریزی‌های بلند مدت و تدوین چشم‌انداز دانش حفاظت با توجه به تغییرات دینامیک رخ داده در این راستا، گام‌های مهم ابتدایی در تبدیل شبکه برق کشور به شبکه نمونه منطقه (و حتی جهان) را محکم بردارند.

#### و) دسترسی آزاد به شبکه و رقابت منصفانه در بازار برق

مفهوم بازار برق اگر چه در ظاهر کلام به حفاظت وابستگی ندارد اما با دقت بیشتر و تخصصی‌تر در این حوزه، این مسئله تداعی می‌شود که رقابت منصفانه زمانی حاصل خواهد شد که یک سیستم یکپارچه حفاظتی امنیت شبکه را برای تمام مشترکین به یک نسبت تضمین نماید. همچنین مفهوم بازار برق که به بررسی سود و هزینه تولید و مصرف برق در یک ساختار رقابتی تکیه دارد، مؤید این مسئله است که در بازار رقابتی نقش سیستم‌های حفاظت در کاهش قطعی‌ها و در نتیجه افزایش



رضایتمندی مشترکین، بسیار پررنگ است. بنابراین با توجه به آینده صنعت برق که به سمت ایجاد بازارهای رقابتی در حرکت است، فعالیت بر روی طرح‌های نوین حفاظتی به منظور افزایش امنیت شبکه و افزایش رضایت مشترکین (در راستای نیازهای بازار رقابتی)، خالی از لطف نیست. چرا که توسعه دانش حفاظت و استفاده از تجهیزات نوین تولید شده در سال‌های اخیر در این حوزه می‌تواند کمک شایانی در خروج طرح‌های شبکه‌های هوشمند از بعد آزمایشگاهی و تحقق عینی آن‌ها نماید که این مسئله خود گامی بسیار مهم در ایجاد بازارهای نوین برق مبتنی بر شبکه‌های هوشمند و تجهیزات هوش مصنوعی<sup>۱</sup> خواهد بود.

### ه) اهداف فناورانه صنعت برق

شکل زیر اهداف فناورانه صنعت برق را نشان می‌دهد. برخی از این اهداف بطور عینی و برخی دیگر بطور پنهان مؤید تبیین دانش و ایجاد زیرساخت به منظور استفاده از ساختارهای نوین حفاظت می‌باشند. در مورد وابستگی افزایش قابلیت اطمینان و مدیریت بهینه عرضه و تقاضا به ایجاد ساختارهای نوین حفاظت در قسمت قبل مفصلاً توضیح داده شد. اما اهداف فناورانه‌ای چون کاهش آلودگی محیط زیست نیز اگرچه در ظاهر رابطه‌ای با ارتقاء سیستم حفاظت ندارند اما حقیقت امر چیز دیگری است. در واقع راهکاری که صنعت برق برای کمک به کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای می‌تواند در پیش بگیرد، استفاده از منابع تولید انرژی تجدیدپذیر در قالب منابع تولید پراکنده به جای نیروگاه‌های بزرگ است که غالباً از سوخت‌های فسیلی برای تولید برق استفاده می‌کنند. استفاده از منابع تجدیدپذیر به جای نیروگاه‌های بزرگ موجب تغییر ساختار شبکه خواهد شد. در واقع این منابع به دلیل آنکه در سطوح توزیع به شبکه متصل می‌شوند، موجب تغییر ساختار شبکه‌های توزیع از ساختاری پسیو به ساختاری اکتیو خواهد شد. تغییر ساختار شبکه‌های برق، حفاظت سنتی آن‌ها را با چالش مواجه می‌کند بطوریکه دیگر حفاظت‌های سنتی کارایی خود را از دست می‌دهند. بدین سبب استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی مسئولان صنعت برق را مجبور به تدوین سیاست‌های جدید به منظور ایجاد حفاظت موثر شبکه‌ها با در نظر گرفتن ضریب نفوذ بالای منابع تولید پراکنده و استفاده از تکنولوژی‌های نوین در این زمینه خواهد نمود.

<sup>۱</sup> Intelligent Electrical Devices



شکل (۴-۲): اهداف فناوریانه صنعت برق ایران

### ی) چالش‌های وزارت نیرو

جدول زیر مبین عمده‌ترین چالش‌های وزارت نیرو است. با دقت در چالش‌های ارائه شده مشخص است که حفاظت، پایش و کنترل سیستم قدرت بطور مستقیم در کلیه چالش‌های ذکر شده تأثیر مستقیم دارد. بعبارت دیگر مرتفع نمودن هریک از این چالش‌ها علاوه بر نیازمندی‌های خاص آن چالش نیازمند توسعه یک سیستم حفاظت مناسب است. برای مثال به منظور توسعه منابع تولید همزمان انرژی و گرما (CHP) انجام برنامه‌ریزی‌ها و ایجاد ساختارها برای ایجاد یک ساختار حفاظتی جدید از ملزومات به شمار می‌آید. دلیل این امر آن است که منابع تولید همزمان انرژی و گرما تحت قالب منابع تولید پراکنده قادر به اتصال به شبکه‌های برق هستند. همانطور که قبلاً هم بیان شد، حضور منابع تولید پراکنده در شبکه‌های فعلی ساختار این شبکه‌ها را تغییر خواهد داد که این مسئله موجب خواهد شد که حفاظت‌های فعلی دیگر کارایی لازم برای حفاظت موثر شبکه‌های مجهز به منابع تولید پراکنده را نداشته باشند، لذا توسعه دانش حفاظت‌های نوین در این مبحث از ضروریات است. یکی دیگر از چالش‌های بسیار مهم وزارت نیرو که هم‌راستا با دغدغه حال حاضر بسیاری از کشورهای پیشرفته دنیا نیز است، ایجاد

شبکه‌های هوشمند<sup>۱</sup> می‌باشد. اگرچه موضوع شبکه‌های هوشمند بسیار نو می‌باشد اما با توجه به اهمیت ویژه آن در ایجاد شبکه‌های آینده، مطالعات بسیاری در این زمینه انجام شده است. تمام مطالعات انجام شده در این زمینه متفق‌القول بر این باورند که مهمترین چالش در خروج طرح‌های شبکه‌های هوشمند از آزمایشگاه‌ها و بخشیدن واقعیت عینی به آن‌ها در گروه حل چالش‌هایی است که مهمترین آن‌ها بحث حفاظت این شبکه‌ها است. با توجه به آنکه در آینده نه چندان دور شبکه‌های برق به سمت شبکه‌های هوشمند پیش خواهند رفت، لذا داشتن برنامه‌ریزی‌ها و تبیین چشم‌اندازهای حفاظتی به منظور تحقق این شبکه‌ها همزمان با کشورهای پیشرفته دنیا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

#### جدول (۴-۲): مهمترین چالش‌های وزارت نیرو

ردیف	عنوان چالش
۱	توسعه شبکه‌ها و سیستم‌های هوشمند
۲	مدیریت توسعه متوازن پروژه‌های تولید، انتقال و توزیع و نیز تولید پراکنده
۳	پدافند غیرعامل
۴	عدم وجود نقشه راه و طرح جامع سازگاری محیط زیستی در صنعت برق
۵	جایگزینی صنایع انرژی‌بر (لوازم برقی دسته دوم و اسقاط آن)
۶	مرزبندی بین انرژی برق و گاز
۷	اثر ریزگردها بر تجهیزات و تاسیسات صنعت برق
۸	وجود روغن‌های آلوده به PCB و آسکارل در برخی ترانسفورماتورها، خازن‌ها و کلیدهای قدیمی
۹	عدم استفاده از فناوری‌های نوین و بهینه برای ظرفیت‌سازی در شبکه‌ها و تمرکز بر احداث شبکه‌های جدید (توسعه شبکه)
۱۰	افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری، تعمیر و نگهداری، کاهش کیفیت و مشکلات ساخت داخل برخی تجهیزات ناشی از تحریم
۱۱	بازارهای خرید خاموشی در سمت مشترک
۱۲	استفاده از تجهیزات سازگار با محیط زیست در حوزه مصرف
۱۳	توسعه حمل و نقل برقی
۱۴	استفاده از فناوری‌های پر بازده در بخش ساختمان، فرآیندها و فرآورده‌های انرژی‌بر
۱۵	استفاده از تجهیزات استاندارد و پربازده (راندمان، برچسب انرژی)
۱۶	رشد بارهای سرمایشی پر مصرف
۱۷	بازارهای خرید خاموشی در سمت مشترک

<sup>۱</sup> Smart grid

ردیف	عنوان چالش
۱۸	استفاده از تجهیزات سازگار با محیط زیست در حوزه مصرف
۱۹	توسعه حمل و نقل برقی
۲۰	استفاده از فناوری های پر بازده در بخش ساختمان، فرآیندها و فرآورده های انرژی بر
۲۱	استفاده از تجهیزات استاندارد و پر بازده (راندمان، برچسب انرژی)
۲۲	قابلیت دسترسی نیروگاه
۲۳	عدم تبادل کافی انرژی با کشورهای منطقه
۲۴	الگوی جامع توسعه نیروگاهی
۲۵	بالا بودن هزینه سرمایه گذاری و ساخت نیروگاه های تجدیدپذیر
۲۶	بالا بودن آلاینده های زیست محیطی نیروگاه ها
۲۷	تغییر اقلیم و تداوم خشکسالی
۲۸	بازیابی شبکه بعد از حالت Black out
۲۹	تنوع در فناوری های تولید برق و سوخت مصرفی
۳۰	بازیابی شبکه بعد از حالت Black out
۳۱	مشکلات حریم خطوط انتقال نیروی برق
۳۲	پیک سایه و اصلاح ضریب بار (مدیریت بار)
۳۳	ذخیره سازی انرژی
۳۴	عدم تدوین نقشه راه تکنولوژی شبکه توزیع (هوشمندسازی - اتوماسیون - بازار برق - دیسپاچینگ توزیع - استانداردها - GIS - پرتال ها - IT و ....)
۳۵	مدیریت دارایی (Asset Management)
۳۶	راندمان پایین تجهیزات و تلفات بالای شبکه توزیع
۳۷	عدم امکان احداث شبکه های متناسب با میلان شهری به دلیل هزینه بر بودن آن و مشکلات نقدینگی شرکت های توزیع
۳۸	مدیریت بحران
۳۹	سرقت تجهیزات شبکه و انرژی برق
۴۰	سرقت برق و کنترل مصارف غیر مجاز

لازم به ذکر است همانطور که مشخص است، یکی از مهمترین چالش های وزارت نیرو، عدم استفاده از فناوری های نوین و مناسب برای ظرفیت سازی در شبکه های انتقال که منجر به تمرکز بر احداث شبکه های جدید شده است، می باشد. بر این اساس سند مسیر راه فناوری صنعت برق ایران استفاده از سیستم کنترل، اندازه گیری و حفاظت متکی بر تکنولوژی های نوین مخابراتی

و مراکز کنترل و دیسپاچینگ پیشرفته را پیشنهاد می نماید (حفاظت<sup>۱</sup> WAMPAC). این شیوه نوین حفاظت نیازمند لینک های گسترده مخابراتی و استفاده از تجهیزات جدیدی مانند PMU<sup>۲</sup>ها است که با توجه به عدم وجود تجربه قبلی و حتی استاندارد مشخص در باب این نوع حفاظت (به دلیل جدید بودن این روش حفاظتی)، لازم است مطالعات گسترده ای در این حوزه انجام شود. لازم به ذکر است با توجه به آنکه هم اکنون بسیاری از کشورهای پیشرفته دنیا در ابتدای راه دستیابی به تکنولوژی حفاظت WAMPAC هستند لذا می توان با برنامه ریزی مناسب هم سو با این کشورها به این تکنولوژی نوین که مقدمه ایجاد شبکه های هوشمند برق است، دست پیدا کرد.

#### ۳-۴- سند چشم انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران

از آنجا که این سند سیاستها و آرمان های کلی جمهوری اسلامی ایران تا سال ۱۴۰۴ هجری شمسی را تبیین می سازد، لذا بطور مستقیم وارد بحث حفاظت نشده است ولی در موضوعات مختلف به توسعه فناوری های مرتبط با حوزه دانش و فناوری اشاره شده است که می توان از آن ها تحقیق و توسعه دانش حفاظت را نتیجه گرفت. در ادامه به برخی از اهداف تبیین شده در این سند مرتبط با حوزه توسعه دانش پرداخته می شود [۲۳]:

- در چشم انداز ۲۰ ساله، ایران کشوری است توسعه یافته با جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در سطح منطقه، با هویت اسلامی و انقلابی، الهام بخش در جهان اسلام و با تعامل سازنده در روابط بین الملل.
- برخوردار از دانش پیشرفته، توانا در تولید علم و فناوری، متکی بر سهم برتر منابع انسانی و سرمایه اجتماعی در تولید ملی.

با عنایت به این مسئله که تکنولوژی های موجود در حفاظت شبکه های برق در زمره تکنولوژی های High Tech قرار دارند، لذا پرواضح است که بومی سازی این تکنولوژی های High Tech و پیشرفته کاملاً منطبق بر اهداف تبیین شده در سند

<sup>۱</sup> Wide Area Measuring, Protection And Control

<sup>۲</sup> Phasor Measurment Unit

چشم انداز ۲۰ ساله کشور است. چراکه بومی سازی این تکنولوژی در کشور علاوه بر آنکه می تواند موجب تقویت صنعت برق کشور، ایجاد مشاغل و ... شود، می تواند موجب صادرات محصولات دانش بنیان در حوزه حفاظت شبکه های برق (مانند رله ها و ..) و نیز صادرات دانش حفاظت به کشورهای همسایه شود و جایگاه علمی، اقتصادی و صنعتی ایران را در رتبه نخست منطقه تثبیت نماید.

#### ۴-۴- قانون برنامه پنج ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران ۱۳۹۴ - ۱۳۹۰

قانون برنامه پنج ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران مصوب جلسه علنی مورخ ۱۳۸۹/۱۰/۱۵ مجلس شورای اسلامی می باشد. در زیر بخش هایی که بطور مستقیم به توسعه علوم و فناوری های نوین حفاظت در کشور مرتبط است، اشاره می شود [۲۴]:

##### ماده ۱۳۳ مربوط به برق

به منظور تنوع در عرضه انرژی کشور، بهینه سازی تولید و افزایش راندمان نیروگاه ها، کاهش اتلاف و توسعه تولید همزمان برق و حرارت، شرکت توانیر و شرکت های وابسته و تابعه وزارت نیرو موظفند:

الف: با استفاده از منابع حاصل از فروش نیروگاه های موجود یا در دست اجرا و سایر اموال و دارایی های شرکت های مذکور و با رعایت قانون نحوه اجرای سیاست های کلی اصل چهل و چهارم نسبت به پرداخت یارانه خرید برق از تولیدکنندگان برق پراکنده با مقیاس کوچک و ظرفیت های تولید برق مشترکین از طریق عقد قراردادهای بلندمدت اقدام نمایند.

ب: به شرکت توانیر و شرکت های وابسته و تابعه وزارت نیرو اجازه داده می شود نسبت به انعقاد قراردادهای بلندمدت خرید تضمینی برق تولیدی از منابع انرژی های نو و انرژی های پاک با اولویت خرید از بخش های خصوصی و تعاونی اقدام نمایند. قیمت خرید برق این نیروگاه ها علاوه بر هزینه های تبدیل انرژی در بازار رقابتی شبکه سراسری بازار برق، با لحاظ متوسط سالانه ارزش وارداتی یا صادراتی سوخت مصرف نشده، بازدهی، عدم انتشار آلاینده ها و سایر موارد به تصویب شورای اقتصاد می رسد.

ج: از توسعه نیروگاه های با مقیاس کوچک تولید برق توسط بخش های خصوصی و تعاونی حمایت نماید.

#### ماده ۱۳۹ مربوط به انرژی های پاک

به منظور ایجاد زیرساخت های تولید تجهیزات نیروگاه های بادی و خورشیدی و توسعه کاربرد انرژی های پاک و افزایش سهم تولید این نوع انرژی ها در سبد تولید انرژی کشور، دولت مجاز است با حمایت از بخش های خصوصی و تعاونی از طریق وجوه اداره شده و یارانه سود تسهیلات، زمینه تولید تا پنج هزار مگاوات انرژی بادی و خورشیدی در طول برنامه متناسب با تحقق تولید را فراهم سازد.

#### ماده ۱۶۴ مربوط به حمل و نقل

دولت می تواند به منظور تقویت حمل و نقل بار و مسافر ریلی، بخشی از پروژه های تجهیز، بهبود و افزایش ظرفیت زیرساخت از جمله دو خطه کردن، برقی نمودن، تراک بندی و تطویل ایستگاه ها را در قالب روش هایی نظیر مشارکت، ساخت، بهره برداری و انتقال (BOT) و طراحی، تدارک و تأمین (EPCF) با واگذاری امتیازاتی نظیر استفاده از زیربنای حمل و نقل ریلی و انتقال حق دسترسی آن تا استهلاك کامل سرمایه و سود مورد توافق به بخش خصوصی و تعاونی واگذار نماید.

#### ماده ۱۹۷ دفاعی، سیاسی و امنیتی

به دولت اجازه داده می شود به منظور توسعه توان علمی و فناوری نیروهای مسلح، اقدامات زیر را به عمل آورد:

پیش بینی اعتبارات مورد نیاز برای حمایت از کسب دانش و فناوری های نو و توسعه مرزهای دانش و تولید محصولات بدیع

دفاعی.

### ماده ۱۹۸ دفاعی، سیاسی و امنیتی

به منظور کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها، ارتقاء پایداری ملی، حفاظت از مردم و منابع ملی کشور و تضمین تداوم خدمات به آنان در راستای تکمیل چرخه دفاع غیرنظامی، تدوین استانداردهای فنی مورد نیاز پدافند غیرعامل طی سال اول برنامه لازم است.

از قوانین مرتبط با برق و انرژی‌های پاک اینگونه استخراج می‌شود که اهم برنامه‌ریزی‌ها در این حوزه‌ها، تبدیل شبکه‌های برق به شبکه‌های هوشمند با بکارگیری سطح بالای منابع تولید پراکنده به منظور مشارکت سرمایه‌های کوچک و پراکنده در جامعه در راستای تولید برق (از طریق منابع تولید پراکنده) و کاهش گازهای گلخانه‌ای (با بکارگیری منابع انرژی پاک به جای منابع فسیلی) است که به دلیل اهمیت این موضوعات، دولت سیاست‌های تشویقی و انگیزشی بسیاری را در نظر گرفته است. همانطور که قبلاً هم اشاره شد حضور منابع تولید پراکنده در شبکه‌های برق اگرچه مزایای بیشماری دارد اما بدان سبب که موجب تغییر ساختار سنتی شبکه می‌شود، قطعاً بر ساختارها و الگوریتم‌های حفاظتی تأثیرگذار خواهد بود. لذا تشخیص، تبیین دانش، ایجاد زیرساخت‌ها و بکارگیری روش‌های نوین حفاظت در این راستا ضروری است.

اما علاوه بر دو حوزه انرژی پاک و برق مشاهده می‌شود که در بخش‌های دیگر نیز در قانون برنامه پنجم توسعه بر استفاده از فناوری‌های نوین و دانش بنیان تأکید دارند. برخی از این حوزه‌ها، حوزه حمل و نقل و دفاعی است. همانطور که در ماده ۱۶۴ قانون پنجم توسعه مشخص شد، استفاده از قطارهای برقی از جمله اهداف قانونگذاران کشور است. با توجه به جدید بودن تکنولوژی قطارهای برقی و مشکلات خاص آن‌ها (از جمله مشکلات کیفیت توان) لذا ضرورت دارد در سند چشم‌انداز حفاظت کشور ورود این مصرف‌کنندگان جدید حتماً دیده شود تا بتوان با توسعه دانش حفاظت در کشور و بکارگیری از الگوریتم‌ها و تجهیزات جدید، شبکه‌ای امن برای توسعه حمل و نقل ریلی ایجاد نمود.

مواد ۱۹۷ و ۱۹۸ قانون برنامه پنجم توسعه نیز بر توسعه تکنولوژی‌های جدید و دانش بنیان و بومی‌سازی دانش آن‌ها و نیز پدافند غیرعامل اشاره دارد. در زمینه پدافند غیرعامل باید اشاره شود که بگواه متخصصین حوزه نظامی، یکی از اهداف مناسب برای حمله دشمن، نابودی زیرساخت‌ها است. از آنجا که یکی از مهمترین زیرساخت‌های هر کشور نیروگاه‌ها است لذا با حمله به آن‌ها می‌توان روند تولید برق را به مخاطره انداخت و از این طریق بسیاری دیگر از زیرساخت‌ها را از چرخه فعالیت خارج



نمود. بدین سبب یکی از اصول پدافند غیرعامل هرچه بیشتر پراکنده کردن منابع تولید برق است. این مسئله ما را به مفهوم تولید پراکنده سوق می‌دهد. بنابراین به لحاظ دفاعی نیز استفاده از منابع تولید پراکنده در قالب شبکه‌های هوشمند و به تبع آن ایجاد زیرساخت‌ها و تدوین نقشه‌های جدید حفاظت از ضروریات است.

یکی از دلایلی که حوزه دفاعی و امنیتی در برنامه پنجم توسعه به بومی‌سازی فناوری‌های نوین اشاره دارد را می‌توان مشکلات حفاظتی دانست. در واقع نمونه‌های بسیاری دیده شده است که رله‌های فروخته شده به کشور به سبب قابلیت ارسال و دریافت اطلاعات از راه دور، مورد حملات سایبری و تخلیه اطلاعاتی (برای مثال اینکه رله اطلاع می‌دهد در کدام پست نصب شده است که ممکن است آن پست جزء پست‌های استراتژیک کشور باشد) قرار گرفته‌اند. از سوی دیگر مسئله حائز اهمیت دیگری که امنیت ملی کشور را به مخاطره می‌اندازد، مسئله تحریم‌ها است. اسناد و مدارک نشان می‌دهند که اولین تحریم‌ها بر صنعت برق کشور، تحریم خرید و فروش انواع تجهیزات حفاظتی و تعمیرات و نگهداری و در اختیار گذاشتن دانش حفاظت به ایران بوده است. این مسئله علاوه بر آنکه اهمیت موضوع حفاظت را در مسیر استقلال صنعت کشور (نه فقط صنعت برق کشور) نشان می‌دهد، موجب ورود تجهیزات بی کیفیت یا تجهیزات با کیفیت با قیمتی بسیار گران‌تر از قیمت‌های واقعی شده است. لذا پرواضح است که در این شرایط باید با تبدیل تحریم‌ها به فرصت‌ها تلاش شود که تکنولوژی‌های نوین حفاظتی در کشور بومی‌سازی شود تا گامی بلند در راستای استقلال صنعت کشور از شرکت‌های خارجی برداشته شود. ضمن اینکه توسعه و تبیین علم حفاظت و تولید تجهیزات نوین آن در کشور موجب جلوگیری از اقدامات خرابکارانه احتمالی در آینده خواهد بود (به دلیل این اهمیت ویژه به سیستم حفاظت مغز متفکر سیستم قدرت گفته می‌شود).

#### ۴-۵- مصوبه مجمع تشخیص مصلحت نظام در مورد سیاست‌های کلی نظام

این مصوبه در تاریخ ۱۳/۱۰/۱۳۷۶ به تصویب رسیده است که در ادامه بخش‌هایی که ما را ملزم به بومی‌سازی دانش

High Tech حفاظت در کشور می‌نماید، مورد بررسی قرار خواهند گرفت [۲۵]:

## حوزه پژوهش

- تحقیقات بنیادی و کاربردی
- فناوری

پرواضح است که مجمع تشخیص مصلحت نظام نیز یکی از آرمان‌های نظام جمهوری اسلامی ایران در حوزه پژوهش را در انجام تحقیقات بنیادی و کاربردی به منظور بومی‌سازی علوم روز دنیا دانسته است. این مسئله ایران را قادر خواهد ساخت تا رتبه اول علمی خود در منطقه را حفظ نماید و ضمن صادرات محصولات دانش‌بنیان بتواند یکی از قطب‌های تأثیرگذار در تولید علم دنیا باشد. در این راستا همانطور که قبلاً هم اشاره شد حفاظت شبکه‌های برق و تجهیزات مرتبط با آن جزء علوم فناورانه و کاربردی است که با کسب و توسعه آن می‌توان گامی مؤثر در توسعه اقتصاد دانش‌بنیان و تقویت جایگاه کشور بعنوان قطب علمی و صنعتی منطقه برداشت.

## ۴-۶- سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف

سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف سال ۱۳۸۹ توسط مقام معظم رهبری ابلاغ شد. در این قانون به 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 تا پایان برنامه ششم توسعه اشاره شده است. همچنین در این قانون بر اجرای سیاست‌های زیر تأکید شده است [۲۶]:

- اولویت دادن به افزایش بهره‌وری در تولید، انتقال و مصرف انرژی با ایجاد ظرفیت‌های جدید تولید انرژی
- گسترش تولید برق از نیروگاه‌های تولید پراکنده، کوچک مقیاس و پر بازده برق و تولید همزمان برق و حرارت (CHP).

مشخص است که این قوانین نیز بر تغییر الگوی تولید در شبکه های سنتی برق با بکارگیری تولیدات پراکنده و تجدیدپذیر تأکید دارد. در این راستا همانطور که قبلاً هم اشاره شد به منظور تحقق اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه های برق با ضریب نفوذ بالا، اصلاح قوانین و الگوریتم های حفاظتی و کسب و بومی سازی تکنولوژی های نوظهور در این حوزه در قالب یک برنامه مدون چند ساله و گام به گام از ضروریات است.

#### ۴-۷- سیاست های اقتصاد مقاومتی

سیاست های اقتصاد مقاومتی با هدف تأمین، رشد پویا و بهبود شاخص های مقاومت اقتصادی و دستیابی به اهداف سند چشم انداز بیست ساله با رویکردی جهادی، انعطاف پذیر، فرصت ساز، مولد، درون زار، پیشرو و برون گرا توسط مقام معظم رهبری ابلاغ شده است. اهم این سیاست ها که می توان آن ها را به توسعه دانش حفاظت و فناوری های مرتبط با آن تعمیم داد، در ادامه آورده شده است [۲۷]:

- پیشتازی اقتصاد دانش بنیان، پیاده سازی و اجرای نقشه علمی کشور و سامان دهی نظام ملی نوآوری به منظور ارتقاء جایگاه جهانی کشور و افزایش سهم تولید و صادرات محصولات و خدمات دانش بنیان و دستیابی به رتبه اول اقتصاد دانش بنیان در منطقه
- استفاده از ظرفیت اجرای هدفمندسازی یارانه ها در جهت افزایش تولید، اشتغال و بهره وری، کاهش شدت انرژی و ارتقاء شاخص های عدالت اجتماعی
- مدیریت مصرف با تأکید بر اجرای سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف و ترویج مصرف کالاهای داخلی همراه با برنامه ریزی برای ارتقاء کیفیت و رقابت پذیری در تولید
- افزایش ارزش افزوده از طریق تکمیل زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز، توسعه کالاهای دارای بازدهی بهینه (براساس شاخص شدت مصرف انرژی) و بالا بردن صادرات برق، محصولات پتروشیمی و فرآورده های نفتی
- صیانت از منابع

همانطور که مشخص است در دستورات مقام معظم رهبری بر مواردی چون پیشسازی اقتصاد دانش‌بنیان، کاهش وابستگی به اقتصاد نفتی با افزایش صادرات تکنولوژی و صادرات برق و صیانت از منابع ملی مانند نفت و گاز تأکید شده است. همانطور که قبلاً هم اشاره شد در راستای اجرای سیاست‌های اقتصاد مقاومتی یکی از مهمترین فعالیت‌هایی که در حوزه صنعت برق می‌توان انجام داد، توسعه تکنولوژی‌های High Tech، بومی‌سازی و صادرات آن و نیز توسعه و ایجاد شبکه‌های هوشمند به منظور مدیریت یکپارچه و مؤثر انرژی در شبکه برق است. با توجه به آنکه یکی از بارزترین علوم مرتبط با صنعت برق که از تکنولوژی بالا و فناورانه بهره می‌برد، دانش حفاظت است، بنابراین توسعه تکنولوژی‌های مرتبط با حفاظت علاوه بر آنکه منافع فنی و اقتصادی بیشماری برای کشور به ارمغان خواهد آورد می‌تواند در توسعه شبکه‌های هوشمند نقشی پررنگ را ایفا نماید.

#### ۴-۸- سند چشم انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو در حوزه 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، سامان‌دهی، هدایت، نظارت، تدوین شرایط و مقررات و لوایح مرتبط، بسترهای لازم را برای ایجاد هماهنگی بین نقش‌آفرینان، فعالیت بخش‌های خصوصی، تعاونی و عمومی را در تمام 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 به عنوان ارزشمندترین دارایی، نقشی مؤثری 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. در این راستا چشم‌انداز بخش برق و انرژی که مرتبط با توسعه فناوری‌های مرتبط با دانش حفاظت می‌باشد، مورد بررسی قرار خواهد گرفت [۲۸].

• ایجاد انگیزه و اطمینان برای سرمایه‌گذاری بخش‌های خصوصی و تعاونی

- حمایت از توسعه صادرات کالا و خدمات فنی و مهندسی
- تهیه و تدوین برنامه جامع انرژی کشور
- حمایت از توسعه حمل و نقل برقی
- توسعه و ارتقاء سطح استانداردهای مصرف برق و تولید تجهیزات برقی
- حمایت از مراکز پژوهشی و صنایع مرتبط به منظور توسعه فناوری های جدید در راستای کاهش مصرف انرژی
- توسعه سامانه هوشمند شبکه برق
- بکارگیری فناوری مولدهای پراکنده، با تأکید بر تولید همزمان برق و انرژی
- استفاده از فناوری های نوین و تجهیزات با راندمان بالا
- تمرکز بر تحقیق و پژوهش و بومی سازی فناوری در فعالیتهای مربوط به تولید برق از انرژی خورشیدی و بادی در کشور
- تخصیص درصد معین و فزاینده ای از اعتبارات تحقیقاتی به بومی سازی فناوری های مرتبط با انرژی- های نو و تجدیدپذیر
- تعریف و اجرای پروژه های نمونه در زمینه انرژی های نو و تجدیدپذیر و تجاری سازی آنها
- بستر سازی، حمایت و جلب مشارکت بخش غیردولتی برای توسعه انرژی های نو و تجدیدپذیر
- جلب مشارکت مردم برای حمایت از تولید برق از انرژی های نو و تجدیدپذیر
- تنظیم قوانین مناسب در بازار برق به منظور توسعه استفاده از انرژی های نو و تجدیدپذیر
- اعطای مجوز صادرات به تولیدکنندگان برق از منابع نو و تجدیدپذیر
- استقرار ساز و کار اقتصادی-تجاری در فعالیتهای کاهش تلفات و هوشمندسازی شبکه
- اصلاح معماری شبکه های توزیع

- استفاده بهینه از دستاوردهای نوین فناوری اطلاعات جهت حفظ امنیت و پایداری منابع اطلاعاتی و سیستم های عملیاتی صنعت برق
- استفاده بهینه از ظرفیت های فناوری اطلاعات و ارتباطات صنعت برق جهت ارائه خدمات قابل دسترس از راه دور
- استقرار و توسعه سیستم های یکپارچه مدیریت شبکه های برق
- تقویت و توسعه زیرساخت های مخابراتی صنعت برق جهت پاسخ گویی به نیازهای روزافزون حیاتی و اختصاصی این صنعت

به طور کلی موارد فوق که برخی از چشم اندازهای وزارت نیرو بود را می توان به چهار زیرمجموعه تقسیم نمود:

#### توسعه سرمایه گذاری در صنعت برق

یکی از اهدافی که وزارت نیرو دنبال می کند تغییر ساختار برق کشور از ساختاری دولتی به ساختاری خصوصی است تا به این ترتیب بتواند سرمایه های کوچک و پراکنده در سطح جامعه را در مسیر توسعه صنعت برق کشور و تولید انرژی، سوق دهد. در این راستا آنچه که مسلم است توسعه خصوصی سازی موجب تبدیل شبکه های سنتی برق به ریز شبکه ها و شبکه های هوشمند می شود. همانطور که قبلاً هم اشاره شد تغییر ساختار شبکه ها نیازمند طراحی سیستم های جدید و مدرن حفاظت می - باشد که باید در این راستا با توجه به رقابت شدید در منطقه به منظور دستیابی و ایجاد شبکه های هوشمند، اهتمام لازم صورت پذیرد.

#### بومی سازی و تولید فناوری های بالا در صنعت برق

همانطور که قبلاً هم به آن اشاره شد، علم حفاظت دانشی بسیار گسترده است که با تکنولوژی های نوین و میان رشته ای رابطه تنگاتنگی دارد. این مسئله باعث شده است که کشور عمدتاً واردکننده دانش حفاظت باشد. به منظور رهایی از این واردات

ایجاد برنامه‌ریزی بلند مدت جهت کسب و بومی‌سازی دانش نوین حفاظت در کشور و توسعه زیرساخت‌های مرتبط با آن از ضروریات خواهد بود.

### توسعه منابع تولید پراکنده

مطالعات نشان می‌دهند که توسعه منابع تولید پراکنده از طریق ریزشبکه‌ها و شبکه‌های هوشمند قابل اجرا است. همانطور که اشاره شد تغییر ساختار شبکه‌های برق، روش‌های نوین کنترل، پایش و حفاظت را می‌طلبد. مهمترین الگویی که در این راستا پیشنهاد شده است، استفاده از روش WAMPAC است که نیازمند توسعه تجهیزات نوین حفاظتی و زیرساخت‌هایی چون بسترهای مخابراتی مطمئن و پرسرعت و سنکرون‌کننده‌های اطلاعات است.

### توسعه زیرساخت‌ها به منظور مدیریت یکپارچه شبکه

یکی از اهدافی که برای حفاظت شبکه‌های هوشمند برق در آینده مطرح شده است، حفاظت یکپارچه آن‌ها با کمک توسعه بسترهای مخابراتی می‌باشد. همانطور که مشخص است این مسئله جزء اهداف وزارت نیرو نیز می‌باشد. پرواضح است که تغییر ساختار حفاظت مستلزم توسعه زیرساخت‌ها در بخش‌های مختلف (مانند توسعه زیرساخت‌های مخابراتی) است که با مطالعه دقیق امکانات، چالش‌ها و کمبودها در حوزه‌های مرتبط می‌توان در جهت رفع آن‌ها اقدام نمود.

## ۴-۹- نقشه جامع علمی کشور

نقشه جامع علمی کشور در چهارچوب رهنمودهای رهبر کبیر انقلاب اسلامی (ره)، مقام معظم رهبری و قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران بوده و با پیش‌بینی سازوکارهای لازم بروزرسانی، توانایی تبیین ساحت علمی الگوی اسلامی-ایرانی پیشرفت را دارا می‌باشد. در این نقشه، حوزه فناوری با توجه به نقش مستقیم آن در دستیابی به اهداف چشم‌انداز علم و فناوری کشور اولویت‌گذاری شده است. مبنای تعیین اولویت‌های فناوری میزان تأثیر نسبی آن‌ها در تحقق خواسته‌های چشم‌انداز بیست ساله کشور می‌باشد. بدین منظور براساس نظر جمعی از خبرگان عرصه‌های مختلف علمی و تخصصی، میزان تأثیر هر یک از فناوری‌ها در دستیابی به هر یک از خواسته‌های چشم‌انداز مورد وزن‌دهی و تعیین ضریب اهمیت قرار گرفته است. سپس بر

اساس تعیین میانگین تأثیر هر فناوری در تحقق مجموع خواسته‌های چشم‌انداز، فناوری‌های دارای اولویت تعیین شدند که به شرح ذیل است [۲۹]:

الف -فناوری‌های هویت‌ساز و فناوری‌های نرم

ب -فناوری‌های حوزه الکترونیک، ارتباطات و اطلاعات

ج -فناوری نانو

د -فناوری زیستی

ه -علوم و فناوری‌های حوزه سلامت

و -فناوری‌های هوا فضا

ز -فناوری‌های انرژی

ح -فناوری‌های مواد نو

ط -فناوری‌های محیط زیست و ایمنی

ی -فناوری‌های مدیریت آب، شوری و خشکی

ک -فناوری‌های حمل و نقل برقی

ل -فناوری‌های بومی

از دسته‌بندی انجام شده در فوق پرواضح است که فناوری‌های حوزه الکترونیک، ارتباطات و اطلاعات در اولویت دوم فناوری‌های پراهمیت کشور قرار دارد که باید در داخل کشور بومی شوند. براین اساس دستیابی به فناوری نوین حفاظت که زیر مجموعه‌ای از فناوری‌های حوزه الکترونیک، ارتباطات و اطلاعات می‌شود برای رشد علمی و اقتصادی کشور بسیار حائز اهمیت است.



## ۴-۱۰- برنامه راهبردی انرژی

در این سند متوسط مصرف انرژی در کشور با دنیا مقایسه می‌شود و با توجه به اختلاف فاحش آن‌ها راهبردهایی برای کاهش مصرف انرژی و نزدیک کردن آن به مقادیر جهانی در قالب راهبردهای میانی و نهایی ارائه شده است.

راهبردهای میانی رویکرد حل مسائل و دستیابی به اهداف را مشخص می‌کند و بیشتر بر عهده بنگاه‌های اقتصادی و خانوارها است. حاکمیت با استفاده از راهبردهای نهایی، آگاهی، انگیزه و توانایی عوام را به گونه‌ای تنظیم می‌کند تا رفتارهای عوامل در راستای اجرای راهبردهای میانی قرار گرفته و به صورتی غیرمتمرکز اما یکپارچه فعالیت‌های لازم برای دستیابی به اهداف انجام گیرد.

مهمترین راهبردهای میانی برای دستیابی به اهداف این زنجیره تامین عبارتند از [۳۰]:

- اصلاح مصرف
- ایجاد و تکمیل ظرفیت‌های تولید جدید
- ذخیره‌سازی
- تأمین مالی

همانطور که مشخص است در این سند نیز بر مفاهیمی چون تعیین ظرفیت‌های جدید، سرمایه‌گذاری و ذخیره‌سازی انرژی تأکید شده است. لازم به ذکر است که یکی از مهمترین ساختارهایی که برای ایجاد ظرفیت‌های تولید جدید پیش‌بینی شده است، استفاده گسترده از منابع تولید پراکنده در قالب شبکه‌های هوشمند می‌باشد. اما همانطور که قبلاً هم به آن اشاره شد این شبکه‌های جدید نیازمند ساختارها و ادوات جدید حفاظتی می‌باشند که در راستای ایجاد این ساختارهای جدید تدوین نقشه راه حفاظت به منظور حل مهمترین چالش در ایجاد شبکه‌های هوشمند از ملزومات است. لازم به ذکر است در طرح‌های شبکه‌های هوشمند، استفاده گسترده از ذخیره‌سازهای انرژی (که در این سند نیز بر آن تأکید شده است) به منظور حل مشکلات کیفیت

توان و تأمین انرژی بارهای حساس، پیش‌بینی شده است که اتصال این تجهیزات نیز به شبکه‌های هوشمند به دلیل تغییر در سطح اتصال کوتاه شبکه بلحاظ حفاظتی چالش برانگیز است.

#### ۴-۱۱- سند بالاسری صنعت برق کشور

یکی از نیازهای صنعت برق کشور، تهیه و تدوین نظام‌های فنی و اجرایی در قالب استانداردها، دستورالعمل‌ها، آیین‌نامه‌ها و سایر الزامات فنی جهت استاندارد و یکسان نمودن کلیه فعالیت‌های فنی، مهندسی و اجرایی در این زمینه است. در این راستا باید با برنامه‌ریزی مناسب جهت تهیه این نظام‌ها، مستندات لازم را تا پیش از زمان بهره‌برداری آن‌ها، آماده کرد و در اختیار ذی‌نفعان قرار داد. بدین منظور پروژه "تهیه و تدوین سند بالاسری صنعت برق کشور" در راستای نیل به اهداف فوق تعریف و اجرا گردید و طی آن فهرست اولیه عناوین، ضوابط و معیارهای مورد نیاز صنعت برق کشور حاصل شد. براین اساس برخی از مهمترین اولویت‌های استخراج شده در این سند که مرتبط با توسعه زیرساخت‌های دانش حفاظت در کشور است، در جدول زیر ارائه شده است [۳۱]:

جدول (۴-۳): مهمترین اولویت‌های ارائه شده در سند بالاسری صنعت برق کشور

ردیف	عنوان چالش
۱	هماهنگی قابلیت اطمینان
۲	کنترل اغتشاشات (تولید و انتقال)
۳	تعیین شرایط پایش سیستم
۴	ضوابط و معیارهای انتخاب نصب تجهیزات بادنسجی جهت احداث نیروگاه‌های بادی
۵	ضوابط و معیارهای به کارگیری نیروگاه‌های زیست توده
۶	تدوین رویه‌های گزارش‌دهی و تبادل اطلاعات در شبکه
۷	تدوین رویه به روزکردن استانداردها و مقررات شبکه
۸	هماهنگی حفاظتی شبکه
۹	ضوابط و معیارهای انتخاب انواع ذخیره‌سازهای انرژی
۱۰	امنیت سایبری شبکه
۱۱	رویه گزارش‌دهی خراب‌کاری‌ها در شبکه
۱۲	شبکه‌های هوشمند

ردیف	عنوان چالش
۱۳	سیستم های حفاظتی خاص

جدول فوق نشان می دهد که مبحث حفاظت جایگاه ویژه ای در اولویت های ارائه شده در سند بالاسری صنعت برق کشور دارد. زیرا همانطور که قبلاً هم به آن اشاره شد، افزایش قابلیت اطمینان شبکه در گروی بهبود سیستم حفاظت شبکه است. از سوی دیگر افزایش طرح های شبکه های هوشمند و استفاده از منابع تولید پراکنده مانند باد و بیوماس (زیست توده) و نیز ذخیره سازی انرژی که موجب تغییر سطح و جهت جریان خطا (به دلیل تغییر ساختار شبکه) می شوند در گروی تدوین روش های جدید حفاظتی و استفاده از تکنولوژی های نوین در این حوزه است. دستیابی و بومی سازی دانش حفاظت در کشور و توسعه زیرساخت های آن علاوه بر آنکه می تواند موجب افزایش هماهنگی حفاظتی در شبکه شود، می تواند امنیت شبکه را نیز افزایش دهد و مانع هرگونه خرابکاری و حملات سایبری به شبکه های برق کشور شود.

#### ۴-۱۲ - سند توسعه ویژه (فرابخشی) مدیریت انرژی

این سند که موضوع بند "ج" ماده ۱۵۵ قانون برنامه چهارم توسعه است، اهداف کلی و راهبردهای کلان توسعه مدیریت انرژی در تحقق چشم انداز بلند مدت توسعه را بیان می کند. براین اساس مهمترین اهداف و راهبردهای کلان این سند که مرتبط با حوزه حفاظت شبکه های برق است در ادامه آورده شده است [۳۲]:

- توسعه و بهره برداری از پتانسیل های موجود انرژی های تجدیدپذیر در کشور
- دستیابی به فناوری های نوین و کارای انرژی
- اصلاح نظام اقتصادی بخش انرژی کشور
- بهبود کارایی در تولید و تبدیل انرژی

همانطور که مشخص است بخش هایی از سند مذکور نیز به توسعه فناوری های نوین و حصول انرژی از منابع تجدیدپذیر اشاره دارد. در مورد رابطه این موارد با توسعه دانش و زیرساخت های حفاظت قبلاً مفصلاً صحبت شد که به همین دلیل در این

قسمت از تکرار آن خودداری می‌شود. همچنین یکی دیگر از اهداف مدنظر این سند اصلاح نظام اقتصادی بخش انرژی است. بدین منظور یکی از مهمترین سیاست‌هایی که وزارت نیرو و به تبع آن شرکت‌های برق منطقه‌ای دنبال می‌کنند، نصب گسترده منابع تولید پراکنده در شبکه با مشارکت و سرمایه‌گذاری بخش خصوصی است. همانطور که قبلاً هم اشاره شد، نصب منابع تولید پراکنده در شبکه‌های برق چالش‌های جدید حفاظتی را ایجاد می‌کند که نیازمند روش‌های جدید حفاظتی و زیرساخت‌های نوین مانند استفاده گسترده از ارتباطات مخابراتی است.

#### ۴-۱۳- قانون هدفمند نمودن یارانه‌ها

این قانون در راستای اجراء اصل یکصد و بیست و سوم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران و با عنوان لایحه به مجلس شورای اسلامی تقدیم شده و در جلسه علنی مورخ ۱۳۸۸/۱۰/۱۵ تصویب و به تأیید شورای محترم نگهبان رسیده است. برخی از مهمترین بخش‌های این سند که مرتبط با توسعه شبکه‌های هوشمند و به تبع آن توسعه تکنولوژی‌های نوین حفاظتی است، در ادامه بررسی خواهد شد [۳۴].

##### ماده ۱ بند ج

قیمت تمام شده برق، مجموع هزینه‌های تبدیل انرژی، انتقال و توزیع و هزینه سوخت با بازده ۳۸٪ نیروگاه‌های کشور و رعایت استانداردها محاسبه می‌شود و هر ساله حداقل یک درصد به بازده نیروگاه‌های کشور افزوده شود بطوریکه تا پنج سال از زمان اجرای این قانون به بازده چهل و پنج درصد برسد و همچنین تلفات شبکه‌های انتقال و توزیع تا پایان برنامه پنج ساله توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران به چهارده درصد کاهش یابد.

##### ماده ۸ بند الف

بهینه‌سازی مصرف انرژی در واحدهای تولیدی، خدماتی و مسکونی و تشویق به صرفه‌جویی و رعایت الگوی مصرف

## ماده ۸ بند ب

اصلاح ساختار فناوری واحدهای تولیدی در جهت افزایش بهره‌وری انرژی، آب و توسعه تولید برق از منابع تجدیدپذیر.

امروزه یکی از ابزارهای موجود در صنعت برق، استفاده از منابع تولید پراکنده در قالب شبکه‌های هوشمند به منظور افزایش راندمان در تولید انرژی است. در واقع منابع تولید پراکنده علاوه بر آنکه می‌توانند انرژی‌های تجدیدپذیر را به برق تبدیل نمایند، به دلیل بازده بالای خود و نیز سرمایه کم مورد نیاز برای نصب آن‌ها، موجب افزایش بهره‌وری انرژی و کاهش هزینه‌های تولید برق می‌شوند. همانطور که عنوان شد، مهمترین چالش در توسعه این فناوری جدید مبحث حفاظت آن‌ها است که باید با استفاده از راهبردی صحیح و منطقی مرتفع شود.

## ۴-۱۴ - سند راهبرد ملی توسعه صادرات غیرنفتی جمهوری اسلامی ایران

طراحی و تدوین راهبردهای ملی توسعه صادرات به دلیل ماهیت فرابخشی صادرات، نقش‌آفرینی بنگاه‌های خصوصی و نیز تأثیر محیط جهانی و ملی از نظر عوامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، سیاسی و قانونی و مقرراتی و به ویژه در دهه‌های اخیر، عوامل تکنولوژیک، از پیچیدگی خاصی برخوردار است، بنحوی که کشورهای مختلف، از روش‌ها و الگوهای متفاوتی برای این مهم بهره‌گیری کرده‌اند که در سازمان توسعه تجارت ایران طی سال‌های اخیر مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته‌اند. بطور کلی براساس این سند و در چارچوب چشم‌انداز بیست ساله، جمهوری اسلامی ایران در رده‌های بالای منطقه از نظر صادرات کالا و خدمات قرار خواهد داشت و دارای اقتصادی متنوع با سهم غالب بخش غیرنفتی و غیر دولتی خواهد بود. در این راستا مهمترین اهداف تبیین شده در این سند که با گسترش شبکه‌های هوشمند و به تبع آن گسترش دانش حفاظت در کشور مرتبط هستند در ادامه معرفی شده‌اند [۳۴]:

- دستیابی به خدمات پیشرفته و رقابتی پشتیبانی صادرات
- دستیابی به سبد صادراتی تنوع کالاها و خدمات و پایداری توسعه صادرات اقلام موجود

- دستیابی به جایگاه بالاتر جمهوری اسلامی ایران در تجارت خارجی منطقه و سهم بالاتر تجارت ایران از جهان
- ماندگاری و حفظ سهم در بازارها، دستیابی به تنوع بازارهای صادراتی

پرواضح است که دغدغه اصلی این سند گسترش صادرات غیرنفتی می‌باشد. براین اساس کمکی که صنعت برق کشور به دستیابی به این اهداف می‌تواند انجام دهد، بومی‌سازی محصولات فناورانه در کشور و صادرات این تجهیزات و خدمات جانبی آن‌ها به کشورهای منطقه و جهان، افزایش قابلیت اطمینان شبکه به منظور تبدیل شدن به مرکز راهبردی برق منطقه و افزایش تولید بطوریکه علاوه بر تأمین نیاز داخلی بتواند بخشی از نیازهای کشورهای همسایه را نیز تأمین نماید.

در زمینه توسعه محصولات دانش‌بنیان همانطور که قبلاً هم بارها اشاره شد می‌توان با توسعه دانش حفاظت و تولید تجهیزات جانبی آن علاوه بر تأمین نیازهای داخلی محصولات و دانش این علم گسترده را به دیگر کشورها صادر نمود. همچنین با توسعه دانش حفاظت می‌توان قابلیت اطمینان شبکه‌های کشور را افزایش داد بگونه‌ای که شبکه‌های برق ایران امن‌ترین شبکه‌های برق منطقه شوند تا بدین سبب کشورهای همسایه از آن به عنوان پشتیبان شبکه‌های خود بتوانند استفاده کنند. علاوه بر این، به دلیل زود بازده بودن طرح‌های تولید پراکنده و همسو بودن آن‌ها با ایجاد شبکه‌های هوشمند برق، می‌توان با حل مشکلات حفاظتی نصب این منابع، علاوه بر افزایش ظرفیت تولید و پاسخگویی به نیاز رو به رشد داخلی، بخشی از برق تولیدی را نیز به کشورهای همسایه صادر نمود.

#### ۴-۱۵ - بخش برق در قانون بودجه سال ۱۳۹۳

در بخش تأمین مالی طرح‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها در صنعت برق در بودجه سال ۱۳۹۳، در بند (ن) - تبصره ۴، صندوق توسعه ملی و بانک‌های عامل مکلفند در پرداخت سرمایه در گردش تسهیلات به بخش‌های خصوصی و تعاونی، طرح‌های دارای توجیه فنی و اقتصادی و زیست محیطی مرتبط با تولید و صادرات نفت و گاز و پتروشیمی، معدن و آب و برق را در اولویت قرار دهند. همچنین در بند (ز) - تبصره ۷، وزارت نیرو موظف است علاوه بر دریافت بهای برق، مبلغ سی ریال بعنوان عوارض از

مشترکین دریافت نماید و حداکثر تا سقف چهار هزار میلیارد ریال از مجموع مبلغ عوارض را بابت حمایت از توسعه و نگهداری شبکه‌های روستایی و تولید برق تجدیدپذیر و پاک هزینه کند.

مطابق بند (م)-تبصره ۲، دولت موظف است در ازای برقی کردن چاه‌های کشاورزی با منابع انرژی نوین از جمله انرژی خورشیدی به جای استفاده از سوخت‌های فسیلی مبلغ معادل پرداختی بابت یارانه سوخت را به شرکت‌های تولیدی برق از جمله خورشیدی پرداخت نماید و تجهیزات مربوطه را به کشاورزان تحویل نماید [۳۵].

مطابق بند (ب)-تبصره ۲۱، مبلغ یکصد هزار میلیارد ریال در اجرای ماده ۸ قانون هدفمند کردن یارانه‌ها با اولویت کمک به بخش تولید، بهبود حمل و نقل عمومی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در واحدهای تولیدی، خدماتی و مسکونی هزینه گردد.

مطابق بند (ه)-تبصره ۱۱، به وزارت نیرو اجازه داده می‌شود به منظور اجرای طرح‌های افزایش بازدهی نیروگاه‌ها با اولویت نصب بخش بخار در نیروگاه‌های ترکیبی، توسعه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، کاهش تلفات، بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف سوخت مایع، جایگزینی مصرف برق به جای گاز یا فراورده‌های نفتی در مناطقی که توجیه اقتصادی دارد و افزایش سهم صادرات برق تا سقف یکصد و بیست هزار میلیارد ریال به روش بیع متقابل، با سرمایه‌گذاران بخش‌های خصوصی و عمومی با اولویت استفاده از تجهیزات ساخت داخل قرارداد منعقد نماید.

از مطالب عنوان شده مشخص است که یکی از اهدافی که در بودجه سال ۱۳۹۳ برای وزارت نیرو تعیین شده است، توسعه منابع تولید پراکنده و حصول انرژی از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد. بنا به مطالب گفته شده رسیدن به این هدف تعیین شده برای وزارت نیرو، مستلزم حل مشکلات حفاظتی با گسترش طرح‌های نوین حفاظتی و زیرساخت‌های لازم (مانند ایجاد لینک-های ارتباطی) می‌باشد.

#### ۴-۱۶- اسناد راهبردی طرح شبکه هوشمند برق ایران

این سند در قالب یک پروژه ملی در پژوهشکده بهره‌برداری ایمن شبکه در دانشگاه صنعتی امیرکبیر در حال انجام است و کارفرمای آن شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد. هدف از این پروژه تدوین چشم‌انداز و اهداف کلان، تدوین

استراتژی‌ها، تدوین سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه‌ای (شامل توسعه کسب و کارها در این حوزه)، ارائه طرح شکست فناوری و تقسیم کار ملی و تدوین نقشه راه توسعه فناوری است. در ادامه مقاصد این پروژه آورده شده است. همانطور که از این موارد استنباط می‌شود و با در نظر گرفتن سایر اسناد بالادستی که هریک توسعه شبکه‌های هوشمند و محصولات فناورانه را به عنوان بخشی از اهداف خود عنوان نموده‌اند، لذا مشخص است که جهت‌گیری آینده صنعت برق ایران به سمت شبکه‌های هوشمند است که قابلیت‌های فنی و اقتصادی ویژه‌ای را در اختیار بهره‌برداران و مصرف‌کنندگان قرار می‌دهد. البته همانطور که در سند عنوان شده در این بخش هم اشاره شده است، توسعه شبکه‌های هوشمند در گروی حل چالش‌های اساسی آن‌ها است که یکی از مهمترین این چالش‌ها، مسئله حفاظت این شبکه‌ها و توسعه زیرساخت‌های لازم بدین منظور است [۳۶].

- تهیه و تصویب اسناد راهبردی چشم‌انداز شبکه‌های هوشمند
- تهیه و تصویب اسناد راهبردی نقشه راه شبکه‌های هوشمند
- تهیه و تصویب اسناد راهبردی طرح توسعه فناوری
- تهیه و تصویب اسناد راهبردی طرح توسعه کسب و کار
- تهیه و تصویب اسناد راهبردی پیوست‌های فرهنگی طرح مشتمل بر پیوست‌های امنیتی، اجتماعی و

حقوقی

## ۴-۱۷- نتیجه گیری

در این گزارش مجموعه الزامات و اسناد بالادست موجود در حوزه حفاظت شبکه قدرت کشور مورد بررسی قرار گرفت.

جدول (۴-۴) خلاصه الزامات موجود در این حوزه را نشان می‌دهد.

جدول (۴-۴): خلاصه الزامات موجود در اسناد بالادستی

ردیف	عنوان سند	تاکید سند
۱	سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران	استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی توسعه اقتصاد دانش‌بنیان بر پایه فناوری‌های نوین
۲	سند مسیر راه فناوری صنعت برق ایران	استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی



ردیف	عنوان سند	تاکید سند
		توسعه اقتصاد دانش بنیان بر پایه فناوری های نوین مدیریت یکپارچه شبکه های برق
۳	سند چشم انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران	توسعه اقتصاد دانش بنیان بر پایه فناوری های نوین
۴	قانون برنامه پنج ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران ۱۳۹۴ - ۱۳۹۰	استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی مسائل امنیتی
۵	مصوبه مجمع تشخیص مصلحت نظام در مورد سیاست- های کلی نظام	توسعه اقتصاد دانش بنیان بر پایه فناوری های نوین
۶	سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف	استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی
۷	سیاست های اقتصاد مقاومتی	توسعه اقتصاد دانش بنیان بر پایه فناوری های نوین
۸	سند چشم انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو در حوزه برق و انرژی	استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی مدیریت یکپارچه شبکه های برق بومی سازی و تولید فناوری های نوین در صنعت برق مدیریت یکپارچه شبکه های برق
۹	نقشه جامع علمی کشور	توسعه اقتصاد دانش بنیان بر پایه فناوری های نوین
۱۰	برنامه راهبردی انرژی	اصلاح الگوی مصرف استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی
۱۱	سند بالاسری صنعت برق کشور	استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی افزایش قابلیت اطمینان شبکه ها توسعه شبکه های هوشمند
۱۲	سند توسعه ویژه (فرابخشی) مدیریت انرژی	دستیابی به فناوری های نوین در حوزه برق و انرژی استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی
۱۳	قانون هدفمند کردن یارانه ها	کاهش تلفات شبکه های برق اصلاح الگوی مصرف استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی
۱۴	سند راهبرد ملی توسعه صادرات غیرنفتی ج.ا.ا.	توسعه اقتصاد دانش بنیان بر پایه فناوری های نوین
۱۵	بخش برق در قانون بودجه سال ۱۳۹۳	استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی
۱۶	اسناد راهبردی طرح شبکه هوشمند برق ایران	توسعه شبکه های هوشمند

با توجه به جدول فوق و نیز با مدنظر قرار دادن قسمت های مرتبط با حوزه های برق و فناوری های نوین در این اسناد،

پرواضح است که اهم تاکید های همه این اسناد بر چهار فاکتور اساسی زیر است:

## ۱) توسعه اقتصاد دانش بنیان بر پایه فناوری های نوین

دانش حفاظت یکی از علوم فناورانه می باشد بطوریکه تجهیزات حفاظتی (بوژه رله های حفاظتی) از تکنولوژی High Tech بهره می برند. با توجه به آنکه افزایش صادرات محصولات دانش بنیان یکی از مهمترین اهداف اسناد بررسی شده است، لذا دستیابی و بومی سازی دانش حفاظت در کشور بگونه ای که موجب تولید تجهیزات High Tech این حوزه در کشور و نیز حفاظت موثر و مطمئن شبکه های برق کشور با بکارگیری الگوریتم ها و روش های نوین شود، یک گام موثر در توسعه اقتصاد دانش بنیان است. این مسئله از آنجا اهمیت پیدا می کند که بدانیم امروزه بسیاری از تجهیزات مورد نیاز برای حفاظت شبکه های برق کشور از خارج تامین می شود که البته پس از تحریم ها سهم محصولات بی کیفیت در این عرصه بسیار بیشتر شده است. بنابراین دستیابی به این تکنولوژی عظیم علاوه بر بی نیازی به شرکت های خارجی، می تواند گامی موثر در استقلال صنعت کشور (بوژه صنعت برق کشور) باشد، ضمن آنکه با بومی سازی این دانش می توانیم به قطب حفاظت منطقه تبدیل شویم. پرواضح است که دستیابی به این اهداف با برنامه ریزی گام به گام و هدفمند و با شناسایی چالش ها و مشکلات، میسر خواهد بود.

## ۲) استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی در قالب شبکه های هوشمند

یکی از چالش های بسیار مهم آینده صنعت برق، کاهش سوخت های فسیلی است. با توجه به این مطلب و در راستای صیانت از منابع ملی لازم است صنعت برق کشور همسو با کشورهای پیشرفته دنیا به فکر جایگزینی منابع تجدیدپذیر انرژی (مانند خورشیدی و بادی) به جای حصول انرژی از سوخت های فسیلی باشد. از آنجا که توان تولیدی توسط منابع تجدیدپذیر بسیار کمتر از سوخت های فسیلی است، لذا حصول انرژی از این منابع جدید در قالب طرح های تولیدات پراکنده پیشنهاد شده است. ورود تولیدات پراکنده به شبکه های برق ساختار این شبکه ها را تغییر می دهد. مهمترین ساختاری که برای ادغام این منابع به شبکه ها پیش بینی شده است، شبکه های هوشمند است. از سوی دیگر مطالعات نشان می دهند که بزرگترین چالش عملیاتی نمودن طرح های شبکه های هوشمند، بحث حفاظت آن ها است. در واقع این شبکه ها نیازمند روش ها و تجهیزات نوین حفاظتی هستند. بنابراین اگر در کشور برنامه ریزی های لازم برای حل چالش های شبکه های هوشمند نشود (مانند توسعه زیرساخت های مخابراتی)، علاوه بر آنکه موجب عقب افتادن از رقبای منطقه ای می شود، موجب خواهد شد در آینده ای نزدیک با بحران جدی کمبود انرژی روبرو شویم.

از سوی دیگر استفاده از منابع تولید پراکنده برای کاهش آلودگی های زیست محیطی و نیز جذب سرمایه های کوچک پراکنده در جامعه در راستای تولید برق در کشور و نوسازی زیرساخت های صنعت برق بسیار حائز اهمیت است. بنابراین داشتن برنامه مدون برای تبدیل شبکه برق ایران به شبکه ای هوشمند بسیار ضروری است. در این راستا و با توجه به آنکه مهمترین چالش این شبکه ها بحث حفاظت است، لذا تدوین اولویت ها و چالش های صنعت برق کشور در این حوزه به منظور دستیابی به اهداف مذکور غیر قابل انکار خواهد بود.

### ۳) مسائل امنیتی

بومی سازی دانش حفاظت در کشور علاوه بر مزایای بیشمار فنی و اقتصادی، از بعد امنیتی نیز بسیار حائز اهمیت است. با توجه به آنکه رله های حفاظتی، قدرت دریافت و ارسال اطلاعات را از راه دور دارند و با توجه به آنکه رله های مورد استفاده در شبکه های کشور عمدتاً از کشورهای خارجی تامین می شود لذا بعضاً مواردی مشاهده شده است که اقدامات خرابکارانه ای از این طریق صورت گرفته است. بنابراین برای کاهش این اقدامات خرابکارانه داشتن برنامه ریزی به منظور خودکفایی در این صنعت، لازم است.

همچنین چالش دیگری که تلاش برای بومی سازی دانش حفاظت و توسعه شبکه های هوشمند در کشور از دیدگاه امنیتی را ضروری می سازد، پدافند غیرعامل است. از آنجا که نیروگاه های هر کشور جزء اساسی ترین زیرساخت ها محسوب می شوند لذا هدف خوبی برای حمله دشمن هستند. با پراکنده ساختن نیروگاه های بزرگ در قالب طرح های تولیدات پراکنده می توان این مسئله را مرتفع نمود. اگرچه همانطور که قبلاً هم به آن اشاره شد، طرح های تولیدات پراکنده نیازمند تجدیدنظر در ساختارهای حفاظتی است که انجام برنامه ریزی های کلان در این حوزه را می طلبد.

### ۴) مدیریت یکپارچه شبکه های برق

یکی از اهدافی که در بررسی برنامه های راهبردی وزارت نیرو مشخص است، مدیریت یکپارچه شبکه های برق است. مدیریت یکپارچه این امکان را در اختیار بهره بردار قرار می دهد تا کنترل، حفاظت و مدیریت شارش توان را به صورت یکجا و متمرکز انجام دهد. این مسئله اگرچه در ظاهر به معنای پیچیده تر شدن سیستم های حفاظت، کنترل و مدیریت است اما

مدیریت یکپارچه موجب افزایش قابلیت انعطاف در سیستم‌های مذکور خواهد شد و لذا اجرای آن‌ها منافع فنی بسیاری را به همراه خواهد داشت. مدیریت یکپارچه نیازمند بسترهای وسیع مخابراتی برای تبادل اطلاعات و اندازه‌گیری‌ها و تجهیزات جدید کنترلی و حفاظتی مانند رله‌های تطبیقی است. همچنین به دلیل قابلیت تغییر ساختار شبکه<sup>۱</sup> مسئله حفاظت دیگر در این سیستم جدید مانند سیستم‌های سنتی گذشته ثابت نیست و لازم است بسته به تغییرات شبکه سیستم حفاظت مناسب برای آن حالت ایجاد شود. بنابراین پرواضح است که سیستم‌های حفاظت آینده در قالب مدیریت یکپارچه شبکه دارای پیچیدگی‌های خاص خود هستند که دستیابی به دانش آن‌ها نیازمند تدوین طرحی جامع برای برداشتن قدم‌های گام به گام تا نقطه مطلوب است.

---

<sup>۱</sup> Reconfiguration

## نتیجه گیری

در این گزارش به بررسی ضرورت تدوین سند راهبردی کشور از دید اسناد بالادستی پرداخته شد. براین اساس کلیه اسناد بالادستی موجود در کشور بررسی شدند و بخش‌های مرتبط با برق و تجهیزات High Tech آن استخراج شدند. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که با توجه به رویکرد کشور به سمت تجهیزات نوین و High Tech لذا تدوین سند راهبردی حفاظت که خود بالاترین تکنولوژی را در صنعت برق دارد، ضروری است. همچنین در این گزارش بازیگران اصلی در حوزه حفاظت به دقت شناسایی شدند تا در ادامه پروژه بتوان سند راهبردی را براساس این نقش‌ها بخوبی تعیین نمود.

## پیوست:

متن پرسشنامه ارائه شده به اعضای کمیته راهبری و

جمع بندی نظرات

## متن کامل پرسشنامه ارائه‌شده به اعضای کمیته راهبری

عضو محترم کمیته راهبری پروژه "تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فن‌آوری‌های حفاظت در شبکه ایران!":

با عرض سلام و تحیت؛

همانطور که مستحضرید در سال ۱۳۹۲ سند مسیر راه فناوری صنعت برق ایران جهت تعیین اهداف و اولویت‌های فناورانه صنعت برق تدوین گردیده و هم‌اکنون در مرحله اجرا قرار گرفته است. در این راستا، ۴۵ فناوری اولویت‌دار صنعت برق در قالب پروژه‌های طرح‌های کلان توسعه فناوری توسط وزارت نیرو تصویب شده است. در راستای انجام هرچه بهتر این طرح‌ها، مقرر گردید که به عنوان فاز مقدماتی، نقشه راه توسعه این فناوری‌ها با محوریت پژوهشگاه نیرو و مشارکت خبرگان و ذی‌نفعان مختلف تدوین گردد.

از جمله این پروژه‌ها، پروژه "تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فن‌آوری‌های حفاظت در شبکه ایران" می‌باشد. در راستای تدوین این سند تیم اجرایی پروژه با همکاری مشاور مدیریت فناوری اقدام به تهیه متدولوژی تدوین سند نموده است که یکی از اقدامات اولیه در جهت اجرای آن، مشخص نمودن مرز دقیق موضوعات مورد بررسی و یکسان سازی رویکرد کمیته راهبری پروژه و تیم اجرایی می‌باشد.

در این راستا و با هدف شناسایی محدوده مطالعات و تعیین مرز فنی پروژه پرسشنامه پیش رو تنظیم گردیده است. با توجه به نحوه تعریف این پروژه و اهداف مورد نظر وزارت نیرو از تعریف آن، ابتدا مباحثی تحت عنوان مفروضات پروژه ارائه شده و سپس سؤالاتی پیرامون مرز سیستم مطرح گردیده است.

در این راستا از جنابعالی درخواست می‌گردد با ارائه نظرات ارزشمند خود ما را در پیشبرد هر چه بهتر پروژه یاری فرمایید.



### فرضیات پروژه

۱. با توجه به عنوان پروژه حاضر و نیز با توجه به اینکه در تمام طرح های تصویب شده توسط وزارت نیرو، توسعه فناوری مد نظر بوده لذا در این پروژه نیز به مقوله حفاظت از زاویه توسعه فناوری پرداخته می شود و هدف از انجام آن، برنامه ریزی برای کشور جهت ارتقای توان فناورانه خود می باشد. بدیهی است خروجی این پروژه، نقشه راه توسعه حفاظت در شبکه برق ایران نخواهد بود. به عبارت دیگر نتیجه ای که در نهایت این پروژه حاصل می گردد، نقشه راه توسعه دانش و فناوری های اولویت دار در زمینه حفاظت شبکه برق ایران بر اساس چشم انداز و اهداف وزارت نیرو در زمینه حفاظت می باشد.

۲. با توجه به تعریف پروژه حاضر توسط وزارت نیرو در راستای اجرای سند مسیر راه فناوری صنعت برق ایران، وزارت نیرو مخاطب اصلی و متولی اجرای این پروژه بوده و ضمانت اجرایی آن را بر عهده دارد. همچنین با توجه به اقداماتی که در نقشه راه ارائه خواهد شد متولیان مربوط به هر اقدام مشخص خواهد شد.

نظرات تکمیلی:

### سؤالات پروژه به منظور شناسایی مرز فنی

۱. یکی از موضوعات مهم و چالش برانگیز در جلسات قبلی کمیته راهبری، موضوع در نظر گرفتن فناوری های نوین و سنتی در این پروژه بوده است. با توجه به وجود مشکلات عدیده در سیستم فعلی حفاظت کشور و اینکه مرز مشخصی بین فناوری های نوین و سنتی وجود ندارد، کدام گزینه را برای مورد توجه قرار دادن در این پروژه مناسب تر می دانید؟

توسعه فناوری های نوین حفاظت در شبکه برق

توسعه فناوری های حفاظت از طریق بهبود سیستم فعلی حفاظت شبکه برق در افق کوتاه و میان مدت و حرکت به سمت فناوری های نوین در افق بلندمدت  
نظر تکمیلی:

۲. با توجه به متفاوت بودن حفاظت نیروگاهها و منحصر به فرد بودن سیستم های حفاظتی برای نیروگاه های مختلف و همچنین پایین بودن سهم حوادث نیروگاهی در مقایسه با سایر حوادث شبکه، بطور عموم، مبحث حفاظت شبکه قدرت در بخش های انتقال، فوق توزیع و توزیع مطرح می گردد و تاثیر متقابل نیروگاهها و حفاظت شبکه نیز مد نظر قرار می گیرد، آیا در این پروژه نیز به همین رویه عمل شود؟

خیر

بلی

نظر تکمیلی:

۳. مبتنی بر ادبیات مدیریت فناوری، برداشت‌های مختلفی از عنوان این پروژه می‌تواند مورد توجه باشد که مهمترین آن‌ها به صورت زیر می‌باشد.

الف: مقصود این پروژه، تدوین نقشه راه تحقیق و توسعه (R&D) است که هدف آن ایجاد دانش فنی بومی با منشأ داخلی از طریق تعریف سبدهای از برنامه‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی می‌باشد.

ب: مقصود این پروژه تدوین نقشه راه توسعه فناوری است که هدف آن تکمیل زنجیره تولید دانش تا بازار از طریق تعریف سبدهای از برنامه‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی، تدوین برنامه‌های آموزش و تربیت نیروی انسانی متخصص، برنامه‌های انتقال دانش و فناوری، برنامه‌های تأمین منابع مالی، سیاست‌ها و قوانین حمایت از کارآفرینان و پژوهشگران و ... می‌باشد.

از نظر جنابعالی در این پروژه کدام رویکرد بایستی مد نظر قرار گیرد؟

تدوین نقشه راه تحقیق و توسعه

تدوین نقشه راه توسعه فناوری

نظر تکمیلی:

۴- با توجه به اینکه موضوع حفاظت هم به روش‌ها و الگوریتم‌ها می‌پردازد و هم بحث تجهیزات را در برمی‌گیرد به نظر شما محدوده (های) شمول پروژه چیست؟

نرم‌افزار

سخت‌افزار

دانش‌افزار

نظر تکمیلی:

## پاسخ آقای مهندس بابک امینی

### سؤالات پروژه به منظور شناسایی مرز فنی

۴. یکی از موضوعات مهم و چالش برانگیز در جلسات قبلی کمیته راهبری، موضوع در نظر گرفتن فناوری های نوین و سنتی در این پروژه بوده است. با توجه به وجود مشکلات عدیده در سیستم فعلی حفاظت کشور و اینکه مرز مشخصی بین فناوری های نوین و سنتی وجود ندارد، کدام گزینه را برای مورد توجه قرار دادن در این پروژه مناسب تر می دانید؟

■ توسعه فناوری های نوین حفاظت در شبکه برق

■ توسعه فناوری های حفاظت از طریق بهبود سیستم فعلی حفاظت شبکه برق در افق کوتاه و میان مدت و حرکت به سمت فناوری های نوین در افق بلندمدت

نظر تکمیلی:

از فعالیت های اصلی پروژه در مراحل ۱ و ۲، شناسایی تمام فناوری های مرتبط با موضوع حفاظت در گام نخست، سپس رده بندی هر یک از این فناوری ها با استفاده از سنجه هایی است که مشاور متدلوژی پروژه معرفی می کند. بنابراین نیاز است تمام فناوری های مرتبط شامل نوین و سنتی بررسی و توسط خبرگان امتیازدهی شوند.

۵. با توجه به متفاوت بودن حفاظت نیروگاهها و منحصر به فرد بودن سیستم های حفاظتی برای نیروگاه های مختلف و همچنین پایین بودن سهم حوادث نیروگاهی در مقایسه با سایر حوادث شبکه، بطور عموم، مبحث حفاظت شبکه قدرت در بخش های انتقال، فوق توزیع و توزیع مطرح می گردد و تاثیر متقابل نیروگاهها و حفاظت شبکه نیز مد نظر قرار می گیرد، آیا در این پروژه نیز به همین رویه عمل شود؟

□ خیر

■ بلی

نظر تکمیلی:

با توجه به کوتاه بودن زمان پروژه، بهتر است بررسی حفاظت در نیروگاه ها در ویرایش های بعدی پروژه در سال های بعد مورد نظر قرار گیرد.

۶. مبتنی بر ادبیات مدیریت فناوری، برداشتهای مختلفی از عنوان این پروژه می تواند مورد توجه باشد که

مهمترین آن‌ها به صورت زیر می باشد.

الف: مقصود این پروژه، تدوین نقشه راه تحقیق و توسعه (R&D) است که هدف آن ایجاد دانش فنی بومی با منشأ داخلی از طریق تعریف سبدهای از برنامه‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی می باشد.

ب: مقصود این پروژه تدوین نقشه راه توسعه فناوری است که هدف آن تکمیل زنجیره تولید دانش تا بازار از طریق تعریف سبدهای از برنامه‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی، تدوین برنامه‌های آموزش و تربیت نیروی انسانی متخصص، برنامه‌های انتقال دانش و فناوری، برنامه‌های تأمین منابع مالی، سیاست‌ها و قوانین حمایت از کارآفرینان و پژوهشگران و ... می باشد.

از نظر جنابعالی در این پروژه کدام رویکرد بایستی مد نظر قرار گیرد؟

■ تدوین نقشه راه تحقیق و توسعه

□ تدوین نقشه راه توسعه فناوری

نظر تکمیلی:

فعالیت های اصلی در پروژه نقشه راه عبارتند از:

- ۱- تعریف چهارچوب پروژه
- ۲- شناخت وضعیت موجود
- ۳- شناخت وضعیت مطلوب
- ۴- برنامه ریزی برای رسیدن به وضعیت مطلوب
- ۵- ارزیابی پیشرفت برنامه ها

برای رسیدن به وضعیت مطلوب، آموزش، اعتبار و برنامه ریزی نیز باید مورد توجه قرار گیرد. البته در متدلوژی مورد استفاده در پروژه موضوعات برنامه ریزی مالی و اعتباری در نظر گرفته شده است (بخش اقدامات).

۴- با توجه به اینکه موضوع حفاظت هم به روش‌ها و الگوریتم‌ها می‌پردازد و هم بحث تجهیزات را در برمی‌گیرد به نظر شما محدوده (های) شمول پروژه چیست؟

■ نرم افزار

■ سخت افزار

■ دانش افزار

نظر تکمیلی:

سخت افزارها عموماً دارای نرم افزارهای ویژه می باشند. همچنین نرم افزارها برای پیاده سازی رویه ها و الگوریتم ها بر روی سخت افزارها استفاده می شوند. پس هر ۳ مورد در چهارچوب پروژه می باشند.

## پاسخ آقای مهندس ایوبزاده

فرضیات پروژه
<p>۱. با توجه به عنوان پروژه حاضر و نیز با توجه به اینکه در تمام طرح های تصویب شده توسط وزارت نیرو، توسعه فناوری مد نظر بوده لذا در این پروژه نیز به مقوله حفاظت از زاویه توسعه فناوری پرداخته می شود و هدف از انجام آن، برنامه ریزی برای کشور جهت ارتقای توان فناورانه خود می باشد. بدیهی است خروجی این پروژه، نقشه راه توسعه حفاظت در شبکه برق ایران نخواهد بود. به عبارت دیگر نتیجه ای که در نهایت این پروژه حاصل می گردد، نقشه راه توسعه دانش و فناوری های اولویت دار در زمینه حفاظت شبکه برق ایران بر اساس چشم انداز و اهداف وزارت نیرو در زمینه حفاظت می باشد.</p>
<p>۲. با توجه به تعریف پروژه حاضر توسط وزارت نیرو در راستای اجرای سند مسیر راه فناوری صنعت برق ایران، وزارت نیرو مخاطب اصلی و متولی اجرای این پروژه بوده و ضمانت اجرایی آن را بر عهده دارد. همچنین با توجه به اقداماتی که در نقشه راه ارائه خواهد شد متولیان مربوط به هر اقدام مشخص خواهد شد.</p>
<p>نظرات تکمیلی:</p> <p>در صورت تدوین نقشه راه توسعه دانش و فناوری های اولویت دار در زمینه حفاظت شبکه برق ایران، تدوین نقشه راه توسعه حفاظت در شبکه برق ایران نیز به سهولت محقق خواهد شد که لازمه این کار، تدوین نقشه راه توسعه فناوری می باشد. جهت تدوین نقشه راه حفاظت، ایجاد زیرساخت های لازم بایستی در اولویت قرار گیرد که این امر از طریق تدوین نقشه راه توسعه فناوری بدست خواهد آمد.</p>

### سؤالات پروژه به منظور شناسایی مرز فنی

۱. یکی از موضوعات مهم و چالش برانگیز در جلسات قبلی کمیته راهبری، موضوع در نظر گرفتن فناوری های نوین و سستی در این پروژه بوده است. با توجه به وجود مشکلات عدیده در سیستم فعلی حفاظت کشور و اینکه مرز مشخصی بین فناوری های نوین و سستی وجود ندارد، کدام گزینه را برای مورد توجه قرار دادن در این پروژه مناسب تر می دانید؟

توسعه فناوری های نوین حفاظت در شبکه برق

توسعه فناوری های حفاظت از طریق بهبود سیستم فعلی حفاظت شبکه برق در افق کوتاه و میان مدت و حرکت به سمت فناوری های نوین در افق بلندمدت

نظر تکمیلی:

انجام این امر بدون توجه به وضعیت موجود سیستم حفاظت و بهبود و بهینه سازی سیستم فعلی با توجه به مسائل فنی و اقتصادی و محدودیت های موجود در این راستا امکان پذیر نخواهد بود.

۲. با توجه به متفاوت بودن حفاظت نیروگاهها و منحصر به فرد بودن سیستم های حفاظتی برای نیروگاه های مختلف و همچنین پایین بودن سهم حوادث نیروگاهی در مقایسه با سایر حوادث شبکه، بطور عموم، مبحث حفاظت شبکه قدرت در بخش های انتقال، فوق توزیع و توزیع مطرح می گردد و تاثیر متقابل نیروگاهها و حفاظت شبکه نیز مد نظر قرار می گیرد، آیا در این پروژه نیز به همین رویه عمل شود؟

بلی  خیر

نظر تکمیلی:

بخشی از حفاظت نیروگاهها مرتبط با شبکه انتقال بوده و لذا بایستی حفاظت دو مجموعه نیروگاه و شبکه بصورت کامل مدنظر قرار گیرند و از طرف دیگر تولید پراکنده نیز به تدریج در شبکه اضافه شده که بایستی ارتباط آن با شبکه توزیع و فوق توزیع مدنظر قرار گیرد.

از نظر جنابعالی در این پروژه کدام رویکرد بایستی مد نظر قرار گیرد؟

تدوین نقشه راه توسعه فناوری

تدوین نقشه راه تحقیق و توسعه

نظر تکمیلی:

علاوه بر موارد مذکور در بند "ب"، ایجاد زیرساخت‌های مورد نیاز نیز از موارد مهم و کلیدی می‌باشد.

---

۴- با توجه به اینکه موضوع حفاظت هم به روش‌ها و الگوریتم‌ها می‌پردازد و هم بحث تجهیزات را در برمی‌گیرد به نظر شما محدوده (های) شمول پروژه چیست؟

دانش‌افزار

سخت‌افزار

نرم‌افزار

نظر تکمیلی:

به نظر اینجانب هر سه مورد را شامل می‌گردد.

## پاسخ آقای مهندس بیاتی

سؤالات پروژه به منظور شناسایی مرز فنی

۱. یکی از موضوعات مهم و چالش‌برانگیز در جلسات قبلی کمیته راهبری، موضوع در نظر گرفتن فناوری‌های نوین و سنتی در این پروژه بوده است. با توجه به وجود مشکلات عدیده در سیستم فعلی حفاظت کشور و اینکه مرز مشخصی بین فناوری‌های نوین و سنتی وجود ندارد، کدام گزینه را برای مورد توجه قرار دادن در این پروژه مناسب‌تر می‌دانید؟

توسعه فناوری‌های نوین حفاظت در شبکه برق

توسعه فناوری‌های حفاظت از طریق بهبود سیستم فعلی حفاظت شبکه برق در افق کوتاه و میان‌مدت و حرکت به سمت فناوری‌های نوین در افق بلندمدت

نظر تکمیلی: مسلماً در تدوین نقشه راه حفاظت میبایستی سیستم‌های موجود فعلی هم در نظر گرفته شود هم به جهت هماهنگی با تجهیزات موجود و هم به جهت نیازمندی به اطلاعات مورد نظر برای سیستم‌های نوین (منجمله اطلاعات شبکه)، البته کار خیلی دشوار است اما به جهت رسیدن به راهکاری جهت حل مشکلات صنعت برق در قسمت سیستم‌های حفاظتی میبایستی تدوین نقشه راه در جهت بهبود وضعیت فعلی با نگاه به آینده و استفاده از تکنولوژی‌های جدید در جهت حل این مشکلات باشد.



۲. با توجه به متفاوت بودن حفاظت نیروگاهها و منحصر به فرد بودن سیستم های حفاظتی برای نیروگاه های مختلف و همچنین پایین بودن سهم حوادث نیروگاهی در مقایسه با سایر حوادث شبکه، بطور عموم، مبحث حفاظت شبکه قدرت در بخش های انتقال، فوق توزیع و توزیع مطرح می گردد و تاثیر متقابل نیروگاه ها و حفاظت شبکه نیز مد نظر قرار می گیرد، آیا در این پروژه نیز به همین رویه عمل شود؟

بلی  خیر

**نظر تکمیلی:** بدلائل زیادی در نظر گرفتن سیستم حفاظتی نیروگاهها در تدوین سند مورد نیاز میباشد:

- ۱ - مغفول ماندن بررسی حفاظت نیروگاهی در حوزه های ستادی صنعت برق ( بدلائل سنتی نامشخص )
- ۲ - ارتباط تنگاتنگ در بحث هماهنگی **Coordination** سیستم های حفاظتی نیروگاهها با شبکه ( ایجاد حوادث وسیع در شبکه بدلیل همین عدم هماهنگی )
- ۳ - نیازمندی به ارائه کلیه تنظیمات رله های حفاظتی نیروگاهها توسط یک واحد متمرکز با هماهنگی با سازندگان و پیمانکاران نصب نیروگاهها
- ۴ - نیازمندی به دریافت اطلاعات نیروگاهها در زمان حوادث
- ۵ - فرمان پذیری نیروگاهها از یک واحد متولی در جهت اصلاح تنظیمات رله های حفاظتی
- ۶ - نیازمندی در بررسی و اصلاح تنظیمات سیستم های کنترلی نیروگاهها بر اساس نیازمندی های شبکه مثل PSS - ارائه حفاظتهای ویژه به جهت حذف و یا کنترل تولید بر اساس تغییرات شبکه - خروج بیمورد نیروگاهها در حوادث شبکه بدلیل ضعف عملکرد سیستمهای کنترلی و ....

۳. مبتنی بر ادبیات مدیریت فناوری، برداشت‌های مختلفی از عنوان این پروژه می‌تواند مورد توجه باشد که مهمترین آن‌ها به صورت زیر می‌باشد.

الف: مقصود این پروژه، تدوین نقشه راه تحقیق و توسعه (R&D) است که هدف آن ایجاد دانش فنی بومی با منشأ داخلی از طریق تعریف سبدهای برنامه‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی می‌باشد.

ب: مقصود این پروژه تدوین نقشه راه توسعه فناوری است که هدف آن تکمیل زنجیره تولید دانش تا بازار از طریق تعریف سبدهای برنامه‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی، تدوین برنامه‌های آموزش و تربیت نیروی انسانی متخصص، برنامه‌های انتقال دانش و فناوری، برنامه‌های تأمین منابع مالی، سیاست‌ها و قوانین حمایت از کارآفرینان و پژوهشگران و ... می‌باشد.

از نظر جنابعالی در این پروژه کدام رویکرد بایستی مد نظر قرار گیرد؟

تدوین نقشه راه توسعه فناوری  تدوین نقشه راه تحقیق و توسعه

نظر تکمیلی:

۴- با توجه به اینکه موضوع حفاظت هم به روش‌ها و الگوریتم‌ها می‌پردازد و هم بحث تجهیزات را در برمی‌گیرد به نظر شما محدوده (های) شمول پروژه چیست؟

دانش‌افزار  سخت‌افزار  نرم‌افزار

نظر تکمیلی:

با توجه به بند ب سوال ۳ همه موارد فوق را شامل می‌گردد .

## پاسخ آقای دکتر خدرزاده

فرضیات پروژه
۳. با توجه به عنوان پروژه حاضر و نیز با توجه به اینکه در تمام طرح های تصویب شده توسط وزارت نیرو، توسعه فناوری مد نظر بوده لذا در این پروژه نیز به مقوله حفاظت از زاویه توسعه فناوری پرداخته می شود و هدف از انجام آن، برنامه ریزی برای کشور جهت ارتقای توان فناوری خود می باشد. بدیهی است خروجی این پروژه، نقشه راه توسعه حفاظت در شبکه برق ایران نخواهد بود. به عبارت دیگر نتیجه ای که در نهایت این پروژه حاصل می گردد، نقشه راه توسعه دانش و فناوری های اولویت دار در زمینه حفاظت شبکه برق ایران بر اساس چشم انداز و اهداف وزارت نیرو در زمینه حفاظت می باشد.
۴. با توجه به تعریف پروژه حاضر توسط وزارت نیرو در راستای اجرای سند مسیر راه فناوری صنعت برق ایران، وزارت نیرو مخاطب اصلی و متولی اجرای این پروژه بوده و ضمانت اجرایی آن را بر عهده دارد. همچنین با توجه به اقداماتی که در نقشه راه ارائه خواهد شد متولیان مربوط به هر اقدام مشخص خواهد شد.
نظرات تکمیلی: توصیه می شود اگر در این مورد مستندات و مدارکی که حاوی نظرات فوق باشد وجود دارد به اطلاع اعضای کمیته رسانده شود.

سؤالات پروژه به منظور شناسایی مرز فنی
۷. یکی از موضوعات مهم و چالش برانگیز در جلسات قبلی کمیته راهبری، موضوع در نظر گرفتن فناوری های نوین و سنتی در این پروژه بوده است. با توجه به وجود مشکلات عدیده در سیستم فعلی حفاظت کشور و اینکه مرز مشخصی بین فناوری های نوین و سنتی وجود ندارد، کدام گزینه را برای مورد توجه قرارداد در این پروژه مناسب تر می دانید؟
<input checked="" type="checkbox"/> توسعه فناوری های نوین حفاظت در شبکه برق <input type="checkbox"/> توسعه فناوری های حفاظت از طریق بهبود سیستم فعلی حفاظت شبکه برق در افق کوتاه و میان مدت و حرکت به سمت فناوری های نوین در افق بلندمدت
نظر تکمیلی: بهبود سیستم فعلی لزوماً با توسعه فناوری های حفاظت حاصل نخواهد شد.
۸. با توجه به متفاوت بودن حفاظت نیروگاهها و منحصر به فرد بودن سیستم های حفاظتی برای نیروگاه های

مختلف و همچنین پایین بودن سهم حوادث نیروگاهی در مقایسه با سایر حوادث شبکه، بطور عموم، مبحث حفاظت شبکه قدرت در بخش‌های انتقال، فوق توزیع و توزیع مطرح می‌گردد و تاثیر متقابل نیروگاه‌ها و حفاظت شبکه نیز مد نظر قرار می‌گیرد، آیا در این پروژه نیز به همین رویه عمل شود؟

 خیر

 بلی

نظر تکمیلی: در باب حفاظت نیروگاه هم مشکلات مختلفی وجود دارد که به دلیل ساختار اداری ویژه نیروگاه‌ها کمتر به اطلاع عموم کارشناسان می‌رسد.

۹. مبتنی بر ادبیات مدیریت فناوری، برداشت‌های مختلفی از عنوان این پروژه می‌تواند مورد توجه باشد که مهمترین آن‌ها به صورت زیر می‌باشد.

الف: مقصود این پروژه، تدوین نقشه راه تحقیق و توسعه (R&D) است که هدف آن ایجاد دانش فنی بومی با منشأ داخلی از طریق تعریف سبدهای از برنامه‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی می‌باشد.

ب: مقصود این پروژه تدوین نقشه راه توسعه فناوری است که هدف آن تکمیل زنجیره تولید دانش تا بازار از طریق تعریف سبدهای از برنامه‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی، تدوین برنامه‌های آموزش و تربیت نیروی انسانی متخصص، برنامه‌های انتقال دانش و فناوری، برنامه‌های تأمین منابع مالی، سیاست‌ها و قوانین حمایت از کارآفرینان و پژوهشگران و ... می‌باشد.

از نظر جنابعالی در این پروژه کدام رویکرد بایستی مد نظر قرار گیرد؟

 تدوین نقشه راه تحقیق و توسعه

 تدوین نقشه راه توسعه فناوری

نظر تکمیلی: به نظر می‌رسد بجز دو مورد فوق موارد دیگری هم وجود داشته باشد.

۴- با توجه به اینکه موضوع حفاظت هم به روش‌ها و الگوریتم‌ها می‌پردازد و هم بحث تجهیزات را در

برمی گیرد به نظر شما محدوده (های) شمول پروژه چیست؟

■ نرم افزار

■ سخت افزار

□ دانش افزار

نظر تکمیلی: این سوال مبهم است و لذا محدوده پروژه نامشخص است.

## پاسخ آقای دکتر شهرتاش

### سؤالات پروژه به منظور شناسایی مرز فنی

۱۰. یکی از موضوعات مهم و چالش برانگیز در جلسات قبلی کمیته راهبری، موضوع در نظر گرفتن فناوری های نوین و سنتی در این پروژه بوده است. با توجه به وجود مشکلات عدیده در سیستم فعلی حفاظت کشور و اینکه مرز مشخصی بین فناوری های نوین و سنتی وجود ندارد، کدام گزینه را برای مورد توجه قرار دادن در این پروژه مناسب تر می دانید؟

توسعه فناوری های نوین حفاظت در شبکه برق

توسعه فناوری های حفاظت از طریق بهبود سیستم فعلی حفاظت شبکه برق در افق کوتاه و میان مدت و حرکت به سمت فناوری های نوین در افق بلندمدت  
نظر تکمیلی:

(با توجه به فرض اول) بومی سازی و توسعه فناوری دستگاههای حفاظتی، اندازه گیری و کنترلی میکروپروسسوری

۱۱. با توجه به متفاوت بودن حفاظت نیروگاهها و منحصر به فرد بودن سیستم های حفاظتی برای نیروگاه های مختلف و همچنین پایین بودن سهم حوادث نیروگاهی در مقایسه با سایر حوادث شبکه، بطور عموم، مبحث حفاظت شبکه قدرت در بخش های انتقال، فوق توزیع و توزیع مطرح می گردد و تاثیر متقابل نیروگاهها و حفاظت شبکه نیز مد نظر قرار می گیرد، آیا در این پروژه نیز به همین رویه عمل شود؟

بلی

خیر

نظر تکمیلی:

با توجه به پاسخ سؤال ۱، این پرسش معنادار نیست.

۱۲. مبتنی بر ادبیات مدیریت فناوری، برداشت های مختلفی از عنوان این پروژه می تواند مورد توجه باشد که مهمترین آنها به صورت زیر می باشد.

الف: مقصود این پروژه، تدوین نقشه راه تحقیق و توسعه (R&D) است که هدف آن ایجاد دانش فنی بومی با

منشأ داخلی از طریق تعریف سبدی از برنامه‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی می‌باشد.

ب: مقصود این پروژه تدوین نقشه راه توسعه فناوری است که هدف آن تکمیل زنجیره تولید دانش تا بازار از طریق تعریف سبدی از برنامه‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی، تدوین برنامه‌های آموزش و تربیت نیروی انسانی متخصص، برنامه‌های انتقال دانش و فناوری، برنامه‌های تأمین منابع مالی، سیاست‌ها و قوانین حمایت از کارآفرینان و پژوهشگران و ... می‌باشد.

از نظر جنابعالی در این پروژه کدام رویکرد بایستی مد نظر قرار گیرد؟

تدوین نقشه راه تحقیق و توسعه

تدوین نقشه راه توسعه فناوری

نظر تکمیلی:

با توجه به فرض اول

۴- با توجه به اینکه موضوع حفاظت هم به روش‌ها و الگوریتم‌ها می‌پردازد و هم بحث تجهیزات را در برمی‌گیرد به نظر شما محدوده (های) شمول پروژه چیست؟

نرم افزار

سخت افزار

دانش افزار

نظر تکمیلی: با توجه به پاسخ سؤال ۱

### پاسخ آقای دکتر صنایع پسند

#### فرضیات پروژه

۵. با توجه به عنوان پروژه حاضر و نیز با توجه به اینکه در تمام طرح‌های تصویب شده توسط وزارت نیرو، توسعه فناوری مد نظر بوده لذا در این پروژه نیز به مقوله حفاظت از زاویه توسعه فناوری پرداخته می‌شود و هدف از انجام آن، برنامه‌ریزی برای کشور جهت ارتقای توان فناورانه خود می‌باشد. بدیهی است خروجی این پروژه، نقشه راه توسعه حفاظت در شبکه برق ایران نخواهد بود. به عبارت دیگر نتیجه‌ای که در نهایت این پروژه حاصل می‌گردد، نقشه راه توسعه دانش و فناوری‌های اولویت‌دار در زمینه حفاظت شبکه برق ایران بر اساس چشم‌انداز و اهداف وزارت نیرو در زمینه حفاظت می‌باشد.

۶. با توجه به تعریف پروژه حاضر توسط وزارت نیرو در راستای اجرای سند مسیر راه فناوری صنعت برق ایران، وزارت نیرو مخاطب اصلی و متولی اجرای این پروژه بوده و ضمانت اجرایی آن را بر عهده دارد. همچنین با توجه به

اقداماتی که در نقشه راه ارائه خواهد شد متولیان مربوط به هر اقدام مشخص خواهد شد.

نظرات تکمیلی: بهتر است نقشه راه توسعه حفاظت در شبکه برق ایران نیز مد نظر قرار گیرد.

### سوالات پروژه به منظور شناسایی مرز فنی

۱۳. یکی از موضوعات مهم و چالش برانگیز در جلسات قبلی کمیته راهبری، موضوع در نظر گرفتن فناوری‌های نوین و سنتی در این پروژه بوده است. با توجه به وجود مشکلات عدیده در سیستم فعلی حفاظت کشور و اینکه مرز مشخصی بین فناوری‌های نوین و سنتی وجود ندارد، کدام گزینه را برای مورد توجه قراردادن در این پروژه مناسب‌تر می‌دانید؟

توسعه فناوری‌های نوین حفاظت در شبکه برق

\* توسعه فناوری‌های حفاظت از طریق بهبود سیستم فعلی حفاظت شبکه برق در افق کوتاه و میان مدت و حرکت به سمت فناوری‌های نوین در افق بلندمدت  
نظر تکمیلی:

۱۴. با توجه به متفاوت بودن حفاظت نیروگاهها و منحصر به فرد بودن سیستم‌های حفاظتی برای نیروگاه‌های مختلف و همچنین پایین بودن سهم حوادث نیروگاهی در مقایسه با سایر حوادث شبکه، بطور عموم، مبحث حفاظت شبکه قدرت در بخش‌های انتقال، فوق توزیع و توزیع مطرح می‌گردد و تاثیر متقابل نیروگاهها و حفاظت شبکه نیز مد نظر قرار می‌گیرد، آیا در این پروژه نیز به همین رویه عمل شود؟

\* بلی  خیر

نظر تکمیلی: به نظر می‌رسد برخی حوادث نیروگاهی گزارش نمی‌شوند.

۱۵. مبتنی بر ادبیات مدیریت فناوری، برداشت‌های مختلفی از عنوان این پروژه می‌تواند مورد توجه باشد که مهمترین آن‌ها به صورت زیر می‌باشد.

الف: مقصود این پروژه، تدوین نقشه راه تحقیق و توسعه (R&D) است که هدف آن ایجاد دانش فنی بومی با منشأ داخلی از طریق تعریف سبدهای برنامه‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی می‌باشد.

ب: مقصود این پروژه تدوین نقشه راه توسعه فناوری است که هدف آن تکمیل زنجیره تولید دانش تا بازار از طریق تعریف سبدهای برنامه‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی، تدوین برنامه‌های آموزش و تربیت نیروی انسانی متخصص، برنامه‌های انتقال دانش و فناوری، برنامه‌های تأمین منابع مالی، سیاست‌ها و قوانین حمایت از کارآفرینان و



پژوهشگران و ... می باشد. از نظر جناب عالی در این پروژه کدام رویکرد بایستی مد نظر قرار گیرد؟

\*تدوین نقشه راه توسعه فناوری \*تدوین نقشه راه تحقیق و توسعه

نظر تکمیلی: به نظر می رسد تلفیق هر دو رویکرد بایستی مد نظر قرار گیرد.

۴- با توجه به اینکه موضوع حفاظت هم به روش ها و الگوریتم ها می پردازد و هم بحث تجهیزات را در برمی گیرد به نظر شما محدوده (های) شمول پروژه چیست؟

\* دانش افزار \* سخت افزار \* نرم افزار

نظر تکمیلی: هر سه عنوان باید بررسی شوند.

### پاسخ آقای مهندس عراقی

#### سوالات پروژه به منظور شناسایی مرز فنی

۱. یکی از موضوعات مهم و چالش برانگیز در جلسات قبلی کمیته راهبری، موضوع در نظر گرفتن فناوری های نوین و سنتی در این پروژه بوده است. با توجه به وجود مشکلات عدیده در سیستم فعلی حفاظت کشور و اینکه مرز مشخصی بین فناوری های نوین و سنتی وجود ندارد، کدام گزینه را برای مورد توجه قرار دادن در این پروژه مناسب تر می دانید؟

توسعه فناوری های نوین حفاظت در شبکه برق

توسعه فناوری های حفاظت از طریق بهبود سیستم فعلی حفاظت شبکه برق در افق کوتاه و میان مدت و حرکت به سمت فناوری های نوین در افق بلندمدت

نظر تکمیلی:

توسعه فناوری های نوین حفاظت در شبکه برق مبتنی بر سطح ولتاژ و موقعیت پست در توپولوژی شبکه

۲. با توجه به متفاوت بودن حفاظت نیروگاهها و منحصر به فرد بودن سیستم های حفاظتی برای نیروگاه های مختلف و همچنین پایین بودن سهم حوادث نیروگاهی در مقایسه با سایر حوادث شبکه، بطور عموم، مبحث حفاظت شبکه قدرت در بخش های انتقال، فوق توزیع و توزیع مطرح می گردد و تاثیر متقابل نیروگاه ها و حفاظت شبکه نیز مد نظر قرار می گیرد، آیا در این پروژه نیز به همین رویه عمل شود؟

بلی  خیر

نظر تکمیلی:

می بایست حفاظت نیروگاه های پراکنده که اخیراً وارد شبکه توزیع می شوند نیز در نظر گرفته شود.

پژوهشگران و ... می باشد.

از نظر جناب عالی در این پروژه کدام رویکرد بایستی مد نظر قرار گیرد؟

تدوین نقشه راه توسعه فناوری  تدوین نقشه راه تحقیق و توسعه

نظر تکمیلی:

۴- با توجه به اینکه موضوع حفاظت هم به روش ها و الگوریتم ها می پردازد و هم بحث تجهیزات را در برمی گیرد به نظر شما محدوده (های) شمول پروژه چیست؟

دانش افزار  سخت افزار  نرم افزار

نظر تکمیلی:

متوجه سؤال و تفکیک پاسخ آن نمی شوم، زیرا روش ها و الگوریتم ها مبتنی بر تجهیزات می باشد و نرم افزار های هر رله مبتنی توانایی های سخت افزار آن می باشد، منظور از دانش افزار در خصوص رله و حفاظت چیست؟ به هر حال اگر منظور تولید دانش جدید باشد که بی معنی است ولیکن اگر شناخت تکنولوژی های روز دنیا و توسعه آن باشد قابل بحث و برنامه ریزی می تواند باشد.

## پاسخ آقای دکتر فرمد

فرضیات پروژه
<p>۷. با توجه به عنوان پروژه حاضر و نیز با توجه به اینکه در تمام طرح های تصویب شده توسط وزارت نیرو، توسعه فناوری مد نظر بوده لذا در این پروژه نیز به مقوله حفاظت از زاویه توسعه فناوری پرداخته می شود و هدف از انجام آن، برنامه ریزی برای کشور جهت ارتقای توان فناورانه خود می باشد. بدیهی است خروجی این پروژه، نقشه راه توسعه حفاظت در شبکه برق ایران نخواهد بود. به عبارت دیگر نتیجه ای که در نهایت این پروژه حاصل می گردد، نقشه راه توسعه دانش و فناوری های اولویت دار در زمینه حفاظت شبکه برق ایران بر اساس چشم انداز و اهداف وزارت نیرو در زمینه حفاظت می باشد.</p>
<p>۸. با توجه به تعریف پروژه حاضر توسط وزارت نیرو در راستای اجرای سند مسیر راه فناوری صنعت برق ایران، وزارت نیرو مخاطب اصلی و متولی اجرای این پروژه بوده و ضمانت اجرایی آن را بر عهده دارد. همچنین با توجه به اقداماتی که در نقشه راه ارائه خواهد شد متولیان مربوط به هر اقدام مشخص خواهد شد.</p>
<p>نظرات تکمیلی:</p> <p>موافقم.</p> <p>البته در کنار این پروژه، "تدوین نقشه راه توسعه حفاظت در شبکه برق ایران" نیز ضروری است که انجام شود. شاید مناسب باشد که در انتهای پروژه فعلی و با مشخص شدن مقوله حفاظت از زاویه توسعه فناوری، این مهم نیز به عنوان یک کار تکمیلی در قالب همین مطالعه انجام شود.</p> <p>درست است که ضامن اصلی اجرای این پروژه وزارت نیروست اما پس از مشخص شدن موضوع حفاظت از زاویه توسعه فناوری، قاعدتاً بایستی فناوری های مورد نیاز شناسایی شده، نمونه سازی و تجاری سازی شوند که در آن مقطع، بخش خصوصی حضور پررنگی خواهد داشت و باید بر اساس بستر سازی های وزارت نیرو عمل کند.</p>

### سوالات پروژه به منظور شناسایی مرز فنی

۱۶. یکی از موضوعات مهم و چالش برانگیز در جلسات قبلی کمیته راهبری، موضوع در نظر گرفتن فناوری های نوین و سنتی در این پروژه بوده است. با توجه به وجود مشکلات عدیده در سیستم فعلی حفاظت کشور و اینکه مرز مشخصی بین فناوری های نوین و سنتی وجود ندارد، کدام گزینه را برای مورد توجه قراردادن در این پروژه مناسب تر می دانید؟

توسعه فناوری های نوین حفاظت در شبکه برق

\* توسعه فناوری های حفاظت از طریق بهبود سیستم فعلی حفاظت شبکه برق در افق کوتاه و میان مدت و حرکت به سمت فناوری های نوین در افق بلندمدت  
نظر تکمیلی:  
البته اگر خواسته دوم یعنی توسعه فناوری های حفاظت از طریق بهبود سیستم فعلی حفاظت شبکه برق مطرح باشد، باید به نوعی نقشه راه توسعه حفاظت در شبکه برق ایران نیز بررسی شود.

۱۷. با توجه به متفاوت بودن حفاظت نیروگاهها و منحصر به فرد بودن سیستم های حفاظتی برای نیروگاه های مختلف و همچنین پایین بودن سهم حوادث نیروگاهی در مقایسه با سایر حوادث شبکه، بطور عموم، مبحث حفاظت شبکه قدرت در بخش های انتقال، فوق توزیع و توزیع مطرح می گردد و تاثیر متقابل نیروگاهها و حفاظت شبکه نیز مد نظر قرار می گیرد، آیا در این پروژه نیز به همین رویه عمل شود؟

\* بلی  خیر

نظر تکمیلی:

البته در مورد نیروگاه های قدیمی، اصلاح و به روز کردن سیستم های حفاظتی نیز می تواند مد نظر باشد.

۱۸. مبتنی بر ادبیات مدیریت فناوری، برداشتهای مختلفی از عنوان این پروژه می تواند مورد توجه باشد که مهمترین آنها به صورت زیر می باشد.

الف: مقصود این پروژه، تدوین نقشه راه تحقیق و توسعه (R&D) است که هدف آن ایجاد دانش فنی بومی با منشأ داخلی از طریق تعریف سبدهای از برنامهها و پروژههای تحقیقاتی می باشد.

ب: مقصود این پروژه تدوین نقشه راه توسعه فناوری است که هدف آن تکمیل زنجیره تولید دانش تا بازار از طریق تعریف سبدهای از برنامهها و پروژههای تحقیقاتی، تدوین برنامههای آموزش و تربیت نیروی انسانی متخصص، برنامههای انتقال دانش و فناوری، برنامههای تأمین منابع مالی، سیاستها و قوانین حمایت از کارآفرینان و پژوهشگران و ... می باشد.

از نظر جناب عالی در این پروژه کدام رویکرد بایستی مد نظر قرار گیرد؟

\* تدوین نقشه راه توسعه فناوری  تدوین نقشه راه تحقیق و توسعه

نظر تکمیلی:

۴- با توجه به اینکه موضوع حفاظت هم به روشها و الگوریتمها می پردازد و هم بحث تجهیزات را در برمی گیرد به نظر شما محدوده (های) شمول پروژه چیست؟

دانش‌افزار

\* سخت‌افزار

\* نرم‌افزار

نظر تکمیلی:

تصور من این است که با شناسایی سخت‌افزارهای مورد نیاز بهبود حفاظت شبکه و تکمیل زنجیره تولید دانش تا بازار این سخت‌افزارها و تهیه نرم‌افزارهای راهبری این سخت‌افزارها، خواسته این مطالعه تأمین می‌شود.



## مراجع

- [1]: <http://www.moe.gov.ir/>
- [2]: <http://www.tavanir.org.ir/>
- [3]: <http://maslahat.ir/>
- [4]: <http://www.majlis.ir/>
- [5]: <http://sccr.ir/>
- [6]: <http://www.atf.gov.ir/>
- [7]: <http://www.spac.ir/Portal/View/Page.aspx?PageId=0c1adeb9-d144-46a3-9e5e-ced7504c23b3>
- [8]: <http://www.igmc.ir/>
- [9]: <http://www.isiri.org/>
- [10]: <http://www.eptp.ir/fa/>
- [11]: <http://www.suna.org.ir/fa/home>
- [12]: <http://www.saba.org.ir/fa/home>
- [13]: <http://www.esfrd.ir/>
- [14]: <http://www.iaeee-iran.org/index.aspx?fkeyid=&siteid=1&pageid=139>
- [15]: <http://www.isti.ir/>
- [16]: <http://citc.ir/>
- [17]: <http://www.idro.ir/Pages/HomePage.aspx>
- [18]: <https://www.insf.org/Index.php>
- [19]: <http://www.irantechfund.ir/fa/>
- [20]: <http://www.nri.ac.ir/>

[۲۱]: سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۷۹

[۲۲]: سند مسیر راه فناوری صنعت برق ایران، شرکت راهبران مدیریت امین، ۱۳۹۲

[۲۳]: سند چشم‌انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۲

[۲۴]: قانون برنامه پنج ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۹

[۲۵]: مصوبه مجمع تشخیص مصلحت نظام در مورد سیاست‌های کلی نظام، ۱۳۷۶

[۲۶]: سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف، ۱۳۸۹

[۲۷]: سیاست‌های اقتصاد مقاومتی، ۱۳۹۲

[۲۸]: سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو در حوزه برق و انرژی، ۱۳۹۰

[۲۹]: نقشه جامع علمی کشور، ۱۳۸۹

[۳۰]: برنامه راهبردی انرژی، ۱۳۹۲

[۳۱]: سند بالاسری صنعت برق کشور، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور، ۱۳۹۲

[۳۲]: سند توسعه ویژه (فرابخشی) مدیریت انرژی، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸۳

[۳۳]: قانون هدفمند کردن یارانه‌ها، ۱۳۸۸

[۳۴]: سند راهبرد ملی توسعه صادرات غیرنفتی جمهوری اسلامی ایران، وزارت بازرگانی - سازمان توسعه تجارت ایران، ۱۳۸۹

[۳۵]: بخش برق در قانون بودجه سال ۱۳۹۳

[۳۶]: اسناد راهبردی طرح شبکه هوشمند برق ایران، ۱۳۹۱



## فهرست مطالب

۱	ادبیات موضوع توجیه پذیری .....
۳	۱-۱) تحلیل علایق ملی-امکان پذیری .....
۳	۲-۱) تحلیل های مالی-اقتصادی .....
۴	۳-۱) روش های ریاضی تصمیم گیری .....
۶	۲) ضروریات توسعه فناوریهای حفاظت .....
۷	۱-۲) مقدمه .....
۷	۲-۲) بررسی سیستم فعلی حفاظت ایران .....
۸	۳-۲) مزایای توسعه فناوریهای حفاظتی در شبکه فعلی .....
۹	۱-۳-۲) از منظر فنی .....
13	۲-۳-۲) از منظر اقتصادی .....
۲۱	۳-۳-۲) از منظر امنیتی .....
۲۱	۴-۳-۲) سایر عوامل .....
22	۴-۲) لزوم توسعه فناوریهای نوین حفاظت برای شبکه های آینده .....
28	۱-۴-۲) میزان رشد تمایل به فناوری های نوین حفاظت در دنیا .....
۳۲	نتیجه گیری .....
۳۴	مراجع .....

### فهرست اشکال

- شکل ۱-۲): شاخص عملکرد سیستم حفاظتی شبکه انتقال ایران در سالهای ۸۵ تا ۹۲..... ۸
- شکل ۲-۲): اهمیت دستیابی به تکنولوژی ساخت تجهیزات حفاظتی بویژه رلههای حفاظتی..... ۹
- شکل ۳-۲): نقش و اهمیت رله در صنعت برق..... ۱۰
- شکل ۴-۲): مصرفکنندگان عمده رله های حفاظتی در کشور..... ۱۱
- شکل ۵-۲): ضرورت دستیابی به فناوریهای نوین حفاظتی بلحاظ خروج ارز از کشور..... ۱۴
- شکل ۶-۲): نقش تحریم ها در ضرورت ساخت رله در داخل کشور..... ۱۶
- شکل ۷-۲): اثر خاموشی بر اقتصاد ملی..... ۲۰
- شکل ۸-۲): میزان رویت پذیری در شبکه برق ایران..... ۲۴
- شکل ۹-۲): متوسط راندمان نیروگاههای حرارتی..... ۲۶
- شکل ۱۰-۲): مقایسه قیمت تولید برق از منابع مختلف انرژی..... ۲۶
- شکل ۱۱-۲): میزان مصرف نفت در گذشته، حال و آینده..... ۲۸
- شکل ۱۲-۲): وضعیت نصب PMU در شبکه شما آمریکا در سال ۲۰۰۹..... ۳۰
- شکل ۱۳-۲): وضعیت نصب PMU در شبکه شما آمریکا در سال ۲۰۱۲..... ۳۱

### فهرست جدول

- جدول ۱-۱: ماتریس تصمیم‌گیری چندمعیاره ..... ۵
- جدول ۱-۲: تعداد حوادث رخ داده در شبکه انتقال ایران برای چهار سال و دلیل آنها ..... ۱۸
- جدول ۲-۲: کاهش تولید در اجزای مختلف کل تولید ناخالص داخلی با توجه به سناریوهای مختلف خاموشی . ۲۰
- جدول ۳-۲: مقایسه PMUهای بکار رفته در کشورهای مختلف ..... ۳۱

# فصل اول

(۱) ادبیات موضوع توجیه پذیری

## ۱-۱ مقدمه

توسعه‌ی هر فناوری در گرو داشتن یک دلیل موجه، که بیان‌کننده‌ی چرایی توسعه است، می‌باشد. در کنار مزایای مختلفی که گسترش یک فناوری به‌همراه می‌آورد، هزینه‌هایی نیز بر هر سیستم توسعه دهنده فناوری تحمیل می‌شود. در این راستا، لازم است تا با سنجش تناسب مزایای حاصل از توسعه در برابر هزینه‌های آن، فناوری منتخب برای توسعه برگزیده شوند. این تحلیل هزینه مزایا بیان‌کننده دلیلی موجه برای گسترش فناوری است. اگر موضوع این توجیه‌پذیری بررسی یک فناوری نوظهور باشد، فرصت‌های پدیدآمده از توسعه این فناوری در آینده‌ی نزدیک بیانگر مزایای آن است. اگر هم فناوری‌های بالغ موضوع تحلیل باشد، به‌دلیل مشاهده‌ی اثرات آن در زمان حاضر، منظور از مزایا فایده‌های حاصل از آن خواهد بود. بنابراین، در فناوری‌های نوظهور تحلیل هزینه-فرصت و در فناوری‌های بالغ تحلیل هزینه-فایده محور توجیه‌پذیری است. در این تحلیل، هزینه‌ها و مزایا (فرصت یا فایده) حاصل می‌تواند دارای ابعاد مختلف اقتصادی (مانند نرخ بازگشت سرمایه)، اجتماعی (اشتغال‌زایی)، زیست‌محیطی (میزان پایداری)، و سیاسی (همراستایی با سیاست‌های کلان کشور) باشد. در انتخاب میان هر دسته از فناوری‌ها، این ابعاد ممکن است از درجه‌ی اهمیت متفاوتی برخوردار شوند. در میان گونه‌هایی از فناوری‌ها، مانند فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر و نانو، مزایای اقتصادی اجتماعی و زیست‌محیطی آن پررنگتر بوده، و در مورد فناوری‌های دفاعی و نیز انرژی هسته‌ای، مزایای سیاسی آن.

گنجاندن مولفه‌ی توجیه‌پذیری در یک سند ملی علاوه بر این که دلیل محکمی برای درست بودن توسعه فناوری ارائه می‌نماید، بر اجرایی شدن آن در بین ذینفعان نیز تاثیر می‌گذارد. فرایند توسعه یک فناوری جدید نیازمند مشارکت تمام ذینفعان در کلیه سطوح جامعه (خصوصاً سطوح پایین جامعه یعنی اجرا کنندگان) هستند. اتخاذ تصمیمات توسط سیاست‌گذاران و ابلاغ مستقیم آن‌ها به سایر کنش‌گران دخیل در توسعه، الزامی برای توسعه فناوری در میان کنش‌گران به‌وجود نمی‌آورد. به‌عبارت دیگر، توسعه موفق یک فناوری را نمی‌توان در یک فرایند دستوری غیرموجه به انجام رساند. توجیه‌پذیر بودن فناوری در کنار وجود برنامه‌ها و سیاست‌های تسهیل‌کننده می‌تواند به توسعه پایدار فناوری‌های راهبردی منجر شود. این موضوع به‌خصوص در کشورهای کمتر توسعه یافته که به توجیه‌پذیری توسعه فناوری‌ها در اسناد بالادستی پرداخته نشده، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. انجام توجیه‌پذیری باید در مقایسه با گزینه‌های رقیب فناوری باشد. به‌عبارت دیگر، توجیه‌پذیری از مطالعه‌ی محیط حاصل می‌شود و جدا از بررسی محیط داخلی است. با استفاده از تکنیک‌های مختلفی مانند تحلیل علایق ملی-امکان‌پذیری، روش-

های ریاضی تصمیم‌گیری، و تحلیل‌های مالی-اقتصادی می‌تواند موجه بودن یک فناوری راهبردی را نسبت به سایر رقبا به-اثبات رساند. نکته‌ای که باید به آن توجه نمود این است که لزوماً همه روش‌های پیشنهادی در همه انواع گونه‌های فناورانه به-کار نمی‌رود. به‌عنوان مثال تحلیل‌های مالی-اقتصادی بیشتر در مورد فناوری‌هایی که به بازار نزدیک بوده و توانایی تولید سود اقتصادی برای کشور را دارند به‌کار می‌روند، اما در حوزه‌های فناورانه‌ای که هنوز در ابتدای مسیر توسعه هستند یا توسعه آن‌ها صرفاً به منظور کسب مزیت‌های اقتصادی صورت نمی‌گیرد تحلیل علایق ملی-امکان‌پذیری به‌کار می‌رود. در این قسمت به ارائه‌ی این روش‌های توجیه‌پذیری فناوری به‌شکل مختصر پرداخته می‌شود.

### ۱-۱) تحلیل علایق ملی-امکان‌پذیری

در این روش، آنچه موجب توجیه‌پذیری توسعه یک فناوری می‌گردد، حداکثرسازی منافع ملی در برابر داشتن قابلیت اجرا (امکان‌پذیری) است. منافع ملی دارای ابعاد مختلفی است از جمله معیارهای اشتغال‌زایی، جلوگیری از خروج ارز، صرفه‌جویی در هزینه نیروی کار و ایجاد بازار برای مواد اولیه تولید داخل. در طرف مقابل، امکان‌پذیری نیز دارای سطوحی مانند محدودیت توانمندی طراحی اجزاء، محدودیت در توانمندی ساخت اجزاء، و نیز محدودیت مزیت رقابتی نسبت به سایر رقبا است. برحسب فناوری، معیارهای ارائه شده برای علایق ملی و امکان‌پذیری می‌تواند دارای تفاوت باشد.

### ۱-۲) تحلیل‌های مالی-اقتصادی

تحلیل‌های مالی-اقتصادی را می‌توان به در قالب سه روش زیر تبیین نمود. روش اول، روش ارزش حال<sup>۱</sup> است. یکی از ساده‌ترین روش‌ها برای ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها، استفاده از روش ارزش حال است. محاسبه ارزش حال در یک فرآیند مالی، تبدیل ارزش آینده کلیه دریافت‌ها به ارزش فعلی در زمان حال یا مبدأ پروژه است. در مقایسه اقتصادی چند پروژه به طریق ارزش فعلی، پروژه‌ای که دارای ارزش فعلی خالص بیشتری باشد اقتصادی‌ترین پروژه خواهد بود. اگر مبنای مقایسه ارزش فعلی

<sup>1</sup>Present worth

هزینه‌ها باشد، یعنی فقط هزینه‌های مختلف پروژه‌ها در اختیار باشد، اقتصادی‌ترین پروژه، پروژه‌ای است که دارای کمترین ارزش فعلی هزینه‌ها باشد.

روش دوم تحلیل نرخ بازگشت سرمایه است. در این روش ضابطه قبول و یا رد یک پروژه بر اساس معیاری (نرخ) به نام نرخ بازگشت سرمایه محاسبه می‌گردد. در حقیقت تعادل درآمدها (درآمدهای سالیانه، ارزش اسقاطی،...) و هزینه‌ها (سرمایه اولیه، هزینه‌های سالیانه و...)، تحت یک نرخ (البته نه همیشه یک نرخ) امکان‌پذیر است و آن نرخ (نرخ‌ها)، نرخ بازگشت سرمایه است.

روش سوم، روش ارزش یکنواخت سالیانه است. در روش هزینه‌های سالیانه، رویکرد مشابه روش ارزش حال استفاده می‌شود. در این روش درآمدها و یا هزینه‌ها به دریافت و یا پرداخت سالیانه یکنواخت تبدیل می‌شوند. با این تکنیک و با توجه به اطلاعات طرح، هزینه یکنواخت سالیانه و یا درآمد یکنواخت سالیانه شناخته می‌شود. یکی از مزایای این روش بر خلاف روش ارزش فعلی، این است که عمر پروژه‌ها تغییری در محاسبات نمی‌دهد و در حقیقت نیازی به تعیین عمر مشترک برای زمانی که پروژه‌ها دارای عمر نابرابرند نیست.

### ۱-۳) روش‌های ریاضی تصمیم‌گیری

روش‌های ریاضی تصمیم‌گیری شامل دامنه‌ای وسیع از تکنیک‌ها مانند شبیه‌سازی، برنامه‌ریزی پویا، تئوری بازی‌ها، مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و غیره است. در تصمیم‌گیری در مورد توسعه فناوری‌ها در شرایط اطمینان کامل (تصمیم‌گیرنده با اطمینان پیامدهای انتخاب هر فناوری را می‌داند)، می‌توان از مدل‌ها و فنون تصمیم‌گیری چند معیاره<sup>۱</sup>، به‌عنوان یکی از روش‌های ریاضی تصمیم‌گیراستفاده نمود. در این مدل‌ها، دو یا چند معیار به طور هم‌زمان برای تصمیم در مورد فناوری مد نظر قرار می‌گیرد. این مدل‌ها خود به دو دسته‌ی مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه<sup>۲</sup> و مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه<sup>۱</sup> تقسیم می‌شود. مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه مورد استفاده برای اولویت‌بندی فناوری نبوده و از چارچوب مطالعه حاضر خارج است.

<sup>۱</sup>Multi Criteria Decision Making (MCDM)

<sup>۲</sup>Multi Attribute Decision Making (MADM)

تصمیم‌گیری چند شاخصه گونه‌ای از روش‌های تصمیم‌گیری در مورد فناوری است که به منظور اولویت‌بندی و یا انتخاب مناسب‌ترین گزینه فناوری از بین  $m$  گزینه موجود، براساس  $n$  معیار تصمیم‌گیری به کار می‌روند. هر معیار نسبت به معیار دیگر می‌تواند دارای مقیاس اندازه‌گیری متفاوتی باشد. لذا به دلیل با معنی بودن محاسبات و نتایج از طریق روش‌های علمی، داده‌ها بی‌مقیاس می‌شوند، به گونه‌ای که اهمیت نسبی آن‌ها حفظ شود. این معیارها دارای وزن نسبی هستند. در واقع وزن‌ها میزان اهمیت نسبی هر معیار را در تصمیم‌گیری مربوطه بیان می‌کند. این نوع مسائل معمولاً به صورت ماتریس زیر فرموله می‌شوند (جدول ۱-۱).

جدول ۱-۱: ماتریس تصمیم‌گیری چندمعیاره

$X_1$	$X_2$	.....	$X_n$	معیار گزینه‌های فناوری
$r_{11}$	$r_{12}$	.....	$r_{1n}$	$A_1$
$r_{21}$	$r_{22}$	.....	$r_{2n}$	$A_2$
$r_{m1}$	$r_{m2}$	.....	$r_{mn}$	$A_m$

در این بین، گزینه‌ای از فناوری بهتر خواهد بود که ایده‌آل هر معیار را تأمین نماید. اگرچه این امر در اغلب مواقع غیر ممکن می‌باشد. به هر حال از لحاظ ریاضی، بهترین گزینه در یک مدل MADM، یک گزینه ذهنی  $A^*$  خواهد بود که مرجح‌ترین ارزش یا مطلوبیت را از هر معیار کسب نماید. در تصمیم‌گیری چندشاخصه از روش‌های مختلفی مانند AHP، Topsis، ELECTRE و غیره استفاده می‌شود.

<sup>1</sup>Multi Objective Decision Making (MODM)

<sup>2</sup>Alternative



# فصل دوم

۲) ضروریات توسعه فناوری‌های حفاظت

## ۲-۱) مقدمه

حفاظت سیستم های قدرت مهمترین موضوع در بهره برداری از شبکه های برق از سطح فشار قوی تا فشار ضعیف می باشد. وظیفه سیستم حفاظت آن است که هر جزء از شبکه الکتریکی که دچار خطا یا اتصالی شده را در کمترین زمان ممکن از مدار خارج سازد به شکلی که احتمال خطر از بین رفته و کوچکترین بخش از شبکه الکتریکی مجزا گردد. همین امر در شرایط بهره برداری غیرعادی نیز صادق است.

سیستم های حفاظتی نقش اساسی در ایمنی، پایداری و قابلیت سیستم برق رسانی را عهده دار بوده و از شروع و گسترش دامنه خسارت ناشی از خطاهای مختلف جلوگیری می نماید. همچنین عملکرد مناسب و انتخابی سیستم حفاظتی باعث کاهش سطح خاموشی می شود چراکه حداقل ناحیه ای را که برای رفع عیب کافی است از شبکه جدا نموده و باعث تداوم برق رسانی به قسمت های دیگر شبکه می شود.

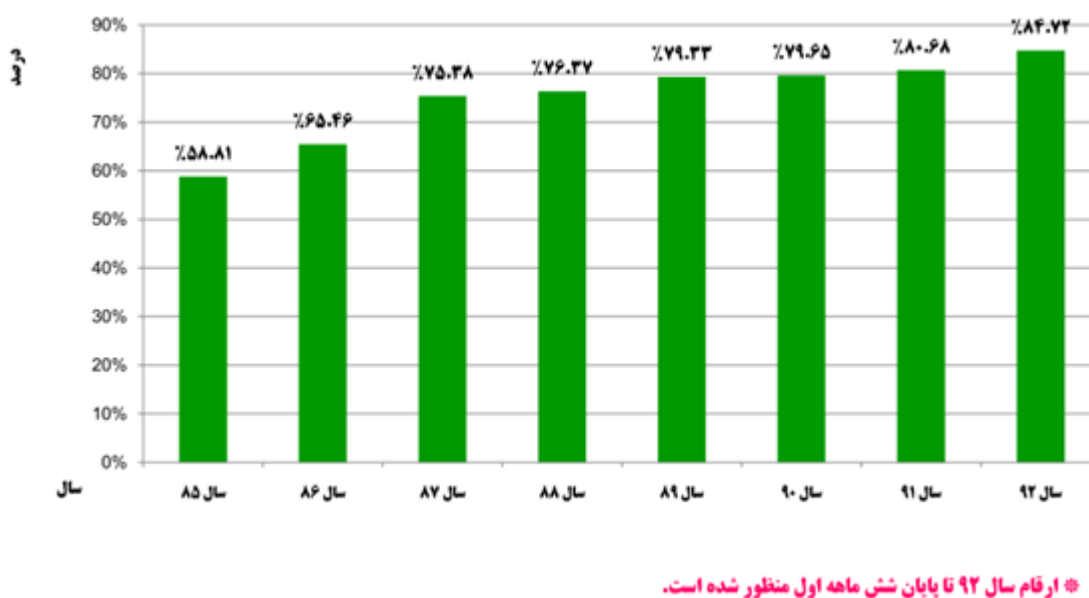
اجزاء اصلی یک سیستم حفاظتی شامل رله ها، ترانس های جریان و ولتاژ و کلیدها هستند که اختلال یا عدم کارکرد هر یک از این اجزاء باعث عملکرد نادرست سیستم حفاظتی می گردد. عدم عملکرد مناسب سیستم حفاظت بلحاظ فنی، اقتصادی و امنیتی مشکلات عدیده ای را ایجاد می نماید بطوریکه هدف کلیه متخصصین حفاظت بهبود ساختار حفاظت شبکه ها بمنظور کاهش چالش های پیشرو است. براین اساس در این فصل از گزارش به بررسی وضعیت فعلی حفاظت در شبکه های برق کشور و لزوم توسعه فناوری حفاظت و گسترش زیرساخت های فناوری های نوین در آینده حفاظت شبکه های برق پرداخته خواهد شد.

## ۲-۲) بررسی سیستم فعلی حفاظت ایران

صنعت برق کشور در حال حاضر هم به لحاظ ظرفیت نصب شده و هم به لحاظ فنی مهندسی در سطح منطقه حائز رتبه نخست می باشد. تداوم رشد اقتصادی کشور مستلزم برخورداری از یک شبکه تأمین انرژی الکتریکی مطمئن و پایدار می باشد.

از سال ۱۳۸۲ تاکنون در شبکه برق کشور فروپاشی سراسری اتفاق نیفتاده است، به عبارت دیگر ظرف بیش از ده سال گذشته شبکه برق کشور دارای پایداری سراسری بوده است که این بهبود وضعیت، موفقیت بزرگی برای صنعت برق کشور

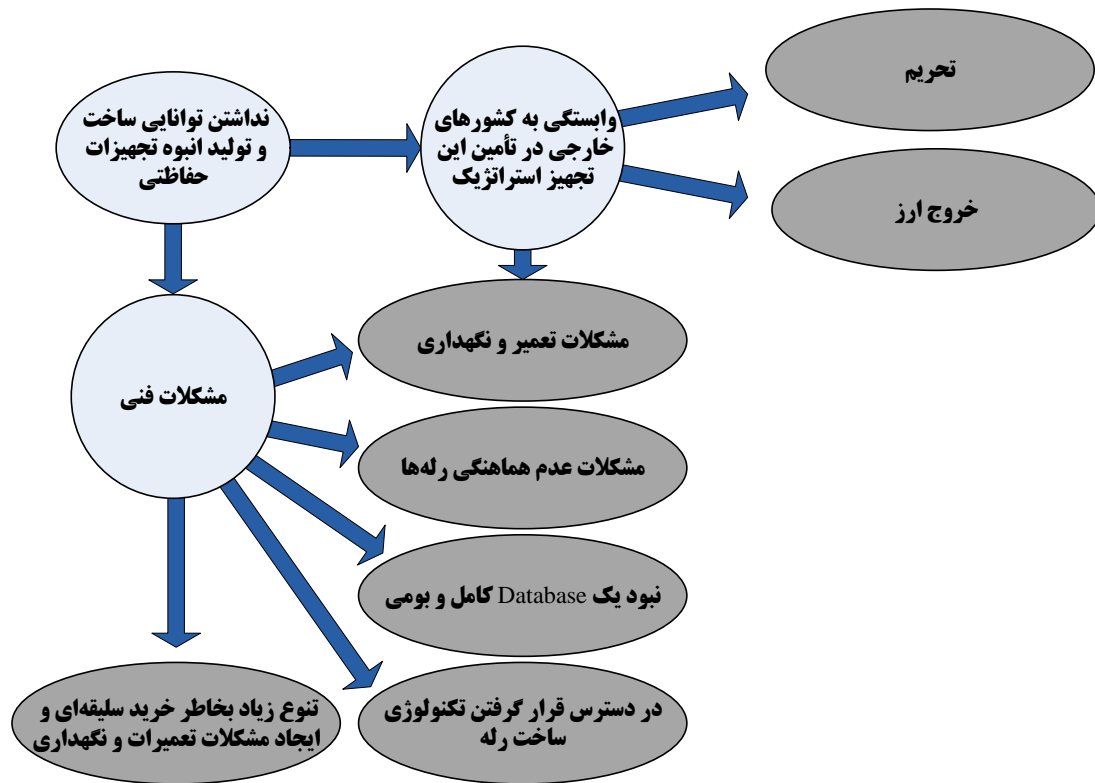
به شمار می آید. بعلاوه بررسی و تجزیه و تحلیل حوادث شبکه برای رسیدن به حفظ امنیت و ارتقاء پایداری و همچنین کنترل حوادث شبکه از سال ۱۳۸۵ در دستور کار شرکت مدیریت شبکه برق ایران قرار گرفته است. براساس نمودار ارائه شده در شکل ۱-۲، میزان شاخص عملکرد صحیح سیستم های حفاظتی در نیمه اول سال ۱۳۸۵ برابر ۳۲/۵۳٪ بوده که در نیمه اول سال ۱۳۸۹ این شاخص به رقم ۷۷/۰۸٪ رسیده است. با توجه به برنامه ریزی های انجام شده، این شاخص در پایان سال ۱۳۹۱ به رقم ۸۸٪ رسیده است. بنابراین پرواضح است که با برنامه ریزی های مدون انجام شده، قابلیت اطمینان سیستم حفاظت کشور افزایش چشمگیری طی سالیان گذشته داشته است.



شکل ۱-۲: شاخص عملکرد سیستم حفاظتی شبکه انتقال ایران در سال های ۸۵ تا ۹۲ [۱]

## ۳-۲ مزایای توسعه فناوری های حفاظتی در شبکه فعلی

توسعه دانش و فناوری های حفاظت در کشور گامی بسیار بلند در توسعه فناوری های نوین حفاظتی بمنظور ایجاد شبکه های آینده (که در ادامه گزارش بررسی خواهد شد) است، توسعه و بومی سازی دانش حفاظت در شرایط فعلی کشور نیز مزایای بیشماری را ایجاد می نماید که در ادامه به مهمترین آن ها پرداخته خواهد شد. لازم به ذکر است شکل زیر خلاصه ای از مهمترین این عوامل را نشان داده است.



شکل ۲-۲): اهمیت دستیابی به تکنولوژی ساخت تجهیزات حفاظتی بویژه رله‌های حفاظتی

### ۲-۳-۱) از منظر فنی

#### اهمیت ویژه رله‌های حفاظتی در شبکه‌های برق

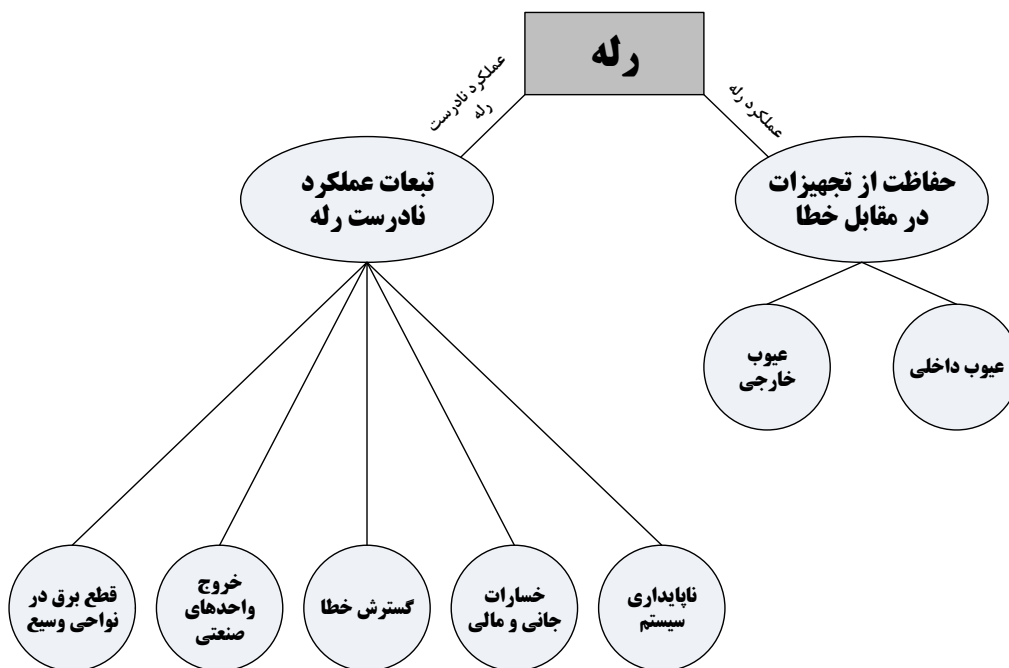
بطور کلی دانش حفاظت دو هدف عمده را در صنعت برق دنبال می‌نماید. ابتدا حفاظت تجهیزات گرانقیمت این صنعت و دوم

افزایش قابلیت اطمینان این صنعت حیاتی و راضی نگه‌داشتن مشتریان خانگی و صنعتی.

رله در حفاظت سیستم قدرت نقش حیاتی دارد. این سامانه هوشمند، بسته به نوع بکارگیری در شبکه‌های قدرت و نوع کاربری آن قابلیت شناسایی خطاهای مختلف را داراست و با تمهیداتی که در نقشه حفاظتی سیستم قدرت تعبیه شده است، قادر است منطقه خطا را به صورت موقتی یا دائمی جداسازی نماید. تشخیص درست، به موقع و عملکرد به جای رله‌ها در قابلیت اطمینان شبکه و خدمت‌رسانی صنعت برق بسیار حائز اهمیت است. برای مشخص نمودن نقش و اهمیت رله‌های حفاظتی در تشخیص به موقع و سریع خطاها شکل ۲-۳ ارائه شده است که برخی از مهمترین فاکتورهای نشان داده شده در این شکل در

ادامه آورده شده است [۲]:

- احتمال اینکه یک یا چند ژنراتور در یک یا چند نیروگاه از سنکرونیزم خارج شده و از سیستم جدا گردند.
- بروز خسارت بیشتر در محل وقوع خطاها هر چه از زمان بوجود آمدن آن بگذرد.
- احتمال بروز گسترش خطا به قسمت‌های سالم سیستم.
- احتمال خارج شدن موتورهای سنکرون در واحدهای صنعتی از مدار.
- از دست دادن سرویس برق توسط مصرف کننده‌ها و یا دریافت برق با کیفیت نامناسب
- خاموشی سراسری و خسارات زیاد اجتماعی و اقتصادی ناشی از آن.
- مشکلات ایجاد شده در واحدهای صنعتی مانند ذوب آهن و پتروشیمی و ....



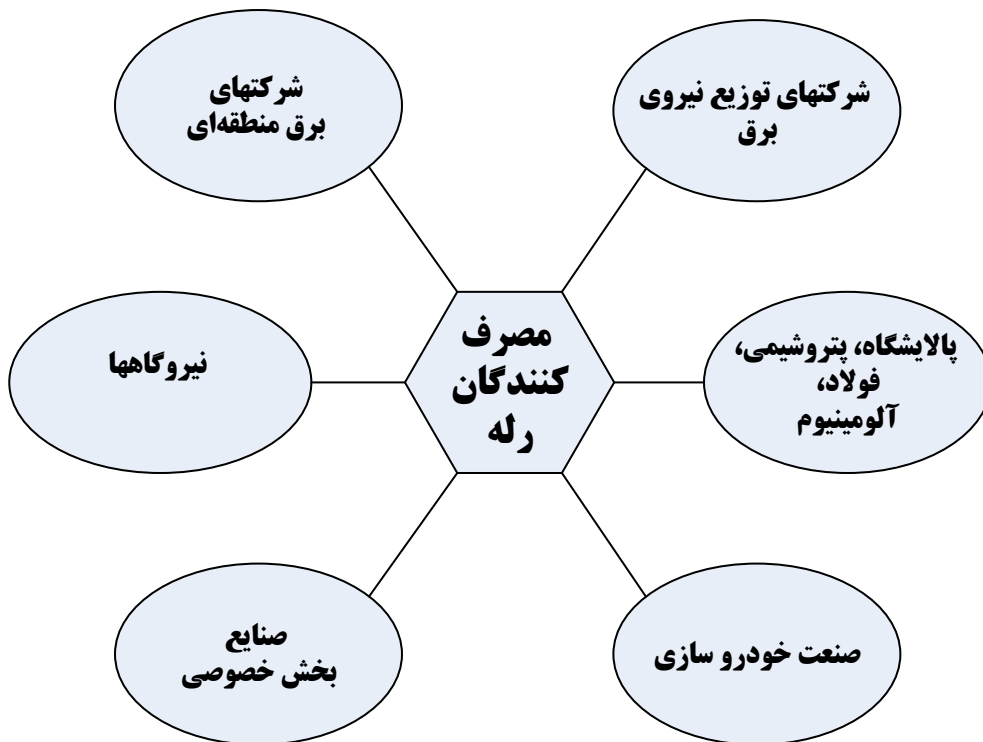
شکل ۲-۳: نقش و اهمیت رله در صنعت برق

اما در صورت عملکرد سریع و صحیح رله‌های حفاظتی:

- از بروز خطا در دستگاه دارای خطا جلوگیری کرده و یا مقدار خسارت را به حداقل می‌رساند. در نتیجه هزینه و وقت کمتری صرف تعمیرات شده و دستگاه آسیب دیده سریع‌تر به مدار بر می‌گردد.

- شدت و مدت تداخل خرابی یک عضو را با سایر اجزای سیستم کاهش داده یا از آن جلوگیری می کند و در نتیجه به بهره برداری عادی از سیستم کمک می کند.
- قدرتی را که می توان به مصرف کننده تحویل داد به حداکثر می رساند.

مسئله دیگری که باید ذکر شود این است که دامنه استفاده از رله های حفاظتی تنها به صنعت برق و شرکت های برق منتهی نمی شود بلکه دامنه آن همانطور که در شکل ۲-۴ نیز آورده شده است، تمام کارخانجات و شبکه های خصوصی است. این مسئله لزوم توجه ویژه به این تجهیز پراهمیت را دو چندان می کند. زیرا اولاً به لحاظ فنی این تجهیز مسئول حفاظت تمام شبکه های برق کشور است و از سوی دیگر تعداد بسیار زیاد رله مورد استفاده در شبکه های برق است که به لحاظ اقتصادی عدد قابل توجهی است.



شکل ۲-۴: مصرف کنندگان عمده رله های حفاظتی در کشور

### ✚ قرار گرفتن در مسیر بومی‌سازی و تولید تجهیزات High Tech حفاظتی در کشور

به گواه متخصصان حفاظت کشور، امروزه سهم بسیار زیادی از نیازهای کشور به تجهیزات High Tech حفاظتی (مانند انواع رله‌های حفاظتی) از خارج از کشور تامین می‌شود. این مسئله علاوه بر آنکه می‌تواند ضررهای اقتصادی فراوانی را برای کشور داشته باشد و استقلال صنعت برق کشور را زیر سوال ببرد از منظر فنی نیز بسیار حائز اهمیت است.

یکی از مسائلی که دستیابی به این دانش عظیم را لازم می‌سازد، ایجاد شبکه‌های هوشمند در آینده نزدیک است. بسیاری از مطالعات استفاده از سیستم‌های تطبیقی<sup>۱</sup> که با رله‌هایی که قابلیت استفاده از تنظیمات چندگانه دارند و می‌توانند از راه دور سیگنالی که حاوی تنظیمات است را دریافت نمایند، برای حل مشکلات حفاظتی شبکه‌های هوشمند مناسب می‌دانند. همانطور که مشخص است دستیابی به این تجهیزات نوین حفاظتی مستلزم دستیابی به تکنولوژی رله‌های امروزی است که در آینده با ارتقاء آن می‌توان آن‌ها را برای استفاده در سیستم‌های تطبیقی مهیا ساخت. بنابراین بومی‌سازی ساخت تجهیزات حفاظتی و بطور ویژه تکنولوژی High Tech انواع رله‌های حفاظتی در کشور می‌تواند کشور را در مسیر صحیح دستیابی به شبکه‌های هوشمند قرار دهد.

مسئله دیگری که لزوم ساخت انواع رله‌های حفاظتی در داخل کشور را از بعد فنی ضروری می‌سازد، مشکل ناهماهنگی‌های حفاظتی در شبکه حاضر است. در واقع بدلیل تفاوت در مشخصه‌های عملکردی رله‌های مورد استفاده در سیستم قدرت کشورمان، هماهنگی رله‌های موجود در شبکه با یکدیگر کار بسیار سختی خواهد بود. با توجه به نقش این دستگاه در حفظ پایداری و امنیت سیستم قدرت و قیمت نسبتاً بالای آن که ناشی از انحصاری بودن تولید آن است، نداشتن توانایی ساخت این تجهیزات استراتژیک به نوعی تهدید بسیار بزرگی برای آینده صنعت برق کشورمان از بعد هماهنگی خواهد بود. چراکه صنایع داخلی مجبوراند از رله‌هایی با برندهای گوناگون استفاده نمایند که این مسئله موجب عدم هماهنگی در عملکرد میان آن‌ها و ایجاد خاموشی‌های گسترده در زمان رخداد خطا می‌شود.

<sup>1</sup> Adaptive

مشکل دیگری که تفاوت در نوع رله و سازنده رله‌ها در پی خواهد داشت مشکل عدم وجود یک دیتابیس کامل از مشخصات رله‌های موجود در شبکه سراسری و شبکه‌های خصوصی صنعتی است. وجود نداشتن یک دیتابیس یا به روز نبودن اطلاعات آن‌ها بر عملکرد رله‌های حفاظتی و هماهنگی آن‌ها خدشه وارد می‌کند. بنابراین در صورت ایجاد بسترهای لازم جهت تولید رله‌های حفاظتی در داخل کشور، مشکلات مذکور بوجود نخواهد آمد.

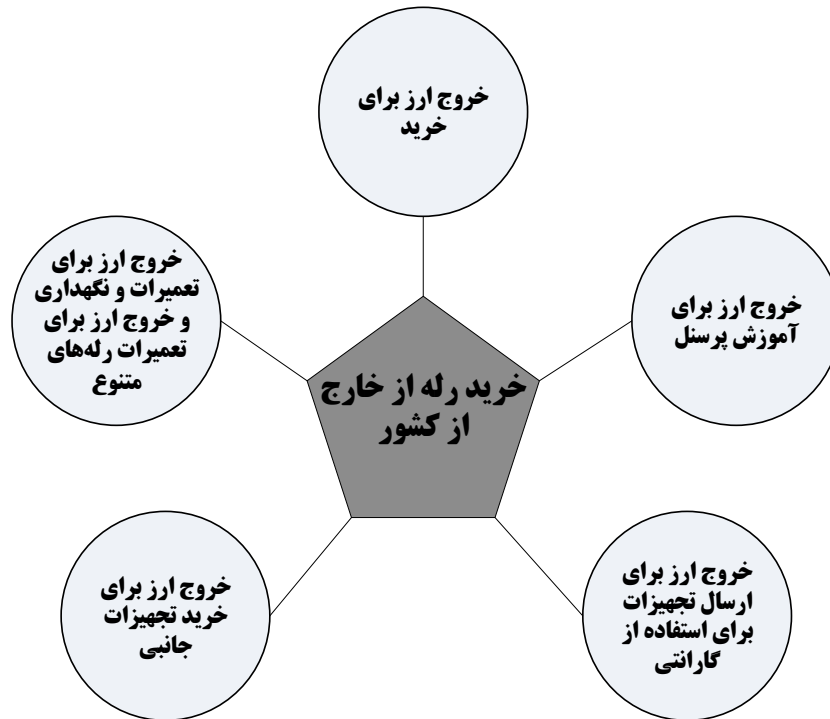
## ۲-۳-۲) از منظر اقتصادی

### میزان واردات تجهیزات حفاظتی در ایران

همانطور که گفته شد یکی از جنبه‌های مهم در مطالعه و ایجاد زیرساخت‌های لازم بمنظور توسعه فناوری‌های حفاظت و بویژه فناوری‌های حفاظت در داخل کشور، بومی‌سازی دانش تولید تجهیزات High Tech در داخل کشور است. این مسئله بدان جهت به لحاظ اقتصادی حائز اهمیت است که بدانیم با صرف نظر از برخی تولیدکنندگان محدود در تجهیزات حفاظتی که البته عمدتاً آن‌ها هم وارد کننده یا نماینده شرکت‌های بزرگ خارجی هستند، تقریباً تمام نیاز کشور به محصولات حفاظتی از شرکت‌های خارجی تامین می‌شود. این مسئله علاوه بر آنکه موجب وابستگی صنعت برق و صنایع وابسته به آن به شرکت‌های غربی می‌شود موجب خروج میلیون‌ها دلار ارز در هر سال از کشور می‌شود (روزنامه جام جم مورخ ۱۳۹۲/۰۵/۱۰). صرف هزینه‌های هنگفت بمنظور خرید تجهیزات حفاظتی (بویژه رله‌های حفاظتی) بدان جهت است که سیستم حفاظت و بطور خاص رله‌های حفاظتی مغز متفکر سیستم قدرت هستند که با قابلیت اطمینان شبکه‌ها دارای ارتباط تنگاتنگ می‌باشند. لذا صنایع برق کشور هر ساله مجبور هستند به منظور افزایش قابلیت اطمینان شبکه‌های خود، خرید تجهیزات High Tech حفاظتی و انواع تسترهای آن‌ها را در دستور کار خود داشته باشند. بعلاوه هم اکنون در بسیاری از شرکت‌های برق کشور شاهد این مسئله هستیم که تجهیزات حفاظتی که خراب یا از کالیبره خارج شده‌اند به دلیل ضعف فنی داخل کشور، به خارج از کشور برای انجام تعمیرات و خدمات پس از فروش ارسال می‌شوند و از این راه نیز سالیانه صنایع کشور مجبور به پرداخت پول‌های هنگفت به شرکت‌های خارجی هستند. اما با انجام مطالعات گسترده به منظور بومی‌سازی این تجهیزات High Tech در داخل کشور علاوه بر استقلال بخش مهمی از صنعت برق و صنایع وابسته به آن که موجب افزایش غرور ملی خواهد شد، از خروج میلیون‌ها دلار در هر سال از کشور جلوگیری خواهد شد. بعلاوه با بومی‌سازی این دانش عظیم، متخصصین داخلی خواهند توانست نیازهای مرتبط با تعمیرات و خدمات جانبی تجهیزات حفاظتی را در داخل کشور انجام دهند و بدین ترتیب علاوه بر صرفه



اقتصادی برای شرکت های برق، موجب جلوگیری از خروج ارز از کشور و بکارگیری آن به منظور توسعه صنایع الکترونیک و تجهیزات جانبی آن در ایران خواهد شد. شکل زیر مهمترین عوامل خروج ارز از کشور به دلیل خرید تجهیزات حفاظتی (به ویژه رله های حفاظتی) و نیز استفاده از خدمات مهندسی در این زمینه را نشان می دهد.



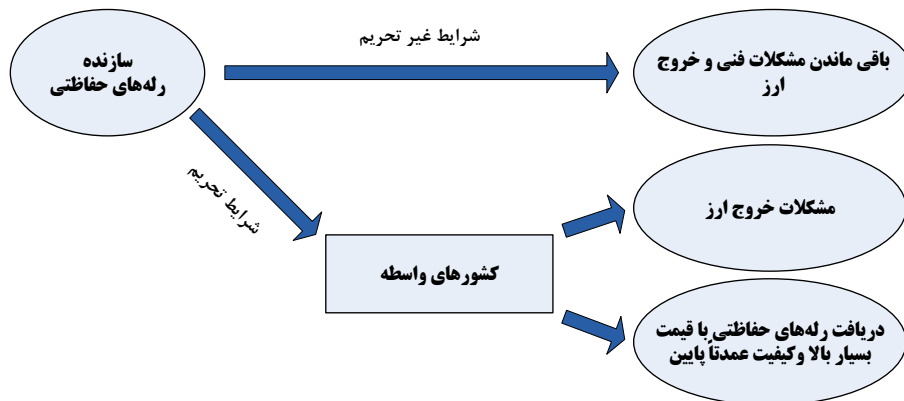
شکل ۲-۵): ضرورت دستیابی به فناوری های نوین حفاظتی بلحاظ خروج ارز از کشور

#### تحریم ها

بنا به تعریف تحریم های اقتصادی عبارتند از دستکاری در روابط و همکاری های اقتصادی به منظور تامین اهداف سیاسی. در واقع تحریم اقتصادی یک ابزار سیاست خارجی است که این امکان را فراهم می آورد که کشور یا کشورهای مقاصد سیاسی خود را نسبت به کشور هدف به هنگام بروز اختلاف اعمال کنند. وجود تحریم ها باعث بوجود آمدن تغییراتی در مناسبات اقتصادی کشورهای تحریم کننده و کشورهای تحریم شونده ایجاد می کند. در شرایطی که بدلیل تحریم بازار خرید تغییر کند، ناچار کالای مشابه با قیمت بالاتر خریداری می شود. بنابراین قدرت خرید پول هم کاهش می یابد.

با استناد به فرمایش جناب آقای مهندس حائری مدیریت محترم شرکت توانیر در همایش تبیین اقتصاد مقاومتی در صنعت برق کشور (مورخ ۲۳ فروردین ماه سال جاری)، اولین تحریم به صنعت برق کشور، فروش و ارائه خدمات جانبی انواع تجهیزات

حفاظتی بالاخذ انواع رله‌های حفاظتی به ایران بوده است. این مسئله اهمیت مبحث حفاظت را در شکوفایی صنعت کشور نشان می‌دهد. قبل از اعمال تحریم‌ها علیه ایران، عمده رله‌های حفاظتی مورد نیاز صنعت برق کشور و صنایع وابسته به آن از شرکت‌های معتبر دنیا در این زمینه همچون ABB، SIEMENS، Schneider Electric و ... تهیه می‌شد. اما پس از اعمال تحریم‌ها این شرکت‌ها از فروش انواع رله‌های حفاظتی و انجام خدمات جانبی آن‌ها به شرکت‌ها و صنایع ایران خودداری نمودند. با توجه به آنکه تولیدکننده این تجهیزات در داخل کشور وجود ندارد (در ابعاد وسیع و با کیفیت قابل رقابت با رله‌های شرکت‌های مذکور) لذا صنایع داخل مجبور شدند به منظور تامین نیازهای خود این تجهیزات مهم را یا از طریق واسطه‌های مختلف تهیه نمایند که در این صورت موجب افزایش چندین برابری قیمت تمام شده آن‌ها می‌شد و ضررهای اقتصادی بزرگی را به صنعت برق کشور وارد می‌نماید یا نمونه‌های مشابه این تجهیزات را از تولیدکنندگان دیگر کشورها (عمدتاً چینی) خریداری نمایند. با توجه به کیفیت بسیار پایین محصولات شرکت‌های چینی، لذا این راهکار نیز علاوه بر مشکلات عدیده فنی که ایجاد می‌نماید موجب خواهد شد که بابت یک تجهیز نه چندان با کیفیت ارزش زیادی از کشور خارج شود. همچنین مشکل دیگر بوجود آمده در اثر تحریم‌ها بحث تعمیرات و نگهداری تجهیزات حفاظتی موجود (یا خریداری شده با واسطه‌های مختلف) است. چراکه هم اکنون در بسیاری از شرکت‌های برق ایران تجهیزات حفاظتی وجود دارند که خراب یا از کالیبره خارج شده‌اند اما به دلایل ضعف دانش فنی در این حوزه، این تجهیزات قابل تعمیر و استفاده مجدد نیستند. بنابراین با توسعه دانش حفاظت و تجهیزات High Tech این حوزه در داخل کشور علاوه بر ایجاد مزایای فنی و اقتصادی بسیار، موجب خواهد شد که بتوان با تحریم‌های ناجوانمردانه اعمال شده بر صنعت برق کشور که با هدف متوقف نمودن این صنعت و در نهایت جلوگیری از رشد و شکوفایی ایران طراحی شده‌اند، مقابله نمود و از این فرصت برای شکوفایی صنعت کشور بویژه صنعت برق کشور و آن هم در یکی از مهمترین حوزه‌های آن استفاده شود. شکل زیر خلاصه‌ای از موارد گفته شده در فوق را که اهمیت ساخت تجهیزات High Tech حفاظتی در داخل کشور را بیان می‌سازد، نشان می‌دهد.



شکل ۲-۶: نقش تحریم‌ها در ضرورت ساخت رله در داخل کشور

### خاموشی‌ها

خاموشی در یک سیستم قدرت به معنای خروج پیش‌بینی نشده و غیرقابل برنامه‌ریزی بخشی از تجهیزات شبکه است، به گونه‌ای که در اثر خروج این تجهیزات به بخشی از شبکه و یا سراسر آن، توان الکتریکی ارسال نگردد. خاموشی‌های قابل پیش‌بینی و برنامه‌ریزی شده که ممکن است به دلایل متعددی از جمله تعمیرات دوره‌ای در سیستم مشاهده شود شامل تعریفی که از خاموشی شده است نمی‌شود. حتی زمانی که یک سیستم قدرت در اثر بحران برای افزایش امنیت در شبکه، قسمتی از توان را تحت عملکرد رله‌های زیروالتاژی یا زیرفرکانسی حذف می‌کند، این حذف توان از شبکه نیز خاموشی محسوب نمی‌گردد. [۳].

همانطور که قبلاً هم به آن اشاره شد، سیستم حفاظت رابطه مستقیمی با میزان خاموشی‌ها دارد بطوریکه عملکرد مناسب و انتخاب‌گرایانه سیستم حفاظت می‌تواند موجب کمترین خاموشی در شبکه شود حال آنکه عدم عملکرد مناسب سیستم حفاظت می‌تواند موجب خاموشی‌های گسترده و پی‌درپی شود. برای مثال طی تحقیقی که با سرپرستی آقای دکتر فتوحی (استاد دانشگاه صنعتی شریف) انجام شده است (مرجع [۴]) و نتایج آن در جدول زیر ارائه شده است، حدود ۳۳٪ کل حوادث رخ داده در شبکه-های برق ایران که منجر به خاموشی‌های گسترده یا جزئی شده‌اند، بدلیل نقص در عملکرد سیستم حفاظت بوده است. این مسئله لزوم سرمایه‌گذاری بمنظور ارتقاء سیستم حفاظت را روشن می‌سازد چراکه خاموشی برق می‌تواند هزینه اقتصادی فراوانی در پی داشته باشد.

مقدار کل هزینه خاموشی برق در یک بخش اقتصادی با توجه به جنبه‌های تعادل عمومی، می‌تواند بسیار بیشتر از مقدار هزینه تعادل جزئی برآورد شده در آن بخش اقتصادی باشد. از اینرو عدم توجه به 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.

جدول ۱-۲: تعداد حوادث رخ داده در شبکه انتقال ایران برای چهار سال و دلیل آنها

Events Errors		1st	2nd	3rd	4th
Failure of main equipment	Overhead Lines	56	121	113	494
	Transformers	2	17	17	17
	Reactors	0	0	1	0
	Capacitors	1	1	1	2
	Busbars	0	0	0	1
	Cables	12	7	2	4
Substation control and protection equipment failure	Breakers	11	19	25	18
	Connections	4	19	9	29
	Aux. Trans	2	0	0	0
	Isolator Sw.	2	3	0	3
	Surge Arresters	12	17	7	0
	Wave Traps	0	0	0	0
	DC Supply	1	1	5	4
	CTs	5	3	5	2
	VTs	2	2	1	0
	PLC	5	31	23	15
	Circuit	14	23	18	11
	Protective Relays	44	75	33	19
System limitation		14	69	36	0
Enviromental and adverse weather	Adverse Weather	29	47	42	62
	Contamination	10	11	6	15
	Earthquake	2	5	1	2
	External factors	6	26	8	25
Human errors	Incorrect Maneu-ver	6	4	11	11
	Maintenance personnel mistakes	42	60	30	70
	Design	7	5	6	14
	Commisioning	10	11	9	6
	Inadequate repair	4	3	5	28
	Relay settings	35	39	24	16
	Operation	8	16	7	9

Events Errors	1st	2nd	3rd	4th
Unknown	115	99	76	116
Total	461	734	521	993

نتیجه مطالعه‌ای که در NFIB 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 بطور میانگین حدود ۶٫۳٪ کل فروش ماه ژانویه آن‌ها می‌باشد. همچنین نتیجه این بررسی حاکی از آن است که خاموشی‌های برق، هزینه‌های غیرمستقیم قابل توجهی بدنبال داشته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که برای ۱۵٫۲٪ فعالیت‌های تولیدی در کالیفرنیا و ۱۰٫۵٪ در لس‌آنجلس، سفارش‌ها و یا خدمات ارائه شده به آن‌ها با تاخیر صورت گرفته است که دلیل آن تاثیر خاموشی بر فعالیت دیگری بوده 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 است که هزینه غیرمستقیم خاموشی‌ها، ۱۶٫۹٪ مقدار تولید فعالیت‌ها، هزینه گذاشته است. این مقدار بیش از دو برابر بیشتر از هزینه‌های مستقیم (۶٫۳٪) تحمیل شده بر آن‌ها می‌باشد. تعداد قابل توجهی از فعالیت‌ها نیز متحمل هزینه‌های بلند مدت خاموشی برق شده‌اند. بعنوان 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 کسب و کارشان به خارج از کالیفرنیا بگیرند [۵].

تحلیل دیگری که توسط داویس انجام شده است بیانگر اثرپذیری کل اقتصاد از خاموشی‌های برق در آفریقای جنوبی است. نتایج این تحلیل نشان می‌دهند که خاموشی‌های برق اثر منفی بسیار معنی‌داری روی تولید ناخالص داخلی این کشور دارد. نتایج مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۱ با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) انجام شد نشان می‌دهد که خاموشی برق در کشور اتیوپی با کاهش ۳٫۱٪ در تولید ناخالص داخلی مواجه بوده است. همچنین این مطالعه نشان می‌دهد که طرح دولت اتیوپی برای سرمایه‌گذاری در صنعت برق به ویژه در حوزه کاهش خاموشی‌های برق، اثر معناداری روی رشد اقتصادی خواهد داشت بطوریکه سرمایه‌گذاری در بخش‌های مذکور حدود ۶٫۱٪ تولید ناخالص داخلی این کشور را افزایش داده است.

بمنظور شناسایی اثر خاموشی‌ها بر اقتصاد ایران، تحقیق مشترکی در دانشگاه تربیت مدرس و شهید عباسپور تهران انجام شد [۶]. در این تحقیق نتایج حاصل از کاهش ۱، ۵ و ۱۰ درصد عرضه برق بر روی اجزای تولید ناخالص داخلی و بطور کلی بر تولید ناخالص داخلی مطالعه شد. شبیه‌سازی تعادل عمومی انجام شده در این مقاله، قیمت برق را ثابت در نظر می‌گیرد به این معنی که خاموشی خود منجر به افزایش قیمت برق نمی‌شود. با این حال ممکن است با توجه به شرایط ایجاد شده بدلیل خاموشی برق، قیمت‌های برق در آینده تحت تاثیر قرار بگیرند. در جدول ۲-۲ تاثیر خاموشی برق بر اقتصاد با توجه به اجزای تولید ناخالص داخلی نشان داده شده است.

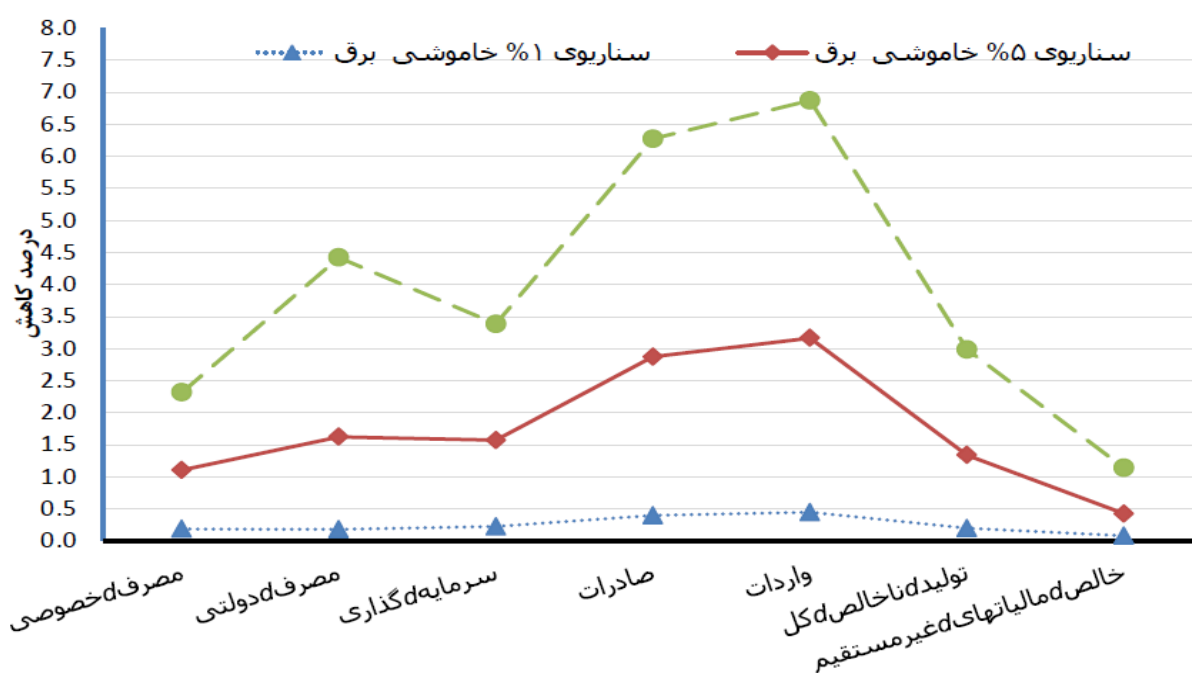
همانطور که از این جدول مشخص است، ۱ درصد کاهش عرضه برق، کل تولید ناخالص داخلی را به میزان ۰,۱۹۷ درصد کاهش می‌دهد. این مقدار کاهش منتهی به کاهش در اجزای کل تولید ناخالص داخلی می‌باشد. واردات بیشترین کاهش را با ۰,۴۴۶ درصد نشان می‌دهد و کمترین کاهش متعلق به مصرف دولتی با ۰,۱۷۹ درصد می‌باشد. همچنین با سناریوی ۱ درصد کاهش عرضه برق مصرف خصوصی ۰,۱۸۶ درصد و صادرات و سرمایه‌گذاری بترتیب ۰,۳۹۸ و ۰,۲۲۴ درصد، کاهش می‌یابند. همچنین خالص مالیات‌های غیرمستقیم با ۰,۰۸ درصد کاهش مواجه گشته است.

جدول ۲-۲: کاهش تولید در اجزای مختلف کل تولید ناخالص داخلی با توجه به سناریوهای مختلف خاموشی

اجزاء تولید ناخالص داخلی	درصد کاهش عرضه برق (درصد)	درصد کاهش
مصرف خصوصی	۱	-۰,۱۸۶
	۵	-۱,۱۰۵
	۱۰	-۲,۳۱۸
مصرف دولتی	۱	-۰,۱۷۹
	۵	-۱,۶۲۳
	۱۰	-۴,۴۲۲
سرمایه‌گذاری	۱	-۰,۲۲۴
	۵	-۱,۵۷۲
	۱۰	-۳,۳۸۶
صادرات	۱	-۰,۳۹۸
	۵	-۲,۸۷۲
	۱۰	-۶,۲۷۳

اجزاء تولید ناخالص داخلی	درصد کاهش عرضه برق (درصد)	درصد کاهش
واردات	۱	-۰,۴۴۶
	۵	-۳,۱۶۵
	۱۰	-۶,۸۷۲
کل تولید ناخالص داخلی	۱	-۰,۱۹۷
	۵	-۱,۳۳۷
	۱۰	-۲,۹۸۶
خالص مالیات‌های غیرمستقیم	۱	-۰,۰۸
	۵	-۰,۴۲۵
	۱۰	-۱,۱۳۹

در نمودار ارائه شده در شکل ۲-۷ مقدار اثرپذیری کل تولید ناخالص داخلی و اجزاء آن نسبت به سناریوهای مختلف نشان داده شده است. همانطور که نتایج این نمودار نشان می‌دهند، خاموشی برق تاثیر زیادی بر مصرف خصوصی، مصرف دولتی و سرمایه‌گذاری می‌گذارد. نتایج حاکی از آن است که برآیند اثرات مستقیم و غیر مستقیم کاهش عرضه برق، بعنوان 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.



شکل ۲-۷: اثر خاموشی بر اقتصاد ملی

### ۲-۳-۳) از منظر امنیتی

همانطور که در قسمت قبل مشخص شد گام نهادن در مسیر ساخت تجهیزات High Tech حفاظتی در کشور علاوه بر آنکه موجب تقویت زیرساخت‌های شبکه‌های هوشمند در کشور خواهد شد بلحاظ فنی و اقتصادی نیز برای کشور بسیار سودمند خواهد بود که جزئیات آن در قسمت‌های قبل بیان شد. در این قسمت به بررسی اثرات دستیابی و بومی‌سازی دانش نوین حفاظت (که منجر به ساخت تجهیزات High Tech در این زمینه خواهد شد) بلحاظ امنیتی پرداخته خواهد شد.

از آنجا که صنعت برق یکی از مهمترین و زیربنایی‌ترین صنایع هر کشور است لذا با ساخت تجهیزات حفاظتی در کشور علاوه بر آنکه تکنولوژی ساخت این تجهیزات در داخل کشور بومی می‌شود و این مسئله بلحاظ فنی و اقتصادی سود سرشاری را نصیب کشور می‌نماید، موجب استقلال این صنعت مهم از شرکت‌های خارجی است. در واقع همانطور که گفته شد بدلیل اهمیت حوزه حفاظت در توسعه صنعت برق و سایر صنایع، اولین تحریم به صنعت برق کشور فروش و ارائه خدمات جانبی تجهیزات حفاظتی به ایران بوده است. بنابراین پرواضح است که وابستگی صنعت برق در تهیه این تجهیزات حساس به کشورهای غربی موجب خواهد شد که آن‌ها از این مسئله سوء استفاده نموده و با اهداف سیاسی و اعمال فشار و گرفتن امتیاز چنین تحریم‌هایی را وضع نمایند. بنابراین بهترین راه حل برای جلوگیری از این مشکل، دستیابی به تولید تجهیزات High Tech حفاظتی در کشور است.

از سوی دیگر نمونه‌هایی مشاهده شده است که با توجه به قابلیت ارسال سیگنال و یا دریافت سیگنال توسط رله‌های حفاظتی از راه دور، لذا اقدامات خرابکارانه و جاسوسی از این طریق صورت پذیرفته است. با توجه به آنکه محل‌هایی که رله‌های حفاظتی در آن‌ها نصب می‌شوند پست‌های فشار قوی هستند که جزء زیرساخت‌های کشور محسوب می‌شوند لذا بهترین راه حل برای جلوگیری از این مسائل تولید این تجهیزات در داخل کشور بگونه‌ای که با نمونه‌های مشابه از شرکت‌های معتبر دنیا رقابت کند، می‌باشد.

### ۲-۳-۴) سایر عوامل

همانطور که قبلاً نیز به آن اشاره شد، سیستم حفاظت مغز متفکر سیستم قدرت است بگونه‌ای که ادامه عملکرد شبکه پس از وقوع هرگونه پیشامد، در گروه عملکرد صحیح سیستم حفاظت است. همین مسئله بررسی و سرمایه‌گذاری‌های کلان به منظور افزایش قابلیت اطمینان سیستم‌های حفاظت را توجیه‌پذیر می‌کند. علاوه بر این مسائل عوامل فرعی نیز وجود دارد که



توجه ویژه به سیستم حفاظت را دو چندان می‌کند، هرچند این عوامل معمولاً توسط متخصصین این شاخه و مطالعات انجام شده چندان مدنظر قرار نمی‌گیرند. مهمترین این عوامل، مسائل زیست محیطی و حوادث جانی رخ داده در اثر عملکرد نامناسب سیستم حفاظت است. از میان آمار جسته گریخته‌ای که بندرت از میان داده‌های فنی و اقتصادی شرکت‌های برق استخراج می‌شود، می‌توان استنباط نمود که در سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۰ آتش‌سوزی در جهان (که بسیاری از آن‌ها آتش‌سوزی‌های کوچک بوده است) در اثر نقص در سیستم حفاظت شبکه‌های برق رخ داده است. همچنین ۸ درصد از کل حوادث جانی که در محیط‌های کاری شرکت‌های برق رخ می‌دهد، بدلیل ضعف سیستم حفاظت در قطع کردن برق بوده است (آمار شرکت برق خراسان). این مسئله نشان می‌دهد که اگرچه نقش سیستم حفاظت در مسائل زیست محیطی و رخ داده‌های جانی بسیار کمرنگ‌تر از نقش آن در داده‌های فنی و اقتصادی است، اما این نقش‌ها صفر نیست و لذا توجه به آن‌ها و انجام اقدامات پیشگیرانه در جهت افزایش ضریب عملکرد صحیح سیستم حفاظت، می‌تواند علاوه بر پارامترهای حائز اهمیت دیگر، تلفات جانی و آتش‌سوزی‌های ناشی از عدم عملکرد سیستم حفاظت را بطور چشمگیری کاهش دهد.

## ۲-۴) لزوم توسعه فناوری‌های نوین حفاظت برای شبکه‌های آینده

اگرچه طی سال‌های گذشته وضعیت سیستم حفاظت و قابلیت اطمینان به این سیستم در کشور افزایش یافته است اما با توجه به ایجاد شبکه‌های هوشمند (که مورد تاکید اسناد بالادستی کشور نیز هست)، ایجاد بازارهای رقابتی برق، و تمایل به حصول برق از منابع تجدیدپذیر انرژی و افزایش انتظار مشترکین به تامین برق مورد نیاز آن‌ها با قابلیت اطمینان بالا موجب شده است که رفته رفته ساختارهای سنتی حفاظت، جای خود را به ساختارهای نوین و ادوات جدید دهند. از سوی دیگر هدف اصلی در کنترل راهبری شبکه‌های برق، حفظ یکپارچگی آن در شرایط مختلف بهره‌برداری است. در حال حاضر به‌منظور کنترل پایداری و امنیت شبکه اقدامات اصلاحی بر مبنای پیشامد<sup>۱</sup> یا بر مبنای شرایط<sup>۲</sup> انجام می‌شود؛ لیکن با گسترش شبکه این اقدامات به تدریج با کاهش اثر بخشی مواجه هستند. در شبکه‌های بزرگ اقدامات اصلاحی به تدریج بر مبنای پاسخ لحظه‌ای

<sup>۱</sup> Event-Based

<sup>۲</sup> Condition-Based

سیستم<sup>۱</sup> انجام می‌شود. گرچه در گذشته استفاده از سیستم‌های کنترل و حفاظت گسترده به دلیل محدودیت‌های تکنولوژی و هزینه‌های بسیار زیاد آن عملاً غیر ممکن بوده است. اما در سال‌های اخیر با پیشرفت فناوری‌های مرتبط، بویژه در زیر ساخت مخابراتی امکان بهبود ساختارهای سنتی حفاظت و ایجاد ساختارهای حفاظتی مرتبط با پاسخ لحظه‌ای سیستم وجود دارد. به این ساختارهای بهبود یافته، سیستم کنترل و حفاظت گسترده گفته می‌شود. مفهوم پایش، حفاظت و کنترل گسترده شبکه (WAMPAC) مبتنی بر استفاده از اطلاعات تمامی سیستم به‌طور همزمان و انتقال آن به مرکز کنترل به منظور جلوگیری از گسترش حوادث و کنترل پایداری سیستم است.

به منظور ایجاد این سیستم چهار رکن اصلی نیاز است.

- سیستم ساعت مرجع (GPS)
- شبکه مخابراتی پر سرعت با پهنای پاند وسیع
- فناوری پردازش دیجیتال سیگنال DSP
- الگوریتم‌های دقیق و سریع پردازش لحظه‌ای اطلاعات

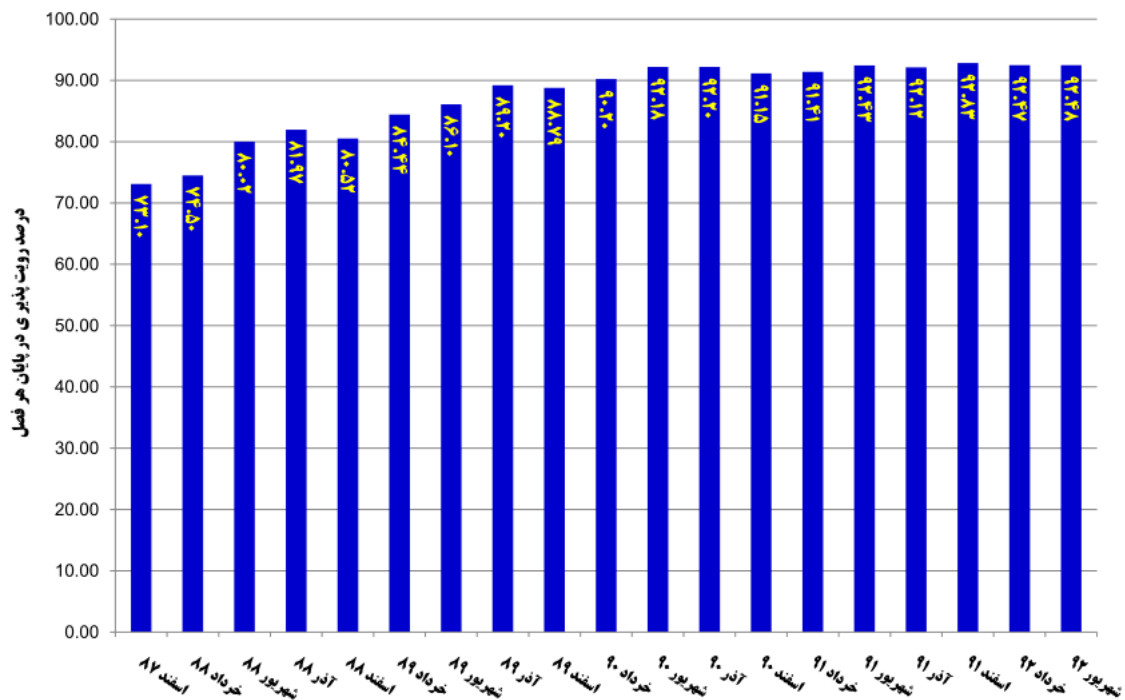
مهمترین انگیزه توسعه فناوری‌های نوین حفاظتی کاهش خاموشی‌های شبکه و در پی آن افزایش قابلیت اطمینان شبکه‌ها است. امروزه خاموشی‌های بزرگ در سیستم پیامدهای مخرب اقتصادی و اجتماعی را به همراه خواهند داشت. از سال ۱۹۶۵ تا سال ۲۰۰۵ بزرگترین خاموشی که در سیستم قدرت در قاره آمریکا رخ داده است، مربوط به خاموشی ۱۴ آگوست سال ۲۰۰۳ در شبکه شمالی آمریکا بوده است [۷]. در این خاموشی حدوداً ۵۰ میلیون مصرف‌کننده برق دچار خاموشی شدند. میزان هزینه‌ای که این واقعه در برداشت برابر با ۷ تا ۱۰ بیلیون دلار تخمین زده شده است. ۵۷ میلیون نفر در خاموشی ۲۸ سپتامبر سال ۲۰۰۳ در کشور ایتالیا قربانیان بزرگترین خاموشی در قاره اروپا در محدوده سال ۱۹۶۵ تا ۲۰۰۳ بوده‌اند.

در ایران نیز در سال‌های ابتدایی دهه ۸۰ خاموشی‌های متعددی در شبکه برق ایران به وقوع پیوست که بزرگترین آن‌ها خاموشی فروردین سال ۱۳۸۲ بوده است. بروز این خاموشی‌ها در ایران و بروز خاموشی‌های مشابه در دیگر کشورها، به عنوان

<sup>1</sup> Rspone -Based

مثال خاموشی ۱۴ آگوست ۲۰۰۳ در شمال شرقی آمریکا و بخش‌هایی از شبکه برق کانادا، که مشکلات سیاسی، اقتصادی و اجتماعی فراوانی را به دنبال داشته‌اند، ارائه‌گرایی که توانایی پیش‌گیری و جلوگیری از خاموشی‌های سیستم قدرت را داشته باشد را تبدیل به یک نیاز بزرگ برای بهره‌برداران سیستم کرده است. در این راستا تاکنون ایده‌های فراوانی مطرح شده‌اند، اما به دلیل عدم حضور زیرساخت‌های تکنولوژیکی مورد نیاز در سیستم‌های قدرت، طرح‌های مذکور در عمل چندان موفق نبوده‌اند. سیستم‌های پایش سراسری (که قبلاً در مورد آن صحبت شد) با در اختیار داشتن زیرساخت‌های مورد نظر مانند تکنولوژی همزمان اندازه‌گیری فازورها و هم چنین لینک‌های مخابراتی قابل اعتماد، طرح‌هایی را ارائه می‌دهند که به صورت خودکار و اتوماتیک، فارغ از هرگونه خطای انسانی به خوبی سیستم را از شرایط بحرانی نجات خواهند داد [۸]. برای مثال نصب واحدهای اندازه‌گیری فازور در شبکه برق کشور موجب افزایش رویت‌پذیری شبکه و در نتیجه مطابق آنچه در شکل ۲-۱ نشان داده شد موجب بهبود عملکرد سیستم حفاظت و در نتیجه افزایش قابلیت اطمینان سیستم شده است. روند افزایش رویت‌پذیری شبکه با نصب PMUها در شبکه برق کشور در طی سال‌های مختلف در نمودار زیر ارائه شده است.

روند بهبود سطح رویت‌پذیری پارامترهای شبکه انتقال در سیستم اسکادا مرکز دیسپاچینگ ملی تا پایان شش ماهه سال ۹۲



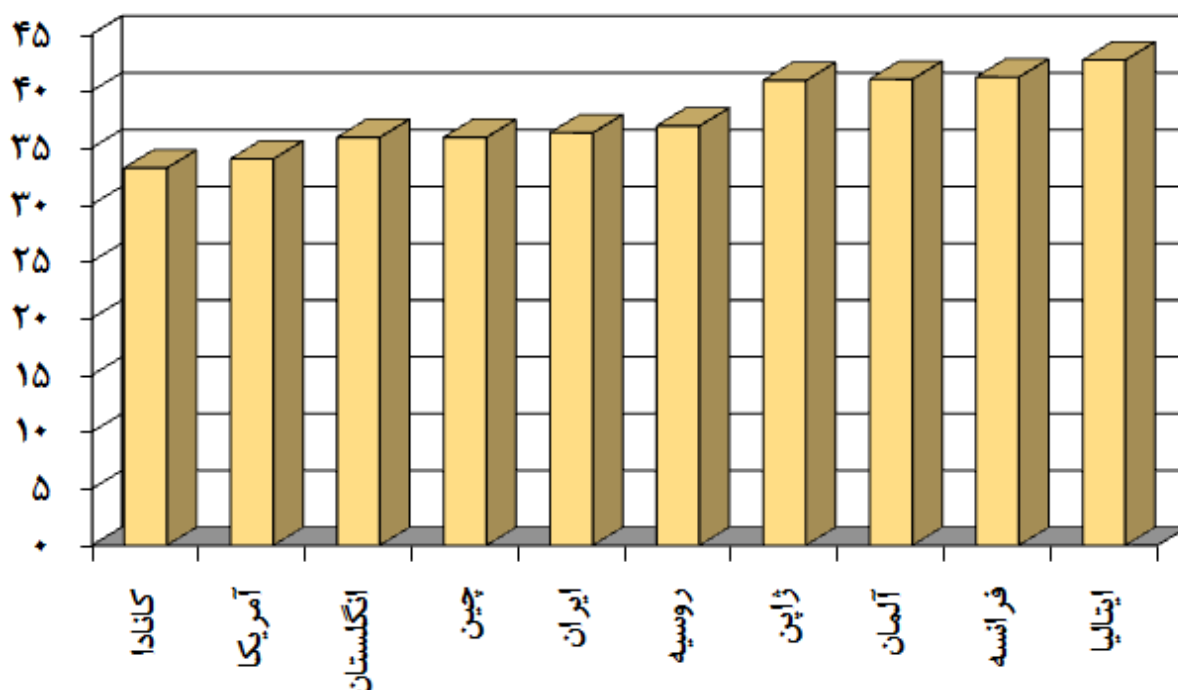
شکل ۲-۱: میزان رویت‌پذیری در شبکه برق ایران [۱]

بنابراین با توجه به موارد ارائه شده در فوق پرواضح است که افزایش رویت‌پذیری سیستم (با بکارگیری تجهیزات نوین) رابطه مستقیمی با بهبود عملکرد سیستم حفاظت دارد. در واقع تا قبل از ایجاد بسترهای مخابراتی سریع، امکان تصمیم‌گیری زمان حقیقی در زمان بروز هرگونه تغییر در شبکه وجود نداشت. این مسئله موجب می‌شد که سیستم براساس استراتژی‌هایی از پیش تعیین شده عمل نماید. حال آنکه این استراتژی‌ها قادر نبودند تمام تغییرات شبکه را تحت پوشش قرار دهند. بدان معنا که ممکن بود حالات دینامیکی در شبکه رخ دهد (برای مثال ورود و خروج خط، نیروگاه و ...) که استراتژی طراحی شده با در نظر گرفتن آن طراحی نشده بود. این مسئله قابلیت اطمینان سیستم حفاظت را کاهش می‌داد چراکه وقوع حوادث از پیش تعیین نشده می‌توانست موجب عملکرد یا عدم عملکرد مناسب سیستم حفاظت شود و این مساله می‌توانست موجب خاموشی‌های گسترده شود و علاوه بر زیان‌های اقتصادی فراوان، نارضایتی عمومی را نیز ایجاد نماید.

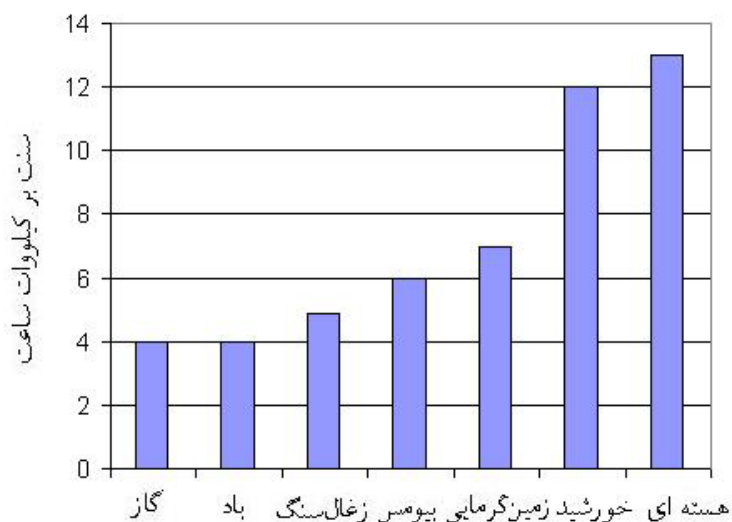
با ایجاد فناوری‌های نوین حفاظت در کنار بسترهای مخابراتی سریع و مطمئن علاوه بر آنکه مسیر حرکت به سمت ایجاد شبکه‌های هوشمند هموار گردید، قابلیت اطمینان سیستم‌های حفاظت سنتی نیز بطور چشمگیری بهبود یافته است. برای مثال همانطور که بیان شد، استفاده از تجهیزات نوینی چون PMU در شبکه کشور موجب افزایش رویت‌پذیری شبکه و در نتیجه کاهش خاموشی‌ها شده است. بنابراین با بکارگیری تجهیزات نوین در شبکه‌های فعلی می‌توان وضعیت حفاظت شبکه‌های برق کشور را بهسازی نمود. این مسئله لزوم برنامه‌ریزی‌های کوتاه مدت برای توسعه فناوری‌های جدید در شبکه‌های حاضر را ضروری می‌سازد. چراکه از یک طرف این مسئله می‌تواند موجب گام نهادن در مسیر هوشمندسازی شبکه‌های برق کشور باشد و از سوی دیگر در شبکه فعلی موجب افزایش قابلیت انعطاف سیستم حفاظت خواهد شد بطوریکه بتوان بسته به تغییرات و حوادث رخ داده در شبکه بطور آنلاین تصمیم‌گیری نمود و از این طریق ضمن کاهش ریسک سیستم حفاظت، قابلیت اطمینان شبکه‌ها را نیز افزایش داد.

یکی از مسائلی که در اسناد بالادستی کشور بسیار مورد تاکید قرار گرفته است، بحث ایجاد شبکه‌های هوشمند است [۹]. شبکه‌های هوشمند شبکه‌های اکتیوی هستند که در آن‌ها از منابع تولید پراکنده (عمدتاً تجدیدپذیر) و ذخیره‌سازهای انرژی بطور گسترده استفاده می‌شود و به همین دلیل شارش توان در آن‌ها دوسویه است. ایجاد شبکه‌های هوشمند دارای مزایای بسیار فنی و اقتصادی است. یکی از این مزایا بکارگیری منابع تجدیدپذیر انرژی در قالب منابع تولید پراکنده بجای نیروگاه‌های متمرکز و بزرگی است که سوخت آن‌ها منابع فسیلی است. علاوه بر مشکلات محیط زیستی ایجاد شده ناشی از تولید برق با

سوخت‌های فسیلی راندمان این نیروگاه‌ها نیز بسیار پایین است، بطوریکه گاهی تولید برق توسط آن‌ها را با توجه به راندمان پایین و تلفات انتقال و توزیع توان غیر اقتصادی می‌کند. شکل ۲-۹ راندمان متوسط نیروگاه‌های فسیلی در کشورهای مختلف را نشان می‌دهد.



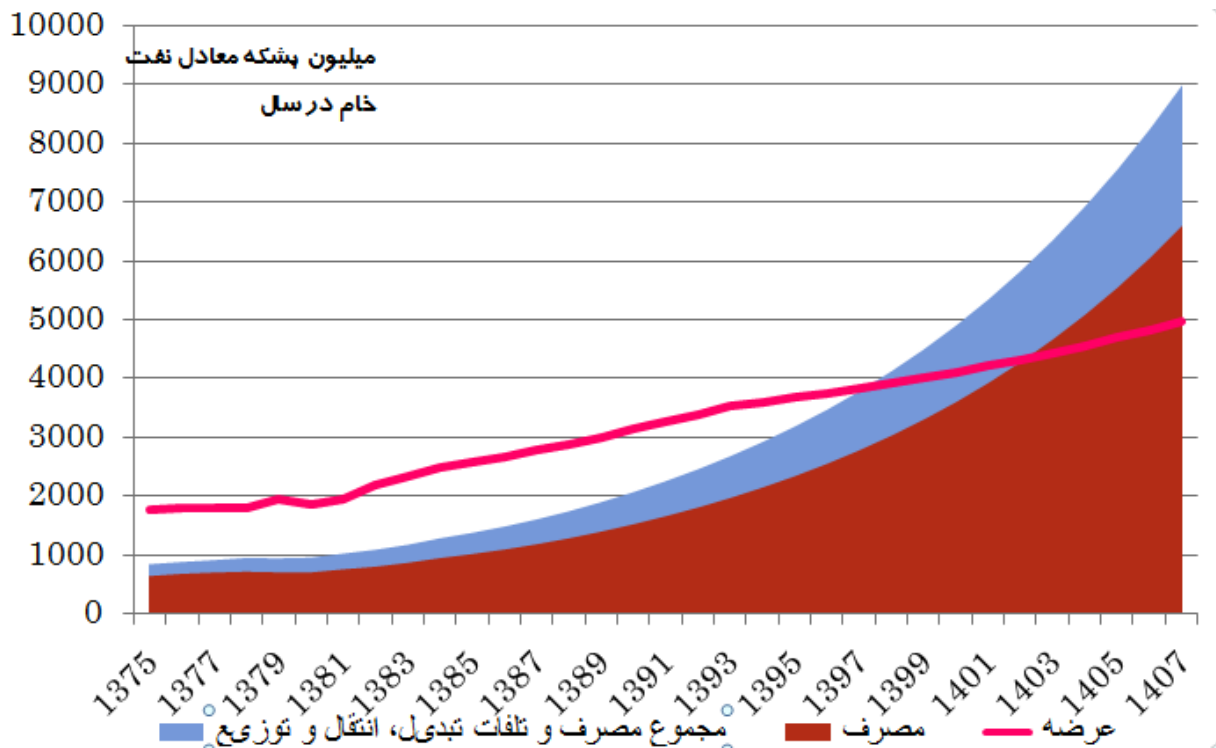
شکل ۲-۹: متوسط راندمان نیروگاه‌های حرارتی [۱۰]



شکل ۲-۱۰: مقایسه قیمت تولید برق از منابع مختلف انرژی [۱۱]

مطابق شکل ۲-۱۰ قیمت تمام شده تولید برق از منابع تولید پراکنده بسیار کمتر از سوخت‌های فسیلی است. اگر این مساله را در کنار بازده پایین و انتشار گازهای گلخانه‌ای نیروگاه‌های با سوخت فسیلی قرار دهیم پرواضح است که استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی در قالب منابع تولید پراکنده بسیار با معیارهای تولید برق در شبکه‌های آینده و سیاست‌های کشور همسو است. یکی از این معیارها که بعنوان مزایای ایجاد شبکه‌های هوشمند نیز برشمرده می‌شود، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی با استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی و حصول برق از این منابع است. در واقع افزایش بیش از حد آلاینده‌های تولیدی توسط نیروگاه‌های حرارتی منجر به امضای توافق‌نامه کیوتو توسط بسیاری از کشورهای جهان برای کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای گردید. براساس این توافق‌نامه برای تولید چهار گاز گلخانه‌ای جریمه‌هایی تعیین شده است. لازم به ذکر است که چهار گاز گلخانه‌ای عبارتند از: CO، CO<sub>2</sub>، NO<sub>x</sub> و SO<sub>2</sub>. اما از سوی دیگر منابع انرژی تجدیدپذیر برخلاف سوخت‌های فسیلی دارای ویژگی عدم تولید آلاینده‌ها اعم از آبی، زمینی و هوایی بوده و این امر موجب تمایل شدید برای استفاده از این منابع و همچنین کاهش آلودگی آب و هوا شده است. این امر از جهت حفظ محیط زیست برای نسل‌های بعدی دارای اهمیت فراوان می‌باشد.

از بعد امنیتی مسئله‌ای که حل چالش‌های تکنیکی بمنظور توسعه شبکه‌های هوشمند را ضروری می‌سازد بحران نفت است. بحران نفت در سال ۱۹۷۳ موجب شد تا بسیاری از کشورها که در صنایع خود وابسته به سوخت‌های فسیلی بودند، بدنبال یافتن جایگزین‌های مناسب برای اینگونه سوخت‌ها باشند. این مسئله در کشور ما نیز بسیار حائز اهمیت می‌باشد چراکه هم اکنون شاهد مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی هستیم. روند مصرف نفت در کشور طی سال‌های گذشته و آینده در شکل ۲-۱۱ مشخص شده است. مطابق این شکل پرواضح است که با روند موجود مصرف نفت در کشور، طی ۱۰ سال آینده قطعاً با بحران انرژی روبرو خواهیم شد. بنابراین مطابق آنچه که در اسناد بالادستی از آن با عنوان صیانت از منابع خدادادی برای نسل‌های آینده یاد شده است لذا لزوم برنامه‌ریزی‌های مدون جهت جایگزینی حصول انرژی (بویژه برق) از منابع تجدیدپذیر بجای منابع سنتی در مقطع کنونی بسیار ضروری است. این مسئله لزوم ایجاد بسترهای مناسب شبکه‌های هوشمند برای پذیرفتن منابع تولید پراکنده را می‌طلبد.



شکل ۲-۱۱): میزان مصرف نفت در گذشته، حال و آینده [۱۰]

همانطور که مشخص شد گرایش شبکه‌های برق آینده به سوی ایجاد و توسعه شبکه‌های هوشمند است لذا حل مشکلات آن‌ها ضروری است. مطالعات مهمترین چالش پیاده‌سازی آن‌ها را در ابعاد غیر آزمایشگاهی، مسئله حفاظت آن‌ها می‌داند. بنابراین توسعه دانش نوین حفاظت بمنظور توسعه شبکه‌های هوشمند برق همسو با کشورهای پیشرفته دنیا از واجبات است.

#### ۲-۴-۱) میزان رشد تمایل به فناوری‌های نوین حفاظت در دنیا

امروزه با ظهور تکنولوژی اندازه‌گیری هم زمان فازورها توانایی طراحی سیستم‌های جدیدی تحت عنوان WAMPAC و یا سیستم‌های پایش، کنترل و حفاظت جامع به وجود آمده است که می‌تواند به عنوان یک ابزار موثر در طراحی سیستم‌های حفاظت نوین و یا به طور کلی در پیشگیری از خاموشی‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

سیستم پایش، کنترل و حفاظت جامع در یک جمله به معنای جمع‌آوری آنلاین اطلاعات از سراسر سیستم و ارسال آن‌ها با استفاده از لینک‌های مخابراتی موجود به یک مرکز دوردست جمع‌آوری اطلاعات جهت مقابله با گسترش اغتشاشات وسیع در سیستم‌های قدرت است. تکنولوژی اندازه‌گیری هم زمان فازورها مهم‌ترین عامل در پیدایش سیستم‌های WAMPAC بوده

است. جمع آوری اطلاعات فازورهای ولتاژ و جریان در سیستم با استفاده از واحدهای اندازه گیری فازور انجام خواهد شد. این واحدها با دقت و نرخ بسیار بالا پارامترهای سنکرون شده را اندازه گیری می نمایند.

جدول ۲-۳: مقایسه PMUهای بکار رفته در کشورهای مختلف

PMU Application	North America	Europe	China	India	Brazil	Russia
Post-disturbance analysis	✓	✓	✓	P	T	✓
Stability monitoring	✓	✓	✓	P	P	✓
Thermal overload monitoring	✓	✓	✓	P	P	✓
Power system restoration	✓	✓	✓	P	P	P
Model validation	✓	✓	✓	P	T	✓
State estimation	P	P	P	P	P	P
Real – time control	T	T	T	P	P	P
Adaptive protection	P	P	P	P	P	P
Wide area stabilize	T	T	T	P	P	P

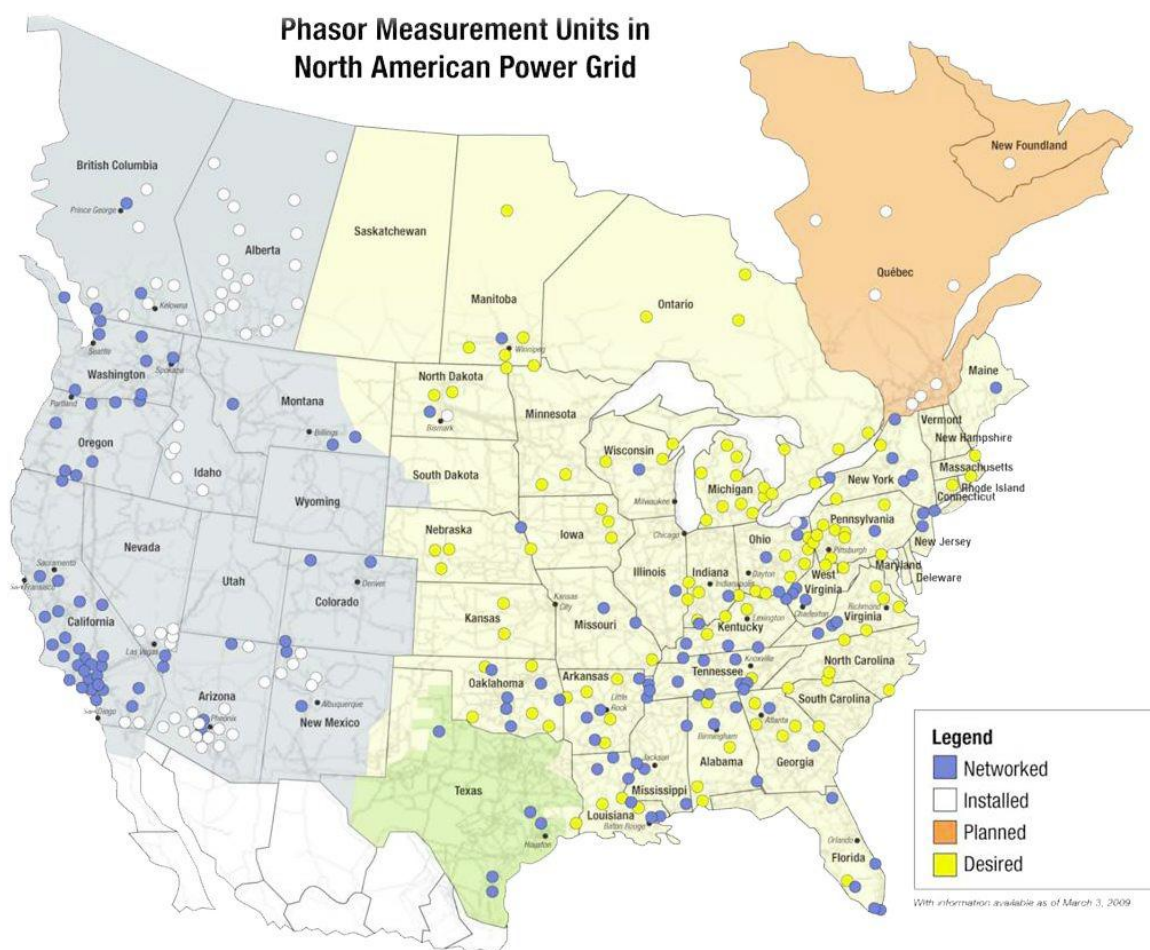
T = Testing phase

P = Planning stage

به دلیل فراهم نمودن امکانات فراوان برای کنترل و مدیریت شبکه توسط سیستم پایش، حفاظت و کنترل گسترده (WAMPAC) کاربردهای متنوعی از آن در کشورهای مختلف در مراحل طراحی، تست و بهره برداری قرار دارد. که در جدول ۲-۳ مقایسه ای بین این تجهیزات در کشورهای مختلف صورت گرفته است.

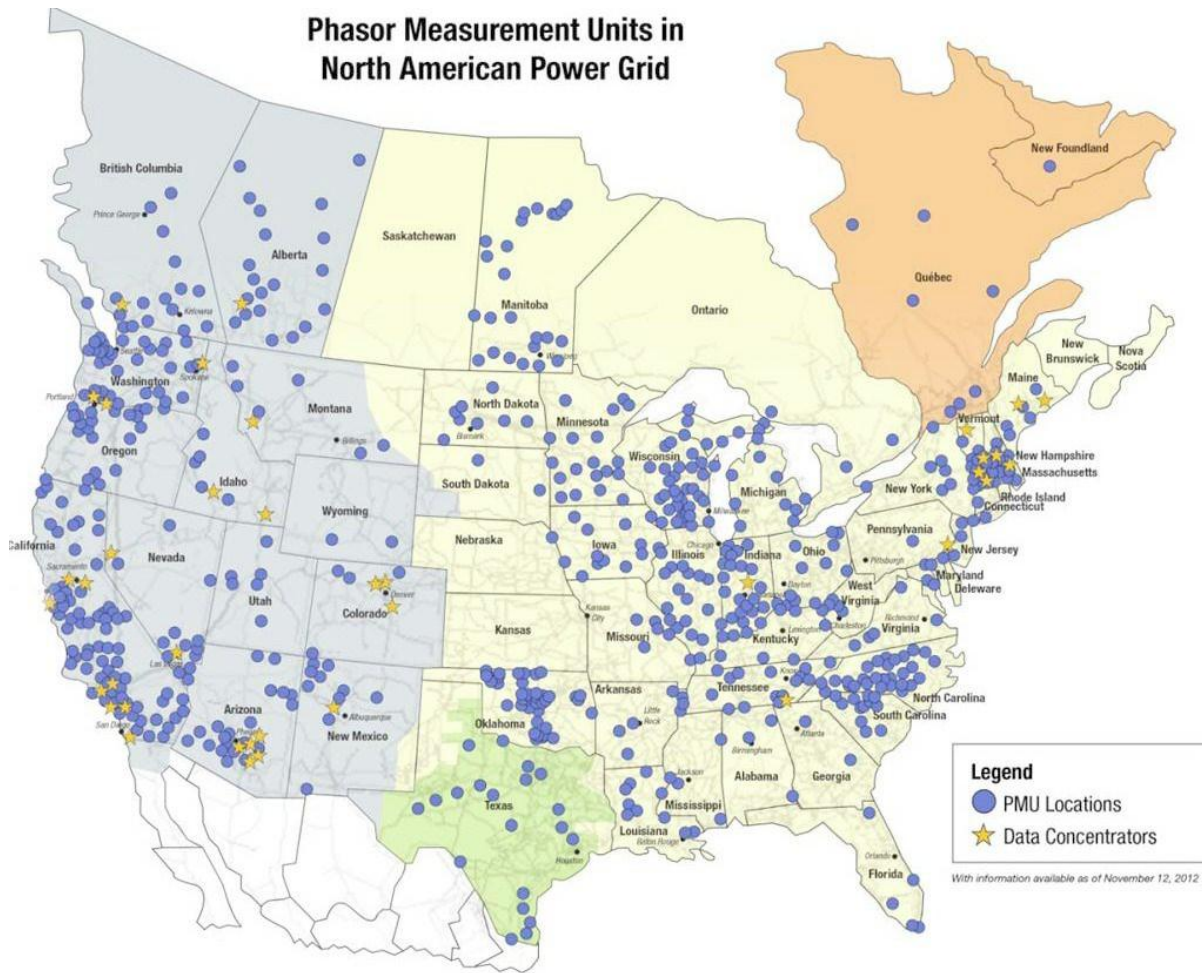


شکل ۲-۱۲ و شکل ۲-۱۳ میزان نصب PMU ها را در شبکه شمال آمریکا را در سال های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۲ نشان می دهد. همانطور که از این اشکال مشخص است در سال ۲۰۰۹ در حدود ۶۰ عدد PMU در این شبکه نصب شده بود این در حالی است که این تعداد در سال ۲۰۱۲ به بیش از ۳ برابر افزایش داشته است. این مسئله نشان می دهد کشور آمریکا به سرعت در حال تجدید آرایش سیستم کنترل و حفاظت شبکه های خود از ساختاری سنتی به ساختاری نوین به منظور پایش و حفاظت آنلاین شبکه و توسعه زیر ساخت های لازم جهت ایجاد شبکه های هوشمند است.



شکل

۲-۱۲: وضعیت نصب PMU در شبکه شمال آمریکا در سال ۲۰۰۹



شکل ۲-۱۳): وضعیت نصب PMU در شبکه شمال آمریکا در سال ۲۰۱۲

# نتیجه گیری

با توجه به اهمیت و جایگاه ویژه سیستم‌های حفاظتی در امنیت و قابلیت اطمینان شبکه‌های برق بررسی جزئیات این سیستم‌ها از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. در این گزارش، این مسئله از چند بعد مورد بررسی قرار گرفت. نخست این مسئله بر روی شبکه‌های فعلی بررسی شد و مشخص گردید که به دلیل آنکه اکثر خاموشی‌های شبکه‌های ایران در اثر نقص فنی سیستم‌های حفاظت بوده است، لذا ارتقاء این سیستم‌ها بسیار حائز اهمیت است. همچنین به دلیل شرایط تحریم‌ها و اثرات منفی که بر اقتصاد ایران دارد و با توجه به آنکه شرکت‌های غربی فروش رله را به دلیل اعمال فشار بر صنعت برق کشور مختل نموده‌اند، لذا لازم است این مسئله در کشور به جد مورد توجه قرار گیرد تا بدین ترتیب علاوه بر مزایای فنی و اقتصادی بیشمار، تحریم‌ها عملاً بی اثر گردند.

مسئله دیگری که در این گزارش بررسی گردید و لزوم توجه به سیستم‌های حفاظت را بیشتر نمود، بحث تغییر ساختار شبکه‌های کشور و بحث ورود منابع تولید پراکنده به شبکه‌های کشور است که لزوم بازنگری در طرح‌های حفاظتی را ضروری می‌سازد.

## مراجع:

- [۱] فرخ زاد، داود، گزارش " شاخصهای اصلی پایداری شبکه سراسری و معرفی سیستم WAMS صنعت برق ایران"، تهران - شرکت توانیر، پژوهشگاه نیرو - سال ۱۳۹۲.
- [۲] محمدی، ر، " بکارگیری بهینه FCL در طراحی سیستم حفاظت شبکه توزیع مجهز به تولید پراکنده"، رساله دکتری، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ایران، ۱۳۹۰
- [۳] D.C. Elizondo, j. de la Ree, A.G. Phadke, S. Horowitz, "Hidden failures in protection systems and their impact on wide-area disturbances", IEEE, Power Engineering Society Winter Meeting, Vol. 2, pp. 710 – 714, 2001
- [۴] A.H. Etemadi, M. Fotuhi-Firuzabad, "New Considerations in Modern Protection System Quantitative Reliability Assessment", IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY, Vol. 25, No. 4, pp.2213–2222, 2010
- [۵] X. Yu, C. Singh, "Power System Reliability Analysis Considering Protection Failures", IEEE, Power Engineering Society Summer Meeting, Vol. 2, pp. 963 – 968, 2002
- [۶] صادقی، ح، حقانی، م، "بررسی اثرات خاموشی برق بر اقتصاد ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه"، اولین همایش بین المللی اقتصادسنجی روش ها و کاربردها، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران، ۱۳۹۱
- [۷] Wei. Lu, Yvon. Bésanger, Eric. Zamaï and Daniel. Radu; , "Blackouts: Description, Analysis and Classification" *Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Power Systems*, Lisbon, Portugal, 22-24 September, 2006.
- [۸] "مطالعه اسناد بالادستی به منظور توجیه پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فن آوری های نوین حفاظت در شبکه ایران در سطح کلان"، پژوهشگاه نیرو، ۱۳۹۳
- [۹] شرکت راهبران مدیریت امین، "سند مسیر راه فناوری صنعت برق ایران"، وزارت نیرو، ۱۳۹۲
- [۱۰] " بررسی میزان اتلاف انرژی در فرآیند تبدیل، انتقال و توزیع برق کشور و راهکارهای اصلاح آن"، رسانه خبری تحلیلی نفت و انرژی پیام نفت، ۱۳۸۹
- [۱۱] شهنیا، ف، "انرژی های تجدیدپذیر و جایگاه آن ها در سبد انرژی کشورها"، اولین کنفرانس ملی نفت، گاز و انرژی در افق ۱۴۰۴، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۵

## فهرست

### فصل اول: معرفی زیرساخت حفاظتی کنونی شبکه برق

مقدمه .....	۲
۱-۱ شاخص های سیستم حفاظت شبکه برق .....	۳
۱-۱-۱ قابلیت اطمینان .....	۳
۱-۱-۲ قابلیت انتخاب .....	۵
۱-۱-۳ سرعت .....	۶
۱-۱-۴ حساسیت .....	۷
۲-۱ انواع حفاظت .....	۷
۱-۲-۱ حفاظت اولیه .....	۸
۲-۲-۱ حفاظت پشتیبان .....	۸
۳-۱ هماهنگی .....	۹
۴-۱ تجهیزات حفاظت سیستم قدرت .....	۹
۱-۴-۱ تجهیزات اندازه گیری .....	۹
۲-۴-۱ مرکز فرمان حفاظتی .....	۱۷
۳-۴-۱ کلیدها .....	۴۶
۴-۴-۱ برقگیر .....	۵۴
۵-۱ جمع بندی .....	۵۹

## فصل دوم: ترسیم روند توسعه تکنولوژی و زیرمجموعه های مرتبط با آن

- مقدمه ..... ۶۱
- ۱-۲ اهمیت و ضرورت توسعه تکنولوژی حفاظت ..... ۶۱
- ۲-۲ تکنولوژی اندازه گیری همزمان فازور به عنوان عامل اصلی پیدایش سیستم های پایش گسترده ..... ۶۳
- ۳-۲ توسعه ی SCADA ..... ۶۶
- ۴-۲ تجهیزات سیستم حفاظت مدرن ..... ۶۷
- ۱-۴-۲ تجهیزات اندازه گیری نوظهور ..... ۶۷
- ۲-۴-۲ واسطه های مخابراتی ..... ۶۹
- ۵-۲ جمع بندی ..... ۷۸

## فصل سوم: تبیین مسیر توسعه فناوری دانش حفاظت

- مقدمه ..... ۸۰
- ۱-۳ اهمیت و ضرورت آموزش ..... ۸۰
- ۱-۱-۳ آموزش در صنعت ..... ۸۰
- ۲-۱-۳ آموزش در مراکز تحقیقاتی و دانشگاه ها ..... ۸۱
- ۲-۳ مطالعات و تحلیل حوادث ..... ۸۳
- ۱-۲-۳ جمع آوری داده های شبکه ..... ۸۳
- ۲-۲-۳ گزارش دهی و بررسی حوادث شبکه ..... ۸۳

- ۳-۳ طراحی و تنظیم حفاظتی ..... ۸۴
- ۳-۳-۱ مدل سازی و تحلیل شبکه ..... ۸۴
- ۳-۳-۲ تنظیم حفاظتی ..... ۸۷
- ۳-۴ صحت سنجی و تست تجهیزات ..... ۹۳
- ۳-۴-۱ قابلیت سنجی و تنظیمات ادوات حفاظتی ..... ۹۴
- ۳-۴-۲ ارزیابی عملکرد تجهیزات حفاظتی تحت سناریوهای مختلف ..... ۹۴
- ۳-۵ جمع بندی ..... ۹۵
- نتیجه گیری ..... ۹۷



## فهرست شکل ها

- شکل ۱-۱- تقسیم بندی کلی فناوری تجهیزات سیستم حفاظت نوین شبکه برق ایران ..... ۲
- شکل ۲-۱- دیاگرام عملیاتی رله های عددی ..... ۲۵
- شکل ۳-۱- مشخصه های رله اضافه جریان ..... ۲۷
- شکل ۴-۱- مشخصه عملکردی رله مهو ..... ۲۹
- شکل ۵-۱- مشخصه چهار ضلعی رله دیستانس ..... ۳۰
- شکل ۶-۱- مشخصه چندضلعی بریده شده ..... ۳۱
- شکل ۷-۱- منحنی مشخصه های شروع به ذوب و قطع کامل چند نمونه فیوز ..... ۳۹
- شکل ۸-۱- مشخصه ی زمان/جریان ریکلوزر ..... ۴۳
- شکل ۹-۱- درخت فناوری تجهیزات حفاظتی محلی ..... ۵۹
- شکل ۱-۲- سه مرحله مشترک در بروز خاموشی ها ..... ۶۲
- شکل ۲-۲ - یک معماری نمونه ای از سیستم WAMPAC ..... ۶۵
- شکل ۳-۲- ساختار ۴ لایه ای یک سیستم پایش گسترده ..... ۶۶
- شکل ۴-۲ - ساختار داخلی یک واحد اندازه گیری فازور ..... ۶۹
- شکل ۵-۲- ارتباطات مختلف در شبکه و پست و پروتکل های آن ها ..... ۷۰
- شکل ۶-۲- حفاظت دیفرانسیل با استفاده از سیم های پایلوت ..... ۷۱
- شکل ۷-۲- مشخصات یک خط پایلوت با عایق فشارقوی ..... ۷۲
- شکل ۸-۲- افزایش سطح ولتاژ پست و تأثیر آن بر سیم پایلوت ..... ۷۳
- شکل ۹-۲- راکتور خنثی کننده و گرادیان ولتاژ ابتدای خط ..... ۷۴
- شکل ۱۰-۲- انواع فیبر نوری و عملکرد آن ها ..... ۷۵
- شکل ۱۱-۲- انتقال از طریق مایکروویو ..... ۷۶

- شکل ۲-۱۲- انتقال از طریق PLC و مشخصات آن ..... ۷۶
- شکل ۲-۱۳- انواع PLC از جهت اتصال ..... ۷۷
- شکل ۲-۱۴- درخت فناوری تجهیزات حفاظتی گسترده ..... ۷۸
- شکل ۳-۱- پدیده های دینامیکی سیستم قدرت ..... ۸۵
- شکل ۳-۲- نمونه ای از کاربرد شبکه محلی نوری در کنار تجهیزات حفاظت و کنترل ..... ۹۳
- شکل ۳-۳- نگاهت فناوری دانش حفاظت ..... ۹۵
- شکل پ ۱- درخت فناوری تجهیزات حفاظتی ..... ۱۰۱
- شکل پ ۲- درخت فناوری دانش طراحی و بهره برداری سیستم حفاظتی ..... ۱۰۲

## فهرست جداول

جدول ۱-۱ سیر تاریخی رله های حفاظت سیستم قدرت ..... ۱۹

جدول ۲-۱ مقایسه بین انواع رله های حفاظتی ..... ۲۲

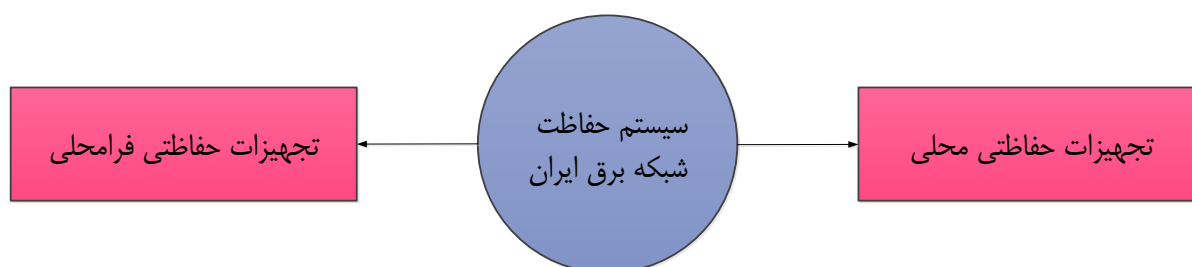
## فصل اول:

# معرفی زیرساخت حفاظتی کنونی

## شبکه برق

## مقدمه

با توجه به پیوستگی و پیچیدگی شبکه برق در ایران و نقاط مختلف جهان، استفاده از تجهیزات حفاظتی موضعی و محلی به تنهایی قادر به پاسخگویی به رخدادهای متنوع و ناخواسته شبکه برق نخواهند بود و وجود مدیریت بالاسری و وسیع تری ضرورت پیدا می کند. محدودیت های تولید منابع انرژی پیشین به دلیل افزایش مصرف و روی آوردن به منابع انرژی تجدید پذیر که دارای منحنی تولید متغیری هستند بر پیچیدگی شبکه موجود و ضرورت بهبود و توسعه سیستم حفاظت موجود افزوده است. از طرفی نیازمندی به بهبود کیفیت توان در راستای جلوگیری از رخدادهای و ارائه خدمات با قابلیت اطمینان بالاتر بر اهمیت این قضیه می افزاید. در برخی مواقع نظارت بالاسری بر تجهیزات حفاظتی پیشین و تدوین و تنظیم ضوابط و قوانین ملی و فنی بروز و در برخی مواقع توسعه سیستم حفاظتی با پیاده سازی تجهیزات حفاظتی مدرن می تواند پیکربندی مطلوب تری بر سیستم حفاظتی فعلی فراهم سازد. در نتیجه می توان تقسیم بندی کلی زیر را برای فناوری تجهیزات حفاظتی نوین کشور مطرح کرد.



شکل ۲-۱- تقسیم بندی کلی فناوری تجهیزات سیستم حفاظت نوین شبکه برق ایران

وظیفه سیستم حفاظت آن است که هر جزء از شبکه ی الکتریکی را که دچار خطا یا اتصالی شده در کمترین زمان ممکن از مدار خارج سازد، به شکلی که احتمال خطر از بین رفته و کوچک ترین بخش ممکن از شبکه ی الکتریکی مجزا گردد. همین امر در شرایط بهره برداری غیرعادی نیز صادق است. در این راستا می بایست مهم ترین شاخص های حفاظتی سیستم شناسایی شده و در راستای بهبود این شاخص ها گام برداشت. در ادامه به معرفی این شاخص ها و اهمیت آن ها در مدیریت سیستم حفاظتی پرداخته شده است.

## ۱-۲ شاخص های سیستم حفاظت شبکه برق

وجود شاخص های عملکرد مناسب و شناسایی آن ها به عنوان معیارهای کارایی در هر مقوله ای می تواند به بهبود و ارتقاء هر چه بیشتر تکنولوژی حاصل و توسعه آن منجر شود. هر تغییری در سیستم گسترده برق بر شاخص های حفاظتی و معیارهای پایداری آن تأثیرگذار خواهد بود که می بایست در راستای بهبود آن اقدامات مختلفی را به اجرا رساند. از اساسی ترین مسائل مربوط به حفاظت سیستم های قدرت می توان از قابل اطمینان<sup>۱</sup> و قابل انتخاب<sup>۲</sup> بودن آن سیستم نام برد. بدون در نظر گرفتن دو مورد فوق، یک طرح حفاظتی ارزشمند و موفق نخواهد بود. مشخصات دیگر حفاظت عبارتند از سرعت<sup>۳</sup> و حساسیت<sup>۴</sup> سیستم حفاظت که این دو پارامتر نیز از مشخصات مهم و قابل توجه آن هستند و بایستی مورد توجه قرار گیرد [۱].

### ۱-۱-۲ قابلیت اطمینان

هیچ گاه یک طرح حفاظتی نمی تواند صد درصد قابل اطمینان باشد زیرا همواره امکان ایجاد عیب در دستگاه ها و یا اشتباه نیروی انسانی و نظایر آن وجود دارد. به طور کلی یک سیستم حفاظتی بایستی درجایی که لازم است عمل کند، حتماً عمل کرده و درجایی که نیازی به عملکرد نیست، اصلاً عمل نکند.

عملکرد غیر صحیح سیستم حفاظت می تواند در دسته های زیر تقسیم بندی شود:

(۱) طراحی غلط

(۲) تنظیم<sup>۵</sup> غلط

(۳) نصب غلط

(۴) تست و راه اندازی غلط

(۵) اشکال در بهره برداری<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> Reliability

<sup>۲</sup> Selectivity

<sup>۳</sup> Speed

<sup>۴</sup> Sensitivity

<sup>۵</sup> Setting

## ۲-۱-۱-۱ طراحی

طراحی سیستم های حفاظتی از پارامترهای بسیار مهم در بخش حفاظت می باشد. لذا همواره طراحی بایستی به گونه ای صورت گیرد که سیستم حفاظتی درجایی که باید عمل کند، حتماً عمل کند و در جایی که نیاز به عملکرد نیست (مثلاً ناحیه خارج از محدوده رله)، اصلاً عمل نکند.

## ۲-۱-۱-۲ تنظیم

برای انجام صحیح تنظیمات رله ها می بایست پارامترهای اولیه سیستم مثل جریان بار، سطح اتصال کوتاه، مشخصات دینامیک سیستم و ... در نظر گرفته شوند. زیرا از آنجا که مشخصه های سیستم های قدرت در اثر تغییر بار، نوع، محل و مقدار تولید برحسب زمان متغیر می باشد، لذا لازم است مقادیر تنظیم شده بر روی رله های حفاظتی، طی فواصل مناسب مجدداً مورد بررسی قرار گیرد. در غیر این صورت ممکن است باعث عملکرد ناخواسته رله شده و یا درجایی که می بایست عمل کند عمل نکند [۱].

## ۳-۱-۱-۲ نصب

نصب صحیح تجهیزات حفاظتی یکی از پارامترهای مهم عملکرد صحیح سیستم می باشد. پیچیدگی اتصالات بعضی از سیستم های حفاظتی و ارتباط آن ها با دیگر تجهیزات، ممکن است بعضاً عمل نصب صحیح را با مشکل مواجه سازد. لذا لازم است پس از نصب رله، آزمایش های ساده ای جهت تشخیص نحوه صحیح نصب انجام گردد.

## ۴-۱-۱-۲ تست و راه اندازی

تست منسجم و فشرده جزء موارد مهم یک سیستم حفاظتی و یا رله می باشد. در این تست می بایست تمامی جنبه های سیستم های حفاظتی در نظر قرار گرفته و تا حد امکان شرایط محیطی و عملکردی رله ها بازسازی و آزمایش گردد. معمولاً در آزمایش ها نوعی تجهیزات حفاظتی (*Type test*) عمده پارامترهای رله ها مورد آزمایش قرار می گیرند، ولی کماکان ضروری

<sup>1</sup>. Deterioration in service

است که پس از قرار گرفتن رله‌ها در چرخه حفاظتی شمای حفاظتی مزبور در حضور تجهیزات حفاظتی مورد تست و آزمایش قرار گیرد [۱].

## ۲-۱-۱-۵ اشکال در زمان بهره‌برداری

جدا از امکان عدم نصب صحیح، اشکالات مختلفی ممکن است در زمان بهره‌برداری در یک سیستم حفاظتی واقع گردد. که بعضی از موارد به شرح زیر است:

- کنتاکت‌های رله‌ها ممکن است در اثر عملکرد مکرر ذوب گردند.
- کنتاکت‌های رله‌ها ممکن است در اثر مرور زمان دچار خوردگی شوند.
- در سیستم پیچ‌ها و بوبین‌ها ممکن است قطعی پیش آید.
- تجهیزات الکترونیکی و رله‌های کمکی ممکن است عملکرد غلط داشته باشند.

همچنین قسمت‌های مکانیکی ممکن است تغییر شکل داده و از اندازه اصلی خود خارج شوند. یک رله ممکن است روزانه عملکرد داشته باشد و رله دیگر ممکن است حتی در مدت یک سال یک عملکرد هم نداشته باشد. لذا نمی‌توان مطمئن بود که اگر در مدت یک سال عملکرد نداشته باشد در موقع اتصالی پاسخ مناسب بدهد. بنابراین بر اساس دلایل فوق، می‌بایست سیستم‌های حفاظتی و رله‌ها در دوره‌های منظم به‌دقت مورد آزمایش قرار گرفته و صحت عملکرد اجزاء آن کنترل گردد [۱].

## ۲-۱-۲ قابلیت انتخاب

در زمان بروز اتصال کوتاه، سیستم‌های حفاظتی فقط می‌بایست به‌کلید یا کلیدهایی که عملکرد آن‌ها مورد نیاز است، فرمان قطع دهند. این خاصیت، به نام قدرت تمایز یا قدرت تشخیص نامیده می‌شود و به دو روش کلی زیر حاصل می‌شود.



## ۱-۲-۱-۲ درجه بندی زمانی<sup>۱</sup>

سیستم های حفاظتی موفق، به گونه ای طراحی می شوند که بر اساس نوعی ترتیب یا درجه بندی زمانی تجهیزات سیستم را از مدار خارج نمایند. به طوری که در زمان بروز یک اتصال کوتاه، اگرچه تعدادی از تجهیزات حفاظتی فعال می شوند ولی فقط آن دسته از تجهیزات که در ناحیه اتصالی می باشند عمل قطع کامل را انجام می دهند. مابقی تجهیزات حفاظتی و رله ها عملکرد غیرکاملی دارند. بنابراین پس از قطع مدار توسط یکی از رله ها مابقی *Reset* می شوند. در این سیستم سرعت پاسخ غالباً متکی خواهد بود بر دوام جریان اتصال کوتاه و معمولاً از حالت حفاظت واحد کندتر عمل خواهند کرد [۱].

## ۱-۲-۲ پایداری

این ویژگی معمولاً در رابطه با حفاظت واحد بکاررفته و رجوع می شود به توانایی یک سیستم حفاظت که بتواند در مقابل اتصالی های خارج از ناحیه عملکردی خود مقاومت کرده و از خود عکس العملی نشان ندهد. در واقع توانایی عدم عملکرد یک سیستم حفاظتی در مقابل اتصالی های خارج از ناحیه حفاظتی را پایداری یک سیستم حفاظتی گویند. جریان بار عبوری از تجهیزات و اتصالات خارج از ناحیه از جمله این شرایط می باشد.

## ۱-۲-۳ سرعت

وظیفه یک سیستم حفاظتی عبارت است از جداسازی تا حد امکان سریع خطاهای واقع شده بر روی سیستم قدرت. هدف اصلی این کار اطمینان از تداوم سرویس دهی با حذف هرگونه اغتشاش بوده قبل از اینکه با عملکرد گسترده موجب گردد که شبکه از حالت سنکرون خارج و کل سیستم قطع نماید. علاوه بر موضوع سنکرونیسم، سرعت عملکرد یک سیستم حفاظتی می تواند خسارت ناشی از یک اتصال کوتاه را به حداقل ممکن برساند. از آنجاکه انرژی آزاد شده در زمان بروز یک اتصال کوتاه، متناسب با مجذور جریانی در زمان اتصالی می باشد. بنابراین لازم است یک سیستم حفاظتی تا حد امکان سریع عمل کند تا میزان انرژی آزاد شده در اثر اتصال کوتاه را به حداقل برساند. البته سرعت عمل سیستم های حفاظتی می بایست با محدودیت های اقتصادی هماهنگ باشد. در یک سیستم قدرت، متناسب با افزایش جریان بار، اختلاف فاز بین ولتاژهای شینه های مختلف نیز

<sup>۱</sup>. Time grading

افزایش می‌یابد، این افزایش همچنین با بالا رفتن احتمال خروج سیستم از حالت سنکرون در زمان وجود یک اغتشاش ناشی از یک اتصال کوتاه متناسب است.

## ۲-۱-۴ حساسیت

واژه حساسیت، غالباً در هنگام مراجعه به حداقل سطح عملکرد رله یا سیستم حفاظتی بکار می‌رود. یک رله یا سیستم حفاظتی وقتی حساس است که بتواند با حداقل کمیت‌های اولیه مثل ولتاژ، جریان، توان و ... عمل کند. در رله‌های الکترومکانیکی، حساسیت بستگی دارد به میزان ولت‌آمپر موردنیاز برای عملکرد بخش‌های حرکتی رله درحالی‌که در رله‌های جدید نیومریک و دیجیتال حساسیت تجهیز، به‌ندرت به طراحی تجهیزات بستگی داشته بلکه به کاربرد رله و پارامترهای ترانس‌های جریان و ولتاژ بستگی دارد و انتخاب تنظیم‌های اشتباه برای ترانس‌های جریان و ولتاژ موجب می‌گردد که رله‌هایی از این دست حساسیت مطلوب را نشان ندهند [۱].

## ۲-۲ انواع حفاظت

تمام عناصر سیستم قدرت باید به‌درستی موردحفاظت قرار گیرند تا رله‌ها فقط به هنگام رخداد خطا عمل کنند. برخی از رله‌ها تنها در برابر خطاهایی که در محدوده‌ی حفاظتی آن‌ها رخ می‌دهد، واکنش نشان می‌دهند؛ این نوع از حفاظت، حفاظت اولیه نامیده می‌شود. از سوی دیگر، برخی رله‌ها نیز می‌توانند خطا را چه در یک محدوده‌ی حفاظتی خاص و چه در بیرون از آن و معمولاً در نواحی همسایه، تشخیص دهند آشکار کنند. از این رله‌ها می‌توان به‌عنوان پشتیبان برای رله‌های نوع اول استفاده و محدوده‌ی حفاظتی دومی را ایجاد کرد. مهم آن است که هر نوع خطایی از شبکه ایزوله شود حتی اگر حفاظت اصلی مرتبط با آن از خود واکنشی نشان ندهد. بنابراین، در صورت امکان تمامی عناصر یک سیستم قدرت باید دارای هر نوع حفاظت اولیه و پشتیبان باشند [۱].

## ۲-۲-۱ حفاظت اولیه

حفاظت اولیه هر قسمت از شبکه باید به هنگام بروز خطا در هریک از عناصرش، فعال شود. بنابراین، هر تجهیز حفاظت اولیه یک ناحیه‌ی حفاظتی را که از یک یا چندین عنصر از سیستم قدرت مانند ماشین‌های الکتریکی، خطوط یا شین‌ها تشکیل یافته است، پوشش می‌دهد.

## ۲-۲-۲ حفاظت پشتیبان<sup>۱</sup>

در شبکه‌های بااهمیت قدرت، چنانچه حفاظت اصلی به هر علت نتواند عیب را حس کرده و در رفع آن اقدام نماید، سیستم حفاظتی دیگری به عنوان پشتیبان به کار گرفته می‌شود تا این وظیفه را انجام دهد. حفاظت پشتیبان به مدت‌زمان بیشتری برای شروع به کار نیاز دارد و معمولاً قسمت بیشتری از مدار را از سیستم جدا می‌کند. بر اساس اهمیت سیستم قدرت، زمان قطع رله‌های پشتیبان به نحوی انتخاب می‌شود که فرصت کافی جهت عمل حفاظت اصلی وجود داشته باشد [۱].

در عمل معمولاً دو نوع حفاظت پشتیبان در سیستم بکار می‌رود:

۱. حفاظت پشتیبان محلی<sup>۲</sup>

۲. حفاظت پشتیبان از راه دور<sup>۳</sup>

میزان ریسک‌پذیری و شرایط اقتصادی تعیین می‌کند که کدام نوع از حفاظت‌های پشتیبان بکار گرفته شود.

در شبکه‌های فشارقوی که زمان رفع خطا بسیار بااهمیت بوده و بر روی پایداری سیستم تأثیر می‌گذارد، بهتر است از حفاظت پشتیبان محلی استفاده گردد. در این شرایط، اکثر تجهیزات حفاظتی دو برابر می‌گردد. بنابراین از نظر اقتصادی گران‌تر می‌باشد. در شبکه‌های فشار ضعیف که زمان حذف خطا حالت بحرانی نداشته و عدم پایداری در سیستم قدرت ایجاد نمی‌نماید، حفاظت پشتیبان از راه دور بکار گرفته می‌شود. این نوع حفاظت کندتر بوده و قابلیت انتخاب کمتری دارد.

<sup>۱</sup>. Backup protection

<sup>۲</sup>. Local backup protection

<sup>۳</sup>. Remote backup protection

## ۲-۳ هماهنگی<sup>۱</sup>

هر یک از اجزای یک سیستم حفاظتی بایستی با در نظر گرفتن فاصله زمانی سایر اجزا و همچنین در نظر گرفتن ناحیه‌ی حفاظتی خود شروع بکار نماید. به‌طور کلی هیچ قسمتی از سیستم را نمی‌توان به‌طور مجزا مورد بررسی قرار داد و در طرح‌های حفاظتی تمام اجزای سیستم باید در نظر گرفته شود. این کیفیت را هماهنگی بین اجزای یک سیستم حفاظتی می‌نامند [۱].

## ۲-۴ تجهیزات حفاظت سیستم قدرت

ساختار سیستم پیوسته حفاظتی متشکل از مجموعه‌ای از تجهیزات و عناصری است که ایمنی و صحت عملکرد شبکه و همچنین پایداری آن را به ارمغان می‌آورد. این پایداری با حفاظت عناصر مختلف موجود در شبکه از جمله خطوط انتقال، ترانسفورماتورها، موتورها و ژنراتورها، باس ها و بارهای موجود در شبکه حاصل می‌شود. طراحی، نصب و استفاده از این تجهیزات به نحوی اتفاق می‌افتد که شاخص‌های عملکرد معرفی شده فوق‌الذکر به مقادیر بهینه خود برسند و وضعیت مطلوب‌تری را برای حفاظت شبکه گسترده و پیچیده برق در شرایط مختلف بهره‌برداری و شرایط ناخواسته شبکه فراهم سازند. در ادامه به تفصیل به معرفی این تجهیزات و کاربرد آن‌ها در حفاظت شبکه برق پرداخته شده است.

## ۲-۴-۱ تجهیزات اندازه‌گیری

اولین مرحله در مدیریت شبکه برق و حفاظت پیوسته آن، پایش و نظارت بر تمامی اجزاء موجود در سیستم می‌باشد. این امر با اندازه‌گیری پارامترهای از شبکه صورت می‌گیرد که می‌توانند رفتار داخلی سیستم را به خوبی نشان دهند. حضور انرژی الکتریکی در شبکه برق منجر به جاری شدن جریان در آن و حضور عناصر الکتریکی در مدار منجر به عدم توزیع یکسان جریان الکتریکی در سطح شبکه و در نهایت وجود اختلاف پتانسیل الکتریکی در نقاط مختلف شبکه خواهد شد. طبق این اصل

کلی، جریان و ولتاژ الکتریکی و حاصل ضرب این دو پارامتر (معرف توان الکتریکی عبوری از شبکه می باشد) به عنوان کمیت های شناخته شده شبکه برق برای آنالیز رفتار سیستم برق مورد استفاده قرار می گیرند. تجهیزاتی به منظور اندازه گیری این پارامترها در شبکه برق نصب شده اند که عمده ترین آنها ترانس های جریان و ولتاژی می باشند. ترانس های ولتاژ و جریان در طرف اولیهی خود مستقیماً به سیستم قدرت وصل می باشند به همین خاطر دارای عایق بندی متناسبی هستند و در طرف ثانویه نیز با کاهش دادن ولتاژ و جریان به تجهیزات حفاظتی دیگری جهت صدور فرمان وصل شده و اطلاعات جمع آوری شده از سیستم قدرت را در اختیار آنها قرار می دهند. ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان برای کاهش ولتاژ و جریان و همچنین ایزوله کردن قسمت حفاظت از مقادیر بالای ولتاژ و جریان در سیستم قدرت استفاده می شوند. این تجهیزات اندازه گیری از مهم ترین اعضای تیم حفاظت سیستم قدرت می باشند. در زیر ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان و انواع آنها و عملکردشان به طور خلاصه بیان شده است.

## ۲-۴-۱-۱ ترانس های جریان (CT)

برای نمونه گیری جریان به نسبت عبور جریان از اولیه خود و القای آن در ثانویه استفاده می شوند. این ترانسها به منظور حفاظت و اندازه گیری در ابتدای خطوط ورودی به پستها و همچنین در ورودی ترانس قدرت و ورودی ثانویه ترانس و همچنین در خروجی های پست و نقاط کلیدی دیگر که احتیاج است جریان در آن نقطه تحت نظر باشد استفاده می شود که هر کدام از این نقاط با ترانس مخصوص به خود چه از نظر عایقی و ساختمان و چه از نظر قدرت و دقت، نصب و استفاده می گردند [۲].



ترانسفورماتور جریان از دو سیم پیچ اولیه و ثانویه تشکیل شده که جریان واقعی در پست از اولیه عبور نموده و در اثر عبور این جریان و متناسب با آن، جریان کمی (در حدود آمپر) در ثانویه به وجود می آید. ثانویه

این ترانسها با مقیاس کمتری از اولیه خود که تا حد بسیار بالایی تمام ویژگیهای جریان در اولیه خود را دارد به تجهیزات فشار ضعیف پست و رلهها و نشان دهندهها متصل می شود. ثانویه این ترانسها دارای سیم پیچ با دوره های زیادتری نسبت به اولیه که بیشتر مواقع تنها یک شمش و یا چند دور از شمش است ساخته می شود.

نکته ای که قابل توجه است، تعداد دوره های سیم پیچی است که باید به نسبت مورد نظر باشد. در ثانویه سیم های پیچیده شده بدور هسته، سیم های لاکی هستند. هسته های حفاظتی بدون در نظر گرفتن تصحیح دور طراحی می شوند ولی در هسته های اندازه گیری جهت رسیدن به بارها و دقت های مورد نیاز تصحیح دور انجام می شود. میزان بار در ثانویه، از نکات دیگری است که در طراحی سطح مقطع سیم پیچ موثر است. این ترانسها هم باید در حالت و شرایط عادی و هم در شرایط اضطراری مثل جریان زیاد و یا هر خطایی که ممکن است بوجود آید قابلیت اندازه گیری و نمونه گیری جریان را داشته باشد.

یکی از مهمترین موارد در ساختمان یک ترانسفورماتور جریان، اختلاف ولتاژ خیلی زیاد بین اولیه و ثانویه می باشد. زیرا ولتاژ اولیه همان ولتاژ نامی پست است، در حالیکه ولتاژ ثانویه خیلی پایین می باشد که با توجه به این مورد بایستی بین اولیه و ثانویه ایزولاسیون کافی وجود داشته باشد. ترانسفورماتورهای جریانی که در پست های فشار قوی مورد استفاده قرار می گیرند، دارای ایزولاسیون کاغذ و روغن (توآما") می باشند. طرح این ترانسفورماتورها نیز بستگی به سازنده آن داشته، ولی به طور کلی ترانسفورماتورهای جریان از نظر ساختمانی در انواع مختلف به صورت زیر ساخته می شوند [۲]:

۱- CT های هسته پایین

۲- CT های هسته بالا

۳- نوع بوشینگی

۴- نوع شمش

۵- نوع حلقوی

۶- نوع قالبی یا رزینی (Castin Resine)

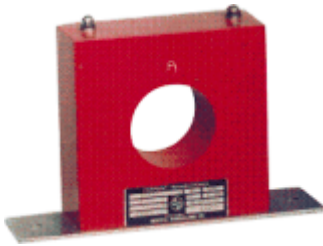
۷- ترانس نوع روغنی با عایق کاغذ آغشته به روغن

۸- نوع SF<sub>6</sub>

برخی از انواع این ترانس ها در زیر به طور خلاصه معرفی شده است.

### ❖ ترانسهای جریان هسته پائینو یا "TankType"

در این نوع از ترانس های جریان، هادی اولیه در داخل یک بوشینگ به شکل "U" قرار دارد، بطوریکه قسمت پایین "U" در داخل یک تانک قرار دارد و در این حالت اطراف اولیه بوسیله کاغذ عایق شده و در روغن غوطه ور می باشند. در این حالت مخزن فلزی از نظر الکتریکی محافظت می شود. سیم پیچی های ثانویه به صورت حلقه، هادی اولیه را در بر می گیرند. در این طرح، طول اولیه نسبتاً زیاد بوده و عبور جریان باعث گرم شدن ترانس جریان می گردد. استفاده از این نوع ترانس های جریان بیشتر در مواقعی است که چندین هسته و نیز اتصالات متعدد در اولیه برای دسترسی به نسبت های مختلف جریان لازم باشد.



شکل روبرو یک ترانس جریان هسته پائین را نمایش میدهد.

در این ترانسها ترکیب روغن به همراه دانه های ریز کوارتز خالص، که منجر به حداقل

شدن ابعاد ترانس می شود استفاده می شود.

محفظه روغن کاملاً آب بندی است و نیاز به بازمینی و نگهداری ندارد [۲].

### ❖ ترانس های جریان هسته بالا

در این نوع ترانس ها مسیر طی شده در اولیه بسیار کوتاه می شود. هادی اولیه از داخل یک حلقه عبور کرده و سیم پیچ ثانویه دور هسته حلقوی پیچیده شده است که ثانویه آن در قسمت بالا بوده و به نام "Top Core" و یا "Inverted" مشهور می باشند. کلیه سیم پیچها در داخل عایقی از روغن قرار دارد و سرهای ثانویه بوسیله سیم های عایق شده از داخل یک لوله به جعبه ترمینال هدایت می شود. جهت ایجاد عایق کافی بین ثانویه و اولیه در اطراف سیم پیچ ثانویه تعداد زیادی دور کاغذ که با توجه به ولتاژ ترانسفورماتورها تعیین می گردد، پیچیده می شود و فضای خالی بین کاغذ و اولیه نیز توسط روغن احاطه می شود. در ولتاژهای بالا ممکن است که سیم پیچ ثانویه در یک قالب آلومینیومی جاسازی شود.

در هر دو حالت فوق بایستی سعی شود که به هیچ عنوان هوا و یا ذرات دیگر به داخل محفظه ترانسفورماتورهای جریان نفوذ ننموده و از طرف دیگر امکان انبساط و انقباض روغن در اثر تغییر درجه حرارت نیز وجود داشته باشد، لذا در بالای ترانسفورماتورها بایستی فضای خالی به وجود آورد که به منظور ایزوله نمودن از هوا، از فولاد یا تفلون و یا دیافراگم های لاستیکی (ارتجاعی) استفاده می شود که در اثر انبساط و انقباض روغن بالا و پایین می روند. در بعضی از طرح ها نیز محفظه بالای روغن را از گاز نیتروژن پر می کنند [۲].

### ❖ ترانس های جریان پوشینگی

در بعضی از دستگاه ها نظیر کلیدهایی از نوع "DeadTankType" و یا ترانسفورماتورهای قدرت و راکتورها جهت صرفه جویی می توان ثانویه یک ترانس جریان را در داخل پوشینگ دستگاه ها قرار داده، بطوریکه اولیه آن با اولیه دستگاه مشترک باشد. این نوع ترانس را ترانسفورماتورهای جریان از نوع پوشینگی می نامند.



در ولتاژهای پایین نیز ممکن است از رزین به عنوان ماده جامد عایقی استفاده نمود که این نوع ترانسفورماتورهای جریان تا ولتاژ ۶۳ کیلوولت کاربرد بیشتری دارند و در حال حاضر سازندگان مختلفی سعی می نمایند که این طرح را برای ولتاژهای بالاتر نیز مورد استفاده قرار دهند [۲].

### ❖ ترانس جریان نوع قالبی یا رزینی

از این نوع CTها بیشتر در مناطق گرمسیری و به منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت و گرد و خاک به داخل CT استفاده می شود و تا سطح ولتاژ ۶۳ کیلو ولت و جریان ۱۲۰۰ آمپر بیشتر طراحی نشده اند.

این ترانس ها بمنظور جداسازی مدارهای حفاظتی و اندازه گیری از مدار فشار قوی و تبدیل مقادیر جریان یا ولتاژ به میزان مورد نظر بکار می روند. این نوع ترانس ها قابل نصب در تابلوهای فشار متوسط است. عایق این نوع ترانس ها از نوع اپوکسی رزین است که تحت خلا ریخته گری می شود و با خواص عایقی و مکانیکی مناسب ساخته می شود.

ترانس های جریان از نظر نوع هسته به دو نوع تقسیم می شوند:





۱- ترانس های جریان با هسته اندازه گیری

۲- ترانس های جریان با هسته حفاظتی

### ❖ ترانس های جریان با هسته اندازه گیری

ترانس های جریان با هسته اندازه گیری وظیفه دارند که در حدود جریان نامی و عادی شبکه از دقت لازم برخوردار باشند. و این نوع هسته ها باید در جریان های اتصال کوتاه به اشباع رفته و مانع از ازدیاد جریان در ثانویه و در نتیجه مانع سوختن و صدمه دیدن دستگاه های اندازه گیری در طرف ثانویه شوند [۲].

### ❖ ترانس های جریان با هسته حفاظتی

باید در جریان های اتصال کوتاه هم بتوانند دقت لازم را داشته و دیرتر به اشباع رفته تا بتوانند متناسب با افزایش جریان در اولیه، آن را در ثانویه ظاهر کرده و با تشخیص این اضافه جریان در ثانویه توسط رله های حفاظتی فرمان قطع یا تریپ به کلیدهای مربوطه داده تا قسمت های اتصال شده و معیوب از شبکه جدا شوند [۲].

### ۲-۱-۴-۲ ترانس ولتاژ ( Voltage transformer )

یک ترانس کاهنده برای رسیدن به ولتاژ متناظر در اولیه این ترانس است. ولتاژ ثانویه در این ترانسها متناسب و هم فاز با ولتاژ اولیه است. این ترانسها به صورت موازی بین ولتاژ اولیه و زمین قرار می گیرد (در انواع تک فاز). این ترانس هم دارای انواع و اندازه های مختلف، قدرت متفاوت و ساختمان های متفاوت است. ترانسهای ولتاژ در انواع تک فاز، دو فاز و چند فاز نیز ساخته می شوند. این ترانسها در ولتاژهای بالا برای صرفه جویی در هزینه ها و کمتر شدن حجم ساختمانی خود از خازنهایی سود می برد که در داخل خود ترانس تعبیه شده است و به ترانسهای ولتاژ خازنی معروف است. علاوه بر اندازه گیری ولتاژ فشار قوی و نمونه برداری ولتاژ برای رله های حفاظتی از ترانس های ولتاژ در پستها برای ارتباطات PLC نیز استفاده می شود که در بعضی موارد وسایل ارتباطی ( لاین تراپ ) بروی خود این ترانسها نصب می شود که در ادامه به آن می پردازیم [۳]:

## انواع ترانس ولتاژ

۱- ترانس ولتاژ اندوکتیو (VT یا PT)

۲- ترانس ولتاژ خازنی (Capacitive Voltage Transformer)

### ❖ ترانس ولتاژ اندوکتیو

ترانس های ولتاژ، شامل دو سیم پیچ هستند که بسته به نوع ترانس و ترانس مورد درخواست در ثانویه می تواند تعداد

بیشتری سیم پیچ وجود داشته باشد. در درون این ترانسها هم روغن روان قرار دارد و باعث خنک شدن ترانس می شود. در اولیه، این ترانس به ولتاژ نامی پست متصل می شود و تنها شامل یک ترمینال است (البته در انواعی از آن ترمینالهای اولیه ورود و خروج هم وجود دارد). قدرت خروجی ترانس ولتاژ برابر با مجموع قدرت سیم پیچ های ثانویه است.



قدرتی که بروی پلاک ترانس درج می شود، قدرتی است که ترانس به طور دائم در مدار می تواند بدهد. ترانس ولتاژ طرح شده برای فرکانس ۵۰ هرتز می تواند در فرکانس ۶۰ هرتز هم بدون افت قدرت نامی بکارش ادامه دهد [۳].

### ❖ ترانس ولتاژ خازنی

امروزه به خاطر هزینه های کمتر این نوع ترانسها و نوع کاربرد آنها، بیشتر از این نوع ترانسها استفاده می شود. از آنجا که خصوصیات عایقی در ولتاژهای بالاتر در ترانسهای ولتاژ اندوکتیو به نسبت سخت تر و حجیم تر می شود لذا در ابتدای امر توسط خازنهایی ولتاژ اولیه را کاهش داده که این خازنها از نوع کاغذی با هادی آلومینیومی هستند که به صورت متوالی قرار دارند و بسته به ولتاژ، تعداد خازنها متفاوت است و در ولتاژ بیشتر تعداد خازنهای سری بیشتر می شود. پس از کاهش این ولتاژ با استفاده از یک هسته و سیم پیچ به مقدار نامی ولتاژ در ثانویه که ذکر شد کاهش می یابد. ترانسهای ولتاژ



خازنی دقت کمتری دارند اما قیمت مناسبتری دارند، و از آنجاکه در نصب سیستم PLC نیز از نصب خازنهای کوپلاژ جلوگیری می شود لذا از این ترانسها بیشتر استفاده می شود.

مشخصات مهم یک ترانس ولتاژ به قرار زیر است که در هنگام سفارش و یا طراحی مورد توجه قرار می گیرد:

۱- بالاترین ولتاژ سیستم

۲- فرکانس نامی

۳- نسبت تبدیل

۴- تیپ و کلاس

۵- ظرفیت خازنی بین اولیه و زمین

۶- فاصله خزشی ( Creepage Distance )

۷- حداکثر بار حرارتی

ترانسهای ولتاژ در ولتاژهای پائین تر تنها از سیم پیچ های اولیه و ثانویه تشکیل شده اند که عایق استفاده شده در آنها اپوکسی رزین بوده که در قالب هایی شکل داده می شوند. در ورودی اولیه این ترانس ها فیوز محافظ قرار می گیرد و اولیه آنها از طرف دیگر به زمین (در تک فاز) وصل می شود و در ثانویه هم به همین صورت است یعنی انتهای سیم پیچ ثانویه زمین می شود. کلاس دقت در اغلب ترانسهای مورد استفاده در پستها ۳P است که نشان دهنده اینست که به میزان ۳ درصد خطا در نسبت تبدیل ترانس وجود دارد.

در ترانسهای ۶۳ کیلوولت و بالاتر در خروجی این ترانسها فیوزهایی نصب می شود. این فیوزها هم میتواند در داخل باکس خود ترانس باشد و یا در تابلویی دیگر، که اگر در تابلوها باشد همراه با یک کنتاکت کمکی برای ارسال آلام در صورت عملکرد فیوز همراه است.

در ترانسهای ولتاژ بیرونی در هنگام نصب باید دقت داشت که سیم اتصال بدنه آن به دقت نصب گردد و مقاومت پائینی داشته باشد. در طول زمان بهره برداری جز بازدید اتصالات و چک کردن ظاهری ترانس نیاز به تست و آزمون خاصی ندارد. اما بعد از یک اتصالی و یا زمان تعریف شده برای ترانس توسط کارخانه سازنده باید روغن داخل آن تست شود. همچنین در صورت نشستی احتمالی حتما باید با روغن هم تراز با کلاس روغن آن اصلاح گردد.

نیاز است که در مدت های مشخص بسته به موقعیت محیطی نصب ترانس، مقره های خازنی آن تمیز گردد و ترمینالهای ثانویه نیز آچارکشی شود [۳].

## ۲-۴-۲ مرکز فرمان حفاظتی

پس از پایش شبکه و اندازه گیری پارامترهای ولتاژ و جریان نقاط مختلف شبکه، تجهیزاتی در شبکه برق حضور دارند که با تجاوز متغیر یا متغیرهای تحریک آنها از مقدار تعریف شده در زمان وقوع خطا و یا رخداد حادثه ای به تجهیزات ایزوله کننده بخش های مدار، فرمان قطع یا وصل مجدد را صادر می کنند. این تجهیزات به عنوان مغز فعال در شبکه وظیفه ی تشخیص و شناسایی رخداد های ناخواسته اعم از اتصال کوتاه و یا قطعی المانی که منجر به عدم توزیع توان به بخشی از شبکه شوند را داشته و فرمان بهنگام را به منظور جلوگیری از استمرار آن و جداسازی بخش معیوب از شبکه به عهده دارند. در ادامه به معرفی این تجهیزات پرداخته شده است.

## ۲-۴-۲-۱ رله ها

قطع تجهیزات و دستگاه های سیستم قدرت در مقابل عیوب و اتصالیها، به وسیله کلید قدرت انجام می گیرد. قبل از اینکه کلید قدرت بتواند باز شود، سیم پیچی عمل کننده آن باید تغذیه شود این تغذیه به وسیله رله های حفاظتی انجام می پذیرد. رله به دستگاهی گفته می شود که در اثر تغییر کمیت الکتریکی ماندولت و جریان و یا کمیت فیزیکی مثل درجه حرارت و حرکت روغن ( در رله بوخهولس ) تحریک شده و باعث به کار افتادن دستگاه های دیگر و نهایتاً قطع مدار به وسیله کلید قدرت (در سیستم تولید و انتقال و توزیع) یا دژنکتور می گردد. بنابراین به وسیله رله محل وقوع عیب از شبکه جدا سازی شده و باعث می شود که سایر قسمتهای سالم شبکه همچنان به کار خود ادامه دهند و پایداری و ثبات شبکه به همان حالت قبلی محفوظ بماند و تجهیزات و دستگاهها در مقابل عیوب و اتصالیها محافظت شده و میزان خسارات وارده به آنها محدود گردد.

## ❖ مشخصات رله های حفاظتی

- ۱- سرعت و زمان عملکرد: این پارامتر در رله های حفاظتی بسیار حائز اهمیت است چون رله های حفاظتی هنگام خطا موظفند با سرعت هرچه تمامتر بخش های معیوب را از قسمت های سالم جدا نمایند.
- ۲- حساسیت: این پارامتر به حداقل جریانی که سبب قطع رله می گردد اتلاق می شود.
- ۳- تشخیص و انتخاب در شرایط خطا: این پارامتر نیز بسیار مهم است زیرا در شبکه هایی که دارای چند باس بارو رله حفاظتی هستند هنگام وقوع خطا می باید قسمت معیوب به درستی تشخیص داده شده و از شبکه جدا گردد و قسمت های سالم به کار خود ادامه دهد به عبارت دیگر باید مناسبترین و بهترین رله برای قطع مدار به کار گرفته شود.
- ۴- پایداری: این پارامتر به این باز میگردد که یک رله حفاظتی به تمامی خطاهایی که در محدوده حفاظتی خود قرار دارد به درستی عکس العمل نشان دهد و در مقابل خطاهایی که خارج از این محدوده است عکس العملی نشان ندهد.
- ۵- مصرف توان الکتریکی توسط رله کم باشد.
- ۶- قابلیت اطمینان بالا
- ۷- تمیز و فرق قائل شدن بین انواع خطاها
- ۸- ایمنی سیستم بالایی داشته باشد.
- ۹- کفایت [۴]

## ❖ اصطلاحات موجود در رله های حفاظتی

- بالاترین سطح سیگنال تحریک: مقداری از کمیت محرک (ولتاژ یا جریان) که اگر این مقدار از مقدار آستانه بالاتر رود رله شروع به فعالیت می کند.
- سطح باز نشانی: پایین ترین سطح از مقدار ولتاژ و یا جریان است که در آن مقدار کنتاکت های رله باز می شود و مدار به حالت معمولی باز می گردد.

- زمان عملکرد رله: لحظه‌ی خیلی اندکی بعد از زیاد شدن از مقدار محرک مکانیسم عملکرد رله شروع می‌شود و در نهایت کنتاکت‌های رله بسته می‌شود. زمانی را که سپری شده بین لحظه‌ای که مقدار تحرک از مقدار آستانه بالاتر رفته تا کنتاکت‌های رله به هم بسته می‌شوند را زمان عملکرد رله گفته می‌شود.
- زمان بازنشانی رله: زمانی که سپری شده بین لحظه‌ای که مقدار تحریک از مقدار بازنشانی پایین آمد تا زمانی که کنتاکت‌های رله به حالت عادی خود بازگردند زمان بازنشانی رله گفته می‌شود.
- دسترسی رله: در رله‌ی دیستانس زمانی که فاصله‌ی دیده‌شده توسط رله (امپدانس دیده‌شده) کمتر از امپدانس از قبل تعیین شده باشد رله خطا تشخیص داده و عمل می‌کند. امپدانس تحرک در رله‌های دیستانس تابعی از فاصله می‌باشد. این امپدانس یا فاصله‌ی متناسب با آن دسترسی رله نامیده می‌شود [۴].

### ❖ تاریخچه رله‌های حفاظتی

همان‌طور که در بالا هم بدان اشاره شد رله‌های حفاظتی عضو ضروری و لازم برای بهره‌برداری از سیستم قدرت می‌باشد و به همین دلیل از ابتدای راه‌اندازی سیستم قدرت تا به حال در سیستم قدرت از این اجزا استفاده شده است. می‌توان گفت که رله‌های استفاده‌شده در سیستم قدرت هم‌راستا با سایر بخش‌های مهندسی برق از جمله علم الکترونیک به پیشرفت خود ادامه داده است و در هر برهه‌ای از زمان متناسب با تکنولوژی روز رله‌ها به بازار ارائه شده است. سیر تاریخی رله‌های حفاظتی در جدول ۱ آمده است.

همان‌طور که در جدول زیر هم بدان اشاره شده است رله‌های حفاظتی در طول تاریخ به چهار نوع الکترومکانیکی، استاتیکی، دیجیتالی و عددی تقسیم می‌شوند که با توجه به تکنولوژی‌های موجود در هر دوره‌ای رله متناسب با آن تکنولوژی ساخته شده است [۴،۵].

جدول ۱-۲ سیر تاریخی رله‌های حفاظت سیستم قدرت

۱۹۶۳ تا ۱۹۰۰	۱۹۷۲ تا ۱۹۶۳	۱۹۸۰ تا ۱۹۷۲	۱۹۹۰ تا ۱۹۸۰ و تا کنون
رله‌های الکترومغناطیسی	رله‌های استاتیک	رله‌های دیجیتال	رله‌های عددی

۱۹۶۳ تا ۱۹۰۰	۱۹۷۲ تا ۱۹۶۳	۱۹۸۰ تا ۱۹۷۲	۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ و تا کنون
رله های نوع تک = 1925 دیسک برای (تک ورودی)	رله های = 1963 استاتیک برای تمام مقاصد	= 1980 رله های نوع دیجیتال برای تمام مقاصد	رله های = 1990 نوع عددی برای تمام مقاصد
رله های نوع تک = 1961 استوانه ای (رله های امپدانسی)	رله های استاتیک = 1972 با خاصیت خود بررسی برای تمام مقاصد		

### ❖ مقایسه انواع رله های حفاظتی

رله ها غالباً توابع مختلفی را بر روی کمیات سیستم بکار می گیرند که می توانند آن ها را با بیان ریاضی و یا گرافیکی نشان دهند. (کمیتی که به نوعی قابل اندازه گیری باشند).

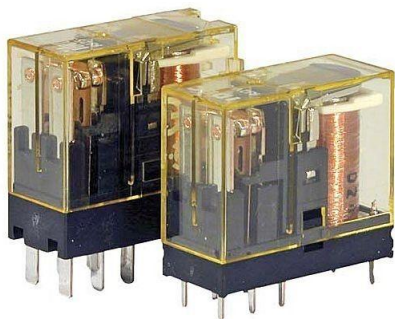
رله ها بر اساس تکنولوژی بکار رفته در آن ها به دسته های زیر تقسیم می شوند [۱]:

- رله های الکترومکانیکی<sup>۱</sup>
- رله های استاتیک<sup>۲</sup>
- رله های دیجیتالی<sup>۳</sup>
- رله های نیومریک (عددی)<sup>۴</sup>

در رله های الکترومکانیکی نیروی محرک الکترومغناطیسی توسط تعامل با توجه به پارامترهای ورودی برق ایجاد می شود. این رله ها شامل قطعات مکانیکی مانند فنر ، dashpot، دیسک القاء و غیره بودند. اگر گشتاور تولید شده توسط ورودی غالب بر گشتاور تولید شده از قبل و ذخیره شده در فنر باشد، بخش متحرک رله عمل خواهد کرد و باعث تولید سیگنال خروجی می شود. به طور کلی رله های الکترومکانیکی قابل اعتماد هستند و هنوز هم به طور گسترده ای به کار می روند. با این حال، معایب این رله ها نیز آشکار است. از مشکلات آن ها تعمیر و نگهداری، آهسته در عمل، مصرف توان بالا برای مکانیسم کمکی را می توان ذکر کرد.

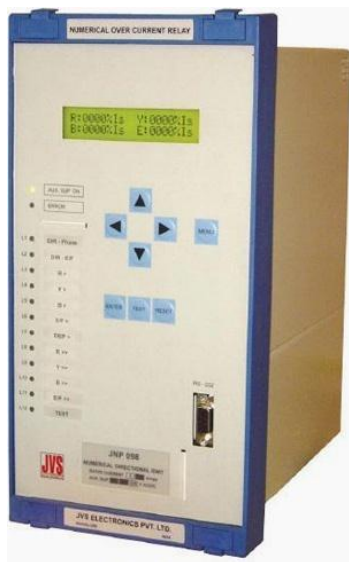
1. Electromechanical  
2. Static  
3. Digital  
4. Numerical

نوع الکترومکانیکی رله‌ها در حال جایگزین شدن با انواع دیجیتال بوده و استفاده از آن‌ها بسیار محدود شده است. در نوع



استاتیکی طراحی بر مبنای ادوات الکترونیکی آنالوگ بوده و لذا فاقد امکان برنامه‌ریزی می‌باشند. در مقایسه با رله‌های الکترومکانیکی، رله استاتیک سریع‌تر، دقیق‌تر هستند و می‌توانند به توابع پیچیده‌تر تحقق بخشند. آن‌ها نیاز به مصرف کمتر انرژی و تعمیر و نگهداری دارند. در کاربردهای عملی رله استاتیک، نیز رله حالت جامد نامیده می‌شود، عمدتاً در سطح انتقال برای حفاظت از سیستم به کار می‌روند.

از آنجاکه رله استاتیک تشکیل شده از اجزای الکترونیکی بسیاری، قابلیت اطمینان کلی را می‌توان تحت تأثیر این اجزا دانست. این قطعات الکترونیکی حساس به دمای محیط‌اند. بدتر اینکه رله استاتیک در معرض خطر ولتاژ گذرا هستند، که ممکن است باعث بدعمل کردنشان شود. اگرچه روش‌های مختلف برای بهتر شدن این شرایط واقعی کشف شد. رله نسل سوم



رله‌های دیجیتال و رله عددی نامیده می‌شوند. مزیت‌های اصلی رله دیجیتال نسبت به رله معمولی خود در قابلیت اطمینان، انعطاف‌پذیری عملکرد، خود چک کردن و تا حدودی خود وفق‌پذیری است. آن‌ها قادر به اجرای تابع مختلط بیشتر و دقیق‌ترند. اگرچه آن‌ها نسبتاً پرهزینه‌اند، اما اتخاذ این رله‌ها در بالا بردن امنیت سیستم و قابلیت اطمینان باعث می‌شود که کاربرد آن‌ها ارزشمند باشد [۶].

در نوع عددی از ریزپردازنده‌ها جهت آنالیز جریان خطا و اعمال فرمان مناسب استفاده می‌شود و با توجه به این امر امکان برنامه‌ریزی رله و داشتن چندین مشخصه عملکردی متفاوت امکان‌پذیر خواهد بود. در این نوع رله‌ها چندین عملکرد مختلف که

پیش از آن به کمک رله‌های مجزا انجام می‌گرفت را می‌توان به صورت مجتمع در یک رله قرار داد که البته این امر می‌تواند باعث کاهش قابلیت اطمینان سیستم حفاظتی گردد. با این حال استفاده از رله‌های دیجیتال در حال حاضر گزینه اصلی حفاظتی بوده و پیشنهادات بر این مبنای ارائه می‌شوند. رله‌های عددی نوع پیشرفته‌ی رله‌های دیجیتالی می‌باشند در این نوع رله‌ها با توجه



به امکانه‌دیی ساختن و ترکیب رله‌های حفاظتی مختلف باهم و همچنین توابع‌کنترلی در یک رله با ساختار دیجیتالی و نرم‌افزاری این توابع، امکان دسترسی و ارتباط سریع مخابراتی با این دستگاه‌ها را به‌منظور مانیتورینگ و کنترل تجهیزات میسر می‌کند. توابع کنترلی و حفاظتی روی این دستگاه‌ها که به نام IED معرفی می‌شوند، برنامه‌نویسی می‌گردند و سعی می‌شود به‌طور کامل نیازهای اساسی سیستم‌های قدرت، نظیر قابلیت اطمینان، قابلیت دسترسی، ایزوله نمودن سریع محل خطا و سایر موارد را پاسخگو باشند [۱]. در جدول ۲ مقایسه‌ای بین انواع رله‌های ذکر شده در قسمت قبل انجام شده است.

جدول ۲-۲- مقایسه بین انواع رله‌های حفاظتی

مشخصات	رله‌های الکترومغناطیسی	رله‌های استاتیکی	رله‌های دیجیتالی	رله‌های عددی
استاندارد تکنولوژی	نسل اول رله‌ها	نسل دوم رله‌ها	نسل جدید رله‌ها	نسل جدید رله‌ها
قاعده عملکرد	در این رله‌ها از قواعد اساسی مغناطیس استفاده می‌شود.	در این رله‌ها از ترانزیستور و آی سی استفاده شده است.	در این رله‌ها از میکروپروسسور در داخل سخت‌افزار با حجم از پیش تعیین شده استفاده می‌شود.	در این رله‌ها از میکروپروسسور در داخل سخت‌افزار با حجم از پیش تعیین شده استفاده می‌شود.
المان های اندازه‌گیری / سخت‌افزار	دیسک های القایی، آهن ربای الکتریکی، چرخ های القایی و میله های تعادلی	R,L,C و آی سی های مقایسه کننده آنالوگ	میکروپروسسور ها، آی سی های دیجیتال، پردازش سیگنال دیجیتال	میکروپروسسور ها، آی سی های دیجیتال، پردازش سیگنال دیجیتال
روشهای اندازه‌گیری	تبدیل انرژی مکانیکی به الکتریکی، گشتاور مکانیکی	نمایش کردن سطح، مقایسه با مقادیر مرجع در مقایسه گرهای آنالوگ	مبدل آنالوگ به دیجیتال، الگوریتم های محاسبات عددی	مبدل آنالوگ به دیجیتال، الگوریتم های محاسبات عددی
محیط مجاور	بستگی به نیروی گرانس زمین و مقدار تغییر میدان مغناطیسی مجاور دارد	این مقدار می‌تواند همراه با پاسخ به دما تغییر کند		
اندازه رله	بزرگ	کوچک	کوچک	فشرده
سرعت پاسخ	کند	سریع	سریع	خیلی سریع
زمانبندی عملکرد	ساعت های مکانیکی، ضربه گیر	تایمر های استاتیک	شمارشگر	شمارشگر

1. Numeric

2. Intelligent Electronic Device

مشخصات	رله های الکتر مغناطیسی	رله های استاتیکی	رله های دیجیتالی	رله های عددی
عوامل زمانی مؤثر بر دقت	وابسته به دما	وابسته به دما	پایدار	پایدار
قابلیت اطمینان	بالا	پایین	بالا	بالا
محفوظ از لرزش	خیر	بله	بله	بله
مشخصات	محدود	گسترده	گسترده	گسترده
نیاز به ترسیم خروجی	نیاز دارد	نیاز دارد	نیاز ندارد	نیاز ندارد
بار ترانس جریان	زیاد	کم	کم	کم
بار ترانس جریان	8 - 10 VA	1 VA	<0.5 VA	<0.5 VA
زمان بازنشانی	خیلی زیاد	کم	کم	کم
تغذیه اضطراری	نیاز دارد	نیاز دارد	نیاز دارد	نیاز دارد
رنج تنظیمات	محدود	گسترده	گسترده	گسترده
ولتاژ ایزولاسیون	پایین	بالا	بالا	بالا
عملکرد	تک عملکرد	تک عملکرد	تک عملکرد	عملکرد چندگانه
دوره مدت تعمیرات و نگهداری	زود به زود	زود به زود	کم	خیلی کم
مقاومت	۱۰۰ میلی اهم	۱۰ اهم	۱۰ اهم	۱۰ اهم
ظرفیت خازنی خروجی	<1PF	>20PF	>20PF	>20PF
فرسایش به علت عملکرد	بله	خیر	خیر	خیر
قابلیت برنامه نویسی رله	خیر	به صورت جزئی	قابل برنامه ریزی	قابل برنامه ریزی
سازش پذیری با سیستم SCADA	خیر	خیر	ممکن	بله
نشان دادن مقادیر عملیاتی	غیر ممکن	ممکن	ممکن	ممکن
نشان دهنده های مجازی	پرچم ها، اهداف	LEDs	LED, LCD	LCD و LED

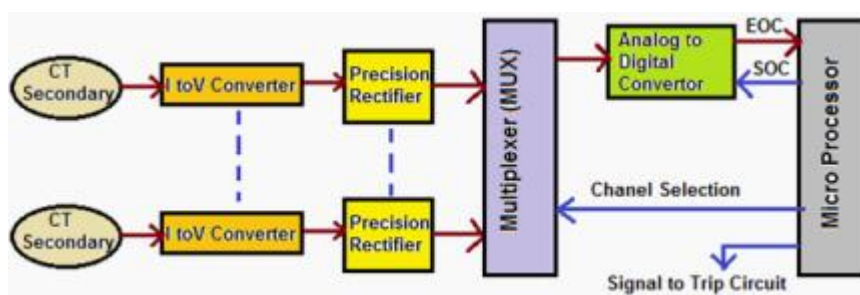
مشخصات	رله های الکتر مغناطیسی	رله های استاتیکی	رله های دیجیتالی	رله های عددی
خود مانیتورینگ	خیر	بله	بله	بله
تنظیم پارامترها	تنظیمات شارژی، تنظیمات مدرج	مهتره چرخان، کلیدهای خط دوطرفه	صفحه کلید برای مقادیر عددی، از طریق کامپیوتر	صفحه کلید برای مقادیر عددی، از طریق کامپیوتر
ثبات پارازیت خطا	غیرممکن	غیرممکن	ممکن	ممکن

امروزه در ادوات حفاظتی مدرن سیستم قدرت توابع مجتمع تعبیه شده است. چند تابعه بودن مانند حفاظت، کنترل، پایش و اندازه گیری در ادوات حفاظتی عددی امکان پذیر است. همچنین قابلیت مخابره ای اطلاعاتی در این تجهیزات، امکان کنترل دوردست، پایش و انتقال اطلاعات اندازه گیری شده را فراهم می کند. رله های حفاظتی سنتی شامل رله های الکترومکانیکی و استاتیکی به صورت تک تابع و تک مشخصه ساخته شده اند در حالی که رله های نسل سوم قابلیت اعمال توابع و مشخصه های چندگانه را دارند. این نسل رله ها مزایای فراتری از لحاظ حفاظت، قابلیت اطمینان، عیب یابی و اطلاعات خطا را دارا هستند. با توجه به اینکه رله های عددی میکروپروسسوری هستند، قابلیت ثبت پارامترها با استفاده از ثبات اغتشاشات را دارند و می توان هر تنظیم و آلامی را بر روی یک رله برای انواع مختلف حفاظت ها اعمال کرد [۶].

### ❖ عملکرد رله های عددی

در ابتدا سیگنال جریان گرفته شده از ترانس جریان توسط مبدل جریان به ولتاژ به سیگنال ولتاژ متناظر تبدیل می شود. سپس ولتاژ متناوب متناظر جریان بار توسط یکسوسازی با دقت بالا به ولتاژ DC تبدیل می شود و به مالتی پلکسر که چندین ورودی از مکان های مختلف دارد می دهد و تنها یک خروجی معادل تولید می کند. میکروپروسسور سیگنال فرمان را طبق ورودی دریافت شده دوباره به مالتی پلکسر می دهد و این مبدل سیگنال فرمان را به کانال متناظر فرمان انتقال می دهد تا کلید مربوط به کانال جریان مربوطه عمل کند. بلوک دیاگرام عملکرد رله عددی توصیف شده در شکل ۱-۲ نشان داده شده است [۶].

### Microprocessor Based Numerical Relay



شکل ۲-۲- دیاگرام عملیاتی رله های عددی [۶]

رله ها بر اساس پارامتر اندازه گیری اش هم می تواند دسته بندی شود که این دسته بندی به شکل زیر می باشد [۴،۵]:

- رله های ولتاژی: این رله ها بر اساس ولتاژ ورودی به رله عمل می کنند. این ولتاژ می تواند ولتاژ فازها باشد (رله های اضافه یا کمبود ولتاژ و ...) و یا می تواند مجموع جبری چند ولتاژ باشد (رله تغییر مکان نقطه تلاقی بردارهای سه فاز).
- رله های جریانی: این رله ها بر اساس میزان جریان ورودی به رله عمل می کنند. حال این جریان می تواند جریان فازها، جریان سیم نول، مجموع جبری جریان های فازها باشد (رله های جریان زیاد - رله های ارت فالت و ... ) و جریان ورودی رله می تواند تفاضل دو یا چند جریان باشد ( رله های دیفرانسیل و رستریکت ارت فالت).
- رله های فرکانسی: این رله ها بر اساس فرکانس ولتاژ ورودی عمل می کنند ( رله های افزایش و کمبود فرکانس).
- رله های توانی: این رله ها بر اساس توان عمل می کنند به عنوان مثال رله هایی که جهت توان را اندازه گیری می کنند یا رله هایی که توان اکتیو و راکتیو را اندازه گیری می کنند.
- رله های جهتی: این رله ها از جنس رله های توانی هستند که بر اساس زاویه بین بردارهای ولتاژ و جریان عمل می کنند مانند رله های اضافه جریان جهتی که در خطوط چند سو تغذیه رینگ و پارالل بکار می روند و یا رله های جهتی که جهت پرهیز از موتوری شدن ترانزاتور هنگام قطع کویلینگ آن بکار می رود.
- رله های امپدانس: مانند رله های دیستانس که در خطوط انتقال کاربرد فراوانی دارند.
- رله های وابسته به کمیات فیزیکی: مانند حرارت - فشار - سطح مایعات و ... مانند رله بوخ هلتس ترانسفورمرها

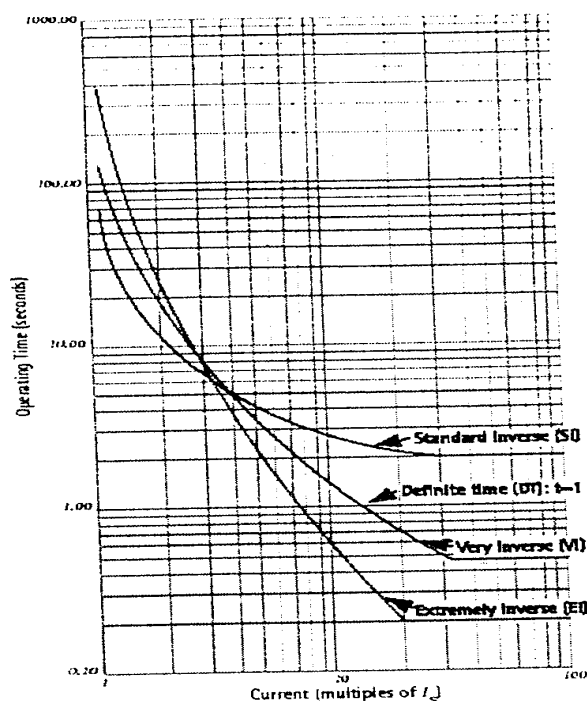
- رله‌های خاص: رله‌هایی هستند که برای منظوره‌های خاص به کار می‌روند. مثلاً رله تشخیص خطای بریکر - رله مونیتورینگ مدار تریپ بریکر - رله لاک اوت تو.....  
در ادامه به شرح هر کدام از رله‌های فوق پرداخته شده است.

### رله اضافه جریان<sup>۱</sup>

متداول‌ترین نوع رله که در شبکه استفاده می‌گردد، رله جریان زیاد است. رله‌های جریان زیاد تأخیری دارای چند مشخصه زمان-جریان بوده و زمان قطع آن‌ها وابسته به مقدار جریان خطا می‌باشد. مطابق استاندارد IEC سری ۶۰۲۵۵ این نوع رله‌ها بایستی دارای حداقل چهار مشخصه مختلف باشند که زمان‌های قطع متفاوتی را ارائه می‌کنند. این رله‌ها می‌توانند از نوع جهت‌دار باشند که در این صورت رله تنها به خطاهای در یک جهت پاسخ می‌دهد. رله جریان زیاد تأخیری می‌تواند به واحد آنی نیز مجهز گردد که در این صورت در جریان‌های بسیار زیاد، زمان عملکرد رله ثابت و مقدار کوچکی خواهد بود. رله‌های اضافه جریان آنی می‌توانند به صورت واحد مجزا نیز مورد استفاده قرار گیرند. شکل شماره ۱-۳ مشخصه‌های زمان-جریان رله اضافه جریان را مطابق با استاندارد IEC نشان می‌دهد. رله‌های اضافه جریان دارای دو تنظیم زمانی و جریانی می‌باشند. به کمک تنظیم جریان می‌توان حد جریان شروع عملکرد<sup>۲</sup> رله را تنظیم کرد و به کمک تنظیم زمانی هماهنگی بین رله‌های مختلف امکان پذیر می‌گردد [۷].

<sup>۱</sup>- Overcurrent Relay

<sup>۲</sup>- Pick up current



شکل ۳-۲- مشخصه های رله اضافه جریان [۷]

### رله دیستانس

رله دیستانس نامی عمومی برای رله های امپدانسی است که از ورودی های ولتاژ و جریان استفاده کرده و یک سیگنال خروجی را تهیه می نمایند. فرمان قطع زمانی صادر می شود که فاصله نقطه خطا از محل نصب رله کوچکتر از یک مقدار مشخص باشد. این نوع رله به طور گسترده ای برای حفاظت خطوط مورد استفاده قرار می گیرد. رله دیستانس همچنین برای حفاظت اتصال حلقه به حلقه سیم پیچی های ترانسفورماتورهای قدرت نیز می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

مشخصه عملکردی رله دیستانس معمولاً به صورت گرافیکی و برحسب دو متغیر  $X$  و  $R$  نشان دهد می شود. دیاگرام مشخصه رله نشان دهنده امپدانس هایی است که در جهت قطع رله واقع می شوند و همچنین شامل امپدانس هایی است که رله به ازای آن ها عمل نمی کند. رله های دیستانس برحسب مشخصه عملکردی خود به انواع مختلفی تقسیم می شوند که در ادامه مورد بررسی قرار می گیرد [۷].

### الف- رله دیستانس نوع راکتانیسی

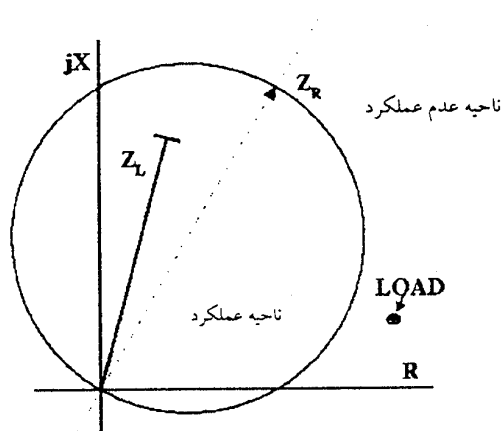
این نوع رله جز موهومی امپدانس یعنی راکتانس ( $X$ ) را اندازه می گیرد و مشخصه آن در صفحه  $R-X$  به صورت یک خط موازی با محور  $R$  است. رله راکتانیسی هنگامی عمل می کند که مقدار راکتانس خط از محل رله تا نقطه خطا، کوچک تر از مقدار تنظیم شده باشد. این نوع رله نسبت به مقاومت خطا و بالطبع مقاومت جرعه حساس نمی باشد اما لازم است به امکاناتی برای جهت دار شدن و عملکرد مناسب در مقابل امپدانس بار مجهز گردد. این نوع رله جهت حفاظت خطوط کوتاه که مقاومت جرعه در مقایسه با امپدانس خط قابل توجه است مناسب می باشد [۷].

### ب- رله دیستانس نوع امپدانس

رله امپدانس به اندازه امپدانس ( $|Z|$ ) پاسخ می دهد و به این ترتیب مشخصه این رله به صورت یک دایره به مرکز مبدأ مختصات  $R-X$  می باشد. برای اینکه رله جهت دار شود لازم است که دارای امکانات اضافی دیگری باشد تا جهت منفی (ربع های دوم، سوم و چهارم) را جدا کند.

### ج- رله دیستانس نوع مهو

مشخصه رله مهو همان طور که در شکل ۱-۴ دیده می شود به صورت دایره ای است که قطر آن برابر امپدانس تنظیم شده است. رله مهو هنگامی عمل می کند که امپدانس دیده شده از محل رله تا نقطه خطا درون مشخصه قرار گیرد. از آنجا که قسمت اعظم مشخصه دایره ای شکل در ربع اول واقع می شود این رله جهت دار خواهد بود [۷].



شکل ۲-۴- مشخصه عملکردی رله مهو [۷]\*\*

این مشخصه به خاطر سادگی و جهت‌دار بودن بسیار مورد استفاده قرار گرفته و در قیاس با رله امپدانس دارای حساسیت کمتری در مقابل نوسانات قدرت در شبکه می‌باشد. این مشخصه همچنین دارای فاصله کافی با امپدانس بار می‌باشد. با این حال به دلیل آنکه این مشخصه دارای پوشش کمی در جهت محور حقیقی (R) است، در خطوط کوتاه ممکن است دچار مشکل در تشخیص ناحیه حفاظتی گردد (تأثیر مقاومت جرقه می‌تواند به حدی باشد که رله خطای موجود در یک ناحیه را در ناحیه بعدی ببیند).

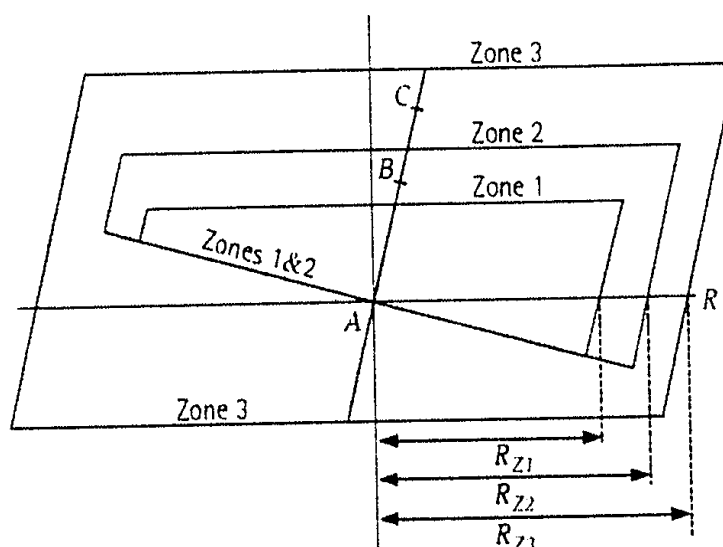
در بعضی موارد زون سوم رله مهو کمی به سمت ربع سوم صفحه مختصات تغییر مکان داده می‌شود که این مشخصه به افست مهو<sup>۱</sup> مشهور است. این موضوع باعث می‌شود که برای خطاهای حوالی شینه پشت خط حفاظت پشتیبان فراهم شود. نوع دیگری از انواع رله‌های مهو که به آن Cross Polarized می‌گویند دارای مشخصه مهو برای خطاهای سه فاز بوده و برای سایر خطاها، مشخصه در امتداد محور مقاومت باز می‌شود تا بتواند خطاهای جرقه را پوشش دهد [۷].

#### د- رله دیستانس با مشخصه چهارضلعی

<sup>۱</sup> - Offset, mho



مشخصه این رله در شکل ۵-۱ نشان داده شده است. تنظیم رله بر روی محور  $X$  و  $R$  به طور مستقل امکان پذیر بوده و این امر باعث بهبود مشخصه مقاومتی رله در مقایسه با رله مهو می گردد و امکان در نظر گرفتن مقاومت جرعه را به طور مؤثری فراهم می آورد [۷].

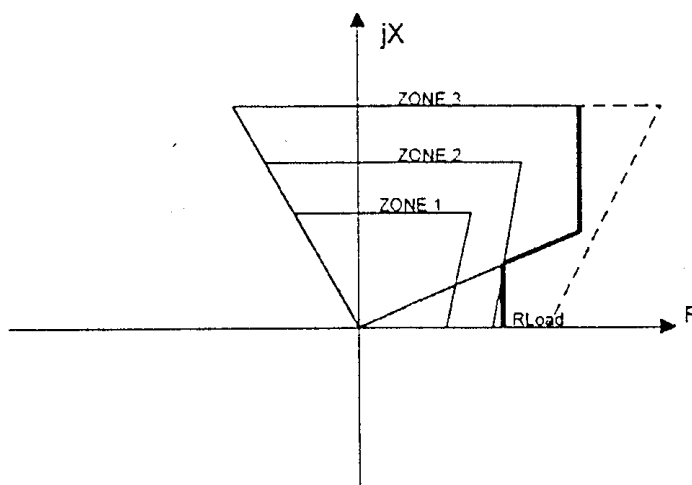


شکل ۵-۲- مشخصه چهار ضلعی رله دیستانس [۷]

## ۵- سایر مشخصه ها

به جز موارد ذکر شده، رله ها می توانند دارای مشخصه بیضوی، ترکیبی و حالات خاص باشند. در مشخصه ترکیبی معمولاً از نوع راکتانس نظارت شده توسط مشخصه مهو استفاده می شود. رله بیضوی دارای مشخصه بیضوی (عدسی شکل<sup>۱</sup>) در راستای زاویه خط بوده و به این ترتیب در مقابل امپدانس بار از پایداری مناسبی برخوردار است. جهت پایداری بهتر رله دیستانس در مقابل امپدانس بار، می توان مشخصه چهارگوش رله ها را به نحوی اصلاح کرد که نسبت به امپدانس بار پایداری بیشتری نشان دهد. برای این کار مشخصه چهارگوش با توجه به حدود زاویه امپدانس بار بریده می شود. شکل ۶-۱ این موضوع را نشان می دهد [۷].

<sup>۱</sup> - Lenticular



شکل ۲-۶- مشخصه چندضلعی بریده شده [۷]

### رله دیفرانسیل

رله دیفرانسیل بر پایه جمع جبری جریان های ورودی و خروجی در منطقه حفاظت شده عمل می نماید. در حالت عادی، جریانی که به یک نقطه وارد می شود برابر با جریانی است که از آن خارج می گردد، بنابراین تفاضل آن ها صفر بوده و جریانی از رله نمی گذرد. اگر در نقطه حفاظت شده اتصالی رخ دهد، قسمتی از جریان به سمت نقطه اتصالی ریخته و جریان خروجی کمتر از جریان ورودی است، بنابراین جریانی از رله عبور می کند. اگر این جریان تفاضلی، بیشتر از مقدار تنظیم شده باشد، رله فرمان قطع را صادر می کند. این نوع حفاظت، اضافه بار و یا اتصالی های خارج از منطقه حفاظت شده را نمی بیند و همچنین این رله اتصالی های بین دوره های سیم پیچی در موتورها، ژنراتورها و ترانسفورماتور را تشخیص نمی دهد.

رله دیفرانسیل حفاظتی با سرعت بالا و حساس را ارائه می نماید و به انواع زیر تقسیم می گردد:

↪ رله دیفرانسیل جریان زیاد

↪ رله دیفرانسیل درصدی

↪ رله دیفرانسیل امپدانس زیاد

↪ رله دیفرانسیل پایلوت

در رله های دیفرانسیل، انتخاب ترانسفورماتورهای جریان بسیار مهم بوده و برای عملکرد صحیح و مناسب حفاظت

حیاتی می باشد [۷].

### الف- رله دیفرانسیل جریان زیاد

رله دیفرانسیل جریان زیاد در یک تفاضل جریان ثابت عمل کرده و به راحتی توسط خطاهای ترانسفورماتورهای جریان تأثیر می‌پذیرد. این نوع رله، در مقایسه با بقیه رله‌های دیفرانسیل دارای حساسیت کمتری است به خصوص زمانی که برای اتصالاتی‌های زمین با مقادیر کم مورد استفاده قرار گیرد. در شرایط عادی، جریانی که از ترانسفورماتورهای جریان دو طرف می‌گذرد برابر است و بنابراین باید جریان ثانویه ترانسفورماتورها نیز یکسان باشد تا جریانی از رله عبور نکند. معمولاً ترانسفورماتورهای جریان دقیقاً نسبت تبدیل نامی را ارائه می‌نمایند. بنابراین اگر از رله دیفرانسیل جریان زیاد استفاده می‌گردد، این رله باید به طریقی تنظیم گردد که ماکزیمم جریان خطای ترانسفورماتورها را تحمل نموده و فرمان قطع صادر نگردد. به همین خاطر برای بدست آوردن حساسیت مورد نظر معمولاً از رله دیفرانسیلی درصدی بهره گرفته می‌شود [۷].

### ب- رله دیفرانسیل درصدی

رله‌های دیفرانسیل درصدی در شینه‌ها، ترانسفورماتورها، موتورها و ژنراتورها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این رله‌ها به سه نوع تقسیم می‌شوند. رله با درصد ثابت، رله با درصد متغیر که برای تمام موارد فوق بکار می‌روند و رله دارای فیلتر هارمونیک که تنها برای ترانسفورماتور بکار می‌رود. رله‌های درصد متغیر برای تشخیص اتصالاتی‌های سطح پایین در منطقه حفاظتی نسبت به رله‌های با درصد ثابت حساس‌تر است. رله دیفرانسیل درصدی که برای ترانسفورماتور استفاده می‌شود، دارای حساسیت کمتری نسبت به رله‌هایی است که برای شینه، ژنراتور و موتور بکار می‌رود. جهت بدست آوردن حساسیت مناسب در محدوده جریان خطا، رله‌های دیجیتالی دارای، مشخصه بایاس متغیر می‌باشند. در این رله‌ها هر چه جریان دیفرانسیل ناشی از جریان خطا افزایش یابد، جریان بایاس نیز افزایش می‌یابد و رله در تمامی جریان‌ها دارای حساسیت مناسب خواهد بود.

### ج- رله دیفرانسیل امیدانس زیاد

رله دیفرانسیل امیدانس زیاد برای حفاظت شینه و سیم‌پیچی ترانسفورماتور و به صورت رله دیفرانسیل جریانی و یا رله دیفرانسیل ولتاژی بکار می‌رود. برای اتصالاتی‌های خارج از منطقه حفاظتی خطای زیادی در ترانسفورماتور جریان مربوطه رخ

می دهد و ولتاژی بالاتر از حد عادی بر روی رله به وجود می آید و از این رو ولتاژ زیادی بر روی ترانسفورماتور جریان قرار می گیرد و جریان تحریک ترانسفورماتورهای جریان را افزایش می دهد. بنابراین جریان های خطا ترجیح می دهند به جای عبور از امپدانس بالای رله، امپدانس مغناطیسی معادل ترانسفورماتورهای جریان عبور کنند و برای جلوگیری از این عمل از مقاومت متغیر موازی با رله استفاده می شود تا این ولتاژ در یک حد قابل قبول باقی بماند [۷].

#### د- رله دیفرانسیل پایلوت

این نوع رله دارای سرعت بالایی بوده و برای حفاظت اتصالاتی های فاز و زمین در خطوط کوتاه، مورد استفاده قرار می گیرد. در این سیستم حفاظتی، پایلوت در حقیقت کانالی است که دو انتهای خط انتقال را به هم ارتباط می دهد. این کانال معمولاً به سه شکل وجود دارد. اولین نوع آن همان پایلوت وایر و یا کانال سیمی (کابل) است و ارتباط جریانی از طریق کابل تأمین می گردد.

نوع دوم پایلوت جریان کاربر (PLC) است. در این سیستم جریان فرکانس زیاد که فرکانس آن بین ۳ تا ۲۰۰ کیلوهرتز می باشد. از طریق یکی از سیم های خط انتقال به گیرنده ای واقع در سر دیگر خط منقل می شود. در این سیستم معمولاً زمین و سیم زمین به جای سیم برگشت عمل می کنند.

پایلوت میکروویو، سیستم رادیویی با فرکانس بالای ۹۰۰ مگاهرتز است. جهت فواصل کوتاه از حفاظت پایلوت وایر استفاده می شود و برای فواصل بیشتر پایلوت کاربر مورد استعمال دارد. موارد کاربرد پایلوت میکروویو زمانی است که از لحاظ فنی و اقتصادی پایلوت کاربر جوابگو نباشد.

این نوع رله گذاری شامل دو رله در دو انتهای خط است که توسط سیم پایلوت، جریان کاربر و یا میکروویو به هم متصل می شوند. خروجی سه ترانسفورماتور جریان به شبکه توالی اعمال می شود. این شبکه جریان ترکیبی که متناسب با جریان خط است تولید می کند و پلاریته آن متناسب با جهت جریان است. هر رله شامل یک عضو محدودکننده و یک عضو عمل کننده می باشد. عضو محدودکننده با مسیر جریانی پایلوت سری بوده و عضو عمل کننده هر رله، موازی با مسیر جریانی پایلوت واقع می شود.

در حالت کار عادی و در حالتی که اتصالی در خارج از منطقه حفاظتی رخ دهد جهت جریان‌ها به گونه‌ای است که جریانی از اعضای عمل‌کننده عبور نمی‌کند.

اما زمانی که اتصالی در منطقه حفاظتی رخ دهد، جریان یک‌طرف در همان جهت باقی‌مانده ولی جریان طرف دیگر در جهت خلاف جاری می‌شود و نتیجتاً جریان را به سیم‌پیچ‌های اعضای عمل‌کننده تزریق می‌نماید. اگر جریان اتصالی تنها از یک کلید عبور کند رله واقع در محل آن کلید، جریان را از طریق مسیر پایلوت ارسال می‌کند و کلید در طرف مقابل نیز عمل می‌کند [۷].

### رله ولتاژی

رله‌های ولتاژی به دو نوع ولتاژ کم و ولتاژ زیاد تقسیم می‌شوند که در حالت‌های نقصان و ازیاد ولتاژ در شبکه عمل می‌نمایند. علاوه بر این، حالت عدم تقارن ولتاژ در سه فاز سیستم را حس نموده و فرمان‌های کنترلی لازم را صادر می‌کنند. در بعضی از موارد، از رله ولتاژ زیاد در ترکیب حفاظت تفاضل ولتاژ بهره گرفته می‌شود، بنابراین چنانچه اختلاف دو ولتاژ از یک حد مشخص فراتر رود، رله عمل می‌کند [۷].

### الف- رله ولتاژ کم

رله ولتاژ کم رله‌ای است که با کاهش ولتاژ مجموعه‌ای از کنتاکت‌ها را متصل می‌کند و به دو نوع زیر تقسیم می‌گردد:

↪ رله با تأخیر زمانی: تنظیم ولتاژ با تپ‌های گسسته قابل انجام است و زمان تأخیر در ارسال فرمان قطع نیز قابل تنظیم می‌باشد.

↪ رله آنی<sup>۱</sup>: در این حالت نیز تنظیم تپ‌های ولتاژ وجود دارد و زمان در یک محدوده کوچک قابل تغییر می‌باشد.

### ب- رله ولتاژ زیاد

<sup>۱</sup>- Instantaneous

<sup>۲</sup>- O.V.Relay

رله ولتاژ زیاد در مقابل افزایش ولتاژ عمل نموده و فرمان‌های کنترلی را صادر می‌نماید. این نوع رله در موارد زیر بکار

می‌رود:

☞ حفاظت سیستم در مقابل اضافه ولتاژ: این رله می‌تواند در مقابل افزایش ولتاژ، سیگنال خبردهنده ارسال کند و یا در

صورت لزوم بارها و مدارهای حساس به ولتاژ را قطع نماید و از صدمه دیدن آن‌ها جلوگیری نماید.

☞ عدم تقارن ولتاژ فازها: رله ولتاژی، عدم تقارن ولتاژها در فازها را در حالت اتصال کوتاه و اشکال در فیوز ثانویه

ترانس ولتاژ حس می‌کند که این کار با اندازه‌گیری توالی صفر و منفی ولتاژها انجام می‌گیرد.

رله عدم تقارن ولتاژ برای ایزوله کردن رله‌های یا وسایلی که با قطع ولتاژ در یک یا هر سه فاز ثانویه ترانس ولتاژ حس

می‌کند که این کار با اندازه‌گیری توالی صفر و منفی ولتاژها انجام می‌گیرد.

رله عدم تقارن ولتاژ برای ایزوله کردن رله‌ها یا وسایلی که با قطع ولتاژ در یک یا هر سه فاز ثانویه ترانس ولتاژ یا وجود

اشکال در فیوز ثانویه ترانس ولتاژ نادرست عمل می‌کنند، بکار می‌رود. به‌عنوان مثال رله دیستانس یا رله سنکرونیزم، در این

صورت فرمان نادرست صادر می‌کنند. بنابراین زمان قطع رله بالانس ولتاژ باید به حدی کوچک باشد تا قبل از اینکه رله‌های

نامبرده باعث قطع کلید شوند، آن‌ها را از مدار خارج کند.

رله‌های ولتاژ زیاد نیز دارای دو نوع تأخیر و آنی هستند. در رله‌های ولتاژ زیاد آنی تنها تنظیم ولتاژ آستانه مطرح است و

پس از افزایش ولتاژ از حد مربوطه، رله بلافاصله عمل خواهد کرد [۷].

### ➤ رله اضافه شار یا اضافه تحریک

از آنجاکه شار هسته ترانسفورماتور وابسته به نسبت ولتاژ به فرکانس است، رله اضافه شار نیز بر مبنای اندازه‌گیری نسبت

ولتاژ به فرکانس ( $V/Hz$ ) عمل می‌نماید. این رله دارای مشخصه عملکرد زمان معکوس می‌باشد، به این معنی که برای

تغییرات زیاد ( $V/Hz$ )، در زمان کوتاه‌تری عمل می‌کند و تغییرات کوچک ولتاژ به فرکانس دارای تأخیر بیشتری خواهد بود.

از آنجاکه فرکانس در شبکه تقریباً ثابت است لذا افزایش ولتاژ در شبکه به معنی افزایش شار خواهد بود. به همین دلیل در

بسیاری از موارد به‌جز در ترانسفورماتورهای نیروگاهی از این نوع رله استفاده نمی‌شود [۷].

### رله فرکانسی

این رله‌ها برای اندازه‌گیری و نظارت بر روی فرکانس شبکه مورداستفاده قرار می‌گیرند. این رله‌ها به کاهش یا افزایش فرکانس و یا نرخ تغییرات فرکانس حساس می‌باشند.

کاربرد رله‌های فرکانس پایین زمانی است که در یک شبکه بارها به‌طور مستقل توسط ژنراتورهای داخلی و یا با ترکیب ژنراتورها و خطوط ارتباطی با شبکه‌های دیگر تغذیه گردند. زمانی که یک ژنراتور به‌طور ناگهانی از شبکه خارج می‌شود رله‌های فرکانس پایین به‌طور اتوماتیک تعدادی از بارها را خارج نموده تا مصرف با باقیمانده تولید هماهنگ شود [۷].

### رله سنکرونیزم

این رله زمانی بکار می‌رود که دو یا چند فیدر به یک باس مشترک متصل می‌گردند. اتصال موفقیت‌آمیز دو منبع به یکدیگر بستگی به اختلاف دامنه‌های ولتاژ طرفین، زاویه‌های فاز و فرکانس‌های دو منبع در زمان اتصال دارد. رله کنترل سنکرونیزم در صورت نزدیک بودن مقادیر دو طرف، اجازه اتصال را خواهد داد. رله سنکرون کننده، رله‌ای است که در رابطه با اتصال ژنراتور به شبکه و یا اتصال دو شبکه مجزا مورداستفاده قرار می‌گیرد. این رله سنکرون کننده برای کنترل یک یا چند کلید در یک نیروگاه و ارتباط با سیستم کنترل نیز بکار می‌رود. برخلاف رله کنترل سنکرونیزم، رله سنکرون کننده می‌تواند فرمان وصل کلید را در نقطه دقیق سنکرونیزم صادر نماید.

سنکرون کردن دستی نیازمند آموزش، استفاده از قدرت تشخیص، تجربه و دقت کافی از طرف اپراتور است. کلیدها و ژنراتورها در صورت عدم دقت اپراتور دچار صدمه می‌شوند. بنابراین فرمان وصل کلید، تنها وقتی که رله سنکرونیزم اجازه دهد، صادر می‌گردد.

رله کنترل سنکرونیزم برای نظارت بر اتصال دستی کلید بکار می‌رود. بنابراین اپراتور مقادیر سنکرونیزم را کنترل کرده و به‌طور دستی فرمان وصل می‌دهد ولی کنتاکت باز رله سنکرونیزم که به‌صورت سری قرار گرفته است از اتصال جلوگیری می‌کند. کنتاکت باز رله سنکرونیزم وقتی بسته می‌شود که اختلاف زاویه فاز در دو طرف کلید از مقدار مشخص کمتر بوده و همچنین اختلاف ولتاژ بین دو طرف مقدار کمی را دارا باشد.

رله سنکرونیزم به دو طریق مورد استفاده قرار می گیرد. می توان این رله را به عنوان ناظر در اتصال دستی ژنراتور به شبکه مورد استفاده قرار داد. طریق دیگر استفاده از رله سنکرونیزم در اتصال اتوماتیک ژنراتور به شبکه است که در این حالت علاوه بر اینکه شرایط سنکرونیزم مورد ارزیابی قرار می گیرد، فرمان هایی از طرف رله سنکرونیزم به سیستم های تنظیم فرکانس و ولتاژ ژنراتور ارسال می گردد و اتصال کاملاً اتوماتیک صورت می گیرد.

### رله زمانی

رله زمانی در مواردی بکار می رود که تأخیر عمدی در ارسال سیگنال یا عمل قطع و وصل مورد نیاز باشد. بدین خاطر این رله به تنهایی بکار نمی رود و در کنار رله های سنجشی در حفاظت شبکه مورد استفاده قرار می گیرد. دقت رله های زمانی زیاد و قابل تنظیم می باشند.

نوع دیجیتال این رله ها دارای قسمتی است که تابع تأخیر را تهیه نموده و فرمان قطع یا وصل کنتاکت های کنترلی را صادر می نماید. این رله ها علاوه بر سیستم حفاظت در تجهیزات کنترل اتوماتیک و فرآیند صنعتی مورد بهره برداری قرار می گیرند [۷].

### ۲-۲-۴-۲ فیوزها



فیوز، یکی از ابزارهای حفاظت در برابر اضافه جریان است. همه ی فیوزها دارای المانی هستند، که با عبور جریان اتصال کوتاه گرم شده و با ذوب آن، اتصال الکتریکی قطع و خطا از شبکه برطرف می شود. این عنصر را المانت ۱ می نامند. فیوزی که به طور مناسب انتخاب شده باشد، باید پس از ذوب شدن مدار را به کلی قطع کند. همچنین باید این توانایی را داشته باشد که قوس الکتریکی پدید آمده در لحظه قطع را از میان بردارد و مدار را در شرایط باز، با حضور ولتاژ نامی در پایانه هایش نگاه دارد ( یعنی در هر دو سر عضو فیوز، قوس الکتریکی وجود نداشته باشد ).

بیشتر فیوزهای به کار رفته در سیستم های توزیع بر اساس اصل رانش عمل می کنند. یعنی دارای لول های برای از بین بردن قوس الکتریکی هستند، که درون آن یک فیبر غیر یونیزه و یک عنصر ذوب شونده وجود دارد. به هنگام رخداد خطا، همراه



با ذوب شدن عنصر فلزی، فیبر درونی گرم می‌شود و گازهای غیر یونیزه‌ای تولید می‌کند که در درون لوله جمع می‌شوند. علاوه بر این، فرار گاز از دو سر لوله باعث پدید آمدن ذراتی می‌شود که قوس را در شرایط بیرون‌شدگی نگاه می‌دارد. با این روش، قوس درست در لحظه صفر شدن جریان، خاموش می‌شود. حضور گازهای غیر یونی و رانش در درون لوله، عدم بازیابی مجدد جریان اتصال کوتاه پس از لحظه عبور جریان در نقطه صفر را تضمین می‌کند [۸].

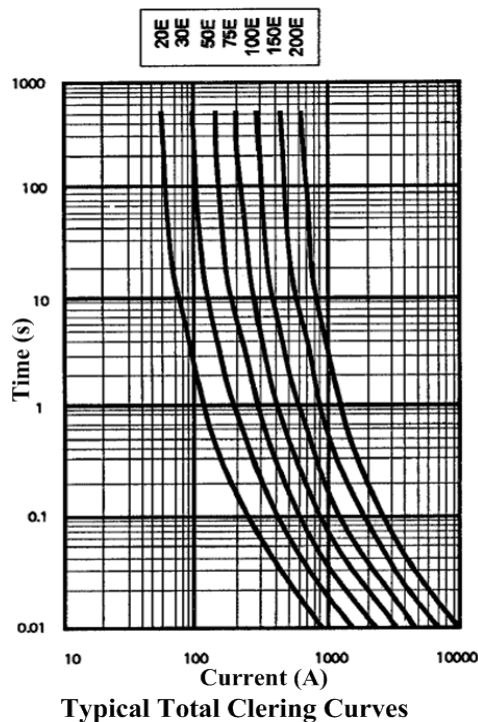
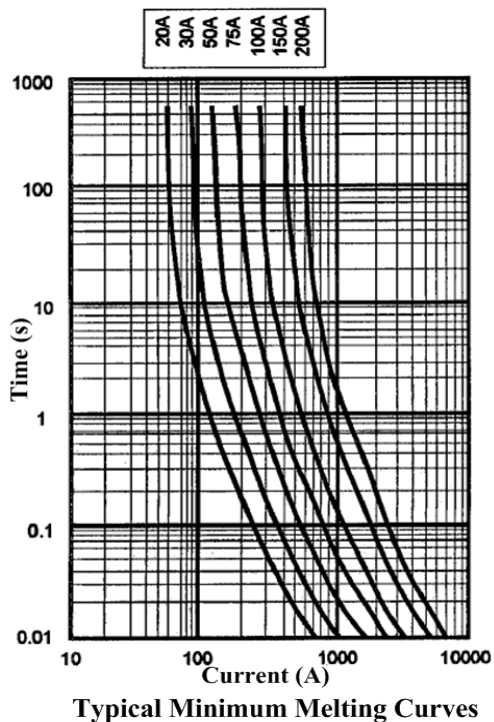
برای یک فیوز رابطه بین بزرگی جریانی که باعث ذوب می‌شود و زمان لازم جهت ذوب شدن فیوز توسط مشخصه جریان - زمان ذوب فیوز<sup>۱</sup> (TCCs) که معمولاً به صورت منحنی TCC رسم شده در صفحه لگاریتمی می‌باشد، داده می‌شود. این منحنی‌ها با توجه به تست جریان - زمان که بر اساس استاندارد IEEE Std C37.41-1994 صورت می‌گیرد، حاصل می‌شود.

با توجه به اینکه در جریان‌های پایین نرخ حرارت ورودی المنت یک فیوز با نرخ گرمای تلف شده در المنت در دمای المنت برابر می‌باشد، دمای المنت ثابت می‌ماند. همچنان که جریان افزایش می‌یابد، نرخ حرارت ورودی المنت یک فیوز از نرخ گرمای تلف شده در المنت بیشتر می‌شود و سبب افزایش دمای المنت فیوز می‌گردد. با افزایش جریان گذرنده از فیوز این اختلاف افزایش می‌یابد و زمان ذوب کوتاه‌تر می‌شود، زیرا در این جریان‌ها علاوه بر افزایش نرخ حرارت ورودی به المنت، مبادله حرارت با محیط کمتر از سرعت تولید گرما می‌باشد. این موضوع باعث می‌شود، که فیوزها دارای مشخصه ذوب شدیداً معکوس هستند.

بعد از اینکه فیوز ذوب شد، قبل از اینکه جریان قطع شود، جرقه ایجاد می‌شود. بنابراین زمان قطع کامل<sup>۲</sup> جریان توسط فیوز برابر مجموع زمان ذوب فیوز و مدت زمان جرقه می‌باشد. به صورت نرمال در جریان‌های اتصال کوتاه پایین، طول مدت جرقه قابل صرف نظر می‌باشد و با افزایش جریان اتصال کوتاه طول مدت جرقه افزایش می‌یابد. بنابراین در جریان‌های اتصال کوتاه پایین مدت زمان قطع کامل همانند مدت زمان ذوب می‌باشد و در جریان‌های اتصال کوتاه بالا این دو زمان از هم فاصله می‌گیرند، که این موضوع در شکل ۷ مشخص است [۸].

۱- Time-Current Characteristics

۲- Total Clearing Time



شکل ۲-۷- منحنی مشخصه های شروع به ذوب و قطع کامل چند نمونه فیوز [۸]



### ۳-۲-۴-۲ ریکلوزرها

در یک سیستم توزیع هوایی، در حدود ۸۰ تا ۹۵ درصد خطاها دارای طبیعتی گذرا هستند و نهایتاً، حداکثر پس از چند سیکل یا چند ثانیه خودبه خود از میان می روند. در ساختار شبکه های توزیع هوایی از ریکلوزر یا بازبست برای قطع خطاهای گذرا و زودگذر

استفاده می شود. بنابراین بازبست ها، مانع از بی برق شدن خط در اثر رخ داد خطاهای گذرا می شوند. بازبست ها نوعاً حداکثر دارای سه بار عملکرد باز و بسته کردن متوالی هستند و پس از آن در صورت وجود خطا عملکرد باز کردن نهایی، مدار را قطع می کند. مکانیزم شمارش گر، عملکرد واحدهای فاز یا فاز-زمین را تنظیم می کند و در صورت وجود ابزارهای ارتباطی مناسب، آن ها را از طریق ابزارهای کنترل شده بیرونی نیز می توان تنظیم کرد [۱].

در صورت عدم وجود ریکلوزرها در زمان خطای گذرا رله ها عمل می کنند و برق شبکه به دلیل وجود یک خطای زودگذر قطع می شود. استفاده از ریکلوزر در این مواقع سبب می شود خطاهای زودگذر پس از چند قطع و وصل پی در پی رفع

شود و شبکه دچار بی‌برقی نمی‌شود. برای مثال ممکن است، بر اثر طوفان شاخ و برگ درختان با خطوط برق برخورد کنند و خطای اتصال کوتاه گذرا ایجاد شود. در صورتی که تجهیزات حفاظتی رله‌ها و کلیدهای قطع‌کننده باشند بلافاصله عمل می‌کنند و ممکن است ناحیه‌ی بزرگی که شامل مصرف‌کنندگان زیادی است بی‌برق شوند. استفاده از ریکلوزرها در طول شبکه موجب می‌شود که شبکه به نواحی کوچک‌تری تقسیم شوند و در چنین شرایطی، تنها قسمت کوچکی از شبکه به صورت موقت (خطای گذرا) یا دائم قطع می‌شود و توان کمتری از دست می‌رود.

اگر در شرایط پیشامد خطا به جای اتوریکلوزرها از کلیدهای قطع‌کننده معمولی استفاده گردد، برای تشخیص خطای گذرا مجبور به قطع و وصل دستی خط می‌گردند تا در صورت حضور خطا پس از قطع و وصل دستی اطمینان حاصل گردد که خطا دائمی است. استفاده از ریکلوزرها در این مواقع بهترین گزینه برای تشخیص می‌باشد چون پس از قطع خط در کمترین زمان ممکن شبکه را مجدداً وصل می‌کنند.

تنظیمات مدار کنترل ریکلوزرها متفاوت می‌باشد و با توجه به شرایط موجود تنظیم می‌شوند. برای مثال تعداد دفعات قطع بعضی از ریکلوزرها ۲ تا ۳ بار است و در هر تکرار چند ثانیه تأخیر زمانی تا وصل مجدد دارند، درحالی‌که بعضی از انواع ریکلوزرها، شبکه را تنها ۱ مرتبه قطع می‌کنند ولی مدت تأخیر آن تا وصل مجدد طولانی‌تر است. اگر بعد از آخرین قطع و وصل مجدد خطا رفع نشود شبکه را به صورت دائم قطع می‌کنند.

در مناطق شهری که خطوط برق هوایی هستند، در صورت بروز خطا، به دلیل عملکرد ریکلوزرها شبکه دچار قطع و وصل‌های پی‌درپی می‌شود. در خطای گذرا پس از چند قطع پی‌درپی شبکه برق‌دار می‌شود ولی اگر خطاییدائمی باشد برق مشترکین به‌طور کامل قطع می‌شود. در شرایطی که خطا در فیدر مجاور رخ دهد ریکلوزر فیدر مجاور عمل می‌کند و بدین ترتیب مشترکین شبکه‌ای که خطا در آن رخ نداده است به دلیل بازست ریکلوزر در شبکه مجاور خود افت ولتاژ را احساس می‌کنند [۱].

ریکلوزرها را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد:

- تک‌فاز و سه‌فاز
- با مکانیزم هیدرولیکی یا الکترونیکی

• روغنی، خلاً یا  $SF_6$

ریکلوزرها به دو صورت تک فاز و سه فاز موجود است. اگر بارهای موجود تک فاز باشند، ریکلوزرهای استفاده شده از نوع تک فاز می باشند. در چنین شرایطی اگر خطای تک فاز رخ دهد، ریکلوزر به سرعت عمل می کند و فازی که اتصالی در آن رخ داده را قطع می کند، تا فازهای دیگر دچار مشکل نشوند. هرگاه لازم باشد که برای پیشگیری از بارگذاری نامتعادل، هر سه فاز از مدار خارج شوند از ریکلوزرهای سه فاز استفاده می کنند. یکی از تفاوت های ریکلوزرهای تک فاز و سه فاز در این است که ریکلوزرهای تک فاز رله ی خطایزمین ندارند بنابراین نسبت به خطای زمین، عکس العملی نشان نمی دهند. حتی اگر رله ی خطای زمین روی آن ها نصب شود در صورت بروز خطا، رله سه فاز را قطع می کند.

مکانیزم ریکلوزر هیدرولیکی این گونه است که از تجهیزات فنی و هیدرولیکی برای تنظیم زمانی و عملکرد خود استفاده می کند؛ و دارای یک سیم پیچ قطع کننده می باشد که به صورت سری در خط قرار می گیرد؛ و هرگاه جریان گذرنده از این سیم پیچ از میزان تنظیمی بیشتر شود، سیم پیچ یک پیستون را به سمت خود می کشد و باعث باز شدن پل های بازبست و قطع مدار خط می شود. مشخصه زمانی و توالی عملکرد بازبست به عبور روغن از مخازن متفاوت وابسته است. در ریکلوزر الکتریکی، مکانیزم کنترل معمولاً در بیرون از آن قرار می گیرد و سیگنال های جریان را از طریق یک CT، دریافت می کند. وقتی جریان از مقدار تنظیم شده بیشتر شود، کنترل کننده ریکلوزر را قطع می کند. ریکلوزرهای الکتریکی انعطاف پذیری بالاتری دارند و همچنین نسبت به ریکلوزرهای هیدرولیکی دقیق تر عمل می کنند ولی استفاده از این ریکلوزرها پرهزینه می باشد. این ریکلوزرها قابلیت تنظیم زمانی-جریانی دارند و می توانند به گونه ای تنظیم شوند که در شرایط خاص از قطع و وصل مجدد جلوگیری کنند. برای بستن اتصالات در ریکلوزرهای الکتریکی، از یک سیم پیچ یا یک مکانیزم موتوری استفاده می شود. در ریکلوزرهای روغنی، از روغن برای خاموش کردن قوس استفاده می شود و می توان از همان روغن برای مکانیزم کنترل ریکلوزر نیز استفاده کرد. ریکلوزر خلاً و  $SF_6$  دارای این مزیت هستند که تعمیر و نگهداری کمتری لازم دارند.

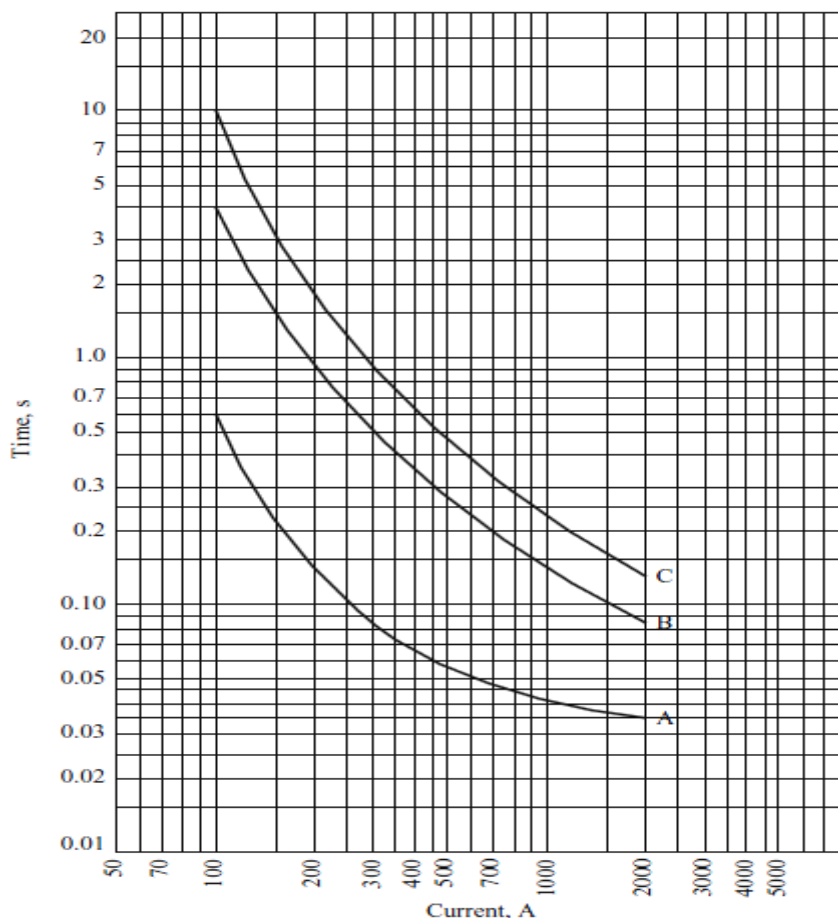
عامل قطع کننده و ایزوله کننده در ریکلوزرهای خلاً یا روغنی معمولاً هوا، روغن، دی الکتریک جامد و یا گاز  $SF_6$  می باشد.

مقدار جریان قطع کننده ریکلوزرها به جریان متقارن فازها بستگی دارد. در ریکلوزرهایی که جریان نامی آنها در حدود ۵۰ تا ۲۰۰ آمپر است، نرخ جریان قطع آنها بین ۲ تا ۵ کیلوآمپر می باشد ولی در ریکلوزرهایی که در پست ها استفاده می شوند و جریان نامی آنها بزرگتر از ۱۱۲۰ آمپر باشد نرخ جریان قطع آنها بین ۶ تا ۱۶ کیلوآمپر است.

ریکلوزرها در سطح شبکه های توزیع کاربرد فراوانی دارند. در بسیاری از پست های توزیع به جای CB از ریکلوزرها استفاده می شود. در حالی که اگر ظرفیت پست بالا باشد، استفاده از CB مناسب تر است. استفاده از ریکلوزرهای سه فاز در فیدرهای طولانی، حفاظت های لازم را فراهم می کند و قابلیت اطمینان شبکه را بهبود می بخشد. می توان از ریکلوزرهای تک فاز به جای فیوز استفاده کرد [۱].

مشخصه ی زمان/جریان ریکلوزرها معمولاً از سه منحنی تشکیل می شود، مشخصه ی زمانی عملکرد ریکلوزرهای هیدرولیکی با سه حرف A، B و C مشخص می شود، شکل A شبیه به رله های آنی عمل می کند و دارای منحنی عملکرد سریع می باشد. مشخصه B و C با تأخیر زمانی عمل می کنند البته، ریکلوزرهای جدید که به وسیله ی ریزپردازنده کنترل می شوند، دارای منحنی زمان/جریان قابل گزینش از طریق صفحه کلید هستند.

ریکلوزرها به طور گسترده ای در شبکه های هوایی کاربرد دارند. در این شبکه ها بالای ۸۰ درصد خطاها به صورت گذرا هستند. بنابراین اگر ریکلوزرها به درستی عمل کنند بعد از قطع و وصل پی در پی خطا به کلی از بین می رود و شبکه به شرایط نرمال خود برمی گردد. بنابراین مصرف کنندگان برای مدت طولانی بی برق نمی شوند. در حالی که در فیدرهای زمینی خطاها دائمی هستند و استفاده از ریکلوزرها عملی نیست [۱].



شکل ۸-۲- مشخصه‌ی زمان/جرمان ریکلوزر [۸]

در یک شبکه توزیع از رله بازبست یا اتوریکلوزر یا ریکلوزر در نقاط زیر استفاده می‌شود:

- در پست‌ها برای حفاظت اولیه در یک مدار.
- در شاخه‌های فیدر اصلی، برای تقسیم‌بندی فیدر و جلوگیری از خروج کل فیدر در رخ داد خطایی در یکی از شاخه‌های آن.
- در طول فیدر برای تقسیم فیدر به سکشن‌های مختلف، برای پیشگیری از خروج کل فیدر در اثر خطای گذرای رخ داده در قسمت انتهایی فیدر.

به هنگام نصب ریکلوزرها باید عوامل زیر مورد توجه قرار گیرد:

۱. ولتاژ سیستم

۲. سطح اتصال کوتاه

۳. حداکثر جریان بار

۴. حداقل جریان اتصال کوتاه در ناحیه‌ی حفاظت شده توسط بازبست.

۵. ایجاد هماهنگی ادوات حفاظتی بالادست و پایین دست ریکلوزر

۶. حساسیت عملکردی بازبست نسبت به اتصال کوتاه زمین

ولتاژ نامی و ظرفیت اتصال کوتاه بازبست باید بزرگتر یا مساوی ولتاژ و ظرفیت اتصال کوتاه در نقطه‌ی نصب آن باشد.

همین معیار باید در مورد توانایی تحمل جریان بازبست نسبت به حداکثر جریان بار گذرنده از مدار، مورد توجه قرار گیرد.

اولین باز کردن در بیشتر ریکلوزرهای معمولیه صورت آنی و یا با تأخیر پس از ۱/۲ تا ۱/۳ ثانیه انجام می‌گیرد ولی باز

کردن‌های بعدی تأخیر بیشتری دارند. برای مثال ریکلوزر با مشخصه‌ی ۳۰-۱۵-۰، به این ترتیب عمل می‌کند که اولین بازبست

آنی و یا با تأخیر خیلی کم صورت می‌گیرد و بازبست دوم پس از ۱۵ ثانیه و سومی پس از ۳۰ ثانیه انجام می‌گیرد.

مشخصه‌ای به صورت زیر هم نوشته می‌شود که در آن 'C'، بستن و 'O' باز کردن معنی می‌دهد [۱].

#### O-0SEC-CO-15SEC-CO-30SEC-CO

معمولاً ریکلوزرها سه بار عمل بازبست را انجام می‌دهند. تعداد بیشتر بازبست، شانس بیشتری برای رفع خطا فراهم

می‌کند. احتمال عملکرد موفق ریکلوزر در تکرار ۴ و بالاتر نسبت به تکرارهای اول کمتر است. همچنین تعداد قطع و وصل‌های

اضافی، تأثیرات نامطلوبی به سیستم وارد می‌کند. که از جمله‌ی این آسیب‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- آسیب‌های اضافی به محل خطا: با بازبست محل خطا، قوس الکتریکی آسیب بیشتری به محل خطا وارد می‌کند.

همچنین تجهیزات مصرف‌کنندگان در معرض آسیب می‌باشد. قوس الکتریکی پدیدآمده در بعضی مواقع سبب بروز

آتش‌سوزی می‌شود. همچنین خطای پدیدآمده (قوس الکتریکی و آسیب‌های ناشی از آن) ممکن است به فازهای

سالم نیز سرایت کند.

- نوسانات ولتاژ: با هر قطع و وصل مجدد ریکلوزر، مصرف‌کنندگان شبکه‌های مجاور نامتعادلی و نوسان ولتاژ را

احساس می‌کنند، به دلیل اینکه اندازه و مدت‌زمان این نوسانات در هر تکرار ثابت است، با توجه به شرایط

تجهیزات مصرف کنندگان، اگر نوسان اول را تحمل کنند، نوسانات تکرارهای بعد چون مشابه حالت اول هستند را نیز تحمل می کنند. ولی در شرایطی که فاز دیگری هم درگیر خطا شود، شدت نوسانات افزایش می یابد.

- آسیب به تجهیزات سیستم: به دلیل اینکه هر خطایی، فشارهای مکانیکی و حرارتی بالایی به سیستم تحمیل می کند ممکن است در حین عملکرد ریکلوزرها، به تجهیزات سیستم از قبیل سیم ها، کابل ها، ترانسفورماتورها و غیره آسیب وارد شود.

موارد مطرح شده بالا، دلایل عدم افزایش تعداد بازبست های ریکلوزر را بیان می کند. با توجه به نوع خطاهای گذرا هر ناحیه ای، افزایش تعداد بازبست ریکلوزرها می تواند موفقیت یا عدم موفقیت عملکرد ریکلوزر را در پی داشته باشد.

گاهی باید از عملکرد ریکلوزرها جلوگیری گردد مانند زمانی که کارگران برای تعمیرات روی خط کار می کنند، یا برای خطاهایی با جریان بسیار بالا، در چنین شرایطی رله های جریان زیاد به صورت آنی عمل می کنند و نیازی به عمل کردن ریکلوزرها نمی باشد. این کار برای کاهش صدمات ناشی از جریان بالای خطا به شبکه صورت می گیرد [۱].

از جمله مسائلی که برای تنظیم عملکرد یک ریکلوزر باید در نظر داشت، زمان تأخیری بین هر دو بازبست ریکلوزر می باشد که این زمان به تعداد بازبست های ریکلوزر بستگی دارد همچنین عامل مؤثر دیگر در تعیین این زمان، نوع خطاهای گذرای شایع در ناحیه نصب ریکلوزر می باشد. برای مثال بعضی از خطاهای گذرا مانند برخورد شاخه درختان، برای از بین رفتن نیاز به زمان بیشتری دارند.

در بعضی شرایط در صورت بروز خطا، بعد از اولین عملکرد ریکلوزر در صورتی که خطا همچنان باقی مانده باشد برای جلوگیری از صدمه دیدن شبکه، از تکرارهای بعدی ریکلوزر جلوگیری می شود و رله های جریان زیاد زمانبیه صورت آنی عمل می کنند و شبکه قطع می شود. برای مثال اگر از ریکلوزرهایی با مشخصه  $۹۰-۳۰-۱۵-۰$  استفاده شود، در صورتی که بعد از آخرین بازبست خطا رفع نشده باشد جریان زیاد خطا به شبکه آسیب جدی وارد می کند و شبکه در حدود  $۴,۱$  ثانیه جریان بالای این خطا را تحمل می کند. در صورتی که در این شرایط پس از اولین عملکرد ناموفق ریکلوزر، رله عمل کند این مدت زمان با توجه به نوع رله ها می تواند تا  $۱,۴$  ثانیه کاهش می یابد. استفاده از رله های دیجیتالی در چنین شرایطی به دلیل تنظیمات آسان تر توصیه می شود [۱].



## ۲-۴-۳ کلیدها

سیستم قدرت مدرن از یک شبکه ی بسیار وسیع با تعداد زیادی از تجهیزات به هم پیوسته تشکیل شده است. در طی خطای اتصال کوتاه یا هر نوع دیگری از خطاهای الکتریکی این تجهیزات و همچنین کل سیستم قدرت یک فشار بالایی که ناشی از جریان خطا می باشد را متحمل می شوند که ممکن است موجب ایجاد آسیب دائمی در تجهیزات و کل شبکه شود. برای در امان نگه داشتن تجهیزات و کل سیستم قدرت باید این جریان خطا در سریع ترین زمان ممکن پاک شود. دوباره بعد از اینکه خطا پاک شد سیستم قدرت باید هر چه سریع تر به وضعیت عادی کاری خود بازگردانده شود تا اینکه انرژی را با قابلیت اطمینان و کیفیت بالا تأمین کند. علاوه بر آن برای کنترل مناسب سیستم قدرت عملیات سوئیچ زنی مختلفی لازم است که انجام شود. بنابراین برای قطع به موقع و وصل دوباره قسمت های مختلف سیستم قدرت برای حفاظت و کنترل باید برخی از ادوات خاص سوئیچ زنی وجود داشته باشد تا اینکه بتواند عملکرد ایمن را تحت جریان زیاد داشته باشد. در حالت کلی کلیدهای استفاده شده در سیستم قدرت را می توان به سه دسته تقسیم بندی کرد که در ادامه توضیح داده شده اند:

### ۲-۴-۳-۱ دژنکتور یا مدارشکن (CIRCUIT BREAKER)

مدار شکن یک تجهیز سوئیچ زنی است که می تواند به صورت دستی و همچنین به صورت اتوماتیک عمل کرده و برای حفاظت و کنترل سیستم قدرت از آن استفاده می شود. از آنجایی که سیستم قدرت مدرن با جریان بسیار بالایی کار می کند باید توجه ویژه ای در طراحی سیستم مدارشکن انجام شود تا اینکه جرقه ایجاد شده در هنگام عملکرد مدار شکن با ایمنی بالایی قطع شود. در طی قطع جریان زیاد در هنگام خطا در بین کنتاکت های سوئیچ جرقه ی بزرگی ایجاد می شود که باید مراقبت و دقت لازم در مدار شکن برای رفع ایمن این جرقه ها وجود داشته باشد. مدار شکن یک تجهیز خاصی می باشد که تمامی عملیات سوئیچ زنی مورد نیاز را در حین حمل جریان انجام می دهد [۹].



### ❖ اصول کار مدارشکن ها

مدارشکن ها شامل کنتاکت های ثابت و متحرک می باشند. در حالت عادی کنتاکت های مدارشکن به علت فشار وارد شده بر کنتاکت متحرک به همدیگر متصل می باشند. یک آرایش انرژی پتانسیل ذخیره شده در مکانیسم عملکرد مدار شکن وجود دارد که اگر سیگنال کلید زنی به مدار شکن داده شود متوجه آن می شود. این انرژی ذخیره شده می تواند از روش های مختلفی نظیر یک بستر فتری یا هوای فشرده شده و یا فشار هیدرولیکی ذخیره شده باشد. اما این منبع انرژی ذخیره شده باید در هنگام عملکرد آزاد شود. آزاد شدن انرژی پتانسیل یک حرکت لغزشی بسیار سریعی را در کنتاکت ها ایجاد می کند. همه ی مدارشکن ها دارای سیم پیچ های عامل (سیم پیچ قطع و سیم پیچ بسته) هستند. هنگامی که این سیم پیچ ها توسط پالس سوئیچ زنی انرژی دار می شوند پیستون در داخل آن ها جابه جا می شود. این عامل سیم پیچ پیستون به طور معمول به سازوکار مدارشکن متصل شده است و در نتیجه انرژی پتانسیل ذخیره شده به صورت انرژی جنبشی در مدار شکن آزاد می شود که موجب ایجاد حرکتی می شود که این حرکت هم موجب حرکت در آرایش اهرم دنده ای می شود. بعد از یک چرخه از عملکرد مدار شکن کل انرژی ذخیره شده در مدار شکن آزاد شده است و از این رو انرژی پتانسیل دوباره در مدار شکن از طریق شارژ فتر یا فشرده سازی هوا و یا به طرق دیگر ذخیره می شود [۹].

### ❖ قاعده کلی الکتریکی در مورد مدارشکن ها

مدارشکن ها برای جریان های بزرگ خطای سیستم قدرت استفاده می شوند. به علت این توان بالا همیشه جرقه ی بزرگ خطرناکی در بین کنتاکت های ثابت و متحرک در هنگام عملکرد مدار شکن وجود دارد. همان طور که پیش از این هم بحث شده بود جرقه در مدار شکن می تواند به صورت ایمن رفع شود اگر توان دی الکتریک بین کنتاکت مدار شکن در هنگام عبور از صفر جریان متناوب به سرعت افزایش یابد. می توان با استفاده از چندین روش مانند فشرده سازی قوس یونیزه شده به علت اینکه فشرده سازی پروسه ی ضد یونیزاسیون را شتاب می بخشد، یا خنک سازی واسط قوس که این هم موجب افزایش مقاومت مسیر قوس می شود و یا به وسیله ی جایگزینی واسط قوس یونیزه شده با استفاده از گازها، قدرت دی الکتریک واسط بین کنتاکت ها را افزایش داد. بنابراین باید تعدادی از روش های دفع قوس در هنگام عملکرد مدارشکن به کار گرفته شود [۹].

### ❖ انواع مدار شکن ها (دژنکتورها)

بر طبق معیارهای مختلف انواع مختلفی از مدار شکن ها وجود دارد. با توجه به دفع قوس الکتریکی و نوع واسط بین

کنتاکت ها (دی الکتریک) می تواند به انواع زیر تقسیم شود:

۱- مدار شکن روغنی

۲- مدار شکن هوایی

۳- مدار شکن  $sf_6$

۴- مدار شکن خلاء

۵- کلید گاز سخت (جامد)

۶- کلید اکسیژن

دژنکتورها با توجه به محیط خدماتشان می توانند به انواع زیر تقسیم شود:

۱- مدار شکن استفاده شده در فضای آزاد

۲- مدار شکن استفاده شده در فضای بسته

با توجه به مکانیسم عملکرد مدار شکن ها می توانند به انواع زیر تقسیم شوند [۹]:

۱- مدار شکن عمل کننده با فنر

۲- مدار شکن بادی

۳- مدار شکن هیدرولیکی

با توجه به سطح ولتاژ می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- مدار شکن ولتاژ بالا

۲- مدار شکن ولتاژ متوسط

۳- مدار شکن ولتاژ پایین

### ❖ **طریقه انتخاب کلید قدرت**

برای انتخاب کلید قدرت باید به نکات زیر توجه کرد:

- ولتاژ نامی کلید که معمولاً برابر ولتاژ شبکه‌ای است که کلید در آن نصب می‌شود و می‌تواند در حدود ۱۵٪ هم از ولتاژ شبکه کوچک‌تر باشد. اغلب به خاطر به وجود آوردن اطمینان بیشتر در استحکام شبکه از کلیدی استفاده می‌شود که ولتاژ نامی آن از ولتاژ شبکه قدرتی‌تر باشد. مثلاً در شبکه ۱۳ کیلوولت، از سری ۲۰kV به جای ۱۰kV استفاده می‌شود.
- جریان نامی که مساوی با بزرگ‌ترین جریان کار معمولی شبکه است.
- قدرت نامی قطع کلید که باید با قدرت اتصال کوتاه در محل کلید مطابقت کند.
- نوع فرمان وصل کلید: دستی - الکتریکی و یا کمپرسی توسط هوای فشرده.
- طریقه نصب کلید: کشویی - ثابت
- نوع قطع کننده اتوماتیک: قطع کننده پریمر یا قطع کننده زکوندر
- برای نصب در شبکه آزاد یا شبکه سرپوشیده

یکی دیگر از مشخصات مهم کلید، زمان تأخیر در قطع کلید است. این زمان بر حسب تعریف عبارت است از حداقل زمانی بین لحظه فرمان قطع توسط رله مربوطه و آزاد کردن ضامن قطع کلید تا خاموش شدن کامل جرعه. این زمان در کلیدهای مدرن امروزی به ۰,۰۵ ثانیه می‌رسد. که تقریباً ۰,۰۲ ثانیه آن برای قطع جرعه مصرف می‌شود. کلیدهای قدرت

امروزی برای در حدود ۲۵۰۰۰ قطع و وصل ساخته می‌شوند و باید سالیانه یک‌بار یا پس از هر ۳۰۰۰ بار قطع و وصل یک‌بار سرویس و مورد بازدید اساسی قرار گیرند [۹].

## ۲-۳-۴-۲ کلید بدون بار یا سکسیونر

سکسیونر وسیله قطع و وصل سیستم‌هایی است که تقریباً بدون جریان هستند به عبارت دیگر سکسیونر قطعات و وسایلی را که فقط زیر ولتاژ هستند از شبکه جدا می‌سازد. تقریباً بدون بار، بدان معنی است که می‌توان به کمک سکسیونر جریان‌های کاپاسیتیو مفره‌ها، ماشین‌ها و تأسیسات برقی و کابل‌های کوتاه و همین‌طور جریان ترانسفورماتور ولتاژ را نیز قطع نمود و یا حتی ترانسفورماتورهای کم قدرت را با سکسیونر قطع کرد. سکسیونرها وسایل ارتباط‌دهنده مکانیکی و گالوانیکی قطعات و سیستم‌های مختلف می‌باشند و در درجه اول به منظور حفاظت اشخاص و متصدیان مربوطه در مقابل برق‌زدگی به کار برده می‌شوند. بدین جهت طوری ساخته می‌شوند که در حالت قطع یا وصل محل قطع‌شدگی یا چسبندگی به‌طور واضح و آشکار قابل‌رویت باشد. یعنی در هوای آزاد انجام گیرد.



همچنین سکسیونر وسیله‌ای است برای ارتباط کلید قدرت به شین و یا هر قسمت دیگری از شبکه که دارای پتانسیل است. لذا طبق قوانین متداول الکتریکی جلوی هر کلید قدرتی از ۱kV به بالا و یا در هر دو طرف در صورتی که آن خط از دو طرف پتانسیل می‌گیرد سکسیونر نصب گردد.

سکسیونر را می‌توان از نظر ساختمانی به انواع مختلف زیر تقسیم نمود [۹]:

- سکسیونر تیغه‌ای
- سکسیونر کشویی
- سکسیونر دورانی
- سکسیونر قیچی‌ای

## ۲-۳-۳-۳ سکسیونر قابل قطع زیر بار

به علت اینکه در بیشتر شبکه‌ها و پست‌های کوچک، کلید قدرت و سکسیونر و وسایل اضافی مربوط به چفت‌وبستان‌ها مبالغ زیادی را از مخارج و هزینه کل تأسیسات را شامل می‌گردد و به علت اینکه در اغلب موارد نصب کلید قدرت با مزایای قطع و وصل سریع آن احتمالاً لازم و ضروری نیست کلید سکسیونر قابل قطع زیر بار طراحی و ساخته شد.



کلید فشارقوی قابل قطع زیر بار در ضمن اینکه باید وظیفه یک سکسیونر را انجام دهد یعنی در ضمن برداشتن ولتاژ یک قطع قابل‌رؤیت و مطمئن در مدار شبکه فشارقوی به وجود آورد، باید قادر باشد مانند یک دژنکتور قدرت‌های کوچک الکتریکی را نیز قطع کند. لذا هر سکسیونر قابل قطع زیر بار باید دارای وسیله‌ای برای قطع فوری جرقه باشد.

سکسیونر قابل قطع زیر بار اصولاً دارای قدرت وصل بسیار زیاد است و می‌تواند جریان‌های با شدت ۲۵-۷۵ کیلو آمپر (ماکسیمم مؤثر) را به‌خوبی وصل کند ولی قدرت قطع آن کم و از ۱۵۰۰-۴۰۰ آمپر یعنی در حدود جریان نامی آن تجاوز نمی‌کند. لذا نتیجه می‌شود که این کلیدها برای قطع جریان اتصال کوتاه ساخته نشده و مناسب هم نمی‌باشند.

به همین دلیل در صورتی می‌تواند سکسیونر قابل قطع زیر بار در شبکه فشارقوی مورد استفاده قرار گیرد که این کلید مجهز به قطع کننده جریان اتصال کوتاه گردد و یا اینکه جریان اتصال کوتاه شبکه از قدرت قطع کلید تجاوز نکند. از آنچه گفته شد نتیجه می‌شود، که سکسیونر قابل قطع زیر بار فقط برای قطع جریان نامی شبکه مناسب است.

نظریه اینکه کلید قابل قطع زیر بار برای ولتاژ نامی تا ۲۰ کیلوولت ساخته می‌شود مورد استعمال آن فقط در تأسیسات فشار متوسط است. کلید قابل قطع زیر بار به خاطر اینکه کار سکسیونر را نیز انجام می‌دهد بدون اینکه برای قطع آن احتیاج به برداشت بار باشد، برای صرفه‌جویی در وسایل چفت‌وبست بین سکسیونر و دژنکتور در خطوط خروجی نیز استفاده می‌شود.

در ضمن سکسیونر قابل قطع زیر بار برای وصل سیم‌های انتقال انرژی، کابل‌های خروجی، ترانسفورماتورهای کم قدرت و همین‌طور قطع و وصل مدارها و شبکه‌های حلقه‌ای و مسدود بسیار مناسب است. علاوه بر آن می‌توان از سکسیونر قابل قطع

زیر بار برای راه اندازی موتورهای فشارقوی و اتصال خازن ها و سلف های فشارقوی استفاده کرد. وسیله قطع و وصل این کلیدها اغلب دستی است [۹].

## ۲-۴-۳-۴ سکشنالایزر

سکشنالایزر، ابزاری است که پس از عملکرد یک کلید یا ریکلوزر که در بالادست آن قرار دارد، بخشی از شبکه را که خطا در آن رخ داده است به صورت خودکار از مدار جدا می کند و از آنجاکه یکسکشنالایزر، توانایی قطع جریان اتصال کوتاه را ندارد در پایین دست یک ریکلوزر نصب می شود. سکشنالایزر تعداد عملکردهای ریکلوزر را در زمان اتصال کوتاه می شمارد و پس از آنکه تعداد بازو بسته شدن بازبست به تعداد معین از پیش تعیین شده ای رسید و به هنگام باز بودن ریکلوزر، سکشنالایزر باز می شود و بخش اتصالی شده را به طور کلی از مدار جدا می کند. این امر سبب می شود ریکلوزر دوباره در شرایط کار عادی خود قرار گیرد و بنابراین ارتباط منبع تغذیه با بخش های سالم مدار مجدداً برقرار می شود. اگر خطا دارای طبیعت موقت و گذرا باشد، مکانیزم عملکرد سکشنالایزر، مجدداً تنظیم می شود. سکشنالایزر عملکرد زمانی ندارد و بنابراین نیازی به هماهنگی با سایر تجهیزات حفاظتی شبکه ندارد این بزرگترین حسن سکشنالایزر است.

یک سکشنالایزر دارای مشخصه عملکرد زمان-جریان نمی باشد و می تواند در فاصله ی دو وسیله ی حفاظتی با منحنی عملکرد بسیار نزدیک به هم و درجایی که افزودن یک پله اضافی در میان آنها عملی نیست، مورد استفاده قرار گیرد. در سکشنالایزهایی با مکانیزم هیدرولیکی، یک سیم پیچ به صورت سری با خط قرار می گیرد. هرگاه اضافه جریانی در خط پدید آید، سیم پیچ یک پیستون را به حرکت درمی آورد و پیستون نیز با باز شدن مدار و صفر شدن جریان از طریق جابه جایی روغن در مخازن سکشنالایزر، یک مکانیزم شمارش را تحریک می کند. پس از تعداد معینی باز شدن مدار، پیوندهای سکشنالایزر از طریق یک فنر باز می شود. این نوع از سکشنالایزر را می توان به صورت دستی مجدداً بست. سکشنالایزرهای الکتریکی در عمل انعطاف پذیرتر و از نظر تنظیم ساده تر هستند. جریان بار از طریق CTها اندازه گیری و از جریان ثانویه به عنوان تغذیه جریان مدار کنترل که تعداد عملکردهای بازبست (یا هر وسیله ی قطع کننده دیگری) را می شمارد، استفاده می شود. سپس در صورت لزوم یک سیگنال قطع برای بخش بازکننده فرستاده می شود. این نوع سکشنالایزرها از طریق مکانیزم دستی یا موتوری قابلیت وصل مجدد را دارند [۱].

در زمان انتخاب سکشنالایزرهای مناسب باید به معیارهای زیر توجه کرد.

۱. سطح ولتاژ سیستم

۲. تنظیم شمارش گر سکشنالایزر

۳. جریان مداوم سیستم

۴. سطح اتصال کوتاه

۵. حداکثر جریان بار

۶. در نظر گرفتن تجهیزات حفاظتی بالادست و پایین دست

مقدار نامی ولتاژ و جریان سکشنالایزرها باید برابر یا بزرگ تر از ماکزیمم ولتاژ و جریان بار در نقطه‌ی نصب باشد. سطح اتصال کوتاه سکشنالایزرها (برای خطاهای گذرا) باید برابر یا بزرگ تر از سطح اتصال در نقطه‌ی نصب باشد. فاکتورهایی که برای هماهنگی باید در نظر گرفته شود، تنظیم تعداد قطع و وصل‌های موردنیاز برای قطع شبکه و مقدار جریان تنظیمی برای محدوده‌ی خطا می‌باشند.

به دلیل این که سکشنالایزرها به طور مستقل عمل نمی‌کنند و به دلیل این که نمی‌توانند جریان اتصال کوتاه را قطع کنند در دسته‌بندی تجهیزات حفاظتی قرار نمی‌گیرند و به عنوان کلیدهای اتوماتیک نام گذاری می‌شود. مزایای استفاده از سکشنالایزرها:

۱. به دلیل اینکه زیر بار قطع نمی‌کنند، برای آن مقدار جریان قطع نظر گرفته نمی‌شود.

۲. نیازه هماهنگی زمانی با سایر تجهیزات حفاظتی شبکه (فیوزهای پایین دست و ریکلوزرهای بالادست) ندارد.

۳. در ناحیه‌هایی که جریان اتصال کوتاه زیاد می‌باشد، جایگزین مناسبی برای فیوز می‌باشند.

عملکرد سکشنالایزرها برپایه اطلاعات دقیقی نمی‌باشد و بیشتر برپایه فرضیات عمل می‌کنند و به سایر تجهیزات حفاظتی شبکه وابسته هستند و به همین دلیل می‌توان گفت احتمال عدم موفقیت در عملکرد آن وجود دارد.

سکشنالایزرها، سوئیچ‌های خودکاری هستند که ساختار منطقی دارند و بدین صورت عمل می‌کنند که اگر خطا در

ناحیه‌ی حفاظتی آن‌ها رخ دهد و ریکلوزر بالادست آن‌ها خطای اتصال کوتاه را قطع می‌کند، سکشنالایزر باز می‌شود و یک



شماره به شمارش گر آن اضافه می شود. این شمارش گر در عدد معین تنظیم شده است که این عدد از تعداد بازست های ریکلوزر بالادست خود کوچک تر است. بنابراین سکشنالایزر زمانی فیدر فرعی تحت حفاظت خود را قطع می کند که شمارش گر به عدد تنظیم شده برسد. ولیدر صورتی که خطا گذرا باشد شمارش گر سکشنالایزر صفر می شود و به حالت اول برمی گردد.

سکشنالایزرها در آرایش های تک فاز و سه فاز و با مکانیزم عملکرد هیدرولیکی و الکتریکی وجود دارند و تنظیم عملکرد آن می تواند بر اساس ولتاژ یا جریان باشد و آرایش های تک فاز آن ها کاربرد بیشتری دارند [۱].



## ۲-۴-۴ برقگیر

کلیه ی اضافه ولتاژهای ظاهر شده در شبکه برحسب شکل و یا منبع بروز خود تقسیم بندی می شوند که می توان آن ها را به شرح زیر تقسیم بندی کرد:

۱- اضافه ولتاژهای صاعقه

۲- اضافه ولتاژهای کلید زنی

۳- اضافه ولتاژهای موقت

که با توجه به عامل به وجود آورنده به دودسته اضافه ولتاژهای داخلی و اضافه ولتاژهای خارجی تقسیم می شوند. صاعقه از نوع اضافه ولتاژ خارجی و دوتای دیگر از نوع داخلی می باشند. اضافه ولتاژ صاعقه حداکثر سرعت افزایش را داشته و سرعت افزایش ولتاژ در آن در بین ۵۰۰ تا ۵۰۰۰ کیلوولت بر میکروثانیه متغیر می باشد. اضافه ولتاژ کلیدزنی هم به صورت موج های رفت و برگشت در شبکه ظاهر می شود و از نظر شکل و تغییرات لحظه ای خود شبیه به اضافه ولتاژ صاعقه است. اضافه ولتاژ موقت، نوعی اضافه ولتاژ نوسانی فاز به زمین، یا فاز به فاز می باشند که نسبتاً طولانی مدت و نامیرا می باشند و یا به طور ضعیفی میرا می شوند. از آنجا که اضافه ولتاژهای موقت از نظر کار برقگیر دارای اهمیت می باشند لازم است تا اینکه درصد اضافه ولتاژهای موقت محاسبه شود. اضافه ولتاژهای موقت از علل زیر نشئت می گیرد [۱۰]:

۱- خطاها

۲- تغییرات ناگهانی بار

۳- اثر فرانتی

۴- رزونانس خطی

۵- قطع هادی (پارگی خط)

۶- فرورزنانس

۷- رزنانس ناشی از مدارهای کوپل شده

در سیستم های قدرت برای محدود کردن اضافه ولتاژهای ایجاد شده در سیستم از خازن های سری و راکتورهای شنت و برقگیر استفاده می شود. از برقگیر برای حفاظت تجهیزات الکتریکی در مقابل اضافه ولتاژهای گذرا (صاعقه و کلید زنی) استفاده می شود.

انتخاب مناسب ترین برقگیر نیاز به تعیین شاخص هایی از سیستم دارد. این شاخص ها عبارت اند از:

۱- بیشترین مقدار ولتاژ سیستم و نوع زمین

۲- سطح عایقی تجهیزات حفاظت شده و حاشیه ی حفاظتی موردنظر

۳- زمان احتمالی و سطوح فرکانس توان اضافه ولتاژ

۴- طول هادی که بارهای سوئیچینگ را حمل می کند.

۵- بارهای مکانیکی قرارداده شده بر روی برقگیر

۶- جریان خطای خط به زمین

۷- شرایط محیطی و شدت آلودگی سایت

برقگیر دارای انواع مختلفی می باشد که هر کدام از انواع برقگیر به طور خلاصه توضیح داده شده است [۱۰]:

### ۲-۴-۴-۱ برقگیر میله ای (جرقه گیر با فواصل هوایی):

این نوع برقگیرها به صورت دو الکتروود یا دو شاخک هستند که متناسب با ولتاژ، در فاصله معین بین هادی و زمین قرار می گیرند و در صورت بروز اضافه ولتاژ، بین آنها قوس الکتریکی برقرار می شود. این قوس باعث اتصال کوتاه گردیده و از اضافه ولتاژ جلوگیری می کند. مهم ترین عیب این نوع از برقگیرها این است که قوس الکتریکی ایجاد شده باعث اختلال در امر برق رسانی نیز می گردد.

### ۲-۴-۴-۲ برقگیر لوله ای:

این نوع برقگیرها شامل یک فاصله هوایی برای جرقه زدن در فضا و یک فاصله دیگر در درون یک محفظه مخصوص هستند که با هم به طور سری قرار دارند. این نوع برقگیرها به منظور کوتاه کردن زمان عبور جریان هدایت شونده (پرهیز از وقوع اتصال کوتاه) تهیه شده اند. در برقگیر لوله ای جریان هدایت شونده پس از یک یا چند پریود در اثرگازی که خود برقگیر تولید می کند از بین می رود و از این جهت می توان آن را برقگیر جرقه خاموش کن نیز نامید. برقگیر لوله ای از یک لوله عایقی (R) از جنس مواد مصنوعی (PVC، فیبر لاستیک سخت) تشکیل شده و در داخل آن دو الکتروود فلزی توپر (E) و توخالی (G) قرار دارند. از برقگیرهای لوله ای بیش تر در شبکه های با ولتاژ ۱۰ تا ۳۰ کیلوولت استفاده می شود. ولتاژ جرقه این نوع برقگیرها بالاتر از برقگیرهای با مقاومت غیرخطی است.

### ۲-۴-۴-۳ برقگیر سیلیکون کارباید (SiC):

روش متداول حفاظت در مقابل صاعقه استفاده از برقگیرهای سیلیکون کارباید (SiC) می باشد. این برقگیرها از ترکیب سری فواصل هوایی با مقاومت ساخته می شوند و برخلاف جرقه گیرها پس از عمل کردن آنها، شبکه قدرت قابلیت بازگشت به حالت اولیه را خواهد داشت. برقگیر سیلیکون کارباید شامل یک مقاومت سیلیکون کارباید با مشخصه غیرخطی  $V-I$  به صورت سری با یک فاصله هوایی است. وقتی اضافه ولتاژها از حد ولتاژ جرقه بیش تر شود، با ایجاد جرقه در سرفاصله هوایی، افزایش امپدانس مسیر جرقه از افزایش شدید جریان جلوگیری می کند. فاصله هوایی جرقه که به آن فاصله جرقه اکتیو گفته می شود،

طوری طراحی می‌گردد که بعد از چند بار جرقه زدن در اثر اضافه ولتاژ، جرقه مسدود شود. مسئله‌ای که باعث محدودیت در کاربرد این نوع برقگیرها شده است اضافه ولتاژ کلیدزنی با انرژی بالا که جریان تخلیه زیادی را برای مدت طولانی اعمال می‌کند. در برقگیرهای SiC نوع جدید با خاموش کردن مغناطیسی سه برابر بیشتر از نوع معمولی آن‌ها قابلیت تحمل انرژی را داراست. این نوع برقگیرها در شبکه‌های با ولتاژ بالا کاربرد دارند.

### ۲-۴-۴-۴ برقگیرهای نوع اکسید فلزی (MOV):

نوع جدید برقگیرها دارای بلوک‌هایی با مقاومت الکتریکی غیرخطی و از جنس اکسید فلزات هستند این بلوک‌ها به MOV مشهور هستند از آنجا که حدود ۹۵٪ از مواد تشکیل دهنده بلوک‌های MOV را اکسیدروی (ZnO) تشکیل می‌دهد، به آن‌ها برقگیرهای ZnO نیز گفته می‌شود. اجزای تشکیل دهنده برقگیرهای ZnO، شامل اکسید روی و مقادیر کمی از اکسید دیگر فلزات از قبیل بیسموت، کبالت، آنتیموان و اکسید منگنز است. ذرات بسیار ریز اکسید روی و اکسید فلزات دیگر پس از فشرده شدن به صورت دیسک و در اندازه‌های معین شکل می‌گیرند. سپس این دیسک‌ها در درجه حرارت بالا پخته شده و به صورت برقگیر درمی‌آیند. این دیسک‌ها به صورت سری در محفظه استوانه‌ای شکل قرار گرفته و برقگیر ZnO را تشکیل می‌دهند. از مزایای این نوع برقگیرها، سرعت عملکرد در پیشانی موج است. به این معنی که تأخیری که در برقگیرهای بافاصله هوایی وجود دارد، در این نوع برقگیرها خیلی کم‌تر است. با توجه به عدم وجود فاصله هوایی، امکان موازی کردن برقگیر ZnO وجود دارد. یکی از مشکلات برقگیرهای ZnO، جریان نشتی در فرکانس قدرت است. این جریان در حد یک میلی‌آمپر است. با تکرار عملکرد برقگیر، لایه عایق بین دندان‌های اکسید روی سوخته می‌شود و باعث افزایش جریان نشتی می‌گردد.

- بعضی از مزایای برقگیرهای ZnO:

- ۱- کار آیی بهتر نسبت به سایر برقگیرها
- ۲- پراکندگی کم ولتاژ پسماند و همچنین دارای ولتاژ پسماند خیلی کم
- ۳- دارای تأخیر زمانی خیلی کم
- ۴- برگشت طبیعی به وضعیت اولیه یا مدار باز
- ۵- دارای مشخصه ولت - جریان خطی‌تر از برقگیر SiC

۶- دارای سطح حفاظتی خیلی خوب

۷- دارای جریان نشتی پایین در شرایط کار نامی سیستم

- مهم ترین عیب های برقگیرهای ZnO:

عیب عمده این برقگیرها قیمت زیاد آنها نسبت به دیگر برقگیرها است و دیگر اینکه برقگیرهای ZnO در سیستم های دارای نوسانات ولتاژ قابل ملاحظه، بیش تر از برقگیرهای SiC در معرض خطر و آسیب دیدگی قرار می گیرند.

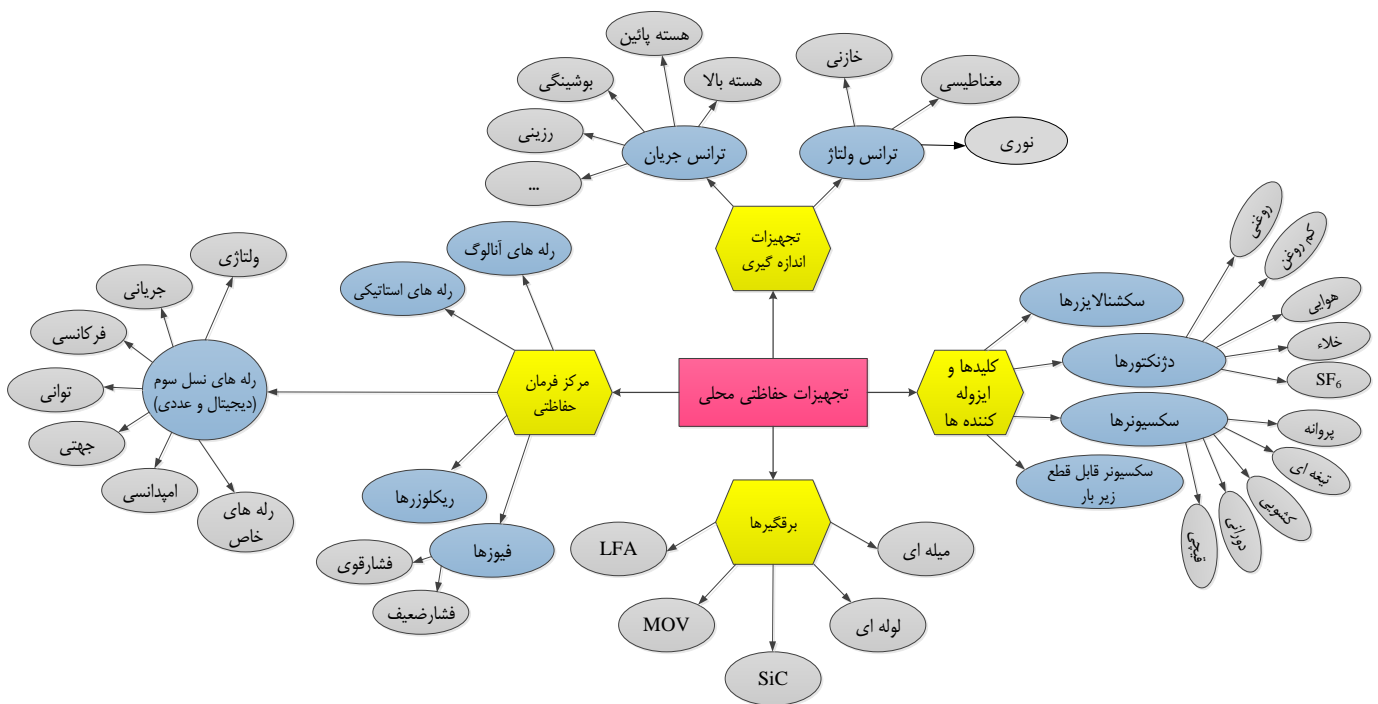
### ۲-۴-۴-۵ برقگیر قوس طولانی (LFA):

نصب برقگیر خط بین فاز- دکل به صورت موازی با زنجیره مقره یا بجای مقره نیاز به هزینه سنگینی دارد. لذا باید به دنبال راهی بود تا بتوان هزینه نصب برقگیرها را کاهش داد و جلوی خروجی خطوط بر اثر تخلیه اضافه ولتاژهای ناشی از تخلیه جوی بر خط را گرفت. روش جدید برای حفاظت خطوط انتقال، استفاده از یک سطح طولانی جهت هدایت قوس الکتریکی ناشی از تخلیه است. برقگیرهای قوس طولانی می توانند بین هادی و زمین یا به صورت سری با مقره قرار بگیرند. ساختار این برقگیرها خیلی ساده بوده و در نتیجه نسبت به سایر برقگیرها ارزان تر هستند یکی دیگر از مزایای عمده این برقگیرها عدم جاری شدن جریان با فرکانس شبکه (PAF) پس از اتمام تخلیه جریان موج گذرا و بروز قوس بر روی مقره است.

## ۳۰-۵ جمع بندی

با توجه به مطالب ارائه شده در این فصل، با در نظر گرفتن کلیه تجهیزات، دیاگرام درخت فناوری تجهیزات حفاظتی

محلی به صورت شکل (۱-۹) درمی آید.



شکل ۲-۹- درخت فناوری تجهیزات حفاظتی محلی

دیاگرام فوق در جلسه کمیته راهبری پروژه ارائه شده و پس از ارائه نقطه نظرات اعضای کمیته اصلاح گردید که شرح آن

در پیوست این گزارش آمده است.

## فصل دوم:

ترسیم روند توسعه تکنولوژی تجهیزات حفاظتی و

زیرمجموعه های مرتبط با آن

## مقدمه

در طول سالیان اخیر توسعه شبکه قدرت و ورود تکنولوژی‌های مدرن در تولید، انتقال و مصرف انرژی برق در نقاط مختلف جهان موجب گردیده است که تهدیدهایی امنیتی و پایداری این سیستم به هم پیوسته را کاهش دهد. فراتر رفتن مصارف بارهای مختلف از مقدار برنامه‌ریزی شده ظهور تولیدکننده‌ها و مبدل‌های الکتریکی مختلف تعادل و هماهنگی بین تولید و مصرف را به هم زده و حاشیه امنیت سیستم را پائین آورده است. منابع تولید انرژی تجدید پذیر اعم از بادی، فتوولتائیک و تولید پراکنده نیازهای محلی بار را تا حدودی توانسته اند تأمین نمایند با این حال وجود بارهای متغیر، استفاده از ادوات الکترونیک قدرت بیشتر و افزایش روزافزون مصرف، عملکرد این سیستم به هم پیوسته را تحت تأثیر قرار داده است.

افزایش امنیت و پایداری شبکه برق از یکسو و نیازهای افزایش کیفیت برق از سوی دیگر باعث گردیده است تا تمهیداتی بر سیستم حفاظت و نظارتی بر قابلیت‌ها و توانمندی‌های آن صورت گیرد. در طول دو دهه گذشته، وقوع خاموشی‌هاییدر نواحی مختلف جهان منجر به این شد که اقدامات مورد نیاز در کوتاه مدت مورد بررسی قرار گیرد تا از وقوع دوباره این رخداد جلوگیری به عمل آید. کشورهای نظیر آمریکا، انگلیس، چین، برزیل در این زمینه پیشگام بوده‌اند. با توجه به ورود تکنولوژی جدیدتر و مدرن تری در این کشورها انتظارات بالاتری از شبکه حفاظتی به وجود آمد. در ایران نیز اقداماتی در راستای توسعه سیستم حفاظت موجود صورت گرفته است که امکان رؤیت پذیری بالایی از شبکه فراهم شده است. با این حال موانع و محدودیت‌های گوناگون، چالش‌های زیادی را در راستای این توسعه باعث می‌شود که نیازمند بررسی‌های بیشتر و شفاف‌سازی این موارد در راستای پاسخگویی به موقع و اقتصادی است. اقدامات مورد نیاز در این مسیر در دوره زمانی کوتاه مدت وابستگی زیادی به وضعیت شبکه کنونی و امکانات موجود دارد که می‌بایست در حیطه فعالیت‌های صنعت و دولت قابل تعریف و پیاده‌سازی باشد. از طرف دیگر مسیر پیشرفت تکنولوژی در کشورهای مختلف و توسعه یافته نیز می‌تواند در پروسه اقدامات و اهداف بلندمدت لحاظ شود.

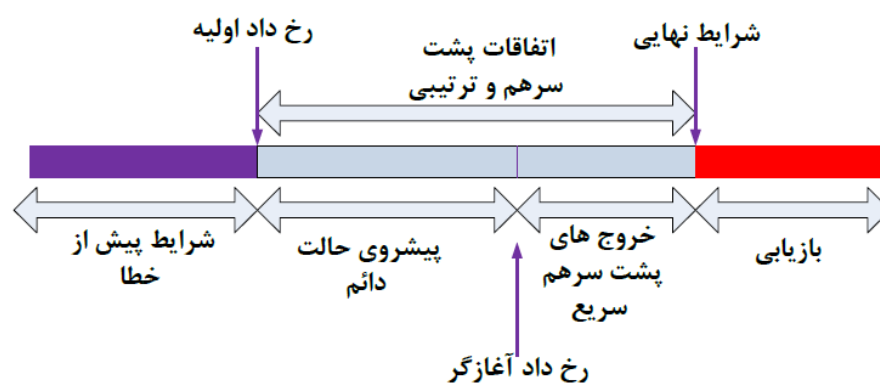
## ۳-۱ اهمیت و ضرورت توسعه تکنولوژی حفاظت

در سال‌های ابتدایی دهه ۸۰ خاموشی‌های متعددی در شبکه برق ایران به وقوع پیوست که بزرگ‌ترین آن‌ها خاموشی فروردین سال ۱۳۸۲ بوده است. بروز این خاموشی‌ها در ایران و بروز خاموشی‌های مشابه در دیگر کشورها، به عنوان مثال



خاموشی ۱۴ اوت ۲۰۰۳ در شمال شرقی آمریکا و بخش هایی از شبکه برق کانادا، که مشکلات سیاسی، اقتصادی و اجتماعی فراوانی را به دنبال داشته اند، ارائه طرحی که توانایی پیش گیری و جلوگیری از خاموشی های سیستم قدرت را داشته باشد را تبدیل به یک نیاز بزرگ برای بهره برداران سیستم کرده است. در این راستا تاکنون ایده های فراوانی مطرح شده اند، اما به دلیل عدم حضور زیرساخت های تکنولوژیکی مورد نیاز در سیستم های قدرت، طرح های مذکور در عمل چندان موفق نبوده اند [۱۱].

وقوع خاموشی های سراسری مهم ترین ضعف سیستم های حفاظتی کنونی را نشان می دهد. با توجه به پیوستگی و یکپارچگی سیستم قدرت، وقوع خطا و یا قطعی ای در ناحیه ای، کل شبکه را تحت تأثیر قرار می دهد. به دلیل تغییر ساختار شبکه در این شرایط، توزیع توان و شارش جریان در نواحی دیگر تغییر خواهد کرد. با توجه به اینکه سیستم های حفاظتی در نواحی دیگر متوجه تغییرات رخ داده نیستند امکان عدم عملکرد بهنگام این تجهیزات حفاظتی در برخی از نواحی که تأثیر پذیری بیشتری از ناحیه در معرض خطا را دارند شرایط بحرانی تری را حادث خواهد شد. وقوع رخ داده های پی در پیبه دلیل حادث شدن شرایط حادث تر می تواند منجر به خاموشی سراسری در طول شبکه شود. در شکل زیر مراحل مشترک بروز خاموشی نشان داده شده است.



شکل ۳-۱- سه مرحله مشترک در بروز خاموشی ها [۱۱]

راهکاری که می توان در حالت کلی برای جلوگیری از وقوع این رخداد مطرح کرد پایش وسیع تری در سطح شبکه می باشد که نیازمند الگوریتم های پیچیده تری برای مدیریت و هماهنگ سازی تجهیزات حفاظتی بیشتری خواهد بود. در راستای دستیابی به مدیریت بالادستی حجم اطلاعات عظیمی می بایست توسط مرکز پردازش قدرتمندتری مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. تکنولوژی نوظهور که در برخی از کشورهای پیشرفته جهان به طور وسیعی مورد مطالعه قرار گرفته و در حال اجرا

می باشد پایش، کنترل و حفاظت گسترده<sup>۱</sup> نامیده شده است که هدف نهایی در راستای توسعه سیستم حفاظت برای پاسخگویی به مجموعه چالش های شبکه برق در حضور منابع و بارهای متغیر بازمانی باشد. این هدف مفهوم هوشمندسازی شبکه برق در سطوح مختلف انتقال و توزیع انرژی را دنبال می کند که می توان بسته به نیازهای این سطوح انتقال انرژی و ظرفیت های موجود در هر منطقه اقدامات درخور و مناسبی در مسیر توسعه این تکنولوژی انجام داد. در ادامه به توصیف ساختار کلی این فناوری پرداخته شده است [۱۱].

### ۲-۳ تکنولوژی اندازه گیری همزمان فازور به عنوان عامل اصلی پیدایش سیستم های پایش

#### گسترده

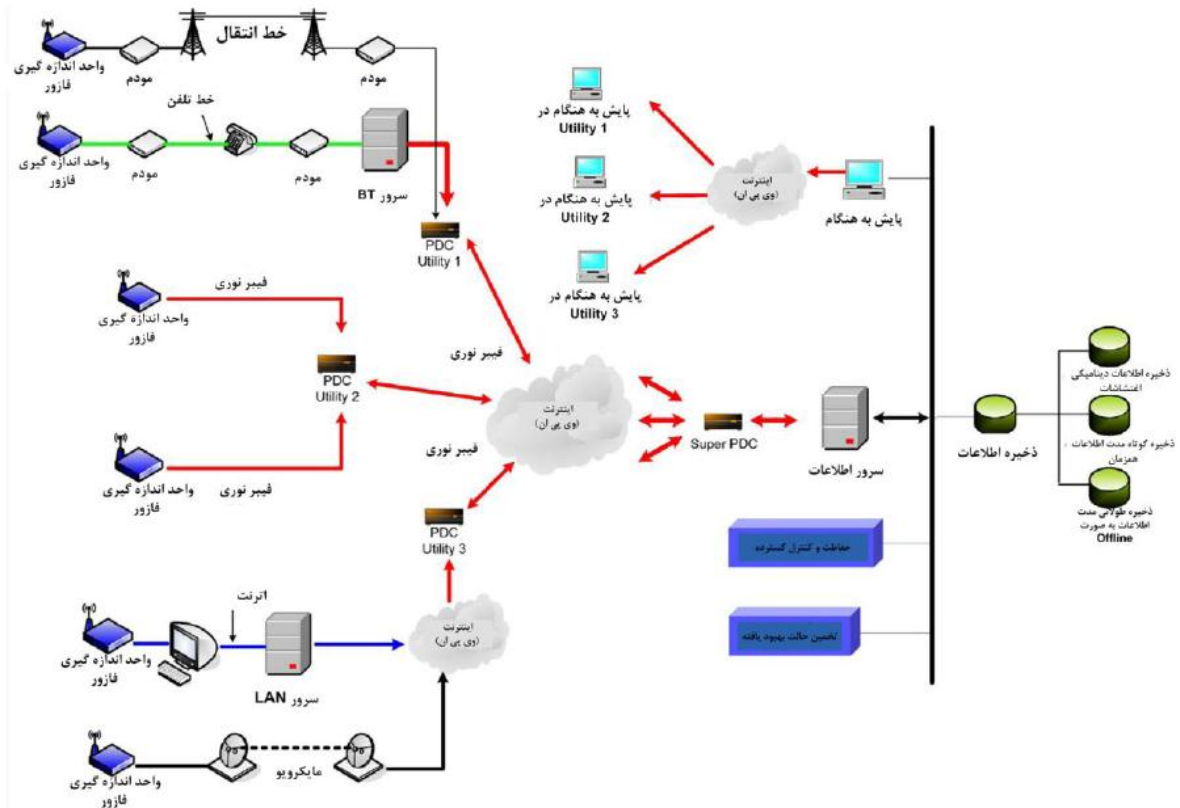
همواره گسترش و پیاده سازی طرح هایی که سعی در تغییر ساختار موجود به ویژه در بخش کنترل و حفاظت سیستم دارند، بر پایه حضور تکنولوژی های جدید بوده است. پس از تغییر کاربرد سیستم مکان یابی جهانی (GPS) از نظامی به کاربردهای غیرنظامی، تکنولوژی اندازه گیری همزمان فازور یکی از تکنولوژی هایی است که عامل اصلی پیدایش سیستم های WAMPAC بوده است. واحدهای اصلی تشکیل دهنده تکنولوژی اندازه گیری همزمان فازورها، واحدهای اندازه گیری فازور، متمرکز کننده های داده، نرم افزارهای کاربردی WAMPAC و زیرساخت مخابراتی می باشند.

مطابق با چگونگی طراحی سیستم WAMPAC مورد نظر، تعداد مراکز متمرکزسازی داده و همچنین لینک های مخابراتی موجود ممکن است متفاوت از یکدیگر باشند. در شکل زیر یک معماری نمونه ای از سیستم های WAMPAC بر مبنای تکنولوژی همزمان فازورها مشاهده می شود. لازم به ذکر است معماری این شکل دقیقاً همان معماری است که برای طراحی شبکه شرقی آمریکا مورداستفاده قرار گرفته است. سیستم WAMPAC دارای بخش های متنوعی می باشد که در ادامه مختصراً معرفی خواهند شد. در یک سیستم WAMPAC هر شرکت برق DC مربوط به خود را دارد. در هر DC یا همان PDC اطلاعات مربوط به فازورهای همزمان از سراسر PMU های منطقه از طریق لینک های مخابراتی متنوع از جمله فیبر نوری، خطوط تلفن، خطوط انتقال قدرت و ماهواره ها دریافت می شود. PDC ها پس از دریافت اطلاعات از PMU

<sup>۱</sup>Wide Area Monitoring, Protection and control (WAMPAC)

ها و اعمال توابع در نظر گرفته شده برای هر PDC بر روی فازورهای دریافتی از PMU ها، اطلاعات خود را برای یک Super PDC ارسال می نمایند.

در یک Super PDC، لازم است فرمت های متفاوت انتقال داده پشتیبانی شوند تا بتواند بر روی اطلاعات دریافتی از PDC های متفاوت که از پروتکل های خاص خود پیروی می کنند، پردازش های مورد نظر را انجام داده و آن را برای مرکز کنترل سیستم ارسال نماید. Super PDC ها علاوه بر اینکه اطلاعات را برای مرکز کنترل ارسال می نمایند، اطلاعات دریافتی از یک PDC را برای دیگر PDC ها نیز ارسال می نمایند تا بهره بردار هر منطقه از نقاط خارج از محدوده بهره برداری خود نیز آگاهی داشته باشد. پس از ارسال اطلاعات برای WAMPAC و یا همان مرکز کنترل، ذخیره سازی اطلاعات و همچنین اعمال توابع WAMPAC بر روی اطلاعات دریافتی آغاز خواهد شد. علاوه بر اینکه ذخیره سازی اطلاعات در بخش WAMPAC نیز صورت می گیرد، PMU ها نیز به گونه ای طراحی شده اند که توانایی ذخیره سازی اطلاعات محلی که توسط خود آنها اندازه گیری شده است را دارا می باشند. ذخیره سازی اطلاعات حیاتی تر در بخش PDC و یا Super PDC نیز امکان پذیر می باشد [۱۲].



شکل ۳-۲ - یک معماری نمونه‌ای از سیستم WAMPAC [۱۲]

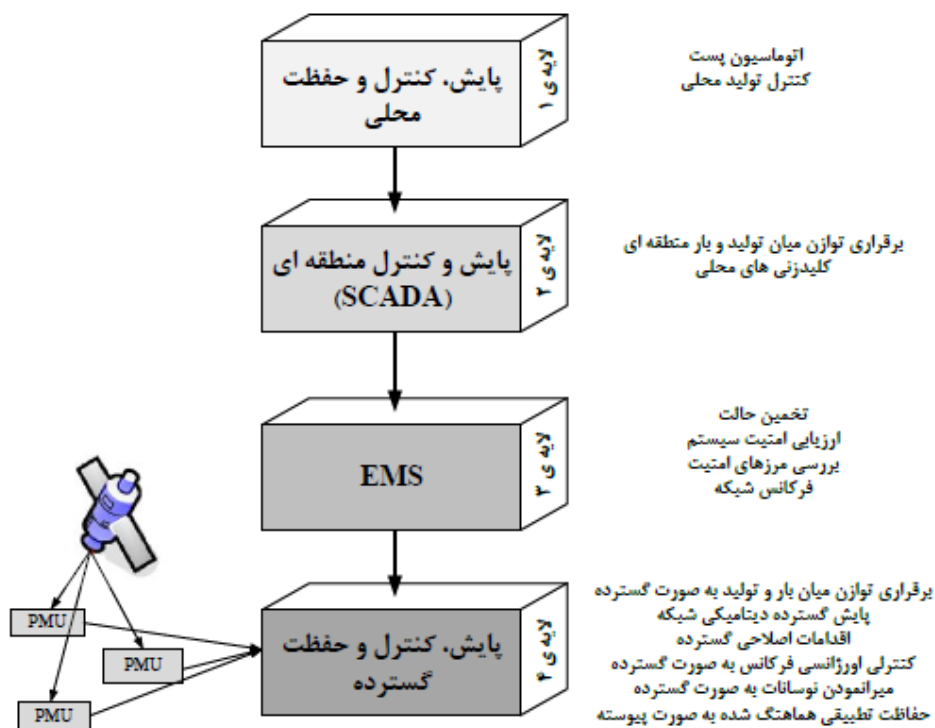
علاوه بر اینکه PMUها در سال‌های ابتدایی دهه ۹۰ به صورت تجاری وارد بازار شده‌اند، اما گستره استفاده از قابلیت‌های این ابزار همچنان در مراحل ابتدایی خود می‌باشد. موارد زیر بخشی از مهم‌ترین کاربردهای WAMPAC می‌باشد که با استفاده از تکنولوژی هم‌زمان اندازه‌گیری فازور در آینده‌ای نزدیک عملی خواهد شد.

- پایش تصویری و بهنگام سیستم قدرت
- طراحی سیستم‌های هشدار اولیه بر مبنای اطلاعات آنلاین
- تحلیل‌های پس از وقوع خاموشی، جهت درک مکانیزم بوجود آمدن خاموشی
- صحه‌گذاربیر مدل‌های سیستم‌های قدرت
- تخمین حالت بهتر سیستم

- مدیریت بهنگام تراکم
- تضمین بهنگام پایداری ولتاژ، فرکانس و زاویه در سیستم
- میرا نمودن نوسانات بین ناحیه ای
- طراحی سیستم کنترل و حفاظت تطبیقی

سیستم های WAMPAC دارای یک ساختار چهار لایه می باشند. در هر لایه این سیستم، کاربردهای مخصوص به آن

لایه وجود دارد که در شکل ۳-۲ نیز مشاهده می شود [۱۲].



شکل ۳-۳- ساختار ۴ لایه ای یک سیستم پایش گسترده

### ۳-۳ توسعه ی SCADA

در سال های اخیر قابلیت سیستم های SCADA به دلیل بهبود لینک های مخابراتی و همچنین در اختیار داشتن

اطلاعات به صورت قدرتمندتری افزایش یافته است. با حضور تکنولوژی اندازه گیری همزمان فازورها که از PMU ها جهت

اندازه‌گیری ولتاژ و جریان استفاده می‌شود، می‌توان اطلاعات دقیق‌تری از شبکه را در اختیار بهره‌بردار سیستم SCADA قرار داد. با استفاده از این اطلاعات می‌توان تخمین‌گرهای حالت دقیق‌تری برای سیستم در اختیار داشت. علاوه بر تخمین حالت، دیگر نرم‌افزارهای تعبیه‌شده در سیستم SCADA می‌توانند از این اطلاعات استفاده نموده و نتایج بهتر، سریع‌تر و دقیق‌تری را در اختیار بهره‌بردار قرار دهند [۱۲].

### ۳-۴ تجهیزات سیستم حفاظت مدرن

#### ۳-۴-۱ تجهیزات اندازه‌گیری نوظهور

یکی از مهم‌ترین اجزاء یک سیستم مدرن مدیریت انرژی در شرکت‌های برق، فرآیند تخمین حالت سیستم قدرت بر اساس اندازه‌گیری کمیات آن در زمان واقعی می‌باشد. حالت سیستم قدرت بر اساس مجموعه‌هائی از مقادیر مؤلفه مثبت ولتاژ که از شین‌های شبکه به‌طور هم‌زمان تهیه می‌شوند تعریف می‌گردد.

فناوری تخمین حالت که در حال حاضر استفاده می‌گردد در سال ۱۹۶۰ ایجاد شده و بر اساس کمیات اندازه‌گیری شده غیر سنکرون عمل می‌نماید. برای تخمین حالت سیستم می‌باید تعداد زیادی معادلات غیرخطی به‌صورت بهنگام حل شوند. اما به‌واسطه نرخ پائین اسکن اطلاعات و سرعت کم محاسبات، فناوری حاضر قادر به تهیه اطلاعات بهنگام درباره وضعیت دینامیکی سیستم قدرت نمی‌باشد.

یکی از راه‌حل‌های آینده برای مونیتورینگ زمان حقیقی شبکه‌های قدرت، سیستم PMU می‌باشد که با کمک سیستم GPS سیگنال‌های زمانی بسیار دقیقی از اطلاعات شبکه‌های قدرت را جمع‌آوری و استفاده می‌نماید. گیرنده ماهواره‌ای GPS اطلاعات دقیقی از وضعیت ولتاژ سه‌فاز پست‌ها و جریان خطوط، ترانسفورماتورها و بارها را جمع‌آوری و در اختیار PMU قرار می‌دهد. بر اساس این اطلاعات، مؤلفه مثبت ولتاژ و جریان‌ها در لحظه زمانی اندازه‌گیری به‌طور دقیق در مقیاس میکروثانیه محاسبه شده و بدین‌وسیله زاویه فاز آن‌ها استخراج می‌گردد.

### GPS ۱-۱-۴-۳

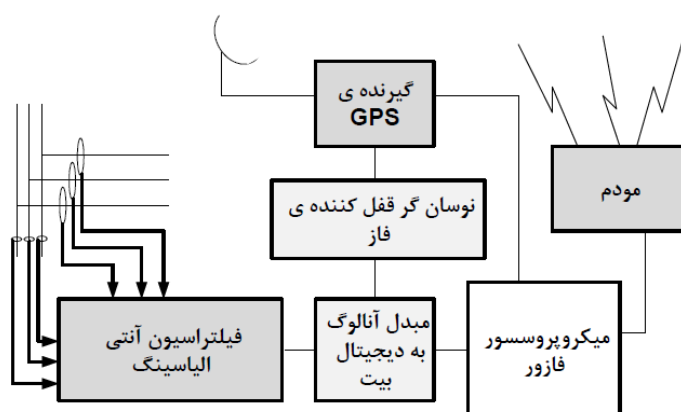
GPS سیستمی است که از ۲۴ ماهواره واقع در ۶ مدار تشکیل شده که حدوداً در فاصله ۱۰۰۰۰ مایلی از سطح زمین قرار دارند. موقعیت صفحه هر یک از مدارها و موقعیت ماهواره‌ها در مدارها به گونه‌ای است که در هر لحظه و در هر نقطه از سطح زمین چهار ماهواره در دید می‌باشند و اغلب بیشتر از ۶ ماهواره قابل‌رؤیت است. مکانیزم و عملکرد سیستم GPS بدین گونه است که به هریک از سیگنال‌های اندازه‌گیری شده یک سیگنال زمان منتسب و همراه می‌گرداند. فرمت دقیق انتساب زمان بر اساس استاندارد، IEEE 1344 تعریف می‌شود.

اطلاعات فازوری مؤلفه مثبت کلیه پست‌هایی که به سیستم PMU مجهز می‌باشند همگی در یک سایت مرکزی مناسب جمع‌آوری شده و برای کاربردهای حفاظتی و کنترلی استفاده می‌گردند. در حقیقت جمع‌آوری و پردازش این اندازه‌گیری‌های سنکرون مبنای یک فناوری جدید و نسبتاً قوی را برای مونیتورینگ، حفاظت و کنترل شبکه‌های قدرت فراهم می‌آورد.

نحوه ارسال و مخابره اندازه‌گیری‌های زمانی سنکرون از کمیات شبکه به بخش متمرکز ساز اطلاعات بسیار اساسی و حیاتی می‌باشد. فناوری‌های مختلفی مانند سیستم باسیم، سیستم شبکه رادیویی، میکروویو، تلفن‌های عمومی، تلفن‌های سلولی، سیستم دیجیتال بی‌سیم و ترکیبی از این فناوری‌ها برای ارسال و مخابره اطلاعات اندازه‌گیری شده استفاده می‌گردد. فرمت فایل‌های اطلاعات خروجی که توسط PMU ایجاد می‌شوند بر اساس استاندارد شماره IEEE 1344 تعریف شده‌اند. استاندارد کمک می‌نماید تا مطمئن شویم که کاربردهای آینده که می‌خواهند از کمیات فازوری اندازه‌گیری شده به‌طور سنکرون استفاده نمایند قادر خواهند بود که به اطلاعات فازوری تهیه‌شده توسط PMU سازندگان مختلف دسترسی پیدا نمایند.

### ۲-۱-۴-۳ واحد اندازه‌گیری فازور

واحدهای اندازه‌گیری فازور در پست‌های شبکه نصب شده و مؤلفه‌های توالی مثبت فازورهای ولتاژ و جریان خطوط و شین‌های سیستم را به همراه زاویه فاز آن‌ها اندازه‌گیری می‌کنند.



شکل ۳-۴ - ساختار داخلی یک واحد اندازه گیری فازور [۱۳]

جهت همزمان بودن اندازه گیری های انجام شده در نقاط مختلف سیستم با استفاده از سیستم موقعیت یاب جهانی، یک برچسب زمانی با دیتاهای اندازه گیری شده همراه می شود. PMU در واقع یک مبدل است که ولتاژ و جریان سه فاز آنالوگ را تبدیل به یک فازور همزمان می نماید. شمای کلی یک واحد اندازه گیری همزمان در شکل فوق مشاهده می شود. پس از این، دیتاها با نرخ ۲۰ تا ۶۰ بار در یک ثانیه برای مرکز کنترل ارسال می شوند [۱۳].

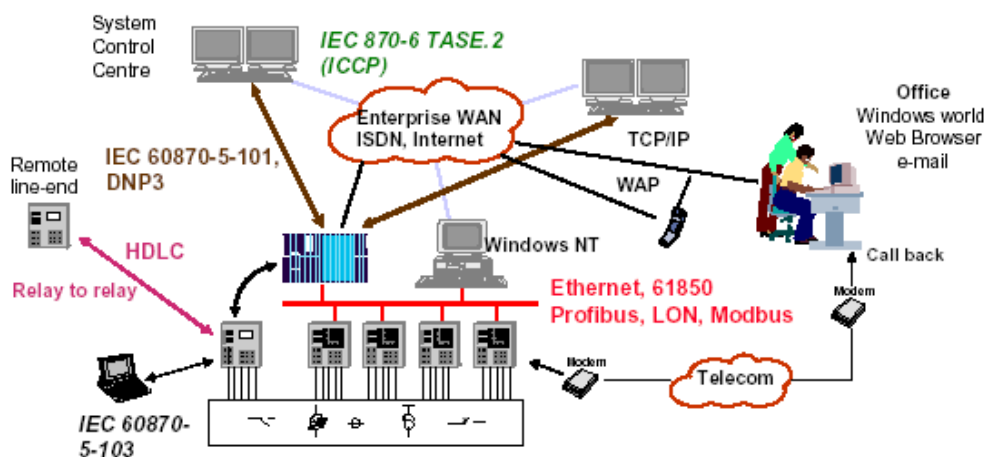
### ۳-۴-۲ واسطه های مخابراتی

امروزه انتقال داده ها در همه زمینه های تکنولوژی وارد شده است و بر بسیاری از اصول مرتبط با دانش فنی موجود اثر گذاشته است. حفاظت سیستم قدرت نیز از این بینی نصیب نبوده است. با پا به میدان گذاشتن تکنیک های انتقال داده بین پست ها و مراکز کنترل، امکان ارائه روش های جدید و کاراتر حفاظتی ایجاد شده است.

شکل ۱۴ ساختار انتقال داده در سیستم قدرت را نشان می دهد. در هر بخش، مخابرات داده ها، تحت پروتکل های خاصی منتقل می شوند. در گذشته سازنده های مختلف از پروتکل های خاص خود استفاده می کردند و لذا خانواده پروتکل های ارتباطی اعضای بسیاری دارد. در حال حاضر با توجه به نیاز به ارتباط رله هایی با سازنده های متفاوت باهم و یا اتصال یک رله ساخت یک شرکت متفاوت با سیستم مخابراتی موجود در پست، نیاز به ایجاد یک پروتکل واحد وجود داشت که با ارائه پروتکل IEC



61850 این مورد نیز برطرف گردیده است. در شکل ۱۴ نمونه های استاندارد استفاده شده برای ارتباط بین بی های<sup>۱</sup> پست با باس اطلاعاتی داخل شبکه، ارتباط بین کامپیوتر محلی با رله ها و باس داده پست، ارتباط بین مرکز کنترل پست و باس و همچنین ارتباط بین مرکز کنترل شبکه و مرکز کنترل پست نشان داده شده است.



شکل ۳-۵- ارتباطات مختلف در شبکه و پست و پروتکل های آنها

با استفاده از شبکه های اینترنتی امکان اتصال به مرکز کنترل پست و خواندن اطلاعات نیز وجود دارد. ارتباط کاربر از طریق مودم با رله ها از راه دور با استفاده از استاندارد IEC 60870-5-101 انجام می شود.

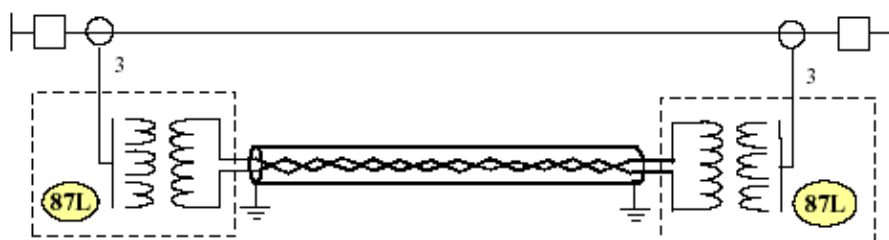
با ایجاد وسایل اندازه گیری مدرن که بر اساس اثر فاراده و اثر پاکلز<sup>۲</sup> کار می کنند، نیاز به سیم بندی های بسیاری که در پست های متداول کنونی باید انجام شود، از بین رفته است.

کانال هایی که برای مقاصد حفاظتی استفاده می شوند باید دارای نرخ خطای پایینی باشند. سیم های پایلوت، فیبر نوری، امواج ماکروویو و PLC از کانال های متداول مخابراتی در انتقال داده های دیجیتال حفاظتی هستند. سیم پایلوت رشته های سیم به هم پیچیده یا پیچیده نشده هستند که به موازات خط انتقال یا بین دونقطه مخابراتی کشیده می شوند و در فرکانس صوتی برای

<sup>۱</sup> - Bays

<sup>۲</sup> - Pockels

انتقال آنالوگ صوت و انتقال دیجیتال ۱۲۸ کیلوبیت بر ثانیه ای قابل استفاده هستند. این سیمها در فاصله های کوتاه تا ۲۰ کیلومتر استفاده می شوند و در صورت ایجاد خطای زمین ولتاژ القاشده در آنها روی اطلاعات اثر می گذارد. فیبرهای نوری برای انتقال Wide Band قابل استفاده هستند. کدگذاری داده ها از نوع PCM بوده بدون تقویت کننده تا ۱۵۰ کیلومتر امکان انتقال داده وجود دارد و به طور کلی نسبت به تداخلات الکترومغناطیسی مقاوم است. در انتقال ماکروویو نیز کدگذاری از نوع PCM است و انتقال Wide Band انجام می شود. انتقال داده ها حداکثر تا ۵۰ کیلومتر امکان پذیر است و انتقال به خاطر پدیده fading تحت تأثیر شرایط محیطی است. دید مستقیم آنتن های مخابراتی نیز در این روش ضروری است [۱۴].

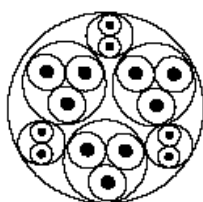


شکل ۳-۶- حفاظت دیفرانسیل با استفاده از سیم های پایلوت [۱۴]

### ۳-۴-۲- سیم های پایلوت

در شکل ۱۵ یک نمونه اتصال قدیمی سیم های پایلوت با حفاظت دیفرانسیل نشان داده شده است. این سیمها به طور کلی از زمین ایزوله هستند. از آنجا که در گذشته این سیم های پایلوت از شرکت های مخابراتی اجاره می شد و این شرکت ها برای حفاظت سیم های خود در مقابل ولتاژهای ناخواسته محدود کننده ولتاژ (Glow Discharger) در سیم قرار می دادند، در هنگام بروز خطای خارجی ولتاژ نسبتاً زیادی روی سیم پایلوت قرار می گرفت و لذا با عمل این محدودکننده ها، رله ها اختلاف جریان را احساس کرده و عمل می کردند. لذا برای مقاصد حفاظتی ضروری بود که این محدودکننده ها در مدار نباشند. در شکل ۱۵ نمونه ای از سیم های پایلوت به هم پیچیده شده با عایق قوی و مشخصات آنها نشان داده شده است [۱۴].

core diameter mm	pilot resistance		pilot capacitance nF/km	test voltage (r.m.s. value)				
	Core $\Omega/\text{km}$	Loop $\Omega/\text{km}$		core-core kV	core-shield kV	triple core to triple core kV	pair to pair kV	pair to triple core kV
1,4	11,9	---	---	2,5	8	8		
0,8	---	73,2	60	2	2		2	8

Symmetry: better  $10^{-3}$  (60 db) at 800/1000 Hzbetter  $10^{-4}$  (80 db) at 50/60 Hz $(U_q < 10^{-4} \cdot U_p)$ 

شکل ۳-۷- مشخصات یک خط پایلوت با عایق فشارقوی [۱۴]

دو پدیده روی عملکرد سیم‌های پایلوت اثر می‌گذارند. یک پدیده افزایش سطح ولتاژ پست در هنگام بروز خطا است و

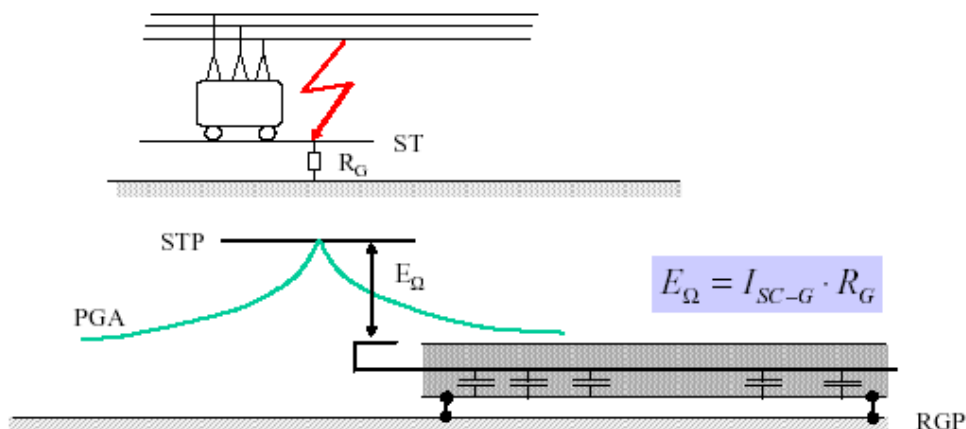
دیگری ولتاژ القایی در طول سیم‌های پایلوت به دلیل عبور مؤلفه صفر از خط مجاور است.

در شکل ۱۷ اتصال کوتاه در یک پست نشان داده شده است. به خاطر عبور جریان خطا از مقاومت زمین پست  $R_G$

پتانسیل پست مورد نظر به اندازه  $R_G I_{SC}$  بالا خواهد رفت. در این هنگام سیم پایلوت که از پست دیگر آمده است، دارای پتانسیل

زمین پست قبل خواهد بود. بنابراین عایق سیم پایلوت باید توانایی استقامت در مقابل این ولتاژ را داشته باشد. در اروپا برای رفع

مشکل از سیم‌هایی با عایق بندی فشار بالا استفاده شده است [۱۴].

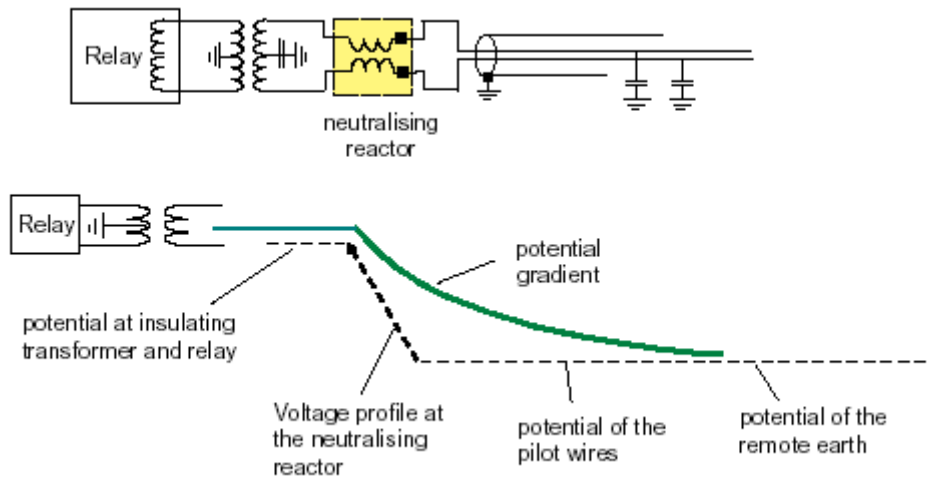


Legend:

$R_G$	station grounding resistance
STP	station potential
PGA	potential gradient area
RGP	remote ground potential
E	station potential rise against remote ground (ohmic coupled disturbance voltage)

شکل ۳-۸- افزایش سطح ولتاژ پست و تأثیر آن بر سیم پایلوت [۱۴]

در سیستم‌های آمریکایی برای اینکه مجبور به استفاده از سیم‌های فشارقوی نباشند از راکتور خنثی‌کننده استفاده کرده‌اند. این راکتور که در شکل ۱۸ نشان داده شده است بین رله و سیم پایلوت قرار می‌گیرد. با بالا رفتن سطح پتانسیل پست در اثر خطا خازن‌های پراکندگی انتهایی سیم پایلوت به شیلد (زمین) از طریق این راکتور و خازن میانی در ترانس سمت چپ تخلیه می‌شوند. چون جهت جریان‌های تخلیه شونده در هر دو سیم به طرف داخل سیم‌پیچ‌های راکتور خنثی‌کننده است لذا ولتاژ روی سیم‌پیچ‌های راکتور بالا می‌رود و لذا گرادیان ولتاژ را از حالت ضربه‌های در شکل ۱۷ به حالت ملایم شکل ۱۸ تبدیل خواهد کرد و لذا امکان تحمل ولتاژ برای سیم‌های فشار ضعیف فراهم می‌شود. در صورتی که جریان دیفرانسیلی از سیم‌های پایلوت فرستاده شود، این راکتور عملاً نقشی نخواهد داشت زیرا مسیر عبور جریان باعث خنثی شدن شار راکتور می‌شود و لذا راکتور عملاً اتصال کوتاه خواهد بود [۱۴].



شکل ۳-۹- راکتور خنثی کننده و گرادیان ولتاژ ابتدای خط [۱۴]

روش های کاهش اثرات ولتاژهای القایی و افزایش ولتاژ پست بر عملکرد سیم های پایلوت به صورت زیر است:

- کاهش مقاومت زمین پست
- شیلد کردن سیم های پایلوت یا استفاده از هادی های زمین کننده یا کاهنده ولتاژ
- فاصله دادن هادی های دارای جریان زیاد از سیم های پایلوت
- استفاده از سیم های پایلوت با عایق قوی
- افزایش میزان تقارن در سیم های پایلوت (به هم پیچیدن مناسب سیم ها)
- استفاده از ترانس های ایزوله کننده یا راکتورهای خنثی کننده در صورت نیاز

### ۳-۲-۴-۲ فیبرهای نوری

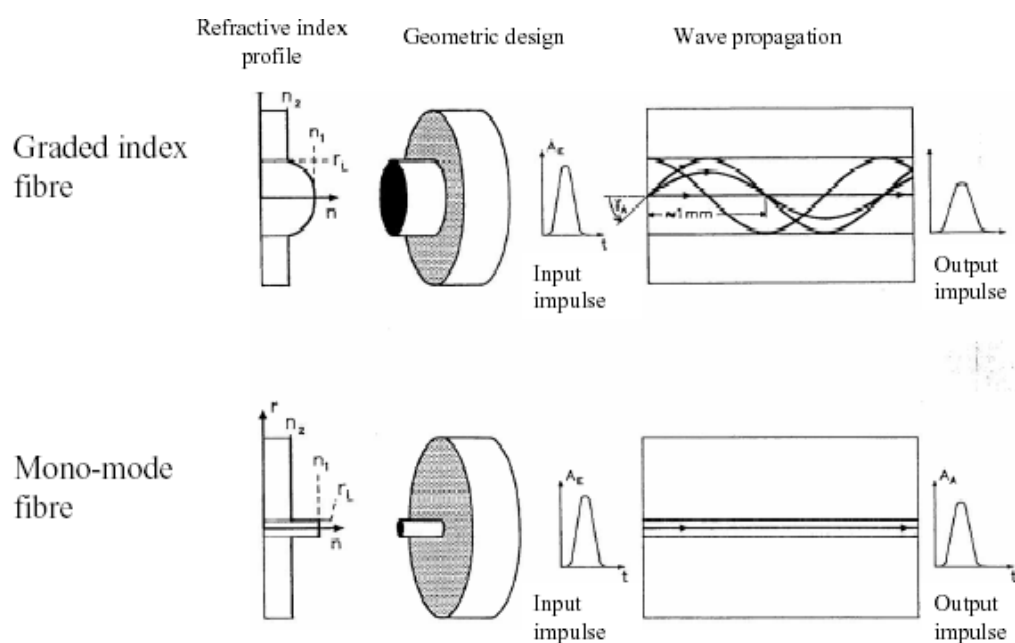
فیبرهای نوری از کانال های بسیار قوی برای انتقال داده ها هستند. در شکل ۲-۱۰ دو نوع فیبر نوری گریدد ایندکس<sup>۱</sup> و مونو مود<sup>۲</sup> نشان داده شده است. فیبر نوع اول دارای شعاع بزرگ است و سیگنال نوری فرستاده شده در اثر پدیده پراش<sup>۳</sup>، اندازه

<sup>۱</sup> - Graded Index Fiber

<sup>۲</sup> - Mono-Mode Fiber

<sup>۳</sup> - refraction

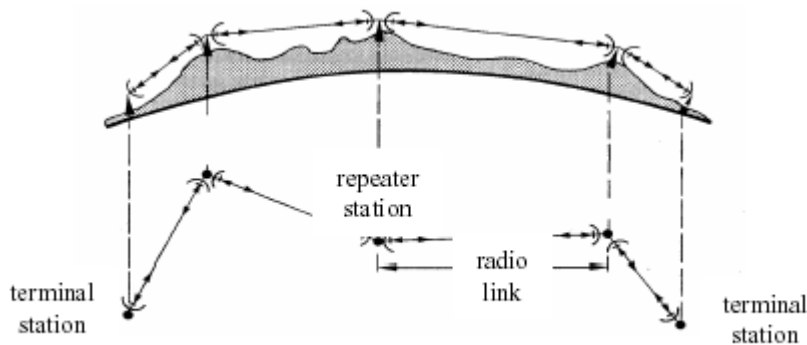
حرکت خود را در طول شکست های متوالی تا انتهای فیبر از دست می دهد و لذا در انتها سیگنال دریافتی دارای پراش خواهد بود. در نوع مونو مود چون شعاع سیم کوچک است، امکان ایجاد پدیده پراش وجود ندارد. منتها این سیم برای ارسال پیام احتیاج به اشعه دقیق تری خواهد داشت [۱۴].



شکل ۳-۱۰-۳- انواع فیبر نوری و عملکرد آن ها [۱۴]

### ۳-۴-۳- مایکروویو

کانال دیگر قابل استفاده، مایکروویو است. در این روش انتقال مطابق شکل ۲۰ باید آنتن های گیرنده و فرستنده دیدمستقیم داشته باشند. امکان انتقال بدون تقویت کننده تا ۵۰ کیلومتر موجود است. فرکانس کاریر از ۱۵۰ مگاهرتز تا ۲۰ گیگاهرتز بوده و عرض باند  $4n$  کیلوهرتز آنالوگ و  $64n$  کیلوویت بر ثانیه (در سیستم های آمریکایی  $56n$  کیلوویت بر ثانیه) دیجیتال قابل استفاده است. این کانال از جریان اتصال کوتاه و اغتشاشات کلیدزنی مستقل است ولی انتقال به شرایط آب و هوایی بستگی دارد و مثلاً در شرایط هوای مرطوب امکان ایجاد پدیده fading وجود دارد [۱۴].

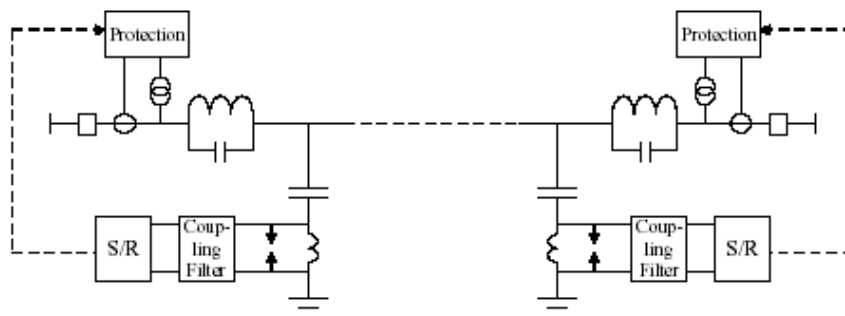


شکل ۳-۱۱- انتقال از طریق میکروویو [۱۴]

### ۳-۴-۲-۴ انتقال از طریق PLC

در شکل ۲۱ یک اتصال PLC نمونه نشان داده شده است. سیگنال اطلاعاتی در فرکانس های ۱۵ تا ۵۰۰ کیلوهرتز

مدوله می شود و از طریق line trap برای طرف مقابل فرستاده می شود [۱۴].



PLC frequency range: 15 to 500 kHz

Bandwidth: 4 kHz

Signal propagation time: 0.35 ms per 100 km

Coupling capacitors: 2.2 to 11 nF

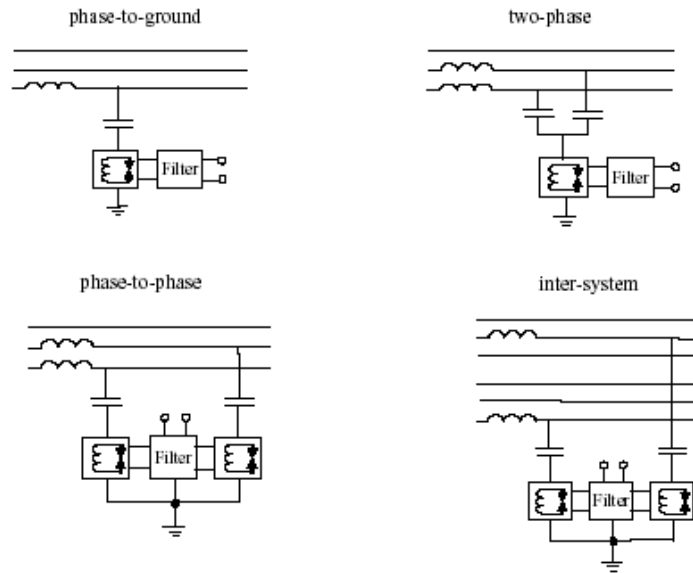
Line traps: 0.2 to 2 mH

شکل ۳-۱۲- انتقال از طریق PLC و مشخصات آن [۱۴]

زمان حرکت سیگنال در هر ۱۰۰ کیلومتر ۰/۳۵ میلی ثانیه و عرض باند موجود ۴ کیلوهرتز است. در طرف گیرنده این

اطلاعات توسط خازن کوپلینگ و line trap گرفته می شود و پس از فیلترسازی اطلاعات بازیابی می شود. به دلیل اغتشاشات

موجود بیشترین زمان تأخیر در فیلتر طرف گیرنده است که باید سیگنال اصلی را شناسایی و بازیابی کند. در شکل ۲۲ انواع مختلف اتصال PLC به خط نشان داده شده است.

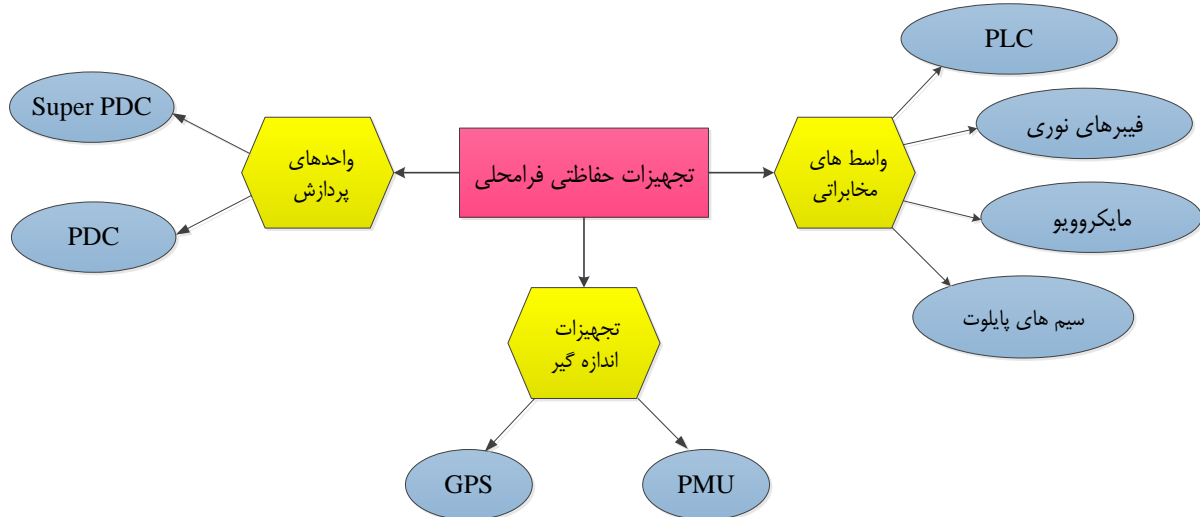


شکل ۳-۱۳- انواع PLC از جهت اتصال [۱۴]



## ۴۰-۵ جمع بندی

همان طور که در این فصل اشاره شد تکنولوژی های جدید مطرح شده در حوزه های تبادل اطلاعاتی و تجهیزات اندازه گیری امکان فراتری در راستای پایش سراسری شبکه برق فراهم می کنند. دقت و سرعت بالای این تجهیزات و همچنین قابلیت الگوریتم نویسی و آموزش این تجهیزات با نرم افزارهای مختلف صنعت برق می تواند هرچه بیشتر بر هوشمندی شبکه حفاظت بیفزاید که در نهایت می تواند شاخص های قابلیت اطمینان و امنیت و انتخاب پذیری مطلوب تری را حاصل کند و همچنین نیاز ضروری شبکه حفاظت یعنی هماهنگی و تبادل اطلاعات بین تجهیزات حفاظتی را فراهم سازد. مدیریت بین تجهیزات سنتی شبکه حفاظت و ارتقای آن به سوی سیستم های حفاظت مدرن می بایست مورد توجه قرار گرفته و زیرساخت های آتی به منظور نیل به این اهداف پایه ریزی شود. در نهایت شماتیک کلی تجهیزات حفاظتی نوین طبق آنچه در طول این فصل بیان شد می تواند به صورت زیر ترسیم شود.



شکل ۳-۱۴- درخت فناوری تجهیزات حفاظتی گسترده

دیباگرام فوق در جلسه کمیته راهبری پروژه ارائه شده و پس از ارائه نقطه نظرات اعضای کمیته اصلاح گردید که شرح آن

در پیوست این گزارش آمده است.

## فصل سوم:

# تبیین مسیر توسعه فناوری دانش حفاظت

## مقدمه

دستیابی به فناوری منسجم و قابل اعتمادی در هر عرصه‌ای نیازمند دستیابی به دانش ارتقاء حوزه مورد مطالعه از وضع کنونی به سمت اهداف آتی می‌باشد. در این راستا شناسایی ضعف‌های دانشی به منظور تقویت آن‌ها و شناسایی توانمندی‌ها به منظور به کارگیری از آن‌ها می‌تواند راهگشای مسیر توسعه تکنولوژی باشد. بنابراین توجه به حوزه دانش و علم فناوری از جنبه‌های مختلف و برنامه‌ریزی آن در راستای ارتقاء آن همگام با توسعه فناوری تجهیز مورد توجه این بخش از سند می‌باشد. در ادامه به ترتیب اهمیت آموزش بیان شده و سپس به تشریح جزئیات این حوزه از فناوری پرداخته شده است.

### ۴-۱ اهمیت و ضرورت آموزش

با توجه به پیچیدگی شبکه قدرت و ضرورت تأمین امنیت این شبکه در تمام شرایط بهره‌برداری و جلوگیری از رخدادهایی که یکپارچگی این شبکه را تحت تأثیر قرار می‌دهند می‌بایست شناخت وسیعی از نیازهای شبکه و نحوه تبادل عناصر تشکیل دهنده آن حاصل شود. این شناخت راهکارهایی را در راستای افزایش یکپارچگی و انسجام بخشی مجموعه حاضر فراهم می‌کند. با توسعه تکنولوژی و افزایش تنوع عناصر بخش مصرف و تولید به منظور ارضای نیازهای متقاضیان و تأمین توان مورد نیاز شبکه، حفاظت از شبکه و نظارت و مدیریت بر آن از اهمیت بالاتری برخوردار می‌باشد. بدین منظور می‌بایست آموزش‌های لازم در راستای ارتقاء دانش حفاظت از شبکه صورت گیرد.

#### ۴-۱-۱ آموزش در صنعت

ورود تجهیزات مدرن با قابلیت‌های بسیار بالاتر از عناصر پیشین خود و تنوع زیاد این تجهیزات (به ویژه رله‌های میکروپروسسوری) و اهمیت تنظیم دقیق آن‌ها، نیازمند آموزش‌های ویژه تئوری و عملی برای کارشناسان حفاظت شرکت‌های برق توسط مربیان مجرب و متخصص می‌باشد. همچنین برگزاری دوره‌های مستمر در این زمینه برای اپراتورها و کادرهای تعمیراتی به منظور شفاف‌سازی دستورالعمل‌های ابلاغی و ضرورت اجرای آن‌ها در نصب و تعمیر و نگهداری این تجهیزات حفاظتی شبکه می‌تواند از بروز خطاهای انسانی جلوگیری کند. در این خصوص آزمایشگاه‌های موجود در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی

موجود که توسط اساتید مجرب طراحی شده است می تواند برای آموزش های عملی و کارهای پژوهشی در مورد پدیده های ناشناخته شبکه و بررسی عملکرد تجهیزات مختلف حفاظتی مورد استفاده واقع شود.

#### ۴-۱-۲ آموزش در مراکز تحقیقاتی و دانشگاه ها

نظرسنجی ها و بررسی هایی در [۱۵] بر روی ۷۵ دانشگاه شمال قاره آمریکا صورت گرفته است. پیشنهاد ۵۰ مرکز آموزشی و دانشگاهی پاسخگو به این نظرسنجی، ۲۱ مورد یک دوره آموزشی و ۲۹ مورد بیش از یک دوره آموزشی را برای حفاظت سیستم قدرت توصیه کرده اند. مباحثی که در این گزارش برای دوره های حفاظت سیستم قدرت پیشنهاد شده است در ادامه تشریح شده است:

(۱) مقدمه: اهداف دوره، ضرورت حفاظت، تاریخچه توسعه حفاظت سیستم قدرت، تعاریف اصطلاحات رایج در حفاظت، زون های حفاظتی، دسته بندی رله ها، واسطه های رله ها با سیستم قدرت (ترانس های اندازه گیری ولتاژ و جریان)، انواع خطاها و طیف فرکانسی مربوطه، مروری بر اساس حفاظت و شناسایی تکنولوژی های استفاده شده در حفاظت، اتوماسیون و کنترل پست، و منطق مدارهای تریپ.

(۲) رله های اضافه جریان و اضافه جریان جهتی: رله های اضافه جریان آنی و زمان معکوس، اساس عملکرد آن ها و کاربرد آن ها در حفاظت مدارهای توزیع شعاعی و تجهیزاتی نظیر موتورها. ضرورت نیاز به رله های اضافه جریان جهت دار، ساختار پایه رله اضافه جریان جهت دار، معادله گشتاور، زاویه حساسیت بیشینه، نمایش اصول عملکرد رله بر روی مشخصه امپدانسی (R-X) و کاربرد رله های اضافه جریان جهت دار برای حفاظت شبکه توزیع به هم پیوسته. زاویه اتصال و انتخاب زاویه اتصال در کاربرد اضافه بار و/یا حفاظت حین خطاها، اتصالات خاص رله های جهتی در محیط سه فاز. رله های جهتی زمین، رله های جهتی توالی منفی و ساختمان رله های جهتی الکترومکانیکی، استاتیکی و عددی.

(۳) رله های دیستانس: تعریف، ضرورت برای رله های دیستانس، انواع رله های دیستانس، مشخصه های رله های دیستانس رسم شده بر صفحه R-X (امپدانس، آفست امپدانس، مهو، آفست مهو، چهارضلعی و ...)، ورودی های این مشخصه ها، ساختمان رله های دیستانس نوع الکترومکانیکی، استاتیکی و عددی. کاربرد

رله های دیستانس برای حفاظت خطوط انتقال، زون های اولیه و پشتیبان تعریف شده برای رله های دیستانس با استفاده از روش دیستانس پله ای. استفاده از کانال های مخابراتی در کنار رله های دیستانس برای افزایش پوشش حفاظتی و زمان رفع خطا. ولتاژها و جریان های اعمال شده به رله های دیستانس برای شناسایی خطاهای چند فاز و تک فاز به زمین. عملکرد رله های دیستانس فازی در حین خطای فاز به فاز و فاز به زمین. رله های دیستانس چند فازه، و روش مؤلفه های متقارن. اثر مقاومت آرک بر عملکرد رله های دیستانس حین خطاهای فازی و خطاهای تک فاز به زمین. استفاده از رله های دیستانس برای حفاظت خرابی ژنراتورها و برای تشخیص نوسانات توان.

(۴) حفاظت دیفرانسیل: مبانی و اساس حفاظت دیفرانسیل درصدی. کاربرد حفاظت ژنراتورها،  $\Delta-Y$ ، و اتو ترانسفورماتورها.

(۵) رله های عددی: مؤلفه های اصلی رله های عددی، ضرورت فیلترهای آنتی الیاسینگ، ساخت فیلتر با استفاده از تقویت کننده عملیاتی (Operational Amplifier)، اصول پایه مبدل های آنالوگ به دیجیتال، انواع مختلف مبدل های آنالوگ به دیجیتال. خطاهای فرآیند مربوط به مبدل ها. الگوریتم هایی تبدیل نمونه های کوانتیزه ولتاژ و جریان به فازور، تبدیل فوریه گسسته، روش مینیمم مربعات، روش های کالمن فیلتر شبکه عصبی و تبدیل موجک. حفاظت تطبیقی خطوط انتقال و سیستم های توزیع. میکروپروسور و پردازنده های سیگنال دیجیتال استفاده شده در رله های عددی. توابع پایه، برنامه نویسی و مسائل سازگاری. اثر تکنولوژی عددی بر روی کاربردهای حفاظت ترانسفورمر و خطوط انتقال.

(۶) حفاظت سیستم: مسائل حفاظت سیستم به دلیل نیازمندی به پاسخگویی ادوات حفاظتی به اغتشاشات سیستم گسترده افزایش یافته است و می بایست سیستم حفاظتی به منظور کنترل بیشتری بر روی سیستم به طور سازمانده شده تری طراحی شود. مثال هایی از ادوات حفاظت سیستم که دانشجویان و کارشناسان می بایست آشنایی بیشتر در این موضوعات داشته باشند شامل این موارد می باشد: سیستم های حفاظت یکپارچه (SIPS) که به طرح های عملیات اصلاحی (RAS)، سیستم های حفاظتی طراحی شده برای حذف بار و بازیابی، افت

تولید، طرح‌هایجزیره‌ای، حفاظت در برابر ناپایداری ولتاژ از تکنولوژی‌های نوظهوری هستند که می‌بایست مورد بحث و بررسی قرار گیرند. توسعه‌های اخیر مورداستفاده در حفاظت، اندازه‌گیری نواحی گسترده (اندازه‌گیری فازور سنکرون) برای بهبود پاسخ سیستم حفاظت به رخدادهای خاموشی سراسری می‌باشد.

## ۲-۴ مطالعات و تحلیل حوادث

وضعیت واقعی شبکه و رخدادهای متنوع به وقوع پیوسته در کل شبکه به‌طور پیوسته شواهد موثقتری بر هماهنگی شبکه قدرت و صحت عملکرد سیستم حفاظت موجود در نواحی مختلف شبکه می‌باشند. دستیابی به مجموعه‌ایدسته‌بندی شده از حوادث مختلف می‌تواند رفتار شبکه موجود تحت شرایط مختلف بهره‌برداری را نشان دهد. همچنین با دستیابی به مجموعه‌ای از داده‌های شبکه می‌توان رخدادهای مختلف مشاهده‌شده در شبکه را بررسی کرد و در تصمیم‌گیری‌های آتی در نظر گرفت.

### ۱-۲-۴ جمع‌آوری داده‌های شبکه

پیچیدگی و گستردگی شبکه قدرت ناشی از تنوع تجهیزات موجود در سطح‌های مختلف بهره‌برداری و همچنین شبکه‌بندی‌های مختلف بین این عناصر، بر اهمیت و ضرورت مدیریت دقیق‌تر بر شبکه می‌افزاید. لازمی حفظ یکپارچگی در شبکه شناخت کامل از تمام عناصر و نحوه ارتباط آن‌ها در شبکه است. پیش از هر مطالعه و بررسی‌هایی باید اطلاعات جامع و دقیق‌تری از عناصر و تجهیزات شبکه از حاصل شود. دستیابی هر چه دقیق‌تر به داده‌های شبکه بر صحت و دقت بررسی‌ها و تحلیل‌های مابعد مبتنی بر این داده‌های می‌افزاید. در این راستا باید گروهی عهده‌دار جمع‌آوری داده‌ها شوند و به‌صورت دسته‌بندی شده به ثبت داده‌های عناصر شبکه از جمله خطوط، ژنراتورها، موتورهای بارها، ترانس‌های موجود در شبکه پردازد و در نهایت با روند و ساختار مناسبی این اطلاعات بایگانی شوند تا در مواقع نیاز مورداستفاده قرار گیرند.

### ۲-۲-۴ گزارش دهی و بررسی حوادث شبکه

هر خطایی که در سیستم قدرت اتفاق می‌افتد عملکرد تجهیزات حفاظتی موجود در محل و نواحی مجاور را نشان می‌دهد و صحت آن را تست می‌کند و فرصت مناسبی برای آنالیز رفتار سیستم حفاظت کل سیستم فراهم می‌کند. محل خطا، نوع خطا، امپدانس خطا و حساسیت تجهیزات حفاظتی از جمله رله‌ها عامل مؤثر در پاسخ رله‌ها در برابر خطاهای شبکه قدرت

هستند. رله‌ها در شرایط مختلفی ممکن است عملکرد صحیحی (طبق منحنی زمانی تعریف شده) و یا عملکرد ناصحیح (عملکرد بسیار کند و یا خیلی سریع) از خود نشان دهند. رله‌های میکروپروسسوری اطلاعاتی راجع به مواردی که رله به درستی عمل کرده است را گزارش می‌دهند. پیش‌از این نوع رله‌ها، نوسان سنج‌ها و ثبات‌های رخداد برای اندازه‌گیری عملکردهای صحیح استفاده می‌شدند.

عموماً اپراتورهای سیستم قدرت از اطلاعات استخراج شده از EMS-SCADA برای ثبت حوادث استفاده می‌کنند که امروزه این داده اعم از اطلاعات حوادث و خطا توسط رله‌های چند تابعی میکروپروسسوری نیز قابل دستیابی است که می‌توان در تحلیل‌های مختلف استفاده شود. همه‌ی خطاها می‌بایست مرتباً ردیابی و از نظر آماری نیز ارزیابی شوند و در نهایت اطلاعات فنی برای ارزیابی سیستم و عملکرد حفاظتی می‌تواند به‌طور برنامه‌ریزی شده مورد بررسی و پیگیری قرار گیرند [۱۶].

### ۳-۴ طراحی و تنظیم حفاظتی

پس از جمع آوری های لازم از عناصر و تجهیزات موجود شبکه قدرت و همچنین حوادث رخ داده در گذشته و شناسایی خطاهای محتمل شبکه می‌بایست بررسی‌ها و ارزیابی‌های دقیق تری از اثرات حوادث مختلف بر روی شبکه و پارامترهای موثر شبکه در طول این حوادث و عملکرد تجهیزات حفاظتی موجود در شبکه انجام شود. در این راستا ارائه مدل مناسب از شبکه و بررسی دقیق تر سناریوهای مختلف رخداد و خطا بر روی شبکه و بهبود و تصحیح تنظیمات این تجهیزات بمنظور افزایش قابلیت اطمینان و صحت عملکرد آنها در مواقع مورد انتظار با توجه به ساختار شبکه موجود و تغییرات مدرن شبکه از اهمیت زیادی برخوردار است. در ادامه بتفصیل به این موارد پرداخته شده است.

### ۱-۳-۴ مدل سازی و تحلیل شبکه

در سیستم قدرت پدیده‌های دینامیکی مختلفی با مشخصه‌های متفاوت وجود دارند. این پدیده می‌تواند محلی باشد و در منطقه‌ای اتفاق افتد یا این‌حاله دلیل تعامل کل سیستم با یکدیگر اثر این پدیده در نواحی دیگر نیز ظاهر خواهد شد. به‌عنوان مثال وقوع خطای زمین در محلی می‌تواند عملکرد عناصر سیستم قدرت مانند ژنراتورها، بارها یا بخش‌هایی از سیستم را تحت تأثیر قرار دهد. برآیند این تعامل‌ها ناشی از رخدادهای شبکه می‌تواند منجر به ناپایداری در آن شود و

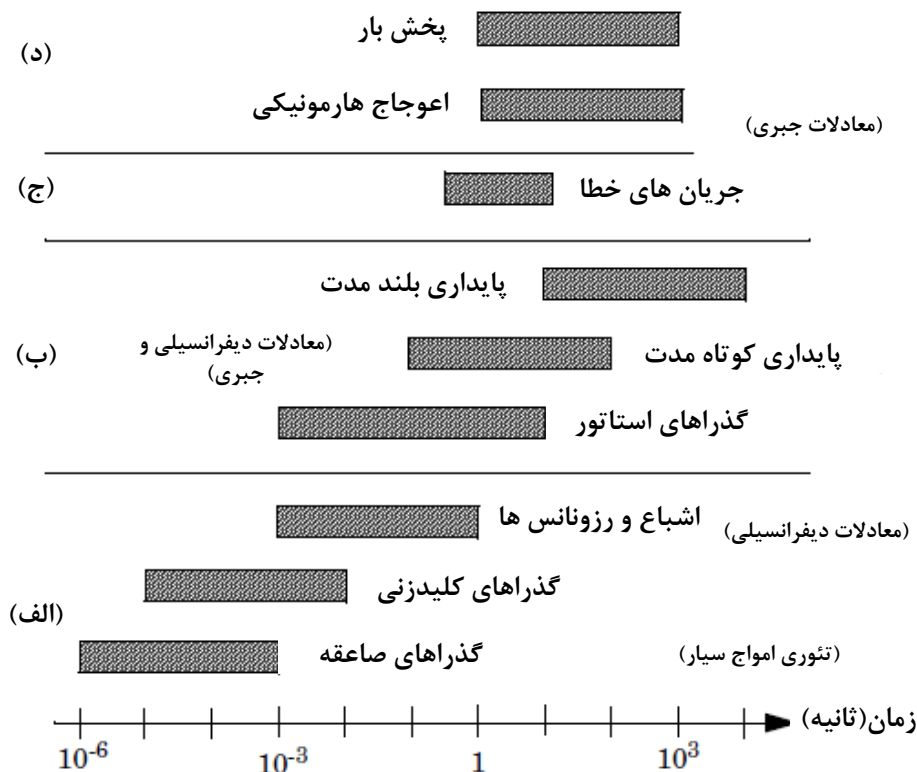
در نهایت خاموشی های عظیمی را در پی داشته باشد. همچنین رخداد دینامیکی در شبکه می تواند ناشی از عملکرد کنترل کننده های مختلف و یا کلیدزنی هایی در خط و یا عناصر دیگر توسط اپراتورهای باشد. چنین رخدادها و اغتشاشاتی می بایست برای شبکه موجود در نظر گرفته شده و از پایداری شبکه حین وقوع آن اطمینان حاصل کرد.

پدیده های دینامیکی به سه دسته کلی بر حسب طیف فرکانسی شان دسته بندی می شوند [۱۷]:

۱. گذراهای الکترومغناطیسی (۱۰۰ هرتز - مگاهرتز)
۲. نوسانات الکترومکانیکی (نوسان روتور در ماشین های سنکرون) (۰/۱ تا ۳ هرتز)
۳. دینامیک غیر الکتریکیه عنوان مثال پدیده های مکانیکی و ترمودینامیکی (چند ۱۰ هرتز)

دسته بندی دیگری نیز برای پدیده های دینامیکی بر حسب مقیاس زمانی معرفی شده است که در شکل زیر شماتیکی

مشخص شده است.



شکل ۴-۱- پدیده های دینامیکی سیستم قدرت [۱۷]



در شکل فوق مقیاس تقریبی زمانی پدیده های مختلف و انواع مدل های ریاضی استفاده شده در آنها نشان داده شده است. چهار نوع پدیده معرفی شده در این شکل به صورت زیر نامیده شده اند [۱۷]:

(الف) گذراهای الکترومغناطیسی

(ب) دینامیک های ماشین سنکرون

(ج) پدیده شبه حالت دائمی

(د) پدیده حالت دائمی

توسعه مدلی که بتواند همه دیدنایمیک ها را در یک سیستم قدرت توصیف کند غیرممکن است و هنوز کاربرد عملی نداشته است. اغلب از هر مدلی برای شبیه سازی پدیده دینامیکی خاص استفاده می شود. بسته به هدف مطالعه، مدل عناصر سیستم قدرت می تواند به طور قابل توجهی تغییر کند. بدیهی است مدلی که برای مطالعات نوسانات پائین بین ژنراتورهای سیستم قدرت مورد استفاده قرار می گیرند کاملاً متفاوت با مدل استفاده شده برای آنالیز اثر ضربه های صاعقه در سیم پیچی های ماشین سنکرون خواهد بود.

حتی اگر از منظر تئوری، پیاده سازی مدل کاملی از همه دیدنایمیک های سیستم قدرت امکان پذیر باشد به دو دلیل قابل استفاده نخواهد بود. اول اینکه چنین مدلی به حجم عظیمی از داده های پارامتری نیازمند است. ثانیاً آنالیز و تفسیر نتایج بدست آمده از این مدل بسیار دشوار خواهد بود [۱۷].

در حوزه حفاظت دستیابی به مدل مناسب ترین منظور بررسی هماهنگی عناصر شبکه و عملکرد تجهیزات حفاظتی تحت شرایط مختلف بهره برداری و رخداد های متنوع و در نهایت تنظیم تجهیزات حفاظتی و جایابی بهینه آنها در شبکه از اهمیت بالایی برخوردار است.

زمانی که مطالعات خطا و مطالعات هماهنگی تجهیزات حفاظتی انجام می شود، دانستن نمونه هایی که منجر به بدترین شرایط بهره برداری از شبکه می شود در صرفه جویی در زمان بسیار مؤثر است. بسته به اینکه چه طرح حفاظتی مدنظر باشد، این عامل می تواند جریان خطای کمینه یا بیشینه دیده شده توسط رله، کمترین ولتاژ دیده شده توسط رله و یا عوامل دیگر باشد.

نرم افزارهای جدید قابلیت شبیه سازی چندین خطا در عرض چند ثانیه را فراهم می کنند و می توان در مدت بسیار کوتاهی با سعی و خطا بدترین سناریوی شبکه را تخمین زد و سیستم حفاظت شبکه را بهبود داد [۱۸].

در نهایت می توان گفت مدل سازی و تدوین واسط نرم افزاری موجود برای شبیه سازی مدل مطلوب به منظور تحلیل سناریوهای مختلف شبکه قدرت و بهبود ساختار سیستم حفاظت موجود مطابق با نیازها و متناسب با اهداف چشم انداز نیاز به دانش توسعه آن در مراکز مختلف تحقیقاتی و دانشگاهی می باشد.

#### ۴-۳-۲ تنظیم حفاظتی

هدف از مطالعات تنظیم، تخمین مشخصه ها، مقادیر نامی و تنظیمات ادوات مختلف حفاظتی شبکه است که حفاظت از تجهیزات را در زمان وقوع کوچک ترین خطای به وقوع پیوسته در شبکه تضمین می کند. مطالعات هماهنگی می بایست در نخستین مراحل طراحی یک سیستم طراحی شود و تجهیزات حفاظتی مورد نیاز و تنظیمات هر کدام از تجهیزات مرتبط با سیستم ارزیابی شود. زمانی که یک سیستم موجود تغییر می یابد و یا بارهای دیگری بر شبکه نصب می شود و یا عناصر موجود در شبکه با مقادیر نامی بالاتری جایگزین می شوند می بایست بار دیگر مطالعات هماهنگی به منظور باز تنظیم تجهیزات حفاظتی و در صورت نیاز تجدید ساختار سیستم حفاظتی انجام شود.

مطالعات تنظیم تجهیزات حفاظتی می بایست به منظور افزایش قابلیت اطمینان و امنیت سیستم با دقت بالایی انجام شوند در این راستا می بایست اپراتورهای سیستم قدرت نیز آموزش های لازم را برای بررسی هماهنگی تجهیزات در محدوده تحت نظارت خود گذرانده باشند. هر تغییری در شبکه قدرت به ویژه تغییر در توپولوژی شبکه نیازمند بررسی هماهنگی تجهیزات حفاظتی را می طلبد تا در صورت نیاز تنظیم دوباره تجهیزات حفاظتی انجام شود. همچنین ورود هر تجهیز حفاظتی و یا واسط تبادل اطلاعاتی جدیدی در شبکه و افزایش قابلیت تجهیزات حفاظتی در کنترل منطقه حفاظتی می بایست به منظور ادغام قابلیت های جدید این تجهیزات و تنظیمات قبلی تجهیزات موجود مطالعات و بررسی های کافی صورت گیرد.

در شبکه های انتقال حلقوی بحث هماهنگی از اهمیت ویژه ای برخوردار است که دلیل آن قدرت بالای اتصال کوتاه در شبکه به دلیل شارش جریان از چندین منبع تغذیه موجود در شبکه به محل خطا می باشد که می تواند منجر به قطعی چندین خط و ناپایداری شبکه شود.

لازمه‌ی مطالعات هماهنگی شبکه گسترده بررسی هزاران سناریوی شبیه‌سازی شده از سیستم موجود با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری می‌باشد. پاسخ رله‌های هماهنگ‌سازی شده و صحت عملکرد آن‌ها پس از وقوع هر خطایی باید مورد ارزیابی قرار گیرد.

در این مطالعات هر دو شبکه پیک‌بار و کمینه بار باید مورد بررسی قرار گیرد و مدل طراحی شده برای محدوده مطالعه مورد نظر مناسب باشد (به‌عنوان مثال تحلیل گذرا یا زیر گذرا، اشباع شده و غیره). در ارزیابی‌های هماهنگی باید شاخص‌های حفاظتی مدنظر قرار گرفته و تمامی موارد هماهنگی بین تجهیزات حفاظتی مختلف بررسی شود. در ادامه این بخش به بررسی برخی از تغییر ساختارهایی که می‌تواند اثرات قابل توجهی بر روی عملکرد تجهیزات حفاظتی گذاشته و اختلال در هماهنگی آنها شود اشاره شده است.

#### ۴-۳-۲-۱ مطالعات زیرساخت تجهیزات و الگوریتم‌های حفاظتی

انجام مطالعات زیرساختی شبکه حفاظت بمنظور بهبود آن می‌تواند منجر به اقداماتی در راستای اصلاح سیستم حفاظتی موجود شود. این اقدامات می‌تواند حذف یک عنصر حفاظتی به دلیل عدم ضرورت حضور آن در شبکه و یا جایگزین شدن آن با تجهیز دیگری که از قابلیت حفاظت برتری برخوردار است و یا افزودن یک عنصر حفاظتی به دلیل توسعه شبکه قدرت و تغییر در توپولوژی شبکه شود. به‌عنوان مثال وجود رله‌های اضافه جریان پشتیبان در سطح انتقال به دلیل نداشتن قابلیت بلوک شدن در شرایط نوسان توان می‌تواند منجر به اختلال و عدم هماهنگی با رله‌های دیستانس موجود شود که می‌توان با حفاظت دیفرانسیل طولی با استفاده از امکانات شبکه‌های فیبر نوری مدرن جایگزین شوند.

معیوب بودن بسیاری از دستگاه‌های ثبات حادثه در پست‌های انتقال نیازمند بررسی‌های دقیق‌تری به‌منظور تهیه و نصب جایگزین و یا جایگزینی رله‌های عددی و استفاده از قابلیت آن‌ها در کنار وظیفه اصلی حفاظت آن‌ها می‌باشد که نیازمند شبکه انتقال داده به‌هم‌پیوسته و قابل اعتمادی است.

عدم وجود حفاظت عیب کلید (CBF) و همچنین عملکرد نامناسب برقی‌های سطوح ولتاژ بالاتر از موارد دیگری است

که نیازمند مطالعات شبکه و پیش‌بینی نمونه جایگزین می‌باشد.

#### ۴-۳-۲-۲ حفاظت منابع تجدید پذیر و تولید پراکنده

مشکل اصلی حفاظت در شبکه‌هایی با منابع تولید مدرن (مانند مزرعه‌های بادی و سلول‌های فتوولتایی) رفتار این عناصر در شرایط اتصال کوتاه می‌باشد. با افزایش تعداد این نوع منابع تغذیه، مدل‌سازی مناسب رفتار این عناصر تحت شرایط خطاهای متقارن و غیرمتقارن از اهمیت بالایی برخوردار است. در استانداردهای موجود برای محاسبات اتصال کوتاه (IEC60909-0) می‌بایست مشخصه‌های غیرخطی ادوات الکترونیک قدرت متصل به این نیروگاه‌ها نیز در نظر گرفته شود. در نتیجه استانداردهای جدیدتری می‌بایست جایگزین شود. میزان اشتراک هر کدام از نیروگاه‌ها در خطاهای سیستم باید مشخص شود. بنابراین اطلاعات عملکرد گذرای این نیروگاه‌ها حین خطاهای سیستم می‌بایست توسط تولیدکنندگان تعریف شده باشد. مواردی از جمله اتصال نیروگاه جدید به سیستم و شرایط و مشخصه‌های بهره‌برداری آن در گرید کدها و دیگر اسناد فنی معتبر بررسی و ذکر شود. همچنین مالکین ژنراتورها باید تضمین کنند که تمامی خطاها توسط سیستمشان قابل‌رفع می‌باشد و مسائل مربوط به قابلیت اطمینان و ایمنی در آن‌ها لحاظ شده است. دستورالعمل‌های منسجم و جامع مربوط به این مسائل می‌بایست پس از انجام مطالعات وافر حاصل شود [۱۸].

حضور منابع تولید پراکنده در شبکه توزیع جهت تولید توان مورد نیاز مشترکین از منظر حفاظت مشکلاتی را به همراه خواهد داشت. حفاظت اضافه جریان عموماً یک‌جهته فراوانی که در شبکه توزیع شعاعی مورد استفاده قرار گرفته است توانایی پاسخگویی به جریان خطای در جهت مخالف را نخواهد داشت چراکه با حضور این منابع، توپولوژی شبکه از حالت شعاعی خود خارج شده و ساختار پیچیده‌تری خواهد داشت. در نتیجه می‌بایست رله‌های اضافه جریان جهت‌دار جایگزین رله‌های موجود شوند. از طرفی دیگر رفتار حالت دائمی و دینامیکی منابع تولید پراکنده سیستم قدرت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تأثیر این منابع متصل شده به شبکه موجود بر روی سیستم حفاظت موجود در موارد زیر ذکر شده است [۱۹]:

۱. تریپ اشتباه فیدرها
۲. مزاحمت عملکرد اشتباه ادوات حفاظتی در عملکرد سیستم قدرت
۳. کور شدن حفاظت در اثر ناتوانی تجهیزات در شناسایی خطا در برخی مواقع
۴. افزایش یا کاهش سطح جریان خطا با اتصال و قطع منابع تولید پراکنده

۵. جزیره شدن ناخواسته شبکه

۶. جلوگیری از بازبست اتوماتیک

۷. خروج از سنکرون ریکلوزرها

با توجه به موارد مذکور، انجام مطالعات هماهنگی ادوات حفاظتی سطوح پائین تر در حضور منابع تولید پراکنده می بایست مورد توجه قرار گیرد.

#### ۳-۲-۳-۴ حفاظت سیستم HVDC

امروزه سیستم های متعدد HVDC در سرتاسر دنیا در حال کار بوده و بسیاری دیگر نیز در حال ساخت و بهره برداری می باشد. این سیستم ها حجم وسیعی از توان الکتریکی را در مسافتهای طولانی با خطوط انتقال هوایی و یا از طریق کابل ها و انتقال زیردریایی با صرفه اقتصادی بهتر و بدون مشکلات فنی، جابجا می نمایند. علاوه بر این سیستم های HVDC برای اتصال شبکه های ناهماهنگ و یا بهبود پایداری و حفظ سطح اتصال کوتاه شبکه های AC متصل به آنها با کنترل پذیری بالاتری که دارند، نیز استفاده می گردند. امروزه با توجه به پیشرفت های وسیعی که در ساخت ادوات نیمه هادی با توان بالاتر و قیمت های ارزانتر صورت گرفته است، انتقال به صورت HVDC بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

ایران به واسطه وسعت جغرافیایی و بویژه فاصله طولانی بین مراکز تولید بالقوه برق در جنوب و مراکز بزرگ مصرف در شمال، وجود جزایر متعدد که برخی از آنها در آینده بعنوان مراکز تجاری مهم با مصرف بالای انرژی در منطقه مطرح خواهند بود و اتصال شبکه سراسری به شبکه کشورهای همسایه برای مبادلات انرژی، بشدت نیازمند تکنولوژی های توانمند و بصره انتقال انرژی الکتریکی از جمله HVDC خواهد بود [۲۱].

در این تجهیزات زمانی که خطایی اتفاق می افتد ادوات اینورتری و یکسوساز، عکس العمل از خود نشان می دهند. هر رخدادی در بخش متناوب می تواند بخش جریان مستقیم را تحت تاثیر قرار داده و در ولتاژ خروجی آن تاثیرگذار باشد.

در [۲۲] سه طرح حفاظتی مرسوم برای حفاظت HVDC مطرح کرده است:

- حفاظت بخش متناوب
- حفاظت بخش جریان مستقیم

### • رله های حفاظتی تجهیزات

در هر سطح حفاظتی می بایست مجموعه ای از طرح های حفاظتی در بخش های مختلف شبکه استفاده شود که ملاحظات بسیاری را در بر میگیرد. در این خصوص میبایست مطالعات وسیعتری در راستای توسعه تجهیز و الگوریتم های حفاظتی این نوع شبکه صورت گیرد.

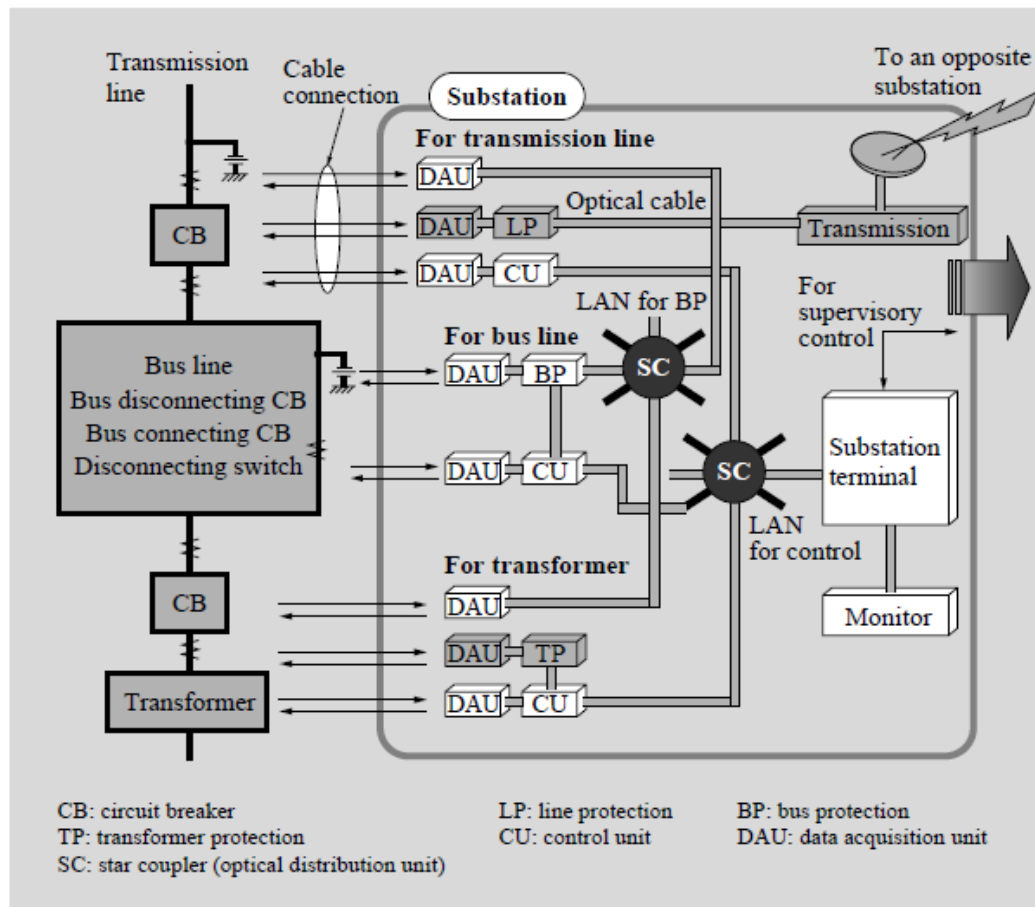
### ۴-۳-۴ حفاظت ریز شبکه ها

ریز شبکه یا میکروگرید شبکه های محلی هستند که علاوه بر حالت متصل شده به شبکه، قابلیت عملکرد جزیره ای هم دارند. در این شبکه ها عموماً منابع تولید پراکنده و تجدید پذیر به عنوان منابع تغذیه مورد استفاده قرار می گیرند. در حالتی که رخداد ناخواسته ای در شبکه اتفاق افتد، کلید نیمه هادی با عملکرد سریع (کلید استاتیکی) وظیفه ی جداسازی میکروگرید را از شبکه اصلی به عهده دارد. ادوات الکترونیکی در این شبکه ها توانایی عبور جریان خطایی بیشتر از ۲ پریونیت را ندارند اگرچه در شبکه میکرو گرید عموماً دامنه خطا از این مقدار فراتر نخواهد رفت با این حال استفاده از رله های جریان زیاد برای این کاربرد غیر قابل استفاده بود بویژه اینکه الگوریتم سیستم حفاظتی می بایست به نحوی طراحی شود که در هر دو حالت جدا از شبکه و متصل به شبکه بتواند پاسخگوی مسائل حفاظتی شبکه در زمان وقوع حوادث ناخواسته باشد [۲۳]. پیاده سازی سیستم حفاظتی ایمن برای شبکه گرید بمنظور عملکرد مناسب در دو حالت بهره برداری که بتواند عملکرد مناسبی در برابر حوادث مختلف شبکه از جمله گذراهای صاعقه و کلیدزنی و همچنین اتصال کوتاه در شبکه را داشته باشد نیازمند مطالعات وسیعی است.

### ۴-۳-۵ حفاظت و کنترل شبکه ی مبتنی بر دانش فناوری اطلاعات

پیشرفت های اخیر در زمینه انتقال اطلاعات و تکنولوژی دیجیتال و اضافه شدن توابع IT در سیستم های حفاظت شبکه قدرت، امکان پایش و کنترل وسیع تر و انتقال داده بین عناصر مختلف حفاظتی فراهم شده است. تکنولوژی دیجیتال با فراهم کردن قابلیت اطمینان بالاتر با نیاز کمتر به تعمیر و نگهداری و با فراهم ساختن امکان تبدیل اطلاعات آنالوگ به دیجیتال در رله های عددی امکانات بی نظیری را مهیا می سازد. شکل زیر نمونه ای از سیستم حفاظتی جایگزینی را نشان می دهد که تمامی تجهیزات حفاظتی آن قابلیت تبادل اطلاعاتی با یکدیگر را دارا می باشند. ترانس ها، بریکرها، باس ها و خطوط انتقال توسط

تجهیزات حفاظتی منحصربه فردی حفاظت می شوند. از سویی دیگر، شبکه محلی متصل به هر یک از تجهیزات، تمامی اطلاعات استخراج شده از تجهیزات سیستم قدرت را توسط کانال های مخابراتی برای نظارت و پایش شبکه به مرکز انتقال می دهند. وجود واسط های مخابراتی و مطالعات کافی برای دستیابی به زیرساخت مناسب آن در شبکه قابلیت های جدیدتری را برای سیستم حفاظت آینده مهیا سازند. ساختار به هم پیوسته کانال های مخابراتی و تجهیزات حفاظتی و هماهنگی بین این مجموعه ضروری می باشد.



شکل ۴-۲- نمونه‌ای از کاربرد شبکه محلی نوری در کنار تجهیزات حفاظت و کنترل [۲۳]

## ۴-۴ صحت سنجی و تست تجهیزات

نتایج بدست آمده از حوادث بوقوع پیوسته و عملکردهای اشتباه تجهیزات حفاظتی نشان داده است که اغلب این مسائل بدلیل سهل انگاری در اعمال تنظیمات مناسب بر تجهیزات حفاظتی و در برخی مواقع عدم هماهنگی این تجهیزات بدلیل اعمال تنظیمات نادرست بوده است. بدین خاطر اعتبارسنجی عملکرد تجهیزات حفاظتی و تنظیم مناسب پارامترهای مختلف مبتنی بر شناخت شبکه و حوادث و تجهیزات حفاظتی در این بخش از گزارش مورد توجه قرار گرفته است.



#### ۴-۴-۱ قابلیت سنجی و تنظیمات ادوات حفاظتی

تکنولوژی نوین ساخت انواع تجهیزات حفاظتی از جمله رله‌ها این قابلیت را فراهم ساخته است که بتوان تنظیمات متنوع با توابع بسیار وسیعی برای عملکرد این تجهیزات تعریف کرد. در خیلی از موارد عدم شناخت کافی کارشناسان و تکنسین‌های بهره‌بردار از این تجهیزات و بی‌دقتی در تنظیم دقیق آن‌ها منجر به عملکرد نادرست این تجهیزات در شبکه شده است. همچنین به دلیل عدم اطلاع کافی از قابلیت‌های مختلف این تجهیزات از ظرفیت بسیار کمتری از امکانات موجود آن‌ها استفاده می‌شود. از طرفی تولیدکنندگان این محصولات برای هر تجهیز دستورات عمل‌های بسیار حجیمی در اختیار کاربران خود قرار داده است که نیازمند صرف وقت زیادی برای دستیابی به دانش به‌کارگیری از این قابلیت‌ها می‌باشد. بدین منظور گروه تحقیقاتی مختلفی می‌بایست در مراکز R&D به بررسی دقیق این تجهیزات و قابلیت‌های موجود در آن‌ها پرداخته و بسته به نیاز سیستم از این قابلیت‌ها دستورات عمل‌های کاربردی را استخراج کنند و طی دوره‌هایی به محققین و متخصصین حفاظت آموزش دهند. با توجه به تنوع این تجهیزات حفاظتی خریداری شده از شرکت‌های مختلف، شناسایی قابلیت‌های یکسان، وجه تمایز، نقاط قوت و ضعف هر نوع توسط این گروه از اهمیت بالایی برخوردار است.

#### ۴-۴-۲ ارزیابی عملکرد تجهیزات حفاظتی تحت سناریوهای مختلف

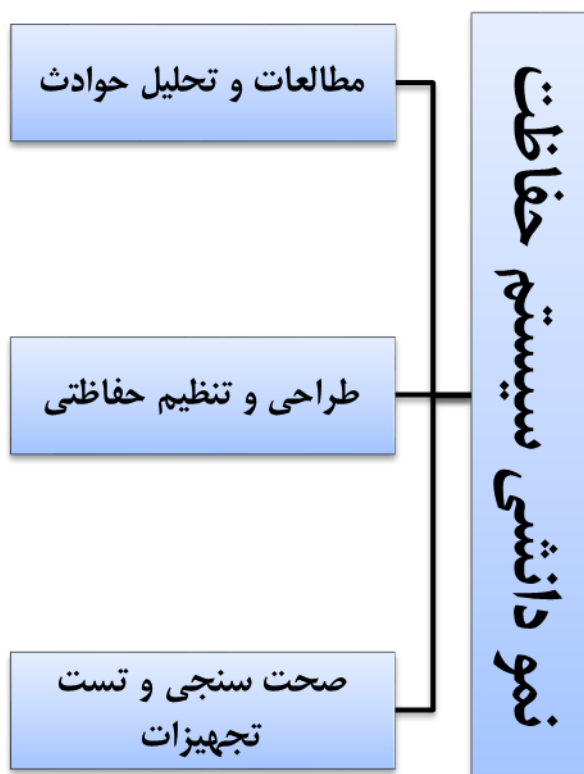
بررسی‌های انجام شده از گزارش‌های ثبت حوادث و عملکرد نادرست تجهیزات حفاظتی نشان داده است که محاسبات و تنظیمات اشتباه تجهیزات حفاظتی محتمل‌تر از معیوب بودن آن‌هاست. به‌طور کلی موارد زیر می‌تواند عامل وقوع این اتفاق باشد:

۱. عدم توجه به دستورالعمل ارائه شده توسط تولیدکنندگان محصول
۲. محاسبات و مطالعات نادرست از وضعیت شبکه و رخداد‌های محتمل
۳. عدم توجه تکنسین‌های نصب و بهره‌بردار به دستورات ابلاغی از طرف کارشناسان
۴. دست‌کاری سهوی و عمدی افراد غیرمتخصص در تنظیمات تعیین شده توسط کارشناسان حین نصب تجهیز
۵. تغییر در ساختار شبکه و عدم انجام محاسبات و بررسی‌های مورد نیاز جهت باز تنظیم ادوات حفاظتی

انجام مطالعات هماهنگی و انتخاب مدل مناسب شبکه در زمان شبیه سازی شبکه، تعیین تنظیمات مناسب با توجه به وضعیت شبکه و مطالعات انجام شده و ارزیابی تنظیمات اعمال شده بر روی رله در مراکز آزمایشگاهی پیش از نصب آن در شبکه و تست تجهیز تحت سناریوهای مختلف خطا و شبکه و در نهایت اعمال نهایی تنظیمات تایید شده توسط گروه تحقیقاتی متخصص بر روی تجهیز می تواند از اشتباهات اشاره شده فوق جلوگیری به عمل آورد.

#### ۴-۵ جمع بندی

در طول این فصل توسعه فناوری از منظر دانشی مورد توجه قرار گرفت و ضرورت های هر کدام از موارد مرتبط با این توسعه در بخش های مربوطه تشریح شد. با توجه به اهمیت بعد دانشی فناوری حفاظت در راستای دستیابی به اهداف پیش رو، جنبه های مختلف بعد دانشی در طول این مسیر نیز می بایست مدنظر قرار گیرد و در برنامه ریزی های زمانی مورد توجه قرار گیرد. با توجه به مطالب ارائه شده در این فصل و بدون در نظر گرفتن بخشهای آموزشی و پژوهشی، نگاشت دانش فناوری توصیف شده در این فصل را می توان بصورت کلی شکل زیر توصیف نمود.



شکل ۴-۳- نگاشت فناوری دانش حفاظت

دیاگرام فوق در جلسه کمیته راهبری پروژه ارائه شده و پس از ارائه نقطه نظرات اعضای کمیته اصلاح گردید که شرح آن در پیوست این گزارش آمده است.

## نتیجه گیری

در این گزارش به شناسایی حوزه های فناورانه موضوع فناوری حفاظت پرداخته شد. با توجه به ماهیت موضوع فناوری حفاظت در سیستم های قدرت، حوزه های فناورانه در این مبحث، به دو شاخه تجهیزات حفاظتی و دانش حفاظت تقسیم شدند. در حوزه تجهیزات حفاظتی، کلیه تجهیزات مورد بررسی قرار گرفتند و درخت فناوری مربوطه ترسیم گردید. در حوزه دانش حفاظت نیز با در نظر گرفتن کلیه ابعاد موضوع، درخت فناوری ترسیم گردید.

لازم به ذکر است که درخت های فناوری بدست آمده از این گزارش به کمیته راهبری پروژه ارائه شده و تبادل نظر پیرامون آن انجام گرفته و اصلاحاتی در آن اعمال گردیده است، شرح بحث ها و بررسی های انجام شده و درخت های فناوری نهایی بدست آمده بر مبنای نظر اعضای کمیته راهبری پروژه در پیوست گزارش ارائه شده اند.

## پیوست

از آنجا که سیستم حفاظتی شبکه قدرت باید بتواند دارای سرعت لازم، ایمنی و امنیت بالا و انتخابگری مناسب باشد؛ بنابراین برای دستیابی به این اهداف، نیاز به طراحی مناسب سیستم حفاظتی، استفاده از تجهیزات حفاظتی مناسب، محاسبات و تنظیمات دقیق، راه اندازی صحیح و اعمال دقیق تنظیمات، انجام تست های منظم و نگهداری صحیح سیستم حفاظتی دارد، در صورت وقوع حوادث نیز باید تحلیل دقیق آنها صورت گیرد تا از تکرار آنها اجتناب شود. همچنین توجه به ابعاد مطالعاتی و تحقیقاتی به منظور به روز نگه داری دانش و فناوری لازم است.

با در نظر گرفتن موارد فوق و مطالعات انجام شده، برای موضوع فناوری حفاظت سیستم قدرت درخت فناوری در دو حوزه دانشی و تجهیزاتی تهیه و به کمیته راهبری پروژه ارائه گردید. دیاگرام این درختها در شکل های (۱-۱)، (۱-۹)، (۲-۱۴) و (۳-۳) این گزارش آمده اند.

با بحث و بررسی های انجام شده در جلسه کمیته راهبری تغییراتی بر روی درخت فناوری تجهیزات اعمال گردید که در ادامه به آنها پرداخته می شود.

ساختار اولیه درخت فناوری تجهیزات با استراتژی در نظر گرفتن کلیه تجهیزات حفاظتی و با تقسیم تجهیزات حفاظتی به دو بخش محلی و فرامحلی ترسیم شد که خلاصه ای از آن در ادامه ارائه می شود:

**تجهیزات حفاظتی محلی:** شامل چهار بخش کلی "تجهیزات اندازه گیری"، "مرکز فرمان حفاظتی"، "برقگیرها" و "کلیدها و ایزوله کننده ها" می باشند. در بخش تجهیزات اندازه گیری، ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ دیده می شوند و سپس در لایه نهایی، انواع تقسیم بندی این ترانسفورماتورها از دیدگاه ساختار و نوع عملکرد ارائه شده است. در بخش مرکز فرمان حفاظتی، کلیه رله ها اعم از رله های آنالوگ، استاتیکی و رله های نسل سوم دیده شده اند. همچنین فیوزها و ریکلوزرها نیز به عنوان تجهیزات فرمان حفاظتی در این بخش آمده اند. انواع برقگیرها نیز در قسمت مربوط به برقگیر ارائه شده اند. در بخش کلیدها و ایزوله کننده ها نیز سکشنالایزرها، دژنکتورها، سکسیونرها و سکسیونرهای قابل قطع زیر بار آمده اند. در هر یک از موارد فوق الذکر، لایه نهایی آمده است که در آن کلیه تقسیم بندی های موجود برای تجهیزات دیده شده است.

**تجهیزات حفاظتی فرامحلی:** در این قسمت واحدهای پردازش شامل PDC و super PDC، تجهیزات اندازه گیر

شامل PMU و GPS و همچنین بخش واسطه های مخابراتی آمده است.

ساختار اولیه فوق الذکر در جلسه کمیته راهبری حفاظت موخ ۹۳/۰۹/۲۳ به اعضای حاضر در کمیته راهبری ارائه گردید و مورد نقد و بررسی قرار گرفت. مطابق با نظرات اعضای حاضر در جلسه، مقرر شد تغییراتی به شرح زیر بر روی ساختار درخت فناوری اعمال گردد.

- در بخش تجهیزات محلی، لایه های نهایی در شاخه های مختلف با هدف جامعیت دادن به درخت آورده شده است ولی باعث عدم هماهنگی و یکنواختی در تقسیم بندی ها شده اند، بنابراین منظور معنادار شدن و حفظ هم ارزی تقسیمات، لایه نهایی باید حذف گردد.

- به سبب به روز نبودن فناوری رله های آنالوگ و استاتیکی و منسوخ شدن عرضه آنها در بازار جهانی، این رله ها از درخت فناوری حذف می شوند.

- از آنجا که مبحث برقگیر به موضوع هماهنگی عایقی برمی گردد و برقگیر به عنوان تجهیز حفاظتی مطرح نیست، بنابراین باید از درخت فناوری تجهیزات حفاظت حذف گردد.

- کلیدها و ایزوله کننده ها جزء تجهیزات حفاظتی محسوب نمی شوند لذا جایگاهی در درخت فناوری حفاظت ندارند.

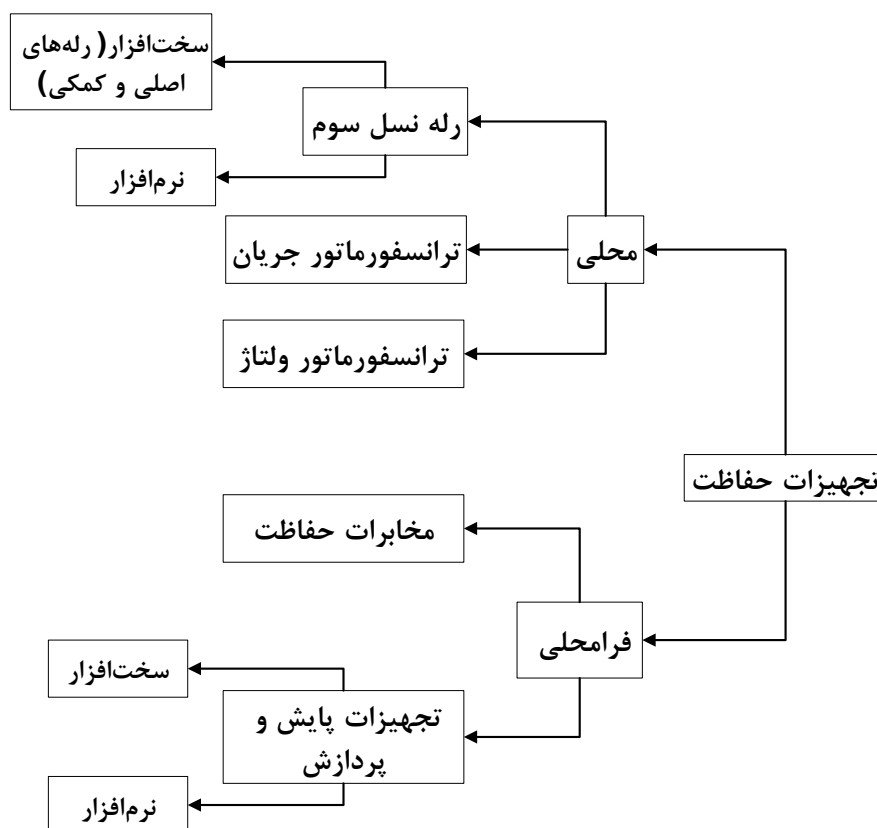
- فیوزها هم دارای فناوری پیچیده ای نیستند و به سبب سادگی در تقسیم بندی درخت فناوری نمی گنجند.

- ریکلوزر هم به عنوان رله ریکلوزر، زیرمجموعه ای از رله های نسل سوم است بنابراین مطرح کردن مجزای آن معنادار نیست.

- عنوان واسطه های مخابراتی باید به عنوان کلی تر مخابرات حفاظت تغییر یابد.

- به جای عنوان "واحدهای پردازش" و "تجهیزات اندازه گیر" و تقسیم بندی های مربوط به آنها در بخش تجهیزات فرامحلی، "تجهیزات پایش و پردازش" با دو بخش نرم افزار و سخت افزار به درخت اضافه گردید.

بدین ترتیب درخت فناوری نهایی به شکل زیر (شکل پ ۱) تغییر یافت و مورد تایید اعضای کمیته راهبری قرار گرفت.

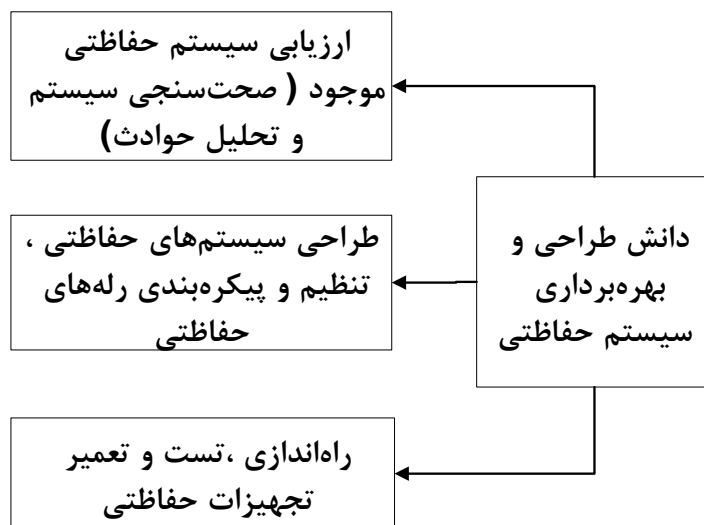


شکل پ ۱ درخت فناوری تجهیزات حفاظتی

در مورد درخت فناوری دانش حفاظتی ابتدا درخت فناوری پیشنهادی بصورت شکل ۳-۳ ارائه گردید. طبق بحث‌ها و

نظرات مطرح شده در کمیته راهبری، نهایتاً درخت فناوری دانشی حفاظت به صورت شکل پ.۲ نهایی گردید.





شکل پ.۲. درخت فناوری دانش طراحی و بهره برداری سیستم حفاظتی

## مراجع

- [۱] "فلسفه حفاظت در سیستم های توزیع"، پروژه "توسعه نرم افزارهای شبکه توزیع به منظور بکارگیری در مطالعات طراحی و تحلیل این شبکه ها"، پژوهشگاه نیرو، گروه مطالعات سیستم، مهرماه ۹۰.
- [2] Schneider Co.; " Current transformers:how to specify them", technical publication at: [www.schneider-electric.com](http://www.schneider-electric.com), no.194.
- [۳] بیگدلی، امیر؛ "ترانس های ولتاژ و جریان برای حفاظت و اندازه گیری"، دانشگاه تبریز، دی ۱۳۹۰.
- [4] "Handbook of Switchgear –Bhel", at: [electricalnoteswordpress.com/2012/12/01/types-and-revolution-of-electrical-relays](http://electricalnoteswordpress.com/2012/12/01/types-and-revolution-of-electrical-relays).
- [5] "Digital/Numerical Relays –T.S.M. Rao", at: [electricalnoteswordpress.com/2012/12/01/types-and-revolution-of-electrical-relays](http://electricalnoteswordpress.com/2012/12/01/types-and-revolution-of-electrical-relays).
- [6] article:" Flexibility and Reliability of Numerical Protection Relay" at: <http://electrical-engineering-portal.com/flexibility-and-reliability-of-numerical-protection-relay>, Dec. 2012.
- [۷] " بررسی ،شناسایی، مکاتبه و تعیین تامین کنندگان تجهیزات حفاظت و کنترل دیجیتال"، پروژه "انجام خدمات کارشناسی در زمینه شناسایی و ارزیابی تامین کنندگان تجهیزات حفاظت و کنترل دیجیتال در پست های فشار قوی (رله های حفاظتی و سیستم اتوماسیون پست)"، پژوهشگاه نیرو، گروه پژوهشی خط و پست ، اسفند ماه ۸۸.
- [۸] " الگوریتم هماهنگی حفاظتی توزیع و چگونگی ارتباط با اتصال کوتاه"، پروژه " توسعه نرم افزارهای شبکه توزیع به منظور بکارگیری در مطالعات طراحی و تحلیل این شبکه ها"، پژوهشگاه نیرو، گروه مطالعات سیستم ، مهر ماه ۹۰.
- [9] article: "High Voltage Circuit Breakers" at: [www.siemens.com/energy](http://www.siemens.com/energy).
- [۱۰] سالارفر، میثم " انواع اضافه ولتاژ در سیستم قدرت و تعیین پارامترهای برقی جهت حفاظت از آن " ، خرداد ۱۳۹۱.
- [11] Wei. Lu, Yvon. Bésanger, Eric. Zamai and Daniel. Radu; , “Blackouts: Description, Analysis and Classification” *Proceedings of the 6<sup>th</sup> WSEAS International Conference on Power Systems*, Lisbon, Portugal, 22-24 September, 2006.
- [12] Terzija, V.; Valverde, G.; Deyu Cai; Regulski, P.; Madani, V.; Fitch, J.; Skok, S.; Begovic, M.M.; Phadke, A.; “Wide-Area Monitoring, Protection, and Control of Future Electric Power Networks,” *Proceedings of the IEEE* , vol. 99, no.1, pp.80-93, Jan. 2011.

[13] Anderson, P.M.; LeReverend, B.K.; "Industry experience with special protection schemes," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol.11, no.3, pp.1166-1179, Aug 1996.

[۱۴] "مروری بر سیستم‌های مخابراتی در شبکه قدرت"، سال ۱۳۸۴.

[15] Brahma, S. and et al ; "The Education and Training of Future Protection Engineers: Challenges, Opportunities, and Solutions," *Power Delivery, IEEE Transactions on*, vol.24, no.2, pp.538,544, April 2009.

[16] European Network of Transmission System Operators for Electricity; "Best Protection Practices for HV and EHV Transmission Systems of ENTSO-E CE Area Electrical Grids", ENTSO-E CE Subgroup System Protection and Dynamics, Apr. 2012.

[17] G. Andersson; "Power System Analysis", EEH – Power Systems Laboratory, ETH Zurich, Sep. 2012.

[18] Lawrence C. Gross, Jr.; "Practical Challenges and Solutions for Protection Engineering", Relay Application Innovation, Inc., Pullman, Washington, Oct 2003.

[19] S. P. Chowdhury, et al.; "Islanding protection of active distribution networks with renewable distributed generators: A comprehensive survey", *Electric Power Systems Research*, vol.79, pp. 984-992, 2009.

[20] H. Kashiwazaki, et al.; "New Technologies for Electric Power Distribution Systems", *Hitachi Review*, Vol. 51, No. 5, 2002.

[۲۱] فرید قدرتی، پروژه "بکارگیری خطوط ولتاژ بالا HVDC"، از سایت: [www.wikipower.ir](http://www.wikipower.ir).

[22] article: "HVDC protection system", South Asia Regional Initiative for Energy Intergration (SARI/EI) at [www.sari-energy.org](http://www.sari-energy.org).

[23] Nikkhajoei, H., Lasseter, R.H.; "Microgrid Protection", *Power Engineering Society General Meeting, 2007. IEEE* , pp.1-6, 24-28 June 2007.

## فهرست مطالب

۵	فصل اول:
۵	ادبیات تدوین چشم انداز و اهداف کلان
۱	مقدمه
۱-۱	شیوه تدوین چشم انداز
۱-۱-۱	چشم انداز در مدل های تدوین راهبرد بنگاه
۱-۱-۱-۱	مدل دیوید
۱-۱-۱-۲	مدل پاتریک لوئیس
۱-۱-۱-۳	مدل آلیسون
۱-۱-۱-۴	مدل مک میلان
۱-۱-۲	مطالعات تطبیقی چشم انداز در اسناد ملی فناوری های راهبردی
۱-۱-۲-۱	مطالعات تطبیقی داخلی
۱-۱-۲-۲	مطالعات تطبیقی خارجی
۱-۱-۳	روش پیشنهادی ترسیم چشم انداز توسعه فناوری
۱-۲	هدف گذاری کلان
۱-۲-۱	هدف گذاری بنگاهی
۱-۲-۲	مطالعات تطبیقی
۱-۲-۳	روش پیشنهادی تبیین اهداف کلان توسعه فناوری
۱-۳	نتیجه گیری
۱۹	فصل دوم:
۱۹	تدوین چشم انداز و اهداف کلان توسعه دانش و فناوری حفاظت در شبکه برق
۲۱	مقدمه

- ۱-۲- بررسی الزامات اسناد بالادستی ..... ۲۱
- ۱-۱-۲- جمع بندی الزامات اسناد بالادستی ..... ۲۷
- ۲-۲- چشم اندازهای سایر کشورها در توسعه فناوریهای حفاظت ..... ۲۹
- ۳-۲- نظرات متخصصان و خبرگان در ترسیم بیانیه اولیه چشم انداز و اهداف کلان توسعه فناوریهای حفاظت ..... ۳۳
- ۴-۲- چشم انداز و اهداف کلان توسعه دانش و فناوری حفاظت ..... ۴۱
- ۴۵ ..... فصل سوم:
- ۴۵ ..... جمع بندی و نتیجه گیری
- ۴۸ ..... مراجع

### فهرست شکل‌ها

- شکل (۱-۱): روش شناسی چشم انداز پردازی ..... ۷
- شکل (۲-۱): روش تدوین اهداف کلان ..... ۱۶
- شکل (۱-۲): سطح‌بندی مستندات مرتبط با توسعه دانش و فناوری‌های حفاظت در شبکه برق ..... ۲۲

## فهرست جداول

جدول (۱-۲): الزامات قانونی ایجاد شده از منظر اسناد بالادستی ..... ۲۸

جدول (۲-۲): خلاصه مصاحبات صورت گرفته با متخصصین حوزه حفاظت پیرامون چشم انداز و اهداف کلان ..... ۳۵



## فصل اول:

ادبیات تدوین چشم انداز و اهداف

کلان

## مقدمه

در این فصل با استفاده از مفهوم چشم اندازپردازی و اهداف کلان به شناسایی مدل های مختلف آن به عنوان بخشی از فرآیند تدوین راهبرد پرداخته می شود و همچنین نمونه هایی از بیانیه چشم انداز و اهداف کلان استفاده شده در اسناد ملی سایر کشورها و چشم انداز سایر صنایع کشور بررسی می گردد. سپس با استفاده از بررسی این تعاریف و مطالعات تطبیقی، ویژگی های چشم انداز و اهداف کلان توسعه فناوری در سطح ملی استخراج می شود و در نهایت با توجه به مدل های مختلف چشم اندازپردازی و اهداف کلان مدل منتخب تدوین چشم انداز تعیین می گردد.

### ۱-۱- شیوه تدوین چشم انداز

چشم انداز عبارتست 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 می گردد. به عبارت دیگر چشم انداز، بیان صریح سرنوشتی است که فناوری به سوی آن حرکت می کند و تصویر آینده ای است که کشور در جستجوی خلق آن است.

بیانیه چشم انداز تصویری از وضعیت یک کشور است، زمانی که به اهداف و راهبردهای خود در یک بازه زمانی دست یافته باشد. این بیانیه به نحوی تنظیم می شود که چالش های راهبردی و هدف های تعیین شده کیفی در سند، ارتباط مستقیم و معناداری با یکدیگر داشته باشند؛ نیازهای جامعه را در آینده و حال، به عنوان هماهنگی بین جامعه و تصویر آینده در بیان کلمات و جملات یکسان نماید؛ و از کلمات و جملات آرمانی، قابل دست یافتنی، ارزشی، مقدس و نهادینه برای عبارت پردازی سند استفاده نماید.

چشم انداز فناوری اگر به صورت دقیق، جامع و آینده نگرانه تعریف شده باشد، می تواند مسیر توسعه فناوری را همواره هدفمند و جهت دار نماید و مانند چراغی در افق بلندمدت، فرا روی کنش گران مختلف (دولت، صنعت، دانشگاه) قرار گیرد. آگاهی کامل سیاست گذاران به چشم انداز فناوری نیز می تواند آنها را در اتخاذ تصمیمات کلیدی و سیاست های اثرگذار یاری دهد.

از منظر چشم انداز، اکثر مدل های تدوین راهبرد ملی دارای گام تدوین چشم انداز مشخص و صریح می باشند. لکن برخی مدل ها نیز وجود دارند که به مراتب به وجود چنین عنصری در برنامه ریزی 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 سوال «ما چه می‌خواهیم بشویم و به کجا می‌خواهیم برسیم؟» توسعه داده می‌شود. بیانیه چشم‌انداز باید کوتاه، و ترجیحاً 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 عبارتست از: «رهبری جهانی در آموزش، تاییدکننده و گواهی دهنده، و اجرای حسابداری مدیریت و مدیریت مالی».

بر اساس نظر دیوید، چشم‌انداز به‌عنوان یکی از فرایندهای ابتدایی در تدوین راهبرد، بعنوان 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.

### ۱-۱-۱-۲- مدل پاتریک لوئیس

چشم انداز به سوال «چه چیزی می‌خواهیم ایجاد کنیم» پاسخ می‌دهد و یک تصویر ایده آل، 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 تأیید ذینفعان است که آینده را مشخص می‌کند. به منظور مشخص و روشن نمودن 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 بی پایان برای موفقیت و برتری می‌شود [۵].

### ۱-۱-۱-۳- 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 شده‌اند. او معتقد است که پس از کسب آمادگی و حصول مقدمات اولیه برنامه‌ریزی، اولین گام در فرآیند اصلی تدوین استراتژی (بعنوان 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 اینکه 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.

### ۱-۱-۱-۴- مدل مکیلان

چشم انداز تصویر ذهنی قوی از آنچه که ما در آینده می خواهیم بشویم، می باشد. چشم انداز ریشه در واقعیت دارد اما روی آینده تمرکز می نماید. تدوین چشم انداز، فرآیندی شامل روشن نمودن ارزش‌ها، تمرکز بر روی مأموریت و گسترش افق با استفاده از بیانیه چشم انداز می باشد. تدوین چشم انداز، راه و روش های خلاقانه برای چالش های کسب و کار فراهم می آورد و جرقه ارزیابی و یادگیری پیوسته در سازمان را بوجود می آورد.

از نظر وی دلایل تدوین چشم انداز سازمان عبارتند از: هماهنگی و متناسب کردن کار افراد مختلف، کمک به همه برای تصمیم گیری، ایجاد اصول برای برنامه ریزی کسب و کار، به چالش کشیدن اوضاع راحت و غیر ایده آل شرایط فعلی، و ایجاد رفتارهای متناجس و موافق در افراد به صورت قابل توجه [۵].

### ۱-۱-۲- مطالعات تطبیقی چشم انداز در اسناد ملی فناوری های راهبردی

در کنار بررسی مدل هایی که به صورت تئوریک بر موضوع تدوین چشم انداز تمرکز داشتند، در این قسمت به چشم اندازهای موجود در اسناد راهبردی داخلی و خارجی پرداخته می شود. آشنایی با این بیانیه ها و نیز مولفه های مورد توجه در هر یک می تواند به تعیین ویژگی های چشم انداز توسعه یک فناوری در سطح ملی کمک نماید.

### ۱-۱-۲-۱- مطالعات تطبیقی داخلی

#### چشم انداز بخش انرژی باد

جمهوری اسلامی ایران پیشتاز در نصب و راه اندازی نیروگاه های بادی بومی و توسعه فناوری و کسب و کارهای دانش بنیان رقابت پذیر در منطقه، به طوری که در افق ۱۴۰۴ بتواند بر اساس شاخص های دستیابی به فناوری در این زمینه برترین کشور در منطقه قلمداد گردد.

#### چشم انداز فناوری نانو

برای تحقق چشم انداز بیست ساله جمهوری اسلامی ایران، جنبش نرم افزاری و بهبود سطح، کیفیت، و امنیت زندگی مردم، در افق ده ساله، جمهوری اسلامی ایران کشوری است توسعه یافته در فناوری نانو:

- ❖ با زیرساخت های بومی و پیشرفته و دارای سهم برتر منابع انسانی متخصص
- ❖ دارای تعاملات داخلی و بین المللی موثر و سازنده
- ❖ مولد ارزش افزوده ی اقتصادی حاصل از فناوری نانو
- ❖ دارای توان رقابت در سطح جهان

### چشم انداز فناوری پیل سوختی

با اتکا به خداوند متعال و در راستای تحقق چشم انداز بیست ساله کشور و با تلاش نظام مند ذی نفعان این فناوری در یک دوره پانزده ساله، جمهوری اسلامی ایران بر مبنای شاخص های بین المللی توسعه فناوری، جزء پنج کشور توسعه یافته، توانمند و صاحب فناوری قاره آسیا و اولین کشور منطقه در زمینه طراحی، تولید، ارتقاء و بکارگیری فناوری پیل های سوختی راهبردی خواهد شد.

### چشم انداز فناوری سلول های بنیادی

با الهام از اهداف سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ و در راستای ارتقای سطح زندگی و سلامت جامعه، ایران کشوری توسعه یافته در زمینه ی علم و فناوری سلول های بنیادی و زیرساخت های 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.

### چشم انداز فناوری اطلاعات

فناوری اطلاعات عامل پیشران در توسعه ملی دانش پایه، خلق کننده ارزش، فراهم کننده فرصت های امن و عادلانه برای همه ایرانیان؛ شکل دهنده مدیریت دانش و جامعه شبکه ای هوشمند متکی بر هویت ایرانی-اسلامی و کانون پیشرفته ی فناوری اطلاعات در منطقه جهت نیل به اهداف چشم انداز ۱۴۰۴ هجری شمسی است.

### چشم انداز فناوری های زیستی

- ❖ ارتقای سطح علمی و دانش فنی زیست فناوری کشور و کسب سهم علمی شایسته در عرصه جهانی
- ❖ ارتقای سهم شایسته زیست فناوری در توسعه بخش کشاورزی، محیط زیست، بهداشت و درمان، صنعت و معدن
- ❖ کسب مقام پیشتازی در زیست فناوری در سطح منطقه
- ❖ بهبود کمی و کیفی فرآورده های کشاورزی اعم از گیاه، دام، و طیور برای رسیدن به خودکفایی نسبی

❖ همکاری با جامعه جهانی برای توسعه زیست فناوری در کشور و استفاده صلح آمیز از این فناوری نوین

### ۱-۱-۲-۲- مطالعات تطبیقی خارجی

#### چشم انداز فناوری نانو در آفریقای جنوبی

ساخت جامعه ای کامیاب که به دنبال بهره برداری از علم و فناوری برای دستیابی به منافع پایدار و برابر در میان اعضای خود است.

#### چشم انداز توسعه خودروهای الکتریکی در کانادا

تا سال ۲۰۱۸، ۵۰۰۰۰۰ دستگاه خودروی الکتریکی در جاده های 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.

#### چشم انداز فناوری پیل سوختی در ایالات متحده

دستیابی به آینده ای 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 بخش ها در کلیه مناطق کشور باشد.

#### چشم انداز انرژی هیدروژن و فناوری پیل سوختی در چین

در چشم انداز کشور چین، گذار به اقتصاد هیدروژنی در سه مرحله زیر صورت می گیرد:

❖ تحقیق و توسعه و پروژه های نمایی (تا سال ۲۰۲۰): حمایت کامل دولت از تحقیق و توسعه در انرژی هیدروژن و

فناوری پیل سوختی

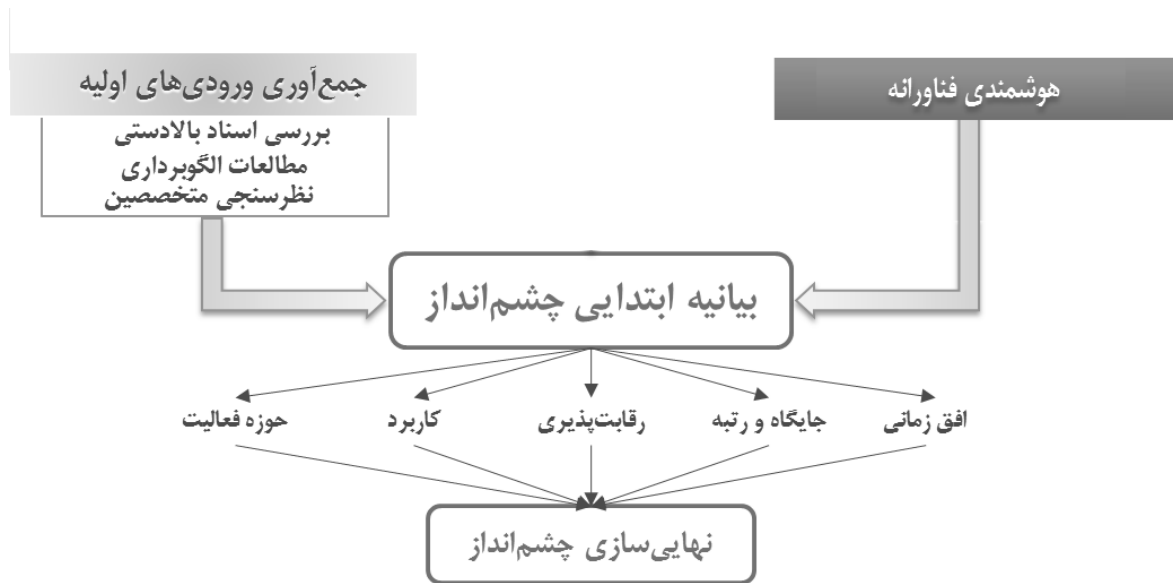
❖ ورود به بازار (۲۰۲۰-۲۰۵۰): دستیابی جامعه به انرژی هیدروژن و فناوری پیل سوختی به صورت کاربردی

❖ اقتصاد هیدروژنی (۲۰۵۰ و بعد): فراهم آوردن انرژی هیدروژن و فناوری پیل سوختی به صورت قابل رقابت با سایر

گونه های انرژی و مورد قبول جامعه

### ۱-۱-۳- روش پیشنهادی ترسیم چشم انداز توسعه فناوری

با بررسی مدل های تدوین چشم انداز بنگاهی و نیز کسب آگاهی از مطالعات تطبیقی صورت پذیرفته، ترسیم افق چشم انداز در چهار مرحله ی زیر به انجام می رسد. (شکل ۱-۱)



شکل (۱-۱): روش شناسی چشم انداز پردازی

## ۱) جمع آوری ورودی های اولیه ترسیم چشم انداز

جمع آوری ورودی های لازم برای ترسیم چشم انداز از راه های زیر صورت می پذیرد:

- ❖ بررسی اسناد بالادستی: پیش از شروع هر بحث دیگر تدوین چشم انداز، ضروری است تا با بررسی اسناد بالادستی، طرح ها و راهبردهای کلان تدوین شده در سطوح بالاتر، و اصول ارزشی توسعه فناوری موجود در جامعه، تصویری از بستر فعلی و نگاه های آینده پیرامون فناوری حاصل گردد. این تصویر در شکل دادن به مولفه های چشم انداز نقش مهمی بر عهده دارد.
- ❖ نظرسنجی کارشناسی: بیان یک نتیجه برپایه یک مجموعه شواهد یا انتظارات از آینده که از اطلاعات و منطق افراد آشنا با موضوع مورد نظر حاصل می شود، یکی دیگر از راه های تامین ورودی های لازم برای ترسیم افق چشم انداز است. اندیشه ها و تفکرات خبرگان حوزه فناوری از آینده پیش رو سهم قابل توجهی در ترسیم چشم انداز 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 ترسیم شده 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، 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 مولفه‌های 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 دربرگیرنده‌ی مولفه‌های زیر باشد<sup>۱</sup>:

❖ در نظرگیری بعد زمان و افق برنامه‌ریزی برای ایده‌آل‌های ذکر شده در بیانیه چشم‌انداز

❖ اشاره به جایگاه و رتبه‌ی عددی توانمندی فناورانه در منطقه و جهان

❖ ذکر اهداف بالادستی تعیین شده در اسناد قبلی

<sup>۱</sup> یک بیانیه چشم‌انداز لزوماً دربرگیرنده‌ی 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.

- ❖ در نظرگیری ملاحظات اصول ارزشی
- ❖ توجه به سطح رقابت پذیری فناوری تولیدی
- ❖ تعیین حوزهی کاربرد فناوری منتخب
- ❖ اشاره به نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، و زیست محیطی حاصل از توسعه
- ❖ تعریف کلی حوزه فعالیت (طراحی، تولید، بکارگیری)

### ۳) تایید و نهایی سازی بیانیه اولیه چشم انداز

چشم انداز تعریف شده توسط تحلیل گران و مشاوران در مرحله قبل باید برای نهایی شدن به تایید کمیته راهبردی مسئول توسعه فناوری، متشکل از خبرگان صنعت، دولت و دانشگاه برسد. این تایید علاوه بر نمایش صحت آینده ترسیم شده، به همگرا شدن نظرات خبرگان در مورد هر یک از مولفه های آینده فناوری نیز منجر می شود.

### ۴) دریافت بازخورد از سایر مراحل

ترسیم چشم انداز باید در تعامل با گام های بعدی صورت پذیرد. به عبارت دیگر، چشم انداز تعریف شده در این بخش بدون دریافت بازخورد از سایر گام ها می تواند ماهیتی خارج از واقعیت و غیر عملیاتی داشته باشد. بنابراین در این گام لازم است تا چشم انداز اولیه تعریف شده با انجام هر گام (تعیین راهبردهای کلان، تحلیل عملکرد، و وضع سیاست ها) مورد بازنگری قرار گرفته و تغییرات لازم در مولفه های آن صورت پذیرد.

## ۱-۲- هدف گذاری کلان

یکی دیگر از گام های اساسی در تعیین جهت گیری های کلان، تدوین اهداف توسعه در راستای چشم انداز تعریف شده است. این هدف گذاری در سطح کلان به منظور شفاف نمودن مسیر نیل به چشم انداز انجام می گیرد. در حقیقت اهداف مذکور، پاسخگوی یک سؤال اساسی است با عنوان "برای رسیدن به چشم انداز در افق زمانی تعیین شده، به چه مقاصدی باید دست یافت؟". با تعیین این اهداف در مسیر دستیابی به چشم انداز، کنش گران دخیل در نظام توسعه فناوری، اهدافی بلندمدتی را دنبال

می کنند و در نتیجه، برنامه ریزی ها، تصمیم گیری ها و فعالیت های خود را براساس آن به صورت دقیق تر و با جزئیات بیشتر انجام دهند.

در مدل پیشنهادی برای تدوین اسناد راهبردی توسعه فناوری، تدوین اهداف با دو رویکرد بالا-به-پایین و پایین-به-بالا صورت می پذیرد. رویکرد بالا-به-پایین رویکردی هدف محور است که به دنبال ترسیم یک آینده مطلوب برای توسعه فناوری است. در طرف مقابل، رویکرد پایین-به-بالا نگاهی مسئله محور<sup>۱</sup> به توسعه فناوری دارد. با استفاده از این رویکرد ترکیبی، از یک طرف همراستایی اهداف با چشم اندازهای کلان ملی و سایر ارکان جهت ساز بالادستی حفظ شده، و از طرف دیگر، تمام مسایل و مشکلات موجود در مسیر توسعه فناوری نیز مورد هدف تحلیل و بررسی قرار می گیرند. در این بخش، فرایند تدوین اهداف کلان با نگاهی بالا-به-پایین صورت می گیرد. این اهداف در راستای چشم انداز و با تعریف حوزه های هدف مشخص می شوند. علاوه بر حوزه های هدف که بیان کننده ابعاد اهداف تعریف شده است، کیفیت آن ها نیز باید با مشخص نمودن ویژگی های اهداف معین شود. به منظور تعیین کردن حوزه ها و ویژگی های ضروری هدف، همانند تدوین چشم انداز، به بررسی هدف گذاری در سطح بنگاه، مطالعات تطبیقی داخلی و مطالعات تطبیقی خارجی پرداخته می شود.

### ۱-۲-۱- هدف گذاری بنگاهی

در منابع برنامه ریزی راهبردی در سطح بنگاه، مطالعات مختلفی با موضوعیت تدوین حوزه های اهداف تعیین شده است. در زیر به طور خلاصه به بررسی این مدل ها پرداخته می شود:

#### حوزه های اهداف در مدل کارت امتیازی متوازن

- ❖ منظر مالی (سودآوری، رشد در آمد، و افزایش بهره وری)
- ❖ منظر مشتری (تعیین مشتریان مخاطب، تعیین ارزش های پیشنهادی بنگاه با توجه به مشتریان)
- ❖ منظر فرایندهای داخلی (روابط با تأمین کنندگان، تصمیم گیری درمورد توسعه محصولات و خدمات جدید، خدمات پس از فروش، و مهندسی مجدد فرایندهای تولید)

<sup>1</sup>. Issue-based

❖ منظر یادگیری و رشد (رضایت کارکنان، فضای مناسب کاری، دسترسی به سیستم‌های اطلاعاتی لازم، برنامه-

هایآموزش کارکنان) [۴]

### حوزه‌های اهداف در مدل پیرس و رایبسون

توجه به مشتری، نوآوری، بهره‌وری، توجه به بخش مالی، منابع انسانی، لحاظ کردن محیط خارجی [۲]

### حوزه‌های اهداف براساس مدل ترکیبی فیلیپس

- ❖ بازار (سعی در حفظ سهم بازار فعلی، افزایش صادرات)
- ❖ نوآوری (بالابردن 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 تأمین اهداف بازار)
- ❖ منابع انسانی (ایجاد انگیزه برای ارائه کار بهتر)
- ❖ مسئولیت‌های اجتماعی (حفظ محیط زیست و حفظ ایمنی و بهداشت محیط کار)
- ❖ منابع اولیه (تلاش برای تأمین مواد اولیه مورد نیاز از داخل کشور)

### حوزه‌های اهداف براساس مدل دکتر اعرابی<sup>۱</sup>

- ❖ 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)

<sup>۱</sup>. این مدل در مورد تدوین استراتژی گمرک ایران مورد استفاده قرار گرفته است.

علاوه بر حوزه های هدف ذکر شده، ویژگی هایی نیز برای اهداف در سطح بنگاه نیز در ادبیات اشاره شده است. این ویژگی ها

عبارتند از:

- ❖ قابل کاربرد بودن؛
- ❖ قابل اندازه گیری بودن؛
- ❖ در نظر داشتن محدودیت منابع؛
- ❖ قابل دستیابی بودن؛
- ❖ مشخص بودن؛
- ❖ قابلیت انعطاف داشتن؛
- ❖ واقع گرایانه بودن؛
- ❖ قابل قبول بودن؛
- ❖ و محدود به زمان بودن.

### ۱-۲-۲- مطالعات تطبیقی

در این قسمت به منظور رسیدن به تصویری از جنس اهداف کلان تبیین شده در اسناد ملی فناوری های راهبردی، مطالعه 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 می پذیرد.

### اهداف کلان فناوری نانو در ایران

- ❖ دستیابی به سهم مناسبی از تجارت جهانی با استفاده از فناوری نانو
- ❖ ایجاد زمینه مناسب برای بهره مندی از مزایای فناوری نانو در جهت ارتقای کیفیت زندگی مردم
- ❖ نهادینه شدن توسعه پویا و پایدار علوم، فناوری، و صنعت نانو

### اهداف کلان فناوری پیل سوختی در ایران

- ❖ طراحی، تولید و ارتقا فناوری پیل های سوختی راهبردی در بازارهای رقابتی داخل و خارج از کشور با رعایت اولویت های بازار تقاضا
- ❖ بسط و توسعه سرمایه گذاری در صنعت توسعه پیل های سوختی راهبردی و فناوری های کلیدی آن با تاکید بر نقش بخش خصوصی، تکیه بر مزیت های رقابتی، ایجاد اشتغال و رویکرد صادرات (تحریک طرف عرضه)
- ❖ ایجاد و گسترش ظرفیت های به کارگیری و بهره برداری از فناوری پیل سوختی راهبردی در داخل و خارج از کشور با ایجاد بهره گیری از سازوکارهایی مانند احتساب هزینه های واقعی انرژی، توسعه بازارهای ویژه در کشور، و وضع قوانین موردنیاز (تحریک طرف تقاضا)

### اهداف کلان بخش انرژی باد ایران

- ❖ افزایش سهم نیروگاه های بادی متناسب با افزایش میزان نصب انواع نیروگاه ها در کشور با تأمین حداقل ۲۴۵۰۰ مگاوات ظرفیت نصب شده در افق چشم انداز
- ❖ ارتقاء قابلیت اطمینان و امنیت شبکه انرژی از طریق توسعه انرژی بادی و ایجاد تنوع در سبد انرژی کشور
- ❖ بهبود وضعیت زیست محیطی کشور از طریق کاهش آلاینده های زیست محیطی
- ❖ افزایش توانمندی های فناورانه کشور در حوزه انرژی بادی با رویکرد صادرات فناوری و با تاکید بر توانمندسازی بخش خصوصی
- ❖ افزایش حجم سرمایه گذاری در توسعه کسب و کارهای دانش بنیان 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 مدل سازی از مواد نانو می گردد
- ❖ حمایت از ساخت تجهیزات جدید و تازه به عنوان کاربردی از فناوری نانو در حوزه های مختلف

- ❖ توسعه منابع انسانی موردنیاز و زیرساخت های ضروری توسعه فناوری نانو
- ❖ تحریک و حمایت از توسعه در ماموریت های فناورانه جدید مانند مواد پیشرفته برای تولید پیشرفته و مواد پیشرفته برای فناوری های اطلاعات و ارتباطات

### اهداف کلان فناوری پیل سوختی در ایالات متحده

- ❖ تبدیل به موقع و کارای سیستم های انرژی ملی و ابقای پیشروی ایالات متحده در فناوری های مرتبط با انرژی های نو
- ❖ حفظ تلاش های پویای ایالات متحده در علوم و مهندسی، به عنوان اساس موفقیت اقتصادی کشور، با پیشروی در حوزه های راهبردی
- ❖ بنیان نهادن یک چارچوب عملیاتی و سازگار شده که موفقیت ماموریت تدوین شده را حداکثر نماید با دربرداشتن آینده ی مطلوب تمام ذینفعان

### ۱-۲-۳- روش پیشنهادی تبیین اهداف کلان توسعه فناوری

هدف گذاری در سطح کلان، با توجه به مقوله چشم انداز صورت می گیرد. نتایجی را که توسعه فناوری در یک دوره چندساله طی می کند اهداف بلندمدت تعیین می کنند. روش پیشنهادی زیر می تواند برای تدوین اهداف کلان در توسعه فناوری مورد استفاده قرار گیرد.

#### ۱) دریافت ورودی از نظرات خبرگان همراستا با چشم انداز، اصول ارزشی، هوشمندی فناورانه

در ابتدا لازم است تا از نظرات خبرگان پیرامون اهداف کلان توسعه فناوری استفاده شود. این کار با برگزاری پنل های خبرگی و بحث گروهی میان متخصصین، در چارچوب نتایج حاصل از هوشمندی فناورانه (روندهای رشد و توسعه فناوری در آینده)، تاکید بر مولفه های موجود در چشم انداز، و در نظر داشتن اصول ارزشی صورت می گیرد. در مجموع می توان این طور بیان نمود که اهداف ترجمه چشم انداز در ابعاد مختلف هستند.

## ۲) تدوین اولیه اهداف کلان بر اساس اطلاعات ورودی

با توجه به نظرات جمع آوری شده متخصصین پیرامون اهداف کلان، در این مرحله لازم است تا تحلیل گران به پالایش این نتایج با در نظر داشتن دو محور حوزه های هدف و ویژگی های هدف بپردازند. به عبارت دیگر، تحلیل گران نظرات خبرگان را در حوزه های هدف دسته بندی نموده و با در نظر داشتن ویژگی های ضروری، آن ها را بازنویسی می کنند.

اگرچه حوزه های اهداف در هر مورد مطالعاتی دارای تفاوت ها و دسته بندی های مختلفی می باشد، اما می توان یک حالت عمومی برای این حوزه ها ارائه نمود. این دسته بندی تنها به منظور سامان دهی ذهنی برنامه ریزان در تدوین اهداف اسناد راهبردی است و الزامی در پوشش همه جانبه آن ها در هر مورد مطالعاتی به وجود نمی آورد. به طور کلی چهار حوزه زیر را می توان به عنوان 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
- ❖ ظرفیت سازی: رشد و پیشرفت دانش فناوری، توسعه نیروی انسانی متخصص، بهره برداری و عملیاتی نمودن دانش به فناوری
- ❖ مسئولیت اجتماعی: در نظر گیری مسایل زیست محیطی، بهبود سطح رفاه اجتماعی، بالابردن رشد اقتصادی، بال بردن توان امنیتی دفاعی و مشروعیت بخشی
- ❖ نوآوری: بالابردن توان نوآوری و طراحی محصول و فرایند

## ۳) تایید و نهایی سازی اهداف کلان

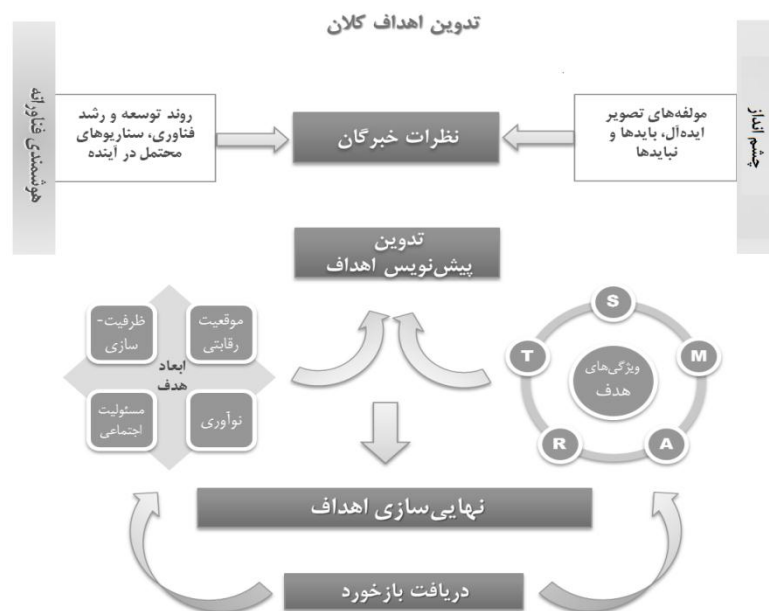
اهداف کلان، راهنماهای توسعه در سایر مراحل خواهند بود. بنابراین، اهداف اولیه طراحی شده برای نهایی شدن نیازمند تایید دوباره افراد متخصص هستند. اجرای این مرحله به کاهش خطای ناشی از بازنویسی و پالایش اهداف توسط تحلیل گران کمک می کند.



## ۴) دریافت بازخورد

از آنجا که تدوین گام‌های مختلف سند در یک فرایند تعاملی به‌وقوع می‌پیوندد، اهداف کلان تدوین شده در این بخش 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.

شکل زیر نمایش گرافیکی مراحل تدوین اهداف کلان را به‌طور خلاصه به‌نمایش می‌گذارد.



شکل (۱-۲): روش تدوین اهداف کلان

## ۱-۳- نتیجه‌گیری

در این فصل با استفاده از مفهوم چشم اندازپردازی و اهداف کلان به شناسایی مدل‌های مختلف آن به عنوان بخشی از فرآیند تدوین راهبرد پرداخته شد و همچنین نمونه‌هایی از بیانیه‌های چشم‌انداز و اهداف کلان استفاده شده در اسناد ملی سایر کشورها و چشم‌انداز و اهداف کلان سایر صنایع کشور مورد بررسی قرار گرفت. سپس با استفاده از بررسی این تعاریف و

مطالعات تطبیقی ویژگی های چشم انداز و اهداف کلان توسعه فناوری در سطح ملی استخراج گردید. در نهایت با توجه به مدل های مختلف چشم انداز پردازی مدل منتخب تدوین چشم انداز و اهداف کلان تعیین گردیده است.



## فصل دوم:

تدوین چشم انداز و اهداف کلان  
توسعه دانش و فناوری حفاظت در  
شبکه برق



## مقدمه

در این فصل به منظور تدوین بیانیه چشم‌انداز و اهداف کلان توسعه دانش و فناوری حفاظت ورودی‌های مورد نیاز آن مطابق با متدولوژی ارائه شده، در قالب بررسی اسناد بالادست؛ نظرسنجی متخصصان و مطالعات تطبیقی کشورهای پیشرو و در حال توسعه مورد مطالعه قرار می‌گیرند. در ادامه ابتدا به بررسی الزامات ایجاد شده از منظر اسناد بالادستی پرداخته و سپس نتایج مطالعات تطبیقی و نظرات متخصصان و خبرگان ارائه شده است و در آخر به جمع‌بندی نتایج و تدوین بیانیه چشم‌انداز پرداخته شده است.

## ۱-۲- بررسی الزامات اسناد بالادستی

در این بخش کلیه الزامات ایجاد شده توسط اسناد بالادستی و قوانین مصوب کشور مرتبط با "توسعه سیستم حفاظت شبکه قدرت"، مورد بررسی قرار می‌گیرد. به منظور شناسایی اسناد مرتبط با توسعه دانش و فناوری حفاظت، همانطور که در گزارش فاز اول (گزارش مرزبندی سیستم) بیان شده است در ابتدا با انجام جستجوهای گسترده اینترنتی به صورت حداکثری اسناد و قوانین مرتبط استخراج گردید و سپس با توجه به نظر کمیته راهبری، اسناد مرتبط با توسعه دانش و فناوری حفاظت در شبکه برق شناسایی گردید. این مستندات طبق شکل (۱-۲) در قالب سیاست‌های کلی، قوانین مجلس و برنامه‌های مصوب صنایع مختلف هستند که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرند.



### شکل (۱-۲): سطح بندی مستندات مرتبط با توسعه دانش و فناوری های حفاظت در شبکه برق

در ادامه به اختصار اهم الزاماتی که سیاست های کلی نظام، قوانین و برنامه های مصوب صنایع مختلف بدان اشاره دارند به اختصار ارائه می گردد.

#### الف- سیاست های کلی نظام جمهوری اسلامی :

- دستیابی به اقتصاد متنوع، متکی به دانایی، سرمایه انسانی و فناوری های نوین
- ایجاد ساز و کارهای انگیزشی برای توسعه صادرات غیرنفتی و صادرات محصولات دانش بنیان
- ایجاد تنوع در منابع انرژی کشور و استفاده از آن با رعایت مسائل زیست محیطی و تلاش برای افزایش سهم انرژی های تجدیدپذیر با اولویت انرژی های آبی

در بالا در دو حوزه اقتصادی و انرژی بر بکارگیری منابع انرژی تجدیدپذیر در تولید انرژی های تجدیدپذیر و دستیابی و بومی سازی علوم High Tech تأکید شده است. حضور منابع تولید پراکنده در شبکه های آینده موجب تغییر در ساختار شبکه های توزیع برق می شود بگونه ای که شبکه های توزیع فعلی را از شبکه ای پسیو به شبکه ای اکتیو تبدیل می کند. این مسئله

موجب تغییر در جهت و دامنه جریان خطا خواهد شد بطوریکه دیگر حفاظت های سنتی پاسخگوی حفاظت شبکه های جدید نخواهد بود. بنابراین پرواضح است که توسعه شبکه های هوشمند، طرح ها و ساختارهای جدید حفاظتی را می طلبد.

ب- سند نهایی چشم انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران

- در چشم انداز ۲۰ ساله، ایران کشوری است توسعه یافته با جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در سطح منطقه، با هویت اسلامی و انقلابی، الهام بخش در جهان اسلام و با تعامل سازنده در روابط بین الملل.
- برخوردار از دانش پیشرفته، توانا در تولید علم و فناوری، متکی بر سهم برتر منابع انسانی و سرمایه اجتماعی در تولید ملی.

ج- مصوبه مجمع تشخیص مصلحت نظام در مورد سیاست های کلی نظام

حوزه پژوهش:

- تحقیقات بنیادی و کاربردی
- فناوری

حفاظت شبکه های برق و تجهیزات مرتبط با آن جزء علوم فناورانه و کاربردی است که با کسب و توسعه آن می توان گامی مؤثر در توسعه اقتصاد دانش بنیان و تقویت جایگاه کشور بعنوان قطب علمی و صنعتی منطقه برداشت.

د- سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف

- اولویت دادن به افزایش بهره وری در تولید، انتقال و مصرف انرژی با ایجاد ظرفیت های جدید تولید انرژی
- گسترش تولید برق از نیروگاه های تولید پراکنده، کوچک مقیاس و پر بازده برق و تولید همزمان برق و حرارت (CHP).

ه- نقشه جامع علمی کشور

در این سند توسعه فناوری های حوزه الکترونیک، ارتباطات و اطلاعات در اولویت دوم فناوری های پراهمیت کشور قرار داده شده است که باید در داخل کشور بومی شود. براین اساس دستیابی به فناوری نوین حفاظت که زیر مجموعه ای از فناوری های حوزه الکترونیک، ارتباطات و اطلاعات می باشد برای رشد علمی و اقتصادی کشور بسیار حائز اهمیت است.

و- قانون برنامه پنج ساله پنجم



• ماده ۱۳۳ مربوط به برق

به شرکت توانیر و شرکت های وابسته و تابعه وزارت نیرو اجازه داده می شود نسبت به انعقاد قراردادهای بلندمدت خرید تضمینی برق تولیدی از منابع انرژی های نو و انرژی های پاک با اولویت خرید از بخش های خصوصی و تعاونی اقدام نمایند

• ماده ۱۳۹ مربوط به انرژی های پاک

به منظور ایجاد زیرساخت های تولید تجهیزات نیروگاه های بادی و خورشیدی و توسعه کاربرد انرژی های پاک و افزایش سهم تولید این نوع انرژی ها در سبد تولید انرژی کشور، دولت مجاز است با حمایت از بخش های خصوصی و تعاونی از طریق وجوه اداره شده و یارانه سود تسهیلات، زمینه تولید تا پنج هزار مگاوات انرژی بادی و خورشیدی در طول برنامه متناسب با تحقق تولید را فراهم سازد.

• ماده ۱۶۴ مربوط به حمل و نقل

دولت می تواند به منظور تقویت حمل و نقل بار و مسافر ریلی، بخشی از پروژه های تجهیز، بهبود و افزایش ظرفیت زیرساخت از جمله دو خطه کردن، برقی نمودن، تراک بندی و تطویل ایستگاه ها را در قالب روش هایی نظیر مشارکت، ساخت، بهره برداری و انتقال (BOT) و طراحی، تدارک و تأمین (EPCF) با واگذاری امتیازاتی نظیر استفاده از زیربنای حمل و نقل ریلی و انتقال حق دسترسی آن تا استهلاک کامل سرمایه و سود مورد توافق به بخش خصوصی و تعاونی واگذار نماید.

• ماده ۱۹۷ دفاعی، سیاسی و امنیتی

به دولت اجازه داده می شود به منظور توسعه توان علمی و فناوری نیروهای مسلح، اقدامات زیر را به عمل آورد:  
پیش بینی اعتبارات مورد نیاز برای حمایت از کسب دانش و فناوری های نو و توسعه مرزهای دانش و تولید محصولات بدیع دفاعی.

ز- قانون هدفمندی یارانه ها

• ماده ۸ بند ب

اصلاح ساختار فناوری واحدهای تولیدی در جهت افزایش بهره وری انرژی، آب و توسعه تولید برق از منابع تجدیدپذیر.

ح- سند مسیر راه فناوری صنعت برق ایران

تولید برق رقابتی و اقتصادی، کاهش آلودگی محیط زیست، کفایت ذخیره تولید برق، مدیریت بهینه تقاضا با توجه به کاهش شدت مصرف انرژی و افزایش امنیت انرژی (پدافندی- فنی و قابلیت اطمینان) به عنوان اهداف فناورانه صنعت برق در این سند شناسایی شده‌اند.

برخی از این اهداف بطور عینی و برخی دیگر بطور پنهان مؤید تبیین دانش و ایجاد زیرساخت به منظور استفاده از ساختارهای نوین حفاظت می‌باشند. کاهش آلودگی محیط زیست نیز اگرچه در ظاهر رابطه‌ای با ارتقاء سیستم حفاظت ندارند اما حقیقت امر چیز دیگری است. در واقع راهکاری که صنعت برق برای کمک به کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای می‌تواند در پیش بگیرد، استفاده از منابع تولید انرژی تجدیدپذیر در قالب منابع تولید پراکنده به جای نیروگاه‌های بزرگ است. استفاده از منابع تجدیدپذیر موجب تغییر ساختار شبکه خواهد شد. در واقع این منابع به دلیل آنکه در سطوح توزیع به شبکه متصل می‌شوند، موجب تغییر ساختار شبکه‌های توزیع از ساختاری پسیو به ساختاری اکتیو خواهد شد. تغییر ساختار شبکه‌های برق، حفاظت سنتی آن‌ها را با چالش مواجه می‌کند.

#### ط- سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو در حوزه برق و انرژی

- توسعه سامانه هوشمند شبکه برق
- بکارگیری فناوری مولدهای پراکنده، با تأکید بر تولید همزمان برق و انرژی
- استفاده از فناوری‌های نوین و تجهیزات با راندمان بالا
- تمرکز بر تحقیق و پژوهش و بومی‌سازی فناوری در فعالیتهای مربوط به تولید برق از انرژی خورشیدی و بادی در کشور
- استفاده بهینه از دستاوردهای نوین فناوری اطلاعات جهت حفظ امنیت و پایداری منابع اطلاعاتی و سیستم‌های عملیاتی صنعت برق
- استفاده بهینه از ظرفیتهای فناوری اطلاعات و ارتباطات صنعت برق جهت ارائه خدمات قابل دسترس از راه دور

#### ی- نقشه راه بهره‌برداری و توسعه مرکز WAMS شبکه انتقال برق کشور

- رویت پذیری کامل پست‌های ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلوولت

- توسعه نرم افزارهای موجود مرکز کنترل
- حمایت از خودکفایی در تولید سخت افزار واحدهای اندازه گیری فازوری
- پیاده سازی زیرساخت های WAMPAC

#### ک- برنامه راهبردی انرژی

مهمترین راهبردها در این سند عبارتند از:

- اصلاح مصرف
- ایجاد و تکمیل ظرفیت های تولید جدید
- ذخیره سازی
- تأمین مالی

همانطور که مشخص است در این سند نیز بر مفاهیمی چون تعیین ظرفیت های جدید، سرمایه گذاری و ذخیره سازی انرژی تأکید شده است. لازم به ذکر است که یکی از مهمترین ساختارهایی که برای ایجاد ظرفیت های تولید جدید پیش بینی شده است، استفاده گسترده از منابع تولید پراکنده در قالب شبکه های هوشمند می باشد همانطور که قبلاً هم به آن اشاره شد این شبکه های جدید نیازمند ساختارها و ادوات جدید حفاظتی می باشند.

#### ل- سند بالاسری صنعت برق کشور

- توسعه شبکه های هوشمند
- سیستم های حفاظتی خاص
- هماهنگی قابلیت اطمینان
- کنترل اغتشاشات (تولید و انتقال)

موارد فوق به عنوان مهمترین چالش ها و اولویت های تحقیقاتی معرفی شده اند.

#### م- سند توسعه ویژه (فرابخشی) مدیریت انرژی

- دستیابی به فناوری های نوین و کارای انرژی
- بهبود کارایی در تولید و تبدیل انرژی

### ن- سند راهبرد ملی توسعه صادرات غیرنفتی جمهوری اسلامی ایران

- دستیابی به جایگاه بالاتر جمهوری اسلامی ایران در تجارت خارجی منطقه و سهم بالاتر تجارت ایران از جهان
- ماندگاری و حفظ سهم در بازارها، دستیابی به تنوع بازارهای صادراتی

### ع- بخش برق در قانون بودجه ۱۳۹۳

- بند (ز)- تبصره ۷، وزارت نیرو موظف است علاوه بر دریافت بهای برق، مبلغ سی ریال بعنوان عوارض از مشترکین دریافت نماید و حداکثر تا سقف چهار هزار میلیارد ریال از مجموع مبلغ عوارض را بابت حمایت از توسعه و نگهداری شبکه های روستایی و تولید برق تجدیدپذیر و پاک هزینه کند.
- مطابق بند (م)-تبصره ۲، دولت موظف است در ازای برقی کردن چاه های کشاورزی با منابع انرژی نوین از جمله انرژی خورشیدی به جای استفاده از سوخت های فسیلی مبلغ معادل پرداختی بابت یارانه سوخت را به شرکت های تولیدی برق از جمله خورشیدی پرداخت نماید و تجهیزات مربوطه را به کشاورزان تحویل نماید.

### ص- اسناد راهبردی طرح شبکه هوشمند برق ایران

این سند در قالب یک پروژه ملی در پژوهشکده بهره برداری ایمن شبکه در دانشگاه صنعتی امیرکبیر در حال انجام است و کارفرمای آن شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری می باشد. جهت گیری آینده صنعت برق ایران به سمت شبکه های هوشمند است که قابلیت های فنی و اقتصادی ویژه ای را در اختیار بهره برداران و مصرف کنندگان قرار می دهد. البته توسعه شبکه های هوشمند در گروی حل چالش های اساسی آنها است که یکی از مهمترین این چالش ها، مسئله حفاظت این شبکه ها و توسعه زیرساخت های لازم بدین منظور است.

### ۲-۱-۱- جمع بندی الزامات اسناد بالادستی

در این بخش با توجه به مطالعه اسناد بالادستی؛ جمع بندی الزامات قانونی ایجاد شده از منظر اسناد بالادستی در قالب جدول ۲-۱ ارائه شده است.

## جدول (۱-۲): الزامات قانونی ایجاد شده از منظر اسناد بالادستی

ردیف	عنوان سند	تاکید سند
۱	سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران	<ul style="list-style-type: none"> <li>استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی</li> <li>توسعه اقتصاد دانش بنیان بر پایه فناوری‌های نوین</li> </ul>
۲	سند چشم‌انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران	<ul style="list-style-type: none"> <li>توسعه اقتصاد دانش بنیان بر پایه فناوری‌های نوین</li> </ul>
۳	مصوبه مجمع تشخیص مصلحت نظام در مورد سیاست‌های کلی نظام	<ul style="list-style-type: none"> <li>توسعه اقتصاد دانش بنیان بر پایه فناوری‌های نوین</li> </ul>
۴	سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف	<ul style="list-style-type: none"> <li>استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی</li> </ul>
۵	نقشه جامع علمی کشور	<ul style="list-style-type: none"> <li>توسعه اقتصاد دانش بنیان بر پایه فناوری‌های نوین</li> </ul>
۶	قانون برنامه پنج ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران ۱۳۹۴-۱۳۹۰	<ul style="list-style-type: none"> <li>استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی</li> <li>مسائل امنیتی</li> </ul>
۷	قانون هدفمند کردن یارانه‌ها	<ul style="list-style-type: none"> <li>کاهش تلفات شبکه‌های برق</li> <li>اصلاح الگوی مصرف</li> <li>استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی</li> </ul>
۸	سند مسیر راه فناوری صنعت برق ایران	<ul style="list-style-type: none"> <li>استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی</li> <li>توسعه اقتصاد دانش بنیان بر پایه فناوری‌های نوین</li> <li>مدیریت یکپارچه شبکه‌های برق</li> </ul>
۹	سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو در حوزه برق و انرژی	<ul style="list-style-type: none"> <li>استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی</li> <li>مدیریت یکپارچه شبکه‌های برق</li> <li>بومی‌سازی و تولید فناوری‌های نوین در صنعت برق</li> <li>مدیریت یکپارچه شبکه‌های برق</li> </ul>
۱۰	نقشه راه بهره‌برداری و توسعه مرکز WAMS شبکه انتقال برق کشور	<ul style="list-style-type: none"> <li>رویت پذیری کامل پست‌های ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلوولت</li> <li>توسعه نرم افزارهای موجود مرکز کنترل</li> <li>حمایت از خودکفایی در تولید سخت‌افزار واحدهای اندازه‌گیری فازوری</li> <li>پیاده‌سازی زیرساخت‌های WAMPAC</li> </ul>
۱۱	برنامه راهبردی انرژی	<ul style="list-style-type: none"> <li>اصلاح الگوی مصرف</li> <li>استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی</li> </ul>
۱۲	سند بالاسری صنعت برق کشور	<ul style="list-style-type: none"> <li>استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی</li> <li>افزایش قابلیت اطمینان شبکه‌ها</li> <li>توسعه شبکه‌های هوشمند</li> </ul>
۱۳	سند توسعه ویژه (فرابخشی) مدیریت انرژی	<ul style="list-style-type: none"> <li>دستیابی به فناوری‌های نوین در حوزه برق و انرژی</li> <li>استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی</li> </ul>

ردیف	عنوان سند	تاکید سند
۱۴	سند راهبرد ملی توسعه صادرات غیرنفتی ج.ا.ا.	توسعه اقتصاد دانش بنیان بر پایه فناوری های نوین
۱۵	بخش برق در قانون بودجه سال ۱۳۹۳	استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی
۱۶	اسناد راهبردی طرح شبکه هوشمند برق ایران	توسعه شبکه های هوشمند

## ۲-۲- چشم اندازهای سایر کشورها در توسعه فناوری های حفاظت

در این فصل برنامه ها و سیاست های کشورهای پیشرفته ای مانند آمریکا، انگلیس و برزیل در زمینه توسعه فناوری های حفاظت در شبکه قدرت بررسی می شود. قابل توجه است که مطالب این فصل، خلاصه ای از یک گزارش جداگانه با نام " بررسی و تحلیل سیاست های کشورهای مختلف در زمینه توسعه فناوری های حفاظت در شبکه قدرت " است که در قالب یکی از گزارش های مرحله سوم ارائه شده است.

یکی از اهداف مهم در سند چشم انداز شرکت های انتقال ایالات متحده آمریکا، تعیین تفاوت های بین فناوری های کنونی و آینده در حوزه حفاظت شبکه های انتقال است. پرواضح است که برطرف کردن تفاوت های تعیین شده منجر به ایجاد سیستمی با قابلیت های بهره برداری زمان واقعی و گسترده، کاهش تراکم در شبکه، کاهش تناوب و مدت زمان اغتشاش های بهره برداری و خروج های برنامه ریزی شده، تقویت پایداری شبکه، افزایش ظرفیت انتقال، افزایش بهره وری تجهیزات شبکه، کاهش پیک بار شبکه و مقاوم کردن تجهیزات در آشکارسازی، ممانعت و حل کردن خرابی اغتشاش در شبکه می شود.

بر اساس مطالعات انجام شده به نظر می رسد برای برطرف کردن چالش های کنونی و آینده مطرح در شبکه انتقال باید دنباله رو طرح های لازم برای هوشمند کردن شبکه قدرت بود. به طور کلی برای دستیابی به شبکه قدرت هوشمند باید از تکنولوژی هایی استفاده شود که دارای ویژگی های زیر باشند [۶]:

۱- طرح های حفاظتی هوشمند و همچنین پایش و کنترل ناحیه گسترده و زمان واقعی سیستم به همراه رله هایی با منطق حفاظتی تطبیقی.

۲- مدل سازی و شبیه سازی چندین اغتشاش در شبکه به منظور شناسایی مسیرهای مناسب عبور توان، مدیریت ریسک و شرایط اضطراری و همچنین موارد اقتصاد شبکه قدرت.

۳- اندازه گیری ناحیه گسترده و زمان واقعی داده ها و جمع آوری، تحلیل، انتشار و نمایش آنها.

۴- سیستم مخابراتی وسیع که دارای سرعت بالا به همراه قابلیت اطمینان، ایمنی و سازگاری باشد.

۵- تولید خودکار توان<sup>۱</sup> با در نظر گرفتن قیدهای مرتبط با قابلیت انتقال توان در مسیرهای حساس به صورت زمان واقعی.

از طرف دیگر با توجه به اینکه برای هوشمند کردن شبکه انتقال از فناوری های مرتبط با حفاظت و کنترل ناحیه گسترده

استفاده می شود، فناوری هایی را که در این زمینه ضروری هستند به صورت زیر ارائه می شود [۶]:

- سیستم های اندازه گیری، پایش و کنترل ناحیه گسترده که به صورت زمان واقعی باشند؛

- ابزارهای رویت پذیری و آگاه سازی شرایط برای بهره برداری و دیسپاچینگ؛

- ابزارهای نرم افزاری برای کارایی سیستم و بهره برداری یا دیسپاچینگ زمان واقعی؛

- ابزارهای خودکار پیش بینی بار و تولید؛

- سخت افزار و نرم افزارهای مخابراتی؛

- الکترونیک قدرت، ذخیره انرژی و تاسیس پست های پیشرفته؛

- فناوری پیشرفته تشخیص و نگهداری تجهیزات؛

- حفاظت در مقابل اغتشاش های بزرگ؛

- استفاده از هادی هایی با قابلیت انتقال جریان بالا؛

- تکنولوژی های مرتبط با مخابرات بی سیم؛

شبکه انتقال کنونی ایالات متحده با توجه به اینکه تعدادی دستگاه اندازه گیری فازور در آن نصب شده است و از آنها

بهره برداری می شود، دارای برخی از ویژگی های یک شبکه انتقال هوشمند می باشد و برای اینکه بتواند در صورت وقوع

اغتشاش در شبکه به صورت ایمن و پایدار بهره برداری شود باید از سیستم های خودکار حفاظت و کنترل زمان واقعی استفاده

شود. بر همین اساس شرکت های انتقال در ایالات متحده در طول سال های گذشته مبادرت به انجام اقداماتی بمنظور افزایش

هوشمندی در شبکه کرده اند که به عنوان یک راهبرد اساسی مطرح می شود تا شبکه ای با هوشمندی بالاتر، خود پایش کننده،

تطبیقی و مقاوم ایجاد شود که بتوان به صورت ایمن و با قابلیت اطمینان بالا تا بالاترین سطوح ظرفیت شبکه از آن

<sup>1</sup> Automatic Power Generation

بهره‌برداری نمود. هوشمند کردن شبکه قدرت موارد زیر را فراهم می‌آورد، در حقیقت موارد زیر به عنوان اهداف مرتبط با حفاظت هستند که در نقشه راه مطرح و برای آن برنامه‌ریزی می‌شود [۷]:

۱- کنترل ناحیه گسترده در شبکه قدرت و ارزیابی امنیت شبکه (مهمترین نیازمندی برای هوشمند کردن شبکه، ایجاد بستر مناسب برای تبادل حجم انبوهی از اطلاعات و داده‌ها به منظور فراهم آوردن زمینه برای کاربردهای پیشرفته‌تر در بخش تولید، انتقال و توزیع انرژی است).

۲- پایش ظرفیت تجهیزات به صورت دینامیکی.

۳- کاهش تراکم در خطوط انتقال.

۴- مدیریت نفوذ انرژی تجدیدپذیر در شبکه.

کشور انگلستان نیز تلاش دارد تا گام‌های اساسی را برای پیاده‌سازی و اجرای سیستم‌های حفاظت و کنترل ناحیه گسترده ارائه دهد. از این رو سیستم برق انگلستان از سال ۲۰۰۸ پروژه‌ای را تحت عنوان پایش، حفاظت و کنترل ناحیه گسترده شروع کرده که در نهایت بتواند به کنترل و حفاظت هوشمند و زمان واقعی سیستم دست پیدا کند. این موضوع زمانی اهمیت می‌یابد که مشخص شود تغییرات اساسی در شبکه بریتانیا در حال وقوع است که ناشی از بکار گرفتن انرژی تجدیدپذیر و تکنولوژی‌های پیچیده مانند HVDC و TCSC در سیستم انتقال است.

به همین منظور سیستم قدرت کشور انگلستان برنامه سه مرحله‌ای را برای اثربخشی بیشتر و ارزیابی مرحله به مرحله در دستور کار خود قرار داده است. معیارهای در نظر گرفته شده برای سطح‌بندی کردن اهداف پیاده‌سازی کاربردهای سیستم حفاظت و کنترل ناحیه گسترده، تکنولوژی‌های مخابراتی و نیازمندی‌های مربوط به مدیریت داده هستند که البته با توجه به محدودیت‌های موجود برای سرمایه‌گذاری مورد توجه قرار گرفته‌اند. مراحل انجام این پروژه به قرار زیر هستند [۸]:

مرحله اول: مرحله اول یک مرحله بنیادین است که با حداقل تعداد واحدهای اندازه‌گیری فازور شروع به کار می‌کند و باید

قادر به پایش اطلاعات ضروری شبکه باشد. اهداف این مرحله به صورت زیر هستند:

• پایش فرکانس سیستم به صورت زمان واقعی؛

• پایش زاویه فاز به صورت زمان واقعی؛

• تحلیل اغتشاش‌های پست؛



- پایش نوسان‌های بین ناحیه‌ای؛

- پایش دینامیکی توان انتقالی خطوط؛

مرحله دوم: با افزایش تعداد واحدهای اندازه‌گیری فازور در این مرحله و مشخص شدن ولتاژ و جریان همه خطوط به صورت زمان واقعی، پارامترهای مجهول در شبکه نیز با دقت بالایی بدست می‌آیند. لذا اهداف زیر مورد نظر این مرحله هستند:

- تعیین مدل سیستم و ارزیابی آن؛

- بهبود تخمین حالت سیستم؛

- بازیابی تطبیقی سیستم؛

مرحله سوم: این مرحله شامل برنامه‌ریزی‌هایی برای کنترل و حفاظت شبکه می‌باشد و موارد زیر نیز در این مرحله پوشش داده می‌شوند:

- تخمین حالت خطی سیستم؛

- حفاظت ناحیه گسترده زمان واقعی؛

- کنترل ناحیه گسترده زمان واقعی؛

متولیان صنعت برق کشور برزیل نیز به ضرورت گسترش و استفاده از فرآیندهای لایه لایه بهره‌برداری در بخش انرژی الکتریکی و برنامه‌ریزی‌های سیستم‌های حفاظتی پی برده و برنامه‌هایی را در این بخش به اجرا درآورده‌اند. به عنوان نمونه در بخش جنوبی کشور برزیل در سال ۱۹۷۴ در مورد برنامه بارزدایی تحت شرایط افت فرکانس اقداماتی صورت گرفت و تا سال ۲۰۰۴ بیش از ۲۰۰ برنامه حفاظتی ویژه در سیستم برق‌رسانی برزیل به وجود آمد. امروزه نیز به بررسی و توسعه سیستم پایش ناحیه گسترده در شبکه قدرت کشور برزیل پرداخته می‌شود. در حال حاضر، همه‌ی نواحی ژئوالکتریک این کشور بوسیله ابزارهای پایش ناحیه گسترده تحت پوشش قرار گرفته است. توسعه اندازه‌گیری‌های سنکرو فازور (پروژه‌ی Med Fasee) در سال ۲۰۰۳ میلادی با هدف توسعه یک تکنولوژی جدید آغاز شد. اجرای پروژه Med Fasee در سه مرحله به اجرا می‌رسد که به صورت زیر ترتیب یافته‌اند [۹]:

مرحله اول: اولین مرحله با سه عدد PMU و یک PDC تا پایان سال ۲۰۰۴ تکمیل شد. PMUها در سه دانشگاه در جنوب

برزیل نصب شدند و فازورهای اندازه‌گیری شده به PDC نصب شده در دانشگاه of Santa catarina فرستاده می‌شدند.

مرحله دوم: در سال ۲۰۰۸ این نمونه‌ها گسترش پیدا کردند و با نصب تعداد دیگری از PMUها در اطراف شش دانشگاه دیگر کشور برزیل این کار توسعه یافت. نمونه‌های قدیمی PMU با تجهیزات جدید جایگزین شدند و با PDCها مطابق استاندارد IEEE 37118/2005 مورد طراحی مجدد قرار گرفتند.

مرحله سوم: در سال ۲۰۱۰ PMUها به دلیل کامل شدن سیستم پایش ناحیه گسترده و اتصال آنها میزان رویت پذیری در شبکه کشور برزیل ارتقا یافت که مزایای بسیاری را برای شبکه کشور برزیل به همراه داشته است که از جمله مزایای آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- ۱- پایش مدهای نوسان الکترومکانیکی؛
- ۲- ارزیابی عملکرد کنترل سیستم و افزونگی آن؛
- ۳- ارزیابی سیستم‌های حفاظتی ویژه؛
- ۴- اعتبارسنجی مدل گسترده سیستم؛
- ۵- تشخیص عیب‌های سیستم منجر به خاموشی‌های گسترده؛

## ۲-۳- نظرات متخصصان و خبرگان در ترسیم بیانیه اولیه چشم‌انداز و اهداف کلان توسعه

### فناوری‌های حفاظت

برای ترسیم بیانیه اولیه چشم‌انداز و اهداف کلان توسعه فناوری‌های حفاظت، با نه نفر از خبرگان این حوزه به صورت مجزا مصاحبه‌هایی به صورت پرسش و پاسخ برگزار شد و نظرات هر یک درباره سئوالاتی که در زیر آورده شده اخذ گردید.

- برنامه‌های آتی و ضمنی مجموعه وزارت نیرو در زمینه حفاظت شبکه قدرت چیست؟
- در توسعه فناوری‌های حفاظت کدام یک از ابعاد (فنی، اقتصادی، امنیتی و ...) از اهمیت بیشتری برخوردار است؟
- اولویت کشور تمرکز در کدامیک از حوزه‌های توسعه فناوری و یا توسعه علوم و دانش حفاظت میباشد؟
- در زمینه ساخت، ساخت تجهیزات در چه سطح و لتاژی توصیه می‌شود؟ انتقال یا فوق توزیع یا توزیع؟
- آیا ایران توان و ظرفیت لازم جهت رقابت با کشورهای مختلف (منطقه، آسیا) را دارا می‌باشد؟ مزیت رقابتی ایران نسبت به سایر کشورهای منطقه چیست؟

- با توجه به الزامات موجود در اسناد بالادستی مانند سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ جایگاه و رتبه کشور را در زمینه توسعه فناوری‌های حفاظت چگونه ارزیابی می‌کنید؟
  - جهت‌گیری کشور نسبت به توسعه رویکردهای نوین (مانند WAMPAC) بایستی چگونه باشد؟ به نظر شما آیا کشور به سمت توسعه این رویکردها حرکت کند؟ حرکت آن چگونه باشد؟
  - در زمینه توسعه سیستم حفاظت چه شاخص‌های کمی پیشنهاد می‌کنید؟ تغییرات این شاخص‌ها طی ۱۰ سال آینده و در سه دوره زمانی کوتاه، میان و بلند مدت چگونه بایستی باشد؟
- در ادامه نظرات هر یک از خبرگان درباره سوالات مطرح شده به اختصار بیان می‌گردد.

## جدول (۲-۲): خلاصه مصاحبات صورت گرفته با متخصصین حوزه حفاظت پیرامون چشم انداز و اهداف کلان

نکات مطرح شده از جانب خبرگان در خصوص چشم انداز توسعه فناوری های حفاظت		شرکت/دانشگاه	نام خبره
نکات مطرح شده	موضوع		
تدوین نظام نامه حفاظت توسعه فیبر نوری (بر اساس سند توسعه WAMS) جایگزینی رله های الکترومکانیکی و الکتروستاتیکی با رله های نسل سوم و افزایش سهم این رله ها در شبکه به بیش از ۵۰٪ طی ۵ سال آینده	برنامه های آتی و ضمنی مجموعه وزارت نیرو در زمینه حفاظت شبکه قدرت چیست؟	شرکت مدیریت شبکه برق	مهندس ایوبزاده
گسترش و توسعه شبکه برق مهمترین دلیل توسعه حفاظت و هوشمند شدن آن می باشد.	در توسعه فناوری های حفاظت کدام یک از ابعاد (فنی، اقتصادی، امنیتی و ...) از اهمیت بیشتری برخوردار است؟		
توسعه فناوری و توسعه دانش هر دو به موازات هم	اولویت کشور تمرکز در کدامیک از حوزه های توسعه فناوری و یا توسعه علوم و دانش حفاظت می باشد؟		
انتقال	در زمینه ساخت تجهیزات، ساخت تجهیزات در چه سطح و لتنازی توصیه می شود؟		
مشتریان خواهان کیفیت بالا و قیمت مناسب هستند در حال حاضر بازار در اختیار شرکتهایی مانند زیمنس، ABB و ... قرار دارد. در صورتیکه که ایران بتواند کالای با کیفیت بالا و قیمت مناسب ارائه دهد می تواند بازار منطقه را در دست بگیرد.	آیا ایران توان و ظرفیت لازم جهت رقابت با کشورهای مختلف (منطقه، آسیا) را دارا می باشد؟ مزیت رقابتی ایران نسبت به سایر کشورهای منطقه چیست؟		
در منطقه خاورمیانه شاید بتواند به رتبه نخست دست یابد ولی در آسیا به دلیل وجود کشورهایی همچون کره و چین نمی توان چنین ادعایی داشت زیرا این کشورها در این زمینه خیلی جلوتر از ایران هستند.	با توجه به الزامات موجود در اسناد بالادستی مانند سند چشم انداز ۱۴۰۴ جایگاه و رتبه کشور را در زمینه توسعه فناوری های حفاظت چگونه ارزیابی می کنید؟		
توسعه زیرساخت های WAMPAC تا ۱۰ سال آینده طبق "نقشه راه بهره برداری و توسعه WAMS شبکه انتقال کشور"	جهت گیری کشور نسبت به توسعه رویکردهای نوین (مانند WAMPAC) بایستی چگونه باشد؟ به نظر شما آیا کشور به سمت توسعه این رویکردها حرکت کند؟ حرکت آن چگونه باشد؟		
۱- شاخص عملکرد صحیح سیستم های حفاظتی. در سال ۹۲ میزان این شاخص ۸۵٪ بوده و انتظار داریم تا ۵ سال آینده میزان شاخص عملکرد صحیح به بالای ۹۰٪ برسد. ۲- شاخص عملکرد مهندسی حفاظت.	در زمینه توسعه سیستم حفاظت چه شاخص های کمی پیشنهاد می کنید؟ تغییرات این شاخص ها طی ۱۰ سال آینده و در سه دوره زمانی کوتاه، میان و بلند مدت چگونه بایستی باشد؟		
نکات مطرح شده از جانب خبرگان در خصوص چشم انداز توسعه فناوری های حفاظت		شرکت/دانشگاه	نام خبره
نکات مطرح شده	موضوع		
-	برنامه های آتی و ضمنی مجموعه وزارت نیرو در زمینه حفاظت شبکه قدرت چیست؟	دانشگاه علم و صنعت	دکتر صادق جمالی
دلایل امنیتی و جانی از اهمیت بالایی برخوردار است. طبق آمارها در سال گذشته بیش از ۲۰۰۰ نفر جان خود را در اثر حوادث شبکه از دست داده اند.	در توسعه فناوری های حفاظت کدام یک از ابعاد (فنی، اقتصادی، امنیتی و ...) از اهمیت بیشتری برخوردار است؟		
بهبتر است به سمت توسعه فناوری برویم. در زمینه نرم افزاری به دلیل وجود نیروی انسانی کافی در دانشگاه ها مشکلی وجود ندارد. فقط در زمینه دانشی نیازمند تدوین و اجرای آیین نامه ها و دستورالعمل ها در زمینه برق هستیم و حتی نیازمند آموزش تکنسین های برق هستیم.	اولویت کشور تمرکز در کدامیک از حوزه های توسعه فناوری و یا توسعه علوم و دانش حفاظت می باشد؟		

نام خبره	شرکت/دانشگاه	موضوع	نکات مطرح شده از جانب خبرگان در خصوص چشم انداز توسعه فناوری های حفاظت
			نکات مطرح شده
		در زمینه ساخت تجهیزات، ساخت تجهیزات در چه سطح ولتاژی توصیه می شود؟	ساخت رله های شبکه انتقال (۴۰۰ کیلوولت) با توجه به تقاضای کم و اهمیت بالای شبکه و هزینه و ریسک بالایی که دارد توصیه نمی شود. برعکس ساخت رله در سطح ولتاژ پایین LV و MV به دلیل وسعت تقاضا و پایین بودن سطح ریسک ارجح بوده و موجب اشتغالزایی هم می شود.
		آیا ایران توان و ظرفیت لازم جهت رقابت با کشورهای مختلف (منطقه، آسیا) را دارا می باشد؟ مزیت رقابتی ایران نسبت به سایر کشورهای منطقه چیست؟	ساخت تجهیزاتی مانند کلید مینیاتوری و فیوز اگر با مشابه خارجی خود رقابت کنند و بتوانند بازار داخل را در دست بگیرند میتوانند بازار کشورهای همسایه مانند افغانستان، پاکستان و .. را هم در دست بگیرند ولی ساخت تجهیزات انتقال مانند رله های دیستانس توسط کشورهای منطقه و یا سایر کشورها استقبال نخواهد شد زیرا ریسک بالایی دارد.
		با توجه به الزامات موجود در اسناد بالادستی مانند سند چشم انداز ۱۴۰۴ جایگاه و رتبه کشور را در زمینه توسعه فناوری های حفاظت چگونه ارزیابی می کنید؟	ادعای دستیابی به رتبه نخست منطقه تقریباً غیرعملی است زیرا شبکه قدرت ترکیه بسیار قویتر و جلوتر از شبکه قدرت کشور ماست. همچنین برخی کشورهای حوزه خلیج فارس مانند عربستان توسط کشورهایمانند انگلیس و آمریکا مدیریت می شوند لذا شبکه قدرت آنها نیز قوی است.
		جهت گیری کشور نسبت به توسعه رویکردهای نوین (مانند WAMPAC) بایستی چگونه باشد؟ به نظر شما آیا کشور به سمت توسعه این رویکردها حرکت کند؟ حرکت آن چگونه باشد؟	-
		در زمینه توسعه سیستم حفاظت چه شاخص های کمی پیشنهاد می کنید؟ تغییرات این شاخص ها طی ۱۰ سال آینده و در سه دوره زمانی کوتاه، میان و بلند مدت چگونه بایستی باشد؟	۱- شاخص انرژی توزیع نشده ۲- شاخص عملکرد صحیح سیستم های حفاظتی ۳- تعداد خطاها
			نکات مطرح شده از جانب خبرگان در خصوص چشم انداز توسعه فناوری های حفاظت
			نکات مطرح شده
		برنامه های آتی و ضمنی مجموعه وزارت نیرو در زمینه حفاظت شبکه قدرت چیست؟	-
		در توسعه فناوری های حفاظت کدام یک از ابعاد (فنی، اقتصادی، امنیتی و ...) از اهمیت بیشتری برخوردار است؟	یکی از دلایل مهم در توسعه سیستم حفاظت، خسارات اقتصادی زیادی است که در نتیجه عملکرد ناصحیح سیستم حفاظت به تجهیزات شبکه وارد می شود. تجهیزات حفاظتی مانند رله خود چندان گرانقیمت نبوده ولی از تجهیزات بسیار گرانقیمت (مانند ترانس) در شبکه حفاظت می کنند. جلوگیری از خروج ارز و ارز آوری از طریق ساخت و صادرات تجهیزات حفاظتی پر کاربرد، از دیگر دلایل مهم در توسعه این سیستم هاست.
مهندس خدمی	شرکت متانیر	اولویت کشور تمرکز در کدامیک از حوزه های توسعه فناوری و یا توسعه علوم و دانش حفاظت می باشد؟	توسعه دانش، نرم افزار و سخت افزار هر سه.
		در زمینه ساخت تجهیزات، ساخت تجهیزات در چه سطح ولتاژی توصیه می شود؟	در زمینه ساخت تجهیزات (رله) در سطح ولتاژ متوسط (کمتر از ۲۰ کیلوولت) ریسک کمتری وجود دارد و احتمال موفقیت در این زمینه بالاست.
		آیا ایران توان و ظرفیت لازم جهت رقابت با کشورهای مختلف (منطقه، آسیا) را دارا می باشد؟ مزیت رقابتی ایران نسبت به سایر کشورهای منطقه چیست؟	اگر تجهیزات با کیفیت ساخته شود علاوه بر بازار داخل می توانیم بازار خارج را هم به دست بگیریم.
		با توجه به الزامات موجود در اسناد بالادستی مانند سند چشم انداز ۱۴۰۴ جایگاه و رتبه کشور را در زمینه توسعه فناوری های حفاظت چگونه ارزیابی می کنید؟	در منطقه، کشور ترکیه رقیب اصلی ماست که اگر با برنامه ریزی عمل کنیم میتوانیم بعد از ترکیه به رتبه نخست در بین کشورهای همسایه دست یابیم. اگر خوب کار شود می توانیم ادعا کنیم تا ۱۰ سال آینده در زمینه نیروی

نکات مطرح شده از جانب خبرگان در خصوص چشم انداز توسعه فناوری های حفاظت		شرکت/دانشگاه	نام خبره
نکات مطرح شده	موضوع		
متخصص و دانش حفاظت می توانیم رتبه اول منطقه را کسب کنیم و به کشورهای دیگر تخصص صادر کنیم.			
-	جهت گیری کشور نسبت به توسعه رویکردهای نوین (مانند WAMPAC) بایستی چگونه باشد؟ به نظر شما آیا کشور به سمت توسعه این رویکردها حرکت کند؟ حرکت آن چگونه باشد؟		
شاخص عملکرد صحیح سیستم های حفاظتی شاخص کمی مناسبی است که اگر طی ۱۰ سال آینده این شاخص از میزان ۸۵٪ فعلی به ۹۸٪ افزایش یابد خوب است.	در زمینه توسعه سیستم حفاظت چه شاخص های کمی پیشنهاد می کنید؟ تغییرات این شاخص ها طی ۱۰ سال آینده و در سه دوره زمانی کوتاه، میان و بلند مدت چگونه بایستی باشد؟		
نکات مطرح شده از جانب خبرگان در خصوص چشم انداز توسعه فناوری های حفاظت		شرکت/دانشگاه	نام خبره
نکات مطرح شده	موضوع		
۱- نظام نامه حفاظتی که در حال تدوین می باشد. ۲- کمیته حفاظت که جلسات آن هر هفته با حضور اعضا تشکیل می شود و در آن در مورد مسائل حفاظت تصمیم گیری می شود. ۳- اصلاح ساختار حفاظتی که تا به حال به صورت موردی انجام می شد و شرکت مدیریت شبکه قصد دارد به صورت کامل ساختار حفاظتی را اصلاح کند.	برنامه های آتی و ضمنی مجموعه وزارت نیرو در زمینه حفاظت شبکه قدرت چیست؟		
ارتقاء سطح حفاظتی و کنترلی شبکه جهت عملکرد صحیح و به موقع تجهیزات حفاظتی به منظور حفظ تجهیزات ارزشمند شبکه در مقابل حوادث الکتریکی و غیرالکتریکی یکی از دلایل مهم توسعه سیستم حفاظت می باشد زیرا تجهیزات حفاظتی به تنهایی ارزش ریالی بالایی ندارند اما از تجهیزات ارزشمند و گران قیمتی حفاظت می کنند.	در توسعه فناوری های حفاظت کدام یک از ابعاد (فنی، اقتصادی، امنیتی و ...) از اهمیت بیشتری برخوردار است؟		
توسعه دانش و فناوری حفاظت هر دو همزمان با هم.	اولویت کشور تمرکز در کدامیک از حوزه های توسعه فناوری و یا توسعه علوم و دانش حفاظت می باشد؟		
-	در زمینه ساخت تجهیزات، ساخت تجهیزات در چه سطح ولتاژی توصیه می شود؟	توانیر	مهندس بیاتی
اگر با برند خوبی تولید کنیم استقبال خواهد شد.	آیا ایران توان و ظرفیت لازم جهت رقابت با کشورهای مختلف (منطقه، آسیا) را دارا می باشد؟ مزیت رقابتی ایران نسبت به سایر کشورهای منطقه چیست؟		
خواستن توانستن است. فقط نیاز به مدیریت بسیار قوی دارد که کشور ما در این زمینه ضعیف است.	با توجه به الزامات موجود در اسناد بالادستی مانند سند چشم انداز ۱۴۰۴ جایگاه و رتبه کشور را در زمینه توسعه فناوری های حفاظت چگونه ارزیابی می کنید؟		
-	جهت گیری کشور نسبت به توسعه رویکردهای نوین (مانند WAMPAC) بایستی چگونه باشد؟ به نظر شما آیا کشور به سمت توسعه این رویکردها حرکت کند؟ حرکت آن چگونه باشد؟		
شاخص عملکرد صحیح سیستم حفاظت. در حال حاضر ۸۵٪ است و طبق گزارشات اگر به سطح ۹۸٪ برسیم خوب است.	در زمینه توسعه سیستم حفاظت چه شاخص های کمی پیشنهاد می کنید؟ تغییرات این شاخص ها طی ۱۰ سال آینده و در سه دوره زمانی کوتاه، میان و بلند مدت		

نام خبره	شرکت/دانشگاه	نکات مطرح شده از جانب خبرگان در خصوص چشم انداز توسعه فناوری های حفاظت
		<p>موضوع</p> <p>چگونه بایستی باشد؟</p> <p>نکات مطرح شده</p>
نام خبره	شرکت/دانشگاه	نکات مطرح شده از جانب خبرگان در خصوص چشم انداز توسعه فناوری های حفاظت
		<p>موضوع</p> <p>برنامه های آتی و ضمنی مجموعه وزارت نیرو در زمینه حفاظت شبکه قدرت چیست؟</p> <p>نکات مطرح شده</p> <p>۱- خرید و نصب PMU در شبکه</p> <p>۲- ساخت تستر رله (پروژه ملی)</p> <p>دلایل فنی و امنیتی مهمترین دلایل توسعه سیستم حفاظت می باشند. از نظر فنی با مشکلات بسیاری مواجه هستیم برای مثال از آنجا که رله ها از کشورهای مختلف تأمین می شوند لذا تنوع رله در شبکه بسیار زیاد است و با مشکلات زیادی در زمینه هماهنگی رله ها در شبکه مواجه هستیم. با حرکت به سمت هوشمندی شبکه بحث های امنیتی بیشتر مطرح می شود. هر دو لازم است.</p> <p>اولویت کشور تمرکز در کدامیک از حوزه های توسعه فناوری و یا توسعه علوم و دانش حفاظت می باشد؟</p> <p>در داخل کشور شرکتهایی وجود دارند که در زمینه ساخت رله های بخش توزیع فعالیت دارند. بخش انتقال اهمیت بالایی دارد به نظر بنده هدف گذاری باید در زمینه بومی سازی رله های بخش انتقال باشد. می توان با ساخت رله های انتقال و نصب آنها در بخش توزیع عملکرد آنها را تست کرد.</p> <p>در زمینه ساخت تجهیزات، ساخت تجهیزات در چه سطح ولتاژی توصیه می شود؟</p> <p>اگر از نظر کیفیت و قیمت بتوانیم با چین و هند رقابت کنیم می توانیم بازار را به دست بگیریم. ترکیه از طریق سرمایه گذاری مشترک (joint venture) با اروپا شروع به ساخت رله کرده است. اگر ما بتوانیم خودمان تولید کنیم قیمت تمام شده کمتر می شود لذا با قیمت پایینتر از ترکیه می توانیم عرضه کنیم. حداقل ۱۰ سال زمان لازم است تا وارد رقابت با کشورهای منطقه شویم.</p> <p>آیا ایران توان و ظرفیت لازم جهت رقابت با کشورهای مختلف (منطقه، آسیا) را دارا می باشد؟ مزیت رقابتی ایران نسبت به سایر کشورهای منطقه چیست؟</p> <p>بین کشورهای همسایه می توانیم ادعا کنیم که به رتبه اول منطقه دست یابیم.</p> <p>با توجه به الزامات موجود در اسناد بالادستی مانند سند چشم انداز ۱۴۰۴ جایگاه و رتبه کشور را در زمینه توسعه فناوری های حفاظت چگونه ارزیابی می کنید؟</p> <p>سوال سختی است و نمیتوان برای این بحث ها نسخه پیچید. صاحبان تکنولوژی نیز خیلی به این حوزه ورود نکرده اند. به نظر من انجام مطالعات در این زمینه ضروری است و بایستی حوزه دانشی را جلو ببریم. هدف بایستی اصول حفاظت و تجهیزات حفاظت باشد و رویکردهای نوین نباید مورد هدف باشد بلکه به عنوان توصیه باید بدان اشاره گردد. به نظر بنده مطرح کردن این بحثها در این مرحله خیلی مناسب نیست ولی باید گوشه چشمی به آن داشته باشیم.</p> <p>جهت گیری کشور نسبت به توسعه رویکردهای نوین (مانند WAMPAC) بایستی چگونه باشد؟ به نظر شما آیا کشور به سمت توسعه این رویکردها حرکت کند؟ حرکت آن چگونه باشد؟</p> <p>به نظر بنده در زمینه ساخت، ضریب نفوذ شاخص مناسبی است برای مثال تا ۱۰ سال آینده بتوانیم یک چهارم (۲۵٪) رله های کشور را تأمین کنیم. در سه سال اول ۱۰٪ در سه سال دوم ساخت نمونه های پایلوت و در چهار سال آخر نصب تعدادی که مد نظر داریم.</p> <p>در زمینه دانشی میزان انرژی توزیع نشده یا سطح خاموشی که در اثر حفاظت رخ داده شاخص مناسبی است. مثلا اگر شاخصی به صورت تعداد خاموشی در میزان بار خاموشی تعریف شود می تواند شاخص خوبی باشد.</p> <p>در زمینه توسعه سیستم حفاظت چه شاخص های کمی پیشنهاد می کنید؟ تغییرات این شاخص ها طی ۱۰ سال آینده و در سه دوره زمانی کوتاه، میان و بلند مدت چگونه بایستی باشد؟</p>
دکتر گیلوانژاد	پژوهشگاه نیرو	

نکات مطرح شده از جانب خبرگان در خصوص چشم انداز توسعه فناوری های حفاظت		شرکت/دانشگاه	نام خبره
نکات مطرح شده	موضوع		
نکات مطرح شده از جانب خبرگان در خصوص چشم انداز توسعه فناوری های حفاظت		شرکت/دانشگاه	نام خبره
نکات مطرح شده	موضوع		
-	برنامه های آبی و ضمنی مجموعه وزارت نیرو در زمینه حفاظت شبکه قدرت چیست؟	وزارت نیرو	دکتر فرمد
ایمنی مهمترین بعد می باشد زیرا ممکن است حوادثی رخ دهد که به جان انسانها لطمه وارد کند.	در توسعه فناوری های حفاظت کدام یک از ابعاد (فنی، اقتصادی، امنیتی و ...) از اهمیت بیشتری برخوردار است؟		
توسعه دانش و فناوری هر دو	اولویت کشور تمرکز در کدامیک از حوزه های توسعه فناوری و یا توسعه علوم و دانش حفاظت می باشد؟		
-	در زمینه ساخت تجهیزات، ساخت تجهیزات در چه سطح ولتاژی توصیه می شود؟		
حمایت های سیاسی دولت نقش بسیاری در افزایش توان رقابتی و در دست گرفتن بازارهای منطقه دارد (برای نمونه حمایت سیاسی کشور در زمینه ساخت و فروش توربین های گازی به عراق). حتی اگر رله پر کاربرد با عملکرد قابل قبول ساخته شود و ریسک اضافه شدن رله به شبکه پذیرفته شود رله بایستی بتواند در منطقه بازار خود را پیدا کند.	آیا ایران توان و ظرفیت لازم جهت رقابت با کشورهای مختلف (منطقه، آسیا) را دارا می باشد؟ مزیت رقابتی ایران نسبت به سایر کشورهای منطقه چیست؟		
-	با توجه به الزامات موجود در اسناد بالادستی مانند سند چشم انداز ۱۴۰۴ جایگاه و رتبه کشور را در زمینه توسعه فناوری های حفاظت چگونه ارزیابی می کنید؟		
رفتن به سمت رویکردهای نوین اجتناب ناپذیر است. فشار تکنولوژیک ما را به سمت رویکردهای نوین حرکت خواهد داد.	جهت گیری کشور نسبت به توسعه رویکردهای نوین (مانند WAMPAC) بایستی چگونه باشد؟ به نظر شما آیا کشور به سمت توسعه این رویکردها حرکت کند؟ حرکت آن چگونه باشد؟		
شاخص عملکرد صحیح حفاظت	در زمینه توسعه سیستم حفاظت چه شاخص های کمی پیشنهاد می کنید؟ تغییرات این شاخص ها طی ۱۰ سال آینده و در سه دوره زمانی کوتاه، میان و بلند مدت چگونه بایستی باشد؟		
نکات مطرح شده از جانب خبرگان در خصوص چشم انداز توسعه فناوری های حفاظت		شرکت/دانشگاه	نام خبره
نکات مطرح شده	موضوع		
-	برنامه های آبی و ضمنی مجموعه وزارت نیرو در زمینه حفاظت شبکه قدرت چیست؟	پژوهشگاه نیرو	مهندس جلالی
تجهیزات حفاظتی تجهیزاتی می باشند که جهت حفاظت تجهیزات مهم شبکه (مانند ترانس و ژنراتور) مورد استفاده قرار می گیرند که این امر بر درجه اهمیت موضوع حفاظت و توسعه و بهبود آن می افزاید.	در توسعه فناوری های حفاظت کدام یک از ابعاد (فنی، اقتصادی، امنیتی و ...) از اهمیت بیشتری برخوردار است؟		
توسعه دانش و فناوری هر دو به موازات هم	اولویت کشور تمرکز در کدامیک از حوزه های توسعه فناوری و یا توسعه علوم و دانش حفاظت می باشد؟		
در بخش انتقال به دلیل اهمیت شبکه و وجود ریسک بالا، خرید تجهیزات توصیه می شود ولی در سطح ولتاژ متوسط و پایین به دلیل وجود بازار داخلی قوی ساخت تجهیزات توصیه می گردد.	در زمینه ساخت تجهیزات، ساخت تجهیزات در چه سطح ولتاژی توصیه می شود؟		
خیر- زیرا برند در میان مشتریان از اهمیت بالایی برخوردار است و بازار رله در حال حاضر در دست دو الی سه شرکت خیلی مهم در دنیا می باشد (مانند	آیا ایران توان و ظرفیت لازم جهت رقابت با کشورهای مختلف (منطقه، آسیا) را دارا می باشد؟ مزیت رقابتی		



نکات مطرح شده از جانب خبرگان در خصوص چشم انداز توسعه فناوری های حفاظت		شرکت/دانشگاه	نام خبره
نکات مطرح شده	موضوع		
شرکت زیمنس، ABB و ...). رله تجهیز مهمی است از این جهت که از تجهیزات مهمی حفاظت می کند لذا کشورها از برندهای معروف خریداری می کنند و به خاطر ۱۰ ال ۲۰ درصد هزینه کمتر چنین ریسکی نمی کنند که از رله های نا آشنا استفاده کنند.	ایران نسبت به سایر کشورهای منطقه چیست؟		
خیر	با توجه به الزامات موجود در اسناد بالادستی مانند سند چشم انداز ۱۴۰۴ جایگاه و رتبه کشور را در زمینه توسعه فناوری های حفاظت چگونه ارزیابی می کنید؟		
این رویکردها به این زودی ها گسترش نخواهد یافت لاقلاً به جرأت می توان گفت تا ۱۰ سال آینده بعید است این رویکرد وارد کشور گردد شاید تا ۳۰ سال آینده این اتفاق بیفتد. به نظر بنده رویکرد WAMPAC مشکلات خود را دارد و قاعداً اجرا نخواهد شد.	جهت گیری کشور نسبت به توسعه رویکردهای نوین (مانند WAMPAC) بایستی چگونه باشد؟ به نظر شما آیا کشور به سمت توسعه این رویکردها حرکت کند؟ حرکت آن چگونه باشد؟		
تعیین ضریب نفوذ برای تجهیزات	در زمینه توسعه سیستم حفاظت چه شاخص های کمی پیشنهاد می کنید؟ تغییرات این شاخص ها طی ۱۰ سال آینده و در سه دوره زمانی کوتاه، میان و بلند مدت چگونه بایستی باشد؟		
نکات مطرح شده از جانب خبرگان در خصوص چشم انداز توسعه فناوری های حفاظت		شرکت/دانشگاه	نام خبره
نکات مطرح شده	موضوع		
-	برنامه های آتی و ضمنی مجموعه وزارت نیرو در زمینه حفاظت شبکه قدرت چیست؟		
-	در توسعه فناوری های حفاظت کدام یک از ابعاد (فنی، اقتصادی، امنیتی و ...) از اهمیت بیشتری برخوردار است؟		
هر دو حوزه مهم می باشند.	اولویت کشور تمرکز در کدامیک از حوزه های توسعه فناوری و یا توسعه علوم و دانش حفاظت می باشد؟		
شرط در دست گرفتن بازار منطقه و ورود به بازار جهانی، عرضه کالاها تحت یک برند مناسب است که برای دستیابی به این امر باید برنامه منسجمی وجود داشته باشد و تمام شرکت هایی که به طور مجزا در این زمینه فعالیت می کنند در کنار هم قرار گیرند و با یک برند عرضه کنند.	آیا ایران توان و ظرفیت لازم جهت رقابت با کشورهای مختلف (منطقه، آسیا) را دارا می باشد؟ مزیت رقابتی ایران نسبت به سایر کشورهای منطقه چیست؟		
کشورهایی مانند عربستان با سرمایه گذاری عظیمی که در این حوزه انجام داده است و نیز کشور ترکیه رقبا جدی ما در منطقه هستند که با برنامه ریزی منسجم و اجرای قوی می توان از آنها پیشی گرفت.	با توجه به الزامات موجود در اسناد بالادستی مانند سند چشم انداز ۱۴۰۴ جایگاه و رتبه کشور را در زمینه توسعه فناوری های حفاظت چگونه ارزیابی می کنید؟	پژوهشگاه نیرو	دکتر قاضی زاده
-	جهت گیری کشور نسبت به توسعه رویکردهای نوین (مانند WAMPAC) بایستی چگونه باشد؟ به نظر شما آیا کشور به سمت توسعه این رویکردها حرکت کند؟ حرکت آن چگونه باشد؟		
بهتر است دو چشم انداز داشته باشیم یکی در حوزه توسعه دانش حفاظت و دیگری توسعه فناوری.	در زمینه توسعه سیستم حفاظت چه شاخص های کمی پیشنهاد می کنید؟ تغییرات این شاخص ها طی ۱۰ سال آینده و در سه دوره زمانی کوتاه، میان و بلند مدت چگونه بایستی باشد؟		
در حوزه سیستمی در بخش بکارگیری سیستم های حفاظتی، شاخص های عملکرد صحیح و میزان انرژی توزیع نشده مطرح می شود. در بخش تکنولوژی و ساخت ارزش صادرات تجهیز بایستی بزرگتر از ارزش واردات آن باشد.	برنامه های آتی و ضمنی مجموعه وزارت نیرو در زمینه حفاظت شبکه قدرت چیست؟		
-	برنامه های آتی و ضمنی مجموعه وزارت نیرو در زمینه حفاظت شبکه قدرت چیست؟		

نام خبره	شرکت/دانشگاه	موضوع	نکات مطرح شده از جانب خبرگان در خصوص چشم انداز توسعه فناوری های حفاظت
نام خبره	شرکت/دانشگاه	موضوع	نکات مطرح شده از جانب خبرگان در خصوص چشم انداز توسعه فناوری های حفاظت
مهندسین عابد رشیدی	مشاور مدیریت شبکه	برنامه های آتی و ضمنی مجموعه وزارت نیرو در زمینه حفاظت شبکه قدرت چیست؟ در توسعه فناوری های حفاظت کدام یک از ابعاد (فنی، اقتصادی، امنیتی و ...) از اهمیت بیشتری برخوردار است؟ اولویت کشور تمرکز در کدامیک از حوزه های توسعه فناوری و یا توسعه علوم و دانش حفاظت می باشد؟ آیا ایران توان و ظرفیت لازم جهت رقابت با کشورهای مختلف (منطقه، آسیا) را دارا می باشد؟ مزیت رقابتی ایران نسبت به سایر کشورهای منطقه چیست؟ با توجه به الزامات موجود در اسناد بالادستی مانند سند چشم انداز ۱۴۰۴ جایگاه و رتبه کشور را در زمینه توسعه فناوری های حفاظت چگونه ارزیابی می کنید؟ جهت گیری کشور نسبت به توسعه رویکردهای نوین (مانند WAMPAC) بایستی چگونه باشد؟ به نظر شما آیا کشور به سمت توسعه این رویکردها حرکت کند؟ حرکت آن چگونه باشد؟ در زمینه توسعه سیستم حفاظت چه شاخص های کمی پیشنهاد می کنید؟ تغییرات این شاخص ها طی ۱۰ سال آینده و در سه دوره زمانی کوتاه، میان و بلند مدت چگونه بایستی باشد؟ برنامه های آتی و ضمنی مجموعه وزارت نیرو در زمینه حفاظت شبکه قدرت چیست؟	مهمترین برنامه ای که در دست اقدام می باشد تدوین نظامنامه حفاظت است. دستورالعمل ثبت حوادث نیز در حال تدوین می باشد. - توسعه دانش در اولویت است. زیرا ساخت رله در ایران اقتصادی نیست، رله هر روز تغییر می کند ما باید تحقیقات قوی برای آن داشته باشیم. از آنجا که علم آن را نداریم لذا در حال حاضر ساخت رله مقرون به صرفه نیست به جای ساخت رله بهتر است مرکز تأیید و تست رله بسازیم چون رله تجهیز ارزان قیمتی است ولی وظیفه حفاظت از تجهیزات گرانقیمت را بر عهده دارد. توسعه دانش حفاظت خیلی مهمتر از ساخت رله می باشد. - - شاخص عملکرد صحیح حفاظت شاخص کمی مناسبی است ولی از آنجا که این شاخص به تنهایی برای ارزیابی وضعیت شرکتها کافی نیست و در برخی مواقع شبکه از نظر شاخص عملکرد صحیح وضعیت خوبی دارد ولی پارامترهای دیگر مطلوب نیستند لذا شاخص کمی دیگری به نام شاخص مهندسی حفاظت در کنار آن تعریف شده که شامل مجموعه ای از متغیرهاست که در ارزیابی وضعیت حفاظتی مؤثرند. مهمترین برنامه ای که در دست اقدام می باشد تدوین نظامنامه حفاظت است. دستورالعمل ثبت حوادث نیز در حال تدوین می باشد.

## ۲-۴- چشم انداز و اهداف کلان توسعه دانش و فناوری حفاظت

جهت گیری های کلان و نیازهای صنعت برق کشور برای حفاظت و همچنین اشاره موکد و مکرر اسناد بالادستی در زمینه

توسعه فناوری تجهیزات حفاظت شبکه برق در کشور و وجود زیرساخت های مناسب، الزام برنامه ریزی و سرمایه گذاری جهت

برداشتن گامی رو به جلو در راستای تحقق این اهداف را به وجود می آورد.

به علاوه، با نگاهی به برنامه های کلان و زیرساخت های کشورهای منطقه و همچنین نظرات خبرگان دیده می شود که اغلب، برنامه ای در زمینه توسعه فناوری های تجهیزات حفاظت شبکه برق ندارند و تمرکز اصلی کشورهای منطقه بر واردات این فناوری ها از کشورهای پیشرفته و صاحب برند است، بنابراین با توجه به زیرساخت ها و پتانسیل های داخلی می توان انتظار دستیابی به یک جایگاه مناسب در زمینه هریک از فناوری های مورد مطالعه، در سطح منطقه داشت.

در مراجع مختلف علمی از چهار مؤلفه ایمنی و امنیت بالا، بهره وری، دارای پایایی و قابلیت اطمینان بالا و سازگار با محیط زیست به عنوان شاخصه های یک شبکه برق آرمانی نام برده می شود. در جهت گیری های کلان شبکه برق کشور نیز به این چهار عامل توجه جدی گردیده است. از آنجاکه توسعه فناوری های تجهیزات حفاظت شبکه برق می تواند در بهبود شاخص های ارتقا امنیت، افزایش بهره وری و پایایی مؤثر واقع شود لذا توسعه این فناوری ها در ده سال آینده می بایست مورد توجه ویژه قرار گیرد. مسائل زیست محیطی اگرچه در شبکه برق مورد توجه قرار دارد اما حوزه فناوری های تجهیزات حفاظت شبکه برق به صورت مستقیم در ارتقا این شاخص اثرگذار نیست. با توجه به مطالب گفته شده در چشم انداز فناوری های تجهیزات حفاظت شبکه برق، توجه به امنیت، قابلیت اطمینان و بهره وری بسیار حائز اهمیت است که بر همین اساس در بیانیه چشم انداز به این نکات توجه ویژه ای شده است.

با توجه به موضوعات رفع نیازمندی های شبکه برق و توجه به بازارهای منطقه ای در زمینه فناوری های تجهیزات حفاظت و همچنین ارتقا دانش حفاظت در شبکه برق، در بیانیه چشم انداز در بخش های تولید، انتقال و توزیع برخورداری از توانمندی صنعتی و دانش فنی طراحی و ساخت تجهیزات حفاظتی مورد توجه ویژه ای قرار گرفته است و برای ورود به بازارهای منطقه ای سهم رو به رشدی در افق برنامه بازارهای منطقه ای در چشم انداز در نظر گرفته شده است. یکی از موضوعات مهم در زمینه دانش حفاظت، رسیدن به دانش روز دنیا در زمینه طراحی و بهره برداری از سیستم های حفاظتی و ارتقا نیروی انسانی در زمینه دانش است که در بیانیه چشم انداز بدان پرداخته شده است. جمع بندی نتایج حاصل از اسناد بالادستی، نظرات خبرگان و مطالعه سایر کشورها در قالب بیانیه چشم انداز و اهداف کلان در ادامه ارائه شده است:

### چشم انداز توسعه دانش و فناوری حفاظت:

با اتکال به خداوند متعال و به پشتوانه توانمندی متخصصان کشور و با توجه به سیاست‌های اقتصاد مقاومتی در جهت دستیابی به شبکه‌ای ایمن، مطمئن و پایدار، جمهوری اسلامی ایران در حوزه دانش و فناوری‌های حفاظت در شبکه قدرت طی مدت ده سال کشوری خواهد بود:

- ❖ برخوردار از توانمندی صنعتی داخلی قابل رقابت در بخش توزیع
  - ❖ برخوردار از دانش فنی طراحی و ساخت تجهیزات حفاظتی در بخش‌های تولید و انتقال
  - ❖ دارای سهم رو به رشد از بازارهای منطقه‌ای و بین‌المللی
  - ❖ برخوردار از رویکردهای نوین و دانش روز دنیا در زمینه طراحی و بهره‌برداری سیستم‌های حفاظتی
  - ❖ برخوردار از زیرساخت‌های اساسی توسعه دانش و فناوری‌های تجهیزات حفاظت
  - ❖ برخوردار از نیروی انسانی کارآمد در بهره‌برداری از تجهیزات در شبکه قدرت
- در راستای بندهای اول و دوم چشم‌انداز با توجه به پتانسیل کشور در انواع رله‌های مورد نیاز بخش‌های توزیع، فوق توزیع و انتقال به صورت مشخص در اهداف کلان می‌توانی کشور در دستیابی به نیازمندی‌های داخلی با توجه به نظرات خبرگان و همچنین شرکت‌های سازنده رله مشخص شده است. در این زمینه همچنین دستیابی به سخت افزار رله حفاظتی و ثبت پتنت بین المللی نرم افزار رله حفاظتی در نظر گرفته شده است. در زمینه پتانسیل صادرات کشور نیز با توجه به اینکه حجم بازار مناسبی در کشورهای منطقه وجود دارد با برنامه‌ریزی مدون بنا به نظر خبرگان این حوزه می‌توان به میزان حداقل ۲۵٪ فروش داخل بازارهای منطقه‌ای را در اختیار گرفت. در ادامه اهداف کلان توسعه دانش و فناوری حفاظت بیان شده است.

### اهداف کلان توسعه دانش و فناوری حفاظت:

- ❖ آمادگی صنعت داخلی برای تامین حداقل ۵۰ درصد نیاز شبکه توزیع کشور
- ❖ آمادگی صنعت داخلی برای تامین تا حداقل ۵ درصد نیاز شبکه فوق توزیع و انتقال کشور
- ❖ دستیابی به حداقل ۳ سخت افزار صنعتی برای هر کدام از رله های حفاظتی تک ورودی و چند ورودی
- ❖ ثبت پتنت حداقل ۳ نرم افزار برای هر کدام از تجهیزات حفاظتی پرمصرف در سطح بین المللی
- ❖ ثبت صادرات حداقل به میزان ۲۵ درصد فروش داخلی
- ❖ استقرار کامل ساختار نظارتی در سطح ملی و شرکت‌های برق منطقه‌ای



فصل سوم:

جمع بندی و نتیجه گیری



در این گزارش به عنوان یکی از گزارشات مرحله سوم پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های حفاظت در شبکه ایران، به منظور ترسیم آینده روشن و مطلوب برای دانش و فناوری‌های حفاظت تحت شمول سند مذکور، با استفاده از مفهوم چشم انداز و بررسی چشم انداز اسناد کشورهای پیشرو و درحال توسعه در این زمینه، به ترسیم چشم انداز مطلوب و معقول پرداخته شد. در این راستا ارائه مرور ادبیات تدوین چشم انداز و اهداف کلان در فصل اول انجام گردید و در فصل دوم با استفاده از الگوهای اخذ شده از مطالعات تطبیقی و نظرات خبرگان این حوزه و در راستای الزامات اخذ شده از اسناد بالادستی برای این سند، به جمع بندی و تدوین چشم انداز دانش و فناوری‌های حفاظت در شبکه برق پرداخته شد.



## مراجع

- ۱- دیوید، فرد آر؛ مدیریت استراتژیک، ترجمه دکتر علی پارسائیان و دکتر سید محمد اعرابی، ۱۳۸۱.
- ۲- پیرس و رایبسون، 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.
- ۵- روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور ۱۳۹۱.
- 6-Transmission Technology Roadmap, TECHNOLOGY INNOVATION OFFICE, Bonneville Power Administration, 2006.
- 7-Transmission Technology Roadmap Pathways to BC's Future Grid; Research and Development Program Office, System Planning and Asset Management Division, BC Transmission Corporation, 2008.
- 8-Deyu Cai, Wide Area Monitoring, Protection and Control in the Future Great Britain Power System, University of Manchester, A thesis for the degree of Doctor of Philosophy, 2012.
- 9-The use of Synchronphasors in Power System, An indispensable Infrastructure in 21th Century (The MedFassee Project), Department of Electrical Engineering, Federal University of Santa Catarina (UFSC).

## فهرست مطالب

فصل اول: مرور ادبیات اولویت بندی فناوری و سبک اکتساب فناوری .....	۱
۱-۱- مقدمه .....	۱
۲-۱- مرور ادبیات روش های تصمیم گیری چند شاخصه .....	۲
۱-۲-۱- فرآیند تصمیم گیری چند شاخصه .....	۱۰
۲-۲-۱- فرایند تحلیل سلسله مراتبی .....	۱۶
۳-۲-۱- ماتریس جذابیت و توانمندی .....	۲۰
۳-۱- مدل های اکتساب فناوری .....	۲۲
۱-۳-۱- مدل کیه زا .....	۲۳
۲-۳-۱- مدل فلوید (ای دی لیتل) .....	۲۷
۳-۳-۱- مدل فورد .....	۲۸
۴-۳-۱- مدل تید-بیسنت-پاویت .....	۲۹
۵-۳-۱- مدل گیلبرت .....	۳۰
۶-۳-۱- مقایسه مدل ها .....	۳۳
۴-۱- نتیجه گیری و متدولوژی منتخب .....	۳۵
فصل دوم: معیارهای ارزیابی و اولویت بندی تجهیزات حفاظت در شبکه برق .....	۳۹
۱-۲- مقدمه .....	۴۱
۲-۲- معیارهای ارزیابی تجهیزات حفاظت در شبکه برق .....	۴۱
۳-۲- اولویت بندی تجهیزات حفاظت بر اساس معیارهای جذابیت .....	۴۴
۴-۲- نتیجه گیری و ترسیم ماتریس جذابیت-توانمندی فناوری های تجهیزات حفاظت .....	۴۸
فصل سوم: سبک اکتساب فناوری های اولویت دار تجهیزات حفاظت در شبکه برق .....	۵۱

۵۳	مقدمه	۱-۳
۵۳	تشریح مدل سبک اکتساب	۲-۳
۵۴	اجزاء مدل اکتساب فناوری	۱-۲-۳
۵۶	ارزیابی معیارهای سبک اکتساب	۳-۳
۵۷	معیار حجم بازار	۱-۳-۳
۵۸	معیار چرخه عمر فناوری	۲-۳-۳
۶۷	شکاف تکنولوژیک	۳-۳-۳
۶۹	استراتژیک بودن فناوری	۴-۳-۳
۷۰	انتخاب روش مناسب اکتساب	۴-۳
۷۷	نتیجه گیری	
۷۹	پیوست شماره ۱	
۹۱	مراجع	

### فهرست شکل ها

- شکل (۱-۱): دسته بندی شرایط حاکم بر مسئله تصمیم گیری ..... ۵
- شکل (۲-۱): جایگاه تصمیم گیری چند شاخصه نسبت به تصمیم گیری چندمعیاره ..... ۸
- شکل (۳-۱): خط کش اندازه گیری کیفی ..... ۹
- شکل (۴-۱): فرآیند تصمیم گیری چند شاخصه ..... ۱۱
- شکل (۵-۱): فرایند تعریف مسئله ..... ۱۲
- شکل (۶-۱): مثالی از سلسله مراتب یک مسئله تصمیم گیری ..... ۱۸
- شکل (۷-۱): تقسیم بندی ماتریس جذابیت-قابلیت ..... ۲۰
- شکل (۸-۱): تقسیم بندی ماتریس از طریق خطوط مورب ..... ۲۲
- شکل (۹-۱): متدولوژی اولویت بندی و اکتساب فناوری های اولویت دار ..... ۳۷
- شکل (۱-۲): درخت فناوری تجهیزات حفاظت شبکه برق ..... ۴۲
- شکل (۲-۲): معیارهای ارزیابی و اولویت بندی فناوری های حفاظت ..... ۴۳
- شکل (۳-۲): نمودار سهم گروه های شرکت کننده ..... ۴۶
- شکل (۴-۲): اولویت بندی فناوری های تجهیزات حفاظت بر اساس مجموع نظرات خبرگان ..... ۴۷
- شکل (۵-۲): ماتریس جذابیت و توانمندی بالقوه فناوری های تجهیزات حفاظت براساس مجموع نظرات خبرگان ..... ۴۹
- شکل (۱-۳): مدل مفهومی اکتساب فناوری های اولویت دار ..... ۵۶
- شکل (۲-۳): میزان امتیاز حجم بازار هر یک از فناوری های تجهیزات حفاظت بر اساس پرسشنامه ..... ۵۸
- شکل (۳-۳): چرخه عمر فناوری ..... ۵۹
- شکل (۴-۳): تعداد مقالات چاپ شده در ژورنال های معتبر در حوزه رله های حفاظتی و تجهیزات پایش و پردازش ..... ۶۰

- شکل (۳-۵): تغییرات آمار چاپ مقالات در دو حوزه رله های حفاظتی و تجهیزات پایش و پردازش طی سال های مختلف ..... ۶۱
- شکل (۳-۶): تعداد پتنت های ثبت شده در حوزه رله های حفاظتی در سال های ۲۰۰۵-۲۰۱۵ ..... ۶۲
- شکل (۳-۷): تعداد پتنت های ثبت شده در حوزه تجهیزات پایش و پردازش در سال های ۲۰۰۵-۲۰۱۵ ..... ۶۲
- شکل (۳-۸): نوع رله های خریداری شده در سال های ۲۰۰۹-۲۰۱۱ در کشورهای آمریکای شمالی ..... ۶۳
- شکل (۳-۹): تغییرات مالی بازار رله در سال های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۲ ..... ۶۴
- شکل (۳-۱۰): تغییرات مالی بازار رله در سال های ۲۰۱۵ و ۲۰۲۴ براساس تحلیل شرکت Navigant Research ..... ۶۴
- شکل (۳-۱۱): تغییرات مالی بازار رله در سال های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۹ براساس تحلیل شرکت MarketsandMarkets ..... ۶۵
- شکل (۳-۱۲): تغییرات مالی بازار رله در سال های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۹ براساس تحلیل شرکت MarketsandMarkets و براساس نوع رله ..... ۶۵
- شکل (۳-۱۳): افزایش تعداد PMU در ایالت کالیفرنیا در سال های ۲۰۰۷ و ۲۰۱۳ ..... ۶۶
- شکل (۳-۱۴): تغییرات مالی بازار PMU در سال های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۳ ..... ۶۷
- شکل (۳-۱۵): میزان امتیاز توانمندی بالقوه هر یک از فناوری های تجهیزات حفاظت بر اساس پرسشنامه ..... ۶۸
- شکل (۳-۱۶): امتیاز تأثیر بر پدافند غیرعامل هر یک از فناوری های تجهیزات حفاظت بر اساس پرسشنامه ..... ۷۰
- شکل (۳-۱۷): رابطه بین انواع دانش، روش های یادگیری و سبک های نظام نوآوری ..... ۷۲
- شکل (۳-۱۸): رابطه رویکردهای سبک اکتساب با سطوح آمادگی فناوری ..... ۷۴
- شکل (۳-۱۹): رویکردهای اکتساب فناوری STI و DUI ..... ۷۴
- شکل (۳-۲۰): چرخه عمر فناوری رله و تجهیزات پایش و پردازش ..... ۷۵

## فهرست جداول

- جدول (۱-۱): ماتریس تصمیم گیری چند شاخصه ..... ۸
- جدول (۲-۱): نحوه ارزش گذاری شاخص ها نسبت به یکدیگر ..... ۱۹
- جدول (۳-۱): عوامل مؤثر بر سبک مناسب اکتساب فناوری ..... ۲۳
- جدول (۴-۱): انتخاب روش مناسب همکاری فناورانه ..... ۲۶
- جدول (۵-۱): ماتریس فورد انتخاب روش دستیابی به فناوری بر اساس پنج معیار مؤثر ..... ۲۹
- جدول (۶-۱): تعیین سبک اکتساب مدل تایید-بیسنت-پاویت ..... ۳۰
- جدول (۷-۱): انواع روش های همکاری فناورانه در مدل تایید-بیسنت-پاویت ..... ۳۰
- جدول (۸-۱): ماتریس انتخاب سیستم و روش مناسب انتقال فناوری گیلبرت ..... ۳۳
- جدول (۹-۱): مقایسه مدل های اکتساب فناوری از منظر روش های پیشنهادی ..... ۳۴
- جدول (۱۰-۱): مقایسه مدل های اکتساب فناوری از نظر جامعیت ..... ۳۵
- جدول (۱-۲): اوزان هر یک از معیارهای اولویت بندی تجهیزات حفاظت براساس نظرات خبرگان ..... ۴۵
- جدول (۲-۲): اوزان هر یک از معیارهای اولویت بندی تجهیزات حفاظت براساس نظرات خبرگان ..... ۴۶
- جدول (۱-۳): حجم بازار هر یک از فناوری های تجهیزات حفاظت در داخل کشور ..... ۵۷
- جدول (۲-۳): حجم بازار داخلی هر یک از فناوری های اولویت دار تجهیزات حفاظت ..... ۵۸
- جدول (۳-۳): چرخه عمر هر یک از تجهیزات حفاظت اولویت دار ..... ۶۷
- جدول (۴-۳): شکاف تکنولوژیک تجهیزات حفاظت شبکه برق ..... ۶۹
- جدول (۵-۳): میزان استراتژیک بودن تجهیزات حفاظت اولویت دار ..... ۷۰
- جدول (۶-۳): سبک اکتساب مناسب هر یک از فناوری های تجهیزات حفاظت اولویت دار ..... ۷۱
- جدول (۷-۳): مقایسه سبک های اکتساب فناوری ..... ۷۲



۱ فصل اول: مرور ادبیات اولویت بندی

فناوری و سبک اکتساب فناوری



## مقدمه

یکی از موضوعات مهم در برنامه ریزی توسعه فناوری، اولویت بندی فناوری ها در تمامی حوزه های فناورانه است. این امر از آن جهت دارای اهمیت است که پرداختن به همه فناوری های روز با توجه به تعدد موضوعات مطرح و نیز با در نظر گرفتن محدودیت منابع (منابع مالی، انسانی، زمان و ...)، امکان پذیر نخواهد بود. در حوزه فناوری تجهیزات حفاظت نیز با توجه به گستردگی این فناوری و کاربردهای متنوع آن و عدم امکان سرمایه گذاری در همه انواع فناوری تجهیزات حفاظت، اولویت بندی فناوری ها از اهمیتی ویژه ای برخوردار است. برخی کشورها نیز برای توسعه فناوری تجهیزات حفاظت اولویت بندی را انجام داده و بر اساس آن منابع خود را در جهت توسعه فناوری تجهیزات حفاظت اولویت دار تخصیص داده اند. اولویت بندی فناوری ها کارکردهای فراوانی دارد که عبارتند از:

- تعریف پروژه های پژوهشی دارای اولویت بر اساس نیازهای فعلی و آینده
- انسجام و هماهنگی بین موضوعات پژوهشی در راستای نیل به اهداف تعیین شده
- ایجاد یک چارچوب تعامل و همکاری فی مابین تمامی ذی نفعان علی الخصوص مراکز پژوهشی و صنعت
- تخصیص منابع مالی و انسانی به صورت هدفمند در جهت پروژه های اولویت دار
- بسترسازی جهت تدوین، توجیه و تصویب برنامه و بودجه های سالیانه
- تمرکز سیاست ها و اقدامات حمایتی در جهت فناوری های اولویت دار

حال با توجه به مزایای اولویت بندی و تدوین ارکان جهت ساز، روش های مختلفی در ادبیات اولویت بندی فناوری همچون روش های اولویت بندی جذابیت - توانمندی با روش های تصمیم گیری چند معیاره، آینده پژوهی، روش لیتل و ... وجود دارد. در این مطالعه با توجه به این که از ماتریس جذابیت و توانمندی جهت اولویت بندی فناوری استفاده شده است و به منظور تحلیل جذابیت فناوری معیارهای مختلفی در نظر گرفته شده است، از روش های تصمیم گیری چند معیاره استفاده شده است. در این فصل ادبیات تصمیم گیری چند معیاره به عنوان یکی از روش های اولویت بندی فناوری به اختصار بیان شده است. در این روش با توجه به مجموعه ای از معیارها، گزینه های مورد بررسی اولویت بندی می شوند. همچنین به منظور بیان متدولوژی اکتساب

فناوری مروری بر ادبیات اکتساب فناوری در این بخش صورت پذیرفته است. در انتهای این فصل با توجه به مرور ادبیات اولویت‌بندی و اکتساب فناوری، روش منتخب جهت اولویت‌بندی و اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار بیان شده است.

## ۱-۱- مرور ادبیات روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه<sup>۱</sup>

روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره<sup>۲</sup> به طور وسیع در دهه‌ی ۱۹۶۰ توسعه پیدا کردند. روش‌های کلاسیک مانند الکت<sup>۳</sup> محصول همین پیشرفت‌ها هستند. در دهه‌ی ۱۹۷۰ روش‌های جدید و نسخه‌های اصلاح شده‌ی روش‌های موجود توسعه پیدا کرد و در نهایت در دهه‌ی ۱۹۸۰ با استفاده از رایانه، در کاربرد و نتایج حاصل از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره تحول سریعی رخ داد [۱].

به طور عام، روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر چند بخش اصلی هستند؛ تعیین گزینه‌های مختلف برای انتخاب، انتخاب معیارهای ارزیابی گزینه‌های مختلف و تعیین نتایج ارزیابی هر یک از گزینه‌ها، براساس معیارهای ارزیابی. در نتیجه‌ی این بررسی یک ماتریس که عموماً تحت عنوان ماتریس تصمیم خوانده می‌شود، به دست می‌آید.

علی‌رغم اینکه روش‌های مختلفی با عنوان تصمیم‌گیری چند معیاره شناخته می‌شوند (مانند روش‌های بهینه‌سازی و یا روش‌های رتبه‌بندی)، گام‌هایی که باید در مسیر تصمیم‌گیری برداشته شوند بسیار به هم شبیه هستند. این گام‌ها عبارت‌اند از تعریف مسئله، تعیین و تبیین گزینه‌ها، انتخاب معیارها، تشکیل و مقداردهی ماتریس تصمیم، تعیین وزن معیارها، اولویت‌بندی گزینه‌ها و تصمیم‌گیری.

لینکوف<sup>۴</sup> و دیگران روش تصمیم‌گیری در سازمان‌های مختلف مرتبط با محیط‌زیست را در ایالات متحده و اروپا ارائه می‌کنند. آن‌ها بیان می‌کنند که علی‌رغم اینکه فرآیند تصمیم‌گیری اغلب بر مبنای مدل‌سازی فیزیکی و بعد بهینه‌سازی مهندسی بنا شده است، سازمان‌های متولی مسائل زیست‌محیطی در حال حرکت به سمت استفاده از ابزارهای تصمیم‌گیری تحلیلی، به خصوص روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره هستند. آن‌ها همچنین ارتباط بین گام‌های مختلف ذکر شده در بالا برای تصمیم‌گیری چند معیاره و فرآیندهای برنامه‌ریزی در سطح عمومی را تبیین کرده‌اند [۱].

1. Multiple Attribute Decision Making (MADM)

2. Multiple Criteria Decision Making (MCDM)

3. ELECTRE

4. Linkov

در حوزه‌ی انرژی، نیاز به در نظر گرفتن شاخص‌های زیست‌محیطی، تکنولوژیک و اجتماعی در برنامه‌ریزی انرژی، استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره را رونق بخشیده است. پوهکار و رامچاندران<sup>۱</sup> در بین روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی<sup>۲</sup>، روش پرومته<sup>۳</sup> و روش الکتراه را پرستفاده‌ترین روش‌ها در برنامه‌ریزی انرژی می‌دانند [۱]. روش الکتراه بر مبنای تعیین اولویت‌های بالاتر بین هر جفت از گزینه‌های مختلف عمل می‌کند. سپس ماتریس‌های توافق<sup>۴</sup> و تنافر<sup>۵</sup> برای انتخاب یا رتبه‌بندی بین گزینه‌های مختلف تشکیل داده می‌شوند. بکالی و دیگران<sup>۶</sup> نشان داده‌اند که این روش به خوبی در برنامه‌ریزی انرژی مورد استفاده قرار گرفته است. آن‌ها یک برنامه‌ی عملیاتی را برای توسعه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر در مقیاس منطقه‌ای، با استفاده از رویکرد چند معیاره با دوازده معیار ارزیابی، بررسی کرده‌اند. این معیارها در چهار دسته سازگاری با شرایط سیاسی و حقوقی، سازگاری با شرایط تکنولوژیک و اقتصادی، سازگاری با تقاضای انرژی پیش‌بینی شده و تطابق با محدودیت‌های زیست‌محیطی طبقه‌بندی شده‌اند [۱].

روش الکتراه، همچنان که گئورگوپولو و دیگران<sup>۷</sup> گزارش کرده‌اند، برای تدوین استراتژی انرژی در جزیره‌ی کرت<sup>۸</sup> مورد استفاده قرار گرفته است. در این بررسی چهار دسته معیار اقتصادی، سیاسی، تکنولوژیک و زیست‌محیطی برای ارزیابی و مقایسه گزینه‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب بین گزینه‌های مختلف در سیاست‌های انرژی در سطح منطقه‌ای، خصوصاً در مناطقی که دارای منابع فراوان انرژی‌های تجدیدپذیر هستند مورد تأکید این پژوهش است. استفاده از این روش‌ها، در این موارد، وارد کردن معیارهای زیست‌محیطی را، به مانند معیارهای فنی، اقتصادی و سیاسی، برای تحلیل ممکن می‌کند. به هر حال این نکته مورد تأکید قرار گرفته است که ما با تکنیک‌های "تصمیم‌یار" مواجه هستیم و نه با روش‌های "تصمیم‌ساز"؛ به عبارت دیگر، به کار بردن این روش‌ها تنها یکی از گام‌های لازم برای تصمیم‌گیری را تشکیل می‌دهند [۱].

1. Pohekar and Ramachandran
2. Analytical Hierarchy Process (AHP)
3. PROMETHEE
4. Concordance Matrix
5. Discordance Matrix
6. Beccali et al.
7. Georgopoulou et al.
8. Crete Island

از طرف دیگر، استفاده از روش پرومته نیز در حال افزایش است. کاوالارو<sup>۱</sup> یک نظام یکپارچه چندمعیاره<sup>۲</sup> برای ارزیابی گزینه‌ها مطرح می‌کند که روش پرومته به عنوان مبنای توسعه‌ی این نظام قرار دارد. او این نظام را با استفاده از معیارهای اقتصادی، تکنولوژیک، زیست‌محیطی و اجتماعی برای مقایسه بین گزینه‌های مختلف در مورد منطقه ایتالیایی مسینا<sup>۳</sup> به کار برده است. این نکته که در این مورد روند خالص<sup>۴</sup> (که برابر تفاضل بین روند مثبت و منفی تعریف می‌شود) برای رسیدن به رتبه‌بندی در بین گزینه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد حائز اهمیت است [۱].

اضافه بر این‌ها، ترکیبی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، که به صورت موازی با یکدیگر و یا به دنبال هم به کار برده می‌شوند، نیز ممکن است انتخاب مناسبی برای برنامه‌ریزی باشد. لوکن<sup>۵</sup> ترکیب‌های مختلف در استفاده از این روش‌ها مانند استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی در کنار پرومته، یا فرایند تحلیل سلسله مراتبی توأم با تاپسیس<sup>۶</sup> و فرایند تحلیل سلسله مراتبی در کنار برنامه‌ریزی آرمانی<sup>۷</sup> را در ادبیات مورد اشاره قرار می‌دهد [۱].

پیش از ورود به بحث در رابطه با موضوع تصمیم‌گیری چند شاخصه، بررسی ابزارهای عام تصمیم‌گیری و تعیین جایگاه تصمیم‌گیری چند معیاره خالی از لطف نیست. در این مطالعه، منظور از تصمیم‌گیری، انتخاب از میان چند جایگزین است. این رویکرد کاربرد فراوانی در انواع مسائل مربوط به تصمیم‌گیری در حوزه‌های مختلف دارد. در مسائلی که ملاحظات مربوط به توسعه‌ی پایدار در تصمیم‌گیری‌ها مطرح باشد، استفاده از این رویکرد بسیار متداول است. توانایی اصلی این رویکرد در ساختاربخشی به مسائل و دخیل کردن وجوه مختلف مسئله در تصمیم‌گیری است؛ بنابراین، این رویکرد نیز گزینه‌ای محتمل برای استفاده در حل مسئله‌ی حاضر به نظر می‌رسد. در ادامه، جایگاه تصمیم‌گیری چند شاخصه در میان تکنیک‌های ریاضی تصمیم‌گیری نشان داده می‌شود. سپس به معرفی تصمیم‌گیری چند شاخصه پرداخته می‌شود.

فنون ریاضی تصمیم‌گیری، یکی از با ارزش‌ترین دستاوردهای فعالیت پژوهشگران است که غالباً تحت عناوین "تحقیق در عملیات"، "پژوهش عملیاتی" و یا "تکنیک‌های کمی تصمیم‌گیری" در محافل علمی مطرح می‌شوند. در نگرش فرآیندی به تصمیم‌گیری، محور تأکید و کاربرد این فنون به ایجاد مدل از مسئله تصمیم، ارزیابی راه‌حل‌های ممکن و گزینش بهترین یا

1.Cavallaro

2.Multicriteria integrated system

3.Messina

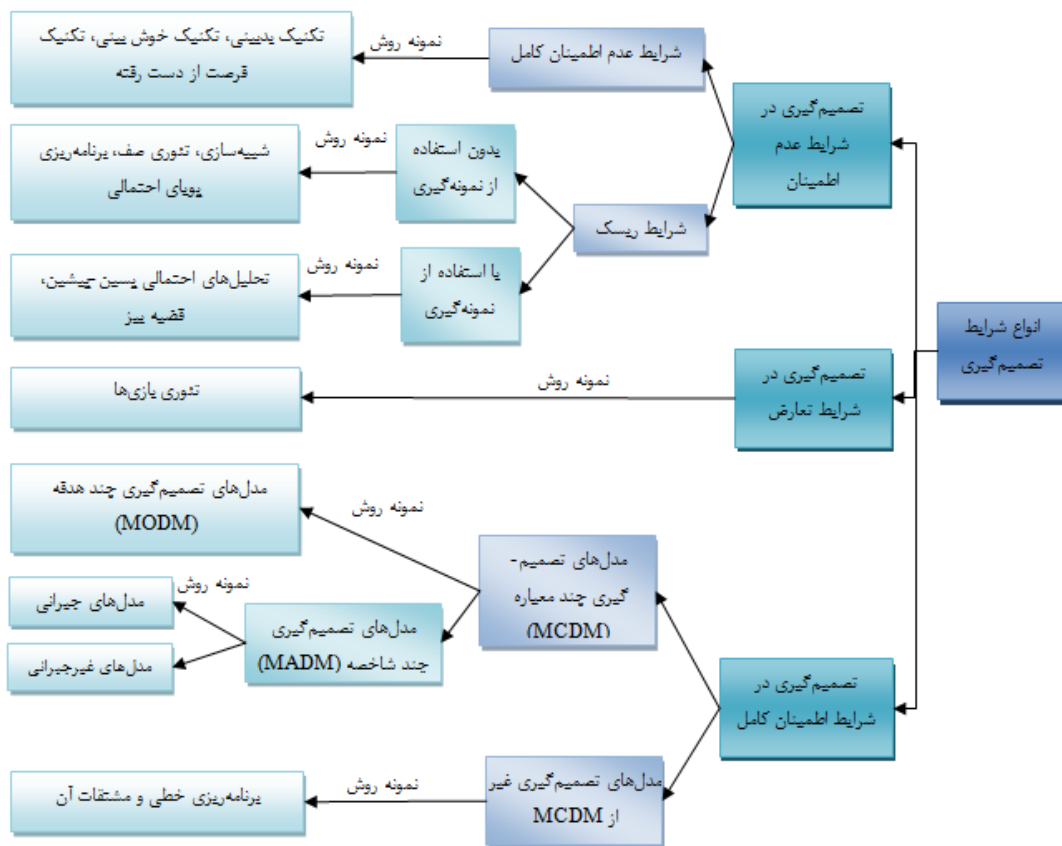
4.Net flow

5.Loken

6.Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

7.Goal Programming (GP)

رضایت بخش ترین راه حل مربوط می شود. بررسی مفروضات و رویکرد تکنیک های اولیه تصمیم گیری، حکایت از ساده سازی و ناتوانی در مد نظر قرار دادن تمام ابعاد مترتب بر مسائل تصمیم دارد؛ اما در حال حاضر، روش های نوین تصمیم گیری کمتر به ساده سازی پرداخته و علاوه بر مدل سازی و آنالیز جنبه های ایستا، به خوبی قادر به لحاظ نمودن جنبه های دینامیک مسائل تصمیم می باشند. به عبارت دیگر در گذر زمان همراه با افزایش درجه پیچیدگی و تنوع مسائل تصمیم گیری، روش های تصمیم گیری نیز متنوع و از توانمندی های بیشتری برخوردار گردیده اند. همچنین نتایج گزارش شده از کاربرد این روش ها به خوبی دلالت بر استفاده گسترده از آن ها در حوزه های مختلف تصمیم گیری دارد؛ اما باید توجه داشت که هر یک از روش های تصمیم گیری با توجه به مفروضات و رویکرد خاص خود در برخی شرایط تصمیم، نسبت به دیگر روش ها ارجحیت دارد. در شکل زیر، دسته بندی شرایط حاکم بر مسئله تصمیم گیری بر مبنای میزان اطلاعات موجود در خصوص عوامل تأثیرگذار بر تصمیم گیری به همراه برخی از مهم ترین روش های قابل استفاده در هر شرایط نشان داده شده است.



شکل (۱-۱): دسته بندی شرایط حاکم بر مسئله تصمیم گیری

همان‌گونه که در شکل (۱-۱) مشخص است تصمیمات اخذ شده از سوی افراد بسته به میزان دانش و اطلاعات آن‌ها در مورد وضعیت تصمیم‌گیری به سه دسته تقسیم می‌شوند. تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان، دلالت بر نوعی از تصمیم‌گیری دارد که به دلیل وجود متغیرهای غیرقابل کنترل، پیامدهای انتخاب هر گزینه یا تصمیم، مشخص نخواهد بود. این شرایط نیز به نوبه خود به دو دسته تقسیم می‌شود:

- تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان کامل
- تصمیم‌گیری در شرایط ریسک

در شرایط عدم اطمینان کامل، تصمیم‌گیرنده هیچ نوع اطلاعاتی در خصوص متغیرهای غیرقابل کنترل ندارد و لذا مشخص نیست که در آینده چه شرایط و وضعیتی رخ می‌دهد و حتی پیش‌بینی وضعیت آتی به صورت احتمالی نیز میسر نیست. در این نوع از شرایط تصمیم‌گیری، می‌توان از تکنیک‌هایی نظیر تکنیک بدبینی<sup>۱</sup>، تکنیک خوش‌بینی<sup>۲</sup> و تکنیک فرصت از دست رفته استفاده کرد. به طور کلی در این تکنیک‌ها دیدگاه‌های مختلفی نسبت به شرایط آتی و پیامدهای هر تصمیم متصور شده و گزینه بهینه برگزیده می‌شود.

تصمیم‌گیری در شرایط ریسک شبیه حالت عدم اطمینان است، با این تفاوت که تصمیم‌گیرنده قادر به تعیین احتمال رخداد متغیرهای غیرقابل کنترل می‌باشد. به عبارت دیگر از دیدگاه ریاضی، تابع توزیع احتمالی وقوع متغیرهای غیرقابل کنترل مشخص است؛ لذا از این طریق می‌توان آن‌ها را تجزیه و تحلیل کرد. در این شرایط، مدل‌های احتمالی قابل استفاده بوده و همان‌گونه که در شکل بالا، نشان داده شده است، به دو دسته بدون استفاده و با استفاده از نمونه‌گیری، تقسیم می‌شوند.

در شرایط تعارض تصمیم‌گیری، به علت وجود تعارض بین منافع دو رقیب، یک تصمیم به عنوان متغیر غیرقابل کنترل برای یک تصمیم‌گیرنده تلقی می‌شود. در این شرایط فرض بر آن است که رقبای تصمیم‌گیرنده، همگی منطقی بوده و هر یک سعی بر آن دارد که بیشترین سود یا کمترین ضرر ممکن را متحمل شود. از نقطه نظر روش‌های تصمیم‌گیری، این نوع تصمیم‌گیری تحت عنوان تئوری بازی‌ها<sup>۳</sup> بررسی می‌شود.

---

1. Maximin  
2. Maximax  
3. Games theory

در تصمیم‌گیری در شرایط اطمینان کامل، کلیه متغیرهای تأثیرگذار بر تصمیم، ثابت فرض می‌شوند. به عبارت دیگر در این شرایط، تصمیم‌گیرنده با اطمینان، پیامدهای انتخاب هر گزینه را می‌داند و لذا برای این شرایط از تصمیم‌گیری، متغیرهای غیرقابل کنترل وجود ندارد. روش‌های ریاضی تصمیم‌گیری در این حوزه به دو دسته مدل‌ها و فنون تصمیم‌گیری چند معیاره و مدل‌ها و فنون غیر چند معیاره تقسیم می‌شوند. در دسته اول، دو یا چند معیار به طور هم‌زمان برای انتخاب تصمیم مد نظر قرار می‌گیرد؛ اما در دسته دوم، تنها یک معیار که غالباً تحت عنوان حداکثر نمودن سود یا حداقل نمودن هزینه بیان می‌شود، مبنای تصمیم‌گیری است. در این دسته، روش‌های متنوعی نظیر برنامه‌ریزی خطی و مشتقات آن ارائه شده است.

مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره نیز به دو دسته مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفی<sup>۱</sup> و مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه تقسیم می‌شوند. در مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفی، چندین هدف به طور هم‌زمان جهت بهینه شدن مد نظر قرار می‌گیرند. مقیاس سنجش برای هر هدف ممکن است با مقیاس سنجش برای سایر اهداف متفاوت باشد. به عنوان مثال، یک هدف می‌تواند حداکثر نمودن سود باشد که بر حسب واحد پول سنجیده می‌شود و هدف دیگر حداقل استفاده از ساعات نیروی کار باشد. از طرفی این اهداف در برخی موارد در تضاد با یکدیگر هستند و در یک جهت حرکت نمی‌کنند. مثلاً تصمیم‌گیرنده از یک سو تمایل دارد رضایت کارکنان را افزایش دهد و از سوی دیگر، خواستار حداقل نمودن هزینه‌های حقوق و دستمزد است. به هر حال در این زمینه کاراترین روش تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی آرمانی است.

در مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه تصمیم‌گیری با لحاظ نمودن معیارهای مختلف (و معمولاً متعارض) در فضای جواب گسسته صورت می‌پذیرد. همان‌طور که در شکل (۱-۲) نیز پیداست، تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در دسته‌ی بزرگ‌تری از تکنیک‌ها با نام تصمیم‌گیری چند شاخصه قرار می‌گیرند.



شکل (۲-۱): جایگاه تصمیم گیری چند شاخصه نسبت به تصمیم گیری چندمعیاره

تصمیم گیری چند شاخصه معمولاً توسط ماتریس نشان داده شده در جدول (۱-۱) نمایش داده می شود.

جدول (۱-۱): ماتریس تصمیم گیری چند شاخصه

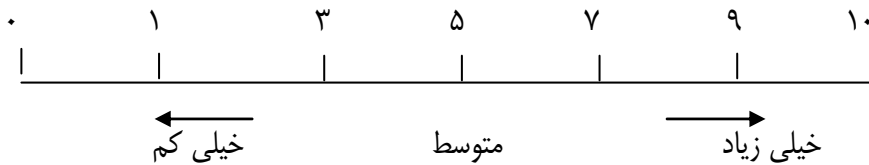
ماتریس تصمیم گیری چند شاخصه				
شاخص گزینه	$X_1$	$X_2$	...	$X_n$
$A_1$	$r_{11}$	$r_{12}$	...	$r_{1n}$
$A_2$	$r_{12}$	$r_{22}$	...	$r_{2n}$
			$r_{ij}$	
$A_m$	$r_{m1}$	$r_{m2}$	...	$r_{mn}$

$A$ ، بیانگر گزینه  $z$  ام و  $r_{ij}$ ، نشان دهنده ارزیابی گزینه  $i$  ام بر مبنای معیار  $z$  ام باشد

معیارها در مدل های تصمیم گیری چند شاخصه، می تواند از مقیاس های مختلف و غالباً متعارض باشند. در این بین، گزینه ای بهتر خواهد بود که ایده آل هر معیار را تأمین نماید؛ اگرچه این امر در اغلب مواقع غیر ممکن است. به هر حال از لحاظ ریاضی، بهترین گزینه در یک مدل تصمیم گیری چند شاخصه، یک گزینه ذهنی  $A^*$  خواهد بود که مرجح ترین ارزش یا مطلوبیت را از هر معیار کسب نماید.

یکی دیگر از موضوعات مورد توجه در مدل های تصمیم گیری چند شاخصه، مقیاس اندازه گیری معیارها است که به صورت کمی و کیفی وجود دارد. به علاوه در معیارهای کمی نیز مقیاس اندازه گیری ممکن است متفاوت باشد (مانند هزینه بر حسب ریال و وزن بر حسب کیلوگرم). در اندازه گیری معیارهای کیفی، از مقیاس های فاصله ای و رتبه ای استفاده می شود. برای این کار خط کش زیر پیشنهاد می شود:





شکل (۱-۳): خط‌کش اندازه‌گیری کیفی

این نوع اندازه‌گیری برای معیارهایی با جنبه مثبت مانند "استحکام" (که هر چه بیشتر باشد مطلوب‌تر خواهد بود) به صورت فوق تعریف می‌شود. مقدار صفر بیانگر حداقل ارزش ممکن و مقدار ۱۰ مشخص‌کننده حداکثر ارزش ممکن از معیار مورد نظر است. در صورتی که معیار جنبه منفی داشت، پیشنهاد می‌شود سؤال را عکس کرده تا معیار جنبه مثبت پیدا کند چرا که ذهن انسان در مورد جنبه مثبت بهتر ارزیابی می‌کند. برای مثال معیار هزینه کمتر را می‌توان به هزینه بیشتر تبدیل کرد؛ در این صورت اگر پاسخ دهنده جواب ۹ را انتخاب کند، باید آن را به ۱ و اگر ۳ را انتخاب کند، به ۷ تبدیل کرد.

مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه، بسیار متنوع هستند؛ اما با وجود این تنوع، در ویژگی‌های زیر مشترک می‌باشند:

الف - گزینه‌ها: در مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه، تعداد محدودی گزینه جهت اولویت، انتخاب و یا دسته‌بندی مورد بررسی قرار می‌گیرند. معمولاً واژه گزینه مترادف با واژه‌های انتخاب<sup>۱</sup>، خط‌مشی<sup>۲</sup>، اقدام<sup>۳</sup> و یا کاندیدا است.

ب - معیارهای چندگانه: هر مسئله از نوع تصمیم‌گیری چند شاخصه، دارای معیارهای چندگانه می‌باشد. در این معیارها پس از ارائه توسط تصمیم‌گیرنده و ارزیابی گزینه‌ها بر مبنای آن، سرانجام گزینه برتر انتخاب یا اولویت‌بندی می‌گردد. تعداد معیارها به ماهیت مسئله بستگی دارد.

ج - واحدهای بی‌مقیاس: هر معیار نسبت به معیار دیگر دارای مقیاس اندازه‌گیری متفاوتی است. لذا به دلیل با معنی بودن محاسبات و نتایج از طریق روش‌های علمی، داده‌ها بی‌مقیاس می‌شوند، به گونه‌ای که اهمیت نسبی آن‌ها حفظ شود.

د - وزن معیار: تمام روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه، مستلزم وجود اطلاعاتی است که بر اساس اهمیت نسبی هر معیار بدست آمده باشند. این اطلاعات معمولاً دارای مقیاس ترتیبی یا اصلی هستند. وزن‌های مربوط به معیارها می‌تواند مستقیماً

1.Option  
2.Policy  
3.Action

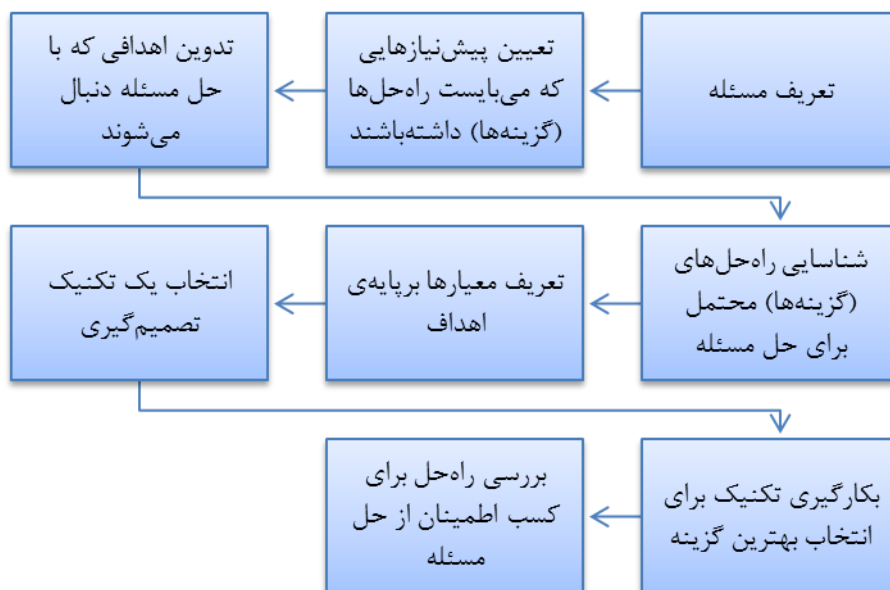
توسط تصمیم‌گیرنده و یا به وسیله روش‌های علمی به معیارها تخصیص داده شود. در واقع وزن‌ها میزان اهمیت نسبی هر معیار را در تصمیم‌گیری مربوطه بیان می‌کند.

### ۱-۱-۱- فرآیند تصمیم‌گیری چند شاخصه

اولین اولویت در تصمیم‌گیری، تعیین تصمیم‌گیران و ذی‌نفعان در تصمیم است. منظور از ذی‌نفع هر شخص یا گروهی است که بر فرآیند تصمیم‌گیری تأثیرگذار بوده یا از آن اثرپذیر باشد. با تعیین تصمیم‌گیران در ابتدای فرآیند تصمیم‌گیری می‌توان از بروز عدم توافق بر سر تعریف مسئله، پیش‌نیازها، اهداف و معیارها پیشگیری کرد. با وجود عدم حضور پیوسته‌ی تصمیم‌گیر (ان) در انجام ارزیابی، بازخوردهای<sup>۱</sup> دریافتی از آن‌ها برای قدم‌های زیر در فرآیند ضروری است:

- تعریف مسئله
- تعیین پیش‌نیازها
- تعیین اهداف
- توسعه‌ی معیارهای ارزیابی

شکل (۱-۴) نشان‌دهنده‌ی فرآیند تصمیم‌گیری چند شاخصه است. فرآیند از قدم اول به سمت قدم‌های بعدی است؛ اما با دریافت اطلاعات جدید، در هر قدمی می‌توان به عقب حرکت کرد.

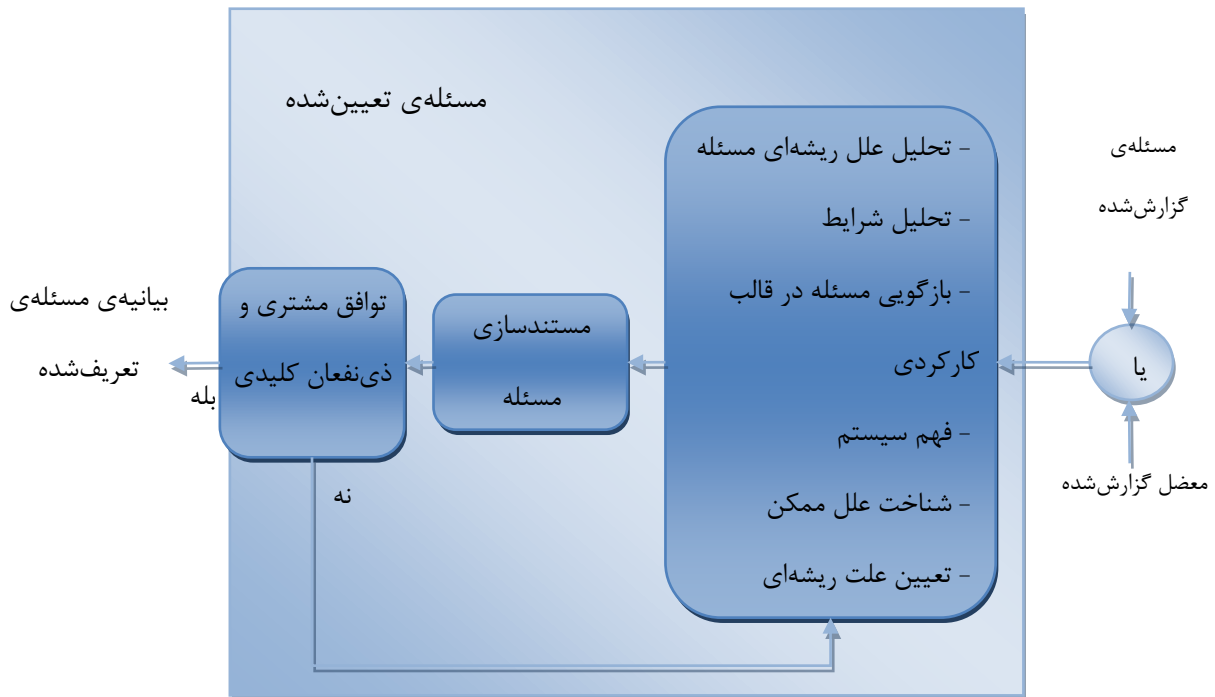


شکل (۴-۱): فرآیند تصمیم گیری چند شاخصه

### قدم ۱: تعریف مسئله

تعریف مسئله اولین قدم اساسی در یک تصمیم گیری خوب است. این فرآیند می بایست حداقل، علل ریشه ای، فرض های محدودکننده، مرز سیستم و سازمان و ملاحظات ذی نفعان را تعیین کند. هدف از تعریف مسئله، بیان ملاحظات به صورت واضح و در قالب یک بیانیه ی مسئله ای تک جمله ای و توصیف کننده ی شرایط اولیه و مطلوب است. توافق تصمیم گیران و تحلیل گران بر روی یک بیانیه ی مسئله ای مکتوب ضروری است. این کار به منظور حصول اطمینان از اتفاق نظر همه بر مسئله ای که می بایست حل شود، انجام می شود.

نکته ی کلیدی در توسعه ی یک بیانیه ی مسئله ای مناسب، پرسش سؤالات کافی در رابطه با مسئله است. این کار به منظور حصول اطمینان از پاسخ گویی به مسئله ی ذی نفعان صورت می گیرد. با وجود ذی نفعان می توان از آنها تقاضای بررسی بیانیه ی مسئله به همراه شرایط فعلی و مطلوب کرد. این اقدام یک بررسی خارجی را پیش از تعیین پیش نیازها و اهداف فراهم می آورد.



شکل (۱-۵): فرایند تعریف مسئله

## قدم ۲: تعیین پیش‌نیازها

پیش‌نیازها، شرایطی است که راه‌حل‌های قابل پذیرش باید دارا باشند. پیش‌نیازها تشریح‌کننده‌ی کارهایی هستند که راه‌حل می‌بایست برای مسئله انجام دهد. برای مثال، یک پیش‌نیاز می‌تواند تولید حداقل ۱۰ واحد در روز توسط یک فرآیند باشد. در این صورت هر گزینه‌ای با تنها ۹ واحد تولید در روز، حذف خواهد شد. نیازی به استفاده از پیش‌نیازهایی که میان گزینه‌ها تفاوتی ایجاد نمی‌کنند، نیست.

## قدم ۳: تدوین اهداف

اهداف، بیانیه‌های گسترده‌ای از ارزش‌های برنامه‌ریزی شده مطلوب و مورد علاقه است. مثال‌هایی از اهداف عبارت‌اند از:

- کاهش خطر تشعشعات روی کارگران
- کاهش هزینه‌ها
- کاهش ریسک عمومی

اهداف از حداقل‌های ضروری (پیش‌نیازها) فراتر رفته و به خواسته‌ها و مطلوب‌ها میل می‌کند. اهداف را باید به صورت مثبت بیان کرد (بجای استفاده از واژه‌ی نباید از واژه‌ی باید استفاده شود). به علت استفاده‌ی اهداف در تعیین گزینه‌های برتر (یعنی تعریف مطلوب مسئله با جزئیات بیشتر)، آن‌ها مقدم بر گزینه‌ها تعیین می‌شوند.

گاهی اهداف متعارض هستند. این موضوع نه غیرمعمول بوده و نه موجب ایجاد نگرانی می‌شود. در خلال تعریف اهداف، رفع تعارض میان آن‌ها و تعیین اهمیت نسبی آن‌ها ضروری نیست. ممکن است، فرآیند تدوین اهداف منجر به تعیین پیش‌نیازهای جدید یا بازنگری شده یا پیش‌نیازهایی که باید به اهداف تبدیل گردند، شود. در هر مطالعه‌ای، فهم پیش‌نیازها و اهداف، برای تعیین گزینه‌ها مهم است.

#### قدم ۴: شناسایی راه‌حل‌ها

راه‌حل‌ها (گزینه‌ها) رویکردهای مختلفی را به منظور تبدیل شرایط فعلی به شرایط مطلوب پیشنهاد می‌کنند. تیم تصمیم‌گیری، پیش‌نیازها و اهداف را ارزیابی کرده و گزینه‌هایی که پیش‌نیازها را دارا بوده و اهداف را در حد امکان برآورده می‌کنند پیشنهاد می‌دهد. عموماً، توانایی گزینه‌ها در دارا بودن پیش‌نیازها و برآورده ساختن اهداف متفاوت است. گزینه‌هایی که دارای پیش‌نیازها نبوده می‌بایست برای مطالعات بعدی جدا شوند. در صورت عدم برآورده شدن پیش‌نیازی برای یک گزینه، سه عمل زیر قابل انجام است:

- حذف گزینه
- تغییر یا حذف پیش‌نیاز
- بازگویی پیش‌نیاز به صورت یک هدف

توصیف هر گزینه می‌بایست نشان‌دهنده‌ی راه حل مسئله‌ی تعریف‌شده توسط آن باشد. همچنین، توصیف هر گزینه، دربرگیرنده‌ی تفاوت آن با دیگر گزینه‌ها است.

#### قدم ۵: تعریف معیارها

معمولاً هیچ گزینه‌ای در رابطه با همه‌ی اهداف بهترین نخواهد بود. این موضوع، علت مقایسه‌ی گزینه‌ها با یکدیگر است. بهترین گزینه، نزدیک‌ترین آن‌ها به اهداف است. معیارهای تصمیم‌گیری که میان گزینه‌ها ایجاد تفاوت می‌کنند، می‌بایست بر

پایه‌ی اهداف بنا شوند. تعریف معیارها به صورت شاخص‌هایی برای اندازه‌گیری اهداف ضروری است. این تعریف معیارها نمایانگر میزان حصول اهداف پروژه توسط هر یک از گزینه‌ها است.

هر معیار می‌بایست نمایانگر موضوعی مهم بوده و به دیگر معیارها وابسته نباشد. هر معیار باید در میان گزینه‌های مختلف به طور معنی‌داری تمایز ایجاد کند. برای مثال، در صورت هم‌رنگ بودن همه‌ی گزینه‌ها در یک مسئله‌ی تصمیم‌گیری یا بی‌تفاوت بودن رنگ گزینه‌ها برای تصمیم‌گیر، رنگ یک معیار نخواهد بود.

شرایط مورد نیاز برای مجموعه‌ی معیارها:

- کامل (شامل همه‌ی اهداف)
- عملیاتی (معنادار برای فهم تصمیم‌گیر از عواقب هر گزینه)
- غیر تکراری (پرهیز از بازشماری)
- تعداد کم (برای قابل کنترل ماندن ابعاد مسئله)

استفاده از تعداد کمی از ابعاد ممیزهای (منظور معیارهاست) واقعی، منجر به تحلیل مسئله‌ی قابل فهم‌تری خواهد شد؛ چرا که از پیچیدگی مسئله کاسته شده است. هر هدف حداقل یک معیار ایجاد خواهد کرد. در صورتی که هدفی منجر به تعریف هیچ معیاری نشود، می‌بایست حذف شود.

برخی روش‌ها برای تسهیل در انتخاب معیارها قابل استفاده هستند:

- طوفان فکری
- میزگرد (مجمع)<sup>۱</sup>
- روش معکوس
- معیارهای از پیش تعیین شده

طوفان فکری: ابزاری مهم است که به وسیله‌ی گروه پشتیبان (تیم تحلیل‌گر)، برای تعیین، تحلیل و توسعه‌ی مسئله، گزینه‌های ممکن و معیارها بکار گرفته می‌شود. طوفان فکری تکنیکی برای استفاده‌ی غیر محسوسات<sup>۲</sup> در تولید ایده‌ها است. لازم به بیان است که تفکر خلاق و متفاوت، در این گام، ضروری است. در فرآیند طوفان فکری هیچ ایده‌ای در فرآیند در ابتدا مورد انتقاد

قرار نگرفته و همگی ایده‌ها ضبط می‌شوند. پس از اتمام طوفان فکری، ایده‌ها پذیرش، پالایش، ترکیب و یا کنار گذاشته می‌شوند.

میزگرد: در این تکنیک از اعضای تیم به‌طور جداگانه درباره‌ی اهداف و معیارهای مربوط به آن‌ها پرسیده می‌شود. کسب اطلاعات اولیه در رابطه با ایده‌ها می‌بایست بدون قضاوت انجام پذیرد (همگی ایده‌ها پیش از شروع انتقادها ضبط می‌گردد). در صورت تفاوت زیاد در رتبه و موقعیت افراد شرکت‌کننده، استفاده از روش نظامی می‌تواند مفید باشد. در روش نظامی، از افراد با رتبه‌ی پایین‌تر، زودتر سؤال می‌شود. این عمل به منظور جلوگیری از تحت تأثیر قرار گرفتن افراد از افراد با رتبه‌ی بالاتر صورت می‌پذیرد.

روش معکوس: در این روش، اعضای تیم گزینه‌های موجود را در نظر گرفته، تفاوت میان آن‌ها را تعیین کرده و معیارهای نمایانگر این تفاوت‌ها را توسعه می‌دهند.

معیارهای از پیش تعیین‌شده: ذی‌نفعان و تصمیم‌گیران برخی از معیارها را فراهم می‌کنند. معیارها، همچنین می‌توانند از راه مرور ادبیات و مطالعه‌ی کارهای انجام‌شده‌ی مشابه، تعیین اعتبار تعریف شوند.

ورودی‌ها از تصمیم‌گیران برای توسعه‌ی معیارهای مناسب ضروری هستند. همچنین، تأیید تصمیم‌گیر، پیش از بکارگیری معیارها در ارزیابی گزینه‌ها حیاتی است.

### قدم ۶: انتخاب یک تکنیک تصمیم‌گیری

ابزارهای تحلیل تصمیم، فرآیندهای منطقی (پروسه‌های نظام‌مند) برای اعمال تفکر منتقدانه (ارزیابانه) بر اطلاعات، داده‌ها و تجارب برای اتخاذ تصمیمی متعادل، زمانی که انتخاب میان گزینه‌ها ناواضح باشد، هستند. ابزارهای تحلیل تصمیم، اعمال مهارت‌های تفکر منتقدانه برای تجمیع پاسخ‌ها به سؤالات مطرح درباره‌ی مسئله را از راه‌های نظام‌مند فراهم می‌کنند. قدم‌های موجود در این روش‌ها عبارت‌اند از تبیین هدف، ارزشیابی گزینه‌ها، ارزیابی ریسک و فایده‌ها و تصمیم‌گیری. این قدم‌ها معمولاً شامل امتیازدهی به معیارها و گزینه‌ها نیز هستند.

از میان ابزارهای تصمیم‌گیری چند شاخصه، نمی‌توان یک ابزار را بهترین آن‌ها دانست. هر یک از ابزارهای تصمیم‌گیری برای شرایط خاصی از تصمیم‌گیری مناسب هستند. همان‌طور که بیان شد، به‌طور کلی می‌توان ابزارهای تصمیم‌گیری را به دو دسته‌ی کیفی و کمی تقسیم کرد. در هر یک از دسته‌های ابزارهای تصمیم‌گیری، ابزارهای متعددی یافت می‌شود. با توجه به

شرایط مسئله، میزان کاربرد ابزار در زمینه‌ی مورد مطالعه و انتظارات تحلیل‌گران و تصمیم‌گیران از ابزار، مناسب‌ترین آن‌ها برای مسئله‌ی مورد نظر انتخاب می‌شود. در بخش‌های بعدی به معرفی این ابزارها پرداخته می‌شود.

### قدم ۷: بکارگیری ابزار

با توجه به شرایط مسئله، گزینه‌ها می‌توانند به وسیله‌ی روش‌های کمی، کیفی و ترکیب آن‌ها ارزیابی شوند. در بکارگیری ابزار، در صورت برابر نبودن اهمیت نسبی معیارها، به هر یک از آن‌ها وزنی اختصاص داده می‌شود. با انجام این کار، رتبه‌بندی گزینه‌ها به اهداف مورد نظر نزدیک‌تر خواهد بود. همچنین، تحلیل حساسیت و عدم قطعیت را می‌توان به منظور افزایش کیفیت فرآیند تصمیم‌بکار گرفت. در این قدم، تحلیل‌گران مجرب فهم مورد نیاز از ابزار انتخابی را برای تصمیم‌گیران فراهم می‌کنند.

### قدم ۸: بررسی راه‌حل

پس از انتخاب بهترین گزینه توسط فرآیند تصمیم‌گیری، گزینه‌ی منتخب برای حصول اطمینان از برآورده‌سازی هدف مسئله، می‌تواند بررسی شود. گزینه‌ی نهایی، می‌بایست شرایط مطلوب را برآورده ساخته، پیش‌نیازها را دارا بوده و اهداف را به بهترین وجه حاصل کند. پس از اعتبارسنجی گزینه‌ی منتخب، تیم پشتیبان تصمیم‌گیری می‌توانند آن را به عنوان گزینه‌ی منتخب پیشنهاد دهند [۱].

## ۱-۱-۲- فرایند تحلیل سلسله مراتبی

در علم تصمیم‌گیری که در آن انتخاب یک راهکار از بین راهکارهای موجود و یا اولویت‌بندی راهکارها مطرح است، چند سالی است که روش‌های "تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه" جای خود را باز کرده‌اند. از این میان، روش تحلیل سلسله مراتبی بیش از سایر روش‌ها در علم مدیریت مورد استفاده قرار گرفته است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندمنظوره است که اولین بار توسط توماس ال. ساعتی در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید. فرایند تحلیل سلسله مراتبی منعکس‌کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است. این تکنیک، مسائل پیچیده را بر اساس آثار متقابل آن‌ها مورد بررسی قرار می‌دهد و آن‌ها را به شکلی ساده تبدیل کرده و به حل آن می‌پردازد [۱].

فرایند تحلیل سلسله مراتبی، هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبروست می‌تواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده می‌تواند کمی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسه‌های زوجی نهفته است.



تصمیم‌گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتبی تصمیم آغاز می‌کند؛ درخت سلسله مراتبی تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. سپس یک سری مقایسه‌های زوجی انجام می‌گیرد. این مقایسه‌ها وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم نشان می‌دهد. در نهایت منطق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به گونه‌ای ماتریس‌های حاصل از مقایسه‌ها زوجی را با یکدیگر تلفیق می‌سازد که تصمیم بهینه حاصل آید.

### اصول فرایند تحلیل سلسله مراتبی

توماس ساعتی چهار اصل زیر را به عنوان اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بیان نموده و کلیه محاسبات، قوانین و مقررات را بر این اصول بنا نهاده است. این اصول عبارت‌اند از:

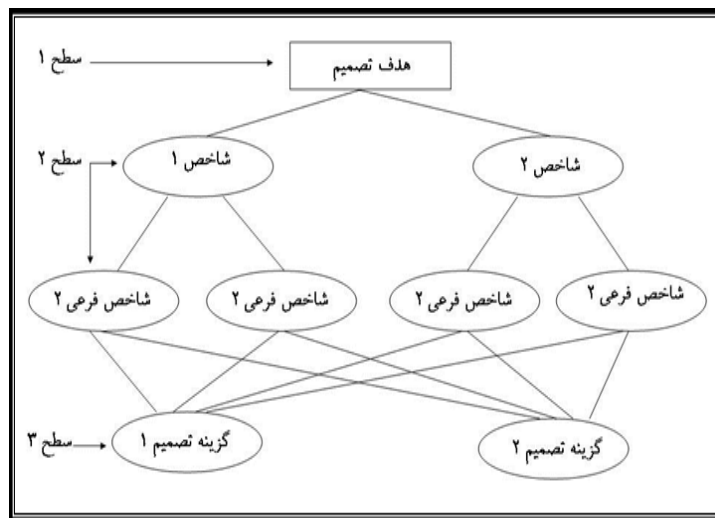
- شرط معکوسی: اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر n باشد، ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر یک روی n خواهد بود.
- اصل همگنی: عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل مقایسه باشند. به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی‌تواند بی‌نهایت یا صفر باشد.
- وابستگی: هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود می‌تواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح می‌تواند ادامه داشته باشد.
- انتظارات: هر گاه تغییر در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد پروسه ارزیابی باید مجدداً انجام گیرد.

### مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی

بکارگیری این روش مستلزم چهار قدم عمده زیر است:

#### الف) مدل‌سازی

در این قدم، مسئله و هدف تصمیم‌گیری به صورت سلسله مراتبی از عناصر تصمیم که با هم در ارتباط می‌باشند، درآورده می‌شود. عناصر تصمیم شامل «شاخص‌های تصمیم‌گیری» و «گزینه‌های تصمیم» است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی نیازمند شکستن یک مسئله با چندین شاخص به سلسله مراتبی از سطوح است. سطح بالا بیانگر هدف اصلی فرایند تصمیم‌گیری است. سطح دوم، نشان‌دهنده شاخص‌های عمده و اساسی (که ممکن است به شاخص‌های فرعی و جزئی‌تر در سطح بعدی شکسته شود) می‌باشد. سطح آخر گزینه‌های تصمیم را ارائه می‌کند. در شکل زیر سلسله مراتب یک مسئله تصمیم نشان داده شده است.



شکل (۱-۶): مثالی از سلسله مراتب یک مسئله تصمیم گیری

(ب) قضاوت ترجیحی (مقایسات زوجی)

در این مرحله باید بین گزینه های مختلف تصمیم، بر اساس هر شاخص و قضاوت در مورد اهمیت شاخص تصمیم با انجام مقایسات زوجی، بعد از طراحی سلسله مراتب مسئله تصمیم، مقایسه صورت پذیرد. تصمیم گیرنده باید مجموعه ماتریس هایی که به طور عددی اهمیت یا ارجحیت نسبی شاخص ها را نسبت به یکدیگر و هر گزینه تصمیم را با توجه به شاخص ها نسبت به سایر گزینه ها اندازه گیری می نماید، ایجاد کند. این کار با انجام مقایسات دو به دو بین عناصر تصمیم (مقایسه زوجی) و از طریق تخصیص امتیازات عددی که نشان دهنده ارجحیت یا اهمیت بین دو عنصر تصمیم است، صورت می گیرد.

برای انجام این کار معمولاً از مقایسه گزینه ها با شاخص های  $i$  ام نسبت به گزینه ها یا شاخص های  $j$  ام استفاده می شود که در جدول ۱-۲ نحوه ارزش گذاری شاخص ها نسبت به هم نشان داده شده است.

(ج) محاسبات وزن های نسبی

تعیین وزن «عناصر تصمیم» نسبت به هم از طریق مجموعه ای از محاسبات عددی؛ قدم بعدی در فرایند تحلیل سلسله مراتبی انجام محاسبات لازم برای تعیین اولویت هر یک از عناصر تصمیم با استفاده از اطلاعات ماتریس های مقایسه زوجی است. خلاصه عملیات ریاضی در این مرحله به صورت زیر است.

مجموع اعداد هر ستون از ماتریس مقایسه زوجی را محاسبه کرده، سپس هر عنصر ستون را بر مجموع اعداد آن ستون تقسیم می کنیم. ماتریس جدیدی که بدین صورت بدست می آید، «ماتریس مقایسه نرمال شده» نامیده می شود.

میانگین اعداد هر سطر از ماتریس مقایسه نرمال شده را محاسبه می‌کنیم. این میانگین وزن نسبی عناصر تصمیم با سطرهای ماتریس را ارائه می‌کند.

جدول (۱-۲): نحوه ارزش‌گذاری شاخص‌ها نسبت به یکدیگر

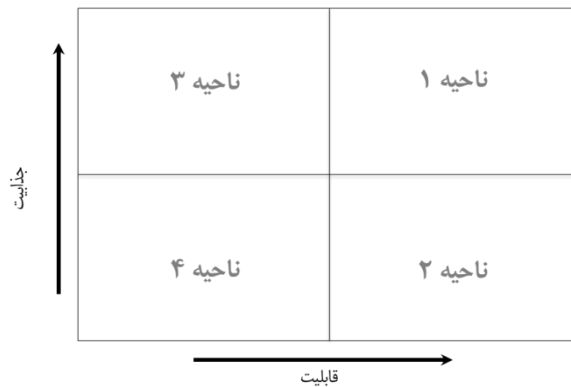
ارزش ترجیحی	وضعیت مقایسه i نسبت به j	توضیح
۱	اهمیت برابر	گزینه یا شاخص i نسبت به j اهمیت برابر دارند و یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند.
۳	نسبتاً مهم‌تر	گزینه یا شاخص i نسبت به j کمی مهم‌تر است.
۵	مهم‌تر	گزینه یا شاخص i نسبت به j مهم‌تر است.
۷	خیلی مهم‌تر	گزینه یا شاخص i دارای ارجحیت خیلی بیشتری از j است.
۹	کاملاً مهم	گزینه یا شاخص i مطلقاً از j مهم‌تر و قابل مقایسه با j نیست.

(د) ادغام وزن‌های نسبی

به منظور رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم، در این مرحله بایستی وزن نسبی هر عنصر را در وزن عناصر بالاتر ضرب کرد تا وزن نهایی آن بدست آید. با انجام این مرحله برای هر گزینه، مقدار وزن نهایی بدست می‌آید. تقریباً تمامی محاسبات مربوط به فرایند تحلیل سلسله مراتبی بر اساس قضاوت اولیه تصمیم‌گیرنده که در قالب ماتریس مقایسات زوجی ظاهر می‌شود، صورت می‌پذیرد و هر گونه خطا و ناسازگاری در مقایسه و تعیین اهمیت بین گزینه‌ها و شاخص‌ها نتیجه نهایی به دست آمده از محاسبات را مخدوش می‌سازد. نرخ ناسازگاری<sup>۱</sup> وسیله‌ای است که سازگاری را مشخص ساخته و نشان می‌دهد که تا چه حد می‌توان به اولویت‌های حاصل از مقایسه اعتماد کرد. برای مثال اگر گزینه A نسبت به B مهم‌تر (ارزش ترجیحی ۵) و B نسبت به C مهم‌تر (ارزش ترجیحی ۳) باشد، آنگاه باید انتظار داشت A نسبت به C خیلی مهم‌تر (ارزش ترجیحی ۷ یا بیشتر) ارزیابی گردد یا اگر ارزش ترجیحی A نسبت به B، ۲ و B نسبت به C، ۳ باشد آنگاه ارزش A نسبت به C باید ارزش ترجیحی ۴ را ارائه کند. شاید مقایسه دو گزینه امری ساده باشد، اما وقتی که تعداد مقایسه‌ها افزایش یابد اطمینان از سازگاری مقایسه‌ها به راحتی میسر نبوده و باید با به‌کارگیری نرخ ناسازگاری به این اعتماد دست یافت. تجربه نشان داده است که اگر نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱۰ باشد سازگاری مقایسه‌ها قابل قبول بوده و در غیر این صورت باید تجدیدنظر شود.

## ۱-۱-۳- ماتریس جذابیت و توانمندی

براساس دو معیار جذابیت و قابلیت، به اولویت‌بندی توسعه فناوری در هر یک از حوزه‌های فناورانه پرداخته می‌شود. طبیعی است که هرچه میزان جذابیت و قابلیت یک حوزه بالاتر باشد، تصمیم‌گیران تمایل بیشتری به انتخاب آن از خود نشان می‌دهند (شکل ۱-۷)



شکل (۱-۷): تقسیم‌بندی ماتریس جذابیت-قابلیت

با تقسیم ماتریس فوق به چهار ناحیه، نتایج زیر حاصل می‌گردد:

- ناحیه ۱ در بردارنده حوزه‌هایی است که امکان ساخت با طراحی بومی (به‌صورت جزئی یا کامل) آن‌ها در ۵ سال آینده وجود دارد و از جذابیت بالایی برخوردار هستند. در این زمینه دولت بایستی حمایت‌های لازم را در توسعه حوزه‌های فناورانه به‌عمل بیاورد.
- ناحیه ۲ شامل حوزه‌هایی از فناوری است که در ظرف ۵ سال آینده قابلیت ساخت آن‌ها در کشور می‌تواند فراهم شود، اما جذابیت آن‌ها پایین است. در این رابطه، لزومی به حمایت دولت در توسعه این بخش‌ها نیست و با فراهم آمدن قابلیت، توسعه این حوزه‌ها نیز به‌وفور می‌پیوندد.
- ناحیه ۳ مشتمل بر حوزه‌هایی می‌شود که اگر چه جذابیت بالایی دارند اما تا ۵ سال آینده امکان ساخت بومی آن‌ها در کشور ایجاد نخواهد شد. در این حوزه‌ها، دولت باید با پیروی هوشمندانه، به دنبال کردن پیشروان فناوری پرداخته تا در آینده‌ی دور، امکان تولید بومی آن‌ها نیز محقق شود.

▪ ناحیه ۴ نیز بخش هایی را دربر دارد که نه جذابیت بالایی دارند و نه امکان ساخت آن ها ظرف ۵ سال آینده ایجاد شدنی است. این حوزه ها از حیطة تمرکز خارج هستند.

حوزه هایی که با توجه به این اولویت دهی و نیز نظر تصمیم گیران در نواحی قابل قبول قرار می گیرند، به عنوان اجزای برگزیده برای توسعه انتخاب می شوند. سایر حوزه ها (قرار گرفته در نواحی غیر قابل قبول) برای تصمیم گیری در مورد وضعیت نهایی شان به گام بعدی که سنجش بحرانی بودن و وابستگی به مواد خاص است منتقل می شوند.

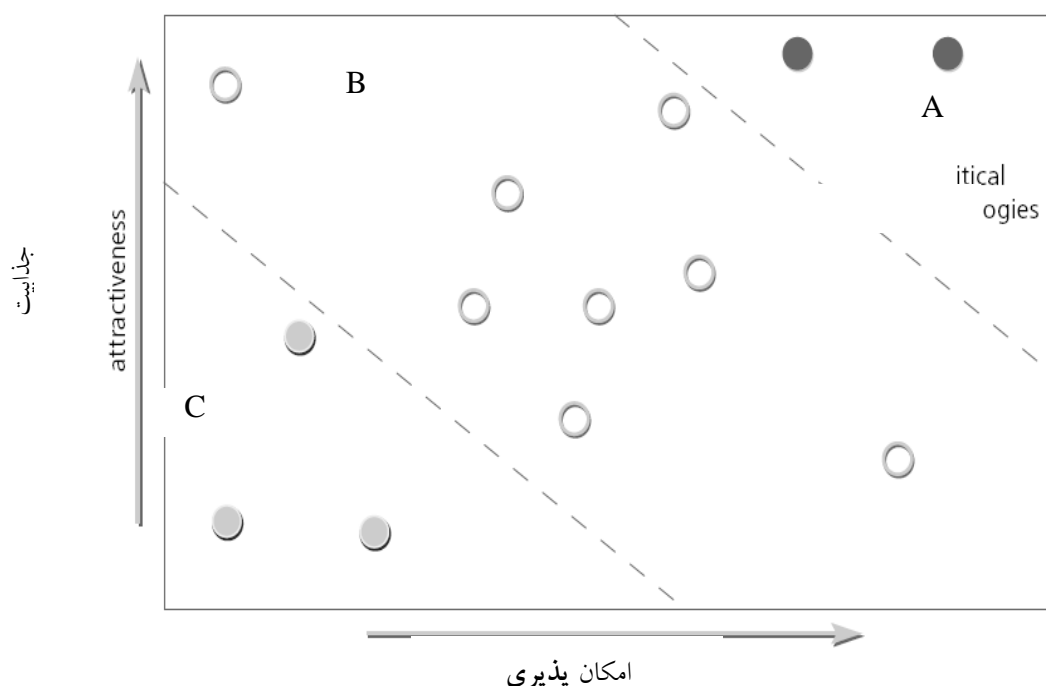
از مزیت های روش ماتریس جذابیت-قابلیت می توان به عدم تلفیق این دو نوع معیار و در نتیجه عدم وزن دهی یکسان آن ها در تصمیم گیری اشاره کرد. چرا که در نظر برخی ممکن است قابلیت دستیابی به فناوری مهم تر باشد و از منظر برخی دیگر جذابیت فناوری. در این روش می توان هر فناوری را از نظر جذابیت و امکان پذیری، در ماتریس دید و فناوری دارای جایگاه مناسب را انتخاب نمود. مزیت پراهمیت دیگر این روش، واگذاری تصمیم نهایی به تصمیم گیرنده است؛ اکثر روش های تصمیم گیری ریاضی تصمیم نهایی را خود اتخاذ کرده و آنرا به تصمیم گیرنده ارائه می کنند که این کار در بعضی موارد منجر به غیرمنطقی شدن تصمیم می شود. پس در اینجا تصمیم نهایی به تصمیم گیرنده واگذار می شود و تیم مشاور تنها به عنوان تصمیم ساز جواب ها را ارائه می نماید.

در اکثر موارد تکنولوژی ها در سطح ماتریس گسترده می شوند. جهت انتخاب از میان آن ها، پیشنهادهایی مبنی بر تقسیم بندی ماتریس به چند ناحیه ارائه شده است.

روش های مختلفی برای تقسیم بندی ماتریس به نواحی مختلف از جمله تقسیم آن به چهار ناحیه، تقسیم به سه ناحیه از طریق ترسیم خطوط مستقیم و تقسیم به چند ناحیه از طریق ترسیم کمان وجود دارد که در بالا به تقسیم بندی به چهار ناحیه بیان گردید.

در تقسیم بندی ماتریس به سه ناحیه از طریق خطوط مورب (شکل ۸-۱)، ماتریس به نحوی تقسیم بندی می شود که تکنولوژی های با جذابیت و امکان پذیری بالا در یک ناحیه، با جذابیت و امکان پذیری بسیار کم در یک ناحیه و سایرین در ناحیه وسط قرار گیرند. به دلیل اهمیت هر دو موضوع امکان پذیری و جذابیت در اکثر موارد انتخاب تکنولوژی، این نوع تقسیم بندی مقبولیت بیشتری در میان تصمیم گیران دارد و لذا بیشتر از این نوع تقسیم بندی استفاده می شود. لذا در این پروژه نیز از این نوع تقسیم بندی استفاده می گردد.

براین اساس ماتریس به سه ناحیه تقسیم می شود که ناحیه A، ناحیه ای است که در آن هم جذابیت بالا و هم امکان پذیری بالاست. کاربردها و تکنولوژی هایی که در این ناحیه قرار گیرند، اولویت دار خواهند بود. این حوزه ها، حوزه هایی هستند که هم جذابیت انجام R&D برای آن ها بالاست و هم امکان پذیری انجام R&D به اندازه ای هست که بتوان برای آن حوزه اولویت قائل شده و روی آن سرمایه گذاری کرد.



شکل (۸-۱): تقسیم بندی ماتریس از طریق خطوط مورب

در مقابل، ناحیه C ناحیه ای است که هم جذابیت و هم امکان پذیری آن پایین است؛ لذا حوزه های تکنولوژی واقع شده در این قسمت باید حذف گردند و غیر اولویت دار شناخته شوند.

اما ناحیه B، ناحیه ای است که بسته به موضوع مورد بحث و محدودیت های مختلف اعم از مالی، زمانی و ... بایستی مورد تصمیم گیری قرار گیرد. به عنوان مثال اگر چنانچه تعداد بسیار کمی از تکنولوژی ها در ناحیه A قرار گیرد و شرکت مورد نظر، منابع کافی برای انجام R&D در حوزه های بیشتری را داشته باشد، می توان خط میان ناحیه A و B را کمی جابجا نمود تا تعدادی از تکنولوژی های واقع شده در ناحیه B وارد ناحیه A شود.

## ۱-۲- مدل های اکتساب فناوری

مدل های اکتساب فناوری به تعیین روش های دستیابی به فناوری شناسایی شده و انتخاب شده می پردازد. بدین معنی که تعیین می کند که توسعه فناوری از کدام یک از سبک های توسعه داخلی، همکاری با سایر شرکت ها یا مؤسسات و یا خرید محصول فناوری انجام شود. در این قسمت درباره عوامل راهبردی مؤثر بر انتخاب نوع اکتساب و ارتباط آن با انتخاب فناوری ها و زمان توسعه و معرفی آن ها بحث می شود. در ادبیات مدل های مختلفی برای انتخاب روش اکتساب فناوری معرفی شده اند. در ادامه به بررسی مدل ها و نظریاتی که در ادبیات مدیریت فناوری پیرامون انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری ارائه شده اند پرداخته می شود.

### ۱-۲-۱- مدل کیهزا<sup>۱</sup>

از مدل کیهزا در دو زمینه مختلف می توان استفاده نمود: سبک های مختلف اکتساب فناوری و نحوه انتخاب سبک مناسب؛ روش های مختلف همکاری برای اکتساب فناوری و چگونگی انتخاب روش مناسب همکاری اکتساب فناوری [۲]. کیهزا سه سبک کلی را برای توسعه فناوری و اکتساب آن مطرح می کند که عبارت اند از توسعه داخلی فناوری، توسعه مشارکتی فناوری و خرید محصول فناوری. شش عامل راهبردی برای انتخاب بین این سه سبک مطرح می شود که عبارت اند از:

- دسترسی به منابع خارجی قابل قبول
- زمان دستیابی به فناوری
- اهمیت انحصاری و اختصاصی بودن فناوری
- ضرورت و اهمیت یادگیری از منبع بیرونی
- هزینه های توسعه فناوری
- ریسک فنی یا میزان آشنایی با فناوری

جدول (۳-۱) به جمع بندی عوامل مؤثر بر تصمیم گیری بین این سه حالت می پردازد.

جدول (۳-۱): عوامل مؤثر بر سبک مناسب اکتساب فناوری

عوامل	توسعه داخلی	توسعه مشارکتی فناوری	خرید محصول فناوری
-------	-------------	----------------------	-------------------

***	**	*	زمان دستیابی به فناوری
*	**	***	اهمیت اختصاصی و انحصاری بودن فناوری
*	***	**	اهمیت و پتانسیل یادگیری
*	**	*	هزینه های توسعه فناوری
***	**	*	ریسک فنی و میزان آشنایی با فناوری

ستاره ها نشان دهنده اولویت استفاده از سبک اکتساب براساس معیارهای مختلف است (\*\* اولویت یک - \*\* اولویت دو - \* اولویت سه)

با مشخص شدن سبک مناسب، چنانچه تصمیم به عدم توسعه داخلی فناوری بوده و همکاری و یا خرید محصول فناوری در اولویت باشد، به چهارده روش مختلف می توان عمل نمود که این روش ها در ادامه بیان می گردند.

روش های مختلف همکاری و یا خرید برای اکتساب فناوری، به شرح ذیل است:

تملك شركتی<sup>۱</sup>: بنگاهی یک بنگاه دیگر را به تملك خود در می آورد تا بتواند به فناوری یا شایستگی فناورانه مورد نظر دست یابد.

تملك آموزشی<sup>۲</sup>: بنگاهی جهت اکتساب فناوری، متخصصین مربوطه را استخدام و یا شرکت کوچک دیگر را به منظور در اختیار گرفتن افراد برخوردار از توانمندی های فناورانه و یا شایستگی های مدیریتی خریداری می کند.

ادغام<sup>۳</sup>: در این روش بنگاه با بنگاهی دیگری که دارای فناوری و یا شایستگی فناورانه مورد نظر می باشد ادغام شده و بنگاه جدیدی از ادغام این دو مورد به وجود می آید.

خرید حق امتیاز<sup>۴</sup>: شرکت امتیاز تولید فناوری خاصی را به دست می آورد.

مشارکت با سهام<sup>۵</sup>: در این روش شرکت اول سهام شرکت دوم را که دارای فناوری یا شایستگی فناورانه بوده می خرد ولی بر آن کنترل مدیریتی ندارد.

سرمایه گذاری مشترک<sup>۱</sup>: شرکت ها از طریق سهام، سرمایه گذاری مشترک رسمی صورت داده و شرکت سومی به وجود می آید و هدف مشخص نوآوری فناوری دنبال می شود.

- 1.Acquisition
- 2.Educational Acquisition
- 3.Merger
- 4.Licensing
- 5.Minority Equity



تحقیق و توسعه مشترک<sup>۲</sup>: یک شرکت با شرکت‌های دیگر توافق می‌کند که مشترکاً روی یک فناوری و یا حوزه فناورانه فعالیت نمایند و هیچ‌گونه شراکتی در مالکیت به وجود نمی‌آید.

قرارداد تحقیق و توسعه<sup>۳</sup>: شرکت می‌پذیرد که مؤسسات تحقیقاتی، دانشگاه و یا شرکت‌های نوآور کوچک در زمینه فناوری مشخص تحقیق نموده و هزینه‌های آن را بپردازد.

سرمایه‌گذاری در تحقیقات<sup>۴</sup>: شرکت در زمینه تحقیقات اکتشافی در مؤسسات تحقیقاتی، دانشگاه یا شرکت‌های کوچک نوآور سرمایه‌گذاری نموده و فرصت‌ها و ایده‌ها را دنبال می‌نماید.

اتحاد<sup>۵</sup>: شرکت منابع فناورانه را با شرکت‌های دیگر به اشتراک گذاشته و نیل به هدف کلی نوآوری فناورانه را تعقیب می‌کند.

کنسرسیوم<sup>۶</sup>: چندین مؤسسه و شرکت مشترکاً تلاش می‌کنند به هدف کلی نوآوری فناورانه نیل شوند.

ایجاد شبکه<sup>۷</sup>: شرکت شبکه‌ای از روابط را برقرار می‌سازد تا در همراهی با شتاب نوآوری فناورانه قرار داشته و فرصت‌ها و روندهای تکاملی را دنبال نماید.

برون‌سپاری<sup>۸</sup>: بنگاه فعالیت‌های فناورانه را از خود خارج نموده و صرفاً به خرید محصول فناوری اکتفا می‌کند.

خرید خدمات مشاوره‌ای: شرکت در راستای توسعه فناوری فعالیت نموده و در این مسیر از خدمات مشاوره‌ای یک شرکت دارنده فناوری استفاده می‌نماید.

بر اساس نظر کیزا روش مناسب همکاری سازمانی با توجه به سه فاکتور (مشخصه) اصلی هدف همکاری، محتوی (مفهوم) – مفاد) همکاری و نوع شناسی همکاران انتخاب می‌شود.

1. Joint Venture
2. Joint R&D
3. R&D Contract
4. Research Funding
5. Alliance
6. Consortium
7. Networking
8. Outsourcing

جدول (۴-۱): انتخاب روش مناسب همکاری فناورانه

عوامل	حالات هر عامل	اولویت ها (نیازها)	روش پیشنهادی	
هدف همکاری	وسیع	همکاری طولانی مدت، کنترل بالا- متوسط، رسمیت متوسط- بالا	تملك شركتی، سرمایه گذاری مشترک	
	محدود و مشخص	همکاری کوتاه مدت، کنترل متوسط- پایین، کمترین تأثیر بر شرکت	اتحاد، برون سپاری	
	حداکثر کردن یادگیری	انعطاف پذیری بالا، کنترل پایین، رسمیت پایین، کمترین تأثیر بر سازمان دهی و منابع انسانی شرکت	اتحاد، ایجاد شبکه، سرمایه گذاری مشترک	
محتوی (مفهوم-مفاد) همکاری و فناوری مورد تعامل	قابلیت تعریف	خوب	نیاز خاصی نمی باشد	-
		بد	رسمیت بالا، انعطاف بالا	اتحاد، ایجاد شبکه، تحقیق و توسعه مشترک
	آشنایی با فناوری و بازار	هیچ کدام	-	تملك آموزشی
		بازار یا فناوری	-	سرمایه گذاری مشترک، اتحاد
	ارتباط با مزیت رقابتی	بازار و فناوری	کنترل بالا، رسمیت بالا	تملك شركتی
		بالا	کنترل بالا، رویکرد بلندمدت	تحقیق و توسعه
	چرخه عمر فناوری	پایین	انعطاف پذیری بالا، کاهش زمان و هزینه ایجاد همکاری، کاهش تأثیر بر سازمان	برن سپاری
		مرحله تکامل	انعطاف بالا، کنترل پایین	برن سپاری
	میزان ریسک	مرحله اولیه	کنترل بالا، انعطاف متوسط - بالا، رویکرد بلندمدت	مشارکت با سهام
		بالا	انعطاف بالا، کمترین تأثیر بر شرکت، رسمیت پایین	سرمایه گذاری مشترک، اتحاد
قابلیت حفاظت از فناوری	پایین	نیاز خاصی نمی باشد	-	
	ضعیف	کنترل بالا، رسمیت بالا	تملك شركتی، ادغام	
	محکم - بسته	نیاز خاصی نمی باشد	-	
مرحله نوآوری	ابتدا	انعطاف بالا، کنترل پایین	برن سپاری، اتحاد	

عوامل	حالات هر عامل	اولویت ها (نیازها)	روش پیشنهادی
میزان سرمایه گذاری	انتها	رسمیت بالا، کمترین هزینه / زمان	برن سپاری
	بالا	کنترل بالا	تملك شركتی، ادغام
	پایین	نیاز خاصی نمی باشد	-
قابلیت تقسیم	پایین	یکپارچه سازی پایین، کمترین تأثیر بر شرکت	برن سپاری
	بالا	نیاز خاصی نمی باشد.	سرمایه گذاری مشترک
نحوه ارتباط با شرکت	عمودی	کمترین هزینه / زمان، مدت زمان کوتاه / متوسط، انعطاف - پذیري بالا، رسمیت متوسط بالا	برن سپاری، اتحاد
	افقی	رسمیت پایین، انعطاف پذیری بالا، مدت زمان متوسط - بالا	اتحاد، سرمایه گذاری مشترک
ملیت همکاران	متفاوت	انعطاف پذیری بالا، کنترل پایین، کمترین تأثیر بر شرکت	برن سپاری
	یکسان	نیاز خاصی نمی باشد	-
زمینه فعالیت	یکسان	نیاز خاصی نمی باشد	-
	متفاوت	کنترل بالا، رسمیت بالا	تملك شركتی، ادغام
اندازه / قدرت همکاران	یکسان	نیاز خاصی نمی باشد	-
	متفاوت	نیاز خاصی نمی باشد	-

نوع شناسی همکاران

۱-۲-۲- مدل فلویید<sup>۱</sup> (ای دی لیتل)

بر اساس نظریه فلویید، علل اصلی عدم توسعه فناوری در داخل شرکت به دو دلیل عمده محدود می شود:

- بالا بودن هزینه و زمان توسعه داخلی در مقابل اکتساب خارجی
- عملی نبودن توسعه داخلی

اولین دلیل به این صورت است که ممکن است منافع راهبردی حاصل از فناوری، هزینه و زمان دستیابی به فناوری را از طریق توسعه آن در داخل شرکت توجیه نکند.

دومین دلیل، خرید فناوری از خارج شرکت، حالتی است که قابلیت توسعه فناوری در داخل شرکت وجود نداشته باشد. شرکت‌ها منابع محدودی در اختیار داشته و توسعه بعضی از فناوری‌ها برای آن‌ها حتی اگر از نظر هزینه توجیه داشته باشد امکان‌پذیر نیست. در این شرایط شاید بهتر باشد که با مشارکت دیگران نسبت به توسعه فناوری و کاستن هزینه‌های مربوطه اقدام نمود و یا آن‌را از شرکتی که فناوری مورد نظر را قبلاً توسعه داده است خریداری نماید.

در مدل فلوید، از مقایسه اهمیت راهبردی فناوری با هزینه و زمان توسعه آن، سبک مناسب اکتساب فناوری انتخاب می‌گردد. در مورد فناوری پایه‌ای<sup>۱</sup> که هزینه کمی صرف توسعه آن می‌شود و اثر راهبردی پایینی دارد، خرید آنچه با روش حق امتیاز و چه از طریق خرید قطعات مورد نیاز انتخابی منطقی است<sup>۲</sup>.

در مورد توسعه فناوری‌های پیشگام<sup>۳</sup> در صورتی که با هزینه پایینی قابل انجام بوده و منافع راهبردی شرکت را در برگیرد، تهیه آن در داخل شرکت انتخابی منطقی است. در این حالت هزینه‌ها پایین و منافع حاصله بسیار زیاد است. از این گذشته توسعه فناوری در داخل شرکت به شما این اجازه را می‌دهد که از طریق ثبت حق مالکیت معنوی<sup>۴</sup> فعالیت‌های خود منافع بیشتری به دست آورید. در نهایت، در فناوری‌های کلیدی<sup>۵</sup>، اگر هزینه‌ی توسعه آن پایین باشد می‌توان از دو روش خرید و توسعه داخلی به توسعه فناوری پرداخت. اگر هم هزینه توسعه بالا باشد همکاری فناوری گزینه‌ی مناسب خواهد بود.

### ۱-۲-۳- مدل فورده<sup>۶</sup>

در سال ۱۹۹۸، دی فورده ماتریسی برای انتخاب روش دستیابی به فناوری پیشنهاد کرد. در این ماتریس پنج روش اکتساب فناوری و پنج معیار یا عامل مؤثر بر انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری مطرح می‌شود.

1. Base Technology

۲. در این حالت کسب حق امتیاز نوعی خرید محسوب می‌شود.

3. Pacing Technology

4. patent

5. Key Technology

6. Ford

جدول (۵-۱): ماتریس مورد انتخاب روش دستیابی به فناوری بر اساس پنج معیار مؤثر

	توانایی نسبی بنگاه در فناوری	ضرورت دستیابی سریع به فناوری	ضرورت تملک فناوری در درون سازمان	اثر رقابتی فناوری	دوره عمر فناوری
توسعه درون‌زا	بالا	کمترین	بالاترین	حیاتی	پیدایش
همکاری مشترک	↑	کم	↑	حیاتی یا پایه	ابتدای رشد
واگذاری بخشی از فعالیت‌ها به صورت پیمانکاری	↑	کم	↑	حیاتی یا پایه	ابتدای رشد
خرید حق امتیاز	پایین	بالا	کمترین	حیاتی یا پایه	بلوغ
خرید محصول فناوری <sup>۱</sup>	پایین	بالاترین	کاملاً غیرضروری	خارجی	همه مراحل

بر اساس این مدل هر قدر توانایی نسبی یک بنگاه در یک فناوری کاهش یابد، ضرورت خرید از خارج افزایش می‌یابد. این موضوع می‌تواند دلایل متعددی از جمله افزایش هزینه‌های تولید و یا خارج بودن فناوری از حیطه توانایی‌های اصلی بنگاه داشته باشد.

با افزایش ضرورت دستیابی سریع به فناوری، گرایش تصمیم‌گیری به خرید فناوری افزایش می‌یابد که به دلیل زمان‌بر بودن توسعه داخلی فناوری می‌باشد.

با کاهش یافتن میزان ضرورت تملک فناوری در داخل بنگاه، توصیه به اکتساب فناوری با تأمین فناوری از خارج مطرح می‌شود. در این راستا و در حالت عدم ضرورت تملک فناوری، خرید محصول نهایی فناوری روش مناسب‌تری خواهد بود.

با افزایش اثر رقابتی (راهبردی) فناوری، تصمیم‌گیری به سمت توسعه داخلی فناوری گرایش بیشتری می‌یابد. این توصیه به جهت پرهیز از وابستگی به دهنده فناوری مطرح شده که معمولاً در روند انتقال فناوری پیش می‌آید.

در رابطه با دوره عمر فناوری، هر قدر فناوری به مرحله بلوغ خود نزدیک‌تر می‌شود، روش خرید حق امتیاز، روش مناسب اکتساب فناوری خواهد بود [۳].

#### ۱-۲-۴- مدل تید-بیست-پاویت<sup>۱</sup>

در این مدل سه سبک برای اکتساب فناوری مطرح می شود و در سبک همکاری نیز ۶ ساز و کار اکتساب عنوان می شود. چگونگی تعیین سبک اکتساب با توجه به دو معیار نوع فناوری و نوع بازار معین می شود که در جدول (۶-۱) زیر نشان داده شده است.

جدول (۶-۱): تعیین سبک اکتساب مدل تایید-بیست-پاویت

نوع فناوری				
غیر مرتبط	مرتبط	اصلی		
		توسعه داخلی	اصلی	نوع بازار
	همکاری		مرتبط	
خرید			غیر مرتبط	

با انتخاب سبک همکاری فناورانه، هفت روش اکتساب فناوری مطرح می شود. انتخاب این روش ها با در نظر داشتن دوره همکاری و نیز کنار هم قرار دادن مزایا و معایب هر روش در مورد مطالعه به انجام می رسد [۴].

جدول (۷-۱): انواع روش های همکاری فناورانه در مدل تایید-بیست-پاویت

معایب	مزایا	دوره همکاری	نوع همکاری
هزینه های جستجو، کیفیت محصول و عملکرد	کاهش هزینه و ریسک، کاهش زمان اولیه	کوتاه مدت	قرارداد فرعی (برون سپاری) / تأمین از بیرون <sup>۲</sup>
هزینه و محدودیت های قرارداد	اکتساب فناوری	ثابت	لیسانس
نشت دانش، مشخص شدن تفاوت ها	به اشتراک گذاشته شدن تخصص ها، استانداردها و سرمایه گذاری	میان مدت	کنسرسیوم
احتمال گیرافتادن، نشت دانش	تعهد پایین، دسترسی به بازار	متغیر و منعطف	اتحاد راهبردی <sup>۳</sup>
دوگانگی در راهبرد طرفین، تفاوت های فرهنگی	دانش فنی مکمل، اعمال مدیریت	بلند مدت	سرمایه گذاری مشترک
ناکارآمدی های حضور ساکن در شبکه	یادگیری پویا و بالقوه	بلند مدت	ایجاد شبکه

۱-۲-۵- مدل گیلبرت<sup>۴</sup>

1. Tidd-Bessant-Pavitt
2. Subcontract/Supplier Relations
3. Strategic Alliance
4. Gillbert

گیلبرت با داشتن یک رویکرد سیستمی به انتقال فناوری می کوشد مدلی برای انتخاب روش مناسب انتقال فناوری ارائه کند. در این مدل چهار نوع سیستم انتقال فناوری مطرح می گردد.

### سیستم های عمومی<sup>۱</sup>

در سیستم های عمومی، فناوری به عنوان یک موضوع تجاری و سودآور تلقی نمی شود و از این رو دارنده فناوری داوطلبانه آن را در اختیار دیگران قرار می دهد. در سیستم عمومی انتقال فناوری نیازی به توافق و قرارداد نیست. روش های انتقال فناوری با سیستم عمومی عبارت اند از:

- انتشار<sup>۲</sup>: انتقال داوطلبانه اطلاعات فنی به بخش عمومی
- استخدام<sup>۳</sup>
- آموزش و تحصیل<sup>۴</sup>
- کپی آزاد<sup>۵</sup>: کپی مجانی و آزاد از اسناد و مدارک فنی
- دوره های مطالعاتی<sup>۶</sup>

### سیستم های غیرفعال<sup>۷</sup>

در این سیستم ها حالت یک طرفه حاکم بوده و گیرنده فناوری در موضع انفعالی قرار می گیرد. به همین جهت گیرنده فناوری مجبور است فناوری را تحت شرایط و مشخصات استاندارد و معمول بگيرد. این وضعیت زمانی مشاهده می شود که منبع فناوری از قدرت مذاکره و چانه زنی بالایی برخوردار بوده و هزینه های مذاکره و انتخاب روش مناسب انتقال فناوری نسبت به ارزش فناوری قابل توجه می باشند. روش های انتقال فناوری با سیستم غیرفعال عبارت اند از:

- خرید فناوری بصورت کالا<sup>۸</sup>
- خرید مجوز<sup>۱</sup>

- 
- 1.Public Domain Systems
  - 2.Disclosure
  - 3.Recruitment
  - 4.Training & Education
  - 5.Free Coping
  - 6.Study Tours
  - 7.Passive Systems
  - 8.Commodity Purchase

- دریافت نمایندگی<sup>۲</sup>

### سیستم های همکاری<sup>۳</sup>

در این سیستم ها ارتباط و تعامل دوسویه و فعالی بین دو طرف وجود داشته و هر یک از دو طرف نقش مؤثر و تعیین کننده ای در انتقال فناوری ایفا می کنند. روش های انتقال فناوری با سیستم همکاری عبارت اند از:

- خرید جامع تر فناوری<sup>۴</sup>
- مشارکت سهامی<sup>۵</sup>
- سرمایه گذاری مشترک<sup>۶</sup>
- ادغام<sup>۷</sup>

### سیستم های ضد رقابتی<sup>۸</sup>

در این سیستم بدون توجه به نظرات، انتظارات و درخواست های منبع فناوری انتقال فناوری صورت می گیرد. چنین سیستمی کارکرد بازار فناوری را تخریب نموده و چالش هایی را در ارتباط با مالکیت معنوی فناوری مطرح می سازد. روش های انتقال فناوری با سیستم ضد رقابتی عبارت اند از:

- جذب کارکنان کلیدی<sup>۹</sup>
- شبیه سازی (تقلید)<sup>۱۰</sup>
- اختلاس<sup>۱۱</sup>
- جاسوسی صنعتی<sup>۱</sup>

1. Standard Licensing
2. Franchise
3. Cooperative Systems
4. Bundled Purchases
5. Equity Investment
6. Joint Venture
7. Mergers
8. Anticompetitive Systems
9. Raiding key Staff
10. Imitation
11. Misappropriation



مطابق مدل گیلبرت، ابتدا سیستم مناسب انتقال فناوری تعیین شده و سپس یکی از روش‌های انتقال فناوری با سیستم انتخاب شده پیشنهاد می‌شود. این نظریه چگونگی انتخاب سیستم مناسب انتقال فناوری را به خوبی تعیین نموده است ولی در ارتباط با انتخاب روش جزئی‌تر داخل سیستم‌ها، راهکار مشخصی ارائه نکرده است. انتخاب سیستم و روش مناسب انتقال فناوری با استفاده از ماتریس زیر و مبتنی بر دو فاکتور اصلی صورت می‌گیرد: توان و تمایل گیرنده فناوری به برآوردن خواست‌های منبع فناوری و کنترل منبع فناوری بر استفاده از فناوری.

جدول (۸-۱): ماتریس انتخاب سیستم و روش مناسب انتقال فناوری گیلبرت

توان و تمایل گیرنده فناوری در برآوردن خواست‌های منبع فناوری	نه	۳. سیستم‌های همکاری	۲. سیستم‌های غیرفعال
	بسیار	۴. سیستم‌های ضدراقبته	۱. سیستم‌های عمومی
		بله	خیر
		کنترل منبع فناوری بر استفاده از فناوری خود	

## ۱-۲-۶- مقایسه مدل‌ها

هر یک از مدل‌های اکتساب فناوری بررسی شده در این قسمت دسته‌ای از روش‌های اکتساب فناوری را پیشنهاد کردند. در جدول (۹-۱) به مقایسه سطح پوشش هر کدام از این مدل‌ها از منظر روش‌های پیشنهادی پرداخته شده است.

جدول (۹-۱): مقایسه مدل های اکتساب فناوری از منظر روش های پیشنهادی

روش های اکتساب فناوری													مدل های اکتساب فناوری		
خرید محصول	برون سپاری	خرید خدمات فنی مهندسی	شبکه	کنسرسیوم	لیسانس	مشارکت با سهام	سرمایه گذاری در تحقیقات	قرارداد تحقیق و توسعه	تملک فردی	اتحاد	سرمایه گذاری مشترک	ادغام		تملک شرکتی	تحقیق و توسعه داخلی
*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	کیه‌زا
*					*			*			*			*	فورد
*							*							*	لیتل
*					*	*			*		*	*	*		گیلبرت
*				*	*	*		*			*			*	تاید-بیسنت-پاویت

همچنین با در نظر داشتن ۱۱ ویژگی زیر به عنوان خصوصیات مطلوب برای یک مدل اکتساب فناوری، می توان مدل ها را از منظر جامعیت نیز با یکدیگر مقایسه نمود. جدول (۱۰-۱) زیر نمایشگر وضعیت هر مدل از لحاظ برخورداری از این ویژگی ها است.

جدول (۱-۱): مقایسه مدل‌های اکتساب فناوری از نظر جامعیت

مدل‌های اکتساب فناوری	ویژگی‌های مدل اکتساب										
	توجه به عامل زمان (پویایی)	توجه به ویژگی‌های فناوری	توجه به شرایط دهنده فناوری	توجه به ویژگی‌ها و شرایط گیرنده فناوری	جامعیت معیارهای مورد استفاده	جامعیت روش‌های اکتساب مورد استفاده	تمايز قائل شدن میان سبک اکتساب و روش اکتساب	وجود الگوریتم اجرایی مشخص برای تصمیم‌گیری	قابلیت ارتقاء برای استفاده در سطح بخشی و ملی	فراوانی استفاده در پروژه‌های داخل کشور	تناسب و تطابق با شرایط صنعت برق
کیه‌زا											
فورد											
لیتل											
گیلبرت											
تید-بیسنت-پاویت											

رنگ سیاه به معنای پرداختن کامل مدل‌ها به ویژگی‌های مدل اکتساب است.

با توجه به جدول (۱-۱)، مدل کیه‌زا از بیشترین جامعیت نسبت به سایر مدل‌ها برخوردار است. با این وجود، انتخاب مدل مناسب وابسته به مورد مطالعاتی و نیازهای اکتساب فناوری در آن موضوع است.

### ۱-۳- نتیجه‌گیری و متدولوژی منتخب

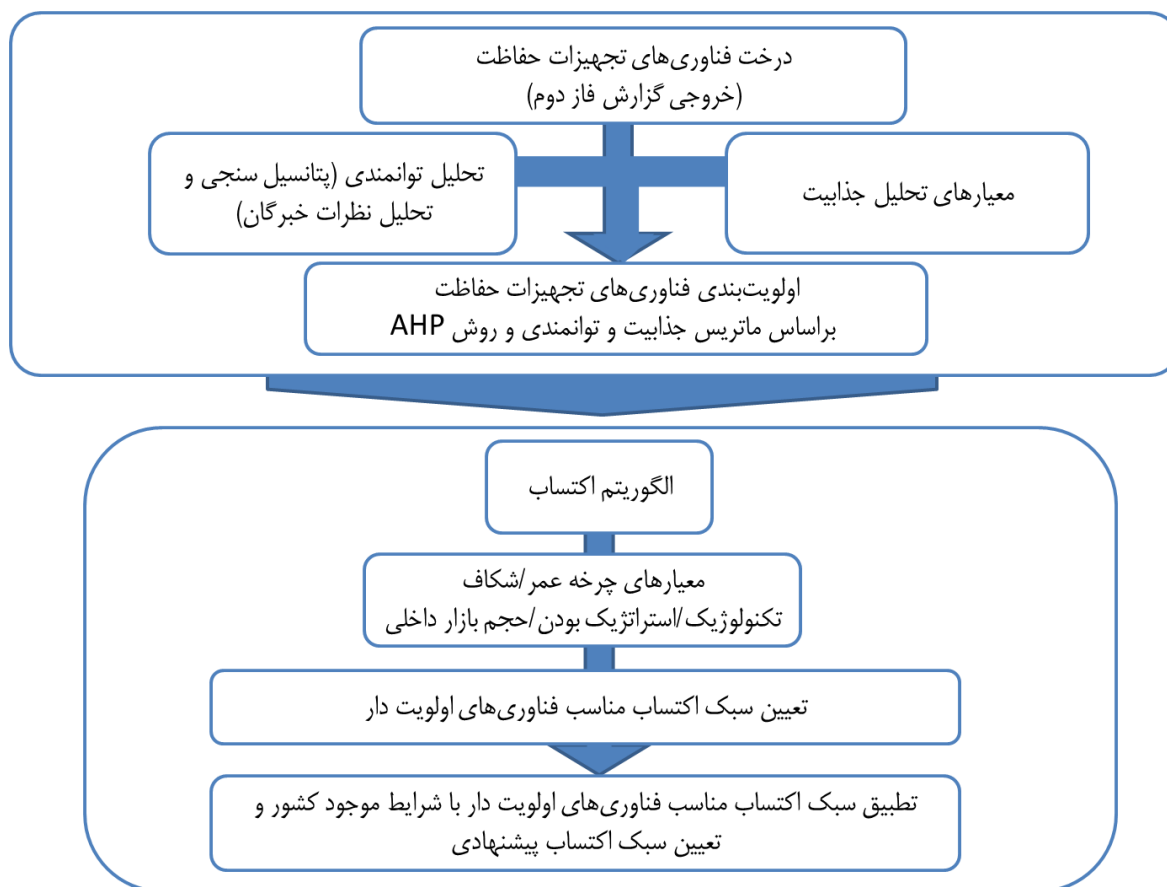
به منظور اولویت‌بندی و انتخاب سبک مناسب فناوری‌های تجهیزات حفاظت با توجه مرور ادبیات اولویت‌بندی و اکتساب فناوری ارائه شده در ابتدای این فصل، مطابق شکل زیر اقدام شده است.

به صورت کلی جهت اولویت‌بندی فناوری‌های تجهیزات حفاظت، با در نظر گرفتن درخت فناوری تجهیزات حفاظت ترسیم شده در فاز دوم پروژه و همچنین معیارهای اولویت‌بندی، با روش تحلیل سلسله مراتبی به عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، جذابیت هر یک از فناوری‌های اولویت‌دار با توجه به معیارهای مختلف از خبرگان مورد ارزیابی قرار گرفت. از طرفی به منظور ترسیم ماتریس جذابیت و توانمندی، توانمندی کشور در هر یک از فناوری‌های تجهیزات حفاظت (براساس گزارش پتانسیل سنجی همین پروژه و همچنین نظرات خبرگان) نیز مشخص گردید.

در نهایت با توجه به جذابیت و توانمندی هر یک از فناوری‌های تجهیزات حفاظت، ماتریس جذابیت و توانمندی<sup>۱</sup> ترسیم شد و فناوری‌های اولویت‌دار مشخص گردید. لازم به ذکر است به منظور تعیین سطح توانمندی کشور در هر یک از فناوری‌ها با توجه به اینکه فناوری‌های حفاظت فناوری‌هایی نوظهوری نیستند از سطوح آمادگی فناوری (TRL) استفاده نشده است که به تفصیل در بخش احصاء توانمندی مشخص شده است.

در گام انتهایی به منظور تعیین سبک اکتساب مناسب فناوری‌های اولویت‌دار با توجه به مرور ادبیات اکتساب فناوری در فصل اول این گزارش، الگوریتم منتخب اکتساب فناوری‌های تجهیزات حفاظت با در نظر گرفتن معیارهایی از قبیل چرخه عمر فناوری، شکاف تکنولوژیک، حجم بازار داخلی و استراتژیک بودن فناوری تدوین گردید که به صورت مفصل در بخش اکتساب فناوری شرح داده شده است و در انتها با توجه به شرایط موجود در کشور خروجی‌های الگوریتم اکتساب با شرایط داخلی تطبیق داده شد و سبک اکتساب مناسب برای هر فناوری اولویت‌دار پیشنهاد گردیده است.

<sup>۱</sup> توضیحات مربوط به ماتریس جذابیت و توانمندی در بخش ۱-۲-۳ بیان شده است.



شکل (۹-۱): متدولوژی اولویت بندی و اکتساب فناوری های اولویت دار



## فصل دوم:

معیارهای ارزیابی و اولویت‌بندی

تجهیزات حفاظت در شبکه برق





## مقدمه

پس از شناسایی انواع فناوری‌های تجهیزات حفاظت در شبکه برق، باید معیارهای کلیدی که در ترجیحات سیاست‌گذار جهت اولویت‌بندی این گزینه‌ها لحاظ می‌شود، پیشنهاد گردد. در این بخش معیارهای مهم، در جهت یافتن تجهیزات حفاظت اولویت‌دار مطابق با درخت فناوری، ارائه شده است. سپس اسامی افراد پاسخ دهنده به پرسشنامه، اوزان هر یک از معیارها، اولویت هر تجهیز به تفکیک معیارها، اولویت نهایی و تحلیل ماتریس جذابیت-توانمندی آورده شده است.

## ۱-۲- معیارهای ارزیابی تجهیزات حفاظت در شبکه برق

به طور کلی برای تعیین معیارهای ارزیابی می‌توان از چهار روش بیان شده در ذیل، استفاده نمود:

**روش راند رابین<sup>۱</sup>:** اساس این روش بر پایه نظرات نخبگان و کارشناسان است، به گونه‌ای که درجه اولویت‌بندی نظرات از پایین به بالا است، یعنی ابتدا کارشناسان رده‌های پایین تر نظرات خود را بیان می‌کنند، سپس نظرات نخبگان و کارشناسان رده‌های بالا گرفته می‌شود و کلیه نظرات مورد نقد و بررسی قرار می‌گیرد.

**روش طوفان فکری<sup>۲</sup>:** این روش همانند روش راند رابین است با این تفاوت که نظرات کارشناسان بدون هیچ‌گونه اولویت‌بندی بیان می‌گردد و مورد نقد و بررسی قرار می‌گیرد.

**روش معکوس:** در طول فرآیند بررسی گزینه‌ها، تفاوت میان آن‌ها شناخته شده و بر اساس این تفاوت‌ها معیارهایی جهت مقایسه بدست می‌آید.

**روش معیارهای از پیش تعیین شده:** این روش بر مبنای استفاده از مطالعات قبلی که در این حوزه انجام گرفته است که معیارهایی را برای مقایسه موضوع مورد بررسی بدست آورده و استفاده کرده‌اند.

در این مطالعه برای بدست آوردن معیارها از سه روش طوفان فکری، روش معکوس و روش معیارهای از پیش تعیین شده استفاده شده است. حوزه‌های مختلف فناوری تجهیزات حفاظت در شبکه برق، در مرحله دوم پروژه مورد بررسی قرار گرفت و درخت فناوری آن‌ها ترسیم گردید. در این گزارش بر مبنای هفت معیاری که با نظر کمیته راهبری تأیید گردیده است تجهیزات حفاظت در شبکه برق که در مطالعات درخت فناوری نهایی شده (شکل (۱-۲))، اولویت‌بندی شده‌اند. لازم به ذکر است سخت‌افزار و نرم‌افزار رله‌های نسل سوم و تجهیزات پایش و پردازش علی‌رغم اینکه به صورت جداگانه قابل استفاده نیستند، با توجه به نظرات اعضای محترم کمیته راهبری برای اولویت‌بندی به صورت جداگانه در نظر گرفته شده‌اند.



شکل (۱-۲): درخت فناوری تجهیزات حفاظت شبکه برق

به منظور اولویت‌بندی فناوری‌های تجهیزات حفاظت ارائه شده در شکل (۱-۲) مجموعه‌ای از معیارها با توجه به نظرات خبرگان و اعضا محترم کمیته راهبری و در راستای چشم‌انداز توسعه فناوری‌های تجهیزات حفاظت شبکه برق شناسایی گردید که در شکل (۲-۲) نشان داده شده است و در ادامه توضیحاتی در خصوص هر یک از معیارها ارائه شده است. چشم‌انداز توسعه فناوری‌های تجهیزات حفاظت شبکه برق در راستای دو هدف کلی رفع نیازهای صنعت برق داخل کشور و صادرات فناوری‌های

تجهیزات حفاظت شبکه برق به کشورهای منطقه می‌باشد که با توجه به این دو عبارت کلیدی چشم‌انداز معیارهای اهمیت فناوری با توجه به جهت‌گیری‌های کلان صنعت برق، تأثیر بر پدافند غیرعامل، حجم بازار داخلی، پتانسیل‌های موجود، سرمایه‌گذاری اولیه و سهولت دسترسی به فناوری در راستای رفع نیاز کشور و معیار جلوگیری از خروج ارز در راستای فناوری‌های تجهیزات حفاظت شبکه برق می‌باشد.



شکل (۲-۲): معیارهای ارزیابی و اولویت‌بندی فناوری‌های حفاظت

- اهمیت فناوری با توجه به جهت‌گیری‌های کلان صنعت برق: با توجه به جهت‌گیری‌های کلان صنعت برق کشور برخی از تجهیزات حفاظتی در جهت تحقق اهداف صنعت برق از اهمیت بیشتری برخوردارند.
- تأثیر فناوری بر پدافند غیرعامل: با توجه به اهمیت تجهیزات حفاظتی در تبادل اطلاعات جهت حفاظت از شبکه، امکان اقدامات خرابکارانه و جاسوسی وجود دارد که این امر بر لزوم توسعه فناوری آن تأثیرگذار خواهد بود.
- حجم بازار داخلی: منظور حجم بازار بالقوه و بالفعل هر یک از تجهیزات حفاظتی در کشور می‌باشد.
- پتانسیل‌های موجود: قابلیت‌های فعلی موجود برای تولید و توسعه تجهیزات حفاظتی.

- **جلوگیری از خروج ارز:** توسعه و تولید هر یک از تجهیزات حفاظتی می‌تواند تا اندازه‌ای از خروج ارز از کشور جلوگیری نماید.
- **سهولت دسترسی به فناوری:** دستیابی به فناوری‌های مختلف گاهی با پیچیدگی‌های مختلفی مواجه است که سهولت دسترسی به فناوری را دچار مشکل می‌سازد. هر چه میزان چالش‌های پیش روی کشور در زمینه دستیابی به فناوری کمتر باشد، دسترسی به فناوری راحت‌تر است.
- **سرمایه‌گذاری اولیه:** میزان سرمایه اولیه لازم برای تولید و توسعه تجهیزات حفاظتی.

## ۲-۲- اولویت‌بندی تجهیزات حفاظت بر اساس معیارهای جذابیت

پس از مطالعه و بررسی انواع معیارهای ارزیابی و انواع تجهیزات حفاظت در کشور و با توجه به مرور ادبیات و متدولوژی تصمیم‌گیری چندمعیاره بیان شده در فصل قبل، جهت اولویت‌بندی تجهیزات حفاظت مراحل زیر انجام می‌پذیرد:

گام اول: تعیین خبرگان حوزه تجهیزات حفاظت جهت انجام وزن‌دهی به معیارهای مقایسه با پاسخ به پرسشنامه و با روش تحلیل سلسله مراتبی

گام دوم: تعیین امتیاز و رتبه‌بندی تجهیزات حفاظت بر اساس هر یک از معیارهای اولویت‌بندی

گام سوم: تلفیق اوزان معیارها و رتبه‌های تجهیزات مذکور در هر معیار و بدست آمدن رتبه‌بندی نهایی

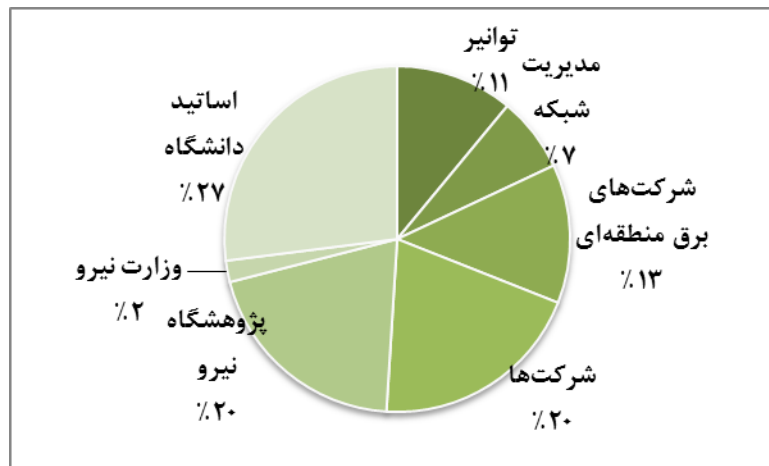
پس از معرفی تفصیلی هر یک از معیارهای مقایسه، در گام اول به تخصیص اوزان درخت معیارها بر اساس پرسشنامه پرداخته می‌شود. پس از شناسایی خبرگان صنعت و دانشگاه در حوزه تجهیزات حفاظت در شبکه برق پرسشنامه‌ای (پیوست شماره ۱) برای حدود ۱۷۰ نفر ارسال گردید و ۴۴ نفر از متخصصین در این حوزه پس از پاسخ به پرسشنامه به صورت کامل، پرسشنامه را ارسال نمودند که در جدول زیر اسامی خبرگان بیان شده است.

جدول (۲-۱): اوزان هر یک از معیارهای اولویت‌بندی تجهیزات حفاظت براساس نظرات خبرگان

شرکت مدیریت شبکه		توانیر	
سمت	نام و نام خانوادگی	سمت	نام و نام خانوادگی
مدیر دفتر مطالعات حفاظت	مهندس ایوب‌زاده	مدیرکل دفتر فنی انتقال	دکتر هاشم علیپور
مدیر دفتر تحقیقات و فناوری	مهندس بهشتی	مدیرکل دفتر امور تحقیقات برق	مهندس محمدعلی فرحناکیان
کارشناس مطالعات و حفاظت شبکه	مهندس علی عاقلی	رئیس گروه مهندسی شبکه	دکتر پیمان کریمی‌فرد
		کارشناس مرکز کنترل شبکه	مهندس دادفر
		رئیس گروه برنامه‌ریزی (عضو کمیته راهبری)	مهندس بیاتی
پژوهشگاه نیرو		شرکت‌های برق منطقه‌ای	
سمت	نام و نام خانوادگی	سمت	نام و نام خانوادگی
مدیر گروه الکترونیک و ابزار دقیق (عضو کمیته راهبری)	مهندس امینی	مدیر امور انتقال برق اصفهان	مهندس عباس معرفت
مدیر فنی آزمایشگاه مرجع رله و حفاظت	مهندس منصوربخت	مدیر امور انتقال برق زنجان	مهندس ابراهیمی
مدیر گروه خط و پست	مهندس گیلوانزاد	رئیس گروه استاندارد شرکت برق منطقه‌ای تهران	دکتر جلالی
مدیر گروه مطالعات سیستم	مهندس مسلمی	کارشناس رلیاژ برق منطقه‌ای مازندران و گلستان	مهندس طورانی
گروه مطالعات سیستم	دکتر مشاری	کارشناس ارشد رلیاژ	مهندس کرمی
گروه مطالعات سیستم	دکتر جعفریان		
مدیر پروژه سیستم حفاظت از راه دور	مهندس شبرو	توزیع برق قزوین	مهندس نظری
مدیر پروژه ساخت رله	مهندس علایی		
اساتید دانشگاه		شرکت‌ها	
نام و نام خانوادگی	شرکت	نام و نام خانوادگی	شرکت
دکتر کاظمی کارگر	همیان فن (عضو کمیته راهبری)	مهندس عراقی	
دکتر جمالی	رای آوین فن	مهندس سروشیان	
دکتر محمدی	رای آوین فن	مهندس علی‌اصغری	
دکتر صنایع‌پسند (عضو کمیته راهبری)	مپنا	دکتر نفیسی	
دکتر مروج	اپیل	مهندس صالحی	
دکتر عسکریان ابیانه (عضو کمیته راهبری)	نظام مهندسی حفاظت و کنترل	مهندس قلم‌چی	
دکتر رستگار	سازمان ملی استاندارد	مهندس میرزاخانی	
دکتر خدرزاده (عضو کمیته راهبری)	اپیل	دکتر هاشمی	

دکتر شهرتاش (عضو کمیته راهبری)	مدیر قبلی شرکت مرکن	مهندس کیوان
دکتر مظلومی	<b>وزارت نیرو</b>	
دکتر رضوی	<b>نام و نام خانوادگی</b>	
دکتر حقی فام	مدیر کل برنامه‌ریزی برق و انرژی وزارت نیرو (عضو کمیته راهبری)	<b>دکتر فرمد</b>

در ادامه در شکل (۳-۲) سهم هر از یک از گروه‌های شرکت کننده در پاسخ به پرسشنامه به تفکیک توانیر، مدیریت شبکه، شرکت‌های برق منطقه‌ای، شرکت‌ها، پژوهشگاه نیرو، وزارت نیرو و اساتید دانشگاه مشخص گردیده است.



شکل (۳-۲): نمودار سهم گروه‌های شرکت کننده

پس از شناسایی خبرگان از بخش‌های مختلف مرتبط با موضوع حفاظت شبکه برق، به هر یک از خبرگان پرسشنامه‌ای الکترونیکی (پیوست شماره ۱) ارسال گردید تا معیارها در مقایسه با یکدیگر و به صورت مستقیم وزن‌دهی شوند سپس این داده‌ها به عنوان ورودی به نرم‌افزار اکسپرت چویس<sup>۱</sup> داده شده‌اند و بدین ترتیب مقایسات زوجی و امتیازدهی مربوطه براساس جدول استاندارد شده توماس. ال. ساعتی در نرم‌افزار اکسپرت چویس انجام می‌گیرد. پس از اعمال نظرات خبرگان در نرم‌افزار، اوزان هر یک از معیارها در بازه عددی (۱-۹) بدست آمد؛ که در جدول (۲-۲) اوزان هر یک از معیارها نشان داده شده است.

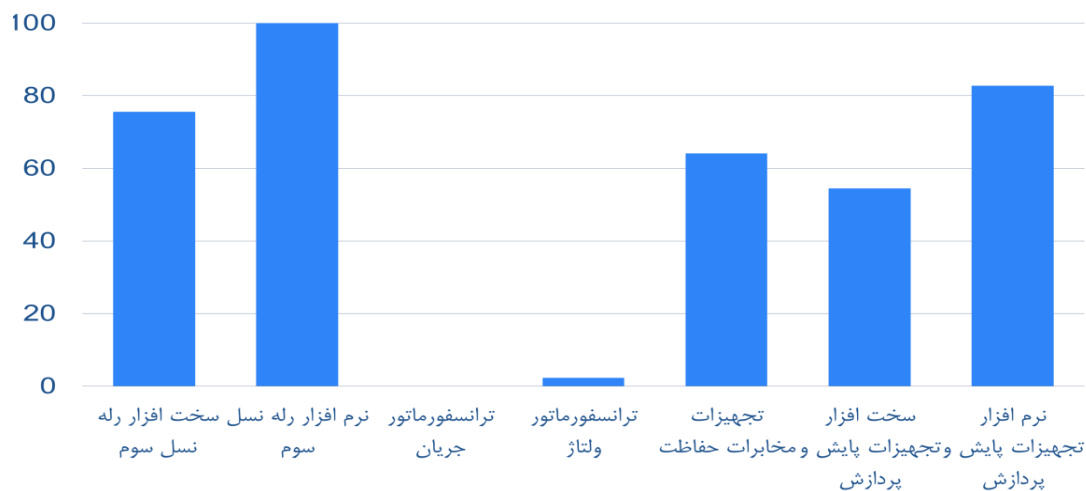
جدول (۲-۲): اوزان هر یک از معیارهای اولویت‌بندی تجهیزات حفاظت براساس نظرات خبرگان

<sup>۱</sup>. Expert Choice

اوزان معیارها	معیار
۸۸	اهمیت فناوری با توجه به جهت‌گیری‌های صنعت برق
۸۵	تأثیر بر پدافند غیرعامل
۸۳	حجم بازار داخلی
۷۴	پتانسیل‌های موجود
۷۳	جلوگیری از خروج ارز
۷۲	سهولت دسترسی به فناوری
۵۴	سرمایه‌گذاری اولیه

در گام دوم و سوم با توجه به اوزان هر یک از معیارها که در گام اول بدست آمد رتبه‌بندی هر یک از تجهیزات حفاظت شبکه برق با توجه به نظرات خبرگان مشخص گردید. برای این منظور در پرسشنامه (پیوست شماره ۱) با توجه به هر یک از معیارها جدولی ترسیم گردید که در آن هفت تجهیز حفاظت شبکه‌ی برق با یکدیگر با توجه به هر یک از معیارها مورد مقایسه قرار گرفتند. سپس در گام نهایی با تلفیق اوزان هر یک از معیارها و رتبه‌بندی تجهیزات حفاظت شبکه برق بر اساس هر یک از هفت معیار اولویت‌بندی، با استفاده از نرم‌افزار اکسپرت چویس رتبه‌بندی تجهیزات مذکور به دست آمد.

با توجه به وزن معیارها و میزان امتیاز هر تجهیز در هر یک از معیارها، اولویت‌بندی نهایی جذابیت فناوری‌های تجهیزات حفاظت براساس نظر خبرگان در شکل (۲-۴) انجام گرفته است.



شکل (۲-۴): اولویت‌بندی فناوری‌های تجهیزات حفاظت بر اساس مجموع نظرات خبرگان

به صورت کلی همان‌طور که در شکل (۲-۴) مشخص است از منظر جذابیت فناوری‌های تجهیزات حفاظت، نرم‌افزار رله نسل سوم با توجه به نظرات خبرگان در رتبه اول، نرم‌افزار تجهیزات پایش و پردازش در رتبه دوم و سخت‌افزار رله نسل سوم در رتبه سوم قرار دارند. در ادامه با توجه به ادبیات ارائه شده در فصل اول و با در نظر گرفتن جذابیت هر یک از این فناوری‌ها و همچنین توانمندی کشور در هر یک از فناوری‌های تجهیزات حفاظت، ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های تجهیزات حفاظت ترسیم شده و براساس این ماتریس در خصوص فناوری‌های اولویت‌دار تصمیم‌گیری شده است.

## ۲-۳- نتیجه‌گیری و ترسیم ماتریس جذابیت-توانمندی فناوری‌های تجهیزات حفاظت

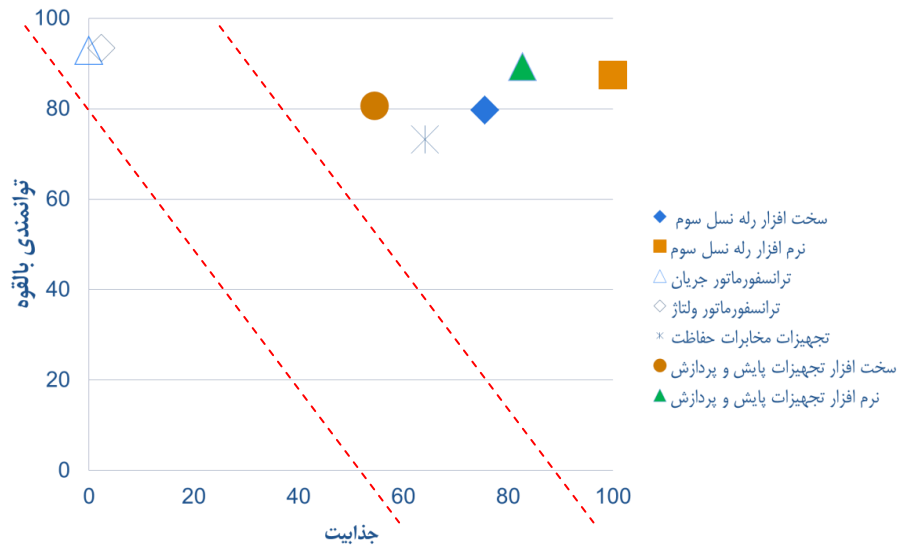
به منظور ترسیم ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های تجهیزات حفاظت شبکه برق به صورت مجزا جذابیت و توانمندی کشور در حوزه هفت فناوری موجود در درخت فناوری مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت.

برای تعیین جذابیت هر یک از فناوری‌های تجهیزات حفاظت شبکه برق، همان‌طور که در بخش ۲-۳ به صورت مفصل بیان شد، معیارهایی در راستای چشم‌انداز ترسیمی تعیین گردید و با روش تصمیم‌گیری چند معیاره، جذابیت هر یک از فناوری‌های تجهیزات حفاظت شبکه برق مطابق با شکل (۲-۴) تعیین گردید که به ترتیب نرم‌افزار رله نسل سوم، نرم‌افزار تجهیزات پایش و پردازش، سخت‌افزار رله نسل سوم، تجهیزات مخابرات حفاظت و سخت‌افزار تجهیزات پایش و پردازش در رده‌های اول تا پنجم قرار گرفتند.

برای تعیین قابلیت و توانمندی کشور در هر یک از فناوری‌های تجهیزات حفاظت شبکه برق علاوه بر اخذ نظرات خبرگان (پرسشنامه پیوست ۱)، گزارش پتانسیل سنجی فناوری‌های تجهیزات حفاظت شبکه برق<sup>۱</sup> نیز مورد استفاده قرار گرفته است. براساس توانمندی بالقوه کشور در هر یک از فناوری‌های تجهیزات حفاظت شبکه برق و براساس جذابیت هر یک از فناوری‌های تجهیزات حفاظت شبکه برق، ماتریس جذابیت-توانمندی فناوری‌های تجهیزات حفاظت شبکه برق در شکل (۲-۵) ترسیم گردیده است.

<sup>۱</sup> گزارش پتانسیل سنجی فناوری‌های تجهیزات حفاظت شبکه برق





شکل (۲-۵): ماتریس جذابیت و توانمندی بالقوه فناوری‌های تجهیزات حفاظت براساس مجموع نظرات خبرگان

با توجه به ماتریس جذابیت- توانمندی بالقوه فناوری‌های تجهیزات حفاظت بر اساس مجموع نظرات خبرگان و با توجه به ادبیات ماتریس جذابیت و توانمندی ارائه شده در فصل اول و نظرات اعضای کمیته راهبری، ماتریس جذابیت و توانمندی فناوری‌های تجهیزات حفاظت به سه قسمت تقسیم گردید.

نرم‌افزار رله نسل سوم، سخت‌افزار رله نسل سوم و نرم‌افزار تجهیزات پایش و پردازش، سخت‌افزار تجهیزات پایش و پردازش و تجهیزات مخابرات حفاظت به عنوان اولویت دسته اول و ترانسفورماتور جریان و ترانسفورماتور ولتاژ به عنوان اولویت دسته دوم محسوب می‌شوند.

پس از ارائه نتایج حاصل از ماتریس جذابیت توانمندی در کمیته راهبری فناوری‌های تجهیزات حفاظت شبکه برق، مقرر گردید تجهیزات مخابرات حفاظت از اولویت اول خارج شده و به عنوان اولویت دوم توسعه فناوری‌های تجهیزات حفاظت قرار بگیرد. لذا با توجه به نظرات اعضای محترم کمیته راهبری، سخت‌افزار و نرم‌افزار رله و سخت‌افزار و نرم‌افزار تجهیزات پایش و پردازش به عنوان فناوری‌های اولویت‌دار مشخص شدند و سه تجهیز ترانسفورماتور جریان، ترانسفورماتور ولتاژ و تجهیزات مخابرات حفاظت از لیست فناوری‌های اولویت‌دار حذف گردیدند. همچنین با توجه به نظر اعضای کمیته راهبری برای تعیین سبک اکتساب مناسب هر یک از

فناوری‌های اولویت‌دار تجهیزات حفاظت شبکه برق مقرر گردید چهار اولویت ذکر شده در فوق با عناوین کلی رله نسل سوم (سخت‌افزار و نرم‌افزار) و تجهیزات پایش و پردازش (سخت‌افزار و نرم‌افزار) مورد تحلیل قرار بگیرند.

فصل سوم: سبک اکتساب فناوری‌های

اولویت‌دار تجهیزات حفاظت در شبکه

برق



## مقدمه

به منظور تصمیم‌گیری درباره نحوه اکتساب فناوری، به طور معمول معیارها و عواملی دخیل هستند که باید طی فرآیند انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری، مدنظر قرار گیرند. این معیارها و عوامل اغلب ناظر بر ویژگی‌های فناوری، دارنده فناوری، ویژگی‌ها و اهداف گیرنده فناوری، بازار و شرایط محیطی می‌باشند. از طرف دیگر به صورت کلی سه سبک برای توسعه تکنولوژی و اکتساب آن وجود دارد که عبارت‌اند از:

- توسعه داخلی (درون‌زا) تکنولوژی
- توسعه مشارکتی تکنولوژی (همکاری تکنولوژیکی)
- خرید محصول تکنولوژی

در این بخش سبک اکتساب هر یک از فناوری‌های اولویت‌دار که در بخش قبل مشخص گردید با توجه به مجموعه معیارهایی مورد بررسی قرار گرفته است.

### ۳-۱- تشریح مدل سبک اکتساب

امروزه یکی از مهم‌ترین تصمیمات راهبردی پیش روی محیط رقابت جهانی، موضوع اکتساب فناوری می‌باشد. اهمیت این که اکتساب فناوری، از چه روشی انجام گیرد، بسیاری از کشورهای در حال توسعه را بر آن داشته که انواع مختلف روش‌های اکتساب فناوری را مورد ارزیابی قرار داده و در پی انتخاب سودمندترین آن‌ها (از جوانب مختلف) می‌باشند. هر چقدر رویه مورد استفاده برای انتخاب روش اکتساب فناوری کاراتر و عقلانی‌تر باشد، منجر به مزیت‌های بیشتری برای اکتساب‌کننده خواهد شد. به هر صورت انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری پیش از هر چیز یک مسئله تصمیم‌گیری است و به همین جهت تصمیم‌گیرنده با لحاظ مجموعه‌ای از معیارها و محدودیت‌ها اقدام به انتخاب روش مناسب می‌نماید؛ بنابراین هر مدلی برای انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری می‌بایست جنبه‌های فوق را مورد توجه قرار دهد.

در این قسمت به تشریح مدل اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار تجهیزات حفاظت پرداخته شده است. بدین منظور در بدو امر به شرح ویژگی‌های کلی مدل پرداخته و سپس مدل نهایی ارائه می‌گردد.

### ۳-۱-۱- اجزاء مدل اکتساب فناوری

در این قسمت به شرح یکایک اجزا و عناصر این مدل و نقش آن‌ها در مدل پرداخته می‌شود:

چرخه عمر فناوری (عام): پرسشی که در گام ابتدایی مدل انتخاب روش اکتساب فناوری، مطرح می‌شود، این است که فناوری در حالت عام، در چه مرحله‌ای از چرخه عمر خود قرار دارد. مطابق با پاسخ این پرسش، روش برخورد با فناوری تغییر می‌کند. در مدل ارائه شده فراخور وضعیت فناوری در چرخه عمر، سه حالت زیر به وجود می‌آید:

چنانچه معلوم شود فناوری در مرحله معرفی قرار دارد، "سبک خرید" حذف شده و تنها سبک "تحقیق و توسعه داخلی" و روش همکاری "تحقیق و توسعه مشترک" معنا پیدا می‌کنند. بدیهی است که دلیل این امر عدم امکان پذیري سبک خرید و برخی دیگر از روش‌های همکاری می‌باشد.

اگر فناوری مذکور در مراحل رشد و بلوغ باشد، تصمیم‌گیری منوط به پرسش از حجم بازار خواهد بود که در بند بعدی به آن خواهیم پرداخت.

سرانجام اگر فناوری در مرحله پیری و افول باشد، از آنجا که این به معنای معرفی فناوری رقیب در بازار است، پاسخ پرسش بعدی بدیهی می‌گردد به این صورت که چرخه عمر محصول نیز در حالت افول قرار می‌گیرد و در نتیجه سبک تحقیق و توسعه حذف می‌گردد، دلیل این کار نیز این است که چرخه عمر فناوری در حالت افول بوده، رقبا در حال خارج شدن از بازار و فروش فناوری هستند، از سوی دیگر عاقلانه نیست که بر روی یک فناوری از رده خارج که در سطح بین‌المللی کنار نهاده شده است، تحقیق و توسعه انجام شود.

حجم بازار داخل: با توجه به مطالب فوق در حالت‌های مختلفی پرسش از حجم بازار داخل ضرورت پیدا می‌کند. حالت اول متعلق به زمانی بود که فناوری عام در مرحله افول از چرخه عمر خود قرار داشت، حالت‌های دوم و سوم نیز ناظر بر وضعیتی است که طی آن چرخه عمر محصول در بازار بین‌الملل، در مرحله رشد و بلوغ یا افول باشد. پاسخ به این پرسش دو خروجی را به وجود می‌آورد:

حالت اول حکایت از کم بودن حجم بازار داخل داشته و رقم پرداختی بابت خرید آن قابل توجه نمی‌باشد که در این صورت سبک خرید محصول فناوری پیشنهاد می‌شود.

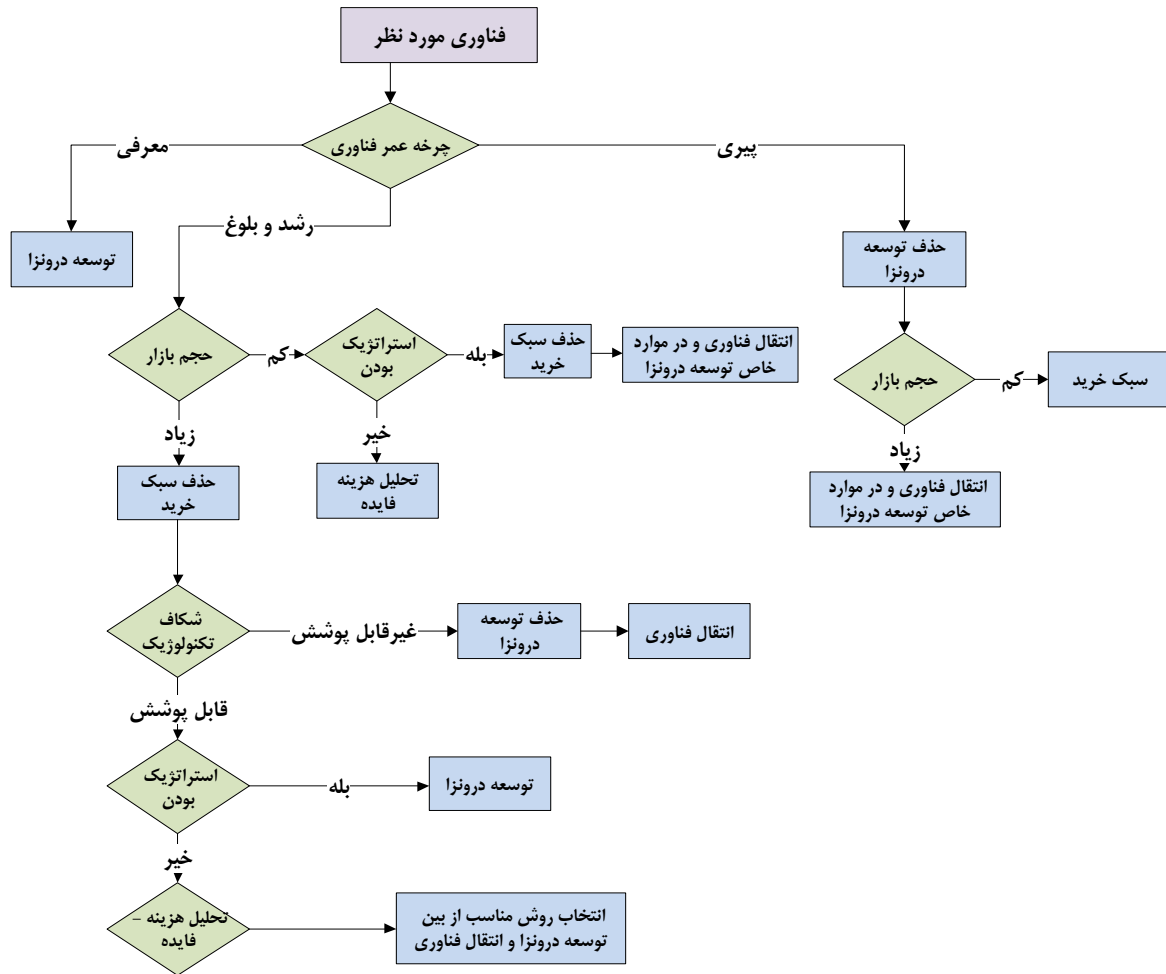
حالت دوم ناظر بر با ارزش بودن بازار داخلی است که در این صورت به دلایلی چون بازار جذاب داخل، لزوم عدم خروج مقادیر بالای ارز از کشور، لزوم افزایش فرصت‌های شغلی در کشور، سبک خرید حذف شده و ادامه فلوچارت از دو حالت زیر خارج نیست:

اولاً زمانی که در سطوح بالاتر مدل، سبک تحقیق و توسعه حذف شده باشد که طی آن روش‌های همکاری معنادار مدنظر قرار می‌گیرند و پرسش‌های بعدی بر مبنای آن مطرح می‌شوند.

ثانیاً زمانی که در سطوح بالاتر مدل، سبک تحقیق و توسعه حذف نشده باشد که در این صورت شکاف فناورانه مورد پرسش واقع می‌شود.

شکاف فناورانه: هدف از طرح این معیار، بررسی امکان تحقیق و توسعه در مسیرهایی است که این سبک از میان روش‌های اکتساب حذف نشده باشد. در صورتی که شکاف فناورانه غیرقابل پوشش باشد، سبک تحقیق و توسعه حذف می‌گردد و چنانچه شکاف فناورانه قابل پوشش باشد، سبک تحقیق و توسعه در کنار روش‌های همکاری معنادار مورد بررسی قرار می‌گیرد.

با توجه به موارد ذکر شده مدل سبک اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار در شکل (۳-۱) نشان داده شده است که به فراخور نیاز و با توجه به موضوع مورد بحث از برخی از قسمت‌های آن استفاده شده است.



شکل (۳-۱): مدل مفهومی اکتساب فناوری های اولویت دار

### ۳-۲- ارزیابی معیارهای سبک اکتساب

به منظور اکتساب فناوری های اولویت دار تجهیزات حفاظت در شبکه برق معیارهایی از قبیل حجم بازار داخلی، میزان شکاف تکنولوژیکی، چرخه عمر فناوری و میزان استراتژیک بودن فناوری در این قسمت مورد بررسی قرار خواهد گرفت. بدین منظور اولاً با توجه به پاسخهای پرسشنامه ای که برای اولویت بندی فناوری های اولویت دار برای خبرگان فرستاده شده و ثانياً با توجه به منابع علمی و اطلاعات موجود در کشور میزان اهمیت هر یک از این معیارها برای فناوری های اولویت دار تجهیزات حفاظت مورد بررسی قرار گرفته است. لازم به ذکر است فناوری های اولویت دار حفاظت شبکه برق که در فصل قبل مورد بررسی قرار گرفته است، رله های نسل سوم و تجهیزات پایش و پردازش می باشند که با توجه به اینکه سخت افزار و نرم افزار این تجهیزات



در کنار هم قابل استفاده می باشند، با توجه به نظر کمیته راهبری در تحلیل سبک اکتساب، سخت افزار و نرم افزار به صورت یک بسته در نظر گرفته می شوند.

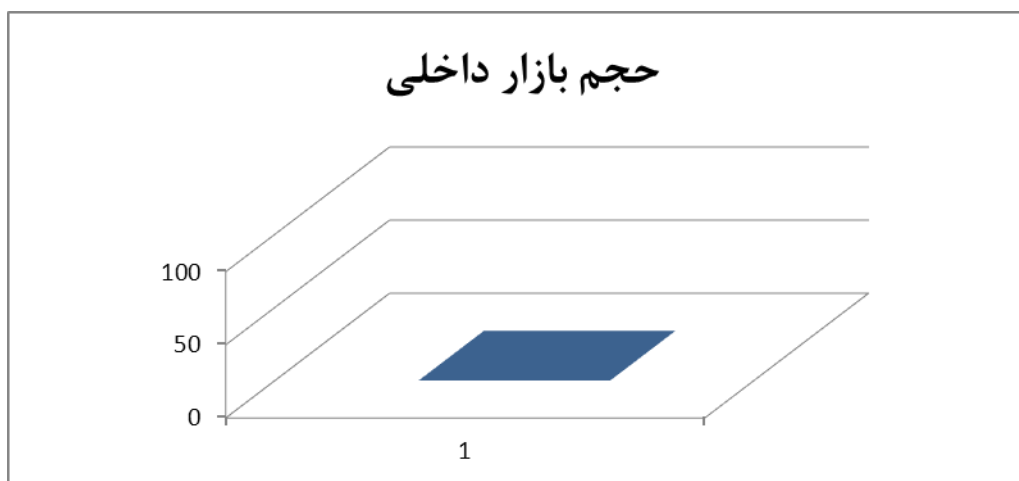
### ۳-۲-۱- معیار حجم بازار

برای سنجش میزان فرصت های کسب و کار جهت تأمین تقاضای داخلی می توان از معیار حجم بازار تکنولوژی در داخل کشور و میزان رشد این بازار استفاده نمود. منظور از حجم بازار، میزان حجم ریالی بازار بالفعل برای هر یک از تجهیزات و فناوری های حفاظت در شبکه برق در کشور می باشد. در ادامه حجم بازار هر یک از فناوری های تجهیزات حفاظت در جدول زیر بیان می گردد. (اخذ شده از توانیر)

جدول (۳-۱): حجم بازار هر یک از فناوری های تجهیزات حفاظت در داخل کشور

نام محصول	میزان نیاز سالانه کشور (دستگاه)	متوسط قیمت (میلیون ریال)	حجم نیاز سالانه کشور (میلیون ریال) (متوسط قیمت)
رله جریان	۵۰۰	۵۰	رله اضافه جریان
			رله اضافه بار
			رله جهتی
رله دیفرانسیل	۵۰۰	۱۶۰	۸۰۰۰۰
رله دیستانس	۸۰۰	۹۰	۷۲۰۰۰
مجموع حجم نیاز سالانه کشور (میلیون ریال)			۴۰۲۰۰۰
مجموع حجم نیاز ده ساله کشور (میلیون ریال)			۴۰۲۰۰۰۰

میزان حجم بازار داخلی فناوری تجهیزات حفاظت اولویت دار علاوه بر موارد پیش گفته شده، با استخراج نظرات متخصصین این حوزه از پرسشنامه اولویت بندی که در شکل (۳-۲) نشان داده شده است نیز برآورد شده است.



شکل (۲-۳): میزان امتیاز حجم بازار هر یک از فناوری های تجهیزات حفاظت بر اساس پرسشنامه

در جدول با توجه به نظر خبرگان در پرسشنامه به صورت کیفی حجم بازار فناوری های اولویت دار تجهیزات حفاظت شبکه برق نشان داده شده است.

جدول (۲-۳): حجم بازار داخلی هر یک از فناوری های اولویت دار تجهیزات حفاظت

تجهیز حفاظت اولویت دار	رله نسل سوم	تجهیزات پایش و پردازش (PMU)
حجم بازار داخلی	متوسط	کم

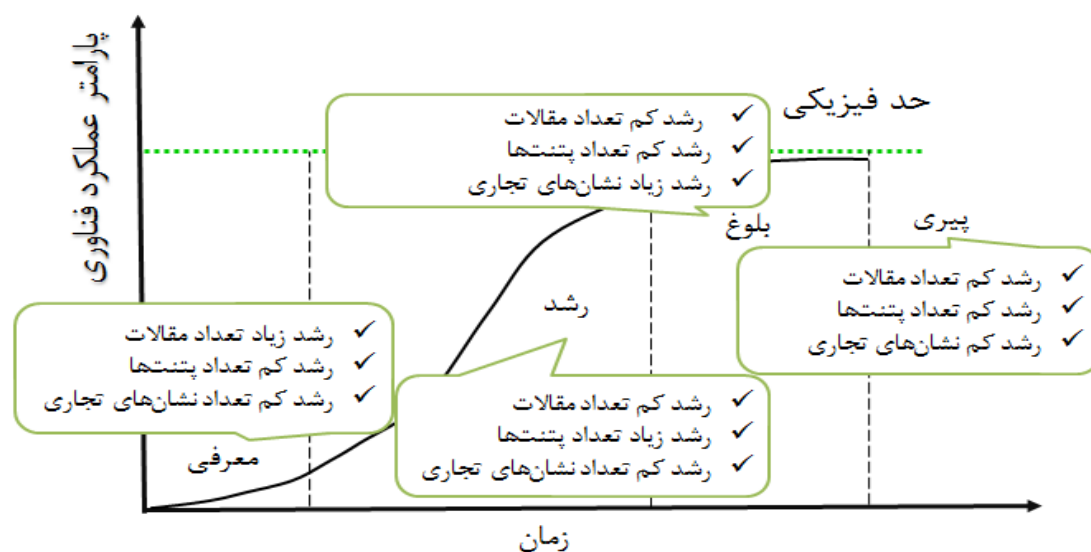
### ۳-۲-۲- معیار چرخه عمر فناوری

هر تکنولوژی دارای عمری است که به صورت یک منحنی ترسیم می شود چرخه عمر تکنولوژی به طور کلی میزان تقاضا برای یک فناوری در طول زمان را بیان می دارد. این نمودار دارای چهار بخش اصلی معرفی، رشد، بلوغ و افول است که در شکل نشان داده شده است.

هر فناوری، چرخه عمر خود را از مرحله معرفی که اولین ایده ها و مفاهیم در مورد آن مطرح می شود آغاز می کند. این مرحله عموماً در دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی صورت می گیرد. در این مرحله بیشترین تعداد مقالات علمی در رابطه با آن موضوع منتشر می شود.

زمانی که فناوری مورد نظر قابلیت استفاده صنعتی و تجاری داشته باشد؛ مرحله رشد فناوری در مراکز تحقیق و توسعه صنعتی آغاز می شود. این مرحله تا زمانی که فناوری مورد نظر، به مرحله ای برسد که بتوان با استفاده از آن محصول و یا خدمات جدیدی را ارائه کرد ادامه می یابد. در این مرحله حجم مقالات به تدریج کاهش می یابد و تعداد پتنت های مرتبط با آن فناوری افزایش می یابد.

پس از مرحله رشد، فناوری وارد مرحله بلوغ می شود. در این مرحله سطح فناوری تغییر عمده ای نمی کند و تغییرات آن در حد بهینه سازی های محدودی خواهد بود که در خود صنعت صورت می گیرد. در این مرحله از عمر فناوری، مقالات و پتنت ها کاهش یافته و در عوض نشان های تجاری و شرکت هایی که در رابطه با آن فناوری تأسیس می شوند، افزایش می یابد. با گذشت زمان و ورود فناوری های رقیب که قابلیت های جدیدی را ارائه می کنند، تقاضا برای فناوری قدیمی کمتر شده و مرحله افول آغاز می شود. رشد منفی مقالات، پتنت ها و نشان های تجاری از ویژگی های این دوره چرخه عمر فناوری است. با توجه به توضیحات فوق، چرخه عمر فناوری را می توانند به شرح زیر در نظر گرفت:

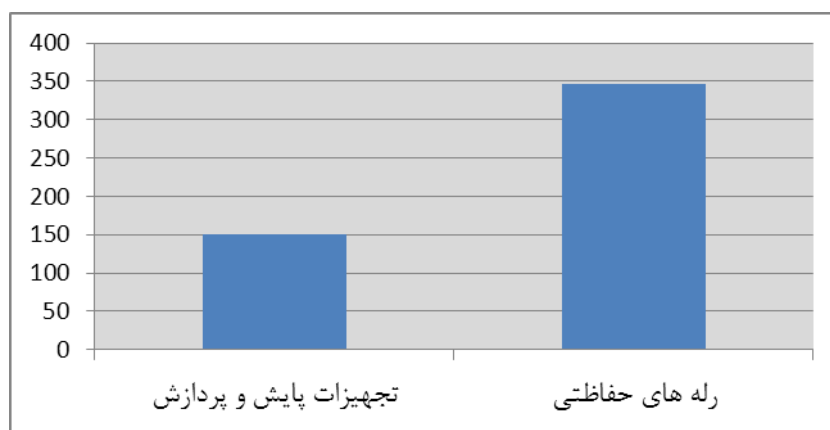


شکل (۳-۳): چرخه عمر فناوری

۳-۲-۱- بررسی چرخه عمر فناوری رله های حفاظتی و تجهیزات پایش و پردازش

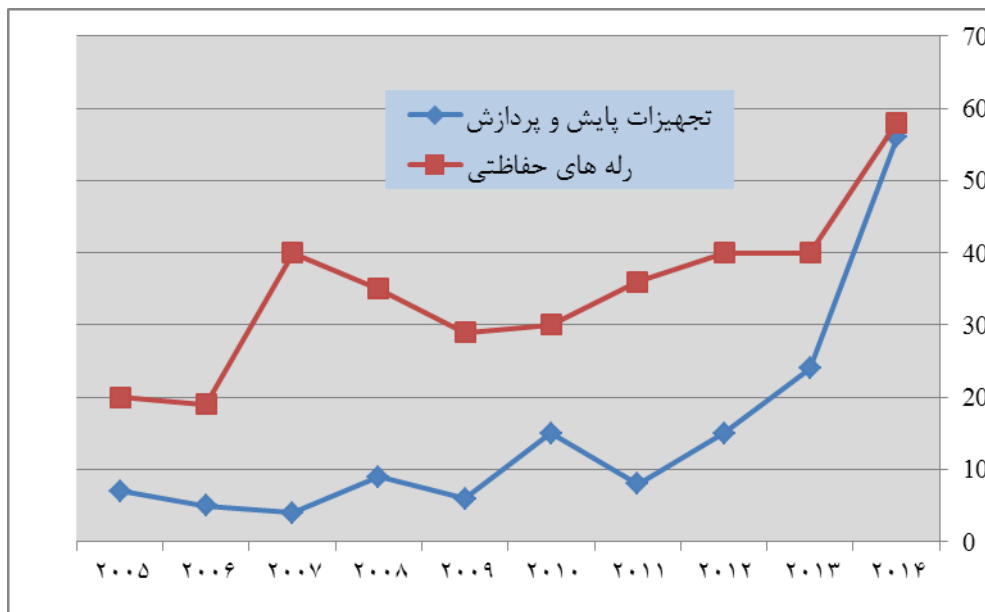
الف) بررسی مقالات منتشر شده در زمینه رله های حفاظتی و تجهیزات پایش و پردازش

به منظور بررسی روند موضوعی مقالات حوزه حفاظت در سال های اخیر، مقالات چاپ شده در این حوزه در سال های ۲۰۱۴-۲۰۰۵ از ژورنال های معتبر IEEE، ELSEVIER و IET استخراج شده اند. لازم به ذکر است در دو حوزه رله و تجهیزات پایش و پردازش هم بحث نرم افزاری آن ها و هم بحث سخت افزاری آن ها مدنظر بوده است. نتایج این بررسی نشان می دهد که ۶۴ درصد مقالات منتشر شده در این سال ها در حوزه حفاظت در رابطه با توسعه الگوریتم های سخت افزاری و یا نرم افزاری رله های حفاظتی بوده است. این مسئله بیانگر اهمیت ویژه این تجهیز در حوزه حفاظت شبکه های فعلی و آینده دارد. ۳۲ درصد مقالات نیز به حوزه تجهیزات پایش و پردازش مرتبط می شود. با دقت در روند چاپ مقالات این حوزه مشخص است که در سال ۲۰۱۴ تعداد مقالات چاپ شده در این حوزه بسیار زیاد بوده است ولی هرچه قدر از این سال ها به عقب باز می گردیم این تعداد کاهش می یابد. بنابراین می توان این انتظار را داشت که در سال های آینده شاهد رشد بیشتر مقالات در این حوزه باشیم. آمار بالای مقالات در حوزه رله های حفاظتی و تجهیزات پایش و پردازش حاکی از این مسئله است که روند رشد و ارتقاء این تجهیزات قابل توقف نیست و هر روز تکنولوژی های جدیدی از این محصولات به بازار ارائه می شود.



شکل (۳-۴): تعداد مقالات چاپ شده در ژورنال های معتبر (رله های حفاظتی و تجهیزات پایش و پردازش)

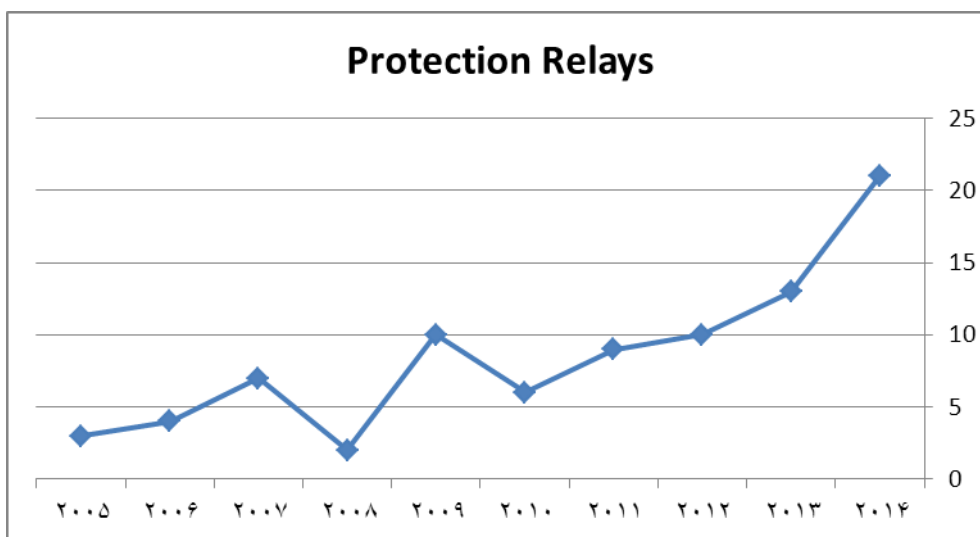
شکل (۳-۵) تغییرات چاپ مقالات را در دو حوزه رله های حفاظتی و تجهیزات پایش و پردازش طی سال های مختلف نشان می دهد. همان طور که از این شکل مشخص است آمار چاپ مقالات در حوزه پایش و پردازش طی سال های اخیر افزایش چشمگیری داشته است. از سوی دیگر آمار چاپ مقالات در حوزه رله های حفاظتی همواره بالا بوده است که این مسئله بیانگر اهمیت ویژه این تجهیز با تکنولوژی پیشرفته می باشد بطوریکه طی سالیان متمادی از درجه اهمیت آن کاسته نشده است.



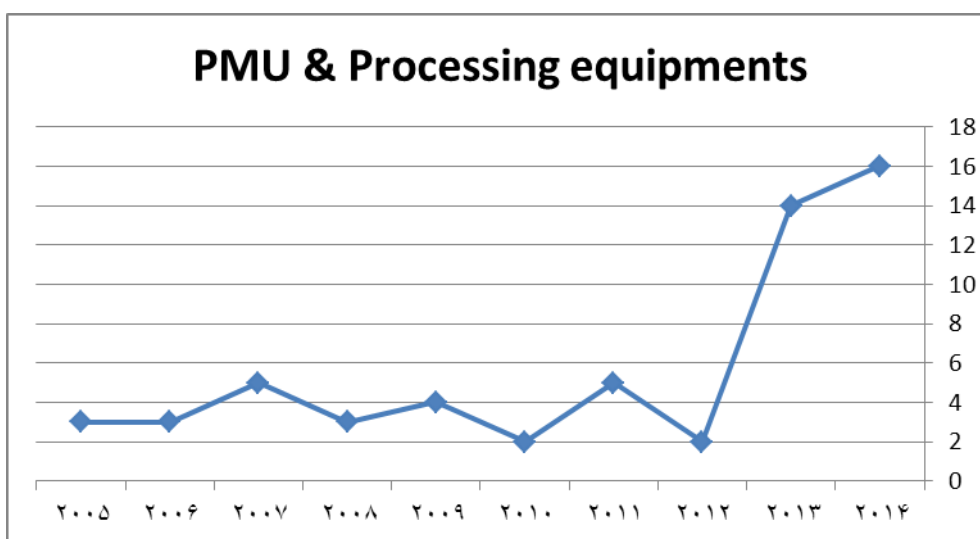
شکل (۳-۵): تغییرات آمار چاپ مقالات در دو حوزه رله های حفاظتی و تجهیزات پایش و پردازش

### ب) بررسی پتنت های منتشر شده در زمینه رله و تجهیزات پایش و پردازش

در این قسمت به بررسی تعداد پتنت دو تجهیز اصلی حفاظت یعنی رله های حفاظتی و تجهیزات پایش و پردازش در سال های ۲۰۰۵-۲۰۱۵ پرداخته می شود. همان طور که از نتایج این بررسی در شکل (۳-۶) و شکل (۳-۷) مشخص است، پتنت این دو تجهیز پراهمیت همواره روندی صعودی داشته است بطوریکه در سال ۲۰۱۴ بیشترین پتنت برای هر دو تجهیز ثبت شده است. لازم به ذکر است پتنت های رله های حفاظتی در سال های قبل از ۲۰۱۴ نیز آمار بالایی داشته است اما این مسئله برای تجهیزات پایش و پردازش دیده نمی شود. این مسئله بیانگر آن است که رله همواره به عنوان مهم ترین تجهیز حوزه حفاظت چه به لحاظ آمار چاپ مقاله (همان طور که در گزارش بررسی آمار چاپ مقالات بررسی شد) و چه به لحاظ پتنت ثبت شده در سال های اخیر همواره مورد توجه بوده است. با تغییر ساختار در شبکه ها و حرکت به سمت شبکه های هوشمند، تجهیزات پایش و پردازش نیز مورد توجه قرار گرفته اند بطوریکه در سال های اخیر شاهد افزایش چاپ مقالات در این زمینه و نیز پتنت های ثبت شده هستیم.



شکل (۳-۶): تعداد پتنت های ثبت شده در حوزه رله های حفاظتی در سال های ۲۰۰۵-۲۰۱۵

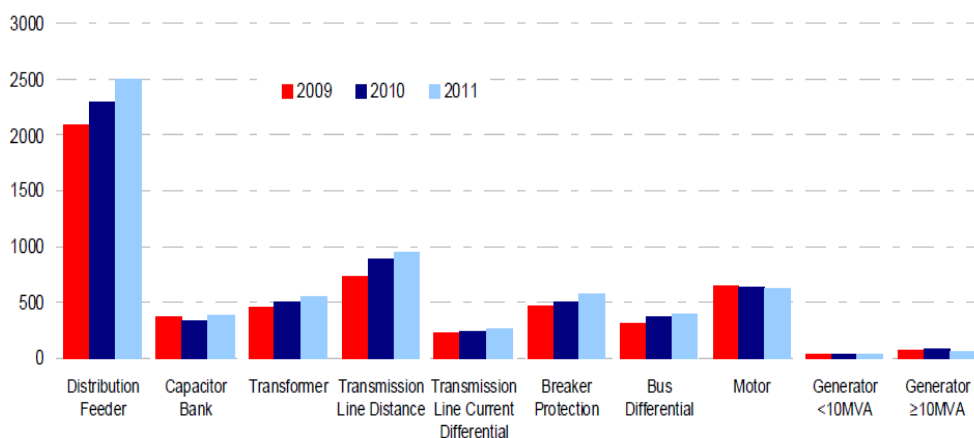


شکل (۳-۷): تعداد پتنت های ثبت شده در حوزه تجهیزات پایش و پردازش در سال های ۲۰۰۵-۲۰۱۵

### ج) تحلیل از حجم بازار رله های حفاظتی در دنیا

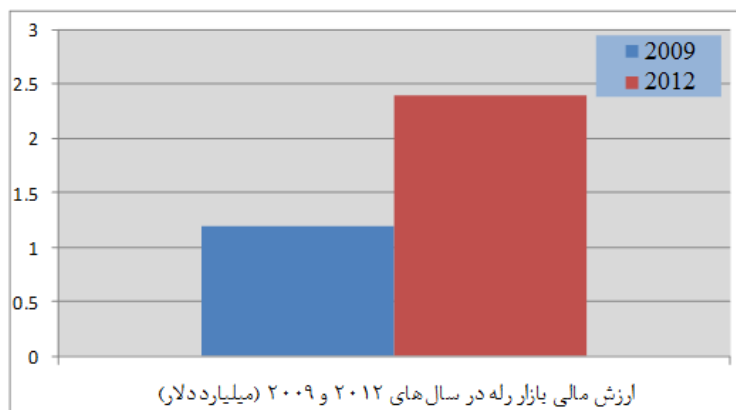
با توجه به پیشرفت در صنایع مختلف، تغییر الگوی زندگی، افزایش جمعیت و ... نیاز به برق روز به روز افزایش می یابد. مطالعات نشان می دهند که نیاز به برق از ۳٫۶ درصد بین سال های ۲۰۰۶-۲۰۱۲ به ۳٫۹ درصد بین سال های ۲۰۲۰-۲۰۱۳ افزایش خواهد یافت. افزایش نیاز به برق موجب ایجاد ظرفیت های جدید تولید خواهد شد. علاوه بر آنکه ظرفیت های جدید

نیازمند تجهیزات حفاظتی (به ویژه انواع رله های حفاظتی) هستند، به روزرسانی رله های قدیمی نیز موجب شده است که بازار رله های حفاظتی یک بازار پررونق با بیلان مالی بسیار بالا باشد. در بیان حجم این بازار به ذکر این مسئله اکتفا می شود که در سال های ۲۰۰۸-۲۰۰۶ حدود ۱۳۳۰۰ رله توسط کشورهای آمریکای شمالی خریداری شده است در حالیکه این تعداد رله برای سال های ۲۰۰۹-۲۰۱۴ به بیش از ۱۵۰۰۰ دستگاه رله افزایش یافته است [۵]. در تحقیقی که توسط موسسه تحقیقاتی Newton-Evans انجام شده است و نتایج آن در مرجع [۵۴] ارائه گردیده است، نوع رله های خریداری شده در کشورهای آمریکای شمالی بین سال های ۲۰۰۹-۲۰۱۱ به شرح شکل (۳-۸) می باشد:



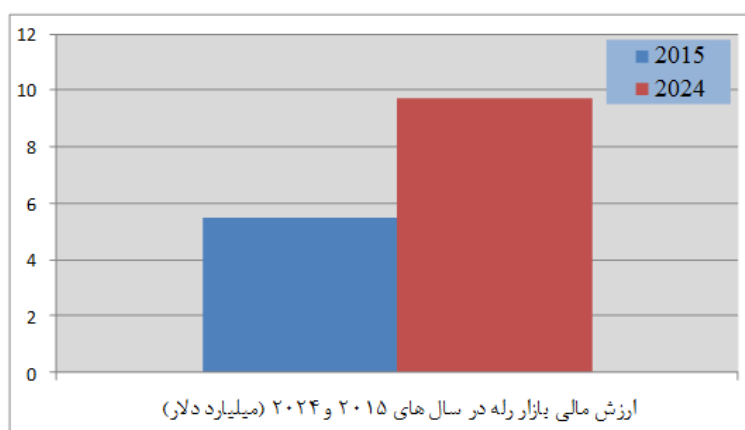
شکل (۳-۸): نوع رله های خریداری شده در سال های ۲۰۰۹-۲۰۱۱ در کشورهای آمریکای شمالی

همان طور که از شکل (۳-۸) مشخص است، رله های اضافه جریان حفاظت از فیدر بیشترین حجم رله های استفاده شده در کشورهای آمریکای شمالی را در سال های مورد تحقیق به خود اختصاص داده است. پس از آن رله پراهمیت دیستانس که وظیفه حفاظت از خطوط انتقال را بر عهده دارد، بیشترین تعداد رله مورد استفاده است. افزایش تعداد رله های خریداری شده توسط شرکت های مختلف دنیا در سال های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۱ موجب گردید که میزان داد و ستد در بازار رله از ۱,۲ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۹ به ۲,۴ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۲ برسد. افزایش دو برابری حجم مالی بازار تنها در مدت سه سال، نشان از اهمیت و جایگاه ویژه این تجهیز در صنعت دارد بطوریکه می توان بازار رله را جزء یکی از بازارهای پررونق دنیا با حجم تبادلات مالی بسیار بالا دانست [۶].



شکل (۳-۹): تغییرات مالی بازار رله در سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۲

حجم بالای تعداد رله موجب ایجاد یک بازار رقابتی و بسیار بزرگ برای این تجهیز پراهمیت شده است. براین اساس با توجه به ایجاد میکروگریدها، شبکه‌های هوشمند، ظرفیت‌های مختلف تولید برق در دنیا و ارزیابی‌های مختلف از به‌روزرسانی رله‌های حفاظتی در دنیا، تحلیل‌های مختلفی از ارزش مالی این بازار بزرگ برای آینده صورت می‌پذیرد. در این راستا براساس تحلیل‌های صورت گرفته توسط شرکت اقتصادی Navigant Research ارزش مالی بازار رله‌های حفاظتی از سال ۲۰۱۵ از ۵٫۵ میلیارد دلار به ۹٫۷ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۴ افزایش می‌یابد. این مسئله در شکل (۳-۱۰) نیز نشان داده شده است [۷].

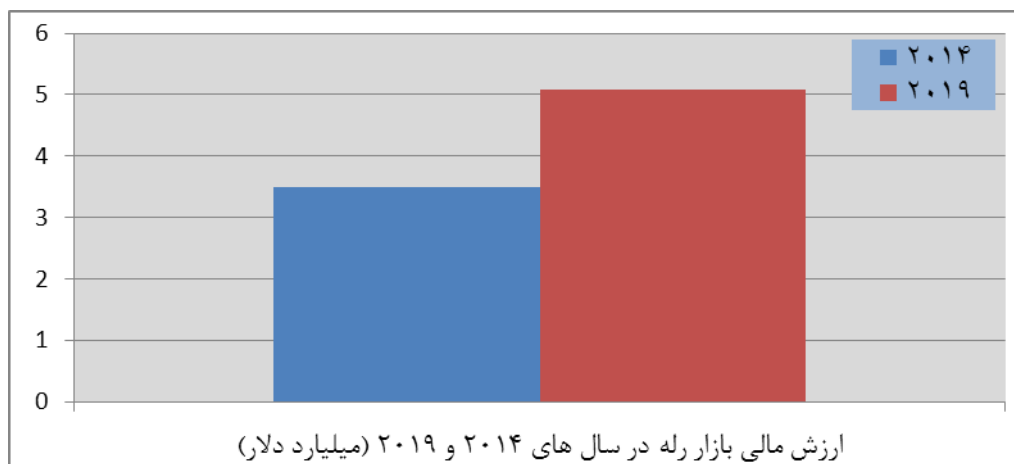


شکل (۳-۱۰): تغییرات مالی بازار رله در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۲۴ براساس تحلیل شرکت Navigant Research

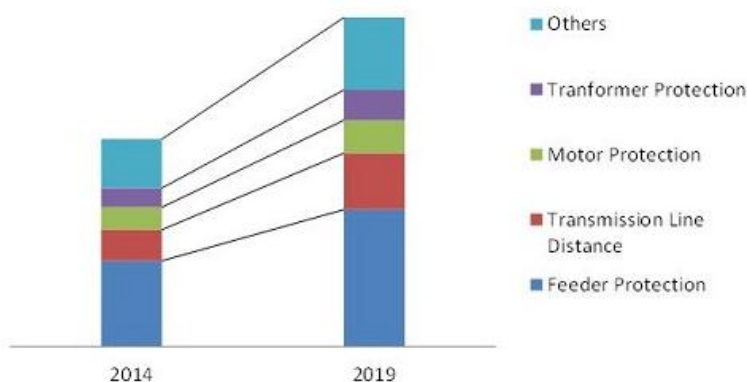
شرکت بازرگانی MarketsandMarkets تحلیل دیگری از بازار رله را در سال‌های نه چندان دور (۲۰۱۴-۲۰۱۹) ارائه می‌دهد. همان‌طور که در شکل (۳-۱۱) نیز نشان داده شده است، براساس تحلیل‌های صورت گرفته توسط این شرکت میزان تبادلات مالی در بازار رله‌های حفاظتی از حجم فعلی (حدود ۳٫۵ میلیارد دلار) به میزان ۵٫۰۸ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۹ افزایش



خواهد داشت [۷]. براساس این تحلیل حجم بازار هر نوع رله در سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۹ به شرح ارائه شده در شکل (۳-۱۲) خواهد بود [۷].



شکل (۳-۱۱): تغییرات مالی بازار رله در سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۹ براساس تحلیل شرکت MarketsandMarkets



شکل (۳-۱۲): تغییرات مالی بازار رله در سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۹ براساس تحلیل شرکت MarketsandMarkets و

### براساس نوع رله

لازم به ذکر است نتایج مطالعه [۸] نشان می‌دهد که بخش عمده از مبادلات ارائه شده در شکل (۳-۱۱) مربوط به کشورهای آسیایی است.

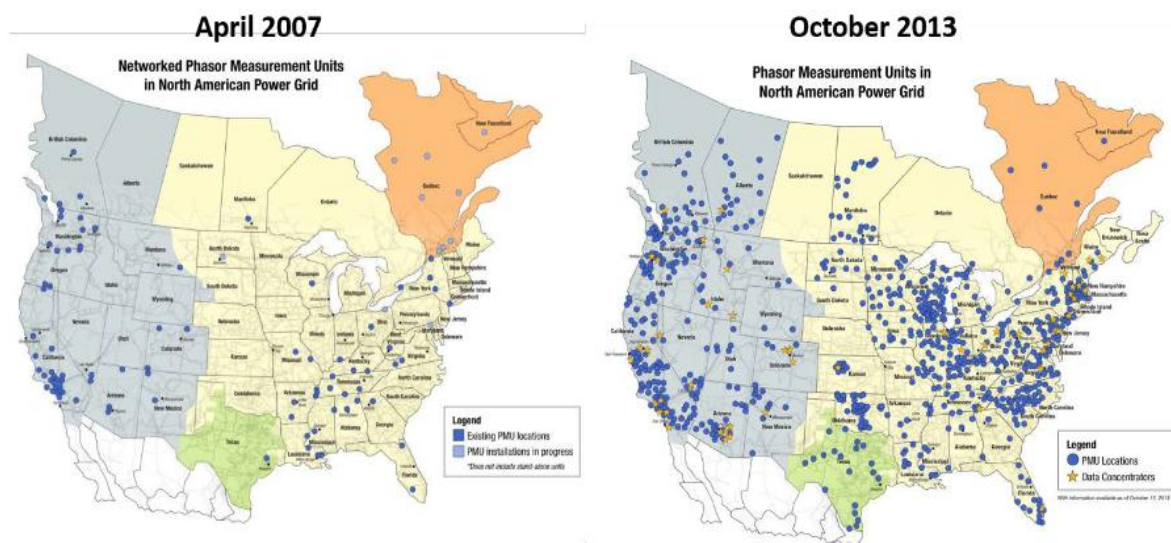
همان‌طور که از تحلیل‌های این بخش مشخص شد، فارغ از این که تحلیل‌های کدام شرکت مدنظر قرار گیرد، آنچه که حائز اهمیت است این است که بازار رله‌های حفاظتی یک بازار پررونق با حجم مبادلات بسیار بالا (در حدود ۱۰ میلیارد دلار)

است. این مسئله علاوه بر آنکه اهمیت و جایگاه ویژه این تجهیز را چه به لحاظ فنی و چه به لحاظ اقتصادی مشخص می‌سازد، ضرورت تبیین سیاست‌های مناسب را برای بهره‌مندی از بخشی (هرچند کوچک) از بازار بزرگ این تجهیز ضروری می‌سازد.

### (د) تحلیل از حجم بازار تجهیزات پایش و پردازش در دنیا

علاوه بر رله‌های حفاظتی که در بخش قبل گزارش حاضر به بررسی روند بازار آن‌ها پرداخته شد، تجهیز پراهمیت دیگری که به‌ویژه در حفاظت شبکه‌های آینده نقشی تأثیرگذار را دارد، PMU است که در این بخش از گزارش به بررسی بازار این تجهیز پراهمیت پرداخته خواهد شد.

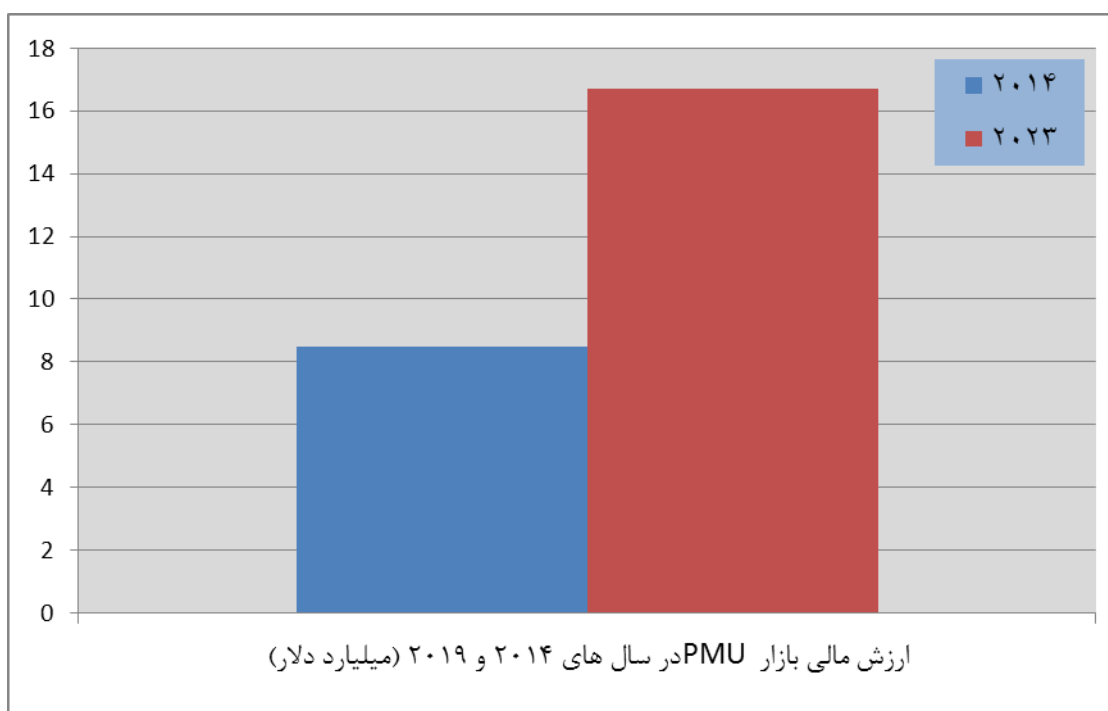
براساس نتایج گزارش ارائه شده توسط وزارت انرژی آمریکا، در ایالت کالیفرنیا در سال ۲۰۰۷ تعداد ۱۶۶ دستگاه PMU وجود داشته است که با هزینه‌ای بالغ بر ۳۳۰ میلیون دلار این تعداد PMU به بیش از ۱۰۰۰ دستگاه در سال ۲۰۱۳ افزایش یافته است [۹].



شکل (۳-۱۳): افزایش تعداد PMU در ایالت کالیفرنیا در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۱۳

افزایش ۱۰ برابری تعداد PMU های نصب شده تنها در یک ایالت در کشور آمریکا آن هم در مدت حدود ۶ سال نشان از اهمیت ویژه این تجهیز دارد بطوریکه مطابق پیش‌بینی‌های انجام شده توسط شرکت اقتصادی Navigant Research در آینده نه چندان دور شاهد رشد و رونق بازار PMU خواهیم بود بطوریکه هم اکنون بسیاری از شرکت‌های معتبر دنیا در زمینه تجهیزات حفاظتی و اتوماسیون، برنامه‌ریزی‌های ویژه‌ای را برای بهره‌مندی هرچه بیشتر از این بازار عظیم انجام داده‌اند [۱۰].

براساس نتایج تحقیقات شرکت Navigant Research که نتایج آن در مطالعه [۱۰] منتشر شده است، حجم بازار PMU در سال ۲۰۱۴ در حدود ۸,۵ میلیارد دلار است که این میزان در سال ۲۰۲۳ به ۱۶,۷ میلیارد دلار افزایش خواهد داشت. پرواضح است که این حجم از تبادلات مالی بیانگر جایگاه ویژه PMU در آینده صنعت برق است.



شکل (۳-۱۴): تغییرات مالی بازار PMU در سال های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۳

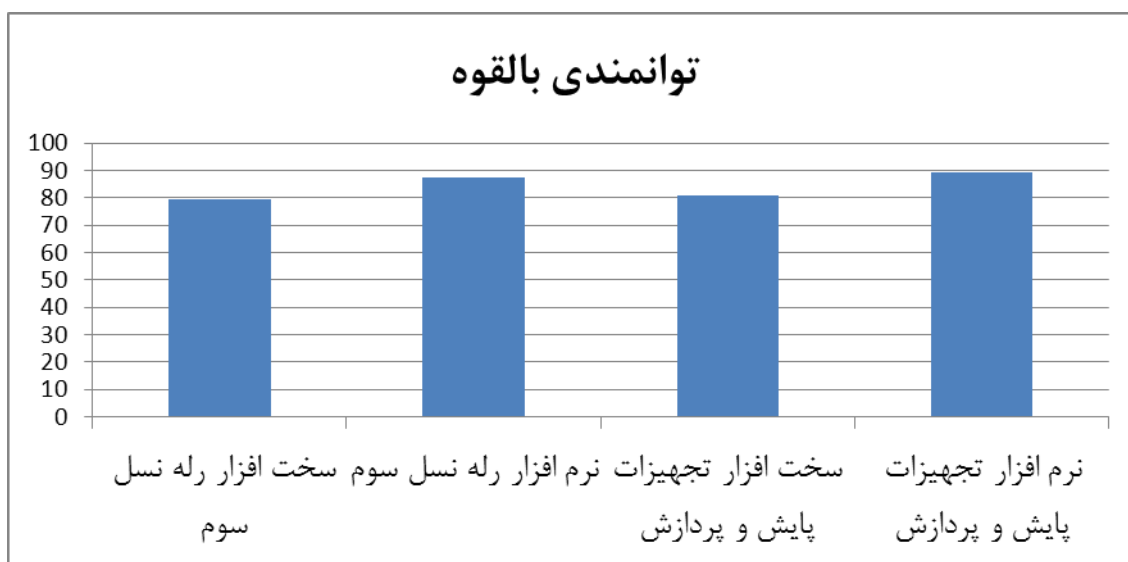
### ۳-۲-۲- جمع بندی چرخه عمر فناوری های اولویت دار تجهیزات حفاظت

با توجه به مطالب پیش گفته چرخه عمر فناوری هر یک از فناوری های تجهیزات حفاظت مطابق جدول (۳-۳) به صورت خلاصه در شبکه برق نشان داده شده است.

جدول (۳-۳): چرخه عمر هر یک از تجهیزات حفاظت اولویت دار

تجهیزات پایش و پردازش (PMU)	رله نسل سوم	تجهیز حفاظت اولویت دار
رشد و بلوغ	رشد و بلوغ	چرخه عمر تکنولوژی

شکاف تکنولوژیک عبارت است از فاصله میان سطح توانمندی فناورانه بالقوه کشور در افق زمانی مورد نظر و حداقل سطح توانمندی مطلوب، در ارتباط با فناوری منتخب. بر اساس اینکه این فاصله وجود داشته باشد شکاف قابلیت پوشش نخواهد داشت و در صورتی که فاصله وجود نداشته باشد، شکاف قابلیت پوشش دارد. میزان توانایی بالقوه در هر یک از تجهیزات و فناوری های حفاظت با استفاده از نظر خبرگان از طریق پرسشنامه استخراج گردیده و در شکل (۳-۱۵) نمایش داده شده است. علاوه به اخذ نظرات خبرگان در گزارشی به صورت مجزا در همین پروژه با عنوان پتانسیل سنجی میزان توانمندی کشور در حوزه فناوری های تجهیزات حفاظت شب که برق به صورت مفصل تشریح شده است.



شکل (۳-۱۵): میزان امتیاز توانمندی بالقوه هر یک از فناوری های تجهیزات حفاظت بر اساس پرسشنامه

در جدول (۳-۴) قابلیت پوشش و یا عدم قابلیت پوشش فناوری های اولویت دار حفاظت شبکه برق با توجه به گزارش پتانسیل سنجی و همچنین نظرات خبرگان نشان داده شده است. لازم به ذکر است در زمینه سخت افزارهای رله نسل سوم و تجهیزات پایش و پردازش به صورت کلی نمونه های اولیه و یا در مواردی همچون رله های اضافه جریان به صورت تجاری نمونه های ساخته شده است که در گزارش پتانسیل سنجی به طور مفصل شرح داده شده است.

جدول (۳-۴): شکاف تکنولوژیک تجهیزات حفاظت شبکه برق

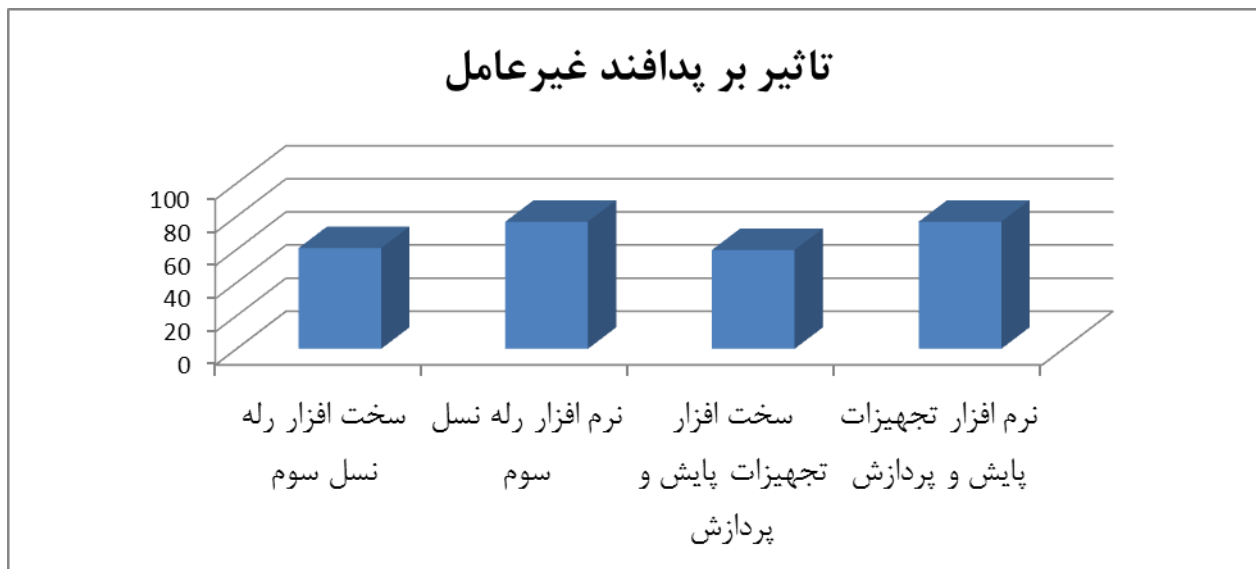
تجهیزات پایش و پردازش	رله نسل سوم	تجهیز حفاظت اولویت دار
قابل پوشش	قابل پوشش	شکاف تکنولوژیک

### ۳-۲-۴- استراتژیک بودن فناوری

بر حسب اهمیت فناوری برای کشور، فناوری ها را می توان به دو گروه ذیل تقسیم بندی نمود:

- فناوری های کلیدی یا استراتژیک
- فناوری های متعارف یا معمولی

لفظ "فناوری کلیدی یا استراتژیک" به فناوری هایی اطلاق می شود که در تحقق اهداف استراتژیک نقش کلیدی ایفا نمایند. همچنین فناوری های متعارف یا معمولی عبارت اند از فناوری هایی که تسلط بر آن ها ارزش زیادی ندارد. استراتژیک بودن فناوری ها بر اساس سه عامل امنیتی-دفاعی، پدافند غیرعامل و تحریم مشخص می گردد. برای تعیین استراتژیک بودن هر یک از تجهیزات حفاظت نیز سه عامل مذکور را بررسی می گردد. در مورد تجهیزات حفاظت معیار دفاعی-امنیتی مطرح نیست و بدین جهت از بررسی این مورد صرفه نظر شده است میزان امتیاز هر یک از تجهیزات حفاظت در معیار پدافند غیر عامل بر اساس نظر خبرگان از طریق پرسشنامه (پیوست شماره ۱) استخراج گردیده و در شکل (۳-۱۶) ارائه شده است. همچنین با توجه به مصاحبه هایی که با خبرگان انجام شده، مشخص گردید کدام تجهیزات حفاظت در شرایط تحریم قرار دارد و باعث استراتژیک شدن تجهیز می گردد.



شکل (۳-۱۶): امتیاز تأثیر بر پدافند غیرعامل هر یک از فناوری های تجهیزات حفاظت بر اساس پرسشنامه

در جدول زیر انواع فناوری های اولویت دار تجهیزات حفاظت شبکه برق از حیث میزان استراتژیک بودن نشان داده شده است.

جدول (۳-۵): میزان استراتژیک بودن تجهیزات حفاظت اولویت دار

تجهیزات پردازش و پردازش	سخت افزار رله نسل سوم	تجهیز حفاظت اولویت دار
خیبر	بله	استراتژیک بودن فناوری

### ۳-۳- انتخاب روش مناسب اکتساب

با توجه به مدل اکتساب فناوری های اولویت دار و اطلاعات بیان شده در قسمت قبل در ارتباط با چرخه عمر فناوری، حجم بازار، میزان استراتژیک بودن فناوری و شکاف تکنولوژیک؛ از بین روش های سه گانه اکتساب فناوری های اولویت دار (سبک خرید، توسعه درونزا و انتقال فناوری) در جدول (۳-۶) روش اکتساب فناوری منتخب برای هر یک از فناوری های تجهیزات حفاظت شبکه برق با توجه به الگوریتم تدوین شده بیان شده است.

این الگوریتم در برخی شرایط اقدام به حذف یکی از روش های سبک اکتساب می نماید و تصمیم گیری در خصوص روش منتخب می بایست با توجه به شرایط موجود در کشور صورت پذیرد. در ادامه پس از جدول زیر به صورت مشخص سبک

اكتساب منتخب در هر يك از فناورۃ‌هاى اولويت‌دار تجهيزات حفاظت شبكه برق با تطبيق با شرايط موجود در كشور بى‌ان شده است.

جدول (۳-۶): سبك اكتساب مناسب هر يك از فناورۃ‌هاى تجهيزات حفاظت اولويت‌دار

انواع تجهيزات حفاظت	چرخه عمر فناورۃ	حجم بازار	شكاف تكنولوژيك	استراتژيك بودن	سبك اكتساب مناسب
رله نسل سوم	رشد و بلوغ	متوسط	قابل پوشش	بله	انتقال فناورۃ و در صورت عدم امكان پذيرى اتخاذ رويكرد توسعه درون‌زا
تجهيزات پايش و پردازش	رشد و بلوغ	متوسط	قابل پوشش	خير	تحليل هزينه و فايده جهت انتخاب روش مناسب از بين توسعه درون‌زا و انتقال فناورۃ

همان‌گونه كه از جدول بالا مشخص است سبك اكتساب مناسب فناورۃ‌هاى رله نسل سوم با توجه به استراتژيك بودن اين فناورۃ انتقال فناورۃ در صورت عدم امكان پذيرى اتخاذ رويكرد توسعه درون‌زا است و در خصوص فناورۃ تجهيزات پايش و پردازش نيز سبك مناسب اكتساب فناورۃ با حذف سبك خريد، با توجه به تحليل هزينه – فايده بين روش‌هاى انتقال تكنولوژى و توسعه درون‌زا انتخاب مى‌گردد. در ادامه به منظور تعيين سبك مناسب اكتساب، توضيحاتى در خصوص رويكرد‌هاى مختلف اكتساب فناورۃ (رويكرد‌هاى نظام نوآورۃ) بيان شده است و در انتها به صورت مشخص سبك اكتساب مناسب رله‌هاى نسل سوم و تجهيزات پايش و پردازش بيان شده است.

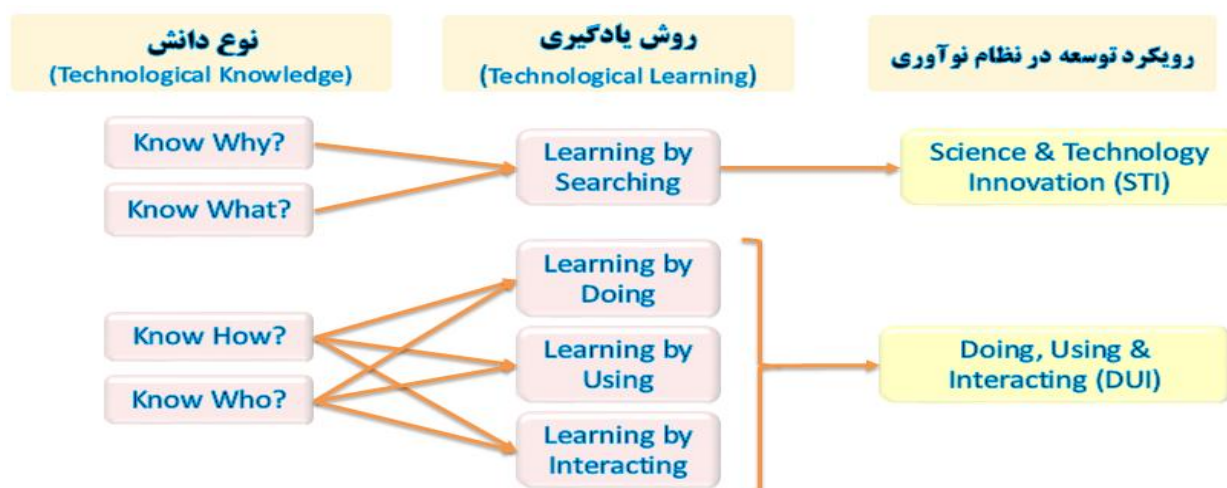
به طور كلى نظام‌هاى نوآورۃ داراى دو سبك اصلى هستند. تفاوت بين اين دو سبك ناشى از تفاوت در روش‌هاى يادگيرى و جريان دانشى موجود در آن‌هاست. از طرف ديگر انواع دانش فناورانه موجود در يك سيستم فناورانه ۴ نوع است: دانش چيستى (Know-What)، دانش چگونگى (Know-How)، دانش چرايى (Know-Why) و دانش كيستى (Know-Who). همچنين انواع روش‌هاى يادگيرى در نظام نوآورۃ عبارت‌اند از: يادگيرى در حين جستجو<sup>۱</sup> (يادگيرى كتابخانه‌اى)، يادگيرى در حين انجام كار<sup>۲</sup>، يادگيرى در حين تعامل<sup>۳</sup> و يادگيرى در حين استفاده<sup>۱</sup> مى‌باشد. البته مى‌بايست به اين موضوع توجه داشت كه

<sup>۱</sup> Learning by searching

<sup>۲</sup> Learning by doing

<sup>۳</sup> Learning by interacting

یادگیری در حین تعامل در صورت وقوع به صورت اشکال زیر به وقوع می‌پیوندد: تعامل موجود بین بازیگران موجود در سیستم در حالتی که هیچ‌یک از آنان دانش مورد نظر را ندارد (همگی آن‌ها برای رسیدن به یک دانش مشترک با یکدیگر تعامل دارند و بین آن‌ها جریان دانشی قابل توجهی وجود ندارد)؛ تعامل موجود بین بازیگران موجود در سیستم با بازیگران خارج از سیستم که دانش از بازیگر خارجی به بازیگر داخلی جریان می‌یابد. منبع خلق دانش نیز می‌تواند در داخل سیستم و یا خارج از آن باشد. حالت اول خلق دانش (با منبع داخلی)، توسعه‌ی درون‌زا و حالت دوم، انتقال برونزای دانش نامیده می‌شود. شکل زیر رابطه بین انواع دانش، روش‌های یادگیری و سبک‌های نظام نوآوری را نشان می‌دهد:



شکل (۳-۱۷): رابطه بین انواع دانش، روش‌های یادگیری و سبک‌های نظام نوآوری

هر یک از سبک‌های نظام نوآوری ویژگی‌ها و ملزومات خاص خود را به همراه داشته و در شرایط مخصوص به خود می‌بایست مورد استفاده قرار گیرند:

جدول (۳-۷): مقایسه سبک‌های اکتساب فناوری

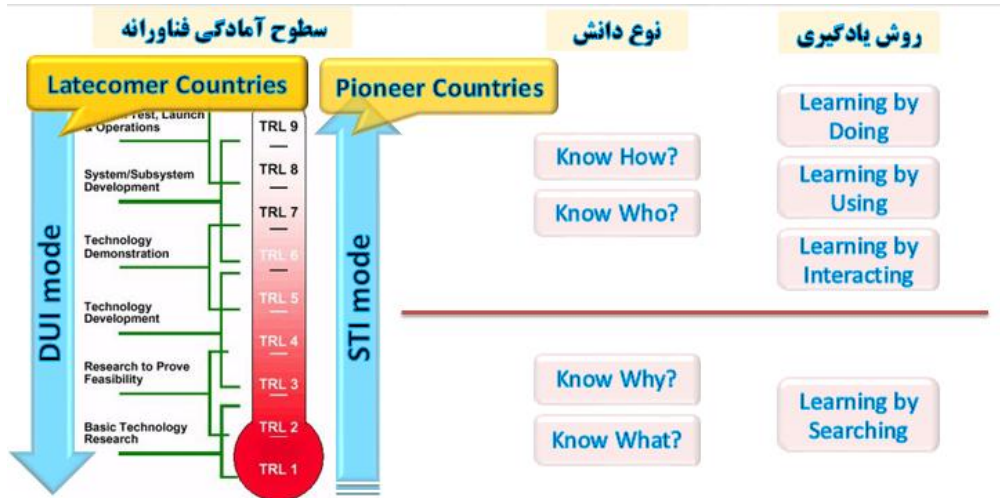
DUI	STI	
Learning by Doing, Using & Interacting	Learning by Searching	پیش فرض‌ها
افزایش یادگیری سازمانی و افزایش ارتباط بین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان	افزایش ظرفیت تحقیق و توسعه و افزایش ارتباط بین شرکت‌ها و پژوهشگاه‌ها	اهداف

<sup>1</sup> Learning by using



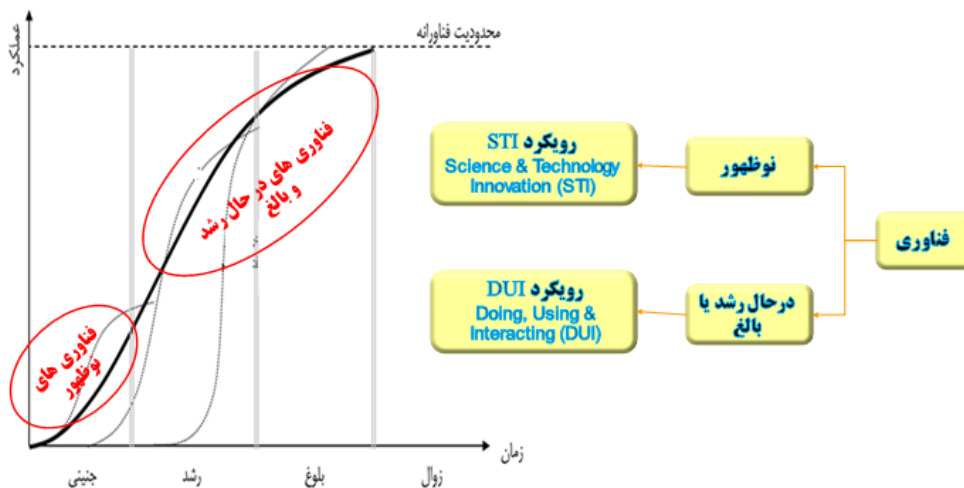
DUI	STI	
شرکت‌های دانش‌بنیان بزرگ، بانک‌ها، شهرک‌های صنعتی، پارک‌های فناوری، شرکت‌های مادر تخصصی، بروکرهای فناوری	دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی، مؤسسات تحقیقاتی، شرکت‌های دانش‌بنیان کوچک، مراکز رشد، صندوق‌های توسعه نوآوری، سرمایه خطرپذیر	بازیگران اصلی
فناوری‌های رشد یافته و بالغ	فناوری‌های نوظهور در محصولات	ویژگی‌های فناوری
✓ فناوری فرآیند تولید	✓ فناوری محصول (توسعه محصول جدید)	توانمندی فناورانه
Know How ✓ ✓ دانش ضمنی و پنهان و بومی Engineering Based Knowledge ✓	Know Why ✓ ✓ دانش آشکار و جهانی Science Based Knowledge ✓	نوع دانش تولید شده
✓ از صنعت به صنعت ✓ عموماً از خارج به داخل ✓ انتقال تکنولوژی عمودی	✓ از دانشگاه به صنعت ✓ عموماً از داخل به داخل ✓ انتقال تکنولوژی افقی	نحوه ارتباطات

در اینجا می‌بایست به این نکته توجه گردد که فرآیند یادگیری و نوآوری فناورانه در کشورهای پیشرو در زمینه فناوری با کشورهای در حال صنعتی شدن تفاوت‌های اساسی دارد. بدین صورت که در کشورهای پیشرفته تجمیع توانمندی‌های فناورانه از طریق “Learning by searching” اتفاق می‌افتد در حالی که این مهم در کشورهای در حال توسعه از طریق “Learning by doing”, “Learning by using”, “learning by interacting searching” تبدیل می‌گردد؛ به عبارت دیگر و براساس سطوح آمادگی فناوری (TRL)، کشورهای پیشرفته به علت در اختیار داشتن دانش بنیادین فناوری براساس سطوح آمادگی فناوری و نیروی متخصص تحقیق و توسعه، مراحل توسعه فناوری را از سطح یک تا نه به ترتیب طی می‌کنند. ولی در کشورهای در حال صنعتی شدن روش منطقی این نیست که با تحقیقات بنیادین به دنبال کسب دانش فنی بنیادین فناوری و سپس تبدیل آن به نوآوری محصول باشند. بلکه می‌بایست مراحل و سطوح آمادگی فناوری را وارونه و از سطح نه به سمت سطح یک حرکت کنند:



شکل (۳-۱۸): رابطه رویکردهای سبک اکتساب با سطوح آمادگی فناوری

با توجه به مطالب فوق در خصوص رویکردهای اکتساب فناوری های نوظهور و در حال رشد یا بالغ دو رویکرد<sup>۱</sup> DUI و STI<sup>۲</sup> وجود دارد که همان طور که در شکل زیر نیز نشان داده شده است، رویکرد DUI برای فناوری هایی که چرخه عمر فناوری در مرحله در حال رشد و یا بالغ است، مورد استفاده قرار می گیرد و رویکرد STI برای فناوری های نوظهور مورد استفاده قرار می گیرد.

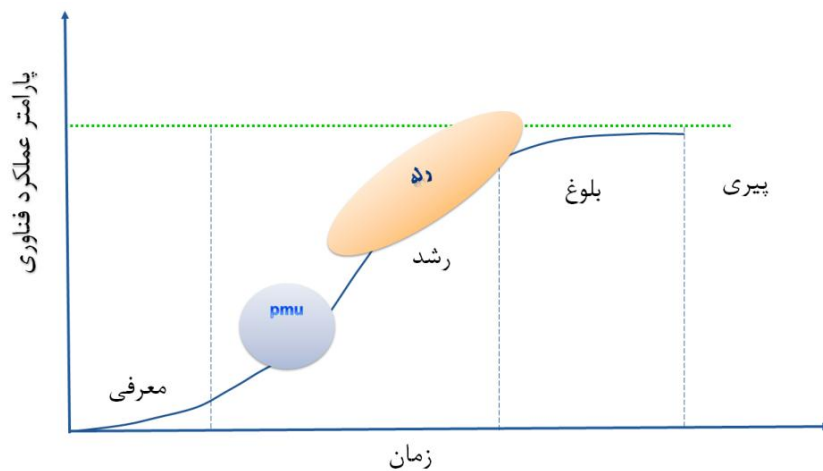


شکل (۳-۱۹): رویکردهای اکتساب فناوری STI و DUI

<sup>۱</sup>.Doing, Using & Interacting (DUI)

<sup>۲</sup>.Science & Technology Innovation (STI)

مهم‌ترین شاخص‌های انتخاب رویکردهای مناسب اکتساب فناوری، چرخه عمر فناوری و حجم بازار داخلی است. چرخه عمر فناوری رله‌های نسل سوم و تجهیزات پایش و پردازش (با توجه به توضیحات ارائه شده در قسمت ۳-۳-۲ همین گزارش) در حال رشد و یا بلوغ قرار دارند که در شکل زیر نیز نشان داده شده است. حجم بازار رله‌های نسل سوم نیز همان‌طور که در بخش‌های گذشته بدان اشاره شد در طی ده سال بالغ بر ۴۰۲۰ میلیارد ریال است. حجم بازار تجهیزات پایش و پردازش نیز اندک می‌باشد.



شکل (۳-۲۰): چرخه عمر فناوری رله و تجهیزات پایش و پردازش

با توجه به چرخه عمر فناوری و حجم بازار داخلی این فناوری‌ها، از آن‌جا که بازار داخلی جذابی برای تجهیزاتی که دانش آن‌ها در داخل کشور موجود نمی‌باشد (رله‌های دیفرانسیل، دسیستانس و ...) وجود ندارد و حجم بازار این فناوری‌ها برای انتقال تکنولوژی نیز مناسب نیست و شرکت‌های خارجی با در نظر گرفتن چنین بازاری تمایلی برای انتقال تکنولوژی ندارند لذا برای دستیابی به دانش طراحی (Know How) این سیستم‌ها رویکرد STI پیشنهاد می‌گردد. لازم به ذکر است همچنین علی‌رغم بازار پایین این فناوری‌ها در داخل کشور، توسعه این فناوری‌ها به دلایل امنیتی برای کشور ضروری است و توسعه درون‌زای آن پیشنهاد می‌گردد. از طرف دیگر نیز وجود بازارهای بالقوه منطقه‌ای سبب شده است که در صورت توسعه این فناوری‌ها در کشور و رسیدن به کیفیت قابل رقابت با رقبای خارجی می‌توان حجم بازار مناسبی برای آن‌ها در نظر گرفت.

در خصوص تجهیزات پایش و پردازش نیز با توجه به حجم بازار اندک این تجهیزات و عدم تمایل شرکت‌های خارجی برای انتقال تکنولوژی و از طرفی وجود توانمندی مناسب در کشور، سبک اکتساب تجهیزات پایش و پردازش توسعه درون‌زا پیشنهاد می‌گردد.

در کوتاه‌مدت نیز با توجه به ریسک بالای بهره‌برداری از تجهیزات ساخت داخل پیشنهاد می‌گردد به جای خرید این تجهیزات از خارج کشور از روش‌های مانند خرید حق امتیاز، کلید در دست و ... استفاده گردد.

## نتیجه‌گیری

به منظور اولویت‌بندی فناوری‌های تجهیزات حفاظت در شبکه برق مورد بررسی در سند توسعه فناوری‌های حفاظت در شبکه برق، در این گزارش پس از ارائه مرور ادبیات متدولوژی اولویت‌بندی و سبک اکتساب فناوری در فصل اول، در فصل دوم اولویت‌بندی فناوری‌های تجهیزات حفاظت با استفاده از نظرات خبرگان ارائه شد. سپس در فصل سوم با استفاده از مدل سبک اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار، به تعیین سبک اکتساب مناسب برای هر یک از فناوری‌های اولویت‌دار پرداخته شد.



## پیوست شماره ۱



با عرض سلام و تقدیم احترام  
خیره محترم

به استحضار می‌رساند پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری های حفاظت در شبکه ایران " یا هدف  
برنامه ریزی توسعه این فناوری ها در شبکه برق کشور توسط پژوهشگاه نیرو در حال اجراست.

بمنظور تهیه سندی جامع و یکپارچه که دربرگیرنده نیازها، خواسته ها و توانمندیهای کلیه ذی نفعان مرتبط با این  
حوزه باشد جمع آوری نقطه نظرات خبرگان در بخشهای مختلف به عنوان یکی از ارکان اصلی تهیه این سند مد نظر  
است. لذا از جنابعالی به عنوان صاحب نظر در این حوزه تقاضا داریم تجارب و دیدگاههای خود را با تکمیل پرسشنامه  
های ارسالی در اختیار تیم پروژه قرار دهید.

لطفا موارد زیر را تکمیل فرمایید:

نام و نام خانوادگی:

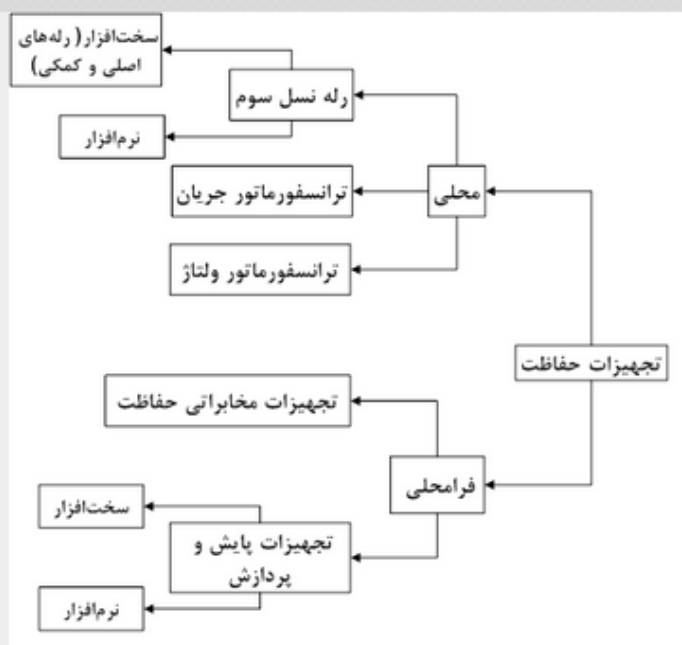
تحصیلات:

سمت:

با توجه به ماهیت موضوع حفاظت و تغییرات پیش‌روی سیستم قدرت، یکی از بخش‌های مهم فعالیت تدوین نقشه راه فناوری صنعت برق، پرداختن به موضوع فناوری حفاظت در سیستم قدرت است. در این راستا پروژه‌ی "تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوریهای حفاظت"، به منظور افزایش توان کشور در توسعه فناوریهای حفاظت تصویب و در حال انجام می‌باشد.

یکی از موضوعات مهم در تدوین سند توسعه فناوری تعیین اولویت بندی فناوری ها در تمامی حوزه‌های فناوری‌هاست. این امر از آن جهت دارای اهمیت است که با توجه به کمبود منابع مالی، زمان و...، امکان تخصیص منابع به همه این فناوریها وجود ندارد.

بنابراین یکی از گام‌های مهم این پروژه اولویت‌بندی بر اساس مجموعه‌ای از معیارهای استراتژیک است. در این راستا ابتدا به منظور مشخص نمودن حیطه شمول سند درخت فناوری‌های مورد بررسی ترسیم گردیده است شکل زیر تمای کلی از درخت فناوری تهیه شده را نشان می‌دهد.







### معیارهای اولویت بندی

برای انجام اولویت بندی نیاز است که معیارهای مناسبی استخراج و اولویت بندی بر اساس آنها صورت پذیرد. در ادامه معیارهای اولویت بندی و شرح مختصری از هر یک بیان شده است.

پتانسیل های موجود: قابلیت های قطعی موجود برای تولید و توسعه تجهیزات حفاظتی.

اهمیت کاربرد فناوری یا توجه به جهت گیری های کلان صنعت برق: با توجه به جهت گیری های کلان صنعت برق کشور برخی از تجهیزات حفاظتی در جهت تحقق اهداف صنعت برق از اهمیت بیشتری برخوردارند.

حجم بازار داخلی: منظور حجم بازار بالقوه و بالفعل هر یک از تجهیزات حفاظتی در کشور می باشد.

سرمایه گذاری اولیه: میزان سرمایه اولیه لازم برای تولید و توسعه تجهیزات حفاظتی.

جلوگیری از خروج ارز: توسعه و تولید هر یک از تجهیزات حفاظتی می تواند تا اندازه ای از خروج ارز از کشور جلوگیری نماید.

سهولت دسترسی به فناوری: دستیابی به فناوری های مختلف گاهی با پیچیدگی های مختلفی مواجه است که سهولت دسترسی به فناوری را دچار مشکل می سازد. هر چه میزان جانش های بیش روی کشور در زمینه دستیابی به فناوری کمتر باشد، دسترسی به فناوری راحتتر است.

تأثیر فناوری بر پداقتد غیر عامل: با توجه به اهمیت تجهیزات حفاظتی در تبادل اطلاعات جهت حفاظت از شبکه، امکان اقدامات خرابکارانه و جاسوسی وجود دارد که این امر بر لزوم توسعه فناوری آن تأثیرگذار خواهد بود.

## تعیین وزن معیارهای اولویت بندی تجهیزات حفاظت

معیارهای اولویت بندی اشاره شده هر یک دارای میزان اهمیت متفاوتی در مقایسه با یکدیگر هستند. تعیین وزن هر معیار در فرایند اولویت بندی بسیار تأثیر گذار است. لطفاً با توجه به میزان اهمیتی که برای هر معیار در مقایسه با بقیه قائل هستید به آن امتیاز (ستاره) دهید.

## وزندگی معیارهای اولویت بندی فناوریهای تجهیزات حفاظت

1	★☆☆☆☆☆☆☆☆	1-پتانسیل های موجود
1	★☆☆☆☆☆☆☆☆	2-اهمیت فناوری یا توجه به جهت گیری کلان صنعت برق
1	★☆☆☆☆☆☆☆☆	3-حجم بازار داخلی
1	★☆☆☆☆☆☆☆☆	4-سرمایه گذاری اولیه
1	★☆☆☆☆☆☆☆☆	5-جلوگیری از خروج ارز
1	★☆☆☆☆☆☆☆☆	6-سهولت دسترسی به فناوری
1	★☆☆☆☆☆☆☆☆	7-تأثیر بر پدافند غیرعامل



#### وزندھی قتاوریهای تجهیزات حفاظت بر اساس معیارهای اولویت بندی

در این بخش قتاوریهای مختلف از منظر معیارهای اولویت بندی مقایسه می شوند. لذا لطفا میزان اهمیت هر قتاوری در مقایسه یا سایر قتاوریها را، از منظر معیارهای اولویت بندی مشخص فرمایید. توجه فرمایید که هدف مقایسه و رتبه بندی قتاوریهای مختلف بر اساس هر معیار است.

#### وزن دهی قتاوریهای تجهیزات حفاظت بر اساس معیار پتانسیل موجود در کشور

بسیار زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار کم	ناچیز	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	سخت افزار رله نسل سوم (رله‌های اصلی و کمکی)
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترم افزار رله نسل سوم
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترانسفورماتور جریان
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترانسفورماتور ولتاژ
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	تجهیزات مخابرات حفاظت
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	سخت افزار تجهیزات پایش و برداش
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترم افزار تجهیزات پایش و برداش



## وزن دهی فناوری‌های تجهیزات حفاظت بر اساس معیار سرمایه‌گذاری اولیه

بسیار زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار کم	ناچیز	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	سخت افزار رله تسل سوم (رله‌های اصلی و کمکی)
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترم افزار رله تسل سوم
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترانسفورماتور جریان
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترانسفورماتور ولتاژ
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	تجهیزات مخابرات حفاظت
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	سخت افزار تجهیزات پایش و برداش
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترم افزار تجهیزات پایش و برداشت

## وزن دهی فناوری‌های تجهیزات حفاظت بر اساس معیار جلوگیری از خروج ارز

بسیار زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار کم	ناچیز	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	سخت افزار رله تسل سوم (رله‌های اصلی و کمکی)
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترم افزار رله تسل سوم
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترانسفورماتور جریان
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترانسفورماتور ولتاژ
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	تجهیزات مخابرات حفاظت
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	سخت افزار تجهیزات پایش و برداش
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترم افزار تجهیزات پایش و برداشت

## وزن دهی فناوری‌های تجهیزات حفاظت بر اساس معیار سهولت دستیابی به فناوری

بسیار زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار کم	تاجیز	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	سخت افزار رله تسل سوم (رله‌های اصلی و کمکی)
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترم افزار رله تسل سوم
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترانسفورماتور جریان
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترانسفورماتور ولتاژ
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	تجهیزات مخابرات حفاظت
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	سخت افزار تجهیزات پایش و پردازش
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترم افزار تجهیزات پایش و پردازش

## وزن دهی فناوری‌های تجهیزات حفاظت بر اساس معیار تاثیر بر پدافند غیرعامل

بسیار زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار کم	تاجیز	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	سخت افزار رله تسل سوم (رله‌های اصلی و کمکی)
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترم افزار رله تسل سوم
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترانسفورماتور جریان
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترانسفورماتور ولتاژ
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	تجهیزات مخابرات حفاظت
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	سخت افزار تجهیزات پایش و پردازش
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ترم افزار تجهیزات پایش و پردازش



ارزیابی سطح توانمندی کشور در تجهیزات مختلف یکی دیگر از گام‌های مورد نیاز برای اولویت بندی تجهیزات فناوری‌ها ارزیابی میزان توانمندی کشور در هر یک از حوزه‌های فناوری می‌باشد. سطوح میزان توانمندی در تجهیزات و فناوری‌ها متفاوت می‌باشد. در ارزیابی توانمندی تجهیزات سطوح آگاهی از کاربرد، ساخت نمونه تجهیز در محیط آزمایشگاهی، ساخت تجهیز به صورت مونتاژ قطعات وارداتی، و ساخت قطعات تجهیز در داخل کشور مد نظر می‌باشند. در زمینه ارزیابی توانمندی فناوری ترم افزار سطوح آگاهی از کاربرد تجهیز بهره برداری از ترم افزار نوشتن الگوریتم، توان تبدیل الگوریتم به ترم افزار و ... مدنظر قرار داده می‌شود.

به منظور ارزیابی سطوح توانمندی کشور در هر یک از حوزه‌های مورد بررسی کمترین سطح توانمندی آگاهی از کاربرد و بالاترین سطح توانمندی ساخت کاملاً بومی در نظر گرفته شده است. لذا از شما خواهشمندیم به اقتضای حوزه فناوریانه مورد سوال سطح توانمندی کشور را مشخص نمایید.

آگاهی از کاربرد

ساخت کاملاً بومی





از دیدگاه شما توانمندی بالفعل کشور در هر یک از حوزه های فناوری تجهیزات حفاظت در چه سطحی است؟









## مراجع

[۱] روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور. ۱۳۹۱.

[2] Chiesa, V., 2001. R & D strategy and organisation: managing technical change in dynamic contexts. Imperial College Pr.

[3] Ford, D., 1988. Develop your technology strategy. Long Range Planning 21, 85-95.

[4] Tidd, J., Bessant, J.R., 2009. Managing innovation: integrating technological, market and organizational change. Wiley Chichester.

[5] "Market Trends Digest", Newton-Evans Research Company's, 2011

[6] "Banking on protective relays", Electricity Today Magazine, pp. 40-41, October 2013

[7] "Smart Grid Protective Relay Revenue is Expected to Reach \$9.7 Billion Annually by 2024", T&D World Magazine, May 2015

[8] "Protective Relay Market Size", MarketsandMarkets Company, October 2014, Report Code: EP 2812

[9] "2014 Smart grid system report", United States Department of Energy, August 2014

[10] "Synchrophasors and Wide Area Situational Awareness", Navigant Research Company, 2014

## فهرست مطالب

فصل اول: چارچوب مورد توجه در حفاظت .....	۱
مقدمه .....	۱
۱-۱- حفاظت محلی عناصر شبکه .....	۱
۱-۱-۱- حفاظت در سیستم انتقال .....	۳
۱-۱-۲- حفاظت سیستم توزیع .....	۴
۲-۱- حفاظت ناحیه گسترده شبکه قدرت .....	۵
۳-۱- اهمیت تدوین نقشه راه و اهداف آن .....	۸
فصل دوم: نقشه راه کشور ایالات متحده آمریکا .....	۱۱
مقدمه .....	۱۳
۱-۲- چالش های شبکه انتقال و فناوری های مورد نیاز .....	۱۳
۲-۲- اولویت های نقشه راه .....	۱۷
۳-۲- مبانی حفاظتی مطرح در نقشه راه .....	۱۹
۱-۳-۲- کنترل ناحیه گسترده در شبکه قدرت و ارزیابی امنیت شبکه .....	۲۱
۲-۳-۲- پایش نرخ دینامیکی تجهیزات .....	۲۳
۳-۳-۲- کاهش تراکم در خطوط انتقال .....	۲۵
۴-۳-۲- نفوذ انرژی تجدیدپذیر در شبکه .....	۲۷
۴-۲- نگاهی به چالش های فناوری در شبکه .....	۲۸
۵-۲- اجرای طرح های نقشه راه .....	۳۳
فصل سوم: نقشه راه کشور انگلستان .....	۳۷
مقدمه .....	۳۹
۱-۳- فازبندی پیاده سازی حفاظت و کنترل ناحیه گسترده .....	۳۹
۱-۱-۳- مرحله اول .....	۴۰

- ۴۰..... مرحله دوم ۲-۱-۳
- ۴۱..... مرحله سوم ۳-۱-۳
- ۴۱..... روند پیشرفت پروژه حفاظت گسترده انگلستان ۲-۳
- ۴۲..... راهبرد کوتاه مدت ۱-۲-۳
- ۴۳..... راهبرد بلند مدت ۲-۲-۳
- ۴۵..... فصل چهارم: گزارشی از شبکه برق کشور برزیل و پیاده سازی WAMS
- ۴۷..... مقدمه
- ۴۷..... مشخصات سیستم برق کشور برزیل ۱-۴
- ۴۸..... پروژه ی Med Fasee WAMS ۲-۴
- ۵۱..... نتیجه گیری
- ۵۳..... مراجع

## فهرست شکل ها

- شکل ۱-۲: مراحل مهم در یک نقشه راه نمونه ..... ۱۸
- شکل ۲-۲: تغییر نیازمندی های تحقیقات در شبکه قدرت ..... ۲۸
- شکل ۳-۲: نیازمندی های تحقیقاتی در شبکه قدرت ..... ۳۲

## فهرست جدولها

جدول ۴-۱: بازه تغییرات فرکانس در نواحی مختلف کشور برزیل..... ۴۸

فصل اول:

چارچوب مورد توجه در حفاظت



## مقدمه

توسعه تجهیزات حفاظتی در شبکه قدرت در سال‌های اخیر رشد چشمگیری داشته است، به طوری که گذار از رله‌های الکترومکانیکی به رله‌های الکترواستاتیکی و نهایتاً رله‌های دیجیتالی منجر به بهبود حفاظت از المان‌های شبکه قدرت شده است. علاوه بر این توسعه و استفاده روزافزون از دستگاه اندازه‌گیری فازور (PMU)<sup>۱</sup> نیز باعث شده است تا بتوان شبکه قدرت را به صورت دینامیکی و به صورت ناحیه گسترده پایش کرد.

از طرف دیگر پدید آمدن چالش‌های جدید در شبکه قدرت به دلایل مختلف نظیر افزایش بار مصرفی نسبت به گذشته، تجدید ساختار و خصوصی شدن شبکه قدرت، بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده منجر به افزایش احساس نیاز به تجهیزات و فناوری‌های جدید در حوزه حفاظت شبکه‌های برق شده است. پرواضح است این فناوری‌های جدید نیازمند اصلاح الگوی‌های مدیریت به منظور بهره‌برداری مناسب از آنها در شبکه قدرت هستند. بر همین اساس نقشه راه حفاظت برای شبکه قدرت تدوین و تشریح می‌گردد به گونه‌ای که بتواند مدیریت ایجاد و توسعه فناوری‌های مختلف به منظور برطرف کردن کمبودها و چالش‌های موجود در صنعت برق را بر عهده گیرد.

به صورت کلی می‌توان دو رویکرد را برای حفاظت شبکه قدرت متصور شد که رویکرد اول در مورد حفاظت محلی عناصر نصب شده در شبکه قدرت است و رویکرد دوم نیز در رابطه با پایش، حفاظت و کنترل ناحیه گسترده در شبکه قدرت است. در ادامه این فصل به صورت مختصر به هر یک از دو رویکرد اشاره شده پرداخته می‌شود اما در چشم‌انداز کشورهای مختلف، بررسی رویکرد دوم حائز اهمیت بیشتری بوده و توجه بیشتری به آن شده است. در کشور ایران نیز با توجه به برنامه شرکت مدیریت شبکه مبنی بر نصب دستگاه PMU در شبکه ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلوولت توجه ویژه‌ای به رویکرد دوم شده است. بر همین اساس در این نوشتار نیز رویکرد دوم مورد توجه قرار گرفته است.

### ۱-۱- حفاظت محلی عناصر شبکه

پس از ۲۰ سال تحقیق و توسعه در صنعت تکنولوژی دیجیتال، حفاظت و کنترل دیجیتال شبکه‌های قدرت به بلوغ کافی رسیده است به طوری که صدها هزار رله دیجیتال و هزاران سیستم کنترل پست در حال بهره‌برداری هستند. در همه موارد مذکور از

<sup>۱</sup> Phasor Measurement Unit

قالب سخت‌افزاری مبتنی بر ابزارهای الکترونیکی بهره‌گرفته شده است و طراحی به صورت واحدهای مجزا آن اجازه استفاده از ورودی و خروجی‌ها را برای کاربردهای متنوع صادر می‌کند. واحدهای مجزای خاصی نیز برای رابط‌های مخابراتی در نظر گرفته شده‌اند تا مسائل مرتبط با افزایش داده‌های شبکه را مرتفع نمایند. نهایتاً در برخی از رله‌های تولید شده امکان همگام شدن با استفاده از GPS نیز فراهم آورده شده است [۱].

با توجه به تنوع زیاد محصولات تولید شده توسط سازندگان مختلف، بهره‌برداران مجبور هستند از نرم‌افزارهای مختلفی که توسط سازندگان مختلف تولید شده‌اند استفاده نمایند که منجر به بروز پیچیدگی و در برخی موارد عدم سازگاری آنها با یکدیگر می‌شود [۱].

تحقیقات و بررسی‌ها نشان داده است که پاک‌سازی سریع خطا یک شرط اساسی و حیاتی برای خروج شبکه قدرت از شرایط پس از اغتشاش است. اضافه کردن حفاظت و نصب کردن مدار ناظر عملکرد کلید در شینه‌های حساس شبکه و خطوط انتقال فشار قوی، ضروری است. این موضوع زمانی اهمیت می‌یابد که مشخص شود حفاظت پشتیبان با توجه به داشتن زمان عملکرد بالا منجر به فروپاشی و جزیره‌ای شدن شبکه قدرت می‌شود [۱].

بنابراین دستیابی به تکنولوژی دیجیتال و انجام شدن تست‌های آزمایشگاهی، استفاده از کارکردهای مختلف برای حفاظت شبکه‌های قدرت را به صورت عملی فراهم آورده است. در سال‌های اخیر و با بهره‌گرفتن از الگوریتم‌های هوشمند، امکان بهبود توابع حفاظتی به وجود آمده است که از نمونه‌های مورد انتظار برای بهبود این توابع می‌توان به دقت و پایداری بالاتر در مواردی که اندازه‌گیری به صورت توزیع شده صورت می‌گیرد (در مواقع اشباع ترانسفورماتور جریان) و همچنین تشخیص اتصال کوتاه از شرایط بهره‌برداری با استفاده از اصول اندازه‌گیری تطبیقی و استفاده از شاخص‌های انعطاف‌پذیر در حفاظت شبکه اشاره کرد [۱].

از طرف دیگر امکان پایش کیفیت توان در برخی از رله‌های حفاظتی فراهم آورده شده است. امکان پایش کاهش دینامیکی ولتاژ در بازه‌های زمانی بیش از ۱۰ میلی‌ثانیه و هارمونیک‌های کمتر از هارمونیک پنجم و یا دهم برای کاربردهای شبکه قدرت کفایت می‌کند. برای پایش گذراهای سریع و هارمونیک‌های بالاتر نیاز است تا از فرکانس نمونه برداری بالاتری استفاده شود که نیازمند افزایش حافظه رله است. پیشرفت‌های کنونی و کاهش هزینه‌های سخت‌افزاری باعث شده است تا میل به استفاده کامل از مبانی پایش کیفیت توان با استفاده از رله‌های حفاظتی افزایش یابد. علاوه بر این در طول سال‌های متمادی میل به

استفاده از واحدها برای حفاظت و کنترل توام در شبکه قدرت و مبتنی بر ابزارهای الکترونیکی هوشمند (IED<sup>۱</sup>) وجود داشته است. این ابزارها ممکن است به صورت یک واحد مستقل و یا به صورت سری به RTU یا واحد کنترل کننده مرکزی متصل باشند.

پیشرفت‌های صورت گرفته در زمینه شبیه‌سازی با استفاده از کامپیوتر منجر به فراهم آمدن سیستم‌های شبیه‌سازی دیجیتال شده است که امکان انجام تست‌های عملی را بدون نصب کردن تجهیزات در شبکه، فراهم می‌آورد. امکان تست تجهیزات توسط کامپیوتر، انجام تست‌های واقعی را محقق ساخته است. از طرف دیگر می‌توان با شبیه‌سازی شرایط خاص و گذرا مانند اشباع ترانسفورماتور جریان، واقعی‌تر بودن تست‌ها را تحقق بخشید.

با توجه به تجهیز وسایل کنترلی و حفاظتی دیجیتال به ابزارهایی که قادر هستند تا مدارات و اتصالات داخلی دستگاه را پایش کنند، میزان هزینه انجام شده برای تعمیر و نگهداری آنها کاهش یافته است. به همین دلیل دوره‌های نگهداری و تعمیر این گونه تجهیزات بین چهار سال (در کشور آلمان) تا شش سال (در کشورهای ژاپن و سوئد) متغیر است. برخی تحقیقات جدید دوره‌های طولانی‌تر را مناسب دانسته است که آنرا تا ۱۰ سال افزایش می‌دهد.

حفاظت محلی عناصر موجود در شبکه قدرت را می‌توان در دو دسته بررسی کرد که مورد اول در رابطه با حفاظت در شبکه تولید و انتقال بوده و مورد دوم نیز در رابطه با حفاظت شبکه توزیع است. در ادامه و با در نظر گرفتن پیشرفت‌های اخیر در حوزه حفاظت شبکه، توضیحات مختصری در مورد این دو حوزه ارائه شده است.

## ۱-۱-۱ - حفاظت در سیستم انتقال

### ۱- خطوط انتقال

با پیشرفت‌های به وجود آمده در حوزه مخابرات دیجیتال استفاده از حفاظت دیفرانسیل در خطوط انتقال نیز گسترش داشته است و حتی برای خطوط انتقال با طول نزدیک به ۱۰۰ کیلومتر نیز قابل استفاده شده است. طرح‌های مبتنی بر حفاظت از هر فاز به صورت جداگانه، اطمینان از پوشش همه طول خط انتقال و تشخیص فاز خطا را برای همه انواع خطاها ساده کرده است. به همین دلیل استفاده از این نوع حفاظت برای خطوط چند پایانه‌ای مناسب بوده و مزیت بیشتری نسبت به حفاظت دیستانس دارد.

<sup>۱</sup> Intelligent Electronic Device

استفاده ترکیبی از حفاظت دیفرانسیل و دیستانس برای خطوط انتقال بسیار ایده‌آل است. قابل توجه است که استفاده از مخابرات در این زمینه، نیازمند طراحی بسیار دقیق است و ممکن است استفاده از GPS برای موارد حساس ضروری باشد.

## ۲- مکان‌یابی خطا

بهبود مکان‌یابی خطا موضوع تحقیقات و بررسی‌های کنونی است که توسط مهندسين حفاظت در حال انجام است. در این میان استفاده از GPS نیز بمنظور بهبود نتایج مکان‌یابی خطا مورد توجه قرار گرفته است. علاوه بر این روش‌های مکان‌یابی خطا مبتنی بر امواج گذرا ناشی از وقوع خطا در شبکه، پاسخ بسیار دقیق‌تری را ارائه می‌دهند که می‌توان از آنها نیز بهره برد. اما عیب اساسی استفاده از روش‌های مبتنی بر امواج گذرا نیاز به استفاده از فرکانس نمونه برداری بالا است که امید می‌رود در آینده و با توجه به پیشرفت صنعت ریزپردازنده امکان‌پذیر و عملی گردد.

## ۳- حفاظت ترانسفورماتور

استفاده از فیلترهای دیجیتال و الگوریتم‌های هوشمند کارایی حفاظت ترانسفورماتور را به نحو شگفت‌آوری بهبود داده است. علاوه بر این وجود تابع‌های دیگری مانند حفاظت اضافه جریان در رله‌های دیجیتال امکان فراهم آوردن حفاظت پشتیبان را نیز برای ترانسفورماتور فراهم آورده است.

## ۴- حفاظت شینه

در حفاظت شینه از چندین واحد کنترل کننده استفاده می‌شود و همه آنها توسط فیبر نوری به کنترل کننده مرکزی متصل می‌شوند تا به این ترتیب با استفاده از الگوریتم‌های مناسب نسبت به حفاظت شینه اقدام شود. با توجه به استفاده از مبانی دیجیتال در حفاظت‌های امروزی می‌توان آرایش‌های مختلف و پیچیده را در شبکه قدرت پوشش داد.

## ۵- حفاظت واحدهای تولیدی

پیشرفت تکنولوژی حفاظت باعث شده است تا بتوان با بهره گرفتن از دو یا سه رله‌ی دیجیتال که دارای تابع‌های حفاظتی مناسب و متعدد هستند نسبت به حفاظت واحدهای تولیدی اقدام نمود.

## ۱-۱-۲- حفاظت سیستم توزیع

افزایش بهره‌برداری از تولید پراکنده در شبکه توزیع، نیاز به تجدید نظر در حفاظت شبکه‌های توزیع را ضروری کرده است. در موارد متعددی استفاده کردن از حفاظت اضافه جریان جهتی منجر به بهبود حفاظت شبکه قدرت در مواقع معکوس شدن جهت شارش توان به هنگام استفاده از منابع تولید پراکنده می‌گردد. از طرف دیگر امروزه رغبت بیشتری برای حفاظت و کنترل توام شبکه توزیع با استفاده از ابزارهای الکترونیکی هوشمند وجود دارد و انگیزه اصلی برای این مهم نیز کمتر کردن هزینه است چون چندین ابزار مختلف را تنها در یک ابزار که دارای چندین تابع و کارکرد است جای می‌دهد. لازم به ذکر است استفاده از ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان که دارای ابعاد کوچک هستند نیز در شبکه توزیع رو به افزایش است.

به عبارت دیگر رله‌های الکترومکانیکی در حال جایگزین شدن با رله‌های نسل سوم هستند که دارای کارایی بیشتر به همراه مشخصه‌های کارآمد است. اصلی‌ترین دلیل این جایگزینی قابلیت‌های رله‌های نسل سوم است که از جمله آنها می‌توان به قابلیت‌های مخابراتی، امکان پایش مدارهای داخلی خود و امکان عملکرد تطبیقی این رله‌ها اشاره کرد [۲]. بر همین اساس می‌توان برداشت کرد که نیاز شبکه‌های امروزی به حفاظت تطبیقی و همچنین نیازهای مخابراتی به همراه اطمینان از عملکرد رله‌های حفاظتی، باعث شده است تا رویکرد مورد نظر شبکه‌های برق به استفاده از رله‌های نسل سوم که در حقیقت ابزارهای الکترونیکی هوشمند هستند، تغییر یابد [۲].

آشکارسازی سریع خطا و بازیابی شبکه برای افزایش کیفیت توان به موضوعات مهم و اساسی در شبکه توزیع تبدیل شده‌اند. به همین منظور، وضعیت ثبات خطا همراه با محاسبه فاصله خطا از رله به صورت توام مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. در مدیریت نوین خطای اتصال کوتاه، جمع‌آوری و پردازش این ارزیابی‌ها به صورت خودکار انجام گرفته و نتایج به صورت تصویری و گرافیکی در مرکز کنترل نمایش داده می‌شوند.

## ۱-۲- حفاظت ناحیه گسترده شبکه قدرت

همانطور که در قسمت‌های قبل نیز اشاره شد، در دهه آخر قرن بیستم و دهه اول قرن بیست و یکم شبکه قدرت ایالات متحده و سراسر دنیا دچار تغییراتی اساسی گردید که در آن تجدید ساختار برای فراهم آوردن بازارهای رقابتی صورت گرفت و اثرات مخربی را برای شبکه انتقال به ارمغان آورد. شبکه انتقال می‌بایست خود را آماده تبادل انرژی می‌کرد در حالی که در زمان طراحی شبکه، چنین شرایطی برای آن پیش‌بینی نشده بود. نوسانات شارش توان مرتبط با بازار برق پیچیدگی‌های شبکه انتقال را افزایش داده است. با توجه به تغییرات اساسی در ساختار شبکه قدرت و ورود بخش خصوصی به بازارهای مرتبط با سیستم

قدرت و همچنین تولید انرژی توسط منابع تولید پراکنده و تمایل به استفاده از شبکه‌های هوشمند در سال‌های اخیر، حفاظت شبکه قدرت با چالش‌های جدیدی روبرو شده است و استفاده از طرح‌های حفاظتی سنتی جوابگوی نیازهای کنونی شبکه قدرت نیست [۳].

با ظهور تکنولوژی دیجیتال و امکان انجام پردازش‌های دیجیتال توسط ریزپردازنده‌ها، امکان حفاظت شبکه قدرت توسط رله‌های حفاظتی به صورت دیجیتالی فراهم آمده است. در طول سالیان استفاده از این نوع رله‌های حفاظتی که به رله‌های نسل سوم (پس از رله‌های الکترومکانیکی و رله‌های الکترواستاتیکی) معروف شدند به بلوغ رسیده و الگوریتم‌های استفاده شده قادر به برقراری حفاظت از شبکه شدند.

از طرف دیگر افزایش مصرف انرژی به همراه عدم نصب خطوط انتقال جدید و دوری مراکز تولید انرژی از محل مصرف باعث شده است که شبکه‌های قدرت در سطح بالاتری بهره‌برداری شوند و به عبارت دیگر مرزهای بهره‌برداری از شبکه قدرت به مرز ناپایداری نزدیک شده است به طوری که در چند سال گذشته خاموشی‌های بزرگ در گوشه و کنار دنیا به وقوع پیوسته است به طوری که منطقه‌های بزرگی در اثر ناپایداری و فروپاشی شبکه قدرت بدون برق شده‌اند که هر یک خسارات زیادی به بار آورده‌اند.

در همه خاموشی‌های مهمی که از سال ۱۹۶۵ و با خاموشی بزرگ نیویورک شروع می‌شود رله‌های حفاظتی نقش مهمی در وقوع خاموشی و یا عدم کنترل سریع خاموشی داشته‌اند. در واقع ناحیه سوم رله‌های دیستانس نقش مهمی در خاموشی‌های سال ۱۹۹۶ در سواحل غربی ایالات متحده آمریکا، ۱۴ آگوست ۲۰۰۳ در سواحل شرقی ایالات متحده و در خاموشی سال ۱۹۶۵ نیویورک داشتند. در هر کدام از سه خاموشی فوق، ناحیه سوم رله‌های امپدانس که وظیفه پشتیبانی حفاظتی را بر عهده داشته‌اند به اشتباه در شرایطی که بار شبکه زیاد بوده است عمل کرده و نهایتاً منجر به وقوع خاموشی در شبکه قدرت شده‌اند. شرایط نامعمول که توسط مهندسين حفاظت و بهره‌برداری پیش‌بینی و یا مطالعه نشده‌اند نیز در وقوع این خاموشی‌ها تاثیرگذار بوده‌اند [۴].

دو گرایش اساسی در طول دو دهه اخیر اثر قابل توجهی در شبکه قدرت داشته است. مورد اول مرتبط با افزایش بهره‌برداری از شبکه قدرت است به طوری که بهره‌برداری از شبکه انتقال در مرزهای پایداری باعث کاهش قابلیت اطمینان در عملکرد شبکه شده است. به عبارت بهتر، رشد سریع نواحی شهری، سرمایه‌گذاری کمتر در ساختار شبکه و عدم تمایل به نصب خطوط انتقال جدید منجر به افزایش فشار وارده به شبکه قدرت شده است. بنابراین تحت چنین شرایطی سطح بهره‌برداری از شبکه قدرت

افزایش یافته و آنرا به مرزهای ناپایداری سیستم نزدیکتر کرده است. مورد دوم نیز که همزمان با مورد اول اتفاق افتاده است، نصب طرح‌های اقدامات جبرانی<sup>۱</sup> و طرح‌های حفاظت ویژه<sup>۲</sup> به منظور حفاظت در مقابل رخدادهای چندگانه و متوالی است. مهندسین حفاظت و بهره‌برداری موظف هستند با پیش‌بینی شرایط مختلف و محتمل، طرح‌های حفاظت ویژه را به گونه‌ای تنظیم نمایند تا در اثر وقوع اغتشاش‌های متفاوت در شبکه قدرت از بروز خاموشی ممانعت به عمل آید [۴].

امکان استفاده از ماهواره‌های مکان‌یاب جهانی<sup>۳</sup> در کنار گسترش سریع تکنولوژی پردازش از طریق ریزپردازنده‌ها این امکان را فراهم آورده است که رله‌های حفاظتی هوشمند و طرح‌های حفاظت ویژه متنوع، قابل طراحی برای شبکه قدرت باشند تا بتوانند از آن به نحو مطلوب حفاظت نمایند. تکنولوژی که دارای هوشمندی بالاتری نسبت به گذشته است این امکان را فراهم آورده است که بتوان به طور دقیق اندازه زاویه ولتاژ و اندازه دامنه ولتاژ نواحی مختلف را بدست آورد و برای هر نمونه محاسبه شده برچسب زمانی در نظر گرفت. بر این اساس می‌توان اندازه توان جاری بین پست‌ها و خطوط انتقال و نیز مقادیر توان اکتیو و راکتیو جاری در هر مسیر را به صورت زمان‌واقعی نمایش داد. با اعمال این تکنولوژی در سطح وسیع جغرافیایی، نوسانات ولتاژ و فرکانسی که در شبکه قدرت و در اثر اغتشاشات به وجود می‌آیند، فاصله تا مرز ناپایداری و همچنین عبور از مقدار ظرفیت نامی تجهیزات به دقت قابل اندازه‌گیری است. بنابراین امکان ارائه طرح‌های رله‌های حفاظتی قابل انعطاف و تطبیقی و طرح‌های حفاظت پیشرفته وجود خواهد داشت و شبکه قدرت را می‌توان در شرایط ایمن، قابل اطمینان و اقتصادی بهره‌برداری کرد [۵].

در این میان شرکت‌های انتقال موظف به برآورده کردن نیازمندی‌های مشترکین با اجرای سیستم‌های برنامه‌ریزی انتقال توان، افزایش انتقال انرژی مسیرها به کمک ارزیابی دینامیکی امنیت سیستم و همچنین طرح‌های اقدامات اصلاحی هستند. طرح‌های اقدامات اصلاحی به اقدامات از پیش طراحی شده‌ای اطلاق می‌گردد که بر اساس مطالعات و شبیه‌سازی‌های انجام شده در شرایط اضطراری شبکه قدرت ایجاد گردیده است تا با جدا کردن قسمت‌هایی از شبکه از بروز خاموشی سراسری جلوگیری کند. به عنوان نمونه طرح‌های حفاظت ویژه که در شبکه انتقال بریتیش کلمبیا اجرا شده‌اند، اجازه بهره‌برداری بهینه از شبکه موجود را داده و از طرف دیگر نیاز به نصب خط انتقال جدید برای برآورده کردن نیاز به تبادل انرژی ناشی از بازار برق

1 Remedial Action Scheme (RAS)

2 Special Protection Scheme (SPS)

3 Global Positioning Satellite (GPS)

ممانعت به عمل می‌آورد. از جمله دیگر نوآوری‌های اجرا شده در این شبکه می‌توان به استفاده از SVC، HVDC، خازن‌ها و راکتوهای با قابلیت کلیدزنی، ترانسفورماتورهای تغییردهنده زاویه برای کنترل شارش توان، کلیدزنی تک قطبی و کلیدزنی بر اساس شکل موج اشاره کرد [۳].

### ۱-۳- اهمیت تدوین نقشه راه و اهداف آن

کاربردهای امروزی تکنولوژی ناشی از نیاز به افزایش سرمایه‌گذاری و همچنین جایگزین کردن تجهیزات پیر و فرسوده در شبکه قدرت است تا بتوان افزایش بار در شبکه و همچنین اتصال واحدهای تولیدی جدید به شبکه را مد نظر قرار داد. به عنوان مثال شبکه انتقال بریتیش کلمبیا ۵/۱ میلیارد دلار را برای نصب تجهیزات جدید در نظر گرفته است که در ده سال جاری به اجرا خواهد رسید. از جمله پروژه‌های مهمی که در این شبکه مورد توجه قرار گرفته‌اند می‌توان به مدرن کردن مرکز کنترل، جایگزینی کلیدهای قدرت، تقویت شبکه و نکوور و تقویت شبکه ۵۰۰ کیلوولت اشاره کرد. تعدادی از پروژه‌های شبکه هوشمند با استفاده از واحدهای اندازه‌گیری فازور به منظور پایش زمان واقعی محدوده‌های بهره‌برداری و همچنین بهبود شبکه و نکوور با بهره گرفتن از تکنولوژی پایش دما به انجام رسیده است. علاوه بر این خلاقیت‌ها و نوآوری‌های فناورانه در فعالیتهای مرتبط با بخش تحقیق و توسعه، تحت حمایت قرار می‌گیرند [۳]. بر همین اساس باید شرایطی مهیا گردد که تحقیقات، نوآوری‌ها و تکنولوژی‌های جدید و مورد نیاز برای رفع چالش‌های موجود در شبکه قدرت مدرن، مدیریت شده و بتوان آینده این تکنولوژی‌ها را مورد بررسی قرار داده و برای آنها برنامه‌ریزی نمود. به همین منظور شرکت‌های انتقال مختلف در سراسر دنیا نسبت به تعیین نقشه راه به منظور بهبود و توسعه شبکه انتقال خود بهره می‌گیرند. به عبارت بهتر با ارائه یک افق چندین ساله، نسبت به مدیریت تحقیق و پیاده‌سازی نتایج حاصل از آن اقدام می‌کنند.

می‌توان اهدافی که منجر به تدوین نقشه راه شبکه انتقال می‌شوند را به صورت زیر دانست:

۱- شناسایی چالش‌های کنونی که شبکه انتقال با آنها روبرو است و توسعه یا کاربردهای شبکه انتقال را تحت تاثیر قرار می‌دهد [۳].

۲- شناسایی موضوعات تجاری که توسعه و کاربرد تکنولوژی‌های مرتبط با شبکه انتقال (یا شرکت‌های انتقال) با آنها مواجه خواهد بود (و یا آنها را حمایت مالی خواهد کرد) [۳].

۳- تعریف و تبیین افق جامع برای کاربرد تکنولوژی قدرت در شرکت‌های انتقال [۳].



۴- پیشنهاد راه‌کارهای اولیه برای هدایت کاربردها و توسعه تکنولوژی‌های مهندسی قدرت در یک افق چندین ساله در شبکه انتقال به طوری که این راه‌کارها در راستای محدوده‌های مشخص و تعیین شده باشند. این مهم به شرکت‌های انتقال کمک می‌کند تا تصمیم‌های مرتبط با سرمایه‌گذاری و برنامه‌ریزی فناوری را به انجام برساند [۳].

۵- ارائه توصیه‌هایی برای اجرای موفق نقشه راه. به عبارت بهتر نقشه راه نه تنها هدف نهایی تکنولوژی را مشخص می‌کند بلکه چگونگی همکاری همزمان درون و برون شرکتی (بین چندین شرکت که در فناوری تاثیرگذار هستند) را نیز تعیین می‌نماید [۳].

۶- فراهم ساختن بستر مناسب برای برقراری ارتباط در شرکت انتقال به منظور درخواست طرح پروژه‌ها و همچنین به روز کردن نقشه راه [۳].

۷- نشان دادن رابطه بین فناوری و اهداف راهبردی مورد نظر شبکه [۶].

۸- کمک به برنامه‌ریزی و همکاری در فناوری انتقال انرژی الکتریکی [۶].

۹- کمک به تصمیم‌سازی مناسب در سرمایه‌گذاری برای فناوری انتقال انرژی الکتریکی [۶].

۱۰- حصول اطمینان از اینکه ظرفیت‌های مناسب در محل مناسب و در زمان مناسب به منظور دستیابی به اهداف آینده، به کار گرفته شده‌اند [۶].

۱۱- ایفای نقش به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری و یا ارتباطی بین کارکنان شرکت انتقال و مدیران برجسته [۶].

باید توجه شود که تهیه نقشه راه فقط و فقط به عنوان اولین گام مطرح می‌شود. نیازمندی‌های تجاری و ظهور تکنولوژی‌های متفاوت بخش انتقال سیستم قدرت را تغییر می‌دهند که احساس نیاز به بازبینی اولویت‌ها و تطابق دادن اهداف نقشه راه را به شدت افزایش می‌دهد [۳]. به همین دلیل باید تمهیداتی در نقشه راه سنجیده شود که اجباری را برای اجرای نقشه راه و بررسی نتایج به صورت دوره‌ای تعیین نماید.

در فصل‌های بعدی این گزارش نیز تلاش شده است تا شرحی از نقشه‌های راه کشورهای ایالات متحده آمریکا، انگلستان و برزیل ارائه گردد. قابل توجه است که شبکه انتقال کشور ایالات متحده به صورت خصوصی بوده و چندین شرکت انتقال مسئول بهره‌برداری از آن هستند.



فصل دوم:

نقشه راه کشور ایالات متحده آمریکا



## مقدمه

کشور ایالات متحده آمریکا به عنوان پیشرو در صنعت برق و استفاده کننده از تکنولوژی‌های روز دنیا به عنوان مرجعی برای دیگر کشورها در نظر گرفته می‌شود. لذا به منظور تهیه نقشه راه انتقال و یا حفاظت نیز از مدارک و مستندات تهیه شده در این کشور استفاده می‌گردد. قابل توجه است که شبکه انتقال کشور ایالات متحده در تملک چندین شرکت انتقال است به طوری که هر یک از این شرکت‌ها متولی بهره‌برداری از قسمت‌هایی از شبکه انتقال کشور ایالات متحده آمریکا هستند. در این گزارش نیز از چند مورد از این شرکت‌ها یاد شده است و از مستندات آنها استفاده شده است.

### ۱-۴- چالش‌های شبکه انتقال و فناوری‌های مورد نیاز

شرکت‌های انتقال کشور ایالات متحده آمریکا وظیفه نگهداری، بهره‌برداری و برنامه‌ریزی از ساختار بسیار پیچیده و ارزشمند را به عهده دارند. برای مدیریت کردن این ساختار و حصول اطمینان از تامین ایمن و موثر انرژی الکتریکی مسایل متعددی وجود دارند که وابسته به چالش‌های فناوری مرتبط با تجارت و همچنین سرمایه‌گذاری هستند. این چالش‌ها را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود [۳]:

۱. افزایش پیچیدگی‌های سیستم انتقال و برنامه‌ریزی برای آن که ناشی از موارد زیر هستند:

- عدم قطعیت در توسعه بازار انرژی؛
- اندازه و محل تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان انرژی؛
- الزام‌های ناشی از استانداردهای جدید قابلیت اطمینان که شرکت‌های انتقال و NERC<sup>۱</sup> به تصویب رسانده‌اند؛
- نیازمندی‌های مرتبط با برنامه‌ریزی انرژی برای مسیرهای انتقال انرژی که نامتراکم هستند به منظور خودکفایی انرژی الکتریکی تا سال ۲۰۱۶؛
- نیازمندی‌های قانونی برای انجام مطالعات سناریوهای مختلف برنامه‌ریزی انتقال انرژی در مدت زمان بیست سال برای توسعه شبکه انتقال در افق بلند مدت؛

<sup>۱</sup> North American Energy Reliability Council

- فعالیت‌های منطقه‌ای که باعث کاهش دادن کندی در عکس‌العمل مراکز تولید انرژی و تجمع منابع مبتنی بر انرژی‌های نو در غرب کشور ایالات متحده؛
- افزایش انتظارات مشترکین برای انرژی با کیفیت توان بالا و با قابلیت اطمینان بالا؛
- تغییر در طراحی شبکه توزیع که توسط شبکه انتقال تغذیه می‌گردد؛
- ۲. نیاز به سرمایه گذاری ناشی از افزایش بار و گسترش سیستم و همچنین جایگزین کردن تجهیزات فرسوده و کهنه.
- ۳. وجود اراده قوی برای کنترل نرخ افزایش در رشد و تداوم هزینه‌های سرمایه‌گذاری.
- ۴. تقاضای جهانی برای تولید، ساخت و استفاده از مواد خام جدید که هزینه‌های ساخت تجهیزات را افزایش داده و لذا منجر به جستجو برای راه‌حل‌های جایگزین با هزینه دوره‌ای کمتر می‌شود.
- ۵. افزایش منابع انرژی تجدیدپذیر و ایجاد چالش‌های برنامه‌ریزی و بهره‌برداری مرتبط با آنها.
- ۶. محدودیت‌های عمومی در بهره‌برداری از تجهیزات کنونی و مخالفت با ساخت تجهیزات جدید در بخش انتقال و پست‌ها که به خاطر وجود میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی است و از طرف دیگر مرتبط با مباحث زیبایی شهری و همچنین هزینه‌های مورد نیاز نیز می‌باشد.
- ۷. نیازمندی‌های زیست محیطی برای توفیق در ایجاد و تولید کربن کمتر. نتایج بررسی‌ها برآورد می‌نمایند که تا سال ۲۰۲۰ اندازه انرژی تولید شده ۵۰٪ افزایش داشته باشد اما مقدار کربن ایجاد شده تا سال ۲۰۲۰ باید به اندازه ۳۳٪ کاهش یابد و تا سال ۲۰۵۰ نیز باید ۸۰٪ کاهش داشته باشد.
- ۸. وضع برخی قوانین زیست محیطی که پوشش دهنده خطراتی است که متوجه حیات وحش است و منجر به آگاهی بیشتر و همچنین به روز شدن مداوم در بهره‌برداری از شبکه می‌شود.
- ۹. تغییر ناگهانی وضعیت آب و هوا که شبکه انتقال را تحت تاثیر قرار می‌دهد.
- ۱۰. خطرات انسانی و طبیعی (سایبری و فیزیکی) شامل خرابکاری و خطرات امنیتی.
- ۱۱. تغییرات مخرب تکنولوژی ناشی از خودروهای برقی، شبکه هوشمند و تکنولوژی‌های بی‌سیم با پهنای باند بالا.
- ۱۲. نیاز به تغییر نسل در کارکنانی که در حال بازنشسته شدن هستند و همچنین فراهم آوردن سیستم‌های مدیریت دانش به منظور بازیابی و حصول دانش سازمانی.

لازم به ذکر است یکی دیگر از اهداف سند چشم‌انداز مذکور، تعیین تفاوت‌های بین فناوری‌های کنونی و آینده در حوزه حفاظت شبکه‌های انتقال است. پرواضح است که برطرف کردن آنها منجر به ایجاد سیستمی با قابلیت‌های بهره‌برداری زمان‌واقعی و گسترده، کاهش تراکم در شبکه، کاهش تناوب و مدت زمان اغتشاش‌های بهره‌برداری و خروج‌های برنامه‌ریزی شده، تقویت پایداری شبکه، افزایش ظرفیت انتقال، افزایش بهره‌وری تجهیزات شبکه، کاهش پیک بار شبکه و مقاوم کردن تجهیزات در آشکارسازی، ممانعت و حل کردن خرابی اغتشاش در شبکه می‌شود [۶].

تهیه نقشه راه منجر به مشخص شدن چالش‌های موجود در شبکه شده و بر همین اساس می‌توان نیازمندی‌های بلند مدت صنعت برق را مشخص کرد. به عنوان نمونه نقشه راه ایالات متحده آمریکا ( نقشه راه تهیه شده توسط اداره برق بونیویلی که یکی از شرکت‌های انتقال در کشور ایالات متحده آمریکا است) باعث شده است تا موارد زیر در مورد حال و آینده سیستم قدرت تعیین تکلیف گردند [۶]:

- آغاز کردن تغییراتی که منجر به شکل‌گیری آینده شبکه برق می‌گردد.
  - فناوری‌های اساسی که بزرگترین اثر را در طرح‌های آینده شرکت‌های انتقال و ماموریت‌های آنها دارند.
  - اهداف آینده فناوری‌ها و نحوه دستیابی به آنها.
  - مشخص کردن فاصله بین فناوری‌های کنونی و فناوری‌های حیاتی که در آینده پدید می‌آیند.
  - موارد مهم و حیاتی کوتاه، میان و بلند مدت مورد نیاز برای کامل کردن کاربردهای تکنولوژی آینده.
- روشن است که برای برطرف کردن چالش‌های کنونی و آینده مطرح در شبکه انتقال باید دنباله‌رو طرح‌های لازم برای هوشمند کردن شبکه قدرت بود. طرح شبکه قدرت هوشمند باید دارای ویژگی‌ها و قابلیت‌هایی باشد که برخی از آنها در ادامه آورده شده است:

- پایش و کنترل ناحیه گسترده و زمان‌واقعی در شبکه به همراه طرح‌های رله‌گذاری تطبیقی.
- امکان تحلیل برای یافتن محدوده‌های حرارتی، ولتاژ و پایداری و همچنین تغییرات دینامیکی در سیستم.
- قابلیت مدل‌سازی و شبیه‌سازی سناریوهای مختلف پخش بار در شبکه قدرت به همراه حالت‌های مختلف وجود اغتشاش در شبکه.
- داشتن قابلیت جمع‌آوری، تحلیل، انتشار و نمایش دادن حجم انبوهی از اطلاعات.

به طور کلی می‌توان برای دستیابی به شبکه قدرت هوشمندی که امکان برنامه‌ریزی و زمان‌بندی برای بازار انرژی آن فراهم بوده و بهره‌برداری از آن نیز به صورت زمان‌واقعی باشد باید از تکنولوژی‌هایی استفاده شود که دارای ویژگی‌های زیر باشند [۶]:

۱- طرح‌های حفاظتی هوشمند و همچنین پایش و کنترل ناحیه گسترده و زمان‌واقعی سیستم به همراه رله‌هایی با منطق حفاظتی تطبیقی.

۲- مدل‌سازی و شبیه‌سازی چندین اغتشاش در شبکه به منظور شناسایی مسیرهای مناسب عبور توان، مدیریت ریسک و شرایط اضطراری و همچنین موارد اقتصاد شبکه قدرت.

۳- اندازه‌گیری ناحیه گسترده و زمان‌واقعی داده‌ها و جمع‌آوری، تحلیل، انتشار و نمایش آنها.

۴- سیستم مخابراتی وسیع که دارای سرعت بالا به همراه قابلیت اطمینان، ایمنی و سازگاری باشد.

۵- تولید خودکار توان با در نظر گرفتن قابلیت انتقال مسیرهای حساس به صورت زمان‌واقعی.

از طرف دیگر با توجه به اینکه برای هوشمند کردن شبکه انتقال از فناوری‌های مرتبط با حفاظت و کنترل ناحیه گسترده استفاده می‌شود، فناوری‌هایی را که در این زمینه ضروری هستند به صورت زیر ارائه می‌شود [۶]:

- سیستم‌های اندازه‌گیری، پایش و کنترل ناحیه گسترده که به صورت زمان‌واقعی باشند؛
- ابزارهای رویت‌پذیری و آگاه‌سازی شرایط برای بهره‌برداری و دیسپاچینگ؛
- ابزارهای نرم‌افزاری برای کارایی سیستم و بهره‌برداری یا دیسپاچینگ زمان‌واقعی؛
- ابزارهای خودکار پیش‌بینی بار و تولید؛
- سخت‌افزار و نرم‌افزارهای مخابراتی؛
- الکترونیک قدرت، ذخیره انرژی و تاسیس پست‌های پیشرفته؛
- فناوری پیشرفته تشخیص و نگهداری تجهیزات؛
- حفاظت در مقابل اغتشاش‌های بزرگ؛
- استفاده از هادی‌هایی با قابلیت انتقال جریان بالا؛
- تکنولوژی‌های مرتبط با مخابرات بی‌سیم؛



## ۱-۵- اولویت‌های نقشه راه

برای دستیابی به هدفی که به عنوان لازمه آینده شبکه قدرت مطرح می‌گردد و عبارت است از تقویت قابلیت اطمینان شبکه، داشتن قابلیت حفاظت در مقابل اغتشاش‌های بزرگ در صورت پیچیده شدن سناریوهای بهره‌برداری باید یک شبکه قدرت هوشمند وجود داشته باشد. شبکه قدرت هوشمند دارای قابلیت ارتباط بین برنامه‌ریزی، طراحی، زمان‌بندی، بازار زمان‌واقعی و بهره‌برداری از شبکه است تا حفاظت و کنترل سیستم انتقال را با توجه به شارش توان، مدیریت ریسک و شرایط اضطراری و همچنین در نظر گرفتن موارد اقتصادی به نحو مطلوب به انجام برساند. تحقق این هدف باید از طریق برقراری روابط مخابراتی و استفاده از ابزارهای نرم‌افزاری و سخت‌افزاری سازگار، سریع، مطمئن و قابل اعتماد ممکن است. به عبارت دیگر نقشه راه تهیه شده است تا راهنمای شرکت انتقال برای مشخص کردن اولویت‌های آن به منظور دستیابی به موارد زیر باشد [۳]:

- ۱- حداکثر کردن ظرفیت شبکه انتقال، کاهش تلفات و ایمن کردن انرژی.
  - ۲- برنامه‌ریزی و توسعه مورد نیاز در شبکه قدرت در زمان کم، با طول عمر مناسب و همچنین هزینه کم.
  - ۳- مدیریت دارایی‌های موجود در شبکه به منظور دستیابی به مبانی مورد نظر برای قابلیت اطمینان و کمتر کردن نگهداری و تعمیرات بلند مدت و همچنین کاهش هزینه آن.
  - ۴- کاهش اثرات مرتبط با تهدیدات بهره‌برداری و فیزیکی (انسانی و یا طبیعی).
  - ۵- جمع‌آوری و تبادل اطلاعات مربوط به تجهیزات و همچنین بهره‌برداری در کنار فراهم آوردن ابزارهای مناسب برای تحلیل اطلاعات به منظور ساده نمودن تصمیم‌گیری توسط اپراتورها، مدیران دارایی‌ها و برنامه‌ریزها.
  - ۶- حل کردن نگرانی‌های فزاینده و جلب کردن عموم مردم به استفاده از شبکه انتقال (با توجه به خصوصی بودن شبکه انتقال) و بهره‌برداری شبکه انتقال و همچنین طرح‌های مدیریت دارایی و هزینه‌های بلند مدت.
- بنابراین می‌توان با توجه به توضیحات ارائه شده در بالا یک نمونه از چالش‌ها، اهداف، نتایج، روش‌ها و برنامه‌ریزی برای تحقق یک شبکه انتقال هوشمند (و نه فقط حفاظت در یک شبکه هوشمند) را به صورت شکل ۱-۰ نشان داد.

## چالش‌ها

● جایگزین کردن تجهیزات قدیمی	● چالش‌های ساخت	● آگاهی و قانون‌های زیست محیطی	● خطرات طبیعی و انسانی
● تقویت و رشد مناسب سیستم	● پیچیدگی سیستم: اندازه و محل منابع، استانداردهای اجباری برای قابلیت اطمینان، انتقال غیرمتراکم انرژی، برنامه ریزی بلند مدت و طرح‌های محلی	● تکنولوژی‌های مخرب	● نیروی کار سالخورده و مدیریت دانش
● حضور منابع انرژی تجدیدپذیر	● انتظارات مشترکین از قابلیت اطمینان	● کاهش گاز گلخانه‌ای	
● کنترل افزایش نرخ‌ها	● اقبال عمومی	● تغییرات شدید آب و هوایی	

## هدف:

ایجاد بستر مناسب برای تحقیق، تفسیر و اجرای نوآوری‌های فناوری که قابلیت اطمینان، کارایی و اقبال عمومی به شبکه انتقال را افزایش دهد.

## موارد مهم:

توسعه سیستم انتقال برای حداکثر کردن ظرفیت انتقال، کاهش تلفات و ارائه انرژی ایمن و خودکفا	طراحی و ساخت گسترش شبکه قدرت در زمان کم، با هزینه کم و با کارایی بهبود یافته و هزینه مناسب	مدیریت دارایی کنونی و طی روش‌های قانونی برای دستیابی به موارد قابلیت اطمینان و کمتر کردن هزینه‌های نگهداری و تعمیر	کاهش اثرات خطرات بهره‌برداری و فیزیکی (طبیعی و انسانی)	جمع‌آوری و مخابره اطلاعات ارزشمند بهره‌برداری و وضعیت دارایی‌ها و فراهم کردن ابزارهای تحلیل مناسب به منظور تسهیل تصمیم‌گیری توسط اپراتورها، مدیران دارایی و برنامه‌ریزها	ارائه راه حل برای نگرانی‌های مداوم و اطمینان از اقبال عمومی بهره‌برداری از شبکه انتقال و برنامه‌های مدیریت دارایی و هزینه‌های بلند مدت
--	--	--	--	--	--

## حوزه‌های فنی

<b>امنیت انرژی:</b> - فناوری کابل‌های فشارقوی - کاهش تراکم در سیستم - ارزیابی ریسک و ارزیابی چارچوب خطرهای طبیعی و انسانی - مدلسازی آب و هوا و پاسخ آن - ذخیره انرژی - امنیت سایبری و فیزیکی - استفاده از انرژی تجدیدپذیر	<b>حفظ و نگهداری، کارایی و موارد زیست محیطی:</b> - کاهش تلفات سیستم - تاثیرات عمومی و زیست محیطی سیستم انتقال - کاهش گازهای گلخانه‌ای	<b>شبکه هوشمند:</b> - ارزیابی امنیت و کنترل ناحیه گسترده مبتنی بر PMU - پایش ظرفیت تجهیزات به صورت دینامیکی - تجهیزات پایش هوشمند و حسگرهای راه دور - استفاده از انتقال داده، شبیه‌سازی و تحلیل	<b>شبکه آینده:</b> - پست‌ها و خطوط تولیدی آینده - فناوری مرکز کنترل آینده - الکترونیک قدرت - مواد تجهیزات پیشرفته (ابرسانا و ...) - رباتیک برای کار میدانی
--	--	---	---

## اقدامات کلیدی

<b>کوتاه مدت (۰-۵ سال):</b> - پایش کردن کابل‌های فشار قوی - پایش حرارتی شبکه - مدلسازی اثر آب و هوا - کاهش تلفات شبکه - پیاده‌سازی شبکه هوشمند مبتنی بر واحد اندازه‌گیری فازور - استفاده از مواد پیشرفته - استفاده از فناوری رباتیک	<b>میان مدت (۵-۱۰ سال):</b> - استفاده از کابل‌های فشارقوی XLPE - TTC و ATC به صورت زمان واقعی - اقدامات اصلاحی در قبال تغییرات آب و هوایی - کار کردن ربات‌ها - کاربردهای مبتنی بر واحد اندازه‌گیری فازور - بهره‌گیری از حسگرهای هوشمند - پست‌های دیجیتال - نصب و استفاده از تجهیزات ساخته شده با استفاده از مواد پیشرفته	<b>بلند مدت (۱۰-۲۰ سال):</b> - استفاده از کابل‌های ابرسانا که در دمای بالا کار می‌کنند - ذخیره انرژی - بهره‌گیری از انرژی دریاها - استفاده از ربات‌ها در پست‌ها - کنترل مبتنی بر واحدهای اندازه‌گیری فازور - حسگرهای خودکار قابل کنترل از راه دور - استفاده از تکنولوژی تبادل اطلاعات - بهره‌گیری از کلیدهای SF6 - استفاده از ادوات FACTS
--	--	--

شکل ۱-۰: مراحل مهم در یک نقشه راه نمونه [۳]

## ۱-۶- مبانی حفاظتی مطرح در نقشه راه

در سال‌های اخیر علاوه بر هوشمندسازی شبکه قدرت در سطح توزیع، هوشمند کردن شبکه انتقال نیز از طریق استفاده از طرح‌های مبتنی بر پایش، حفاظت و کنترل ناحیه گسترده شبکه قدرت مورد توجه قرار گرفته است. بر همین اساس باید زیرساخت‌هایی فراهم گردد تا بتوان چالش‌هایی را که برای شبکه وجود دارد برطرف نموده و مواردی را که در زیر ارائه شده است در آینده ایجاد نمود:

۱. استفاده از تکنولوژی اطلاعات و کنترل دیجیتال برای بهبود قابلیت اطمینان، امنیت و کارایی شبکه برق.
  ۲. بهینه‌سازی دینامیکی بهره‌برداری از شبکه و منابع به همراه امنیت کامل سایبری در شبکه.
  ۳. به کار گرفتن و استفاده از منابع و تولیدکننده‌های پراکنده شامل منابع انرژی تجدیدپذیر.
  ۴. بهبود و به کارگرفتن پاسخ‌گویی بار، منابعی که در سمت بار وجود دارند و منابع مبتنی بر کارایی انرژی.
  ۵. به کار گرفتن تکنولوژی هوشمند (زمان‌واقعی، خودکار، بهینه‌کننده و ...) برای اندازه‌گیری، مخابرات وضعیت‌های بهره‌برداری از شبکه و اتوماسیون بخش توزیع.
  ۶. استفاده از ابزارها و تجهیزات هوشمند در سمت مصرف‌کنندگان.
  ۷. استفاده و بهره‌گیری از تکنولوژی پیشرفته برای ذخیره انرژی و همچنین پیک‌سایی در شبکه که شامل خودروهای برقی هیبریدی و تهویه هوای ذخیره‌کننده حرارت می‌باشد.
  ۸. ارائه اطلاعات و انتخاب‌های کنترلی به مصرف‌کنندگان به صورت زمان‌بندی شده.
  ۹. توسعه استانداردها برای مخابرات و عملکرد مشتریان و اتصال تجهیزات آنان به شبکه که ممکن است شامل تجهیزاتی باشند که به شبکه انرژی تزریق می‌کنند.
  ۱۰. تشخیص و کاهش دادن موانع غیرضروری و غیرعقلانه برای استفاده از تکنولوژی‌های هوشمند، تجارب ارزنده و امکانات مناسب در شبکه.
- شبکه انتقال کنونی ایالات متحده با توجه به اینکه تعدادی دستگاه اندازه‌گیری فازور در آن نصب شده است و از آنها بهره‌برداری می‌شود، دارای برخی از ویژگی‌های یک شبکه انتقال هوشمند می‌باشد و برای اینکه بتواند در صورت وقوع اغتشاش در شبکه به صورت ایمن و پایدار بهره‌برداری شود باید از سیستم‌های خودکار حفاظت و کنترل زمان‌واقعی استفاده

شود. بر همین اساس شرکت‌های انتقال در ایالات متحده در طول سال‌های گذشته مبادرت به انجام اقداماتی بمنظور افزایش هوشمندی در شبکه کرده است که به عنوان یک راهبرد اساسی مطرح می‌شود تا شبکه‌ای با هوشمندی بالاتر، خود پایش کننده، تطبیقی و مقاوم را ایجاد کند که بتوان به صورت ایمن و با قابلیت اطمینان بالا تا بالاترین سطوح ظرفیت شبکه از آن بهره‌برداری نمود. هوشمند کردن شبکه قدرت موارد زیر را فراهم می‌آورد، در حقیقت موارد زیر به عنوان اهداف مرتبط با حفاظت هستند که در نقشه راه مطرح و برای آن برنامه‌ریزی می‌شود:

۱- کنترل ناحیه گسترده در شبکه قدرت و ارزیابی امنیت شبکه.

۲- پایش ظرفیت تجهیزات به صورت دینامیکی.

۳- کاهش تراکم در خطوط انتقال.

۴- مدیریت نفوذ انرژی تجدیدپذیر در شبکه.

مهمترین نیازمندی برای هوشمند کردن شبکه، ایجاد بستر مناسب برای تبادل حجم انبوهی از اطلاعات و داده‌ها به منظور فراهم آوردن زمینه برای کاربردهای پیشرفته‌تر در بخش تولید، انتقال و توزیع انرژی است.

در ادامه هر یک از موارد اشاره شده در بالا که در رابطه با حفاظت و کنترل شبکه هستند به صورت جزئی و در قالب جدول توضیح و تفسیر می‌شوند. در هر یک از جداول ارائه شده در صفحات بعد، نوع پروژه (یا اقدام) و همچنین بازه زمانی مورد نیاز برای تعریف و اجرای پروژه‌ها آورده شده است. علاوه بر این هر جدول شامل توضیحات اولیه، اهداف و اقدامات مورد نیاز برای تعریف و اجرای پروژه‌های مورد نیاز در شبکه به منظور استفاده مناسب‌تر از شبکه قدرت است.

## ۱-۶-۱ - کنترل ناحیه گسترده در شبکه قدرت و ارزیابی امنیت شبکه

مقدمه: فازورهای سنکرون شده تصویری بسیار دقیق از ولتاژ، جریان و زاویه‌های پارامترهای شبکه انتقال و به صورت لحظه‌ای به نمایش می‌گذارند. در حال حاضر شبکه انتقال ایالات متحده دارای تعدادی واحد اندازه‌گیری فازور در نقاط حساس شبکه انتقال ۵۰۰ کیلوولت است که با استفاده از GPS کاملاً همزمان شده‌اند و در هر ثانیه ۵۰ داده از شبکه انتقال ارائه می‌دهند. شرکت‌های انتقال ایالات متحده به عنوان پیشرو در استفاده و نصب واحدهای اندازه‌گیری فازور تلاش دارند تا وضعیت دینامیکی شبکه انتقال را پیش کنند تا بتوان از حداکثر ظرفیت قابل انتقال در شبکه استفاده نمود. این شرکت‌ها با آگاهی از این مهم که استفاده از واحدهای اندازه‌گیری فازور مهمترین جزء برای هوشمند کردن شبکه انتقال است تلاش می‌کنند تا رویت‌پذیری شبکه را افزایش داده و شبکه انتقال را به صورت دینامیکی پیش نمایند تا بتوانند نسبت به پایدار کردن شبکه قدرت و انجام اقدامات اصلاحی به صورت خودکار و در قبال بروز وضعیت دینامیکی شبکه در حالت ناحیه گسترده از شبکه اقدام کنند. هدف نهایی استفاده از حداکثر ظرفیت شبکه انتقال بدون به خطر انداختن کارایی سیستم می‌باشد.

اهداف:

- ۱- گسترش استفاده از واحدهای اندازه‌گیری فازور برای دستیابی به رویت‌پذیری سراسر شبکه ۵۰۰ کیلوولت و دیگر قسمت‌های شبکه انتقال.
- ۲- اطمینان از امنیت و کیفیت اطلاعات واحدهای اندازه‌گیری فازور (صحت تجهیزات اندازه‌گیر نصب شده در سمت اولیه شبکه، انتقال داده، مرکز جمع‌آوری داده‌های فازوری، فیلتر کردن داده‌های نامناسب، افزونگی و آرشیو کردن اطلاعات).
- ۳- فراهم کردن اطلاعات مناسب و واضح برای اپراتورهای مرکز کنترل (سیستم‌های رویت‌پذیری مبتنی بر فازور).
- ۴- تعریف محدوده‌های ایمن و قابل اطمینان بهره‌برداری به صورت زمان‌واقعی (ارزیابی دینامیکی و نرخ توان خطوط).
- ۵- آشکارسازی و اصلاح شرایط بهره‌برداری غیرعادی (کارکرد رله‌های حفاظتی، پایداری شبکه، حذف تولید و ...)
- ۶- بهبود مدل‌سازی شبکه قدرت و تحلیل شرایط پس از وقوع اغتشاش.

اقدامات:

به اشتراک گذاشتن اطلاعات و توسعه سیستم‌های مشترک برای اندازه‌گیری و کاربردهای دیگر بین شرکت‌های انتقال مختلف در کشور ایالات متحده.		
انجام مطالعات فازبندی شده برای فراهم آوردن زیرساخت‌های دائمی سنکروفازور در مراکز کنترل جدید، این موارد شامل نیازمندی‌های مخابراتی نیز می‌گردد.	اجرای فازهای اولیه	ساخت نهایی سنکروفازور و پشتیبانی سیستم‌های مخابراتی
طراحی و اجرای استفاده از سنکروفازور در سطوح ولتاژ پایین‌تر (سیستم عامل PMU + رله حفاظتی)		
تبادل اندازه‌گیری‌ها بین شرکت‌های انتقال مختلف		بهبود تخمین حالت از شبکه
نصب ابزار رویت‌پذیری سنکروفازورها در مراکز کنترل		بهبود ورودی‌های تهیه شده توسط CT و VT به PMU
پیشنهاد اختراع: رله‌های آشکارساز ناپایداری ولتاژ		
پیشنهاد اختراع: آشکارسازی داده‌های نامناسب در سنکروفازورها		
پیشنهاد تحقیق: ابزار مدل‌سازی آنلاین مبتنی بر سنکروفازور		
پیشنهاد تحقیق: رویت‌پذیری و ارزیابی	اجرای پروژه‌ها	



	دینامیکی مبتنی بر سنکروفازورها	
اجرا (کنترل حلقه بسته، جزیره سازی تطبیقی، تولیدزدایی هوشمند و ...)	پیشنهاد تحقیق: کنترل ناحیه گسترده مبتنی بر سنکروفازورها	
بهبود و توسعه ابزارهای تحلیل کارایی سیستم قدرت، پایش مقایسه‌ای و مطالعات آفلاین		
مشارکت در توسعه و بهبود استانداردهای صنعتی		

۲۰ سال	۱۰ سال	۵ سال		صفر سال

## ۱-۶-۲- پایش نرخ دینامیکی تجهیزات

مقدمه: منظور از پایش دینامیکی ظرفیت تجهیزات در شبکه استفاده از اطلاعات زمان واقعی برای دستیابی به ظرفیت استفاده شده خطوط انتقال، کابل‌ها و اجزای پست‌های شبکه است تا بتوان بر اساس آن ظرفیت انتقالی شبکه را افزایش داد. در روش‌های سنتی با در نظر گرفتن بدترین شرایط بهره‌برداری تجهیزات اقدام به بهره‌برداری آنها می‌شود که نتیجه آن عدم استفاده صحیح از ظرفیت آنها می‌شود. اما با استفاده از پایش کردن دینامیکی ظرفیت تجهیزات می‌توان ظرفیت حرارتی تجهیزات را در نظر گرفته و توان بیشتری را انتقال داد به طوری که در برخی موارد می‌توان ظرفیت انتقالی را بین ۱۰٪ تا ۲۰٪ بیش از ظرفیت نامی تجهیزات بالاتر برد. چالش‌هایی که در این زمینه وجود دارند عبارت‌اند از: تعیین قابلیت اطمینان شرایطی که نرخ استفاده از تجهیزات را تحت تاثیر قرار می‌دهند، هزینه و پیچیدگی‌هایی که استفاده از این موضوع در بهره‌برداری از سیستم قدرت پدید می‌آورد، نیاز به احتساب نرخ استفاده از ظرفیت همه تجهیزات برای مشخص کردن ضعیف‌ترین مسیر انتقال توان، محدودیت در مدلسازی رفتار دینامیکی به منظور پیش‌بینی نرخ استفاده از تجهیزات در آینده، نیاز به تعیین فاکتور محدود کننده در هر لحظه (محدودیت حرارتی، محدودیت پایداری ولتاژ و یا محدودیت پایداری گذرا)

اهداف:

- ۱- افزایش ظرفیت توان انتقالی به بیش از مقادیر کنونی.
- ۲- تغییر و یا حذف نیاز به سرمایه‌گذاری برای افزایش ظرفیت انتقالی.
- ۳- اضافه شدن تولیدکنندگان جدید انرژی به شبکه بدون نیاز به ارتقا دادن تجهیزات کنونی.
- ۴- عدم آسیب دیدگی تجهیزات و افزایش عمر آنها.
- ۵- تشخیص محدودیت‌ها یا قیدهای سیستم برای تعیین نقاط بالقوه برای ارتقا اجزای شبکه.

اقدامات:

همکاری با شرکت‌های مختلف و مرتبط و یا دانشگاه‌ها در مورد تکنولوژی پایش نرخ دینامیکی تجهیزات شبکه

کار با سازندگان تجهیزات برای توسعه، ارائه و نصب تکنولوژی پایش دینامیکی نرخ استفاده از تجهیزات.  
هدف: هزینه کم و استفاده وسیع

نمایش و توضیح وضعیت کنونی پایش دینامیکی تجهیزات توسط Indian Arm 230kV Crossing	اجرا در خطوطی که دارای محدودیت حرارتی هستند.
نمایش پایش دینامیکی نرخ حرارتی ترانسفورماتور (در سه محل مختلف)	اجرا در ترانسفورماتورها
بهبود مدل‌های دینامیکی کابل‌های زیردریای که دارای سیستم خنک‌کنندگی پیچیده هستند	پیاده‌سازی سیستم نرخ دینامیکی آینده نگر برای شبکه ۵۰۰ کیلوولت
پالایش مدل‌های دینامیکی پیش‌بینی کننده نرخ کابل‌های کانال‌ها	پیاده‌سازی سیستم نرخ دینامیکی آینده نگر برای کابل‌های شبکه مترو بین ونکور و ویکتوریا
بهبود نمایش‌های مرتبط به نرخ دینامیکی تجهیزات در مراکز کنترل	
بهبود تکنولوژی و یا طراحی‌های مخابراتی به منظور پایش از راه دور تجهیزات به صورت دینامیکی	



استفاده از تکنولوژی پایش دینامیکی نرخ  
استفاده از تجهیزات به منظور ایجاد اتوماسیون  
در شبکه و بهینه کردن آن

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

۲۰

سال

۱۰ سال

۵ سال

صفر سال



### ۱-۶-۳- کاهش تراکم در خطوط انتقال

مقدمه: توان مسیره‌های انتقال در بین نقاط مختلف شبکه قدرت در داخل کشور و بین ایالات متحده و آلبرتای کانادا در زمان افزایش میزان تقاضای مصرف کنندگان افزایش می‌یابد به طوری که در برخی از موارد از میزان ظرفیت قابل انتقال مسیره‌های اشاره شده بیشتر شده و از محدوده‌های مجاز حرارتی، پایداری ولتاژ یا محدودیت‌های تعیین شده برای بهره‌برداری ایمن در صورت وقوع اغتشاش در شبکه قدرت، تخطی می‌نماید. علاوه بر این بهره‌برداری متراکم از مسیره‌های انتقال منجر به استفاده ناکارا از شبکه انتقال می‌گردد چون باید انرژی مازاد با هزینه بالاتر تولید گردد تا انرژی مورد نیاز مصرف کنندگان از طریق مسیره‌های مذکور تامین گردد. مدیریت تراکم مسیره‌های انتقال با توجه به عدم قطعیت در محل نصب منابع تولیدی، افزایش معاملات انرژی توسط شخص ثالث، نفوذ منابع انرژی تجدیدپذیر، افزایش عدم قطعیت زمان و مقدار بار در سمت مصرف‌کننده و همچنین مد نظر قرار دادن فرسودگی و میزان پیری تجهیزات شبکه، پیچیده می‌شود.

اهداف:

۱. بهبود روش‌های کوتاه مدت و بلند مدت روش‌های پیش‌بینی تراکم در شبکه بر اساس میزان استفاده کنونی و یا آینده از شبکه انتقال، محل نصب منابع تولیدکننده انرژی و ....
۲. بهبود ابزارهای مرتبط با آگاه‌سازی از شرایط شبکه قدرت به صورت زمان واقعی و همچنین بهره‌برداری از شبکه به منظور ارزیابی میزان تراکم در شبکه و محدوده‌های مجاز حرارتی و پایداری ولتاژ به منظور محاسبه ظرفیت کلی قابل انتقال و ظرفیت کنونی قابل انتقال به صورت زمان واقعی می‌باشد.
۳. بهبود راه‌های سخت‌افزاری برای کاهش تراکم. این روش‌ها شامل دیسپاچینگ منابع آماده بهره‌برداری، بهبود خطوط انتقال، جبران توان راکتیو در شبکه و همچنین استفاده از ادوات FACTS می‌باشد.
۴. بهبود روش‌های مربوط به سمت بار شامل تولید پراکنده، ذخیره انرژی، مدیریت در سمت مصرف‌کننده خصوصاً پاسخ بار می‌باشد.

اقدامات:

پالایش روش‌های پیش‌بینی تراکم در شبکه در مراحل طراحی و بهره‌برداری
پالایش روش‌های احتمالاتی طراحی شبکه انتقال تا شامل ارزیابی عدم قطعیت‌ها در محل و اندازه منابع تولیدی و بار مصرف‌کنندگان شوند.
مشارکت فعال در صنعت به منظور استاندارد کردن تعاریف و روش‌های محاسبه برای محاسبه ظرفیت کلی قابل انتقال و ظرفیت انتقال کنونی (مانند NERC و WECC).

محاسبه زمان واقعی ظرفیت کلی قابل انتقال و ظرفیت کنونی قابل انتقال به صورت زمان واقعی در شبکه‌ها و اتصالات و مسیره‌های داخلی با استفاده از ابزارهای ارزیابی دینامیکی امنیت شبکه، واحدهای اندازه‌گیری فازور، تخمین حالت بهبود یافته و رویکردهای محاسباتی پیشرفته.

توسعه راهنمایی‌های فناوری و تجارب ارزنده به منظور موارد تشخیص و هزینه‌ها برای افزایش انتقال توان در شبکه‌های کنونی.

تعریف پروژه‌های نرخ حرارتی شبکه به صورت اجرای پروژه‌های نرخ حرارتی شبکه به صورت دینامیکی

		دینامیکی	
ادامه دادن و پیگیری برای بهبود اندازه گیری ولتاژ و جریان سمت اولیه به منظور بهره برداری در نزدیکی محدوده های طراحی			
اجرای روش های بی سیم		بهبود روش های بی سیم ( موارد، هزینه ها و پروژه های نمونه)	
پیشنهاد تحقیق: برنامه های نمونه و اجرای پاسخ بار با تاکید بر پاسخ بار به عنوان منبع برای طراحی سیستم انتقال			
		بازبینی برنامه ها و ارزیابی روش های مختلف برای کاهش تراکم در شبکه انتقال	

۲۰ سال

۱۰ سال

۵ سال

صفر سال

## ۱-۶-۴ - نفوذ انرژی تجدیدپذیر در شبکه

مقدمه: مطابق با برنامه‌های تامین انرژی، منابع انرژی تجدیدپذیر باید حداقل ۹۰٪ از انرژی شبکه را تامین نمایند. این منابع انرژی شامل منابعی هستند که مرتباً انرژی آنها در حال استفاده شدن و احیا شدن است مانند منابع بزرگ و کوچک آبی، خورشیدی، باد، امواج دریا و انرژی زمین گرمایی، باقیمانده چوب و انرژی زباله‌های ارگانیک. غالب منابع انرژی تجدیدپذیر مبتنی بر طبیعت بوده و چالش‌های فنی خاصی را نیز با توجه به نوع، اندازه، محل نصب، امکان و یا عدم امکان دیسپاچینگ، و هماهنگی خروجی تولیدکننده با میزان تقاضای بار شبکه به همراه می‌آورد.

اهداف:

- ۱- بهبود روش‌های برنامه‌ریزی و بهره‌برداری به منظور رفع چالش‌های استفاده از نفوذ منابع تجدیدپذیر در شبکه انتقال با صرف کمترین هزینه و با بالاترین قابلیت اطمینان.
- ۲- بهبود تکنیک‌های مدلسازی و تحلیل به منظور شبیه‌سازی رفتار مانا و گذرای منابع تجدیدپذیر، مانند پیش‌بینی کوتاه مدت و یا بلند مدت ظرفیت برای بهره‌برداری سیستم.
- ۳- بهبود روش‌های قطعی و یا غیرقطعی برای مشخص کردن حداکثر سطح منابع تجدیدپذیر که برای منطقه خاصی قابل استفاده باشند و بررسی اثر آنها روی ذخیره چرخان و تولید اضافه تولیدکنندگان و همچنین توسعه بلند مدت شبکه انتقال.
- ۴- حل کردن هدفمند موضوعات فنی مرتبط با منابع بالقوه تجدیدپذیر مانند انرژی امواج دریا (مدل دینامیکی)، اتصال به شبکه، ساخت در خارج از شبکه انتقال

اقدامات:

همکاری با موسسات تحقیقاتی، شرکت‌های انتقال، تولیدکنندگان و مجامع فنی به منظور توسعه، اجرا و استاندارد کردن تجارب در برنامه‌ریزی و بهره‌برداری از شبکه انتقال.

انجام مطالعات برنامه‌ریزی شبکه برای مشخص کردن حداکثر انرژی بادی در هر منطقه.

بررسی اثرات استفاده از منابع بادی مبتنی بر ژنراتور القایی دو سو تغذیه در قابلیت اطمینان سیستم.

بهبود یا اجرای برنامه‌های پایش برای ارزیابی اثرات کیفیت توان منابع انرژی تجدیدپذیر بر سیستم قدرت (مانند اثرات هارمونیکی، گذراهای ولتاژ سریع، ولتاژ در زمان راه‌اندازی و ...)

انجام مطالعات به منظور بهره‌گرفتن از منابع انرژی امواج دریا

فراهم آوردن مدل‌های تفصیلی از توربین یا ژنراتور منابع انرژی دریایی، راهنمایی برای اتصال به شبکه

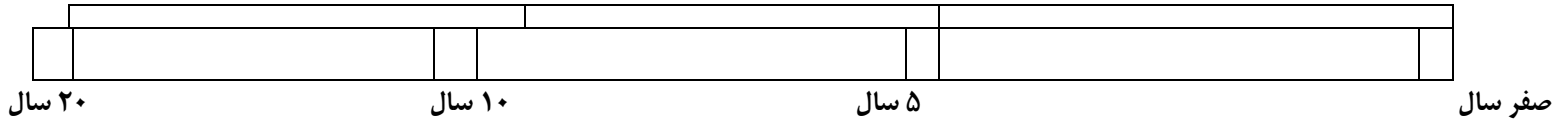
پالایش مدل‌های دینامیکی منابع تجدیدپذیر برای مطالعات برنامه‌ریزی سیستم

بهبود ابزارهای پیشرفته پیش‌بینی برای بهره‌برداری زمان واقعی

اجرا

به روز کردن افق بلند مدت شبکه انتقال بر اساس موضوعات و مسایل اتصال منابع تجدیدپذیر به شبکه

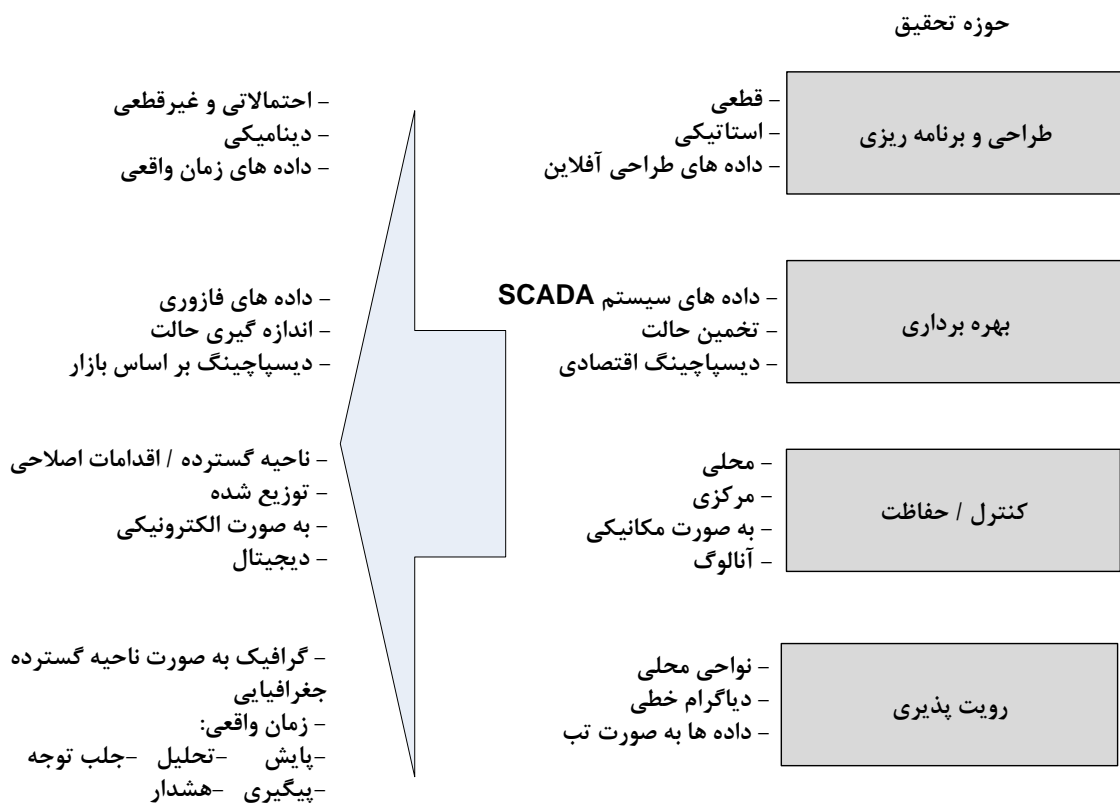
تحقیق و ارائه تکنولوژی‌های پیشرفته برای به صرفه کردن استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و اتصال آنها به شبکه (مانند ذخیره انرژی، الکترونیک قدرت، پاسخ خودکار بار)



## ۱-۷- نگاهي به چالش های فناوری در شبکه

ظهور و بروز فناوری ها جدید در آینده با توجه به تغییر در نیازمندی های تحقیقاتی در شبکه برق خواهد بود که نحوه گذار این نیازمندی ها در شکل ۲-۰ نمایش داده شده است. این شکل نمایانگر چهار حوزه تحقیقاتی است که در هر یک از آنها تحقیقات دارای سمت و سویی است که فناوری های موجود در شبکه قدرت را دچار تغییر می کند [۷].

### تغییر نیازمندی های تحقیقات شبکه برق



شکل ۲-۰: تغییر نیازمندی های تحقیقات در شبکه قدرت

از طرف دیگر در ادامه تعدادی از تکنولوژی های مرتبط با حفاظت ناحیه گسترده مطرح شده اند و در هر یک از آنها چالش ها، نیازمندی ها و قابلیت هایی که این فناوری ها ارائه می دهند، بیان شده است [۶]:

۱- سیستم های کنترل ناحیه گسترده مبتنی بر پاسخ سیستم.

### ✓ چالش‌ها:

- ❖ باید قابل اعتماد، قابل اعتبارسنجی و قابل تست با استفاده از برنامه‌ریزی و بهره‌برداری سیستم باشد.
- ❖ طراحی PMU و PDC آرایش و محل آنها باید بهینه باشند.
- ۲- سیستم‌های اندازه‌گیری ناحیه گسترده.

### ✓ نیازمندی‌ها و قابلیت‌ها:

- ❖ جایابی صحیح و بهینه PMU به منظور پوشش و تشخیص عملکرد سیستم.
- ❖ زیرساخت اندازه‌گیری برای استفاده از اندازه‌گیری‌ها.
- ❖ ابزارهایی برای تحلیل کارایی سیستم و پایش تولید.
- ❖ تبادل مستقیم داده با شرکت‌های انتقال در ایالات متحده.
- ❖ بهبود ارتباط با سیستم SCADA و سیستم‌های مدیریت انرژی.
- ❖ افزایش قابلیت‌های سیستم پایش زمان واقعی برای اعلام هشدار در زمان وجود داده‌های متناقض و یا شرایط غیر ایمن و غیر پایدار.
- ❖ قابلیت‌هایی برای ارائه اقدامات سریع برای کنترل شبکه و مبتنی بر سیستم کنترلی بر اساس پاسخ شبکه قدرت.
- ❖ ابزارهای بهبود یافته برای مطالعات آفلاین.

### ✓ چالش‌ها:

- ❖ استفاده کامل از همه اطلاعات جمع‌آوری شده از شبکه.
- ❖ غلبه بر تاخیرهای زمانی که در فواصل طولانی و برای انتقال داده به وجود می‌آید.
- ❖ ایجاد یک تبادل اطلاعات واضح و روشن با دیگر شرکت‌های انتقال.
- ❖ حل کردن مسائل کنونی موجود بین شرکت‌های انتقال که منجر به ایجاد تغییرات غیرقابل توضیح و مبهم در سیستم محاسباتی محدوده‌ها و رفتار سیستم شبیه‌سازی شده در طول گذر از یک فصل به فصل دیگر و از یک سال به سال دیگر شده است.

❖ ممانعت از تلف شدن وقت ارزشمند مهندسين و حل کردن مسائل مربوط به داده‌ها در زمانی که آنها باید به مطالعه سیستم بپردازند.

۳- ابزارهای نرم‌افزاری برای بهبود قابلیت تحلیل و اعتبارسنجی سیستم.

#### ✓ چالش:

❖ ابزار نرم‌افزای باید دارای قابلیت اطمینان بالا باشد و همچنین قابل تست کردن در برنامه‌ریزی‌ها و بهره‌برداری‌های سیستم باشد.

۴- ابزارهای خودکار برای اتخاذ تصمیم‌های بهره‌برداری و دیسپاچینگ.

۵- فناوری‌های مخابراتی.

#### ✓ قابلیت و نیازمندی:

- ❖ برآورده کردن نیازمندی‌های قابلیت اطمینان و کارایی شبکه برق.
- ❖ معیارهای مبتنی بر مسیرهای مخابراتی و کیفیت خدمات را برآورده نماید.
- ❖ استفاده از مسیرهای پشتیبان برای تعمیر قطعی مدارهای مخابراتی.
- ❖ تعمیر مدارهای مخابراتی با کمترین زمان تغییر مسیر.
- ❖ کمینه کردن تاخیرهای انتقال برای مدارهای حفاظتی با اولویت بالا و یا سرعت بالا.
- ❖ استفاده از مدارهای مخابراتی به گونه‌ای که حداکثر ظرفیت را به ارمغان آورد.
- ❖ استفاده بیشتر از طرح‌های فیبر نوری که بین ۱۲ تا ۱۸ رشته در هر مسیر دارند.
- ❖ استفاده از تعداد محدودی از مسیرهای رادیویی با ظرفیت کم به عنوان شالوده سیستم.

#### ✓ چالش‌ها:

- ❖ یافتن ابزاری برای بهینه کردن مسیرهای مخابراتی و گروهی کردن آنها با توجه به محدودیت‌های موجود و مدل‌سازی و یا شبیه‌سازی میزان در دسترس بودن مدارهای مخابراتی.
- ❖ تقویت سیستم مدیریت شبکه در مرکز کنترل برای دنبال کردن مسیرهای مخابراتی و ثبت موارد مربوط به کارایی مدار مخابراتی.

- ❖ تحقیق برای یافتن فناوری‌های مخابراتی که پهنای باند بیشتری را برای فواصل طولانی به همراه آورد.
  - ❖ استفاده از اترنت به منظور استفاده از شبکه‌های محلی در پست‌های مختلف.
  - ❖ تحقیق برای ابداع فناوری‌های با سرعت کلیدزنی بالا.
  - ❖ تلاش برای استفاده از اصولی که منجر به پدید آمدن یک ساختار باز شود تا بتواند سازگاری بین تولیدات مختلف را برقرار کند.
- ۶- ابزارهای نرم‌افزاری برای تحلیل آنلاین در حوزه بهره‌برداری و دیسپاچینگ.
- ۷- تخمین حالت مطمئن.

#### ✓ چالش:

- ❖ ایجاد حالت پایه‌ای از تخمین‌گر حالت.
  - ❖ بهبود ابزارهای تخمین حالت آنلاین به گونه‌ای که قابل مقایسه با ابزارهای آنلاین باشند.
- ۸- ابزارهای پیش‌بینی بار و تولید.
- ❖ ابزار نرم‌افزای باید دارای قابلیت اطمینان بالا باشد و همچنین قابل تست کردن در برنامه‌ریزی‌ها و بهره‌برداری‌های سیستم باشد.
- ۹- ابزارهای رویت‌پذیری، انتشار و نمایش داده‌ها.
- ۱۰- فناوری پایش و اندازه‌گیری زمان‌اقعی.

#### ✓ چالش:

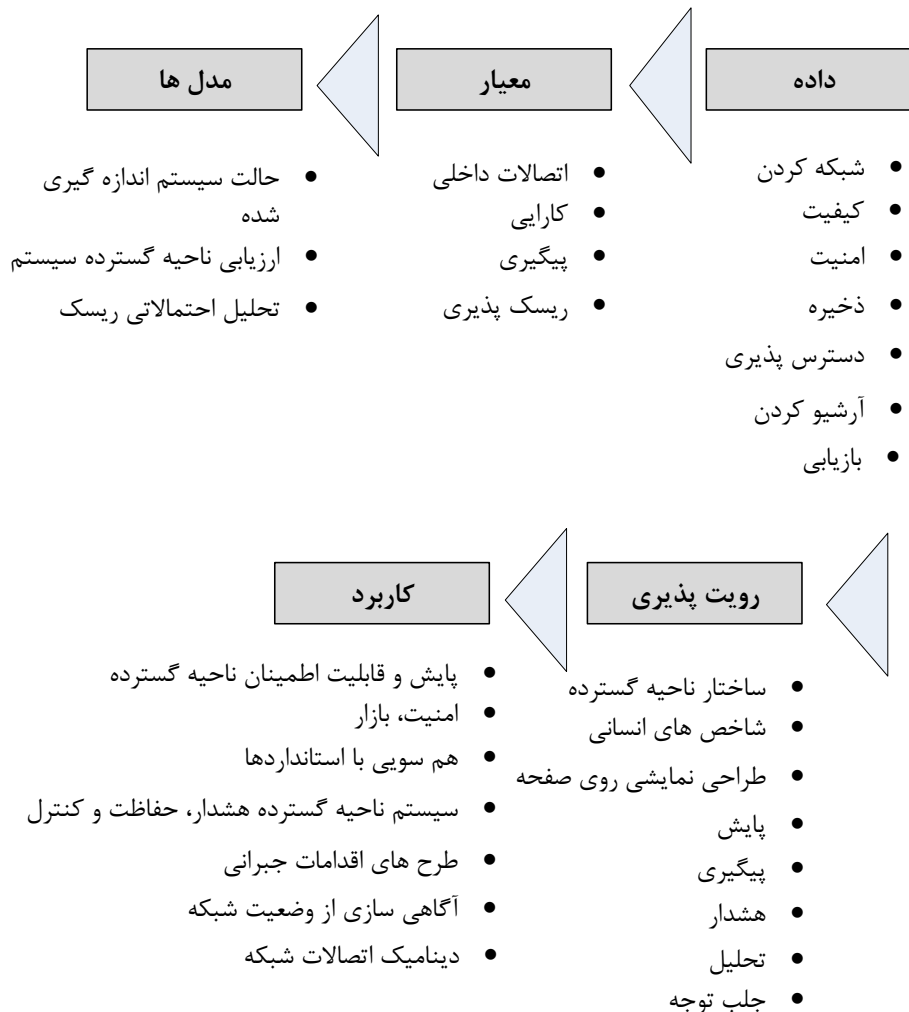
- ❖ حسگرها باید بتوانند در کنار خطوط انتقال که برقرار هستند به درستی کار خود را انجام دهند و اثرات میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی خللی در کار آنها ایجاد نکند.
- ❖ حسگرها باید به گونه‌ای طراحی شوند که دارای سازگاری باشند و همچنین بتوان آنها را به صورت میدانی تست و استاندارد کرد.
- ❖ حسگرهای نوری باید در مواردی از قبیل بازه اندازه‌گیری، صحت، دقت و نرخ نمونه‌برداری توسعه یابند.

❖ باید نقاط اتصالات بین دو یا چند شرکت انتقال به دقت پایش شوند تا وضعیت کنونی دیگر قسمت های شبکه تشخیص داده شود.

۱۱- فناوری های مقاوم کردن شبکه در مقابل اغتشاش های رخ داده در شبکه قدرت.

با توجه به فناوری ها و چالش ها، نیازمندی ها و قابلیت های آنها که در بالا توضیح داده شد احساس نیاز به انجام تحقیقات در حوزه های مختلف برای بهبود وضعیت حفاظت شبکه قدرت قابل احساس است. لذا به صورت خلاصه می توان در شکل ۳-۰ زمینه تحقیقات را در پنج حوزه دسته بندی نمود و در هر یک از آنها موضوعاتی که انجام تحقیقات در آنها ضروری است نگاشته شده است [۶].

### نیازمندی های تحقیقاتی مرتبط با رویت پذیری و پایش شبکه انتقال



شکل ۳-۰: نیازمندی های تحقیقاتی در شبکه قدرت



## ۲-۵- اجرای طرح‌های نقشه راه

موفقیت نقشه راه به موثر بودن برنامه ارائه شده و همچنین به رویه پیاده‌سازی نتایج تحقیقات در شرکت‌های بهره‌برداري بستگی دارد که تحت حمایت مالی مناسب به همراه رویه‌های موافقت شده، ساختارهای حکومتي، مدیریت دانش، پروسه‌های مخابراتی و همچنین به روز شدن نقشه راه قرار دارند. در ادامه توصیه‌هایی که در نقشه راه کشور ایالات متحده آمریکا ذکر شده‌اند تا موثر بودن نقشه راه را تضمین نمایند آورده شده است [۳].

**توصیه ۱:** فراهم آوردن زمینه تجاری برای افزایش تعداد کارکنان مدیریت برنامه‌های تحقیق و توسعه تا فعالیت‌های منجر به اجرای مفاد نقشه راه را افزایش دهند. خصوصاً لازم است تا رابطه بین کارکنان بخش تحقیق و توسعه با دیگر دپارتمان‌ها افزایش یابد تا از تبادل نیازمندی‌های فناوری، پیشرفت پروژه‌ها و پیاده‌سازی نتایج تحقیقات اطمینان حاصل شود.

**توصیه ۲:** افزایش ظرفیت مدیریت پروژه در مدیریت کردن پروژه‌های تحقیق و توسعه و تجهیز کردن سیستم مالی و گزارش پروژه‌ها به سیستم اطلاعاتی مدیریت پروژه موثر.

**توصیه ۳:** توسعه راهبردهایی برای افزایش حمایت‌های فراهم شده توسط دپارتمان‌های شرکت‌های انتقال برای اجرای نقشه راه.

**توصیه ۴:** برقراری رابطه تنگاتنگ بین اطلاعات یا داده‌ها و یا مخابرات راه دور که در نقشه راه تعریف شده‌اند با دیگر پروژه‌های فناوری اطلاعات شرکت انتقال تا با بنا کردن رابطه نزدیک بین آنها از هماهنگ بودن آنها اطمینان حاصل شود.

**توصیه ۵:** فراهم آوردن بستر تجاری به منظور افزایش بودجه تحقیق و توسعه به منظور تهیه تامین مالی فعالیت‌های گنجانده شده در نقشه راه.

**توصیه ۶:** فراهم آوردن سیاستی به منظور گنجاندن برخی از اقدامات مربوط به نقشه راه در پروژه‌های حیاتی و همچنین بهره‌برداري.

**توصیه ۷:** تهیه گزارشکار به منظور ارائه دستاوردهای سالانه در یک طرح دوسالانه به عنوان بخشی از دوره بودجه سالانه.

**توصیه ۸:** پروژه‌های مستقل تحقیقاتی که به مرحله تجاری رسیده‌اند باید هم راستا بودن خود را با مفاد، اهداف و یا اقدامات مورد نظر برای بخش خاصی که در نقشه راه مطرح شده است اثبات کنند.

**توصیه ۹:** تاسیس کمیته فرماندهی برای بخش تحقیق و توسعه و مجری نقشه راه تا به بازبینی و ارائه طرح‌ها، راهبردها، بودجه و نهایی سازی تجاری بودن پروژه‌ها پردازد. مدیران دپارتمان‌های کلیدی در شرکت انتقال باید در رویه اشاره شده نقش فعال داشته باشند.

**توصیه ۱۰:** افزایش ارتباطات با واحدهای تحقیقاتی صنعتی شامل تاسیس مراکز قطب به منظور اطمینان از افزایش درک‌پذیری نیازمندی‌ها و دسترسی سریع به خدمات کیفیت.

**توصیه ۱۱:** برقراری روابط رسمی با سازندگان مهم تجهیزات برای اطمینان از تبادل نیازمندی‌ها و کمبودهای شرکت انتقال و همچنین به دست آوردن دید اولیه راجع به پیشرفت‌های تولیدات.

**توصیه ۱۲:** برقراری روابط راهبردی با شرکت‌های کلیدی به منظور تبادل تجارب ارزنده فناوری و توسعه‌های مشترک.

**توصیه ۱۳:** استفاده از اینترنت برای منتشر کردن نیازمندی‌ها و کمبودهای شرکت انتقال به بازار تا بتواند به صورت رسمی و یا غیررسمی طرح‌های پیشنهادی را دریافت نماید.

**توصیه ۱۴:** همه موافقت‌نامه‌هایی که برای سرمایه‌گذاری در تکنولوژی صادر می‌شود باید دارای طرحی به منظور اجرای آن باشد که اندازه هزینه و افرادی که مسئول پیاده‌سازی هستند در آن مشخص شده باشد.

**توصیه ۱۵:** یک یا بیش از یک نفر از کارکنان قسمت تحقیق و توسعه باید مسئولیت تسهیل نمودن پیاده‌سازی تکنولوژی جدید را در شرکت‌های بهره‌بردار به عهده داشته باشد و در این زمینه ابزارهای لازم برای پیگیری پیشرفت فرایند اجرا را در اختیار کارکنان قرار بگیرد.

**توصیه ۱۶:** ارزیابی پروژه‌ها از منظر بودجه، کاربردی بودن و پروژه‌های بلند مدت باید شامل راه‌حل‌های فناوری مرتبط با موضوعات و موارد مندرج در نقشه راه باشد و یا اینکه در رابطه با نتایج پروژه‌های پایان یافته قسمت تحقیق و توسعه باشد.

**توصیه ۱۷:** اصلاح ابزارهای بهینه سازی پروژه‌های کلان به منظور ایجاد کردن ارزیابی‌هایی که شامل نوآوری‌های فناوری و همراستا کردن آن با موارد مندرج در نقشه راه باشد.

**توصیه ۱۸:** افزایش آگاهی داخلی در نتایج بخش تحقیق و توسعه.

**توصیه ۱۹:** توسعه پیوسته دانش‌های قابل تحقیق و سیستم‌های مدیریت مدارک موجود برای بهبود اشتراک مدارک در شبکه انتقال، اتصال به اینترنت برای سرویس‌های اطلاعاتی مانند IEEE و استانداردهای موجود.

**توصیه ۲۰:** گرد آمدن منظم کارکنان و برگزاری جلسات بین کارکنان فنی برای یافتن نیازمندی‌های فناوری، کمبودها و ارائه راه‌حل‌های احتمالی. این جلسات مشابه با کارگاه‌های آموزشی است که در طول تهیه نقشه راه به وجود آمده‌اند. باید از نتایج بدست آمده از این جلسات به منظور به روز کردن نقشه راه و همچنین فرموله کردن پروژه‌های بخش تحقیق و توسعه استفاده شود.

**توصیه ۲۱:** برگزاری جلسات مداوم و منظم به منظور ارائه نتایج پروژه‌های بخش تحقیق و توسعه شرکت انتقال، ارائه سازندگان، موسسه‌های تحقیقاتی و دانشگاه‌ها.

**توصیه ۲۲:** تعیین راهبردی برای پوشش کارکنان جوامع فنی، موسسه‌های استاندارد و موسسه‌های تحقیقاتی. قابل ذکر است که باید انتشار اطلاعات مناسب در داخل شرکت صورت پذیرد.

**توصیه ۲۳:** افزایش تبادل نتایج پروژه‌ها با استفاده از شبکه اینترنت و یا اینترنت، انتشار کتب و مجلات فنی در داخل و یا خارج از شرکت.

**توصیه ۲۴:** اختصاص دادن یکی از کارکنان توانمند به صورت تمام وقت به منظور تسهیل کردن مدیریت دانش و ارتباطات.

**توصیه ۲۵:** به روز کردن نقشه راه (حداقل به صورت سالیانه) و بر اساس خروجی‌ها برنامه‌ریزی راهبردی شرکت انتقال و همچنین نظرات کارکنان و عموم افراد مانند همکاران تحقیقاتی شامل سازندگان، موسسات تحقیقاتی و دیگر شرکت‌ها.



فصل سوم:

نقشه راه کشور انگلستان



## مقدمه

در این فصل نقشه راه کشور انگلستان مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس مراجع مورد استفاده به نظر می رسد کشور انگلستان راه برون رفت از وضعیت کنونی شبکه قدرت خود را استفاده از فناوری حفاظت جامع و گسترده شبکه قدرت می داند. در همین چارچوب نقشه راه انگلستان نیز تلاش دارد تا گام های اساسی را برای پیاده سازی و اجرای سیستم های حفاظت و کنترل ناحیه گسترده ارائه دهد. بر همین اساس این کشور به دنبال اجرای یک برنامه سه مرحله ای به منظور پیاده سازی فناوری حفاظت و کنترل ناحیه گسترده در کشور خود است که در ادامه به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است.

### ۱-۸- فازبندی پیاده سازی حفاظت و کنترل ناحیه گسترده

کشور انگلستان با مصرف ۳۶۰۰۰ مگاوات، در حال حاضر ۷٪ از انرژی مورد نیاز خود را از طریق منابع تجدید پذیر تامین می کند و قرار است تا سال ۲۰۲۰ سهم انرژی تجدیدپذیر به ۳۰٪ افزایش یابد که غالباً به صورت مزارع بادی است. با افزایش روند جایگزین شدن نیروگاه های بادی به جای نیروگاه های با سوخت فسیلی، لختی سیستم کاهش یافته و از طرفی تولید به شرایط جوی وابسته می شود. در چنین شرایطی سیستم به سمت نوسانی شدن پیش می رود، از این رو سیستم برق انگلستان از سال ۲۰۰۸ پروژه های را تحت عنوان پایش، حفاظت و کنترل ناحیه گسترده شروع کرده که در نهایت بتوانند به کنترل و حفاظت هوشمند و زمان واقعی سیستم دست پیدا کنند. این موضوع زمانی اهمیت می یابد که مشخص شود تغییرات اساسی در شبکه بریتانیا در حال وقوع است که ناشی از بکار گرفتن انرژی تجدیدپذیر و تکنولوژی های پیچیده مانند HVDC و TCSC در سیستم انتقال است.

به همین منظور سیستم انگلستان برنامه سه مرحله ای را برای اثربخشی بیشتر و ارزیابی مرحله به مرحله در دستور کار خود قرار داده است. معیارهای در نظر گرفته شده برای سطح بندی کردن اهداف پیاده سازی کاربردهای سیستم حفاظت و کنترل ناحیه گسترده، تکنولوژی های مخابراتی و نیازمندی های مربوط به مدیریت داده هستند که البته با توجه به محدودیت های موجود برای سرمایه گذاری مورد توجه قرار گرفته اند.

اهداف و مراحل در نظر گرفته شده برای پیاده سازی سیستم های حفاظت و کنترل ناحیه گسترده در ادامه شرح داده شده اند. با گذشت زمان تعداد واحدهای اندازه گیری فازور نصب شده در شبکه نیز افزایش می یابد و اهداف مورد نظر هر فاز نیز با توجه به

افزایش تعداد دستگاه اندازه گیری فازور مشخص شده اند. این موضوع به این دلیل است که نصب تعداد بیشتری از این واحدها در شبکه به منزله دسترسی داشتن به اطلاعات بیشتری از شبکه قدرت است و به همین خاطر می توان بر اساس شرایط زمان واقعی نسبت به کنترل و حفاظت آن اقدام کرد [۸].

### ۱-۸-۱ - مرحله اول

این مرحله، یک مرحله بنیادین است که با حداقل تعداد واحدهای اندازه گیری فازور شروع به کار می کند و باید قادر به پایش اطلاعات ضروری شبکه باشد. اهداف این مرحله به صورت زیر هستند:

۱. پایش فرکانس سیستم به صورت زمان واقعی؛
۲. پایش زاویه فاز به صورت زمان واقعی؛
۳. تحلیل اغتشاش های پست؛
۴. پایش نوسان های بین ناحیه ای؛
۵. پایش دینامیکی توان انتقالی خطوط؛

### ۱-۸-۲ - مرحله دوم

با افزایش تعداد واحدهای اندازه گیری فازور در این مرحله و مشخص شدن ولتاژ و جریان همه خطوط به صورت زمان واقعی، پارامترهای مجهول در شبکه نیز با دقت بالایی بدست می آیند. لذا تخمین حالت شبکه دقیق تر صورت می پذیرد و مدل شبکه حاصل می شود. ضمناً با روند پیشرفت تکنولوژی، نحوه نمایش اطلاعات نیز از حالت صرفاً عددی خارج شده و به صورت برنامه ریزی شده نمایش داده می شود.

#### اهداف مرحله دوم:

۱. تعیین مدل سیستم و ارزیابی آن؛



۲. بهبود تخمین حالت سیستم؛

۳. بازیابی تطبیقی سیستم؛

تعیین مدل سیستم و ارزیابی سیستم از اولویت های مرحله اول است ولی به دلیل کامل نبودن اطلاعات و مجهول بودن بعضی از پارامترهای شبکه، این هدف در مرحله دوم نیز دیده شده تا با افزایش تعداد واحدهای اندازه گیری فازور، مشکلات فوق مرتفع گردد.

### ۱-۸-۳- مرحله سوم

این مرحله شامل برنامه ریزی هایی برای کنترل و حفاظت شبکه می باشد. در این مرحله چند نکته حائز اهمیت است. یکی اینکه در این مرحله نیز نصب واحدهای اندازه گیری فازور و همچنین به روز کردن آنها ادامه دارد. نکته دوم اینکه باید به حفاظت گسترده به چشم حفاظت پشتیبان نگاه کرد بدین معنی که حفاظت های محلی یا سیستم های حفاظتی یک تجهیز روال عادی کار خود را ادامه می دهند و حفاظت گسترده در صورت لزوم فرامین را صادر می کند.

#### اهداف مرحله سوم:

۱. تخمین حالت خطی سیستم؛

۲. حفاظت ناحیه گسترده زمان واقعی؛

۳. کنترل ناحیه گسترده زمان واقعی؛

### ۱-۹- روند پیشرفت پروژه حفاظت گسترده انگلستان

این پروژه در سال ۲۰۰۸ با مکان یابی و احداث ۶ واحد اندازه گیری فازور در نقاط مهم شروع و حداقل وظایفی برای این واحدها که تعداد آنها رو به افزایش است در نظر گرفته شد که به صورت زیر می باشند:

۱. پایش زاویه فاز؛

۲. پایش فرکانس شبکه؛

۳. پایش نوسانات بین ناحیه ای؛

۴.

پایش دینامیکی انتقال توان؛

تحلیل اغتشاشات پست‌ها و پایش ولتاژ نیز به مرور زمان به موارد بالا اضافه خواهند شد تا اولویت‌های مرحله اول تکمیل گردد. در حال حاضر پروژه حفاظت گسترده انگلستان در مرحله دوم است.

نقشه راهی که برای سیستم‌های حفاظت و کنترل ناحیه گسترده مطرح می‌گردد باید بتواند نیازمندی‌های زیر را برآورده کند:

(۱) نقشه راه باید دارای ویژگی تکامل پذیری باشد. به عبارت دیگر نقشه راه باید به پیشرفت توأم با زمان سیستم‌های پایش، حفاظت و کنترل ناحیه گسترده شبکه قدرت توجه داشته باشد.

(۲) ویژگی تکامل‌پذیری نقشه راه باید حداقل دارای دو راهبرد باشد که مورد اول در کوتاه مدت و مورد دوم در راهبرد بلند مدت تعریف می‌شود.

(۳) راهبرد کوتاه مدت باید بر اساس نیازهای بحرانی فعلی سیستم باشد و نیازمندی‌های حداقلی سیستم در آن دیده شده است (به عنوان نمونه حداقل تعداد واحدهای اندازه‌گیری فازور، حداقل کارایی و زیرساخت‌های مخابراتی).

(۴) راهبرد بلند مدت باید بر اساس چالش‌ها و ریسک‌های مورد انتظار سیستم در آینده باشد که باید اولاً به دقت مورد تحقیق قرار گیرند و ثانیاً به عنوان مواردی برای توسعه سیستم پایش، حفاظت و کنترل ناحیه گسترده مد نظر قرار گیرند.

بنابراین راهبردهای کوتاه مدت و بلند مدت برای سیستم‌های WAMPAC در شبکه انگلستان به صورت زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند:

### ۱-۹-۱ - راهبرد کوتاه مدت

در این راهبرد باید به نیازمندی‌های ضروری توجه شود که عبارت‌اند از:

- تعداد PMUهای استفاده شده باید معقول باشد (نه تعداد خیلی کم و نه تعداد زیاد) که به خاطر محدودیت‌هایی است که به خاطر ظرفیت مرکز جمع‌آوری فازورها (DC) و میزان سرمایه قابل استفاده پدید آمده‌اند.
- کاربردهایی از PMU که در این مرحله مورد استفاده قرار می‌گیرند باید کاملاً توسعه یافته بوده و به صورت تجاری درآمده باشند.
- مواردی که حاصل به کار گرفتن PMUها در شبکه می‌باشد باید راه‌حل‌هایی برای موضوعات ضروری و کنونی سیستم قدرت باشند.

با در نظر گرفتن سه مورد مطرح شده در بالا کاربردهایی که از سیستم در کوتاه مدت انتظار می رود به قرار زیر می باشند:

- پایش زاویه شبکه قدرت به صورت گسترده و ارائه هشدار؛
- پایش فرکانس به صورت گسترده؛
- پایش نوسان های بین ناحیه ای؛
- پایش دینامیکی و زمان واقعی توان انتقالی خطوط انتقال؛

### ۱-۹-۲- راهبرد بلند مدت

توسعه بلند مدت سیستم در انگلستان همراه با چالش های بهره برداری است که در سیستم در حال توسعه پدید می آیند. شاخصه ها و ریسک های بالقوه ای که ممکن است در شبکه انگلستان و در آینده پدید آیند به صورت زیر هستند:

۱. توربین ها و مزارع بادی در تولید انرژی، پایداری موجود در نیروگاه های مبتنی بر نفت، گاز و زغال سنگ را ندارند. جایگزین شدن نیروگاه های سنتی با مزارع بادی تعادل بار و تولید در شبکه قدرت را تضعیف می کند و بنابراین در صورت وقوع اغتشاش در شبکه، اندازه فرکانس به شدت تغییر می کند. علاوه بر این تولید انرژی توسط منابع تجدید پذیر تحت تاثیر شرایط جوی قرار دارد و بنابراین شارش توان در شبکه مرتباً در حال تغییر خواهد بود.
۲. اکثر مزارع بادی (خصوصاً آنهایی که در ساحل قرار ندارند) با استفاده از مبدل های پشت به پشت به شبکه قدرت اتصال می یابند. لذا این مزارع بادی اینرسی مورد نیاز را برای شبکه قدرت به همراه ندارند و در صورتی که تعداد این مزارع زیاد شود اندازه اینرسی شبکه انگلستان کاهش شدیدی خواهد داشت که در صورت بروز اغتشاش در شبکه، اندازه تغییرات، انحراف و نوسان فرکانس بسیار زیاد خواهد شد.

بر اساس دو چالشی که در بالا اشاره شد و در آینده برای سیستم قدرت انگلستان به وجود خواهند آمد، در راهبرد بلند مدت سیستم WAMPAC باید بر موارد زیر تاکید گردد:

- فراهم آوردن سیستم پایش زمان واقعی شبکه قدرت؛
- بهبود پایداری فرکانس سیستم قدرت؛
- بهبود شرایط سیگنال کوچک سیستم قدرت؛

برای دستیابی به اهدافی که در راهبرد بلند مدت مورد توجه قرار گرفته اند باید کاربردهای زیر برای سیستم مد نظر باشند:

- سیستم پایش ناحیه گسترده به صورت زمان واقعی؛
- حذف بار تطبیقی ناحیه گسترده؛
- استفاده از ابزارهای الکترونیک قدرت به منظور میرا کردن نوسان های ناحیه گسترده و کنترل آنها؛

## فصل چهارم:

گزارشی از شبکه برق کشور برزیل و پیاده‌سازی WAMS



## مقدمه

در سالهای گذشته دلایلی چون مسائل مالی و همچنین موقعیت ژئوالکتریک سیستم های الکتریکی برزیل، مانع از بهبود وضعیت شبکه قدرت این کشور شده بود. بدین سبب متولیان صنعت برق برزیل به ضرورت گسترش و استفاده از فرآیندهای لایه لایه بهره برداری در بخش انرژی الکتریکی و برنامه ریزی های سیستم های حفاظتی واقف شدند. اولین برنامه در بخش جنوبی کشور برزیل در سال ۱۹۷۴ در مورد برنامه بارزدایی تحت شرایط افت فرکانس انجام شد. تا سال ۲۰۰۴ بیش از ۲۰۰ برنامه حفاظتی ویژه در سیستم برق رسانی برزیل به وجود آمد.

در این بخش از گزارش حاضر به بررسی و توسعه سیستم پایش ناحیه گسترده در شبکه قدرت کشور برزیل پرداخته شده است. در حال حاضر، همه ی نواحی ژئوالکتریک این کشور بوسیله ابزارهای پایش ناحیه گسترده تحت پوشش قرار گرفته است. سیستم قدرت به هم پیوسته برزیل<sup>۱</sup> (BIPS) سیستم بسیار بزرگی است که نواحی مختلف جغرافیایی را تحت پوشش خود قرار داده است. چندین خط انتقال نواحی مختلف کشور برزیل را به یکدیگر ارتباط داده اند و بر همین اساس قسمت شمالی را به جنوب شرقی متصل نموده است و قسمت هایی از شبکه این کشور را که قبلاً به صورت منفرد بهره برداری می شده اند را به بخش اصلی شبکه متصل نموده است.

توسعه اندازه گیری های سنکرو فازور در سال ۲۰۰۳ میلادی با هدف توسعه یک تکنولوژی جدید آغاز شد. نمونه کوچک اولیه این پروژه به منظور پوشش دادن نواحی ژئوالکتریک و بخش های مختلف کشور برزیل در دانشگاه های مختلف این کشور اجرا گردید که در این فصل مورد بررسی قرار گرفته و جزئیات مربوط به آن آورده شده است.

## ۱-۱- مشخصات سیستم برق کشور برزیل

- شبکه قدرت کشور برزیل (BPIS) دارای گنجایش ۱۰۰ GW است که منابع تولید انرژی به صورت هیدرولیکی در حدود ۷۰٪ توان مصرفی این کشور را تامین می کنند [۹].
- خطوط انتقال ولتاژ بالا نزدیک به ۹۰۰۰۰ کیلومتر است.
- محدوده ولتاژ شبکه فشارقوی از ۲۳۰ kV تا ۷۶۵ kV است.

• شبکه از پنج ناحیه جغرافیایی تشکیل شده است که شامل بخش‌های زیر است.

- ۱- بخش شمالی کشور؛
- ۲- بخش شمال شرقی کشور؛
- ۳- بخش جنوبی کشور؛
- ۴- بخش جنوب شرقی کشور؛
- ۵- بخش مرکز شمالی (Midwest):

شبکه قدرت کشور برزیل ناحیه‌ای وسیع است که در قسمتی از آن، چگالی جمعیتی بالا به همراه بار متمرکز وجود دارد. نواحی دیگر این شبکه دارای جمعیت و بارهای پراکنده است که بوسیله چندین خط انتقال طولانی به هم متصل هستند. اخیراً سیستم‌های منفرد در بخش‌های شمالی کشور به بقیه سیستم متصل شده‌اند که برای انجام این کار از خطوط انتقال بلندی استفاده شده است. این ساختار بزرگ که طولی در حدود ۲۵۰۰km دارد در منطقه‌ی آمازون برای تأمین بار ناحیه جنوبی ضروری است. شبکه کشور برزیل از چندین بخش تشکیل شده است که دارای مدهای نوسانی داخلی هستند. تغییرات فرکانس آن‌ها در جدول ۴-۱ ارائه شده است. این مدهای نوسانی معمولاً به خوبی میرا می‌شوند ولی در برخی از موارد بهره‌برداری، امکان حذف فرکانس‌ها سخت می‌شود.

جدول ۴-۱: بازه تغییرات فرکانس در نواحی مختلف کشور برزیل

شمال - جنوب	۰/۲ - ۰/۴
جنوب - جنوب شرقی	۰/۶ - ۰/۸
شمال - شمال شرقی	۰/۵۵ - ۰/۶۵
ایالت Mato Grosso	۰/۵۵ - ۰/۶۵
ایالت Rio de Janeiro	۰/۴ - ۰/۴۵
ایالت Sao Paulo	۰/۶۵ - ۰/۷۵



پروژه‌ی Med Fasee در سال ۲۰۰۳ با هدف اصلی گسترش تکنولوژی اندازه‌گیری سنکرو فازور در برزیل و مطالعه‌ی کاربردهای آن آغاز شد. این پروژه شامل سه مرحله زیر است.

۱- مرحله اول: اولین مرحله با سه عدد PMU و یک PDC تا پایان سال ۲۰۰۴ تکمیل شد. PMUها در سه دانشگاه در جنوب برزیل نصب شدند و فازورهای اندازه‌گیری شده به PDC نصب شده در دانشگاه of Santa catarina فرستاده می‌شدند. گرچه در آن زمان نسخه‌های تجاری این محصول در دسترس بود، با این حال PMUها و PDCهای آزمایشی در مجموع بوسیله تیم پروژه Med Fasee به منظور دست یافتن به تکنولوژی WAMS گسترش پیدا کردند.

۲- مرحله دوم: در سال ۲۰۰۸ این نمونه‌ها گسترش پیدا کردند و با نصب تعداد دیگری از PMUها در اطراف شش دانشگاه دیگر کشور برزیل این کار توسعه یافت. نمونه‌های قدیمی PMU با تجهیزات جدید جایگزین شدند و با PDCها مطابق استاندارد IEEE 37118/2005 مورد طراحی مجدد قرار گرفتند.

۳- مرحله سوم: در سال ۲۰۱۰ PMUها به دلیل کامل شدن سیستم پایش ناحیه گسترده و اتصال آنها میزان رویت‌پذیری در شبکه کشور برزیل ارتقا یافت.

از جمله مزایای پیاده‌سازی این پروژه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- ۱- پایش مدهای نوسان الکترومکانیکی؛
- ۲- ارزیابی عملکرد کنترل سیستم و افزونگی آن؛
- ۳- ارزیابی سیستم‌های حفاظتی؛
- ۴- اعتبارسنجی مدل گسترده سیستم؛
- ۵- تشخیص عیب‌های سیستم منجر به خاموشی‌های گسترده؛



## نتیجه گیری

در طول این نوشتار مطالعاتی بر نقشه راه تایید شده و پیاده سازی شده در کشورهای توسعه یافته ای همچون آمریکا، انگلیس و برزیل انجام شده است. بر اساس مطالعات انجام شده چنین برداشت می شود که سمت و سویی که مورد توجه این کشورها است، بهره گیری از ادوات پایش، کنترل و حفاظت ناحیه گسترده شبکه قدرت است که منجر به بهبود قابلیت اطمینان سیستم قدرت می گردد. از طرف دیگر، موضوع اساسی که باید به آن توجه شود این است که هر یک از کشورهای مختلف در ابتدا با انجام دادن مطالعات جامع شبکه کشور خود اقدام به مشخص کردن چالش های موجود در شبکه کرده و در ادامه آن با استفاده از ادوات مبتنی بر سنکروفازور نسبت به رفع چالش ها اقدام کرده اند. علاوه بر این هر تکنولوژی در صنعت یک کشور زمانی می تواند به عنوان یک فناوری تلقی شود که قابلیت پیاده سازی و سازگاری با شرایط و امکانات موجود را داشته باشد. از طرفی دیگر مجموعه این اقدامات به منظور افزایش پایداری شبکه قدرت و بهره برداری از این شبکه با ظرفیت های بالاتر صورت می گیرد. در نتیجه ترسیم مسیر گذر از وضعیت فعلی به چشم انداز مد نظر تنها با شناخت هر چه بهتر تکنولوژی، ظرفیت های موجود، محدودیت ها و چالش های پیش رو امکان پذیر است.

در ادامه با توجه به مطالعات انجام شده می توان نقشه راه تدوین شده در کشورهای پیشرفته را در چند زمینه مختلف دسته بندی کرد که در ادامه ذکر شده اند:

- ۱- دسته اول شامل برنامه ریزی ها و اقداماتی است که منجر به توسعه شبکه قدرت و به روز کردن مراکز کنترل و ادوات نصب شده در شبکه قدرت با جایگزین کردن آنها با تجهیزات جدید می گردد.
- ۲- دسته دوم شامل اقداماتی است که استفاده از دستگاه های اندازه گیری فازور و یا رله های حفاظتی مدرن را در بر می گیرد. در این نوع از پیشنهادها تلاش شده است تا با دستگاه های موجود قابلیت اطمینان شبکه قدرت را در بهره برداری و همچنین در شرایط اضطراری افزایش داد. قابل توجه است که برای اجرای این دسته از اقدامات نیاز ضروری به زیرساخت مخابراتی به عنوان زیربنای سیستم پایش، کنترل و حفاظت ناحیه گسترده وجود دارد. زیرساخت مخابراتی در حقیقت به عنوان رابط بین واحدهای مختلف اندازه گیری فازور و مراکز کنترل عمل می کند.

۳- دسته سوم شامل پیشنهادهای است که در حوزه تحقیق و توسعه قرار می‌گیرند. در این دسته پیشنهادهای مبنی بر اختراع و یا انجام تحقیق در زمینه خاصی مورد توجه قرار گرفته است (به عنوان نمونه پیشنهاد برای اختراع رله‌ای که ناپایداری و لتاژ را تشخیص دهد) تا نتیجه تحقیق انجام شده یا دستگاه ساخته شده برای توسعه و بهبود قابلیت اطمینان شبکه قدرت به کار گرفته شود.

۴- دسته چهارم که برخی از منابع به آن پرداخته‌اند شامل آموزش اپراتورها و بهره‌برداران در زمینه حفاظت از شبکه قدرت است. این موضوع زمانی اهمیت خود را نشان می‌دهد که مطالعات از سن بالای مهندسان حفاظت حکایت می‌کنند به طوری که متوسط سن مهندسان حفاظت برابر با ۵۲ سال تخمین زده شده است که این مقدار در حال افزایش است [۱۰]. قابل توجه است که به منظور تهیه نقشه راه سیستم قدرت پرسش‌نامه‌ها و مصاحبه‌هایی با نقش‌آفرینان اصلی در صنعت برق حول محورهای زیر صورت گرفته است و بر اساس آن رویه توسعه نقشه راه مرتبط با تکنولوژی سنکروفازور مشخص گردیده است [۱۱]:

- کمبودها و نیازمندی‌های نقش‌آفرینان مختلف
- سیاست‌های شرکت‌ها و اولویت‌های آنها
- نیازمندی‌های میدانی

علاوه بر موارد بالا باید توجه داشت که تهیه نقشه راه به عنوان اولین گام در توسعه فناوری‌ها به حساب می‌آید و موفقیت نقشه راه به موثر بودن برنامه ارائه شده و همچنین به رویه پیاده‌سازی نتایج تحقیقات در شرکت‌های بهره‌بردار بستگی دارد که تحت حمایت مالی مناسب به همراه رویه‌های موافقت شده، ساختارهای حکومتی، مدیریت دانش، پروسه‌های مخابراتی و همچنین به روز شدن نقشه راه قرار دارند. بر همین اساس هر نقشه راه باید رویه‌هایی را در پی گیرد که اجبارها و قانون‌هایی را برای اجرایی کردن مفاد مطرح شده در نقشه راه به همراه داشته باشد.

## مراجع

- [1] GERHARD ZIEGLER; Protection and Substation Automation, State of the Art and Development Trends, GERMANY, 2003.
- [2] Bruno Tiago Pires Morais, "Emerging Technologies and Future Trends in Substation Automation Systems for the Protection, Monitoring and Control of Electrical Substations", Master of Science Thesis, 2013.
- [3] Transmission Technology Roadmap Pathways to BC's Future Grid; Research and Development Program Office, System Planning and Asset Management Division, BC Transmission Corporation, 2008.
- [۴] شهسواریان عجب شیر، توحید، گزارش "تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فن آوری های نوین حفاظت در شبکه ایران"، کارفرما: پژوهشگاه نیرو، تیر ماه ۱۳۹۳.
- [5] Terzija, V.; Valverde, G.; Deyu Cai; Regulski, P.; Madani, V.; Fitch, J.; Skok, S.; Begovic, M.M.; Phadke, A.; "Wide-Area Monitoring, Protection, and Control of Future Electric Power Networks," *Proceedings of the IEEE*, vol. 99, no.1, pp.80-93, Jan. 2011.
- [6] Transmission Technology Roadmap, TECHNOLOGY INNOVATION OFFICE, Bonneville Power Administration, 2006.
- [7] Electric Transmission and Distribution Future R&D Needs, Planning, Operation, Planning, Control, and Visualization, The Center for Advanced Power Systems Florida State University, Tallahassee, Florida, 2006
- [8] Deyu Cai, Wide Area Monitoring, Protection and Control in the Future Great Britain Power System, University of Manchester, A thesis for the degree of Doctor of Philosophy, 2012.
- [۹] باقرزاده، گزارش "تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فن آوری های نوین حفاظت در شبکه ایران"، کارفرما: پژوهشگاه نیرو، خرداد ماه ۱۳۹۳.
- [10] Mark McDonald, A Guide for Young Protective Relay Engineers, GE Energy, USA, 2009.
- [11] Damir Novosel, Wide Area Monitoring Protection and Control Deployment Roadmaps, Quanta Technology LLC, 2013.

## فهرست مطالب

فصل ۱: ادبیات ارزیابی نظام نوآوری فناورانه .....	۱
مقدمه .....	۲
۱-۱- مرور ادبیات سیاست نوآوری .....	۲
۱-۱-۱- مفهوم گذار فناورانه .....	۷
۱-۱-۲- مکانیزم های تکاملی گذار .....	۸
۱-۱-۳- رویکردهای تحلیلی نوآوری .....	۱۳
۱-۱-۴- نظام های نوآوری .....	۲۲
۲-۱- ارائه ی سیاست های سیستمی برای مشکلات سیستمی شناسایی شده .....	۳۹
۱-۲-۱- ارائه ی اهداف ابزارهای سیستمی و ابزارهای سیستمی متناسب با مشکلات سیستمی .....	۳۹
فصل ۲: چالش های توسعه تجهیزات حفاظت شبکه برق در قالب کارکردهای نظام نوآوری و سیاست های رفع آن .....	۵۵
۱-۲-۱- چالش های توسعه تجهیزات حفاظت شبکه برق .....	۵۷
۱-۲-۲- دکتر گیلوانژاد .....	۵۹
۲-۱-۲- دکتر قاضی زاده .....	۶۰
۳-۱-۲- دکتر فرمد .....	۶۱
۴-۱-۲- دکتر علیپور .....	۶۲
۵-۱-۲- مهندس منصوربخت .....	۶۳
۶-۱-۲- مهندس میرزاخانی .....	۶۴
۷-۱-۲- مهندس عراقی .....	۶۶
۸-۱-۲- مهندس عابدرشیدی .....	۶۷

- ۶۷ ..... دکتر کوهساری ..... ۹-۱-۲
- ۶۸ ..... دکتر داورپناه ..... ۱۰-۱-۲
- ۷۲ ..... مهندس ایوب زاده ..... ۱۱-۱-۲
- ۷۳ ..... دکتر جمالی ..... ۱۲-۱-۲
- ۷۳ ..... مهندس خدای ..... ۱۳-۱-۲
- ۷۴ ..... مهندس جلالی ..... ۱۴-۱-۲
- ۷۴ ..... مهندس بیاتی ..... ۱۵-۱-۲
- ۷۵ ..... مهندس متین فر ..... ۱۶-۱-۲
- ۷۵ ..... مهندس حجتی کرمانی ..... ۱۷-۱-۲
- ۷۶ ..... دکتر رضوی ..... ۱۸-۱-۲
- ۷۶ ..... دکتر کراری و دکتر رضایی ..... ۱۹-۱-۲
- ۷۷ ..... دکتر خدرزاده ..... ۲۰-۱-۲
- ۲-۲ - سیاستها و اقدامات رفع چالشهای توسعه فناوریهای اولویتدار تجهیزات حفاظت و چالشهای توسعه دانش حفاظت شبکه برق ..... ۸۳
- نتیجه گیری ..... ۹۱
- پیوست ۱ (اهمیت چالشها) ..... ۹۳
- مراجع ..... ۹۷

## فهرست اشکال

- شکل (۱-۱): روند توسعه سیاست گذاری نوآوری اسمیتس و کولمن ..... ۴
- شکل (۲-۱): روابط میان سیاست گذاری علم، فناوری و نوآوری ..... ۶
- شکل (۳-۱): پویایی های کوتاه مدت و بلندمدت در فرایند گذار ..... ۱۰
- شکل (۴-۱): مراحل تکاملی گذار ..... ۱۰
- شکل (۱-۲): متدولوژی تدوین اقدامات توسعه فناوری تجهیزات حفاظت شبکه برق ..... ۵۸





## فهرست جداول

جدول (۱-۱): مقایسه مکاتب توسعه اقتصادی.....	۱۵
جدول (۲-۱): دسته بندی نوآوری از ابعاد مختلف.....	۱۶
جدول (۳-۱): فرایندهای نوآوری.....	۱۶
جدول (۴-۱): مقایسه مدل های کلان فرایند نوآوری.....	۱۸
جدول (۵-۱): مقایسه ویژگی های رویکردهای سیستمی نوآوری.....	۲۱
جدول (۶-۱): چهار دیدگاه مختلف در تحلیل های اقتصادی.....	۲۳
جدول (۷-۱): مقایسه رویکردهای نظام های نوآوری.....	۲۴
جدول (۸-۱): کارکردهای پیشنهادی و شاخص های آنها.....	۲۹
جدول (۹-۱): خلاصه زیر کارکردها.....	۳۶
جدول (۱۰-۱): اهداف ابزارهای سیستمی متناسب با مشکلات سیستمی ارائه شده.....	۳۹
جدول (۱۱-۱): ابزارهای سیاستی انفرادی بالقوه برای رسیدن به اهداف ابزارهای سیستمی.....	۴۰
جدول (۱۲-۱): ارائه پیشنهاد های سیاستی و ابزارهای سیستمی برای مشکلات سیستمی شناسایی شده به تفکیک هر کارکرد.....	۴۱
جدول (۱-۲): چالش های توسعه فناوری های تجهیزات حفاظت.....	۷۹
جدول (۲-۲): چالش های توسعه دانش حفاظت.....	۸۱
جدول (۳-۲): رتبه بندی چالش های توسعه فناوری های تجهیزات حفاظت براساس نظرات خبرگان.....	۸۱
جدول (۴-۲): رتبه بندی چالش های توسعه دانش حفاظت براساس نظرات خبرگان.....	۸۳
جدول (۵-۲): سیاست ها و اقدامات رفع چالش های توسعه فناوری های تجهیزات حفاظت.....	۸۴
جدول (۶-۲): سیاست ها و اقدامات رفع چالش های توسعه دانش حفاظت.....	۸۷

## فصل ۱: ادبیات ارزیابی نظام نوآوری

### فناوران

## مقدمه

جهت‌گیری‌های پشتیبان مشتعل بر کلیه اهداف، راه‌کارها و سیاست‌هایی هستند که به‌منظور محقق نمودن چشم‌انداز و در راستای جهت‌گیری‌های کلان 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 مرور ادبیاتی بر روش‌هایی که می‌تواند در طراحی این اجزا مورد استفاده واقع شود، صورت پذیرد.

در جهت‌گیری‌های پشتیبان، به دلیل معین بودن چارچوب کلی فرایند توسعه (اهداف کلان و راهبردها) از مرحله قبل، بسترسازی برای عبور موفق از این مسیر موضوع محوری می‌باشد. با توجه به موضوع مورد مطالعه که فناوری‌های راهبردی است، "نوآوری" و فراهم آوردن شرایط "ایجاد، گسترش و به‌کارگرفتن آن"، به‌عنوان اساسی‌ترین بسترساز در مسیر توسعه فناوری قلمداد می‌شود.

بنابراین آنچه که قرار است در جهت‌گیری‌های پشتیبان یک سند ملی دنبال شود، مهیا کردن بستری برای خلق، انتشار و بهره‌برداری از نوآوری، به‌منظور محقق نمودن جهت‌گیری‌های کلان اتخاذ شده در مسیر توسعه یک فناوری راهبردی می‌باشد. بر طبق مأموریتی که در جهت‌گیری‌های پشتیبان دنبال می‌گردد، سیاست نوآوری یکی از نزدیک‌ترین و متناسب‌ترین حوزه ادبیاتی است که مرور آن می‌تواند 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 روش‌های و رویکردهای مورد استفاده در آن، روش پیشنهادی برای تدوین اهداف خرد، راه‌کارها و سیاست‌های پشتیبان در جهت‌گیری‌های پشتیبان ارائه می‌شود.

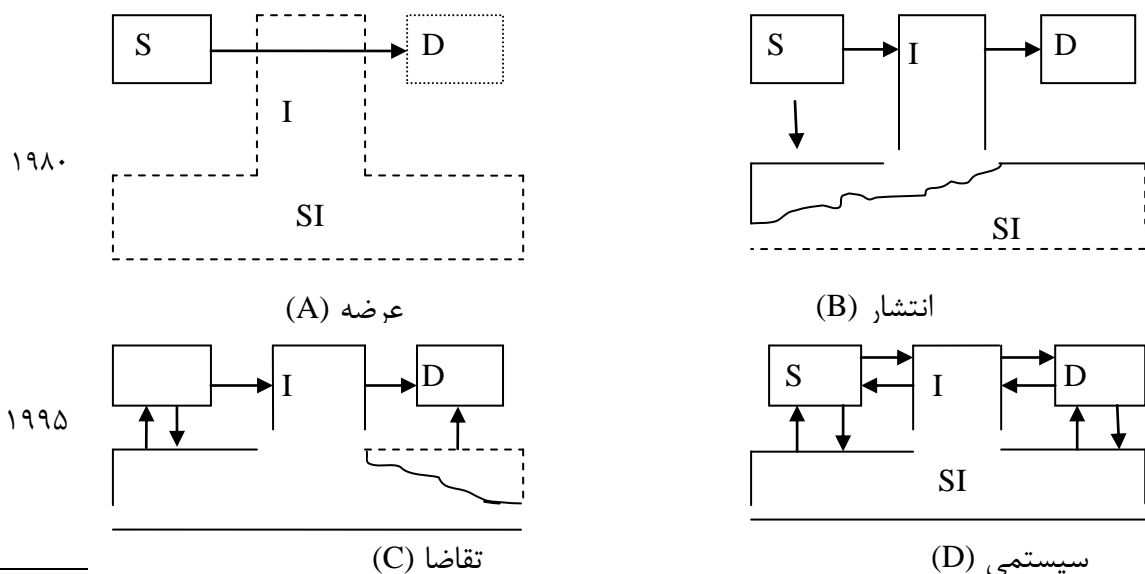
## ۱-۱- مرور ادبیات سیاست نوآوری

دولت‌ها به منظور تسهیل در ایجاد نوآوری به انجام اقداماتی مبادرت می‌ورزند. مجموعه‌ی این اقدامات که از جانب بخش عمومی<sup>۱</sup> صورت می‌پذیرد و بر نوآوری اثرگذار است را سیاست‌گذاری نوآوری می‌نامند. از دهه‌ی ۷۰ میلادی که عبارت

<sup>۱</sup>.Public Sector

«سیاست‌گذاری نوآوری» برای اولین بار در بر سر زبان‌ها افتاد تاکنون، کاربردهای این مفهوم دچار تغییرات گوناگونی شده است.

در مطالعه‌ی روند تکامل سیاست‌گذاری نوآوری دیده می‌شود که این فرایند، تغییر در نگاه‌های موجود در نظریه‌ی نوآوری و اقدام به نوآوری را نیز بازتاب می‌دهد؛ بنابراین، چیزی به‌عنوان توسعه‌ی 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<sup>۱</sup> [۱] این توسعه را در یک نمودار بر مبنای روند توسعه‌ی سیاست‌گذاری نوآوری به تصویر کشیده‌اند که در شکل (۱-۱) ارائه شده است. آن‌ها چهار مؤلفه را به‌عنوان محل اثر سیاست نوآوری شناسایی می‌کنند. عامل اول، طرف عرضه (S) یا همان فراهم‌آوردگان دانش (چه عمومی و چه خصوصی) هستند. عامل دوم، طرف تقاضا (D) شامل مشتریان شرکت‌ها، سازمان‌های دارای اختیار و دیگر سازمان‌هایی است که می‌توان به‌عنوان کاربران دانش و محصولات دانش بنیادین به آن‌ها نگرست. عامل سوم، زیرساخت‌های واسطه‌ای<sup>۲</sup> (II) هستند با هدف ایجاد ارتباط بین عرضه و تقاضا. عامل چهارم نیز زیرساخت حمایتی<sup>۳</sup> (SI) است که شامل عواملی همچون نظام آموزشی، زیرساخت‌های مالی و غیرمالی و کیفیت روابط صنعتی می‌باشد.



<sup>۱</sup>.Kuhlmann

<sup>۲</sup>.Intermediary Infrastructure

<sup>۳</sup>.Supportive Infrastructure

### شکل (۱-۱): روند توسعه سیاست‌گذاری نوآوری اسمیتس و کولمن

همان‌طور که در شکل (۱-۱) پیداست، روند توسعه‌ی 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 سبیدی 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<sup>۱</sup> دانش توجه زیادی نمی‌شد.
- **مرحله (B):** در اواسط دهه‌ی ۸۰، سیاست‌های نوآوری به سوی سیاست‌های متمایل به اشاعه گرایید. در این مرحله، به‌کارگیری 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 دهه‌ی ۹۰، در تکمیل ابزارهای موجود در مراحل (A) و (B) در سیاست‌گذاری‌ها توجه بیشتری به ارائه‌ی 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 دربرگیرنده‌ی 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

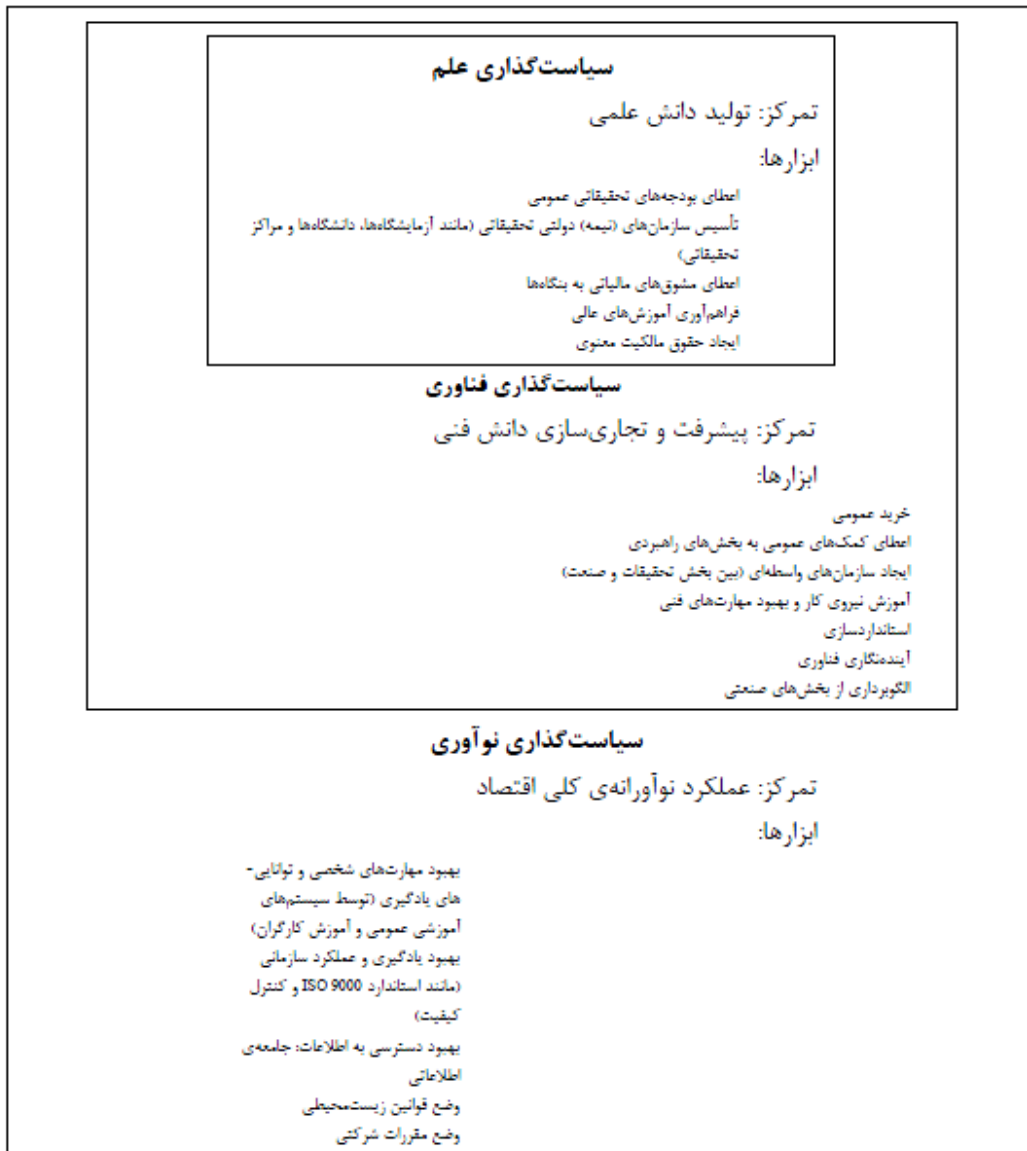
<sup>۱</sup>.Absorbition

مرحله، استفاده‌ی صریح از رویکرد نظام‌های نوآوری به‌عنوان 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 ایده‌ی 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 هوشمندانه‌ی آن‌ها میان فعالیت‌های مختلف با هدف حصول اطمینان از استفاده‌ی کارای منابع و کمک به رفاه اجتماعی بوده است. اهداف سیاست‌گذاری علم نیز شامل ایجاد منزلت ملی<sup>۱</sup> و ارزش‌های فرهنگی علاوه بر اهداف اجتماعی و اقتصادی و نیز امنیت ملی است.

در نهایت، سیاست‌گذاری فناوری به سیاست‌های اشاره دارد که بر فناوری‌ها و بخش‌ها متمرکز هستند. سیاست فناوری بیشتر بر فناوری‌های دانش‌بنیان نظیر انرژی هسته‌ای، فضاوردی، 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 به‌کارگیری 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 فاصله گرفتن سیاست‌گذاری فناوری از ملاحظات فلسفی عام و گرایش آن به توجه بیشتر و کاربردی‌تر به منزلت ملی و اهداف اقتصادی به‌صورت کاربردی خلاصه کرد. در مجموع، مقایسه میان سه نوع سیاست علم، فناوری و نوآوری را می‌توان در قالب شکل (۱-۲) به تصویر کشید.

<sup>۱</sup>.National prestige



شکل (۲-۱): روابط میان سیاست‌گذاری 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 فناوریانه به کار می‌روند. در سیاست نوآوری، تغییر فناوریانه (توسعه یک فناوری جدید) غالباً تحت عنوان گذارهای فناوریانه 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 به صورت پیکره‌بندی<sup>۱</sup> دارای مأموریتی خاص تعریف می‌شود [۲]. در این تعریف منظور از پیکره‌بندی، مجموعه‌ای به هم پیوسته‌ای<sup>۲</sup> از اجزا می‌باشد. داشتن مأموریت هم به برآورده نمودن کارکردهای اجتماعی-اقتصادی اشاره دارد. با در نظر گرفتن این تعریف، ظهور فناوری‌های تازه همواره با مشکل عدم تطابق<sup>۳</sup> با پیکره‌بندی‌های موجود<sup>۴</sup> نظام‌های فنی-اجتماعی روبه‌رو خواهد بود. 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<sup>۵</sup>، سبک زندگی، فناوری‌های مکمل، مدل‌های کسب‌وکار<sup>۶</sup>، و ساختارهای نهادی سیاسی در ارتباط هستند. از این رو، تغییر فناورانه مفهومی گسترده‌تر از تولید یک فناوری جدید پیدا کرده و تا 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.

سؤال اساسی دیگری که در تغییر فناورانه در سطح ملی به وجود می‌آید، پیرامون چگونگی تشکیل لختی<sup>۷</sup> در نظام اجتماعی-فنی و نحوه‌ی غلبه بر آن است [۳]. وجود لختی نسبت به شرایط موجود باعث می‌شود تا تغییر فناورانه همراه با تغییر تدریجی (نه بنیادین) در نظام‌های اجتماعی-اقتصادی-فناورانه<sup>۸</sup> به وقوع بپیوندد. این نظام‌ها شامل مجموعه‌ای از کنش‌گران (افراد حقیقی، بنگاه‌ها و سازمان‌ها)، نهادها (هنجارهای اجتماعی و فناورانه<sup>۹</sup>، مقررات<sup>۱۰</sup> و معیارهای عملکرد مطلوب<sup>۱۱</sup>)، مصنوعات و دانش‌هایی می‌شود که با هم در تعامل بوده و خدمتی مشخص را به اجتماع ارائه می‌کنند [۴]. بنابراین می‌توان گفت که تدریجی و تکاملی بودن دومین ویژگی مهم در تغییرات فناورانه است.

<sup>1</sup>. Configuration

<sup>2</sup>. Interrelated

<sup>3</sup>. Mismatched

<sup>4</sup>. Established configuration

<sup>5</sup>. User practice

<sup>6</sup>. Business models

<sup>7</sup>. Inertia

<sup>8</sup>. Socio-technical systems

<sup>9</sup>. Societal and technical norms

<sup>10</sup>. Regulations

<sup>11</sup>. Standards of good practice

با برخورداری از دو ویژگی چندبعدی بودن تغییر و نیز تکاملی (تدریجی) بودن آن، از تغییر فناوری به صورت یک مسیر گذار<sup>۱</sup> یاد می‌شود. گذار عبارت است از مجموعه‌ای از فرایندهای تدریجی<sup>۲</sup>، پیوسته در طول زمان، چند سطحی<sup>۳</sup>، چند مرحله‌ای<sup>۴</sup> و شتاب‌دهنده‌ای<sup>۵</sup> که با هدف ایجاد تغییرات فراگیر در ابعاد اجتماعی، فنی، اقتصادی به وقوع پیوسته و منجر به دگرگونی نظام-های 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 [۳]. مفهوم گذار فناورانه در سطوح مختلف بنگاه، بخش، منطقه، و کشور قابل تعریف است.

با این توصیف و تعریف ارائه شده، اکنون لازم است تا بررسی شود که چه مکانیزم‌های کلانی منجر به وقوع گذار می‌شوند. این بررسی در زیر بخش بعدی و در قالب مکانیزم‌های تکاملی گذار انجام می‌شود.

### ۱-۱-۲- مکانیزم‌های تکاملی گذار

اگرچه در گذار فناورانه تغییرات گسترده و عمیقی به وقوع می‌پیوندد، اما این مسیر بیش از اینکه ماهیت واگشت<sup>۶</sup> (تغییر بنیادین) داشته باشد، دارای ویژگی‌های تکاملی است [۵]. این تکامل فناورانه با دو مکانیزم مختلف قابل رخداد است:

- تنوع، انتخاب و ابقاء<sup>۷</sup>: در این سازکار تکاملی، با تشویق محیط نوآوری به ایجاد تنوع و گزینه‌های جایگزین فناورانه، گستره‌ای از فرصت‌ها برای تکامل نظام اجتماعی-فنی پدید می‌آید. این فرصت‌های پدید آمده 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 مجموعه‌ی انتظارات<sup>۸</sup>، به محدود کردن دامنه تنوع و پالایش و انتخاب گزینه‌های مختلف می‌پردازند. گزینه‌های برگزیده شده جایگزین اجزای قدیمی در پیکره‌ی نظام اجتماعی-فنی می‌گردد. در نهایت، به‌منظور تثبیت تغییرات تدریجی به‌وقوع پیوسته، در آخرین مرحله به ابقاء و پایدار نمودن تغییرات به وجود آمده در پیکره‌بندی موجود پرداخته می‌شود.

<sup>1</sup>. Transition pathway

<sup>2</sup>. Gradual

<sup>3</sup>. Multi-level

<sup>4</sup>. Multi-stage

<sup>5</sup>. Reinforcing

<sup>6</sup>. Revolution

<sup>7</sup>. Variation, Selection, Retention

<sup>8</sup>. Expectations

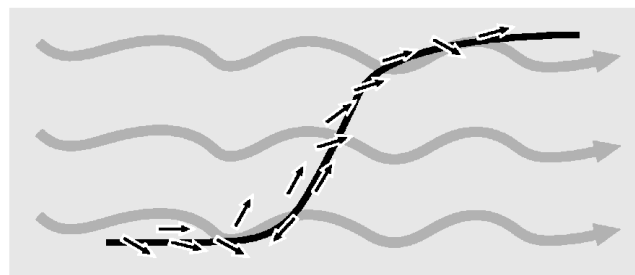
▪ بروز نوآوری و پیکره‌بندی مجدد<sup>۱</sup>: در این سازوکار تکاملی، نوآوری‌های فناورانه پدید آمده دارای ماهیت هم‌زی‌گرانه-ای<sup>۲</sup> در ارتباط با نظام اجتماعی-فنی موجود می‌باشند؛ بنابراین، ظهور هر نوآوری به پرکردن خلاءای (نیازی) از پیکره-بندی موجود کمک می‌کند. با قرارگیری نوآوری در نظام موجود، زمینه برای ایجاد تغییرات بعدی به وجود آمده و در پی وقوع تغییرات پیاپی<sup>۳</sup>، پیکره‌بندی نظام موجود مورد باز ساخت قرار می‌گیرد.

با در نظر داشتن این مکانیزم‌ها، تکامل گذار با وقوع مراحل مختلف به وقوع می‌پیوندد. این مراحل به همراه ویژگی‌های آن‌ها در زیر بخش بعدی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### ۱-۱-۲-۱ - 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 گذار پویایی در لایه‌های مختلف رخ داده (کلان، میانی، خرد) و رشد و تکامل<sup>۴</sup> در حوزه‌های متفاوت به‌وقوع می‌پیوندد؛ اما این تغییرات بنیادین و تکامل‌ها به‌طور هم‌زمان در حوزه‌های مختلف به وقوع نپیوسته و ماهیت تدریجی دارد.

تفکر سیستمی فرایند گذار را با نگاه تغییرات در متغیرهای انباشت و جریان<sup>۵</sup> 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 کوتاه‌مدت 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 کوتاه‌مدت جریان است که در شکل (۱-۳) نشان داده شده است.



<sup>1</sup>. Unfolding and reconfiguration

<sup>2</sup>. Symbiotic innovations

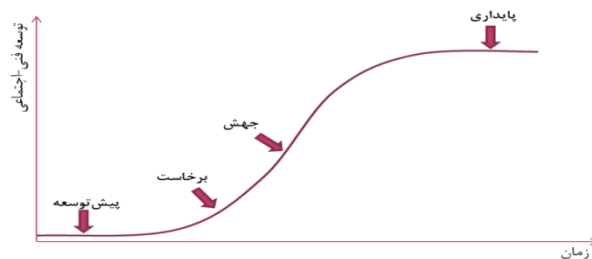
<sup>3</sup>. Cascade dynamics

<sup>4</sup>. Co-evolution

<sup>5</sup>. Stock and flow

### شکل (۳-۱): پویایی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت در فرایند گذار

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 مرحله‌مند بودن آن است. پیش‌توسعه، برخاست، جهش و پایداری چهار مرحله در تکامل مسیر گذار هستند شکل (۳-۱).



### شکل (۴-۱): مراحل تکاملی گذار

- پیش‌توسعه<sup>۱</sup>: این مرحله با عدم تغییر محسوس در شرایط کنونی همراه بوده و مأموریت اصلی آن پشتیبانی از ایجاد تنوع در نظام‌های اجتماعی-فنی است. در این حالت تعادل پویا در نظام اجتماعی-فنی برقرار است.
  - برخاست<sup>۲</sup>: تغییرات ابتدایی در پیکره‌بندی موجود ظهور کرده و تکانه لازم برای ایجاد دگرگونی در نظام اجتماعی-فنی فراهم می‌شود.
  - جهش<sup>۳</sup>: تغییرات محسوس و گسترده در نظام اجتماعی-فنی پدید آمده و فرایندهای یادگیری و انتشار دانش و تغییرات نیز به وقوع می‌پیوندد.
  - پایداری<sup>۴</sup>: پیکره‌بندی جدیدی شکل گرفته و تعادلی پویا در نظام اجتماعی-فنی برقرار می‌گردد.
- یکی از مهم‌ترین مسائلی که در قالب ادبیات سیاست نوآوری مطرح می‌شود، چگونگی فراهم آوردن شرایط لازم برای حرکت در طول این مراحل تکاملی است. این موضوع تحت عنوان راهبری فرایندهای گذار در زیر بخش بعدی مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

<sup>۱</sup>.Pre-development

<sup>۲</sup>.Take-off

<sup>۳</sup>.Acceleration

<sup>۴</sup>.Stabilization

### ۱-۱-۲-۲- راهبردی فرایندهای گذار

اگر گذار به صورت مجموعه‌ای از مسیرهای ممکن توسعه در نظر گرفته شود، راهبری وسیله‌ای است برای تأثیرگذاری (نه کنترل کامل) جهت، وسعت و سرعت این مسیرها [۵]. با در نظر داشتن مسیر گذار به صورت فرایندی پیچیده و چندبعدی، وجود یک نیروی راهبری و هدایت برای مراحل گذر از مراحل مختلف آن احساس می‌شود.

از مفهوم راهبری<sup>۱</sup> و هدایت در گذارهای فناورانه برداشت‌های مختلف می‌شود. راهبری مسیر گذار نه فقط به معنی نظارت بالا-به-پایین دولتی<sup>۲</sup> (که در آن دولت‌ها به اتخاذ سیاست‌های الزام‌آور می‌پردازند) است و نه فقط داشتن رویکرد بازار آزاد<sup>۳</sup> (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 پایه‌ی 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) منعکس‌کننده‌ی تعریف موردنظر از مفهوم راهبری گذار هستند.

در ادامه به ضرورت راهبری مورد بحث قرار می‌گیرد.

### ۱-۱-۲-۳- ضرورت راهبری گذار

لختی به وجود آمده (در طول زمان) در پیکره‌بندی نظام‌های اجتماعی-فنی غالباً به ایجاد قفل‌شدگی<sup>۴</sup> و یا وابستگی به مسیر<sup>۵</sup> 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 مسیری هدایت شده، هدفمند و جهت‌دار (از پیش) که نیازمند برنامه‌ریزی است تبدیل می‌شود [۶]. این هدایت‌دهی، کنش‌گران سیاست‌گذار و نهادهای قانون‌گذار نقش اصلی را بر عهده دارند، اگرچه مشارکت یکپارچه کلیه کنش‌گران نیز ضروری است.

<sup>۱</sup>.Governance

<sup>۲</sup>.Top-down steering by government

<sup>۳</sup>.Liberal free market approach

<sup>۴</sup>.Lock-in

<sup>۵</sup>.Path-dependency

## ۱-۱-۲-۴ - اساس مداخلات سیاست‌گذارانه در راهبری گذار

به‌طور کلی انجام مداخلات گسترده در مراحل مختلف فرایند گذار نه‌تنها نمی‌تواند اهداف توسعه را محقق کند، بلکه ممکن است آثار گذار را از مسیر رشد طبیعی خود نیز منحرف می‌کند. شکست بسیاری از کشورهای در حال توسعه (مانند کشورهای اروپای شرقی در دهه ۶۰) که با پیروی از مداخله گسترده، دولت را جانشین بازار نموده بودند، شاهدهی 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، پایه‌ی مداخلات سیاست‌گذارانه در راهبری فرایند گذار بر پایه‌ی وقوع سه نوع شکست بازار<sup>۱</sup>، ساختاری<sup>۲</sup>، و دگرگونی<sup>۳</sup> است. بازار رقابتی کامل و غیرمتمرکز باعث به وجود آمدن کمبود سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های توسعه دانش می‌شود و این علت اصلی برای مداخله بر اساس شکست‌های بازار است؛ اما شکست یک سیستم همیشه به دلیل کمبود سرمایه‌گذاری نیست. بلکه مکانیزم‌های 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 و 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 - گونه‌های مختلف از سه نوع شکست از نگاه وبر و روراچر (۲۰۱۲) توضیح داده شده است:

### شکست بازار

- عدم تقارن اطلاعات: عدم تعیین پیرامون خروجی و افق زمانی کوتاه‌مدت سرمایه‌گذاری بخش خصوصی
- سرریز دانش: ویژگی‌های کالای عمومی و نشت دانش تولیدی
- هزینه‌های جانبی: وجود هزینه‌های جانبی تخریب زیست‌محیطی
- بهره‌برداری بیش از حد از منابع: بهره‌برداری بیش از حد از منابع در نبود نهادهای قانون‌گذار

<sup>۱</sup>.Market failure

<sup>۲</sup>.Systemic failure (structural)

<sup>۳</sup>.Systemic failure (transformational)

## 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 سازگار شدن 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 پایه‌ی این نقاط شکست که اساس مداخلات سیاست‌گذارانه است، رویکردهای تحلیلی مختلفی برای تشریح وضعیت موجود گذار و نیز تجویز سیاست‌ها و راه‌کارها توسعه پیدا کرده است. این رویکردها در زیر بخش‌های بعدی به‌طور مبسوط مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### ۱-۱-۳- 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 به کار 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 دارا بودن نگاهی خاص نسبت به فناوری، سیاست‌هایی 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 که در جدول (۱-۱) نشان داده شده است.

- ساختارگرایان مهم‌ترین علت در عقب‌ماندگی کشورهای توسعه نیافته را وابستگی‌های تجاری، مالی، فناورانه و مدیریتی به کشورهای پیشرفته دانسته و معتقد به توسعه درون‌گرا و دخالت مستقیم دولت در توسعه صنایع و فناوری‌های هستند.
- نئوکلاسیک‌ها با تأکید 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 شومپیتر، 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.



## جدول (۱-۱): مقایسه مکاتب توسعه اقتصادی

نهادگرایان	نئوشومپترین‌ها	نئوکلاسیک‌ها	ساختارگرایان	کانون تحلیل
توانمندی‌های نهادین	یادگیری تعاملی	هزینه‌ها در کوتاه‌مدت	آثار خارجی	نگرش به فناوری
فرآیندی قابل یادگیری	دانش تجلی‌یافته در ماشین‌آلات که به راحتی قابل انتقال نیست	کالای قابل مبادله	عامل وابستگی	نگرش به نیروی کار
به‌عنوان منبع با تأکید ویژه بر مهندسين	به‌عنوان منبع	به‌عنوان هزینه	نیروی کار ارزان و فراوان ماهر و نیمه ماهر	نقش دولت
مداخله راهبردی	مداخله راهبردی	دولت حداقل	دخالته گسترده	نقطه ورود به صنعت
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	نگرش به رقابت
رقابت کنترل شده برای حصول بازه مقیاس	رقابت محدود برای ایجاد نوآوری	رقابت حداکثری	حمایت مطلق از بنگاه‌های داخلی	کشورهای استفاده‌کننده
کشورهای جنوب شرق آسیا مانند اندونزی، فیلیپین و مالزی و همچنین ترکیه	اروپا، اسکانندیناوی و ژاپن در دهه ۱۹۹۰	انگلیس و ایالات متحده در دوره‌های ریگان و تاچر	آمریکای لاتین دهه ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰	

در میان این مکاتب، مکتب اقتصادی نئوشومپترین با توجه به ویژگی‌های مطرح شده برای آن، دارای تطابق بیشتری با شرایط حاضر در کشور ایران است. یکی از این مهم‌ترین ویژگی‌های این مکتب توجه بر مفهوم نوآوری است. در ادامه و در سطوح میانی و خرد بر مدل‌ها و رویکردهایی که تمرکز می‌گردد که نوآوری را در مرکز توجه خود دارند.

نوآوری عبارت است از فرایندهای جستجو، کشف<sup>۱</sup>، آزمایش، توسعه، شبیه‌سازی<sup>۲</sup> و پذیرش یک محصول، فرایند جدید و یا تغییرات سازمانی. نوآوری متشکل از دو جزء اصلی خلق ایده‌ی جدید (اختراع) و تبدیل ایده خلاقانه به کسب و کار (بهره‌برداری) است. عدم تعین، تأکید بر یادگیری در حین اجرا، یادگیری در حین استفاده و خاصیت تجمعی<sup>۳</sup>، فروض اساسی هستند که نوآوری را از مفاهیم مشابه جدا می‌کند [۷]. نوآوری را می‌توان مانند جدول (۱-۲) از ابعاد گوناگون دسته‌بندی نمود.

1. Discovery

2. Imitation

3. Cumulativeness

## جدول (۲-۱): 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

فرایند نوآوری شامل مجموعه فعالیتهایی است که منجر به شکل‌گیری نوآوری در یک سیستم می‌گردد. تولید دانش، تبدیل دانش به مصنوع به‌وسیله‌ی فرایندها، سیستم‌ها، محصولات و خدمات و در نهایت تطابق دادن پیوسته مصنوع با نیاز بازار، سه زیر فرایند اصلی در فرایند نوآوری می‌باشند که هر یک به سطوح خردتری تقسیم می‌گردد. (جدول (۳-۱))

در ادبیات مدل‌های مختلفی وجود دارد که با تعریف ارائه شده از فرایند نوآوری، به تصویرسازی از واقعیت موجود می‌پردازد. مجموعه این مدل‌ها را می‌توان به سه دسته‌ی اصلی تقسیم 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، به صورتی متوالی و سلسله‌مراتبی و در مسیری یک طرفه تشکیل شده است. دو مدل فشار فناوری<sup>۱</sup> و کشش بازار<sup>۲</sup> از مدل‌های مطرح در این حوزه هستند.

## جدول (۳-۱): فرایندهای نوآوری

1. Technology pull

2. Market push

تخصص‌پروری کارکردی و یکپارچه‌سازی-ظهور آزمایشگاه‌های تحقیق و توسعه صنعتی	تولید دانش علمی و فناوریانه
همگرایی فناوریانه <sup>۱</sup> و تجزیه عمودی <sup>۲</sup> فناوری‌های تولید ارتباط صنعت با دانشگاه	
حفظ روندهای فناوریانه همراه نظریه‌های علمی	تبدیل دانش به مصنوع
آگاهی از برنامه‌های حمایت مالی دولتی	
حفظ یکپارچگی سیستمی	
مدیریت عدم تعین موجود در نوآوری	تطبیق مصنوع با نیاز بازار
درک نیازهای بازار	
تطابق مصنوع با نیازهای بازار	

مدل پیوندی و تعاملی نوآوری، نوآوری را نتیجه یک فرایند خطی ندانسته و با تأکید 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 [۸].

مدل یکپارچه سیستمی، به وجود همکاری و رابطه‌ی دو طرفه میان اجزا 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 آن‌هاست.

### ۱-۱-۳-۱-۱ رویکردهای سیستمی نوآوری

تاکنون رویکردهای سیستمی مختلفی برای تحلیل فرایند نوآوری (تحلیل روند موجود، تحلیل سیاست‌ها<sup>۳</sup> 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

1. Technological Convergence

2. Vertical Disintegration

۳ تحلیل سیاست‌ها روشی است که در شناسایی موانع و مشکلات سیستمی و نیز تعیین بهترین گزینه‌ی سیاستی با توجه به سطح پوشش مشکلات مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مسئله انتخاب نمود. بر اساس تئوری تکاملی شومپیتر، کلیه این رویکردها را می‌توان به دو دسته‌ی رویکردهای شبه‌تکاملی<sup>۱</sup> و تکاملی<sup>۲</sup> تقسیم نمود.

### جدول (۱-۴): مقایسه مدل‌های کلان فرایند نوآوری

مدل سیستمی نوآوری	مدل تعاملی نوآوری	مدل خطی نوآوری	
۱۹۸۰-۲۰۰۰	۱۹۷۰-۱۹۸۰	۱۹۶۰-۱۹۷۰	دوره مطرح شدن
کلیه 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 نظرگیری کلیه اجزا و روابط سیستمی	مرحله‌ای با در نظر گرفتن حلقه‌های بازخوردی	خطی و یکطرفه	فرایند نوآوری
نظام‌های نوآوری، سیستم‌های اجتماعی فناورانه، مدل الماسی پورتر، تحلیل داده-ستاده، رویکرد بلوک‌های توسعه	مدل Rothwell & Zegveld؛ مدل Kline and Rosenber	مدل فشار فناوری، کشش بازار	مدل‌های مطرح

در ادبیات از رویکردهای مختلفی برای مطالعه و توصیف نظام‌های اجتماعی-فنی و یا راهبری فرایند گذار استفاده شده است. مارکارد و همکاران دامنه‌ی گسترده‌ای از چارچوب‌ها و روش‌های نظری را برای توضیح و مطالعه‌ی مسیر گذار پیشنهاد می‌کنند. نظریه‌های عمومی مانند نظریه اقتصاد تکاملی<sup>۳</sup>، نظریه‌ی شبکه‌های کنش‌گران<sup>۴</sup> و رویکردهایی با تأکید بیشتر بر فناوری مانند ساخت اجتماعی فناوری<sup>۵</sup>، ارزیابی سازنده فناوری<sup>۶</sup>، موج‌های بلند<sup>۷</sup>، مطالعات آینده‌پژوهی فناوری<sup>۸</sup>، راهبری بازخوردی<sup>۹</sup> و جامعه‌شناسی انتظارات<sup>۱۰</sup> 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<sup>۱۱</sup> متکی بر مکانیزم‌های بازار پدید آمده و فرایند تکامل بدون مداخله و جهت‌دهی از خارج به وقوع می‌پیوندد. دو نقد بر نگاه تکاملی وارد می‌شود: اول اینکه بازار تقاضا و تمایلات

<sup>۱</sup>.Quasi-evolutionary approach

<sup>۲</sup>.Evolutionary approach

<sup>۳</sup>.Evolutionary economic theory

<sup>۴</sup>.Actor network theory

<sup>۵</sup>.Social construction of technology

<sup>۶</sup>.Constructive technology assessment

<sup>۷</sup>.Long waves

<sup>۸</sup>.Technology future study

<sup>۹</sup>.Reflexive governance

<sup>۱۰</sup>.Sociology of expectations

<sup>۱۱</sup>.Selection environment

مصرف<sup>۱</sup> در نوآوری‌های فناورانه بنیادین (که در گذار به وجود می‌آیند) هنوز شکل نگرفته‌اند. به عبارت دیگر، بازار، عادات مصرف و فناوری‌های جدید به‌طور همزمان به ظهور می‌رسند. در این حالت، فرایند انتخاب چیزی از فراتر از پذیرفتن از میان گزینه‌های نوآوری بوده و مفهوم پذیرش مصرف‌کننده و نهادینه نمودن آن در عادات زندگی و بومی‌سازی را نیز شامل می‌شود. نقد دوم بر این موضوع تأکید 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<sup>۲</sup> است.

در طرف مقابل، رویکردهای شبه‌تکاملی فرایند تکامل را کاملاً بدون جهت نداشته و سعی در مداخله و جهت‌دهی آن از طریق محیط تنوع‌مبندی بر فعالیتهای راهبردی کنش‌گران دارد. این فعالیتهای راهبردی در راستای ایجاد نوآوری در محیط‌های حفاظت شده و نیز محیط انتخاب مبتنی بر انتظارات شکل گرفته انجام می‌شود. ریب و اسکات معتقدند که در رویکردهای شبه‌تکاملی، وقوع گذار در کارزاری از بیم‌ها و امیدها<sup>۳</sup> به وقوع می‌پیوندد. منظور از این کارزار، رویایی انتظارات<sup>۴</sup> مختلف، تجارب، موفقیت‌ها و شکست‌های پیشین است که کنش‌گران موجود در نظام اجتماعی-فنی در یک محیط اجتماعی-شناختی<sup>۵</sup> شکل داده‌اند. این انتظارات و تجارب به‌صورت تجمعی و در سال‌های متوالی 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<sup>۶</sup> 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<sup>۷</sup> 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 گزینه‌ی فناورانه مشارکت می‌نمایند.

با تشریح ویژگی‌های تکاملی‌ها و شبه‌تکاملی‌ها، در زیر رویکردهای مختلفی که برای تحلیل و سیاست‌گذاری فرایند گذار در

قالب این گروه توسعه داده شده، توضیح داده می‌شود.

<sup>1</sup>. Preferences

<sup>2</sup>. Co-evolution

<sup>3</sup>. Arena of expectations

<sup>4</sup>. Expectations

<sup>5</sup>. Socio-cognitive sphere

<sup>6</sup>. Enactor

<sup>7</sup>. Selector

### ۱-۱-۳-۲ - رویکردهای شبه تکاملی<sup>۱</sup>

این رویکردها، گذار را به صورت یک الگوی تاریخی قابل تصویر در سه لایه‌ی مختلف در نظر می‌گیرند. بر اساس این رویکردها، مهم‌ترین مشکلات ساختاری از سیستم‌های اجتماعی ناشی می‌گردد که توسط نیروهای بازار قابل توجیه نیست. رویکرد چند سطحی<sup>۲</sup> یکی از این مدل‌های این رویکرد است 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<sup>۳</sup>، سطح گوشه<sup>۴</sup> و دورنما<sup>۵</sup> قابل تعریف است. در اثر پویایی ایجاد شده در تعامل سطوح مختلف، فرایند گذار به وقوع می‌پیوندد. مدیریت گوشه راهبردی<sup>۶</sup> رویکرد دیگری است که با توجه به جذابیت گوشه‌ها در چارچوب چند سطحی به عنوان سطح پدیدآورنده‌ی نوآوری، با نگرشی پایین-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<sup>۷</sup> قرار می‌گیرند. بر اساس این مدل‌ها، گذار فرایندی چند سطحی و چندعاملی<sup>۸</sup> بوده که گوشه‌ها مهم‌ترین نقش را در ایجاد گذار فناورانه بر عهده دارند [۹]. این رویکرد به دنبال تحلیل این موضوع است که گوشه‌ها چگونه می‌توانند در ایجاد تغییر موفق یا شکست‌خورده باشند. در این مدل، بر نقش کنش‌گران<sup>۹</sup> و نیز مداخلات ضروری سیاستی نیز تأکید شده است [۹].

### ۱-۱-۳-۳ - رویکردهای تکاملی<sup>۱۰</sup>

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 به عنوان مهم‌ترین جریان در ادبیات رویکردهای تکاملی قرار می‌گیرند. مفهوم نظام‌های نوآوری به عنوان یکی از زمینه‌های پژوهشی غالب در ادبیات مطالعات

---

1. Quasi-evolutionary  
 2. Multi-levels perspective  
 3. Socio-technical regimes  
 4. Niche  
 5. Landscape  
 6. Strategic niche management  
 7. Transition management  
 8. Multi actor  
 9. Agency  
 10. Evolutionary

نوآوری<sup>۱</sup> 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.

### ۱-۱-۳-۴ - مقایسه رویکردهای سیستمی نوآوری

کلیه مدل‌ها و رویکردهای اشاره شده در این قسمت را می‌توان از ابعاد مختلف باهم مقایسه نمود. این مقایسه نشان‌دهنده‌ی 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 را انتخاب می‌گردد که در جدول (۱-۵) نشان داده شده است.

جدول (۱-۵): مقایسه ویژگی‌های رویکردهای سیستمی نوآوری

رویکرد چندسطحی	مدیریت راهبردی گوشه‌ها	مدیریت گذار	بلوک‌های توسعه	نظام‌های نوآوری
گذارهای فناورانه بلندمدت، کارکردهای اجتماعی (مانند حمل‌ونقل)	شبکه‌های نوآوری، یک کاربرد خاص فناوری	گذارهای فناورانه بلندمدت	سطح صنعت	سطوح ملی، منطقه‌ای، فناورانه و بخشی
پویا	پویا	پویا	پویا	پویا
تحلیل فرایند گذار شامل نوآوری‌های مختلف در سطح کلان	تحلیل چگونگی تشکیل گوشه‌ها و چگونگی محافظت از نوآوری در گوشه- هایی مجزا از سطح رژیم	نقش گوشه‌ها در ایجاد تغییر و گذار فناورانه	تحلیل ساختاری با بررسی روابط بین فشارهای ساختاری و نوآوری‌های ایجاد شده	تبیین شرایط محیطی لازم برای توسعه نوآوری
پویایی پدید آمده از تعامل سطوح رژیم گوشه و دورنما	فناوری‌های نو و چیدمان‌های جدید اجتماعی اقتصادی	سطح گوشه و کنش‌گران	فشار ساختاری، کارآفرینان	کنش‌گران، نهادها، روابط و شبکه‌ها

نظام نوآوری فناورانه<sup>۱</sup> به‌عنوان رویکرد تکاملی و رویکرد چند سطحی<sup>۲</sup>، مدیریت گذار<sup>۳</sup>، مدیریت راهبردی گوشه‌ها<sup>۴</sup> 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 توضیح این رویکرد، لازم است تا تبیین جایگاه آن در میان سایر رویکردهای نظام‌های نوآوری پرداخت.

### ۱-۱-۴- 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 مؤلفه‌ها (کنش‌گران، نهادها و فناوری‌ها)، روابط (مواصلات میان مؤلفه‌ها) و شناسه‌ها (توانایی اجزا در ایجاد شایستگی فناورانه-اقتصادی) تشکیل شده است [۱۰].

مفهوم نظام‌های نوآوری را می‌توان به‌عنوان یکی از زمینه‌های پژوهشی غالب در ادبیات مطالعات نوآوری<sup>۵</sup> به‌حساب آورد. تمرکز اصلی مطالعات نوآوری، بیان رشد فناورانه در اقتصاد است؛ اما مطالعات نوآوری در شکل امروزی خود و مفهوم نظام‌های نوآوری را باید به‌طور قطع تحت تأثیر کارهای شومپتر و سایر تحقیقات خارج از جریان اصلی اقتصاد مانند اقتصاد نهادگرا<sup>۶</sup>، اقتصاد توسعه<sup>۷</sup> و اقتصاد نئوشومپترین<sup>۸</sup> 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 تعریف شده (بعضاً همراه با ریسک) توسط کنش‌گران خردگرا<sup>۹</sup> 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 تأکید داشته و نیز همانند مدیریت نوآوری، نوآوری محور تحلیل خود قرار می‌دهد. جدول (۱-۶) چهار دیدگاه در زمینه تحلیل‌های اقتصادی را نشان می‌دهد.

<sup>1</sup>. Technological innovation systems

<sup>2</sup>. Multi-levels perspective (MLP)

<sup>3</sup>. Transition management (TM)

<sup>4</sup>. Strategic niche management

<sup>5</sup>. Innovation studies

<sup>6</sup>. Institutional Economics

<sup>7</sup>. Development Economics

<sup>8</sup>. Evolutionary Economics

<sup>9</sup>. Rational agent



## جدول (۱-۶): چهار دیدگاه مختلف در تحلیل‌های اقتصادی

نوع‌آوری	تخصیص منابع	
مدیریت نوآوری <sup>۲</sup>	مکتب اقتصاد نئوکلاسیک <sup>۱</sup>	انتخاب خردگرا
نظام‌های نوآوری	مکتب اقتصاد اتریشی <sup>۳</sup>	یادگیری

یک نظام نوآوری را می‌توان از ابعاد مختلف مرزبندی نموده و بر این اساس، مدل‌هایی برای اهداف تحلیلی متفاوت پدید آورد. بر طبق 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 مطالعه‌ی نظام‌های نوآوری پرداخت. در تحلیل بر اساس عوامل که 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 می‌رساند و موجب ایجاد پویایی می‌گردند، هدف مطالعه قرار می‌گیرد. در نهایت، تحلیل گذار نیز تکامل و تغییرات سیستم در طول زمان را مورد مطالعه قرار می‌دهد. مقایسه رویکردهای مختلف نظام نوآوری از نگاه این سه منظر به همراه ابعاد دیگر، در جدول زیر مورد بررسی قرار گرفته است.

1. Neoclassical economics  
 2. Management of innovation  
 3. Austrian economics

## جدول (۷-۱): مقایسه رویکردهای نظام‌های نوآوری

نظام نوآوری ملی	نظام نوآوری منطقه‌ای	نظام نوآوری بخشی	نظام نوآوری فناورانه
پایه‌گذار/سال	فریمن (۱۹۸۷ و ۱۹۸۸)، لاندول (۱۹۸۸) و نلسون (۱۹۹۳)	ساکسیان (۱۹۹۴)، کوک (۱۹۹۷)	کارلسون و اتانکوویچ (۱۹۹۱)
سطح تمرکز (مرز سیستم)	مرزهای جغرافیایی-ملی	مرزهای جغرافیایی-منطقه	بخش و زیر بخش (گروه‌های محصول و بخش‌های محصول)
هدف تحلیل	مقایسه عملکرد نوآوران کشورهای - تحلیل نقش پیشرفت‌های فناورانه در رشد اقتصادی؛ سیاست‌ها و راهبردهای اقتصادی اجتماعی برای بارور کردن نوآوری در یک کشور	تعیین عملکرد اقتصادی یک منطقه؛ سیاست-گذاری توسعه نوآوری منطقه‌ای	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 - مدل	حوزه‌های صنعتی قطب‌های فناورانه محیط‌های نوآور ناحیه‌های یادگیرنده	اقتصاد صنعتی (ساختار-هدایت-عملکرد، رویکرد هزینه‌های تراکش، مدل‌های نظریه بازی‌های همکاری‌های راهبردی و مطالعات اقتصادسنجی صنعتی)، رویکرد استفاده از مطالعات موردی و مطالعات نوآوری و نوع‌شناسی‌های تجربی
شناخت ساختاری	سطح محدود؛ کنش گران و روابط متعامل با نوآوری به‌طور مستقیم سطح گسترده: تمام اجزای اجتماعی، فرهنگی و سیاسی موجود در محیط کلان کشور	چهار مؤلفه‌ی بنگاه‌ها، نهادها، زیرساخت‌های دانشی و سیاست‌گذاری نوآوری	کنش گران، نهادها، فناوری‌ها، روابط و شبکه‌ها

نظام نوآوری ملی	نظام نوآوری منطقه‌ای	نظام نوآوری بخشی	نظام نوآوری فناورانه
شناخت کارکردی	تعریف زیرکارکردهای مختلف در قالب سه کارکرد اصلی تولید، انتشار و استفاده از نوآوری	تقسیم‌بندی عوامل پویایی داخلی به سه دسته‌ی یادگیری تعاملی، اشتراک دانش، مجاورت و نهادینگی	پویایی توسط دو فرایند تنوع به منظور ایجاد ناهمگنی (ورود عوامل جدید، تحقیق و توسعه و نوآوری) و انتخاب به‌منظور کاستن از ناهمگنی (انتخاب بازار و انتخاب غیربازار)
تکامل و گذار	شکل‌گیری نهادها و بنگاه‌ها در کشور و نیز ایجاد یکپارچگی میان اجزا موجود	توسعه شبکه‌های میان بنگاه‌ها در یک منطقه	تکامل سیستم بر اساس مدل توالی نوآوری، مرکب از چهار موتور نوآوری (موتور محرک علم و فناوری، موتور کارآفرینی، موتور شکل‌دهی به سیستم، موتور بازار)
ویژگی محوری	تأکید بر نوآوری و پیشرفت‌های فناورانه به‌عنوان عامل اثرگذار در رشد اقتصادی کشورها	خوشه‌های منطقه‌ای به‌عنوان یکی از عوامل اثرگذار مهم در فرایند نوآوری	تأکید بر نقش شایستگی اقتصادی، به‌معنی توانایی در توسعه و بهره‌برداری از فرصت‌های جدید کسب‌وکار، در ایجاد نوآوری فناورانه؛ تأکید بر پویایی سیستم و چگونگی شکل‌گیری سیستم

## ۱-۱-۴-۱- نظام‌های فناورانه نوآوری

نظام‌های نوآوری فناورانه<sup>۱</sup> به تحلیل گذار از منظر تغییرات نهادی، سازمانی، اقتصادی، سیاسی و فنی پیرامون ظهور فناوری‌های جدید می‌پردازد. این رویکرد بر پایه‌ی نظر کارلسون و استنکوویتز 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<sup>۲</sup> و نیز در ارتباط با رویکردهای نظام ملی نوآوری<sup>۳</sup> و نظام بخشی نوآوری<sup>۴</sup> است [۱۱].

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<sup>۵</sup> به جای تمرکز بر فناوری‌های عمومی و گسترده<sup>۶</sup>، تأکید بر وقوع نوآوری-های بنیادین به‌عنوان محرک گذارهای اجتماعی-فنی به‌جای تأکید 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 مجموعه‌ی فرایندهای لازم برای توسعه نوآوری تحت عنوان کارکردهای نظام نوآوری فناورانه، شناسایی مجموعه‌ی مکانیزم‌های اثرگذار بر شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه در قالب موانع و محرک-های توسعه، ارائه‌ی تحلیل‌های ساختاری در قالب نقش کنش‌گران، نهادها و شبکه‌ها در شکل‌گیری نوآوری، گسترش مفهوم شکست‌های بازار و با ارائه‌ی تعریفی جدید تحت عنوان شکست‌های سیستمی<sup>۷</sup> برقراری ارتباط و ایجاد سازگاری میان رویکردهای مختلف گذار (مانند رویکرد TIS و MLP) و ارائه‌ی رویکردهایی برای راهبری شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه، نمونه‌هایی از بهبودهای صورت پذیرفته در رویکرد نظام‌های نوآوری فناورانه در طول زمان است.

<sup>۱</sup>. Technological innovation systems (TIS)

<sup>۲</sup>. Development blocks

<sup>۳</sup>. National innovation systems (NIS)

<sup>۴</sup>. Sectoral innovation systems (SIS)

<sup>۵</sup>. Specific technology

<sup>۶</sup>. Generic technology

<sup>۷</sup>. Systemic failures

به کار بردن رویکرد سیستمی در مطالعه‌ی 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<sup>۱</sup> یاد می‌گردد. بر این اساس، کارلسون و استنکوویتز (۱۹۹۱) این مفهوم را به صورت زیر تعریف می‌کنند:

شبکه‌ای پویا از عوامل که در یک حوزه‌ی اقتصادی/صنعتی خاص باهم در تعامل بوده، تحت مجموعه‌ای از زیرساخت‌های نهادهای 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 بخشی 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 بکار می‌روند و هم به شکل دانشی است که چه به شکل عمومی و یا نهفته در محصول وجود دارد [۱۱].

نظام نوآوری فناورانه علی‌رغم دارا بودن ویژگی‌های مشترک با سایر رویکردهای نظام نوآوری، دارای دو ویژگی متمایزکننده از آن‌هاست:

- تأکید 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 تأکید دارد.

- تأکید جدی بر پویایی سیستم. 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 به کارگیری نظام نوآوری فناورانه، در نظرگیری چهار فرض اساسی ضروری است:

۱ این اصطلاح توسط محققین مختلف به گونه‌های متفاوت بکار گرفته شده است. Carlsson and Stankiewicz (۱۹۹۱) اصطلاح سی‌ستم‌های تکنولوژی‌کی را بکار بردند و محققان سوئدی نیز واژه نظام

نوآوری تکنولوژی محور را برگزیده‌اند.

- سیستم (نه تک‌تک اجزا) به‌عنوان 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.
  - فرصت‌های فناورانه عملاً نامحدود هستند. بنابراین لازم است تا تمرکز بیشتری در شناسایی، جذب و بهره‌برداری از فرصت‌های فناورانه صورت پذیرد. به‌عبارت دیگر، بالابردن توانایی جذب اهمیت بیشتری از توانایی تولید فناوری جدید دارد.
  - هر بازیگر در چارچوب خردپذیری محدود<sup>۱</sup> عمل می‌کند. به‌عبارت 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<sup>۲</sup> قرار می‌گیرد. بلوک‌های شایستگی از جانب طرف تقاضا (محصول یا بازار) و به‌عنوان 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 تشکیل‌دهنده‌ی نظام‌های نوآوری فناوری مختلف محصولات و فناوری‌های لازم بخش سلامت را تأمین می‌کنند، به تصویر کشیده شده است.
- با معرفی نظام نوآوری فناورانه توسط کارلسون و استنکویتز (۱۹۹۱)، مطالعات گسترده‌ای با تمرکز بر ویژگی پویایی این رویکرد به انجام رسیده و مفاهیمی مانند حجم بحرانی<sup>۳</sup>، تکانه<sup>۴</sup> و حلقه‌های علی تجمعی<sup>۵</sup> 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 [۱۱].

1. Bounded rationality

2. Competence block

3. Critical mass

4. Momentum

5. Cumulative causation

### ۱-۱-۴-۲- شناخت کارکردی نظام نوآوری

نظام‌های نوآوری فناورانه را می‌توان به‌عنوان رویکردی برای تحلیل تغییرات فناورانه به کار برد. از آنجایی که تنها با تحلیل ساختاری نظام‌های فنی-اجتماعی نمی‌توان تمام جوانب تغییرات فناورانه را در نظر گرفت، این رویکرد می‌بایست فراهم-آورنده‌ی چارچوبی برای تحلیل کارکردی ۱ نظام‌های فنی-اجتماعی باشد. دنبال کردن فرایندهای نوآوری و یا به تعبیری دیگر، توسعه، انتشار و به کارگیری نوآوری‌ها در عمل را به‌عنوان کارکرد اصلی نظام‌های نوآوری قلمداد می‌کند. برای مطالعه‌ی میزان تحقق فرایندهای اصلی سیستم، محققان کارکردهای مختلفی را در سطح اول سیستم (زیرکارکرد) شناسایی کرده‌اند.<sup>۱</sup>

اخیراً جاکوبسون و برگگ 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 به همراه شاخص‌هایی برای سنجش سطح برآورده شدن این کارکردها در جدول (۸-۱) ارائه شده است [۱۱].

جدول (۸-۱): کارکردهای پیشنهادی و شاخص‌های آن‌ها

شاخص	توصیف	کارکرد
فعالیت‌های کارآفرینی	شامل ترجمه‌ی دانش فنی موجود در زمینه‌ی یک فناوری خاص به زبان موقعیت‌های کاری جدید و انجام پروژه‌های عملیاتی و یا انجام فعالیت‌هایی با هدف اثبات مفید بودن فناوری نوظهور در محیط تجاری است.	تعداد و کیفیت پروژه‌های انجام شده با هدف تجاری‌سازی، حجم سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر انجام شده، تعداد نمایشگاه‌های فناوری برگزار شده، تعداد پروژه‌های نمایشی انجام شده
خلق دانش	درب‌گیرنده‌ی فعالیت‌های یادگیری است که به‌طور عمده بر دانش فنی فناوری و به میزان 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 به صورت بین‌المللی در زمینه فناوری، تعداد مطالعات علمی و فنی صورت گرفته از فناوری، تعداد گزارش‌های تولید شده در رابطه با مطالعه‌ی بازار، تعداد مطالعات امکان‌سنجی انجام شده

۱. کارکردها عوامل فرایندی مؤثر بر توسعه‌ی فناوری محسوب می‌شوند.

۲. هنگامی که گفته می‌شود کارکردها در سطح اول سیستم تعریف شده‌اند، کارکرد کلی سیستم به‌صورت پیش‌فرض در سطح صفر

سیستم تعریف شده است.

شاخص	توصیف	کارکرد
انتشار دانش	دربرگیرنده‌ی فعالیت‌هایی است با هدف پراکنده-سازی <sup>۱</sup> و به‌اشتراک‌گذاری <sup>۲</sup> دانش و اطلاعات انجام می-شوند. بنابراین، مهم‌ترین نقش کارکرد انتشار دانش، ایجاد یادگیری تعاملی است. وجود روابط و در حالت پیچیده‌تر، شبکه‌هایی از بازیگران از پیش‌نیازهای این کارکرد به شمار می‌رود.	تعداد کنفرانس‌ها و کارگاه‌های برگزار شده در رابطه با فناوری، تعداد و اندازه شبکه‌های مشکل از بازیگران موجود در نظام فناورانه، میزان جابه-جایی نیروهای تحصیل کرده 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 درباره‌ی آینده‌ی فناوری
شکل‌گیری بازار	شامل فعالیت‌هایی (مانند حمایت‌های مالی از کاربرد فناوری نوظهور) است که با ارائه‌ی امتیازاتی منجر به ایجاد تقاضا برای فناوری می‌گردد.	تعداد و حجم niche market، تعداد و تنوع کاربران موجود برای فناوری، تعداد و تنوع نهادهای تنظیم‌شده برای شکل‌دهی به بازار، میزان عدم قطعیت موجود در برابر تولیدکنندگان و یا سرمایه-گذاران، مرحله‌ی بلوغ (دوره‌ی عمر) بازار
تأمین منابع	شامل تخصیص سرمایه‌های مالی، انسانی، مکمل و مواد موردنیاز برای توسعه فناوری است. همچنین، گسترش زیرساخت‌های عمومی مورد نیاز پیشرفت فناوری، مانند سیستم‌های آموزشی و تسهیلات تحقیق و توسعه نیز در زمره‌ی این کارکرد قرار می‌گیرد.	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 مورد نیاز فناوری و محصولات و خدمات مکمل
مشروعیت‌بخشی	دربرگیرنده‌ی 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 توسعه‌ی فناوری و محصولات مربوط به آن، میزان رایزنی‌های سیاسی بین گروه-های 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 مطالعه‌ی میزان تحقق کارکرد اصلی سیستم، محققان کارکردهای مختلفی را در سطح

1. Dissemination

2. Sharing



اول سیستم شناسایی کرده‌اند<sup>۱</sup>؛ بنابراین می‌توان به کارکردهای سیستم به‌عنوان زیرکارکردهای کارکرد اصلی آن نگریست. این کارکردها عوامل فرایندی مؤثر بر توسعه‌ی تکنولوژی محسوب می‌شوند. همچنین، کارکردهای سیستم برآیندی از فعالیت‌های رخ داده در آن می‌باشند؛ یعنی با دسته‌بندی فعالیت‌های متجانس می‌توان کارکردهای نظام را شناسایی کرد. ارائه‌ی دسته‌بندی‌های مختلف از کارکردها نیز به علت وجود دسته‌بندی‌های مختلف از فعالیت‌های سیستم است.

با توجه به مطالعه ادبیاتی که در گزارش متدولوژی درباره کارکردها صورت پذیرفت، هفت کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی، خلق دانش، انتشار دانش، جهت‌دهی به سیستم، تأمین منابع موردنیاز، شکل‌دهی به بازار و مشروعیت 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 قرار دادن هر شاخص و زیر کارکرد) طراحی می‌گردد و انجام مصاحبه پیرامون مجموعه پرسش‌های هر کارکرد، استخراج کلیه موانع و محرک‌های در تمام ابعاد آن کارکرد را نتیجه می‌دهد. برای این منظور، در زیر کارکردهای نظام نوآوری به همراه شاخص‌های مشخص‌کننده آن‌ها ارائه شده است.

### الف) فعالیت‌های کارآفرینی

کارآفرینان، در کانون توسعه‌ی هر فناوری قرار می‌گیرند. نقش کارآفرینان، ترجمه‌ی دانش فنی موجود درزمینه‌ی یک فناوری خاص به زبان موقعیت‌های کاری جدید و انجام پروژه‌های عملیاتی است. همچنین، فعالیت‌های کارآفرینی شامل پروژه‌هایی با هدف اثبات مفید بودن فناوری نوظهور در محیط تجاری است؛ بنابراین، هدف فعالیت‌های کارآفرینی، انتفاعی است. در حقیقت، کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی نقطه‌ی جدایش نظام تکنولوژیکی نوآوری از یک سیستم تحقیق و توسعه است. مثالی 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، شرکت-

<sup>۱</sup> هنگامی که گفته می‌شود کارکردها در سطح اول سیستم تعریف شده‌اند، کارکرد کلی سیستم به‌صورت پیش‌فرض در سطح صفر

سیستم تعریف شده است.

کننده‌های جدیدی هستند که از فرصت ایجاد شده، به‌عنوان چشم‌اندازی در تسخیر بازار جدید بهره می‌برند. دسته‌ی دوم، شرکت‌های موجودند که در استراتژی خود، استفاده از مزایای فناوری‌های جدید را هدف قرار داده‌اند.

بنابراین، این کارکرد دربرگیرنده‌ی ایجاد شرایط سرمایه‌گذاری مناسب در زمینه‌ی 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
- ارائه‌ی 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 دربرگیرنده‌ی فعالیت‌های یادگیری است که به‌طور عمده بر دانش فنی فناوری و به میزان 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. کارکرد خلق دانش را باید به‌عنوان پیش‌نیازی ضروری برای توسعه فناوری در نظر گرفت. در بستر توسعه‌ی فناوری، افزایش نرخ خروجی در تولید دانش، می‌تواند منجر به پدیداری گزینه‌های فناوری و کاربردی بیشتری از فناوری در نظام تکنولوژیکی نوآوری شود. فعالیت‌های توسعه‌ی دانش می‌توانند منبع داخلی یا خارجی داشته باشند. به بیان بهتر می‌توان گفت که توسعه‌ی دانش، می‌تواند توسط فعالیت‌هایی به‌صورت درون‌زا و یا انتقال فناوری انجام پذیرد. نمونه‌ی فعالیت‌هایی که در این کارکرد می‌توان نام برد در زیر آورده شده‌اند:

- پروژه‌های تحقیق و توسعه‌ی انجام شده با هدف توسعه‌ی دانش در زمینه‌های ساخت و طراحی توسط سازمان‌های مختلف (در بخش‌های صنعت، دانشگاه و دولت) شامل:

- مطالعات کتابخانه‌ای
- طرح‌های پایلوت
- توسعه‌ی نمونه‌های اولیه (Prototype)

- انتقال فناوری

- مهندسی معکوس

- سرمایه‌گذاری‌های مشترک با هدف توسعه‌ی دانش

این پروژه‌ها می‌توانند توسط پتنت‌های ثبت شده (حق اختراعات)، مقالات و کتاب‌های منتشر شده و گزارش‌های تدوین شده، بررسی عملکرد سازمان‌های تحقیقاتی فعال (خصوصی یا عمومی) در زمینه‌ی فناوری و نیز محصولات تولید شده شناسایی شوند.

### ج) انتشار دانش

این کارکرد دربرگیرنده‌ی 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 به شمار 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 دامنه‌ی 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 غیر فنی (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

به علت 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 دامنه‌ی وسیعی از گزینه‌ها پراکنده شده و به هدر می‌رود. برای جلوگیری از هدر رفتن منابع، کارکرد جهت‌دهی به جستجو در روند توسعه‌ی 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 به‌قدر 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 مؤثر بر تحقق این کارکرد، به شرح زیر است:

- هدف‌گذاری‌های انجام شده در زمینه فناوری
- استانداردهای تدوین شده در زمینه‌ی مطالعات و جهت‌دهی‌های مناسب
- قوانین وضع شده در زمینه‌ی فناوری (تسهیل‌گر، تنظیم‌گر، سیاست‌ها)
- حرکت‌های جمعی از سوی تعدادی از بازیگران در نتیجه‌ی 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 ارائه‌ی امتیازاتی منجر به ایجا 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 مورد نیاز، از ضرورت‌های توسعه نظام‌های نوآوری است. کارکرد تأمین منابع، به تخصیص سرمایه‌های مالی، انسانی، مکمل و مواد مورد نیاز 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 مورد نیاز پیشرفت فناوری، مانند سیستم‌های آموزشی و تسهیلات تحقیق و توسعه نیز در زمره‌ی 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 تأمین منابع مورد نیاز نیز بیشتر گردد. نمونه‌ای از فعالیت‌های مربوط به این کارکرد شود، در ادامه آورده شده است:

- کمک‌های بلاعوض دولتی (سوبسید) برای گسترش و نشر فناوری یا انجام فعالیت کارآفرینی
- سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی در گسترش فناوری
- توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز فناوری
- تلاش‌های انجام گرفته برای تأمین مواد و قطعات مورد نیاز
- تلاش‌های انجام گرفته 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 تکنولوژیکی نوآوری صورت می‌پذیرد. کارکرد حمایت از سوی نهادهای پشتیبان، شامل لابی‌های سیاسی و رایزنی‌هایی است که بین گروه ذینفعان فناوری صورت می‌پذیرد. این کارکرد، به میزان 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. سپس، رسمیت بخشیدن 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 تأمین منابع) است.

با وجود برآورده شدن 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 NGO ها)
- شکل‌گیری شبکه‌هایی با هدف افزایش قدرت سیاسی بازیگران
- حمایت‌های انجام‌شده از فناوری از سوی تصمیم‌گیران

براساس شاخص‌ها و تعاریف چکیده ارائه شده از هر یک از کارکردهای هفت‌گانه، می‌توان دید کاملی از تمام ابعاد یک کارکرد بدست آورد. بر اساس این دید کامل، سؤالات مطرح شده در فاز دو از جامعیت برخوردار می‌گردند. به‌زور خلاصه، کلیه زیرکارکردها را می‌توان در قالب جدول (۹-۱) به نمایش گذاشت:

جدول (۹-۱): خلاصه زیر کارکردها

عامل	زیرعامل	شاخص‌های کیفی	شاخص‌های کمی
فعالیت‌های کارآفرینانه	ایجاد فرصت‌های جدید		تعداد پروژه‌های انجام شده با هدف تجاری-سازي
			تعداد شرکت‌های ثبت شده در زمینه فناوری
			ورود شرکت‌های موجود به عرصه فناوری
			حجم سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر انجام شده
توسعه‌ی دانش	نمایش فرصت‌های جدید		برگزاری نمایشگاه تکنولوژی
			انجام پروژه‌های نمایشی
	فنی		تعداد مقالات ISI منتشر شده در زمینه تکنولوژی

شاخص‌های کمی	شاخص‌های کیفی	زیرعامل	عامل
تعداد حق اختراعات ثبت شده به صورت بین-المللی در زمینه تکنولوژی			
تعداد سازمان‌های تحقیقاتی (R&D) فعال در زمینه تکنولوژی			
اندازه‌ی سازمان‌های تحقیقاتی (R&D) فعال در زمینه تکنولوژی			
تعداد مطالعات علمی و فنی صورت گرفته از تکنولوژی			
تعداد توسعه و ایجاد نمونه‌های آزمایشی و اولیه از تکنولوژی (Prototype)			
تعداد گزارش‌های تولید شده در رابطه با مطالعه-ی بازار		غیر فنی	
تعداد مطالعات امکان‌سنجی انجام شده			
تعداد فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نوآورانه مشترک صورت پذیرفته میان واحدهای مختلف (با هدف تسهیم دانش)		فنی	انتشار دانش
تعداد کنفرانس‌ها و کارگاه‌های برگزار شده در رابطه با فناوری			
تعداد شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام تکنولوژیک			
اندازه‌ی شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام تکنولوژیک			
	میزان جابه‌جایی نیروهای تحصیل کرده دانشگاهی با محوریت تکنولوژی		
تعداد گزارش‌های منتشر شده در رابطه با مطالعه‌ی بازار		غیر فنی	
تعداد مطالعات امکان‌سنجی منتشر شده			
قانون‌گذاری در رابطه با تکنولوژی		رسمی (وضع نهادها)	جهت‌دهی به سیستم
استانداردهای تدوین شده			
	وضع چشم‌اندازهای جدید برای توسعه‌ی تکنولوژی و یا موارد دیگر که بر تکنولوژی اثرگذارند	غیررسمی (شکل‌گیری انتظارات)	
	شکل‌گیری محرک‌هایی برای توسعه‌ی تکنولوژی یا نوع خاصی از آن (مانند ارزان)		

شاخص‌های کمی	شاخص‌های کیفی	زیرعامل	عامل
	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 درباره‌ی آینده‌ی تکنولوژی		
	شفاف‌سازی پتانسیل بازار		شکل‌گیری بازار
	میزان عدم قطعیت موجود در برابر تولیدکنندگان و یا سرمایه‌گذاران		
	شناسایی مرحله‌ی بلوغ (دوره‌ی عمر) بازار		
	تعداد و تنوع کاربران موجود برای تکنولوژی		
	تعداد و تنوع نهادهای تنظیم‌شده برای شکل-دهی به بازار		
	کمک‌های بلاعوض دولتی (یارانه)	مالی	بسیج منابع
	سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی در گسترش فناوری		
	در دسترس بودن نیروی انسانی فنی در رابطه با تکنولوژی موردنظر	انسانی	
	تأمین مواد اولیه‌ی مورد نیاز برای توسعه‌ی تکنولوژی از خارج از کشور	مواد	
	توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز تکنولوژی و محصولات و خدمات مکمل	دارایی‌های مکمل	
	میزان هم‌گرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری تکنولوژیک در حال توسعه		مشروعیت بخشی
	میزان مشروعیت سرمایه‌گذاری در توسعه‌ی 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		



## ۱-۲- ارائه‌ی سیاست‌هایی سیستمی برای مشکلات سیستمی شناسایی شده

مشکلات سیستمی که به طور دقیق شناسایی شدند به راحتی 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- ارائه‌ی اهداف ابزارهای سیستمی و ابزارهای سیستمی متناسب با مشکلات سیستمی

مشکلات سیستمی شناسایی شده و اهداف مرتبط ابزارهای سیستمی در جدول زیر به‌طور خلاصه آمده است.

جدول (۱-۱): اهداف ابزارهای سیستمی متناسب با مشکلات سیستمی ارائه شده

مشکل سیستمی	نوع مشکل سیستمی	هدف ابزار سیستمی
مشکلات بازیگران	وجود؟ توانایی؟	تحریک و سازمان‌دهی مشارکت بازیگران متنوع (NGO ها، شرکت‌ها، دولت و ...) ایجاد فضا برای توسعه توانایی‌های بازیگران (به‌عنوان مثال از طریق یادگیری و آزمایش)
مشکلات تعاملات	وجود؟ شدت؟	تحریک به وقوع انجامیدن تعاملات فی‌مابین بازیگران (به‌عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع) ممانعت کردن از گره‌هایی که یا بیشتر از حد قوی هستند و تقویت گره‌های ضعیف
مشکلات نهادی	وجود؟ توانایی؟	تضمین وجود نهادها (سخت و نرم) جلوگیری کردن از اینکه نهادها خیلی ضعیف یا خیلی قوی باشند.
مشکلات زیرساختی	وجود؟ کیفیت؟	تحریک ایجاد زیرساخت‌های فیزیکی، مالی و دانشی. تضمین اینکه کیفیت زیرساخت‌ها مناسب است.

به منظور برآورده نمودن اهداف ابزارهای سیستمی، یک مجموعه از ابزارهای سیاستی قبلاً در ادبیات معرفی شده‌اند که یک مرور کلی بر آنها در جدول بعدی آمده است. این ابزارها در ایجاد یک ابزار سیستمی برای یک نظام نوآوری تحت بررسی یک 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. هدف آن ایجاد فرصت‌ها و شرایطی برای

شکل‌گیری نظام است. (البته از طریق تحت تأثیر قرار دادن عناصر و ارتباطات داخلی نظام که در غیر این صورت به‌طور خود به خودی ظهور نخواهد کرد.)

انتظار می‌رود که کاربرد یک ابزار سیستمی خوب طراحی شده 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.

### جدول (۱-۱۱): 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 (NGO ها، 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.
تحریک به وقوع انجامیدن تعاملات فی‌مابین بازیگران (به‌عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع)	برنامه‌های تحقیقاتی تعاونی، کنفرانس توسعه اجماع؛ کمک‌های مالی و برنامه‌های تعاونی، ابزار واسطه‌ای (پل زدن) (مراکز برتری‌ها، مراکز شایستگی)؛ همکاری و طرح‌های تحرک؛ روش‌های ارزش‌گذاری سیاست، بحث تسهیل در تصمیم‌گیری، مراکز ترویج علمی؛ انتقال فناوری.
ممانعت کردن از گره‌هایی که یا بیشتر از حد قوی هستند و تقویت گره‌های ضعیف	تهیه به‌موقع (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، سرمایه ریسکی.
تضمین وجود نهادها (سخت و نرم)	اقدامات ایجاد آگاهی، کمپین‌های آموزش و اطلاعات، بحث‌های عمومی، لابی، برچسب‌های داوطلبانه، موافقت‌نامه‌های داوطلبانه
جلوگیری کردن 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 زیرساخت‌ها مناسب است	آینده‌نگاری؛ روند مطالعات؛ نقشه راه؛ 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 / راه‌حل؛ سیستم‌های اطلاعاتی (مدیریت برنامه یا نظارت پروژه)؛ شیوه‌های ارزش‌گذاری و ابزار نظر سنجی 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 تاکنون مشکلات سیستمی شناسایی شده است و اهداف ابزارهای سیستمی نیز در این مرحله در جداول بالا مشکلات سیستمی به تفکیک و ابزارهای سیاستی به‌طور خیلی 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 زیر تبیین می‌شود. با این وجود باید توجه داشت بسته به حوزه‌ی 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.

جدول (۱-۱۲): ارائه پیشنهادها سیاستی و ابزارهای سیستمی برای مشکلات سیستمی شناسایی شده به تفکیک هر

### کارکرد

کارکردها	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	هدف ابزارهای سیستمی	پیشنهادها سیاستی و ابزارهای سیستمی
کارآفرینی	وجود	تحریک و سازمان‌دهی مشارکت بازیگران متنوع	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ شکل‌های جدیدی از مشارکت بین شرکت‌های عمومی و خصوصی ایجاد شود</li> <li>✓ تکنیک‌های تعاملی مشارکت ذینفعان به وجود آید</li> <li>✓ به سرمایه‌گذاری خطرپذیر بها داده شود</li> <li>✓ استفاده از خوشه‌بندی فناوری برای تحریک ورود کارآفرینان</li> <li>✓ برگزاری بحث‌های عمومی و کارگاه‌های علمی و نشست‌های موضوعی به‌منظور تحریک کارآفرینان</li> <li>✓ ایجاد کارزارهای گذار به وسیله‌ی 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</li> </ul>
	توانایی	ایجاد فضا برای توسعه توانایی‌های بازیگران (به‌عنوان مثال از طریق یادگیری و آزمایش)	<ul style="list-style-type: none"> <li>با استفاده از ابزارهای زیر می‌توان فضا را برای توسعه‌ی بازیگران کارآفرینی فراهم کرد:</li> <li>✓ طوفان مغزی</li> <li>✓ برنامه‌های آموزشی</li> <li>✓ بسترهای دانشی فناوری</li> <li>✓ کارگاه‌های آموزشی</li> <li>✓ پروژه‌های پایلوت</li> </ul>

کاربردها	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	هدف ابزارهای سیستمی	پیشنهاد‌های سیاستی و ابزارهای سیستمی
مشکلات تعاملات	وجود	تحریک به وقوع انجامیدن تعاملات فی‌مابین بازیگران (به‌عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ایجاد برنامه‌های تحقیقاتی تعاونی</li> <li>✓ برگزاری کنفرانس توسعه اجماع</li> <li>✓ استفاده از ابزار واسطه‌ای (پل زدن) (مراکز برتری‌ها، مراکز شایستگی)</li> <li>✓ به وجود آوردن همکاری و طرح‌های تحرک</li> <li>✓ بررسی بهترین روش انتقال فناوری برای ایجاد تعامل بین کارآفرینان</li> </ul>
	مشکلات تعاملات	شدت	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ تهیه به‌موقع احتیاجات (راهبردی، عمومی، R&amp;D دوستانه) تعاملات بین کارآفرینان را افزایش می‌دهد</li> <li>✓ ایجاد مراکز نمایشی که باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ با استفاده از مدیریت استراتژیک آشیانه‌ها می‌توان با گره‌های قوی رژیم مقابله کرد و گره‌های ضعیف موجود در آشیانه را تقویت کرد</li> <li>✓ استفاده از ابزارهای سیاستی (جوایز و افتخارات برای نوآوری و شکوفایی نوآوری) می‌تواند باعث تقویت گره‌های ضعیف شود.</li> <li>✓ وام/ تضمین/ مشوق‌های مالیاتی برای پروژه‌های نوآورانه و یا برای کاربرد جدید تکنولوژی باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ ارزیابی سازنده فناوری باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ با ارتقاء برنامه‌های فناوری تعاملات بین بازیگران این حوزه افزایش می‌یابد.</li> <li>✓ بحث و گفت‌وگو نیز باعث تقویت گره‌های بین کارآفرینان می‌شود.</li> <li>✓ ایجاد سرمایه‌گذاری خطرپذیر باعث تقویت تعاملات بین کارآفرینان می‌شود.</li> </ul>
مشکلات قوانین	وجود	تضمین وجود نهادها (سخت و نرم)	<ul style="list-style-type: none"> <li>با استفاده از ابزار زیر می‌توان وجود قوانین نرم و سخت را تضمین کرد:</li> <li>✓ اقدامات ایجاد آگاهی</li> <li>✓ کمپین‌های آموزش و اطلاعات</li> <li>✓ بحث‌های عمومی</li> <li>✓ لابی</li> <li>✓ موافقت‌نامه‌های داوطلبانه</li> </ul>
	کیفیت	جلوگیری کردن از اینکه نهادها خیلی ضعیف یا خیلی قوی باشند.	<ul style="list-style-type: none"> <li>با استفاده از ابزار زیر می‌توان نهاد‌های ضعیف را تقویت کرد و از قدرت نهاد‌های مخالف‌کننده با توسعه فناوری مورد نظر کاست:</li> <li>✓ آیین‌نامه‌ها (عمومی، خصوصی)</li> </ul>

کاربردها	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	هدف ابزارهای سیستمی	پیشنهاد‌های سیاستی و ابزارهای سیستمی
	مشکلات زیرساخت‌ها	وجود	تحریک ایجاد زیرساخت‌های فیزیکی، مالی و دانشی.
		کیفیت	تضمین اینکه کیفیت زیرساخت‌ها مناسب است.
توسعه دانش	مشکلات بازیگران	وجود	تحریک و سازمان‌دهی مشارکت بازیگران متنوع
		توانایی	ایجاد فضا برای توسعه توانایی‌های بازیگران (به عنوان مثال از طریق یادگیری و آزمایش)
		وجود	تحریک به وقوع انجامیدن تعاملات فی‌مابین بازیگران (به عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع)
			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ محدودیت تعهدات</li> <li>✓ هنجارهای (محصول، کاربر)</li> <li>✓ موافقت‌نامه‌ها</li> <li>✓ قوانین حق ثبت اختراع</li> <li>✓ استاندارد</li> <li>✓ مالیات</li> <li>✓ حقوق</li> <li>✓ اصول</li> <li>✓ مکانیزم عدم رعایت دستورالعمل‌ها</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ به وجود آوردن شکل‌های جدیدی از مشارکت بین شرکت‌های عمومی و خصوصی و پروژه‌های دانشگاهی</li> <li>✓ فراهم آوردن بستری برای گروه‌بندی دانشجویان و اساتید به گروه ذینفعان در حوزه‌ی مربوطه</li> <li>✓ تشویق دانشگاه‌ها برای برگزاری کارگاه‌های علمی و نشست‌های موضوعی</li> <li>✓ تشویق دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها برای تبیین کارزارهای گذار</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ با استفاده از ابزارهای زیر می‌توان فضا را برای توسعه‌ی بازیگران توسعه دانش فراهم کرد:</li> <li>✓ گفتمان بیان</li> <li>✓ طوفان مغزی</li> <li>✓ برنامه‌های آموزشی</li> <li>✓ بسترهای دانشی فناوری</li> <li>✓ کارگاه‌های آموزشی</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ایجاد برنامه‌های تحقیقاتی تعاونی</li> <li>✓ برگزاری کنفرانس توسعه اجماع</li> <li>✓ به وجود آوردن برنامه‌های تعاونی</li> <li>✓ استفاده از ابزار واسطه‌ای (پل زدن) (مراکز برتری‌ها، مراکز شایستگی) برای ایجاد تعامل بین دانشگاه‌ها و تعامل بین صنعت و دانشگاه</li> </ul>

کاربردها	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	هدف ابزارهای سیستمی	پیشنهاد‌های سیاستی و ابزارهای سیستمی
	شدت	ممانعت کردن از گره‌هایی که یا بیشتر از حد قوی هستند و تقویت گره‌های ضعیف	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ بررسی بهترین روش انتقال فناوری و اجرای آن در حوزه‌ی فناوری</li> <li>مورد مطالعه برای ایجاد تعامل بین بازیگران توسعه دانش</li> <li>✓ تهیه به موقع احتیاجات (راهبردی، عمومی، R&amp;D دوستانه) تعاملات بین بازیگران توسعه دانش را افزایش می‌دهد</li> <li>✓ ایجاد مراکز نمایشی که باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ با استفاده از مدیریت استراتژیک آشیانه‌ها می‌توان با گره‌های قوی رژیم مقابله کرد و گره‌های ضعیف موجود در آشیانه را تقویت کرد</li> <li>✓ استفاده از ابزارهای سیاستی (جوایز و افتخارات برای نوآوری و شکوفایی نوآوری) می‌تواند باعث تقویت گره‌های ضعیف برای توسعه دانش شود.</li> <li>✓ ارزیابی سازنده فناوری باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ با ارتقاء برنامه‌های فناوری تعاملات بین بازیگران این حوزه افزایش می‌یابد.</li> <li>✓ بحث و گفت‌وگو نیز باعث تقویت گره‌های بین بازیگران توسعه دانش می‌شود.</li> </ul>
			وجود
مشکلات قوانین	کیفیت	<ul style="list-style-type: none"> <li>با استفاده از ابزار زیر می‌توان نهاد‌های ضعیف را تقویت کرد و از قدرت نهاد‌های مخالفت‌کننده با توسعه فناوری موردنظر کاست:</li> <li>✓ آیین‌نامه‌ها (عمومی، خصوصی)</li> <li>✓ محدودیت تعهدات</li> <li>✓ هنجارهای (محصول، کاربر)</li> <li>✓ موافقت‌نامه‌ها</li> <li>✓ قوانین حق ثبت اختراع</li> <li>✓ استاندارد</li> <li>✓ مالیات</li> <li>✓ حقوق</li> <li>✓ اصول</li> <li>✓ مکانیزم عدم رعایت دستورالعمل‌ها</li> </ul>	

کارکردها	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 زیرساخت‌های مربوط به توسعه دانش می‌توان از همه‌ی ابزارهای جدول قبل به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.
	کیفیت	تضمین اینکه کیفیت زیرساخت‌ها مناسب است.	برای تضمین کیفیت زیرساخت‌های مربوط به توسعه دانش می‌توان از همه‌ی ابزارهای جدول قبل به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.
مشکلات بازیگران	وجود	تحریک و سازمان‌دهی مشارکت بازیگران متنوع	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ به وجود آوردن شکل‌های جدیدی از مشارکت بین شرکت‌های عمومی و خصوصی با بانک‌ها و سازمان‌های تأمین منابع مالی</li> <li>✓ ایجاد تکنیک‌های تعاملی مشارکت ذینفعان و سازمان‌های تأمین منابع مالی</li> <li>✓ برگزاری بحث‌های عمومی و کارگاه‌های علمی برای تربیت نیروی انسانی</li> <li>✓ برپایی نشست‌های موضوعی برای نحوه تأمین منابع مالی و انسانی</li> </ul>
	توانایی	ایجاد فضا برای توسعه توانایی‌های بازیگران (به عنوان مثال از طریق یادگیری و آزمایش)	<ul style="list-style-type: none"> <li>با استفاده از ابزارهای زیر می‌توان فضا را برای توسعه‌ی بازیگران تأمین و تسهیل منابع فراهم کرد:</li> <li>✓ گفتمان بیان</li> <li>✓ پس‌بینی</li> <li>✓ آینده‌نگاری</li> <li>✓ ره نگاشت</li> <li>✓ طوفان مغزی</li> <li>✓ آزمایشگاه‌های سیاست‌گذاری</li> </ul>
	وجود	تحریک به وقوع انجامیدن تعاملات فی‌مابین بازیگران (به عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ کنفرانس توسعه اجماع</li> <li>✓ کمک‌های مالی و برنامه‌های تعاونی به منظور تحریک متولیان تأمین و تسهیل منابع</li> <li>✓ استفاده از ابزار واسطه‌ای (پل زدن) (مراکز برتری‌ها، مراکز شایستگی)</li> <li>✓ همکاری و طرح‌های تحرک</li> </ul>
مشکلات تعاملات	شدت	ممانعت کردن از گره‌هایی که یا بیشتر از حد قوی هستند و تقویت گره‌های ضعیف	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ تهیه به موقع احتیاجات (راهبردی، عمومی، R&amp;D دوستانه) تعاملات بین بازیگران تأمین و تسهیل منابع را افزایش می‌دهد</li> <li>✓ ایجاد مراکز نمایشی که باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ با استفاده از مدیریت استراتژیک آشیانه‌ها می‌توان با گره‌های قوی رژیم مقابله کرد و گره‌های ضعیف موجود در آشیانه را تقویت کرد</li> <li>✓ استفاده از ابزارهای سیاستی (جوایز و افتخارات برای نوآوری و شکوفایی نوآوری) می‌تواند باعث تقویت گره‌های ضعیف شود.</li> <li>✓ وام/ تضمین/ مشوق‌های مالیاتی برای پروژه‌های نوآورانه و یا برای</li> </ul>

کاربردها	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	هدف ابزارهای سیستمی	پیشنهاد‌های سیاستی و ابزارهای سیستمی
			<p>کاربرد جدید تکنولوژی باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</p> <p>✓ ارزیابی سازنده فناوری باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</p> <p>✓ با ارتقاء برنامه‌های فناوری تعاملات بین بازیگران این حوزه افزایش می‌یابد.</p> <p>✓ بحث و گفت‌وگو نیز باعث تقویت گره‌های بین تأمین‌کنندگان منابع می‌شود.</p>
		وجود	<p>با استفاده از ابزار زیر می‌توان وجود قوانین نرم و سخت را تضمین کرد:</p> <p>✓ اقدامات ایجاد آگاهی</p> <p>✓ کمپین‌های آموزش و اطلاعات</p> <p>✓ بحث‌های عمومی</p> <p>✓ لابی</p> <p>✓ موافقت‌نامه‌های داوطلبانه</p>
	مشکلات قوانین	کیفیت	<p>با استفاده از ابزار زیر می‌توان نهاد‌های ضعیف را تقویت کرد و از قدرت نهاد‌های مخالفت‌کننده با توسعه فناوری مورد نظر کاست:</p> <p>✓ آیین‌نامه‌ها (عمومی، خصوصی)</p> <p>✓ محدودیت تعهدات</p> <p>✓ هنجارهای (محصول، کاربر)</p> <p>✓ موافقت‌نامه‌ها</p> <p>✓ قوانین حق ثبت اختراع</p> <p>✓ استاندارد</p> <p>✓ مالیات</p> <p>✓ حقوق</p> <p>✓ اصول</p> <p>✓ مکانیزم عدم رعایت دستورالعمل‌ها</p>
	مشکلات زیرساخت‌ها	وجود	<p>برای تحریک ایجاد زیرساخت‌های مربوط به تأمین و تسهیل منابع می‌توان از همه‌ی ابزارهای جدول قبل به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.</p>
		کیفیت	<p>برای تضمین کیفیت زیرساخت‌های مربوط به تأمین و تسهیل منابع می‌توان از همه‌ی ابزارهای جدول قبل به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.</p>
انتشار دانش	مشکلات بازیگران	وجود	<p>✓ ایجاد شکل‌های جدیدی از مشارکت بین شرکت‌های عمومی و خصوصی</p> <p>✓ تکنیک‌های تعاملی مشارکت ذینفعان برای انتشار دانش</p>



کاربردها	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	هدف ابزارهای سیستمی	پیشنهاد‌های سیاستی و ابزارهای سیستمی
	توانایی	ایجاد فضا برای توسعه توانایی‌های بازیگران (به عنوان مثال از طریق یادگیری و آزمایش)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ برپایی بحث‌های عمومی و کارگاه‌های علمی و نشست‌های موضوعی</li> <li>✓ برای تشویق متولیان انتشار دانش</li> </ul>
	وجود	تحریک به وقوع انجامیدن تعاملات فی‌مابین بازیگران (به عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ به وجود آوردن برنامه‌های تحقیقاتی تعاونی</li> <li>✓ برگزاری کنفرانس توسعه اجماع</li> <li>✓ استفاده از ابزار واسطه‌ای (پل زدن) (مراکز برتری‌ها، مراکز شایستگی)</li> <li>✓ ایجاد مراکز ترویج علمی</li> <li>✓ فراهم آوردن بستری مناسب برای ثبت اطلاعات مربوطه</li> </ul>
	مشکلات تعاملات	ممانعت کردن از گره‌هایی که یا بیشتر از حد قوی هستند و تقویت گره‌های ضعیف	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ تهیه به موقع احتیاجات (راهبردی، عمومی، R&amp;D دوستانه) تعاملات بین بازیگران انتشار دانش را افزایش می‌دهد</li> <li>✓ ایجاد مراکز نمایشی که باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ با استفاده از مدیریت استراتژیک آشیانه‌ها می‌توان با گره‌های قوی رژیم مقابله کرد و گره‌های ضعیف موجود در آشیانه را تقویت کرد</li> <li>✓ استفاده از ابزارهای سیاستی (جوایز و افتخارات برای نوآوری و شکوفایی نوآوری) می‌تواند باعث تقویت گره‌های ضعیف برای انتشار دانش شود.</li> <li>✓ ارزیابی سازنده فناوری باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ با ارتقاء برنامه‌های فناوری تعاملات بین بازیگران این حوزه افزایش می‌یابد.</li> <li>✓ بحث و گفتمان نیز باعث تقویت گره‌های بین بازیگران انتشار دانش می‌شود.</li> </ul>
مشکلات قوانین	وجود	تضمین وجود نهادها (سخت و نرم)	<ul style="list-style-type: none"> <li>با استفاده از ابزار زیر می‌توان وجود قوانین نرم و سخت را تضمین کرد:</li> <li>✓ اقدامات ایجاد آگاهی</li> <li>✓ کمپین‌های آموزش و اطلاعات</li> <li>✓ بحث‌های عمومی</li> <li>✓ لابی</li> <li>✓ موافقت‌نامه‌های داوطلبانه</li> </ul>

کارکردها	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	هدف ابزارهای سیستمی	پیشنهاد های سیاستی و ابزارهای سیستمی
جهت‌دهی به سیستم	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: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ آیین‌نامه‌ها (عمومی، خصوصی)</li> <li>✓ محدودیت تعهدات</li> <li>✓ هنجارهای (محصول، کاربر)</li> <li>✓ موافقت‌نامه‌ها</li> <li>✓ قوانین حق ثبت اختراع</li> <li>✓ استاندارد</li> <li>✓ مالیات</li> <li>✓ حقوق</li> <li>✓ اصول</li> <li>✓ مکانیزم عدم رعایت دستورالعمل‌ها</li> </ul>
	مشکلات زیرساخت‌ها	وجود	تحریک ایجاد زیرساخت‌های فیزیکی، مالی و دانشی.
	کیفیت	تضمین اینکه کیفیت زیرساخت‌ها مناسب است.	برای تحریک ایجاد زیرساخت‌های مربوط به انتشار دانش می‌توان از همه‌ی ابزارهای جدول قبل به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد. برای تضمین کیفیت زیرساخت‌های مربوط به انتشار دانش می‌توان از همه‌ی ابزارهای جدول قبل به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.
جهت‌دهی به سیستم	وجود	تحریک و سازمان‌دهی مشارکت بازیگران متنوع	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ شکل‌های جدیدی از مشارکت بین شرکت‌های عمومی و خصوصی</li> <li>✓ تکنیک‌های تعاملی مشارکت ذینفعان</li> <li>✓ برپایی بحث‌های عمومی و کارگاه‌های علمی و نشست‌های موضوعی به منظور تشویق متولیان جهت‌دهی به سیستم و اجماع بین بازیگران این حوزه</li> <li>✓ تبیین کارزارهای گذار به منظور اجماع سازمان‌های جهت‌دهی به سیستم</li> </ul>
	مشکلات بازیگران	توانایی	با استفاده از ابزارهای زیر می‌توان فضا را برای توسعه‌ی بازیگران جهت‌دهی به سیستم فراهم کرد: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ گفتمان بیان</li> <li>✓ پس‌بینی</li> <li>✓ آینده‌نگاری</li> <li>✓ ره‌نگاشت</li> <li>✓ طوفان مغزی</li> <li>✓ برنامه‌های آموزشی</li> <li>✓ بسترهای دانشی فناوری</li> <li>✓ توسعه سناریو</li> </ul>

کاربردها	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	هدف ابزارهای سیستمی	پیشنهاد‌های سیاستی و ابزارهای سیستمی
	وجود	تحریک به وقوع انجامیدن تعاملات فی مابین بازیگران (به‌عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ آزمایشگاه‌های سیاست‌گذاری</li> <li>✓ برگزاری کنفرانس توسعه اجماع</li> <li>✓ استفاده از ابزار واسطه‌ای (پل زدن) (مراکز برتری‌ها، مراکز شایستگی)</li> <li>✓ فراهم آوردن همکاری و طرح‌های تحرک</li> <li>✓ بررسی روش‌های ارزش‌گذاری سیاست</li> <li>✓ ایجاد بستری مناسب برای تسهیل در تصمیم‌گیری</li> </ul>
	مشکلات تعاملات		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ تهیه به موقع احتیاجات (راهبردی، عمومی، R&amp;D دوستانه) تعاملات بین بازیگران جهت‌دهی به سیستم را افزایش می‌دهد</li> <li>✓ ایجاد مراکز نمایشی که باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ با استفاده از مدیریت استراتژیک آشیانه‌ها می‌توان با گره‌های قوی رژیم مقابله کرد و گره‌های ضعیف موجود در آشیانه را تقویت کرد</li> <li>✓ استفاده از ابزارهای سیاستی (جوایز و افتخارات برای نوآوری و شکوفایی نوآوری) می‌تواند باعث تقویت گره‌های ضعیف شود.</li> <li>✓ وام/ تضمین/ مشوق‌های مالیاتی برای پروژه‌های نوآورانه و یا برای کاربرد جدید تکنولوژی باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ ارزیابی سازنده فناوری باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ با ارتقاء برنامه‌های فناوری تعاملات بین بازیگران این حوزه افزایش می‌یابد.</li> <li>✓ بحث و گفت‌وگو نیز باعث تقویت گره‌های بین بازیگران جهت‌دهی به سیستم می‌شود.</li> <li>✓ ایجاد سرمایه‌گذاری خطرپذیر باعث تقویت تعاملات بین بازیگران جهت‌دهی به سیستم می‌شود.</li> </ul>
	شدت	ممانعت کردن از گره‌هایی که یا بیشتر از حد قوی هستند و تقویت گره‌های ضعیف	
	مشکلات قوانین	تضمین وجود نهادها (سخت و نرم)	<ul style="list-style-type: none"> <li>با استفاده از ابزار زیر می‌توان وجود قوانین نرم و سخت را تضمین کرد:</li> <li>✓ اقدامات ایجاد آگاهی</li> <li>✓ کمپین‌های آموزش و اطلاعات</li> <li>✓ بحث‌های عمومی</li> <li>✓ لابی</li> <li>✓ موافقت‌نامه‌های داوطلبانه</li> </ul>
	کیفیت	جلوگیری کردن از اینکه نهادها خیلی ضعیف یا خیلی قوی باشند.	<ul style="list-style-type: none"> <li>با استفاده از ابزار زیر می‌توان نهادهای ضعیف را تقویت کرد و از قدرت نهادهای مخالفت‌کننده با توسعه فناوری مورد نظر کاست:</li> <li>✓ آیین‌نامه‌ها (عمومی، خصوصی)</li> <li>✓ محدودیت تعهدات</li> </ul>

کارکردها	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	هدف ابزارهای سیستمی	پیشنهاد های سیاستی و ابزارهای سیستمی
			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ هنجارهای (محصول، کاربر)</li> <li>✓ موافقت نامه ها</li> <li>✓ قوانین حق ثبت اختراع</li> <li>✓ استاندارد</li> <li>✓ مالیات</li> <li>✓ حقوق</li> <li>✓ اصول</li> <li>✓ مکانیزم عدم رعایت دستورالعمل ها</li> </ul>
	مشکلات زیرساختها	وجود	تحریک ایجاد زیرساخت های فیزیکی، مالی و دانشی.
			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ برای تحریک ایجاد زیرساخت های مربوط به جهت دهی به سیستم می توان از همه ی ابزارهای جدول قبل به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ برای تضمین کیفیت زیرساخت های مربوط به جهت دهی به سیستم می توان از همه ی ابزارهای جدول قبل به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.</li> </ul>
مشروعیت بخشی		وجود	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ایجاد شکل های جدیدی از مشارکت بین شرکت های عمومی و خصوصی به منظور ایجاد سازمان های مردم نهاد برای مشروعات بخشی</li> <li>✓ اجرای بحث های عمومی و کارگاه های علمی و نشست های موضوعی برای تهیه متولیان مشروعیت بخشی</li> </ul>
	مشکلات بازیگران	توانایی	<ul style="list-style-type: none"> <li>با استفاده از ابزارهای زیر می توان فضا را برای توسعه ی بازیگران مشروعیت بخشی فراهم کرد:</li> <li>✓ گفتمان بیان</li> <li>✓ پس بینی</li> <li>✓ آینده نگاری</li> <li>✓ ره نگاشت</li> <li>✓ برنامه های آموزشی</li> <li>✓ بسترهای دانشی فناوری</li> <li>✓ توسعه سناریو</li> <li>✓ کارگاه های آموزشی</li> <li>✓ آزمایشگاه های سیاست گذاری</li> <li>✓ پروژه های پایلوت</li> </ul>
		وجود	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ تدوین برنامه های تحقیقاتی تعاونی</li> <li>✓ برگزاری کنفرانس توسعه اجماع</li> </ul>
	مشکلات تعاملات	وجود	<ul style="list-style-type: none"> <li>تحریک به وقوع انجامیدن تعاملات فی مابین بازیگران (به عنوان عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع)</li> </ul>

پیشنهاد‌های سیاستی و ابزارهای سیستمی	هدف ابزارهای سیستمی	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	کاربردها
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ استفاده از ابزار واسطه‌ای (پل زدن) (مراکز برتری‌ها، مراکز شایستگی)</li> <li>✓ ایجاد مراکز ترویج علمی</li> <li>✓ تهیه به موقع احتیاجات (راهبردی، عمومی، R&amp;D دوستانه) تعاملات بین بازیگران مشروعیت بخشی را افزایش می‌دهد</li> <li>✓ ایجاد مراکز نمایشی که باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ با استفاده از مدیریت استراتژیک آشیانه‌ها می‌توان با گره‌های قوی رژیم مقابله کرد و گره‌های ضعیف موجود در آشیانه را تقویت کرد</li> <li>✓ استفاده از ابزارهای سیاستی (جوایز و افتخارات برای نوآوری و شکوفایی نوآوری) می‌تواند باعث تقویت گره‌های ضعیف شود.</li> <li>✓ وام/ تضمین/ مشوق‌های مالیاتی برای پروژه‌های نوآورانه و یا برای کاربرد جدید تکنولوژی باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ ارزیابی سازنده فناوری باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ با ارتقاء برنامه‌های فناوری تعاملات بین بازیگران این حوزه افزایش می‌یابد</li> <li>✓ بحث و گفت‌وگو نیز باعث تقویت گره‌های بین بازیگران مشروعیت بخشی می‌شود</li> </ul>	<p>ممانعت کردن از گره‌هایی که یا بیشتر از حد قوی هستند و تقویت گره‌های ضعیف</p>	<p>شدت</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>با استفاده از ابزار زیر می‌توان وجود قوانین نرم و سخت را تضمین کرد:</li> <li>✓ اقدامات ایجاد آگاهی</li> <li>✓ کمپین‌های آموزش و اطلاعات</li> <li>✓ بحث‌های عمومی</li> <li>✓ لابی</li> <li>✓ موافقت‌نامه‌های داوطلبانه</li> </ul>	<p>تضمین وجود نهادها (سخت و نرم)</p>	<p>وجود</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>با استفاده از ابزار زیر می‌توان نهادهای ضعیف را تقویت کرد و از قدرت نهادهای مخالفت‌کننده با توسعه فناوری مورد نظر کاست:</li> <li>✓ آیین‌نامه‌ها (عمومی، خصوصی)</li> <li>✓ محدودیت تعهدات</li> <li>✓ هنجارهای (محصول، کاربر)</li> <li>✓ موافقت‌نامه‌ها</li> <li>✓ قوانین حق ثبت اختراع</li> <li>✓ استاندارد</li> <li>✓ مالیات</li> <li>✓ حقوق</li> </ul>	<p>جلوگیری کردن از اینکه نهادها خیلی ضعیف یا خیلی قوی باشند.</p>	<p>مشکلات قوانین کیفیت</p>	

کاربردها	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	هدف ابزارهای سیستمی	پیشنهاد‌های سیاستی و ابزارهای سیستمی
مشکلات زیرساخت‌ها	وجود	تحریک ایجاد زیرساخت‌های فیزیکی، مالی و دانشی.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ اصول</li> <li>✓ مکانیزم عدم رعایت دستورالعمل‌ها</li> </ul>
	کیفیت	تضمین اینکه کیفیت زیرساخت‌ها مناسب است.	<ul style="list-style-type: none"> <li>برای تحریک ایجاد زیرساخت‌های مربوط به مشروعیت‌بخشی می‌توان از همه‌ی ابزارهای جدول قبل به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.</li> <li>برای تضمین کیفیت زیرساخت‌های مربوط به مشروعیت‌بخشی می‌توان از همه‌ی ابزارهای جدول قبل به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.</li> </ul>
مشکلات بازیگران	وجود	تحریک و سازمان‌دهی مشارکت بازیگران متنوع	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ بحث‌های عمومی و کارگاه‌های علمی و نشست‌های موضوعی به منظور ایجاد تقاضا</li> <li>✓ ایجاد کارزارهای گذار برای ایجاد تقاضا به منظور شکل‌گیری بازار اولیه</li> </ul>
	توانایی	ایجاد فضا برای توسعه توانایی‌های بازیگران (به عنوان مثال از طریق یادگیری و آزمایش)	<ul style="list-style-type: none"> <li>با استفاده از ابزارهای زیر می‌توان فضا را برای توسعه‌ی بازیگران شکل‌دهی به بازار فراهم کرد:</li> <li>✓ گفتمان بیان</li> <li>✓ پس‌بینی</li> <li>✓ آینده‌نگاری</li> <li>✓ رهنگاشت</li> <li>✓ طوفان مغزی</li> <li>✓ برنامه‌های آموزشی</li> <li>✓ توسعه سناریو</li> <li>✓ کارگاه‌های آموزشی</li> <li>✓ آزمایشگاه‌های سیاست‌گذاری</li> <li>✓ پروژه‌های پایلوت</li> </ul>
	وجود	تحریک به وقوع انجامیدن تعاملات فی‌مابین بازیگران (به عنوان مثال مدیریت وجوه مشترک و ایجاد اجماع)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ برگزاری کنفرانس توسعه اجماع</li> <li>✓ استفاده از ابزار واسطه‌ای (پل زدن) (مراکز برتری‌ها، مراکز شایستگی)</li> <li>✓ فراهم آوردن بستری برای همکاری و طرح‌های تحرک</li> <li>✓ ایجاد مراکز ترویج علمی</li> <li>✓ بررسی وجوه مختلف انتقال فناوری به منظور ایجاد تعامل بین بازیگران شکل‌دهی به بازار</li> </ul>
مشکلات تعاملات	شدت	ممانعت کردن از گره‌هایی که یا بیشتر از حد قوی هستند و تقویت گره‌های ضعیف.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ تهیه به موقع احتیاجات (راهبردی، عمومی، R&amp;D دوستانه) تعاملات بین بازیگران شکل‌دهی به بازار را افزایش می‌دهد</li> <li>✓ ایجاد مراکز نمایشی که باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ با استفاده از مدیریت استراتژیک آشیانه‌ها می‌توان با گره‌های قوی</li> </ul>

پیشنهاد‌های سیاستی و ابزارهای سیستمی	هدف ابزارهای سیستمی	چهار دسته مشکلات سیستمی ساختاری	کاربردها
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ رژیم مقابله کرد و گره‌های ضعیف موجود در آشیانه را تقویت کرد</li> <li>✓ استفاده از ابزارهای سیاستی (جوایز و افتخارات برای نوآوری و شکوفایی نوآوری) می‌تواند باعث تقویت گره‌های ضعیف شود.</li> <li>✓ وام/ تضمین/ مشوق‌های مالیاتی برای پروژه‌های نوآورانه و یا برای کاربرد جدید تکنولوژی باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ ارزیابی سازنده فناوری باعث تقویت گره‌های ضعیف می‌شود</li> <li>✓ با ارتقاء برنامه‌های فناوری تعاملات بین بازیگران این حوزه افزایش می‌یابد</li> <li>✓ بحث و گفت‌وگو نیز باعث تقویت گره‌های بین بازیگران شکل‌دهی به بازار می‌شود</li> <li>✓ ایجاد سرمایه‌گذاری خطرپذیر باعث تقویت تعاملات بین بازیگران شکل‌دهی به بازار می‌شود</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>با استفاده از ابزار زیر می‌توان وجود قوانین نرم و سخت را تضمین کرد:</li> <li>✓ اقدامات ایجاد آگاهی</li> <li>✓ کمپین‌های آموزش و اطلاعات</li> <li>✓ بحث‌های عمومی</li> <li>✓ لابی</li> <li>✓ موافقت‌نامه‌های داوطلبانه</li> </ul>	تضمین وجود نهادها (سخت و نرم)	وجود	
<ul style="list-style-type: none"> <li>با استفاده از ابزار زیر می‌توان نهادهای ضعیف را تقویت کرد و از قدرت نهادهای مخالفت‌کننده با توسعه فناوری مورد نظر کاست:</li> <li>✓ آیین‌نامه‌ها (عمومی، خصوصی)</li> <li>✓ محدودیت تعهدات</li> <li>✓ هنجارهای (محصول، کاربر)</li> <li>✓ قوانین حق ثبت اختراع</li> <li>✓ استاندارد</li> <li>✓ مالیات</li> <li>✓ حقوق</li> <li>✓ مکانیزم عدم رعایت دستورالعمل‌ها</li> </ul>	جلوگیری کردن از اینکه نهادها خیلی ضعیف یا خیلی قوی باشند.	مشکلات قوانین کیفیت	
<ul style="list-style-type: none"> <li>برای تحریک ایجاد زیرساخت‌های مربوط به شکل‌دهی به بازار می‌توان از همه‌ی ابزارهای جدول قبل به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.</li> </ul>	تحریک ایجاد زیرساخت‌های فیزیکی، مالی و دانشی.	وجود	مشکلات
<ul style="list-style-type: none"> <li>برای تضمین کیفیت زیرساخت‌های مربوط به شکل‌دهی به بازار می‌توان از همه‌ی ابزارهای جدول قبل به صورت تکی یا ترکیبی استفاده کرد.</li> </ul>	تضمین اینکه کیفیت زیرساخت‌ها مناسب است.	کیفیت	زیرساخت‌ها





## فصل ۲: چالش‌های توسعه تجهیزات حفاظت شبکه

### برق در قالب کارکردهای نظام نوآوری و

### سیاست‌های رفع آن

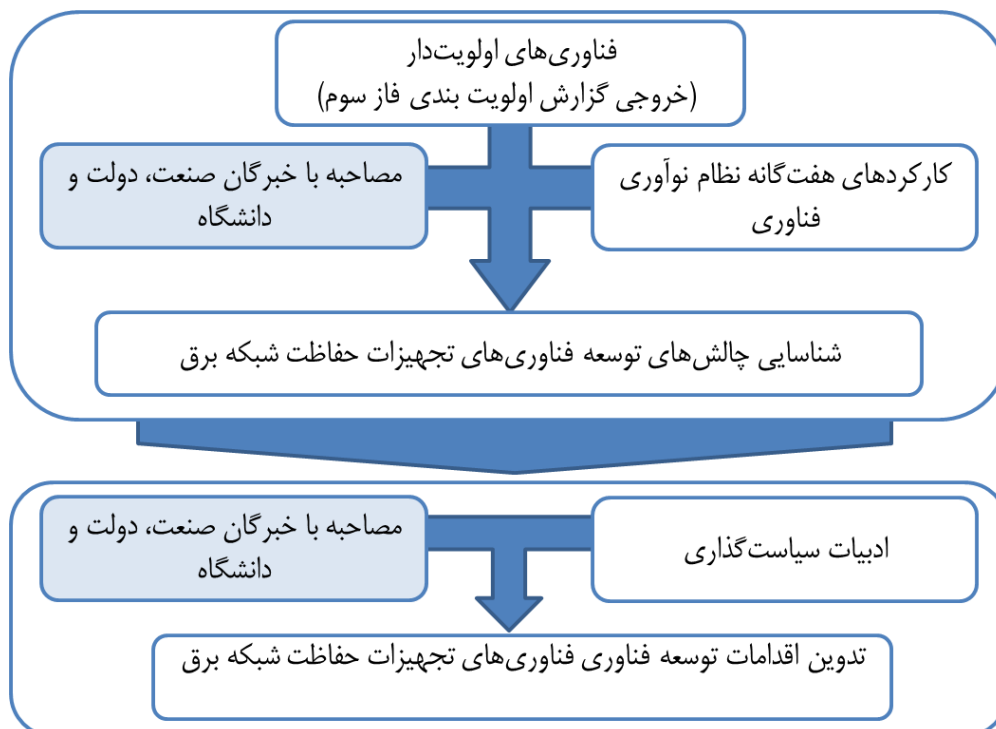


## مقدمه

به منظور تدوین سیاست‌های کلان مورد نیاز در سند توسعه فناوری‌های حفاظت شبکه برق، چالش‌های مربوط به هر یک از ابعاد ساختاری TIS (یعنی بازیگران، تعاملات، نهادها و زیرساخت‌ها) در هر یک از کارکردهای نظام نوآوری فناورانه شامل توسعه و انتشار دانش، فعالیت‌های کارآفرینی، شکل‌دهی 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 تجهیزات شبکه برق در هر یک از کارکردها دسته‌بندی می‌گردد. در بخش آتی سیاست‌های لازم برای رفع این چالش‌ها تعیین می‌گردد.

## ۱-۲- چالش‌های توسعه تجهیزات حفاظت شبکه برق

به منظور احصاء چالش‌های پیش‌روی توسعه فناوری‌های حفاظت شبکه برق و تدوین اقدامات مطابق با شکل زیر در ابتدا با توجه به فناوری‌های اولویت‌دار فناوری‌های حفاظت شبکه برق که در گزارش اولویت‌بندی فاز سوم همین پروژه شناسایی گردیده‌اند مصاحباتی با خبرگان براساس کارکردهای هفت‌گانه نظام نوآوری صورت پذیرفت سپس با توجه به این مصاحبات صورت گرفته اقدامات مورد نیاز جهت رفع هر یک از این چالش‌ها تدوین گردید.



### شکل (۱-۲): متدولوژی تدوین اقدامات توسعه فناوری تجهیزات حفاظت شبکه برق

لازم به ذکر است مطابق گزارش اولویت‌بندی و تعیین سبک اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار مربوط به فاز سوم همین پروژه فناوری‌های رله نسل سوم و تجهیزات پایش و پردازش (PMU) به عنوان اولویت‌های توسعه فناوری‌های حفاظت مشخص گردیده است و سبک اکتساب مناسب این فناوری‌ها مطابق با گزارش مذکور تحقیق و توسعه درون‌زا تعیین شده است. لذا در این فصل گزارش با توجه به اولویت‌های توسعه فناوری حفاظت، مصاحباتی به منظور شناسایی چالش‌های پیش‌رو در زمینه توسعه فناوری‌های اولویت‌دار با متخصصین کشور صورت گرفته است که در جداول زیر خلاصه‌ای از مصاحبات صورت گرفته ارائه می‌گردد و سپس اهم چالش‌های مورد نظر متخصصان فوق‌الذکر در چهارچوب کارکردهای هفت‌گانه نظام نوآوری فناورانه ارائه می‌گردد.

- ❖ دکتر گیلوانژاد (مدیر گروه خط و پست پژوهشگاه نیرو)
- ❖ دکتر قاضی‌زاده (ریاست پژوهشگاه نیرو)
- ❖ مهندس عابدرشیدی (مشاور مدیریت شبکه حفاظت)
- ❖ دکتر فرمد (مدیر گروه خط و پست پژوهشگاه نیرو)
- ❖ دکتر علیپور (مدیر کل دفتر فنی و نظارت انتقال شرکت توانیر)
- ❖ مهندس منصوربخت (مسئول آزمایشگاه رله و حفاظت پژوهشگاه)
- ❖ مهندس میرزاخانی (کارشناس ارشد برق در سازمان ملی استاندارد)
- ❖ مهندس عراقی (معاون بازرگانی شرکت همیان فن)
- ❖ دکتر کوهساری (استاد دانشگاه امیرکبیر)
- ❖ دکتر داور پناه (استاد دانشگاه تهران)
- ❖ مهندس ایوب زاده (مدیر دفتر مطالعات و حفاظت شبکه مدیریت شبکه برق ایران)
- ❖ دکتر جمالی (استاد دانشگاه علم و صنعت)
- ❖ مهندس خدای (مسئول رلیاژ شرکت متانیر)
- ❖ مهندس جلالی (شرکت برق تهران)

- ❖ مهندس بیاتی (رئیس گروه برنامه‌ریزی دفتر فنی و نظارت انتقال شرکت توانیر)
- ❖ مهندس متین‌فر (کارشناس پژوهشی پژوهشگاه نیرو)
- ❖ مهندس حجتی کرمانی (کارشناس مخابرات حفاظت شرکت مدیریت شبکه)
- ❖ دکتر رضوی (سازنده رله)
- ❖ دکتر کراری، رضایی (اساتید دانشگاه امیرکبیر)
- ❖ دکتر خدرزاده (استاد دانشگاه شهید بهشتی)

## ۲-۱-۱- دکتر گیلوانزاد

<p>افراد خبره در این حوزه بسیار اندک هستند (البته افراد پتانسیل بالقوه‌ی بالایی دارند که باید از این پتانسیل استفاده شود) و ارگان‌های حرفه‌ای در این حوزه کم هستند و خدماتی که شرکت‌ها ارائه می‌دهند نیز چندان علمی نیست و بیشتر بر پایه‌ی تجربه است.</p> <p>بیشتر فعالیت‌ها در این حوزه نظری بوده و پیاده‌سازی صنعتی نمی‌شود به عنوان مثال در کشور بیشتر توسعه دانش در این زمینه در مقالات است که روش‌های مقالات در این نیز صحت‌سنجی نمی‌شوند و صرفاً با مقالات خارجی مقایسه می‌شوند.</p> <p>عدم وجود نهادی که بتواند خدمات خود را به لحاظ علمی تضمین کند.</p>	<p>وضعیت توسعه و انتشار دانش در حوزه توسعه فناوری‌های حفاظت در شبکه برق چگونه است؟</p>
	<p>کارآفرینی در حوزه‌ی توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>
<p>در صورتی که بتوان محصولات این حوزه را به قیمت مناسب و ارزان ارائه داد می‌توان مزیت رقابتی ایجاد کرد.</p> <p>مهم‌ترین رقبا چینی‌ها و هندی‌ها هستند که قیمت محصولات آنها پایین است البته کیفیت مناسبی نیز ندارند، ترکیه نیز با استفاده از سرمایه‌گذاری مشترک شروع به ساخت کرده است.</p> <p>با تولید در داخل می‌توان محصولی ارزاتر از مشابه خارجی تولید کرد که البته برای حضور در بازار حداقل به ۱۰ سال زمان احتیاج داریم.</p> <p>هند رقیبی دست نیافتنی در این حوزه است اما بدون در نظر گرفتن هند می‌توان به جایگاه خوبی در منطقه رسید</p>	<p>وضعیت شکل‌دهی به بازار در توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>

<p>از نظر فنی مشکلات فراوانی دارد و از سویی دیگر مسئله‌ی تحریم‌ها را نیز باید در نظر داشت. به لحاظ امنیت باید بتوان در مقابل حملات سایبری ایستاد. تا به امروز همه چیز محلی بوده است ولی اگر در آینده قرار باشد از یک مدیای ارتباطی یکپارچه استفاده شود نیاز به داخلی بودن آن است. نبود هسته‌ی حفاظت، نحوه‌ی تأیید کردن تجهیزات که وارد سیستم می‌شود یکپارچه و مشخص نیست</p>	<p>جهت‌دهی به سیستم در توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه‌ی برق چگونه است؟</p>
<p>به دلیل کمبود بودجه و بی‌توجهی پرسنل تجهیزات قدیمی و بعضاً فرسوده هستند</p>	<p>وضعیت بسیج منابع در توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>
<p>جامعه‌ی صنعتی توجه کافی به مساله‌ی حفاظت ندارد که باید اهمیت حفاظت سیستم برای آن‌ها مشخص شود.</p>	<p>وضعیت مشروعیت بخشی در حوزه فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>

## ۲-۱-۲ - دکتر قاضی زاده

<p>باید مناسبات صنعت و دانشگاه تنظیم شود.</p>	<p>وضعیت توسعه و انتشار دانش در حوزه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>
<p>از نظر شرکت‌های آماده به کار در حوزه کنترل و الکترونیک در مقیاس صنعتی ظرفیت خوبی داریم، در بخش مدارات مرتبط با پردازنده قابلیت خوبی داریم، ولی به شرط اینکه بتوانیم با اقبال زیادی مواجه شویم که این نیازمند برنامه‌ی منسجم است، نحوه‌ی انسجام به این شکل است که یک برند ایرانی بتواند معنا پیدا کند. مجموعه‌ها می‌توانند در کنار هم قرار گیرند و با یک برند عرضه شوند، با حل مسئله‌ی برندسازی، اطمینان بخشی و انسجام تجاری ایجاد می‌شود. در این صورت می‌توانیم مزیت رقابتی داشته باشیم.</p>	<p>کارآفرینی در حوزه‌ی توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>
<p>ارزش صادرات در حوزه‌ی رله و تجهیزات باید بزرگ‌تر از ارزش واردات آن باشد. وقتی هدف‌گذاری بر اساس بازار بزرگ‌تر باشد و تیراژ بیشتر باشد، انگیزه تولید بالاتر می‌رود، انگیزه استفاده از جنس ایرانی نیز در داخل بالاتر می‌رود.</p>	<p>وضعیت شکل‌دهی به بازار در حوزه‌ی توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>

در منطقه عربستان سرمایه‌گذاری عظیمی کرده است و ترکیه نیز رقیب جدی است البته می‌توان در این حوزه از ترکیه پیشی گرفت.	جهت‌دهی به سیستم در توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه‌ی برق چگونه است؟
	وضعیت بسیج منابع در توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟
	وضعیت مشروعیت بخشی در حوزه فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟

## ۲-۱-۳- دکتر فرمد

ابتدا باید وضعیت حفاظت شبکه برق ایران را بررسی کنیم، نقاط ضعف و قوت آن را شناسایی کنیم. در کشورهای پیشرو نیز حفاظت را بررسی کنیم و مشخصات و خصوصیات شبکه برق کشور را نیز تعیین کنیم سپس باید بر اساس تحلیل شبکه موجود و خصوصیات حفاظتی، اختلافات را متوجه شویم و از این طریق به مشکلات پی ببریم. ضعف درزمینه‌ی دانشی وجود دارد.	وضعیت توسعه و انتشار دانش در حوزه فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟
برای انتخاب تجهیزات ساخت باید مواردی نظیر کاربرد بودن، حجم مورد نیاز، مصرف سالیانه و قیمت را مدنظر قرار داد. حجم مورد نیاز در شبکه می‌تواند ما را به سمت آنچه باید بسازیم راهنمایی کند رویکرد دیگر انتخاب تجهیزات برای ساخت می‌تواند این باشد که به حوزه‌هایی که مشکل بیشتری دارند توجه کنیم و حل مشکل را مدنظر قرار دهیم، با توجه به محدودیت‌هایی که از نظر ساخت وجود دارد، ممکن است اولویت روی تجهیز خاصی باشد. دولت از شرکت‌هایی مانند مپنا حمایت می‌کند که باید به این مسئله که آیا بدون حمایت دولت نیز می‌توانند با شرکت‌های خارجی رقابت کنند پاسخ داد. با حمایت‌های اولیه دولت و بعد از به دستیابی به بازارهای کشورها، دولت می‌تواند حمایت از این شرکت‌ها را ادامه ندهد و این شرکت‌ها خود مستقلاً بازاریابی و رقابت کنند	کارآفرینی در حوزه فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟
می‌توان با استفاده از مناقصات کشورهای همسایه مانند عراق به بازارهای این کشورها ورود کرد.	وضعیت شکل‌دهی به بازار در حوزه‌ی توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟

	وضعیت جهت‌دهی به سیستم در حوزه تولید فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟
	وضعیت بسیج منابع در توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟
	وضعیت مشروعیت بخشی در حوزه فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟

## ۲-۱-۴- دکتر علیپور

رابطه‌ی مناسبی بین دانشگاه و صنعت وجود ندارد. در دانشگاه‌ها سلیقه‌ای عمل می‌شود و فعالیت‌ها در دانشگاه‌ها در جهت رفع نیاز نیست.	وضعیت توسعه و انتشار دانش در حوزه فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟
رله‌ها جزو محصولات فناوری‌های پیشرفته و با تحولی سریع هستند که از این جهت نیاز به شرکت‌هایی است که تحقیق و توسعه‌ی قوی دارند تا بتوانند با علم روز دنیا پیش بروند و محصولات خود را با متناسب با تکنولوژی‌های موجود در دنیا به‌روزرسانی کنند در واقع در مورد رله‌ها مهم‌ترین عامل برای توسعه‌ی این فناوری مباحث تحقیق و توسعه می‌باشد. در صورت ساخت رله‌هایی با تأییدیه فنی در داخل کشور، سیاست کلی توانیر حمایت از این رله‌هاست. حمایت بیش از حد شرکت‌ها باعث از بین رفتن کیفیت و رقابت می‌شود و اگر کیفیت شرکتی در حد استاندارد نیست حمایت‌ها از این شرکت برداشته شود.	کارآفرینی در حوزه‌ی توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟
به علت هزینه‌های بالای تحقیق و توسعه و تقاضای کم برای رله باید از علاوه بر بازار داخل بازارهای خارج از کشور را نیز مد نظر قرار داد تا بتوان تولید را به لحاظ اقتصادی توجیه کرد.	وضعیت شکل‌دهی به بازار در توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟
در این حوزه اقدامات آینده‌نگری و آینده‌پژوهی صورت گیرد تا بتوان با علم روز دنیا پیش رفت زیرا به علت تحول سریع رله‌ها اگر سطح تکنولوژی فعلی رله‌ها مد نظر باشد در حین پروسه‌ی تولید رله‌ها در دنیا به سطح بالاتری از تکنولوژی رسیده‌اند و بدین ترتیب همواره از تکنولوژی روز به دور خواهیم	جهت‌دهی به سیستم در توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه‌ی برق چگونه است؟



بود.	
باید رفع نیاز صنعت برق را در نظر بگیریم.	
	وضعیت بسیج منابع در توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟
	وضعیت مشروعیت بخشی در حوزه فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟

## ۲-۱-۵- مهندس منصور بخت

<p>دانشگاه‌ها محصول تولیدی آنچنانی نداشته‌اند. در بین این مراکز جهادهای دانشگاهی بهتر عمل کرده و تجهیزات صنعتی و تست‌های مختلف آزمایشگاهها را می‌سازند. دانشجو و دانشگاه‌ها رویکرد تئوریک دارند. علم دانشگاه‌ها ۶۰٪ تا ۷۰٪ به روز می‌باشد.</p> <p>در دانشگاه‌ها تحقیقات بلندمدت صورت نمی‌گیرد و دانشجویان از امکانات دانشگاهی صرفاً برای به پایان رساندن تحصیل استفاده می‌کنند.</p> <p>تعاملات بین مراکز دانشگاهی چندان مناسب نیست و این تعاملات در حد نقل و انتقال دانشجویان در مقاطع کارشناسی به کارشناسی ارشد و کارشناسی ارشد به دکتراست که از دلایل این عدم تعامل را می‌توان بحث‌هایی مانند رقابت و مالکیت فکری دانست در ضمن در کشور حتی پس از ثبت اختراع و ایده پیگیری‌های حقوقی تقض این موارد بسیار مشکل می‌باشد.</p> <p>یکی دیگر از دلایل عدم تعامل مناسب این است که افراد سرشناس این حوزه به لحاظ علمی مورد قبول یکدیگر نیستند که این امر ناشی از گستردگی علم حفاظت است زیرا هر شخص بر قسمتی خاص از حفاظت اشراف دارد که این امر موجب تضارب آرا می‌شود.</p>	وضعیت توسعه و انتشار دانش در حوزه فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟
<p>در این مورد باید به چهار عامل نوآوری، قابل ساخت بودن، اقتصادی بودن محصول و صنعتی بودن محصول توجه نمود.</p> <p>رله چندان وابسته به سخت‌افزار نیست که این می‌تواند یک مزیت باشد. باید توجه داشت که نمونه‌های آزمایشگاهی تفاوت اساسی با نمونه‌های صنعتی دارند و نمونه‌های آزمایشگاهی می‌بایست آزمایشات سخت‌سازنی و فنی را با موفقیت پشت سر گذارند به عنوان مثال نباید نمونه‌های آزمایشگاهی رله در تست‌های زلزله و سازگاری الکترومغناطیسی و ... آسیب ببینند.</p>	کارآفرینی در حوزه‌ی توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟
<p>رله‌ها عمدتاً در سه رده ولتاژی تعریف می‌شوند: توزیع، فوق توزیع، انتقال</p> <p>در زمینه رله دیستانس، تولیدکننده داخلی بصورت صنعتی در کشور وجود ندارد و همچنین با کمبود</p>	وضعیت شکل‌دهی به بازار در توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه

<p>رله‌های نیروگاهی نیز مواجه هستیم.</p> <p>رله‌های توزیع به دلیل آنکه در صورت عدم عملکرد مناسب ریسک کمتر، مخاطبان بیشتر، سطح تکنولوژی پایین‌تر برای ساخت و قیمت تمام شده پایین‌تر، باعث می‌شود از جذابیت بیشتری برای سرمایه‌گذاری برخوردار باشند</p> <p>بین رله‌های دیفرانسیل و دیستانس تولید داخل و خارج تفاوت قیمتی چندانی وجود ندارد که به علت معتبر بودن برندهای خارجی تمایل بیشتری به تهیه از رله‌های خارجی وجود دارد و در ضمن به علت هزینه‌های بالای ناشی از عدم عملکرد مناسب این رله‌ها ریسک خطای عملکرد بالا بوده و به همین دلیل اطمینان از عملکرد مناسب رله بسیار حیاتی است که این مسئله نیز خریداران را به سمت خرید از خارج کشور سوق می‌دهد. مشاورین شرکتها در تعیین خرید نوع رله نقشی تعیین‌کننده دارند. همچنین شرکت‌های بیمه‌ای در داخل توان بیمه کردن خرابی‌های احتمالی رله‌های دیستانس و دیفرانسیل را ندارند و در ضمن عیب‌یابی هم مشکل است یعنی به سختی می‌توان علت دقیق بروز سانحه و خرابی را گزارش کرد.</p>	<p>برق چگونه است؟</p>
	<p>جهت‌دهی به سیستم در توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه‌ی برق چگونه است؟</p>
	<p>وضعیت بسیج منابع در توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>
<p>مهم‌ترین مانع استفاده از تولیدات داخلی عدم قبول مسئولیت توسط مسئولین ذیربط می‌باشد؛ بطور مثال در حال حاضر امکان انجام آزمون مطابقت با IEC61850 برای رله‌های غیرعادی جهت تضمین قابلیت همکاری این نوع رله‌ها با برندهای مختلف در داخل کشور وجود ندارد . همچنین باید توجه داشت که حمایت‌های بیش از حد محصولات داخل ممکن است شرایطی همانند شرایط حاکم بر خودروسازی ایجاد کند.</p>	<p>وضعیت مشروعیت بخشی در حوزه فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>

## ۲-۱-۶- مهندس میرزاخانی

<p>دانشگاه‌ها به جای فناوری محور، تئوری محور هستند.</p> <p>طراحی سیلابس تجدید شود زیرا واحدهایی که تدریس می‌شوند قدیمی هستند. بهتر است واحدها به گونه‌ای طراحی شوند که دانشجو را از علائق خود با خبر سازند و سپس دانشجو در زمینه‌ی مورد علاقه خود فعالیت کند.</p> <p>تعریف پایان‌نامه‌ها بر اساس نیاز صنعت.</p>	<p>وضعیت توسعه و انتشار دانش در حوزه فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>
---	---

<p>باید در دانشگاهها برای درس حفاظت علاوه بر ۳ واحد تئوری ۳ واحد عملی نیز گنجانده شود. همچنین اختصاص بودجه برای پایان نامه هایی که از صنعت رفع نیاز می کنند دانشگاهها از صنعت ایزوله هستند که می توان برای رفع این مشکل سیستمی طراحی نمود تا این دو نهاد را از یکدیگر مطلع سازد. فعالیت های موازی در دانشگاهها به طور گسترده انجام می گیرد.</p>	
<p>به مباحث اقتصادی توجه نمی شود. تحقیق و توسعه برای کسب مزیت رقابتی بسیار با اهمیت است. در حال حاضر در کشور، تعداد تولید کننده رله بسیار اندک است با توجه به اینکه ممکن است یک شرکت تمامی توانایی برای تولید را نداشته باشد می توان از با ادغام چند شرکت و با استفاده از سرمایه گذاری مشترک اقدام به تأسیس شرکتی توانمند نمود که بتواند تجهیزات مناسب حفاظتی بسازد برای حمایت از ایجاد شرکت های کارآفرینی باید وام هایی برای ایجاد این شرکتها اختصاص یابد که البته باید اطمینان حاصل کرد که وام های مربوط به ایجاد شرکتها حتماً در همین حوزه استفاده می شود که یک راه حل می تواند این باشد که سازمانی به عنوان واسطه وام های مربوطه را در جهت رفع نیازهای وام گیرنده استفاده کند و بدین طریق با کاهش آزادی عمل وام گیرنده می توان از هدفمند بودن وامها اطمینان حاصل کرد.</p>	<p>کارآفرینی در حوزه فناوری های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>
<p>در ابتدا بهتر است به جای تولید به بحث خدمات توجه شود یعنی دولت از شرکت های حمایت کند که خدمات حفاظتی ارائه می دهند و با خدمات مناسب اعتماد مشتریان را جلب کنند و بدین ترتیب تبلیغ مناسبی انجام دهند سپس این شرکتها می توانند وارد تولید نیز بشوند</p>	<p>وضعیت جهت دهی به سیستم در حوزه فناوری های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>
<p>باید به کالاهای تولید داخل یارانه تعلق گیرد تا این شرکت های داخلی بتوانند در بازارهای جهانی رقابت کنند. شرکت های ایرانی مانند موندکو که در خارج از کشور فعالیت دارند می توانند با استفاده از کالاهای داخلی در خارج از کشور، محصولات داخل را تبلیغ کنند</p>	<p>وضعیت شکل دهی به بازار در حوزه توسعه فناوری های حفاظت برق چگونه است؟</p>
<p>منابع باید در حمایت از پایان نامه، وام برای صنعت و تضمین برای استفاده از تجهیزات داخلی به شرط دارا بودن کیفیت تخصیص یابد.</p>	<p>وضعیت بسیج منابع در توسعه فناوری های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>
<p>برگزاری مسابقات و کنفرانس دوره ای که هم وارد کنندگان و هم رله سازهای داخلی و خارجی حضور دارند. با برگزاری این کنفرانس ها شرکت های داخل ترغیب به بالا بردن سطح کیفی محصولات خود خواهند شد.</p>	<p>وضعیت مشروعیت بخشی در حوزه فناوری های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>

## ۲-۱-۷- مهندس عراقی

<p>تعداد افراد با دانش بالا در زمینه‌ی رله بسیار اندک هستند. دانشگاه‌ها برای تولید دانش پایه نیاز به تحول اساسی و به‌روزرسانی دارند. سیر تحول رله بسیار بالاست و روز به روز به کاربری‌های رله افزوده می‌شود.</p>	<p>وضعیت توسعه و انتشار دانش در حوزه فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>
<p>برای ایجاد کارآفرینی نباید به طور مستقیم به سمت رله رفت بلکه در ابتدا باید در زمینه پست‌های برق کارآفرینی کرد سپس در زمینه رله نیز خود به خود کارآفرینی رخ خواهد داد.</p>	<p>کارآفرینی در حوزه فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>
<p>باید به سمت بومی‌سازی پست‌های ۶۳ و ۱۳۲ کیلووات پیش برویم. در مشهد پست ۶۳ کیلووات در حال راه‌اندازی است که البته در وضعیت مناسبی قرار ندارد و حمایت‌های لازم صورت نمی‌گیرد.</p>	<p>وضعیت جهت‌دهی به سیستم در حوزه فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>
<p>مهم‌ترین کارکرد در بین این ۶ کارکرد، کارکرد شکل‌دهی به بازار می‌باشد باید روش شکل‌دهی به بازار در کشورهای پیشرفته بررسی شود. بازار ایران توسط مدیران و مشاوران شکل‌دهی می‌شود که از سواد کافی برخوردار نیستند و در این زمینه رانت نیز وجود دارد. به عنوان مثال بعضی مدیران و مشاوران به دلیل منافع شخصی مانع توسعه‌ی رله‌های داخلی می‌شوند تا بتوانند از طریق واردات سود ببرند. نکته‌ای در مورد مشاورین این است که مشاوران قدرت زیادی دارند و در صورت اتخاذ تصمیمات نادرست مسئولیتی متوجه آنان نیست. اخلاقیات نیز رعایت نمی‌شود به عنوان مثال برنده مناقصات عوض می‌شود. به آزمایشگاه مرجع و نتایج حاصل آزمایشات بها داده نمی‌شود. در مورد مسائل فنی مشکل خاصی وجود ندارد ولی در مباحث مدیریتی اشکالات زیادی وارد است. سخت‌گیری‌ها به تولیدکنندگان ایرانی بیشتر از تولیدکنندگان خارجی است.</p>	<p>وضعیت شکل‌دهی به بازار در حوزه‌ی توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>
	<p>وضعیت بسیج منابع در توسعه‌ی فناوری‌های حفاظت چگونه است؟</p>
	<p>وضعیت مشروعیت بخشی در حوزه فناوری‌های حفاظت شبکه برق چگونه است؟</p>

## ۲-۱-۸- مهندس عابدرشیدی

کمبود متخصص در زمینه حفاظت که به علت گستردگی حوزه حفاظت می‌باشد. نیاز به مرکزی داریم که تصمیم‌گیری‌های حفاظتی را انجام دهد و تعیین کند تجهیزاتی که خریداری می‌شود چه مشخصاتی باید داشته باشد و تأیید آن‌ها را انجام دهد؛ و همچنین به دستورالعملی نیازمندیم که مشخص کند هر تجهیز چه حفاظتی را انجام می‌دهد. یکی از مشکلات مهم آمار و اطلاعات است، جمع‌آوری اطلاعات مسئله‌ی مهمی است که با مشکل مواجه است و دسترسی به اطلاعات با نامه‌نگاری متعدد و به سختی قابل دسترس است با وجود مشکل اطلاعات، تحلیل حوادث هم سخت می‌شود. باید مدون شود که برای تحلیل حوادث چه اطلاعاتی لازم است و رویه جمع‌آوری اطلاعات اجرا شود. در زمینه اطلاعات نیاز به یک مدیریت یکپارچه داریم، اگر اطلاعات به مرور جمع‌آوری شوند هزینه و نیروی کمتری می‌برد

## ۲-۱-۹- دکتر کوهساری

- مشکلات حفاظتی مختص ایران نیست، تمام دنیا مشکل دارند، از جمله ما.  
 - در زمینه حفاظت تجهیزات فشارقوی مشکل وجود دارد، به‌عنوان مثال، برق‌گیرهای ۴۰۰ کیلوولت عمل نمی‌کنند.  
 - عمده مباحث در زمینه حفاظت و رله‌هاست که مشکلات موجود در این بخش را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود:  
 ۱- وجود تنوع زیاد در رله‌ها (در شبکه سراسری رله‌های مختلف داریم از سازنده‌های مختلف از کشورهای مختلف)، نو شدن مدام تجهیزات، وجود منوال‌های بزرگ و حجیم برای هریک از تجهیزات، عدم مطالعه نیروی انسانی و نتیجتاً عدم آشنایی و ایجاد خطاهای انسانی؛ راه‌حل این موارد اولاً آموزش و ثانیاً تأسیس کمیته‌ای برای approve کردن خرید و انتخاب چند سازنده محدود و پایان دادن به این آشفته‌بازار (این نکته مهمی است و باید بازار مدیریت شود، کشوری که اوضاع اقتصادی مساعدی ندارد، نباید تا این حد لارج برخورد کند).  
 ۲- عدم تنظیم صحیح رله‌ها؛ که این امر دارای دو بعد تئوری و مهندسی است.  
 a. از بعد تئوری، واقعیت این است که آنچه که از تمام پروسه‌های هماهنگی رله‌ها منتج می‌شود roughly است و دقیق نیست، (این امر باعث مشکلات فراوان می‌شود و این مشکلات در زمان بروز حوادث خود را نشان می‌دهند) باید به‌صورت دقیق و دینامیکی تحلیل نمود و setting داد، عیب این مسئله این است که:  
 i. نیاز به اطلاعات زیاد دارد  
 ii. نیاز به verify کردن شبیه‌سازی دارد

iii. حجم بسیار بزرگ تحلیل با توجه به جزئیات زیاد خواهیم داشت.

(نکته این است که با ورود DG ها به شبکه حتماً باید به شکل فوق عمل کرد و به این جزئیات پرداخت)

(قانع کردن افراد در این زمینه سخت است، در وزارت نیرو انجام پخش بار و fault Analysis فقط جا افتاده است که باید این تفکر

عوض شود).

b. از بعد مهندسی، مهندسین برای ست‌آپ رله‌ها مشکل دارند، در مورد رله‌های دیجیتال انتقال دانش ست‌آپ کار آسانی نیست.

۳- نیاز به ایجاد نظم مهندسی در بحث حفاظت داریم، اینکه بتوانیم به سیستم مطمئن باشیم و حوادث تکرار نشوند، گروهی نیاز

است که موظف به دنبال کردن و پیگیری مطالب باشند، همه این‌ها آموزش قوی می‌طلبد.

نکته دیگر این است که اول باید مدیران خودشان را اصلاح کنند.

## ۲-۱-۱۰- دکتر داورپناه

چالش‌های حفاظتی از نظر شما چه هستند؟

پاسخ آقای دکتر داورپناه:

ابتدا باید در زمینه دانش حفاظت صحبت کنیم، حل مشکلات فعلی صنعت برق در زمینه‌های مرتبط با حفاظت از اهمیت زیادی برخوردار

است.

بحث اول: از مهم‌ترین مشکلاتی که ما داریم، تحلیل حوادث است؛ ارزیابی عملکرد رله‌های الکترومغناطیسی در حالت گذرا.

برای اینکه بتوانیم این ارزیابی را انجام دهیم، اول باید رله‌ها را بشناسیم، رله‌ها دارای یکسری نقاط قوت و ضعف هستند، نقاط ضعف رله‌ها

به ذات رله‌ها و روش پیاده‌سازی منطق حفاظتی آن‌ها برمی‌گردد.

-هم رله‌های الکترومکانیکی و هم رله‌های دیجیتالی دارای مشکلاتی هستند.

-باید و مجبوریم رله‌ها را در حالت گذرا تست کنیم، آزمودن‌ها زمان‌بر و مفصل هستند. مشکل مضاعفی که در ایران داریم، تعدد رله‌ها زیاد

است.

- در آمریکا سه نوع رله بیشتر به کار گرفته نمی‌شود؛ شوایتزر، ABB و GE، این‌ها رله‌هایی هستند که در شبکه نیویورک بکار رفته‌اند.

-پس باید حوادث را تحلیل کنیم؛ مشکل مهم تحلیل حوادث به حالت گذرای رله برمی‌گردد، پس باید تست رله‌ها صورت گیرد، چون ما

تعدد رله داریم، این کار زمان‌بر و مشکل است.

-تست‌های مرتبط با رله دو دسته type test و function test هستند، مشکل اصلی function test است، اصل رله function test

است، برای این موضوع دستورالعمل ملی و بین‌المللی وجود ندارد، به تازگی IEEE کمیته‌ای تشکیل داده که این تست‌ها را بررسی نماید.

- مشکل دیگری که در ایران وجود دارد این است که ما به‌صورت سنتی کاری در ایران انجام می‌دهیم که در بیشتر کشورها انجام نمی‌دهند؛ یعنی رله‌های main و backup را از یک نوع می‌گذاریم، یعنی ما دو رله‌ای را که ذات یکسانی دارند، با هم استفاده می‌کنیم. من در این زمینه با شرکت‌های ABB، AREVA و زیمنس صحبت کردم، به اتفاق گفتند که برای main و backup باید دو رله مختلف استفاده شود.

-در اینجا آقای دکتر داورپناه به موردی اشاره کردند که رله‌هایی از زیمنس را تست کرده بودند و دارای مشکلات اساسی بود و ایشان این موضوع را با واسطه استاد دانشگاهی در West Ontario از طریق نامه به زیمنس منعکس نمودند و آن‌ها (شرکت زیمنس) هم پذیرفتند.

بحث دوم: نکته مهمی که باید در نظر داشت، این است که حفاظت هنر است، حفاظت دستورالعمل نیست.

-البته در پله اول خوب است که دستورالعمل داشته باشیم که تکلیفمان را به‌صورت کلی بدانیم، ولی حفاظت protection code نیست، ممکن است حفاظت را بشود با دستورالعمل حل کرد ولی خیلی نیاز به تبصره و تفسیر دارد و این کار باید خیلی خیلی مفصل‌تر شود. بدیهی است دستورالعملی که تبصره‌های بی‌شماری داشته باشد، بسیار سخت قابل به‌کارگیری است.

-مثال: در مورد protection code (نظامنامه حفاظت) که در مدیریت شبکه در حال تدوین است، من برای بند اولش ۱۲ تا انقلت گذاشتم.

-در مورد دستورالعملی که قبلاً تدوین شد، باید بگویم که فلسفه حفاظت ما با این دستورالعمل خراب شد.

-دستورالعمل به‌عنوان guideline است، ما باید افراد را آموزش دهیم و فلسفه‌های حفاظتی را به آن‌ها آموزش دهیم، روح و فلسفه حفاظت را باید بشناسیم. اهداف اصلی حفاظت را باید تعیین کنیم.

-برای اینکه این اصطلاح روح حفاظت را بیشتر توضیح دهیم، مثالی را فرض کنید: اگر جایی از خط انتقال اتصالی رخ داد، اگر حفاظت main عمل کرد که هیچ، در غیر این صورت باید backup عمل کند. حال اگر backup به‌صورت selective نباشد، باید ببینیم خاموشی برایمان پذیرفته است یا اتصالی روی شبکه؟ روح حفاظت یعنی با توجه به میزان ضرری که اتصالی به ما می‌دهد و میزان خاموشی که ممکن است پیش آید، تصمیم‌گیری شود که به چه شکل عمل شود.

-نکته جالب این است که دستورالعملی که در حال تدوین است، فقط برای خطای سه‌فاز است و برای خطای دوفاز و تک فاز اصلاً دستورالعمل ندارد.

-پس ضعف protection code این است که به روح حفاظت نمی‌پردازد.

-مثالی از دستورالعمل: رله ولتاژی روی ۱/۴ پریونیت ست شده است که ظرف ۳ ثانیه تریپ بدهد. «خوب این اعداد از کجا آمده‌اند؟ در پله اول GridCode نباید تنظیم بدهیم باید روح حفاظت را در آن جریان بدهیم.

- مثال دیگری از دستورالعمل: "حفاظت undervoltage تنظیم روی ۰/۵ پرپونیت است که طی ۴ ثانیه باید تریپ بدهد" این اعداد از کجا آمده‌اند؟ مشکل ما چیست؟ وقتی نیروگاه از شبکه خارج می‌شود، در نزدیکی آن ولتاژ افت می‌کند. اول باید فلسفه‌ها را مشخص کنیم.

- مثلاً گفته می‌شود خط زیر ۲۵ کیلومتر را خط کوتاه در نظر بگیریم، در صورتی که ما معیارهای زیادی برای خط کوتاه داریم و فقط این نیست.

- پس مشکل این است که حفاظت دستورالعمل نیست، حفاظت هنر است. بعد از درک روح و تدوین آن، باید دستورالعمل با تبصره برایش بیاوریم.

- مشکلی که در مورد پروژه زمینس وجود داشت این بود که ما تجربه سی چهل ساله کار با شبکه را نادیده گرفتیم؛ ما فکر کردیم دستورالعمل زمینس وحی منزل است.

- استفاده محض از دستورالعمل زمینس یکی از چالش‌های حفاظتی ماست؛ هم‌اکنون نیز در تدوین نظامنامه ما مواردی را که زمینس برایش دستورالعمل داده کنار می‌گذاریم و در مورد آنچه زمینس برایش دستورالعمل نداده، دستورالعمل وضع می‌کنیم. در صورتی که دستورالعمل‌های زمینس، تجربه‌های قبلی ما را نادیده گرفته و در بعضی موارد برای ما مشکل ایجاد کرده است. (در اینجا آقای دکتر داورپناه مثالی از تنظیمات قبلی موجود و تنظیمات ارائه شده توسط زمینس، به صورت فرمولی ارائه دادند و به طور مستدل نشان دادند که در حالت قبل، عملکرد بهتری حاصل می‌شد.)

- یکی از چالش‌های حفاظتی، این است که مدیریت شبکه عملاً تحت نفوذ سیاست‌گذاری‌های حفاظتی بر مبنای تجربه است، در صورتی که علاوه بر اهمیت دادن به تجربه و استفاده از نظرات افراد با سابقه باید اطلاعات علمی جدید نیز در حل مسائل در نظر گرفته شود و فقط به تجربه تکیه نشود.

- مثال: در کمیته رله‌های میکروپروسسوری که ۱۴ نفر از جمله من در آن عضویت دارند، وقتی قرار است تصمیم حفاظتی گرفته شود، علیرغم نظر سایر اعضا، صرفاً با توجه به نظرات افراد با سابقه عمل می‌شود، مثلاً توسط یکی از این افراد مشاهده شده بود که در بعضی جاها، رله‌های directional earth fault به همراه PLC ایجاد مشکل می‌کند، بنابراین معتقد بودند در جاهایی که PLC داریم نباید از directional earth fault استفاده کنیم، در صورتی که این کار ما را از مزایای زیاد directional earth fault محروم می‌کند. من با بررسی‌هایی که انجام دادم فهمیدم بعضی PLC ها نویزی هستند، یعنی دقیقاً PLC های آلکاتل دارای این مشکل بودند. پس بنابراین مشکل به این دسته از PLC ها برمی‌گردد نه اینکه کلاً استفاده از directional earth fault را با توجه به مزایای زیاد، رد کنیم. پس مشکل این است که تصمیم‌گیری و دستورالعمل بر مبنای تجربه داده می‌شود نه بر مبنای علم.

بحث سوم: رله گذاری: هماهنگی حفاظتی

ما روش‌های مختلف رله گذاری داریم، هر کدام فلسفه هماهنگی حفاظتی خودش را دارد. هماهنگی حفاظتی شامل سه دسته هماهنگی



است:

۱- هماهنگ کردن رله‌های انتقال با هم

۲- هماهنگی با نیازمندی‌های شبکه

۳- هماهنگی نیروگاه و شبکه

-یکی از چالش‌های بزرگ ما نیروگاه است؛ در مورد نیروگاه خیلی ضعف داریم.

-مثال: نیروگاه شازند به من اعلام کردند رله‌های out of step عمل می‌کند و دنبال دلیل آن بودند. نکته جالب این بود که من وقتی موضوع را با مسئول حفاظت در توانیر مطرح نمودم، اولاً ایشان در جریان نبودند که نیروگاه مزبور ۴ الی ۵ بار تریپ داده است و نکته دیگر این بود که گفتند خیلی از نیروگاه‌های ما این مشکل را دارد، بنابراین به جای اینکه از کار ما بکاهند و پروژه را کوچک کنند، فعالیت خیلی وسیعی را برای ما در نظر گرفتند.

-بنابراین نیروگاه از اهمیت زیادی برخوردار است، اینکه چگونه تنظیم انجام دهیم چگونه coordination کنیم خیلی مهم است.

-خیلی از ناپایداری‌ها و مشکلات حفاظتی مربوط به نیروگاه است.

-مثال: الان در مدیریت شبکه برنامه‌ای می‌نویسند برای هماهنگی نیروگاه با شبکه، یعنی از مرز دستورالعمل گذشته‌اند و دارند نرم‌افزار می‌نویسند در صورتی که ما واقعاً در این مرحله نیستیم.

-در بخش تحلیل حوادث هم مشکل داریم، دستورالعملی که تدوین شده، نامش تحلیل حوادث است ولی عملاً محتوای آن بخش گزارش‌دهی است و به تحلیل واقعی نمی‌پردازد.

مقوله ساخت: در زمینه ساخت کارهای خوبی انجام شده است، یکسری شرکت‌ها و دانشگاه امیرکبیر فعالیت‌هایی انجام داده‌اند.

-در این زمینه دو دیدگاه وجود دارد. دیدگاه اول معتقد به حمایت از تولید ملی است، البته این حمایت درست تفسیر نمی‌شود (این چنین فکر می‌شود که برای حمایت، نباید با سازندگان سختگیری نمود و بدون وجود کیفیت لازم باید آن‌ها را تأیید نمود و در شبکه بکار برد). دیدگاه دیگر این است که چرا ما باید رله بسازیم و این کار اقتصادی و صحیح نیست. از نظر من هر دو نگاه افراطی و تفریطی اشتباه است. نگاه اول به این منجر می‌شود که انواع رله‌های ساخته شده اعم از باکیفیت یا بی کیفیت، مجوز نصب در شبکه انتقال را به دست می‌آورند. در این زمینه مثال واقعی دارم از رله‌ای که سخت‌افزار آن از طریق مهندسی معکوس تهیه شده، نرم‌افزار کپی شده و رله ساخته شده و الان در شبکه نصب شده است. برای نگاه دوم، مثال این است که در کشورهای کشور را باز کنیم و انواع محصولات بی کیفیت را وارد کنیم، مثلاً رله Sifang چینی که من تست کردم، نتیجه تستش این بود که به‌عنوان fault recorder می‌تواند بکار گرفته شود، ولی ما داریم از آن برای حفاظت نیروگاه استفاده می‌کنیم.

-از دیدگاه من، کمک و حمایت از تولید ملی به معنای اذیت نکردن نیست، باید پشتوانه مالی داده شود و سخت هم گرفته شود.

-نکته دیگر در مورد تولید ملی این است که بعضی از تولیدکنندگان بازاری هستند؛ رله ترانسفورماتور نیست، تکنولوژی آن تغییر می‌کند. تولیدکنندگان ما یا دارای مشکل در نوع نگاه به قضیه هستند و یا بسیار محدود عمل می‌کنند.

-رله‌سازی خیلی خوب است، ولی متأسفانه من به آن خوش‌بین نیستم نه به سطح صنعتی و نه به سطح دانشگاهی آن.

-بنابراین از دیدگاه من چالش‌هایی که در زمینه ساخت رله وجود دارد، دو دسته است: دسته اول به نگاه افراطی و تفریطی مدیریتی که نسبت به آن وجود دارد، برمی‌گردد و دسته دیگر چالش‌ها این است که به عنوان صنعت پویا به آن نگاه نمی‌شود.

-برای انتقال تکنولوژی دو راه وجود دارد:

۱- Know How Transfer

۲- Know Why Transfer

انتقال تکنولوژی برای ساخت رله‌ها از نوع دوم است، حالت اول برای رله‌ها ۴ الی ۵ سال بیشتر جواب نمی‌دهد و حالت دوم نیز نیاز به عزم ملی دارد نه عزم محلی.

-همان‌طور که گفتم، من به موضوع ساخت رله خوش‌بین نیستم؛ این خوشبین نبودن حکایت کسی نیست که دستی از دور بر آتش داشته باشد، من به عین‌الیقین می‌بینم متأسفانه. وقتی هم که پروژه‌های ساخت، که معمولاً پروژه‌های میلیاردی هستند، به ثمر نمی‌رسند، راه برای بقیه سخت‌تر می‌شود و بی‌اعتمادی ایجاد می‌شود.

## ۲-۱-۱۱- مهندسی ایوب زاده

- ۱- نیاز به پیکره‌بندی رله‌های حفاظت وجود دارد.
- ۲- یکسان‌سازی CT و PT مورد نیاز است.
- ۳- نیاز به دستورالعمل مدون حفاظت داریم.
- ۴- مخابرات حفاظت یکی از چالش‌هاست.
- ۵- تنظیمات حفاظتی مشکل دارند.
- ۶- کیفیت رله‌های چینی پایین است.
- ۷- گستردگی شبکه و افزایش ظرفیت شبکه اهمیت حفاظت را بیشتر می‌کند.

## ۲-۱-۱۲- دکتر جمالی

- ۱- بخش LV (فشار ضعیف) نادیده گرفته می‌شود؛ باید افراد دارای گواهینامه کارهای برقی ساختمان را انجام دهند.
- ۲- نبود دستورالعمل‌ها در زمینه حفاظت چالش بزرگی است.
- ۳- به‌کارگیری تجهیزات مشکل دارد. (یعنی به‌طور صحیح و اصولی بکار گرفته نمی‌شوند).
- ۴- عدم وجود و انجام تست‌های لازم برای تجهیزات حفاظتی
- ۵- نیاز به بهبود دستگاه‌های موجود

## ۲-۱-۱۳- مهندس خدای

- ۱- مهم‌ترین چالش جذب نیروی انسانی خبره و با انگیزه است، برای داشتن نیروی انسانی باید جذب، نگهداری، آموزش و تأمین امکانات را مد نظر داشت.
- ۲- پایین بودن تخصص در بخش توزیع
- ۳- ضعف نظارت یکپارچه
- ۴- پایش نشدن کامل شبکه فوق‌توزیع (به‌صورت موردی پایش می‌شود)
- ۵- خودمختاری نیروگاه‌ها
- ۶- فرسودگی تجهیزات؛ که این امر هم نیاز به منابع مالی دارد و هم نیاز به اخذ مجوزهای لازم برای اجرا دارد.
- ۷- مشکلات زیرساخت‌های مخابراتی
- ۸- تغییر سال به سال تکنولوژی و تغییر نرم‌افزارها و نیاز به همگامی
- ۹- نوسازی و بهینه‌سازی
- ۱۰- حمایت نکردن از تولید داخلی رله

## ۱۴-۱-۲- مهندس جلالی

۱- مشکلات حفاظت توزیع

۲- اهمیت موضوع حفاظت به خاطر اینکه تجهیزات گران سیستم قدرت را محافظت می‌کند.

## ۱۵-۱-۲- مهندس بیاتی

۱- نیاز به آموزش به‌طور جدی (شامل شناخت نرم‌افزار و سخت‌افزار رله‌های جدید، آموزش تنظیمات حفاظتی، آموزش تست رله‌ها و آموزش کار با نرم‌افزار رله‌ها)

۲- نیاز به واحدی منسجم جهت ارائه تنظیمات کل شبکه

۳- ضعف در بانک اطلاعاتی (نیاز به اطلاعات منسجم، دقیق و به‌روز)

۴- نیاز به حمایت دولتی از ساخت رله

۵- بحث حفاظت و مخابرات باید مدیریت شود.

۶- کنترل باید در کنار حفاظت دیده شود.

۷- نیاز به تدوین نظامنامه‌های مختلف

۸- نیاز به ارتباط مستمر با نهادهای علمی، سازنده‌های معتبر و نهادهای معتبر

۹- لزوم در نظر گرفتن هوشمندسازی و حفاظت تطبیقی

## ۲-۱-۱۶- مهندس متین فر

- ۱- عدم وجود برنامه مشخص برای توسعه PMU در کشور
- ۲- تصمیم‌گیری‌های شخصی برای ساخت PMU در پژوهشگاه و عدم وجود برنامه و یا نیازی در کشور برای ساخت نمونه مورد نیاز
- ۳- عدم هدفمند بودن تعریف پروژه‌های پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها در زمینه PMU
- ۴- رها شدن پروژه‌ها پس از رسیدن به نقاط بسیار خوبی به خاطر اهداف غلط پروژه (فقط ساخت نمونه اولیه PMU)
- ۵- پر هزینه بودن انجام تست‌های صنعتی در زمینه PMU
- ۶- عدم علاقه‌مندی مسئولین مرتبط با پروژه برای عرضه پروژه به خریداران و عدم تلاش برای ساخت نمونه‌های بعدی به دلیل وجود انگیزه‌های شخصی برای ساخت فقط نمونه اولیه
- ۷- عدم وجود مکانی برای بازاریابی و مشروعیت بخشی به پروژه PMU پژوهشگاه نیرو
- ۸- عدم وجود شرکت‌های دانش بنیان در زمینه ساخت PMU
- ۹- خروج متخصصین حوزه سخت افزار و نرم‌افزار PMU از کشور
- ۱۰- عدم وجود ارتباطات کافی بین پژوهشگاه و دانشگاه‌ها
- ۱۱- عدم درخواست اطلاعات مربوط به PMU ساخت پژوهشگاه نیرو از طرف دانشگاه‌های مختلف و حتی عدم اطلاع از ساخت این دستگاه

## ۲-۱-۱۷- مهندس حجتی کرمانی

- ۱- عدم وجود متولی متمرکز در زمینه حفاظت در کشور
- ۲- وجود جذابیت‌های مختلف برای واردات و محصولات مرتبط با حفاظت
- ۳- بزرگنمایی در کوچک‌ترین ایرادات تجهیزات ساخت داخل

## ۲-۱-۱۸- دکتر رضوی

- ۴- تست‌های موجود در کشور در زمینه الکترونیک و مکانیک رله بسیار عالی است اما در زمینه قدرت و ریاضیات رله در کشور تستی وجود ندارد به عبارت دیگر عدم وجود تست‌های حالت گذرا رله در کشور و یا عدم وجود محیط تست مناسب در کشور
- ۵- عدم وجود دیتابیس جامع از تمامی حالات گذرا داده در کشور برای رله
- ۶- استانداردهای ضعیف در زمینه تست‌های حالت گذرا رله
- ۷- رله‌های وارداتی (چینی) علیرغم گذراندن تست‌های الکترونیک و مکانیک اما تست‌های قدرت را پاس نمی‌کنند
- ۸- رله‌سازهای کشور بیشتر افراد الکترونیک هستند و در تیم آن‌ها افراد با تخصص قدرت کم است.
- ۹- عدم وجود روحیه کار گروهی برای ساخت رله در کشور به عبارت دیگر افرادی با تخصص‌های قدرت، الکترونیک، مکانیک، ریاضیات و نرم‌افزار نمی‌توانند با یکدیگر برای ساخت رله تعامل داشته باشند
- ۱۰- انتقال تکنولوژی در زمینه رله به دلیل بازار کم آن در کشور غیر قابل تصور است.
- ۱۱- عدم اطلاع اساتید دانشگاه‌ها از قسمت قدرت و ریاضیات رله
- ۱۲- عدم وجود آزمایشگاه رله در دانشگاه‌ها
- ۱۳- توسعه فناوری رله در ایران ده سال زمان می‌خواهد ولی چون در برنامه‌های کشور به دنبال پروژه‌های کوتاه‌مدت هستیم برای ساخت رله یک سال زمان گذاشته می‌شود و در نتیجه جنس بی کیفیت وارد بازار می‌شود
- ۱۴- عدم تمرکز در شرکت‌های داخلی ساخت رله

## ۲-۱-۱۹- دکتر کراری و دکتر رضایی

- ۱- در صورت خرید PMU از خارج قطعاً نرم‌افزار اصلی داده نمی‌شود
- ۲- خدمات پس از فروش و پشتیبانی PMU های خارجی خیلی ضعیف است.
- ۳- هزینه تست‌های صنعتی PMU در کشور بسیار بالاست
- ۴- عدم وجود عزمی راسخ برای خرید PMU از داخل حتی با وجود کیفیت بهتر از نمونه خارجی
- ۵- تمایل مدیران صنعت برق برای خرید خارجی
- ۶- نبود شرکت‌هایی در زمینه ساخت PMU در کشور

## ۲-۱-۲۰- دکتر خدرزاده

عدم وجود نگاه سیستمی و زنجیروار در انجام پروژه‌ها به گونه‌ای که هر واحد به صورت جداگانه و جزیره‌ای عمل می‌کند و پروژه‌ها به صورت موازی انجام می‌شود و خروجی پروژه‌ها کاربردی نیست و سرمایه به هدر می‌رود. به عنوان مثال استاد بایستی چندین پژوهشگر در اختیار داشته باشند و این پژوهشگران نیز با چندین مهندس که در صنعت فعالیت دارند در ارتباط باشند و بدین طریق زنجیره‌ای درست شکل می‌گیرد.

شرکت‌ها در داخل به جای رقابت ناسالم تشکیل یک زنجیره دهند و مکمل یکدیگر باشند و متأسفانه فرهنگ کار گروهی چه در روابط میان دانشگاه‌ها با یکدیگر چه در روابط شرکت‌ها با یکدیگر و روابط شرکت‌ها و دانشگاه وجود ندارد.

باید توجه داشت برای توسعه تجهیزات شرکت‌های کوچک از بین نروند و از تمام پتانسیل‌ها بهره گرفته شود.

می‌توان در مورد تجهیزات حفاظت هم شرکت‌هایی مانند مپنا ایجاد کرد.

حمایت‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها هدفمند باشد.

بازارهای خارجی دیده شود.

مرکزی ایجاد شود تا ویژگی‌ها مورد نیاز رله‌ها را تعیین کند.

برای توسعه فناوری رله اگر برای انتقال فناوری شرکت‌های خارجی به داخل ورود کنند شرکت‌های داخلی از بین خواهند رفت. به همین دلیل نیاز است که برای توسعه فناوری رله توان داخل را بالا برد.

باید شرکتی با پشتیبانی دولت و وزارت نیرو ایجاد شود که شرکت‌های کوچک را نیز در خود جای دهد که بتواند نیاز صنعت برق را رفع کند.

در مورد رله‌ها حساسیت بالاست زیرا در صورت عملکرد نامناسب خسارت بالایی به بار خواهد آمد در داخل بایستی از عملکرد رله‌ها برای مصرف‌کننده اطمینان ایجاد کرد که برای این اطمینان می‌توان استاندارد تعریف کرد.

نهادی تأسیس کرد که به رله‌ها اشراف کامل داشته باشد و بتواند رله را به قسمت‌های کوچک تقسیم کرده و هر شرکتی روی یک قسمت کوچک کار کند.

برای مشخص شدن کشور در مورد رله می‌توان رله‌ها را به رله‌های نی‌روگاه، رله‌هایی که در توزیع و فوق توزیع به کار می‌روند تقسیم‌بندی کرد و با این تقسیم‌بندی نیاز را در هر کدام از رله‌ها تشخیص داد.

باید توجه داشت که نمونه آزمایشگاهی با نمونه صنعتی تفاوت دارد و وقتی گفته می‌شود به عنوان مثال PMU در کشور ساخته شده باید بین نمونه آزمایشگاهی و صنعتی تفاوت قائل شد.

در دانشگاه‌ها، افرادی که دانش کاربردی داشته باشند بسیار اندک هستند؛ اما افراد با سطح بالا از دانش‌های بنیادی بسیارند.

اطلاعات ما از شبکه ناقص است به همین دلیل شرکت‌های خارجی وقتی به داخل کشور ورود پیدا می‌کنند به مشکل بر می‌خورند.

همان‌طور که در نظرات متخصصان فوق‌الذکر مشخص است چالش‌های فراوانی به منظور توسعه فناوری‌های حفاظت

شبکه برق در حوزه‌های مختلف توسعه و انتقال دانش، کارآفرینی، جهت‌دهی به سیستم، بسیج منابع و مشروعیت بخشی وجود

دارد که لازمه توسعه فناوری‌های شبکه برق نگاه همه‌جانبه به این چالش‌ها و اتخاذ سیاست‌هایی مناسب جهت رفع این چالش‌ها است.

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 فناوری‌های حفاظت شبکه برق از چالش‌های محیطی محسوب می‌شود و در این سند نمی‌توان سیاستی برای رفع آن قرار داد.

در جداول زیر با توجه به نظرات هر یک از خبرگان، چالش‌های پیش‌روی توسعه فناوری‌های اولویت‌دار تجهیزات حفاظت شبکه برق و چالش‌های پیش‌روی توسعه دانش حفاظت (همان‌طور که در گزارش درخت فناوری اشاره گردید) از نظر وجود و کیفیت بازیگران، قوانین، تعاملات و زیرساخت‌ها در هر یک از کارکردهای هفت‌گانه نظام نوآوری فناورانه شناسایی شده است.



## جدول (۱-۲): چالش‌های توسعه فناوری‌های تجهیزات حفاظت

چالش‌ها در حوزه‌ی بازیگران، قوانین و استانداردها، تعاملات و زیرساخت	کارکرد توسعه و انتشار دانش
تنظیم نبودن مناسبات بین دانشگاه و صنعت	
توجه متخصصین کشور به انجام پژوهش‌ها در راستای تولید مقالات علمی به جای انجام پژوهش‌های نیاز محور	
نبود ارتباطات مناسب بین دانشگاه‌های مختلف با یکدیگر	
عدم شناخت جامع متخصصان کشور در خصوص تمامی ابعاد رله‌ها (قدرت، الکترونیک، مکانیک، ریاضیات و برنامه‌نویسی) و همچنین کم‌رنگ بودن روحیه کار گروهی برای ساخت رله در کشور در زمینه تخصص‌های قدرت، الکترونیک، مکانیک، ریاضیات و نرم‌افزار	
کمبود آزمایشگاه رله در دانشگاه‌ها	
عدم وجود پایگاهی جامع جهت اطلاع متخصصین کشور از فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه حفاظت (برای مثال عدم اطلاع دانشگاه‌ها از PMU پژوهشگاه نیرو)	کارکرد آفرینی
چالش‌ها در حوزه‌ی بازیگران، قوانین و استانداردها، تعاملات و زیرساخت	
تعداد اندک شرکت‌های سازنده رله در کشور	
عدم وجود تولیدکننده رله‌های نیروگاهی در کشور	
عدم حمایت‌های مادی و معنوی دولتی از ساخت رله در کشور	
ضعف در واحدهای تحقیق و توسعه شرکت‌های سازنده رله	
عدم وجود شرکت‌های دانش‌بنیان و سازنده PMU در کشور	کارکرد شکل‌دهی به بازار
چالش‌ها در حوزه‌ی بازیگران، قوانین و استانداردها، تعاملات و زیرساخت	
وجود رقبای چینی و هندی با رله کیفیت پایین در بازار و وجود رانت‌های دولتی در بازار رله	
هزینه بالای تحقیق و توسعه رله	
تقاضای پایین برای رله در کشور	

عدم استفاده مدیران از رله داخلی به دلیل ریسک بالای استفاده از آن و تمایل به خرید خارجی به دلیل ریسک پایین استفاده از این تجهیزات	
عدم توجه مدیران به گذراندن تست‌های قدرت رله‌های وارداتی (چینی)	
غیر قابل تصور بودن انتقال تکنولوژی در زمینه رله به دلیل بازار کم آن در کشور	
زمان بر بودن توسعه فناوری رله	
هزینه بالای تست‌های صنعتی PMU در کشور	
چالش‌ها در حوزه‌ی بازیگران، قوانین و استانداردها، تعاملات و زیرساخت	کارکرد جهت‌دهی به سیستم
عدم وجود مرکزی متمرکز در کشور برای تصمیم‌گیری در مورد مباحث مرتبط با حفاظت	
عدم وجود برنامه مشخص برای توسعه انواع رله در کشور	
عدم وجود برنامه مشخص برای توسعه PMU در کشور	
چالش‌ها در حوزه‌ی بازیگران، قوانین و استانداردها، تعاملات و زیرساخت	کارکرد بسیج منابع
کمبود منابع و تخصیص نامناسب همین منابع محدود	
چالش‌ها در حوزه‌ی بازیگران، قوانین و استانداردها، تعاملات و زیرساخت	کارکرد مشروعیت بخشی
عدم وجود عزمی راسخ برای خرید PMU از داخل حتی با وجود کیفیت بهتر از نمونه خارجی	

علاوه بر چالش‌های حوزه فناوری تجهیزات حفاظت شبکه برق، از نظر متخصصین چالش‌های در زمینه توسعه دانش

حفاظت نیز وجود دارد که در جدول زیر ارائه شده است.

## جدول (۲-۲): چالش‌های توسعه دانش حفاظت

عدم شناخت درست رله‌ها و فانکشن‌های آن‌ها در تحلیل حوادث
ضعف دانشی در زمینه ارزیابی سیستم‌های حفاظتی موجود، نصب، راه‌اندازی و تست تجهیزات حفاظتی
ضعف پرسنل رلیاژ شرکت‌ها در نرم‌افزارهای کاربردی قدرت مانند PSCAD, DigSILENT و ...
کافی نبودن آموزش‌های دانشگاهی برای کار با تجهیزات حفاظتی
عدم وجود بانک اطلاعات جامع از تمامی حالات گذرا جهت تحلیل حوادث و ارزیابی عملکرد رله‌ها در حالت گذرا
عدم ارتباط کافی پرسنل رلیاژ شرکت‌ها با دانشگاه‌ها و مراکز علمی
کافی نبودن نیروی متخصص و خبره برای انجام تحلیل‌ها
ضعف دانشی در زمینه حفاظت میکروگریدها و شبکه‌های هوشمند
ضعف دانشی در زمینه حفاظت شبکه‌های HVDC

پس از شناسایی چالش‌های توسعه فناوری‌های اولویت‌دار حفاظت شبکه برق با توجه به نظر اعضای کمیته راهبردی پرسشنامه‌ای (پیوست شماره ۱) جهت رتبه‌بندی چالش‌ها تهیه گردید و برای اعضای کمیته راهبردی ارسال شد. در جداول زیر چالش‌های توسعه فناوری تجهیزات حفاظت و چالش‌های توسعه دانش حفاظت براساس اهمیت، رتبه‌بندی شده‌اند.

## جدول (۲-۳): رتبه‌بندی چالش‌های توسعه فناوری‌های تجهیزات حفاظت براساس نظرات خبرگان

میزان اهمیت	چالش‌های پیش روی توسعه فناوری‌های تجهیزات حفاظت
۸,۴	کمبود منابع و تخصیص نامناسب همین منابع محدود
۸,۴	عدم حمایت‌های مادی و معنوی دولتی از سازندگان رله در کشور
۷,۹	عدم وجود برنامه مدون و مشخص برای توسعه انواع رله‌های مورد نیاز در کشور
۷,۷	عدم استفاده مدیران از رله داخلی به دلیل ریسک بالای استفاده از آن و تمایل به خرید خارجی به دلیل ریسک پایین استفاده از این تجهیزات
۷,۶	عدم وجود مرکزی متمرکز در کشور برای تصمیم‌گیری در مورد مباحث مرتبط با حفاظت
۷	عدم وجود برنامه مشخص برای توسعه PMU در کشور
۶,۷	توجه متخصصین کشور به انجام پژوهش‌ها در راستای تولید مقالات علمی به جای انجام پژوهش‌های نیاز محور

میزان اهمیت	چالش های پیش روی توسعه فناوری های تجهیزات حفاظت
۶,۷	ضعف در واحدهای تحقیق و توسعه شرکت های سازنده رله
۶,۶	تنظیم نبودن مناسبات بین دانشگاه و صنعت (عدم وجود ارتباط کافی بین دانشگاه و صنعت)
۶,۶	عدم وجود عزمی راسخ برای خرید PMU از داخل حتی با وجود کیفیت بهتر از نمونه خارجی
۶,۴	وجود رقبای چینی و هندی با رله کیفیت پایین در بازار و وجود رانتهای دولتی در بازار رله
۶,۳	عدم شناخت جامع متخصصان کشور در خصوص تمامی ابعاد رله ها (قدرت، الکترونیک، مکانیک، ریاضیات و برنامه نویسی) و همچنین کم رنگ بودن روحیه کار گروهی برای ساخت رله در کشور در زمینه تخصص های قدرت، الکترونیک، مکانیک، ریاضیات و نرم افزار
۶,۳	عدم توجه مدیران به گذراندن تست های قدرت رله های وارداتی (چینی)
۶	عدم وجود پایگاهی جامع جهت اطلاع متخصصین کشور از فعالیتهای صورت گرفته در زمینه حفاظت
۵,۴	نبود ارتباطات مناسب بین دانشگاه های مختلف با یکدیگر به منظور هم افزایی در زمینه توسعه فناوری های حفاظت
۵,۴	هزینه بالای تست های صنعتی PMU در کشور
۵,۳	کمبود آزمایشگاه رله در دانشگاه ها
۵,۳	هزینه بالای تحقیق و توسعه داخلی رله
۵,۲	عدم وجود شرکت های دانش بنیان و سازنده PMU در کشور
۴,۶	زمان بر بودن توسعه فناوری رله و در مقابل بازه های کوتاه مدت برنامه ریزی در کشور
۴,۳	تقاضای پایین برای رله در کشور
۴,۱	تعداد اندک شرکت های سازنده رله در کشور
۴,۱	غیر قابل تصور بودن انتقال تکنولوژی در زمینه رله به دلیل بازار کم آن در کشور
۳,۱	عدم وجود تولید کننده رله های نیروگاهی در کشور

## جدول (۲-۴): رتبه‌بندی چالش‌های توسعه دانش حفاظت براساس نظرات خبرگان

میزان اهمیت	چالش‌های پیش روی توسعه دانش حفاظت
۷,۷	عدم وجود بانک اطلاعات جامع از تمامی حالات گذرا جهت تحلیل حوادث و ارزیابی عملکرد رله‌ها در حالت گذرا
۷	کافی نبودن نیروی متخصص و خبره برای انجام تحلیل‌ها
۶,۷	ضعف دانشی در زمینه ارزیابی سیستم‌های حفاظتی موجود، نصب، راه‌اندازی و تست تجهیزات حفاظتی
۶,۶	عدم شناخت درست رله‌ها و فانکشن‌های آن‌ها در تحلیل حوادث
۶,۳	عدم ارتباط کافی پرسنل رلیاژ شرکت‌ها با دانشگاه‌ها و مراکز علمی
۵,۴	ضعف پرسنل رلیاژ شرکت‌ها در نرم‌افزارهای کاربردی قدرت مانند PSCAD, DIgSILENT و ...
۵,۳	کافی نبودن آموزش‌های دانشگاهی برای کار با تجهیزات حفاظتی
۵,۲	ضعف دانشی در زمینه حفاظت میکروگریدها و شبکه‌های هوشمند
۳	ضعف دانشی در زمینه حفاظت شبکه‌های HVDC

## ۲-۲- سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های توسعه فناوری‌های اولویت‌دار تجهیزات

## حفاظت و چالش‌های توسعه دانش حفاظت شبکه برق

پس از شناسایی چالش‌های توسعه فناوری تجهیزات حفاظت و چالش‌های توسعه دانش حفاظت در شبکه برق در جدول زیر سیاست‌ها و اقدامات رفع هر یک از این چالش براساس ادبیات ارائه شده در فصل اول و همچنین مصاحبه با خبرگان که اسامی آنان در ابتدای فصل آورده شده است و نظرات اعضای کمیته راهبری ارائه شده است. لازم به ذکر است با توجه به اینکه برخی از چالش‌ها در حوزه‌های فناورانه اولویت‌دار رله نسل سوم و تجهیزات پایش و پردازش سیاست‌ها و اقدامات مشترکی داشته‌اند به دلیل پرهیز از تکرار اقدامات برای چالش‌های مختلف، ممکن است ترتیب اهمیت چالش‌ها به جا شده باشد.

## جدول (۲-۵): سیاستها و اقدامات رفع چالش های توسعه فناوری های تجهیزات حفاظت

سیاست و اقدام	کارکرد نظام نوآوری	چالش های پیش روی توسعه فناوری های تجهیزات حفاظت
- تدوین مکانیزم تأمین منابع مالی پایدار برای توسعه (تحقیق و توسعه، تست، تجاری سازی و تولید) با اولویت بهره گیری از ظرفیت های مالی سایر ارگان های دولتی مرتبط (صندوق های توسعه فناوری و بودجه های تحقیق و توسعه)	بسیج منابع	کمبود منابع و تخصیص نامناسب همین منابع محدود
	شکل دهی به بازار	هزینه بالای تحقیق و توسعه داخلی رله
	شکل دهی به بازار	هزینه بالای تست های صنعتی PMU در کشور
- تدوین قوانین، مقررات و دستورالعمل های حمایت از تولید داخلی با زمان بندی مشخص و ابلاغ آن به تمامی نهادهای مرتبط	کارآفرینی	عدم حمایت های مادی و معنوی دولتی از سازندگان رله در کشور
	شکل دهی به بازار	زمان بر بودن توسعه فناوری رله و در مقابل بازه های کوتاه مدت برنامه ریزی در کشور
- استمرار مطالعات راهبردی مورد نیاز	جهت دهی به سیستم	عدم وجود برنامه مدون و مشخص برای توسعه انواع رله های مورد نیاز در کشور
- استمرار مطالعات راهبردی مورد نیاز	جهت دهی به سیستم	عدم وجود برنامه مشخص برای توسعه PMU در کشور
- تشکیل شورای راهبری توسعه دانش و فناوری های حفاظت	جهت دهی به سیستم	عدم وجود مرکزی متمرکز در کشور برای تصمیم گیری در مورد مباحث مرتبط با حفاظت
- افزایش سفارش به شرکت های سازنده رله داخلی با رویکرد بهینه سازی و ارتقای کیفیت	کارآفرینی	ضعف در واحدهای تحقیق و توسعه شرکت های سازنده رله
- تدوین دستورالعمل مدون در زمینه تست رله - الزام صنعت به استفاده از گواهی نامه معتبر تست رله مورد تأیید شورای راهبری توسعه دانش و فناوری های حفاظت به جای استفاده از برند مشخص - استفاده از رله های ساخت داخل در پست های کم اهمیت فوق توزیع به صورت پارالل با رله های اصلی و بدون ارسال سیگنال تریپ به مدت دو سال به صورت آزمایشگاهی	شکل دهی به بازار	عدم استفاده مدیران از رله داخلی به دلیل ریسک بالای استفاده از آن و تمایل به خرید خارجی به دلیل ریسک پایین استفاده از این تجهیزات
	شکل دهی به بازار	وجود رقبای چینی و هندی با رله کیفیت پایین در بازار و وجود رانت های دولتی در بازار رله
	شکل دهی به بازار	عدم توجه مدیران به گذراندن تست های قدرت رله های وارداتی (چینی)

سیاست و اقدام	کارکرد نظام نوآوری	چالش‌های پیش روی توسعه فناوری‌های تجهیزات حفاظت
<p>- تدوین قوانین، مقررات و دستورالعمل‌های حمایت از تولید داخلی با زمان‌بندی مشخص و ابلاغ آن به تمامی نهادهای مرتبط</p> <p>- الزام صنعت به استفاده از گواهی‌نامه معتبر تست PMU مورد تأیید شورای راهبردی توسعه دانش و فناوری‌های حفاظت به جای استفاده از برند مشخص</p>	مشروعیت بخشی	عدم وجود عزمی راسخ برای خرید PMU از داخل حتی با وجود کیفیت بهتر از نمونه خارجی
<p>- کمک به ایجاد و تقویت جایگاه تشکل‌های علمی، صنفی و غیردولتی حامی توسعه دانش و فناوری‌های حفاظت</p> <p>- حمایت از تحقیق و پژوهش به‌ویژه پژوهش‌های نیاز محور مرتبط با دانش و فناوری‌های حفاظت</p> <p>- تعریف خوشه پروژه‌های ملی اولویت‌دار و اجرای آن‌ها با رویکرد استفاده حداکثری همه از ظرفیت‌های تحقیقاتی کشور و تشکیل شبکه‌های پژوهشی</p>	توسعه و انتشار دانش	تنظیم نبودن مناسبات بین دانشگاه و صنعت (عدم وجود ارتباط کافی بین دانشگاه و صنعت)
	توسعه و انتشار دانش	توجه متخصصین کشور به انجام پژوهش‌ها در راستای تولید مقالات علمی به جای انجام پژوهش‌های نیاز محور
	توسعه و انتشار دانش	نبود ارتباطات مناسب بین دانشگاه‌های مختلف با یکدیگر به منظور هم‌افزایی در زمینه توسعه فناوری‌های حفاظت
	توسعه و انتشار دانش	عدم شناخت جامع متخصصان کشور در خصوص تمامی ابعاد رله‌ها (قدرت، الکترونیک، مکانیک، ریاضیات و برنامه‌نویسی) و همچنین کم‌رنگ بودن روحیه کار گروهی برای ساخت رله در کشور در زمینه تخصص‌های قدرت، الکترونیک، مکانیک، ریاضیات و نرم‌افزار
	شکل‌دهی به بازار	غیر قابل تصور بودن انتقال تکنولوژی در زمینه رله به دلیل بازار کم آن در کشور

سیاست و اقدام	کارکرد نظام نوآوری	چالش‌های پیش روی توسعه فناوری‌های تجهیزات حفاظت
- تشکیل پایگاه اطلاعاتی جامع در حوزه دانش و فناوری‌های حفاظت	توسعه و انتشار دانش	عدم وجود پایگاهی جامع جهت اطلاع متخصصین کشور از فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه حفاظت
- تدوین قوانین و مقررات حمایتی از شرکت‌های دانش‌بنیان در زمینه ساخت PMU - تدوین قوانین، مقررات و دستورالعمل‌های حمایت از تولید داخلی با زمان‌بندی مشخص و ابلاغ آن به تمامی نهادهای مرتبط	کارآفرینی	عدم وجود شرکت‌های دانش‌بنیان و سازنده PMU در کشور
- حمایت از ایجاد و تجهیز آزمایشگاه‌های رله در دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی - حمایت از تجهیز آزمایشگاه‌های تحقیقاتی موجود و تشکیل شبکه آزمایشگاهی	توسعه و انتشار دانش	کمبود آزمایشگاه رله در دانشگاه‌ها
- تدوین قوانین و مقررات حمایتی از شرکت‌های دانش‌بنیان در زمینه ساخت رله با تأکید بر رله‌های نیروگاهی	کارآفرینی	تعداد اندک شرکت‌های سازنده رله در کشور
- تدوین قوانین، مقررات و دستورالعمل‌های حمایت از تولید داخلی با زمان‌بندی مشخص و ابلاغ آن به تمامی نهادهای مرتبط	کارآفرینی	عدم وجود تولید کننده رله‌های نیروگاهی در کشور
- انجام حمایت‌های مختلف از شرکت‌های داخلی جهت حضور در بازارهای منطقه‌ای و بین‌المللی و رفع موانع صادرات	شکل‌دهی به بازار	تقاضای پایین برای رله در کشور

در جدول (۲-۶) چالش‌ها و اقدامات رفع چالش‌های توسعه دانش حفاظت شبکه برق، از منظر صاحب‌نظران و خبرگان، نشان

داده شده است.



## جدول (۲-۶): سیاست‌ها و اقدامات رفع چالش‌های توسعه دانش حفاظت

سیاست و اقدام	چالش‌های پیش روی توسعه دانش حفاظت
<ul style="list-style-type: none"> <li>- تأمین RTDS و در غیر این صورت تدوین پروژه‌های تحلیل‌های حالت گذرا در غالب خوشه پروژه‌ها</li> <li>- تدوین دستورالعمل الزام شرکت‌های مدیریت شبکه برق ایران و برق‌های منطقه‌ای جهت تشکیل بانک اطلاعات جامع از تمامی حالات گذرا جهت تحلیل حوادث و ارزیابی عملکرد رله‌ها</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>عدم وجود بانک اطلاعات جامع از تمامی حالات گذرا جهت تحلیل حوادث و ارزیابی عملکرد رله‌ها در حالت گذرا</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- برگزاری نشست‌های تخصصی ملی در حوزه حفاظت</li> <li>- طراحی و اجرای دوره‌های ویژه حفاظت برای پرسنل رلیاژ شرکت‌ها توسط دانشگاه‌های صاحب صلاحیت و نیز پیش‌بینی این قبیل دوره‌های آموزشی در قرارداد خرید رله‌ها</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>عدم ارتباط کافی پرسنل رلیاژ شرکت‌ها با دانشگاه‌ها و مراکز علمی</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- تربیت نیروی متخصص در دانشگاه‌ها در زمینه رله و حفاظت</li> <li>- بازنگری در محتوای علمی دروس حفاظت در دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>کافی نبودن نیروی متخصص و خیره برای انجام تحلیل‌ها</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>برگزاری دوره‌های آموزشی ضمن خدمت مدون و مشخص در موضوعات مورد نیاز برای پرسنل شرکت‌ها و ارائه گواهی‌نامه‌های معتبر</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>عدم شناخت درست رله‌ها و فانکشن‌های آن‌ها در تحلیل حوادث</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>ضعف پرسنل رلیاژ شرکت‌ها در نرم‌افزارهای کاربردی قدرت مانند PSCAD، DigSILENT و ...</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>کافی نبودن آموزش‌های دانشگاهی برای کار با تجهیزات حفاظتی</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- دارا بودن گواهینامه صلاحیت حرفه‌ای توسط برد تخصصی حفاظت برای طراح سیستم‌های حفاظت</li> <li>- تکمیل نظام نامه رله و حفاظت شبکه</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ضعف دانشی در زمینه ارزیابی سیستم‌های حفاظتی موجود و نصب، راه‌اندازی و تست تجهیزات حفاظتی</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>تعریف پروژه‌های تحقیقاتی مورد نیاز</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ضعف دانشی در زمینه حفاظت میکروگریدها و شبکه‌های هوشمند و شبکه‌های HVDC</li> </ul>

با توجه به توضیحات ارائه شده در جداول بالا در ادامه، سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری تجهیزات حفاظت شبکه و اقدامات توسعه دانش حفاظت، از منظر خبرگان حفاظت، در حوزه رله‌های نسل سوم و تجهیزات پایش و پردازش و همچنین اقدامات مشترک برای هر دو فناوری به تفکیک بیان شده است.

### اقدامات توسعه فناوری رله نسل سوم و تجهیزات پایش و پردازش (به صورت مشترک):

❖ تدوین مکانیزم تامین منابع مالی پایدار برای توسعه (تحقیق و توسعه، تست، تجاری‌سازی و تولید) با اولویت بهره‌گیری از ظرفیت‌های مالی سایر ارگان‌های دولتی مرتبط (صندوق‌های توسعه فناوری و بودجه‌های تحقیق و توسعه)

❖ تدوین قوانین، مقررات و دستورالعمل‌های حمایت از تولید داخلی با زمان‌بندی مشخص و ابلاغ آن به تمامی نهادهای مرتبط

❖ استمرار مطالعات راهبردی مورد نیاز در زمینه رله و PMU

❖ تشکیل شورای راهبردی توسعه دانش و فناوری‌های حفاظت

❖ کمک به ایجاد و تقویت جایگاه تشکل‌های علمی، صنفی و غیردولتی حامی توسعه دانش و فناوری‌های حفاظت

❖ حمایت از تحقیق و پژوهش به‌ویژه پژوهش‌های نیاز محور مرتبط با دانش و فناوری‌های حفاظت

❖ تشکیل پایگاه اطلاعاتی جامع در حوزه دانش و فناوری‌های حفاظت

❖ تعریف خوشه پروژه‌های ملی اولویت‌دار و اجرای آن‌ها با رویکرد استفاده حداکثری از همه ظرفیت‌های تحقیقاتی کشور و تشکیل شبکه‌های پژوهشی

○ پروژه توسعه و بهبود رله اضافه جریان

○ ساخت نمونه نیمه صنعتی رله دیفرانسیل

○ ساخت نمونه نیمه صنعتی رله دیستانس

○ ساخت نمونه نیمه صنعتی رله مدیریت فیدر

○ ساخت نمونه نیمه صنعتی رله حفاظت ژنراتور

○ ساخت نمونه نیمه صنعتی رله حفاظت موتور

○ ساخت نمونه نیمه صنعتی PMU

### سیاستها و اقدامات مرتبط با توسعه فناوری رله نسل سوم:

- ❖ افزایش سفارش به شرکت های سازنده رله داخلی با رویکرد بهینه سازی و ارتقای کیفیت
- ❖ تدوین دستورالعمل مدون در زمینه تست رله
- ❖ الزام صنعت به استفاده از گواهی نامه معتبر تست رله مورد تأیید شورای راهبری توسعه دانش و فناوری های حفاظت به جای استفاده از برند مشخص
- ❖ استفاده از رله های ساخت داخل در پست های کم اهمیت فوق توزیع به صورت پارالل با رله های اصلی و بدون ارسال سیگنال تریپ به مدت دو سال به صورت آزمایشگاهی
- ❖ حمایت از ایجاد و تجهیز آزمایشگاه های رله در دانشگاه ها و مراکز پژوهشی
- ❖ حمایت از تجهیز آزمایشگاه های تحقیقاتی موجود در زمینه رله و تشکیل شبکه آزمایشگاهی
- ❖ تدوین قوانین و مقررات حمایتی از شرکت های دانش بنیان در زمینه ساخت رله با تأکید بر رله های نیروگاهی
- ❖ انجام حمایت های مختلف از شرکت های داخلی تولیدکننده رله جهت حضور در بازارهای منطقه ای و بین المللی و رفع موانع صادرات

### سیاستها و اقدامات مرتبط با توسعه فناوری تجهیزات پایش و پردازش:

- ❖ الزام صنعت به استفاده از گواهی نامه معتبر تست PMU مورد تأیید شورای راهبری توسعه دانش و فناوری های حفاظت به جای استفاده از برند مشخص
- ❖ تدوین قوانین و مقررات حمایتی از شرکت های دانش بنیان در زمینه ساخت PMU
- در گزارش فاز پنجم پروژه، اقدامات فنی و مدیریتی مورد نیاز به همراه شناسنامه اقدامات و بودجه مورد نیاز برای هر سال بیان می گردد. در خصوص تعریف خوشه پروژه های ملی اولویت دار و اجرای آنها با رویکرد استفاده حداکثری از همه

ظرفیت‌های تحقیقاتی کشور نیز در گزارش فاز پنجم هر یک از پروژه‌ها به تفکیک شرح داده می‌شود و میزان بودجه مورد نیاز و متولی هر یک به تفکیک بیان می‌گردد.

## نتیجه‌گیری

به منظور تدوین سیاست‌های کلان مورد نیاز در سند توسعه فناوری‌های تجهیزات حفاظت در شبکه برق، در این گزارش با استفاده از مفهوم نظام نوآوری توسعه فناوری، به شناسایی چالش‌های پیش‌روی مسیر توسعه فناوری‌های تجهیزات حفاظت اولویت‌دار تحت شمول سند راهبردی توسعه فناوری‌های تجهیزات حفاظت در شبکه برق پرداخته شد و ارائه سیاست‌ها و اقدامات مناسب برای هریک از آنها طی مصاحباتی با خبرگان این حوزه و همچنین تهیه پرسشنامه برای اعضای محترم کمیته راهبری بدست آمد. 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، مشروعیت بخشی و جهت‌دهی به سیستم شناسایی شد و پس از بررسی به ارائه سیاست‌ها و اقدامات مناسب برای رفع هریک از این چالش‌ها از منظر صاحب‌نظران و خبرگان پرداخته شد.



## پیوست ۱ (اهمیت چالش‌ها)

صاحب نظر محترم

با سلام و احترام

همان‌طور که مستحضرید پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های حفاظت در شبکه برق ایران» در پژوهشگاه نیرو در حال انجام است. در فاز چهارم این پروژه چالش‌های توسعه فناوری تجهیزات و دانش حفاظت طی مصاحبه‌هایی با خبرگان این بخش شناسایی گردیده است که عناوین مهم‌ترین آن‌ها در ادامه در قالب دو جدول ارائه شده است:

- جدول (۱): چالش‌های پیش روی توسعه فناوری‌های تجهیزات حفاظت

- جدول (۲): چالش‌های پیش روی توسعه دانش حفاظت

خواهشمند است در مورد هر یک از چالش‌های عنوان شده، با توجه به میزان اهمیت آن‌ها از دیدگاه شما، در ستون دوم عددی از ۱ تا ۱۰ اختصاص دهید و در ستون سوم جدول، راهکارهای لازم برای برطرف ساختن هر یک از این چالش‌ها را بیان فرمائید. همچنین در صورتی که چالش‌های دیگری در این زمینه در نظر دارید به انتهای لیست اضافه فرمائید. پیشاپیش از بذل عنایت جنابعالی کمال تشکر را داریم.

### جدول (۱): چالش‌های پیش روی توسعه فناوری‌های تجهیزات حفاظت

راه کارهای رفع چالش‌ها	میزان اهمیت (از ۱ تا ۱۰)	چالش‌های پیش روی توسعه فناوری‌های تجهیزات حفاظت
		تنظیم نبودن مناسبات بین دانشگاه و صنعت (عدم وجود ارتباط کافی بین دانشگاه و صنعت)
		توجه متخصصین کشور به انجام پژوهش‌ها در راستای تولید مقالات علمی به جای انجام پژوهش‌های نیاز محور
		نبود ارتباطات مناسب بین دانشگاه‌های مختلف با یکدیگر به منظور هم افزایی در زمینه توسعه فناوری‌های حفاظت
		عدم وجود پایگاهی جامع جهت اطلاع متخصصین کشور از فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه حفاظت
		عدم وجود مرکزی متمرکز در کشور برای تصمیم‌گیری در مورد مباحث مرتبط با حفاظت

چالش‌های پیش روی توسعه فناوری‌های تجهیزات حفاظت	میزان اهمیت (از ۱ تا ۱۰)	راه کارهای رفع چالش‌ها
کمبود منابع و تخصیص نامناسب همین منابع محدود		
عدم شناخت جامع متخصصان کشور در خصوص تمامی ابعاد رله‌ها (قدرت، الکترونیک، مکانیک، ریاضیات و برنامه‌نویسی) و همچنین کم‌رنگ بودن روحیه کار گروهی برای ساخت رله در کشور در زمینه تخصص‌های قدرت، الکترونیک، مکانیک، ریاضیات و نرم افزار		
کمبود آزمایشگاه رله در دانشگاه‌ها		
تعداد اندک شرکت‌های سازنده رله در کشور		
عدم وجود تولید کننده رله‌های نیروگاهی در کشور		
عدم حمایت‌های مادی و معنوی دولتی از سازندگان رله در کشور		
ضعف در واحدهای تحقیق و توسعه شرکت‌های سازنده رله		
وجود رقبای چینی و هندی با رله کیفیت پایین در بازار و وجود رانت‌های دولتی در بازار رله		
هزینه بالای تحقیق و توسعه داخلی رله با توجه به عدم امکان انتقال تکنولوژی		
تقاضای پایین برای رله در کشور		
عدم استفاده مدیران از رله داخلی به دلیل ریسک بالای استفاده از آن و تمایل به خرید خارجی به دلیل ریسک پایین استفاده از این تجهیزات		
عدم توجه مدیران به گذراندن تست‌های قدرت رله‌های وارداتی (چینی)		
غیر قابل تصور بودن انتقال تکنولوژی در زمینه رله به دلیل بازار کم آن در کشور		
زمان‌بر بودن توسعه فناوری رله و در مقابل بازه‌های کوتاه‌مدت برنامه‌ریزی در کشور		
عدم وجود برنامه مدون و مشخص برای توسعه انواع رله‌های مورد نیاز در کشور		



چالش‌های پیش روی توسعه فناوری‌های تجهیزات حفاظت	میزان اهمیت (از ۱ تا ۱۰)	راه کارهای رفع چالش‌ها
هزینه بالای تست‌های صنعتی PMU در کشور		
عدم وجود شرکت‌های دانش بنیان و سازنده PMU در کشور		
عدم وجود برنامه مشخص برای توسعه PMU در کشور		
عدم وجود عزمی راسخ برای خرید PMU از داخل حتی با وجود کیفیت بهتر از نمونه خارجی		

جدول (۲): چالش‌های پیش روی توسعه دانش حفاظت

چالش‌های پیش روی توسعه دانش حفاظت	میزان اهمیت (از ۱ تا ۱۰)	راه کارهای رفع چالش‌ها
کافی نبودن نیروی متخصص و خبره برای انجام تحلیل‌ها		
ضعف دانشی در زمینه ارزیابی سیستم‌های حفاظتی موجود، نصب، راه اندازی و تست تجهیزات حفاظتی		
عدم وجود بانک اطلاعات جامع از تمامی حالات گذرا جهت تحلیل حوادث و ارزیابی عملکرد رله‌ها در حالت گذرا		
عدم شناخت درست رله‌ها و فانکشن‌های آن‌ها در تحلیل حوادث		
ضعف پرسنل رلیاژ شرکت‌ها در نرم افزارهای کاربردی قدرت مانند PSCAD, DIgSILENT و ...		
کافی نبودن آموزش‌های دانشگاهی برای کار با تجهیزات حفاظتی		
عدم ارتباط کافی پرسنل رلیاژ شرکت‌ها با دانشگاه‌ها و مراکز علمی		
ضعف دانشی در زمینه حفاظت میکروگریدها و شبکه‌های هوشمند		
ضعف دانشی در زمینه حفاظت شبکه‌های HVDC		



## مراجع

- [1] 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.
- [2] Freeman, C., Perez, C., 1988a. Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour.
- [3] Geels, F.W., 2002. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research policy* 31, 1257-1274.
- [4] 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.
- [5] Rotmans, J., Kemp, R., van Asselt, M., 2001. More evolution than revolution: transition management in public policy. *Foresight* 3, 15-31.
- [6] Smith, A., Stirling, A., Berkhout, F., 2005. The governance of sustainable socio-technical transitions. *Res. Pol.* 34, 1491-1510.
- [7] Carlsson, B., Stankiewicz, R., 1991. On the nature, function and composition of technological systems. *J. Evolutionary Econ.* 1, 93-118.
- [8] Rothwell, R., Zegveld, W., 1985. *Reindustrialization and technology*. ME Sharpe.
- [9] Smith, A., 2007. Translating sustainabilities between green niches and socio-technical regimes. *Technology Analysis & Strategic Management* 19, 427-450.
- [10] Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M., Rickne, A., 2002. Innovation systems: analytical and methodological issues. *Res. Pol.* 31, 233-245.
- [11] 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

- ۱- بررسی وضعیت دانشگاه‌های کشور در زمینه حفاظت ..... ۱
- مقدمه ..... ۱
- ۱-۱- معیارهای ارائه شده توسط کمیته حفاظت IEEE برای آموزش حفاظت در دانشگاه‌ها ..... ۲
- ۱-۱-۱- سرفصل دروس حفاظت از نظر کمیته حفاظت IEEE ..... ۳
- ۱-۱-۲- سرفصل فعالیت‌های آزمایشگاه حفاظت از نظر کمیته حفاظت IEEE ..... ۶
- ۱-۱-۳- نحوه تدریس دروس حفاظت به پیشنهاد کمیته حفاظت IEEE ..... ۸
- ۱-۲-۱- مقایسه آموزش حفاظت در کشور با معیارهای ارائه شده ..... ۸
- ۱-۲-۲- مقایسه سرفصل دروس‌های تئوری حفاظت در کشور با معیار IEEE ..... ۸
- ۱-۲-۲-۱- مقایسه درس آزمایشگاه حفاظت در کشور با معیارهای IEEE ..... ۱۹
- ۱-۳-۱- بررسی سیلابس‌های دروس حفاظت در برخی از دانشگاه‌های کشورهای خارجی ..... ۲۲
- ۱-۳-۱-۱- دانشگاه Novi Sad (بلغراد-صربستان) ..... ۲۲
- ۱-۳-۱-۲- دانشگاه Portland (پرتلند-آمریکا) ..... ۲۳
- ۱-۳-۱-۳- دانشگاه GUJARAT Technology (احمدآباد-هند) ..... ۲۴
- ۱-۳-۱-۴- دانشگاه Sri Venkateswara (هند) ..... ۲۵
- ۱-۳-۱-۵- دانشگاه TIRUCHIRAPPALLI (هند) ..... ۲۷
- ۱-۳-۱-۶- دانشگاه West Bengal (هند) ..... ۲۸
- ۱-۳-۱-۷- دانشگاه Fatih (استانبول-ترکیه) ..... ۳۰
- ۱-۳-۱-۸- دانشگاه RWTH Aachen (آخن-آلمان) ..... ۳۱
- ۱-۳-۱-۹- دانشگاه هنگ کنگ ..... ۳۱
- ۱-۳-۱-۱۰- دانشگاه هنگ کنگ ..... ۳۲

- ۱-۳-۱۱- دانشگاه Boise (آیداهو-آمریکا) ..... ۳۳
- ۱-۳-۱۲- جمع‌بندی ..... ۳۴
- ۱-۴- مقایسه سرفصل‌های دروس حفاظت پیشنهادی کمیته IEEE با دانشگاه‌های کشور و سایر دانشگاه‌های  
بررسی شده ..... ۳۹
- ۱-۵-۱- بررسی برخی از کتب حفاظتی چاپ شده در کشور ..... ۴۴
- ۱-۵-۱-۱- کتاب حفاظت پیشرفته (نویسنده: دکتر حسین عسکریان ایبانه) ..... ۴۴
- ۱-۵-۱-۲- کتاب حفاظت و رله‌ها (نویسنده: دکتر حسین عسکریان ایبانه) ..... ۴۵
- ۱-۵-۱-۱- کتاب بررسی سیستم‌های قدرت و حفاظت آن‌ها توسط نرم‌افزار PSCAD (نویسنده: دکتر حسین  
عسکریان ایبانه) ..... ۴۶
- ۱-۵-۱-۲- کتاب حفاظت شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی (ترجمه: دکتر محمود رضا حقی فام) ..... ۴۷
- ۱-۵-۱-۳- کتاب محاسبات اتصال کوتاه در شبکه (نویسنده: دکتر مسعود سلطانی) ..... ۴۸
- ۱-۵-۱-۱- کتاب رله و حفاظت سیستم‌ها (نویسنده: دکتر مسعود سلطانی) ..... ۴۹
- ۱-۵-۱-۲- کتاب حفاظت سیستم‌های قدرت: حفاظت و سیگنال دهی دیجیتال (نویسنده: دکتر صادق جمالی).  
..... ۴۹
- ۱-۵-۱-۳- کتاب حفاظت سیستم‌های قدرت (نویسنده: دکتر صادق جمالی) ..... ۵۰
- ۱-۵-۱-۴- کتاب ترانسفورماتورهای جریان حفاظتی (نویسنده: دکتر سیدمحمد شهرتاش) ..... ۵۱
- ۱-۵-۱-۵- کتاب مبانی حفاظت سیستم‌های قدرت (نویسنده: دکتر مجتبی خدرزاده) ..... ۵۲
- ۱-۵-۱-۶- کتاب حفاظت پیشرفته موتورهای الکتریکی (نویسنده: دکتر مجتبی خدرزاده) ..... ۵۳
- ۱-۵-۱-۱- کتاب حفاظت سیستم‌های قدرت (نویسنده: مهندس همایون حائری) ..... ۵۳
- ۱-۵-۱-۲- سایر کتاب‌های حفاظتی چاپ داخل ..... ۵۴
- ۱-۶-۱- بررسی برخی از کتب حفاظتی چاپ شده در خارج از کشور ..... ۵۶
- ۱-۶-۱-۱- بررسی سرفصل‌های کتاب Digital Protection for Power Systems ..... ۵۶

- ۱-۶-۲- بررسی سرفصل های کتاب Practical Power System Protection ..... ۵۷
- ۱-۶-۳- بررسی سرفصل های کتاب Power System Protection ..... ۵۷
- ۱-۶-۴- بررسی سرفصل های کتاب Digital Signal Processing in Power System Protection ..... ۵۹
- ..... and Control ..... ۵۹
- ۱-۶-۵- بررسی سرفصل های کتاب Fundamentals of Power System Protection ..... ۵۹
- ۱-۶-۶- بررسی سرفصل های کتاب Computer Relaying for Power Systems ..... ۶۰
- ۱-۶-۷- بررسی سرفصل های کتاب Power System Relaying ..... ۶۱
- ۱-۶-۸- بررسی سرفصل های کتاب Protective Relaying ..... ۶۱
- ۱-۷-۷- بررسی مقالات علمی برخی از اساتید حفاظت کشور ..... ۶۴
- ۱-۷-۱- میزان مشارکت اساتید حوزه حفاظت در ده شماره اخیر ژورنال IEEE Transaction on Power System ..... ۷۸
- ۱-۷-۲- میزان مشارکت اساتید حوزه حفاظت در ده شماره اخیر ژورنال IEEE Transaction on Power Delivery ..... ۸۰
- ۱-۷-۳- میزان مشارکت اساتید حوزه حفاظت در ده شماره اخیر ژورنال IET Generation, Transmission & Distribution ..... ۸۳
- ۱-۷-۴- میزان مشارکت اساتید حوزه حفاظت در ده شماره اخیر ژورنال Electric Power Systems Research ..... ۸۴
- ۱-۷-۵- میزان مشارکت اساتید حوزه حفاظت در ده شماره اخیر ژورنال European Transactions on Electrical Power ..... ۸۵
- ۱-۸-۸- نتیجه گیری ..... ۸۶
- ۲- بررسی دانش حفاظت در صنعت برق کشور ..... ۸۹
- ..... مقدمه ..... ۹۱

- ۱-۲- بررسی امکانات آزمایشگاه های KEMA و RMS در حوزه تست رله های حفاظتی ..... ۹۱
- ۱-۱-۲- اجرای تایپ تست رله ها ..... ۹۱
- ۲-۲- دستورالعمل مدیریت شبکه برای نصب رله ها در شبکه برق کشور ..... ۹۶
- ۳-۲- تست های قابل اجرا در آزمایشگاه های مرجع ایران ..... ۱۰۱
- ۱-۳-۲- شرکت آزمایشگاه های صنایع برق ایران (EPIL) ..... ۱۰۱
- ۴-۲- آزمایشگاه رله و حفاظت پژوهشگاه نیرو ..... ۱۰۴
- ۵-۲- اولویت های تحقیقاتی و پروژه های انجام شده در شرکت توانیر ..... ۱۱۰
- ۱-۵-۲- اولویت های تحقیقاتی شرکت های زیر مجموعه توانیر سال ۱۳۹۰ ..... ۱۱۱
- ۲-۵-۲- اولویت های تحقیقاتی شرکت های زیر مجموعه توانیر سال ۱۳۹۱ ..... ۱۱۴
- ۳-۵-۲- اولویت های تحقیقاتی شرکت های زیر مجموعه توانیر سال ۱۳۹۲ ..... ۱۱۶
- ۴-۵-۲- اولویت های تحقیقاتی شرکت های زیر مجموعه توانیر سال ۱۳۹۳ ..... ۱۱۹
- ۵-۵-۲- پروژه های انجام شده در شرکت توانیر ..... ۱۲۲
- ۶-۲- اولویت های تحقیقاتی و پروژه های اجرا شده در شرکت های برق منطقه ای ..... ۱۲۳
- ۱-۶-۲- شرکت برق منطقه ای مازندران ..... ۱۲۴
- ۲-۶-۲- شرکت برق منطقه ای اصفهان ..... ۱۲۶
- ۳-۶-۲- شرکت برق منطقه ای تهران ..... ۱۳۱
- ۴-۶-۲- شرکت برق منطقه ای خوزستان ..... ۱۳۳
- ۵-۶-۲- برق منطقه ای آذربایجان ..... ۱۳۵
- ۶-۶-۲- برق منطقه ای باختر ..... ۱۳۶
- ۷-۶-۲- شرکت برق منطقه ای خراسان ..... ۱۳۷
- ۸-۶-۲- برق منطقه ای سمنان ..... ۱۳۸
- ۹-۶-۲- شرکت برق منطقه ای سیستان و بلوچستان ..... ۱۳۹



- ۱۳۹-۶-۲-۱۰- شرکت برق منطقه‌ای فارس ..... ۱۳۹
- ۱۴۰-۶-۲-۱۱- شرکت برق منطقه‌ای کرمان ..... ۱۴۰
- ۱۴۱-۶-۲-۱۲- شرکت برق منطقه‌ای گیلان ..... ۱۴۱
- ۱۴۳-۶-۲-۱۳- شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان ..... ۱۴۳
- ۱۴۴-۶-۲-۱۴- شرکت برق منطقه‌ای یزد ..... ۱۴۴
- ۱۴۴-۶-۲-۱۵- شرکت برق منطقه‌ای غرب ..... ۱۴۴
- ۱۴۵-۷-۲- عنوان طرح‌های کلان ملی بخش برق ..... ۱۴۵
- ۱۴۶-۸-۲- نتیجه‌گیری ..... ۱۴۶
- ۱۴۹-۳- بررسی پرسشنامه‌های ارسالی به متخصصین صنعت در مورد وضعیت دانش حفاظت در کشور ..... ۱۴۹
- ۱۵۰- مقدمه ..... ۱۵۰
- ۱۵۱-۳-۱- فرم خام پرسشنامه تهیه شده ..... ۱۵۱
- ۱۵۴-۳-۲- نتایج پرسشنامه پر شده توسط کارشناسان بخش رلیاژ صنعت برق ..... ۱۵۴
- ۱۵۴-۳-۲-۱- پراکندگی پاسخ دهندگان ..... ۱۵۴
- ۱۵۵-۳-۲-۲- حوزه عملکرد پاسخ دهندگان ..... ۱۵۵
- ۱۵۸-۳-۲-۳- حوزه نرم‌افزارهای تخصصی برق و میزان دانش نسبت به آنها ..... ۱۵۸
- ۱۶۰-۳-۲-۴- میزان اهمیت آموزش‌های حین خدمت یا دانشگاهی در حوزه تخصصی هریک از پاسخ‌دهندگان .. ۱۶۰
- ۱۶۲-۳-۲-۵- انواع آموزش‌های حین خدمت که می‌توانند مفید باشند ..... ۱۶۲
- ۱۶۳-۳-۲-۶- انواع رله و تستری که پاسخ‌دهندگان آشنایی بیشتری دارند و میزان آشنایی هریک ..... ۱۶۳
- ۱۶۵-۳-۲-۷- میزان مشارکت در همایش‌ها و کنفرانس‌های علمی ..... ۱۶۵
- ۱۶۷-۳-۲-۸- میزان ارتباط حوزه فعالیت هریک از پاسخ‌دهندگان با دانشگاه‌های کشور ..... ۱۶۷
- ۱۶۹-۳-۲-۹- مهمترین ضعف فارغ‌التحصیلان دانشگاهی در بدو ورود به صنعت کشور ..... ۱۶۹

- ۱۶۹..... ۳-۳-۳ بررسی نظرات مدیران صنعت برق کشور در مورد دانش حفاظت
- ۱۷۰..... ۳-۳-۱- نرم افزارهای مهم حوزه حفاظت از نظر مدیران
- ۱۷۱..... ۳-۳-۲- مهمترین ضعف آموزش‌های دانشگاهی از نظر مدیران
- ۱۷۱..... ۳-۳-۳- مهمترین ضعف صنعت در حوزه دانش حفاظت از نظر مدیران
- ۱۷۱..... ۳-۳-۴- آموزش‌های حین خدمت مورد نیاز از دید مدیران
- ۱۷۲..... ۳-۳-۵- مباحث مرتبط با استاندارد در حوزه حفاظت کشور
- ۱۷۲..... ۳-۳-۶- میزان آشنایی پرسنل با تجهیزات حفاظتی
- ۱۷۵..... نتیجه‌گیری
- ۱۷۷..... مراجع

## فهرست شکلها

شکل ۳-۱: تفکیک حوزه های عملکردی پاسخ دهندگان بر حسب درصد ..... ۱۵۸

## فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۱: سرفصل‌های پیشنهادی برای دروس تئوری حفاظت توسط کمیته حفاظت IEEE ..... ۳
- جدول ۲-۱: سرفصل‌های پیشنهادی برای درس آزمایشگاه حفاظت توسط کمیته حفاظت IEEE ..... ۷
- جدول ۳-۱: سرفصل‌های درس بررسی سیستم‌های قدرت ..... ۹
- جدول ۴-۱: سرفصل‌های درس حفاظت و رله ..... ۹
- جدول ۵-۱: سرفصل‌های درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه علم و صنعت ..... ۱۰
- جدول ۶-۱: مراجع درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه علم و صنعت ..... ۱۰
- جدول ۷-۱: سرفصل‌های درس حفاظت جامع و گسترده شبکه‌های قدرت در دانشگاه علم و صنعت ..... ۱۱
- جدول ۸-۱: مراجع درس حفاظت جامع و گسترده شبکه‌های قدرت در دانشگاه علم و صنعت ..... ۱۱
- جدول ۹-۱: سرفصل‌های درس حفاظت و کنترل گسترده دیجیتال پست‌ها و نیروگاه‌ها در دانشگاه علم و صنعت ..... ۱۱
- جدول ۱۰-۱: مراجع درس حفاظت و کنترل گسترده دیجیتال پست‌ها و نیروگاه‌ها در دانشگاه علم و صنعت ..... ۱۲
- جدول ۱۱-۱: سرفصل‌های درس محاسبات اتصال کوتاه و کاربرد محدودکننده‌های جریان خطا در شبکه‌های قدرت در دانشگاه علم و صنعت ..... ۱۲
- جدول ۱۲-۱: مراجع درس محاسبات اتصال کوتاه و کاربرد محدودکننده‌های جریان خطا در شبکه‌های قدرت در دانشگاه علم و صنعت ..... ۱۳
- جدول ۱۳-۱: سرفصل‌های درس حفاظت شبکه‌های توزیع با منابع تولید پراکنده در دانشگاه علم و صنعت ..... ۱۳
- جدول ۱۴-۱: مراجع درس حفاظت شبکه‌های توزیع با منابع تولید پراکنده در دانشگاه علم و صنعت ..... ۱۴
- جدول ۱۵-۱: سرفصل‌های درس کاربرد فناوری اطلاعات و انتقال داده در سیستم‌های حفاظتی در دانشگاه علم و

صنعت ..... ۱۴

جدول ۱-۱۶: مراجع درس کاربرد فناوری اطلاعات و انتقال داده در سیستم های حفاظتی در دانشگاه علم و صنعت. ۱۴

جدول ۱-۱۷: سرفصل های درس حفاظت پیشرفته سیستم های قدرت در دانشگاه تهران ..... ۱۵

جدول ۱-۱۸: سرفصل های درس حفاظت پیشرفته سیستم های قدرت در دانشگاه صنعتی اصفهان ..... ۱۵

جدول ۱-۱۹: مراجع درس حفاظت پیشرفته سیستم های قدرت در دانشگاه صنعتی اصفهان ..... ۱۶

جدول ۱-۲۰: سرفصل های درس حفاظت شبکه های توزیع در دانشگاه صنعتی امیرکبیر ..... ۱۶

جدول ۱-۲۱: مراجع درس حفاظت شبکه های توزیع در دانشگاه صنعتی امیرکبیر ..... ۱۷

جدول ۱-۲۲: سرفصل های درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه صنعتی امیرکبیر ..... ۱۷

جدول ۱-۲۳: مراجع درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه صنعتی امیرکبیر ..... ۱۷

جدول ۱-۲۴: مقایسه سرفصل های تئوری IEEE با سرفصل های دروس حفاظت در دانشگاه های کشور ..... ۱۸

جدول ۱-۲۵: مقایسه سرفصل آزمایشگاه حفاظت امیرکبیر با معیارهای IEEE ..... ۲۱

جدول ۱-۲۶: سرفصل های درس حفاظت در دانشگاه Novi Sad ..... ۲۲

جدول ۱-۲۷: سرفصل های درس حفاظت در دانشگاه Portland ..... ۲۳

جدول ۱-۲۸: مراجع درس حفاظت در دانشگاه Portland ..... ۲۳

جدول ۱-۲۹: سرفصل های درس سوئیچگیر و حفاظت در دانشگاه GUJARAT Technology ..... ۲۴

جدول ۱-۳۰: مراجع درس سوئیچگیر و حفاظت در دانشگاه GUJARAT Technology ..... ۲۴

جدول ۱-۳۱: سرفصل های درس سوئیچگیر و حفاظت در دانشگاه Sri Venkateswara ..... ۲۵

جدول ۱-۳۲: مراجع درس سوئیچگیر و حفاظت در دانشگاه Sri Venkateswara ..... ۲۶

جدول ۱-۳۳: سرفصل های درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه TIRUCHIRAPPALLI ..... ۲۷

- جدول ۱-۳۴: مراجع درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه TIRUCHIRAPPALLI ..... ۲۸
- جدول ۱-۳۵: سرفصل‌های درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه West Bengal ..... ۲۸
- جدول ۱-۳۶: مراجع درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه West Bengal ..... ۲۹
- جدول ۱-۳۷: سرفصل‌های درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه Fatih ..... ۳۰
- جدول ۱-۳۸: سرفصل‌های درس حفاظت در دانشگاه RWTH Aachen ..... ۳۱
- جدول ۱-۳۹: سرفصل‌های درس روش‌های مدرن حفاظت در دانشگاه هنگ کنگ ..... ۳۱
- جدول ۱-۴۰: مراجع درس روش‌های مدرن حفاظت در دانشگاه هنگ کنگ ..... ۳۲
- جدول ۱-۴۱: سرفصل‌های درس حفاظت در دانشگاه هنگ کنگ ..... ۳۲
- جدول ۱-۴۲: مراجع درس حفاظت در دانشگاه هنگ کنگ ..... ۳۳
- جدول ۱-۴۳: سرفصل‌های درس حفاظت در دانشگاه Boise ..... ۳۳
- جدول ۱-۴۴: بررسی اجمالی سرفصل‌های دانشگاه‌های سایر کشورهای دنیا ..... ۳۴
- جدول ۱-۴۵: مراجع دروس حفاظت در دانشگاه‌های سایر کشورهای دنیا ..... ۳۷
- جدول ۱-۴۶: مقایسه سرفصل‌های آموزش حفاظت دانشگاه‌های مختلف با معیارهای IEEE ..... ۴۰
- جدول ۱-۴۷: سرفصل‌های کتاب حفاظت پیشرفته در سیستم‌های قدرت (نویسنده: دکتر عسکریان ایبانه) ..... ۴۴
- جدول ۱-۴۸: سرفصل‌های کتاب حفاظت پیشرفته در سیستم‌های قدرت (نویسنده: دکتر عسکریان ایبانه) ..... ۴۵
- جدول ۱-۴۹: سرفصل‌های کتاب بررسی سیستم‌های قدرت و حفاظت آنها توسط نرم‌افزار PSCAD ..... ۴۶
- (نویسنده: دکتر عسکریان ایبانه) ..... ۴۶
- جدول ۱-۵۰: سرفصل‌های کتاب حفاظت شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی (نویسنده: دکتر حقی فام) ..... ۴۷
- جدول ۱-۵۱: سرفصل‌های کتاب محاسبات اتصال کوتاه در شبکه (نویسنده: دکتر سلطانی) ..... ۴۸

- جدول ۱-۵۲: سرفصل های کتاب رله و حفاظت سیستمها (نویسنده: دکتر سلطانی) ..... ۴۹
- جدول ۱-۵۳: سرفصل های کتاب حفاظت و سیگنال دهی دیجیتال (نویسنده: دکتر جمالی) ..... ۵۰
- جدول ۱-۵۴: سرفصل های کتاب حفاظت سیستم های قدرت (نویسنده: دکتر جمالی) ..... ۵۰
- جدول ۱-۵۵: سرفصل های کتاب ترانسفورماتورهای جریان حفاظتی (نویسنده: دکتر شهرتاش) ..... ۵۲
- جدول ۱-۵۶: سرفصل های کتاب مبانی حفاظت سیستم های قدرت (نویسنده: دکتر خدرزاده) ..... ۵۲
- جدول ۱-۵۷: سرفصل های کتاب حفاظت پیشرفته ماشین های الکتریکی (نویسنده: دکتر خدرزاده) ..... ۵۳
- جدول ۱-۵۸: سرفصل های کتاب حفاظت سیستم های قدرت (نویسنده: مهندس حائری) ..... ۵۴
- جدول ۱-۵۹: برخی دیگر از کتاب های حفاظتی کشور ..... ۵۵
- جدول ۱-۶۰: سرفصل های کتاب Digital Protection for Power Systems ..... ۵۶
- جدول ۱-۶۱: سرفصل های کتاب Practical Power System Protection ..... ۵۷
- جدول ۱-۶۲: سرفصل های کتاب Power System Protection ..... ۵۸
- جدول ۱-۶۳: سرفصل های کتاب Digital Signal Processing in Power System Protection and Control ..... ۵۹
- جدول ۱-۶۴: سرفصل های کتاب Fundamentals of Power System Protection ..... ۶۰
- جدول ۱-۶۵: سرفصل های کتاب Computer Relaying for Power Systems ..... ۶۰
- جدول ۱-۶۶: سرفصل های کتاب Power System Relaying ..... ۶۱
- جدول ۱-۶۷: سرفصل های کتاب Protective Relaying ..... ۶۲
- جدول ۱-۶۸: مطابقت محتوی کتاب های چاپ داخل با معیارهای IEEE ..... ۶۲
- جدول ۱-۶۹: برخی از مقالات علمی اساتید حوزه حفاظت دانشگاه های کشور ..... ۶۶

جدول ۷۰-۱) ژورنال‌های بررسی شده ..... ۷۸

جدول ۷۱-۱) مقالات پذیرفته شده از اساتید حفاظت کشور در ده شماره آخر IEEE Transaction on Power

System ..... ۷۸

جدول ۷۲-۱) مقالات پذیرفته شده از اساتید حفاظت کشور در ده شماره آخر IEEE Transaction on Power

Delivery ..... ۸۰

جدول ۷۳-۱) مقالات پذیرفته شده از اساتید حفاظت کشور در ده شماره آخر IET Generation, Transmission &

Distribution ..... ۸۳

جدول ۷۴-۱) مقالات پذیرفته شده از اساتید حفاظت کشور در ده شماره آخر Electric Power Systems Research

..... ۸۴

جدول ۷۵-۱) مقالات پذیرفته شده از اساتید حفاظت کشور در ده شماره آخر ETEP ..... ۸۵

جدول ۱-۲) لیست تست‌های اجرا شده در آزمایشگاه‌های KEMA و RMS مطابق استاندارد IEC 60255 ..... ۹۲

جدول ۲-۲) نیازمندی‌های اجرای تست‌های Functional ..... ۹۳

جدول ۴-۲) نیازمندی‌های اجرای تست‌های Immunity ..... ۹۴

جدول ۵-۲) نیازمندی‌های اجرای تست‌های Emission ..... ۹۴

جدول ۶-۲) نیازمندی‌های اجرای تست‌های Enviromental ..... ۹۵

جدول ۷-۲) نیازمندی‌های اجرای تست‌های Mechanical ..... ۹۵

جدول ۸-۲) لیست آزمایشات نوعی مشترک رله‌های حفاظتی مطابق نظر مدیریت شبکه ایران ..... ۹۶

جدول ۹-۲) لیست آزمایشات اختصاصی هر تایپ رله مطابق نظر مدیریت شبکه ایران ..... ۹۹

جدول ۱۰-۲) تست‌های قابل اجرا در آزمایشگاه حفاظت EPIL ..... ۱۰۱



- جدول ۱۱-۲: تست های قابل اجرا در آزمایشگاه حفاظت پژوهشگاه نیرو ..... ۱۰۵
- جدول ۱۲-۲: اولویت های تحقیقاتی شرکت های زیر مجموعه توانیر در سال ۱۳۹۰ ..... ۱۱۱
- جدول ۱۳-۲: اولویت های تحقیقاتی شرکت های زیر مجموعه توانیر در سال ۱۳۹۱ ..... ۱۱۴
- جدول ۱۴-۲: اولویت های تحقیقاتی شرکت های زیر مجموعه توانیر در سال ۱۳۹۲ ..... ۱۱۶
- جدول ۱۵-۲: اولویت های تحقیقاتی شرکت های زیر مجموعه توانیر در سال ۱۳۹۳ ..... ۱۱۹
- جدول ۱۶-۲: برخی از پروژه های انجام شده در شرکت توانیر ..... ۱۲۳
- جدول ۱۷-۲: پروژه های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه ای مازندران ..... ۱۲۴
- جدول ۱۸-۲: انتشارات شرکت برق منطقه ای مازندران ..... ۱۲۶
- جدول ۱۹-۲: پروژه های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه ای اصفهان ..... ۱۲۷
- جدول ۲۰-۲: پروژه های در دست اجرای شرکت برق منطقه ای اصفهان ..... ۱۲۸
- جدول ۲۱-۲: پایان نامه های مورد حمایت شرکت برق منطقه ای اصفهان ..... ۱۲۹
- جدول ۲۲-۲: پروژه های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه ای تهران ..... ۱۳۱
- جدول ۲۳-۲: پروژه های در دست اجرای شرکت برق منطقه ای تهران ..... ۱۳۲
- جدول ۲۴-۲: پروژه های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه ای خوزستان ..... ۱۳۳
- جدول ۲۵-۲: پروژه های در دست اجرای شرکت برق منطقه ای خوزستان ..... ۱۳۴
- جدول ۲۶-۲: پروژه های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه ای آذربایجان ..... ۱۳۵
- جدول ۲۷-۲: پروژه های در دست اجرای شرکت برق منطقه ای آذربایجان ..... ۱۳۶
- جدول ۲۸-۲: پروژه های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه ای باختر ..... ۱۳۶
- جدول ۲۹-۲: پروژه های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه ای خراسان ..... ۱۳۷

- جدول ۲-۳۰: پروژه های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه ای سمنان ..... ۱۳۹
- جدول ۲-۳۱: پروژه های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه ای سیستان و بلوچستان ..... ۱۳۹
- جدول ۲-۳۲: پروژه های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه ای فارس ..... ۱۴۰
- جدول ۲-۳۳: پروژه های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه ای کرمان ..... ۱۴۰
- جدول ۲-۳۴: پروژه های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه ای گیلان ..... ۱۴۲
- جدول ۲-۳۵: اولویت های تحقیقاتی شرکت برق منطقه ای گیلان ..... ۱۴۲
- جدول ۲-۳۶: اولویت های تحقیقاتی شرکت برق منطقه ای هرمزگان ..... ۱۴۳
- جدول ۲-۳۷: پروژه های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه ای هرمزگان ..... ۱۴۴
- جدول ۲-۳۸: پروژه های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه ای یزد ..... ۱۴۴
- جدول ۲-۳۹: پروژه های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه ای غرب ..... ۱۴۵
- جدول ۳-۱: پراکنندگی مشارکت کنندگان در مورخ ۹۴/۰۱/۲۶ به تفکیک شرکت های مربوطه ..... ۱۵۴
- جدول ۳-۲: اسامی مشارکت کنندگان در پرسشنامه از شرکت متانیر ..... ۱۵۵
- جدول ۳-۳: حوزه های فعالیتی هریک از پاسخ دهندگان ..... ۱۵۶
- جدول ۳-۴: نرم افزارهای مهم حوزه حفاظت ..... ۱۵۸
- جدول ۳-۵: تعداد آراء هریک از نرم افزارهای تخصصی حوزه حفاظت ..... ۱۶۰
- جدول ۳-۶: میزان اهمیت آموزش های حین خدمت در مقایسه با آموزش های دانشگاهی ..... ۱۶۱
- جدول ۳-۷: انواع آموزش های حین خدمت مورد نیاز ..... ۱۶۳
- جدول ۳-۸: میزان توانایی کار با تجهیزات حفاظتی ..... ۱۶۳
- جدول ۳-۹: میزان مشارکت در کنفرانس ها و همایش های علمی ..... ۱۶۵

جدول ۳-۱۰: میزان ارتباط حوزه فعالیت هریک از افراد با دانشگاهها و پژوهشگاههای کشور ..... ۱۶۷

جدول ۳-۱۱: نام و حوزه فعالیت مدیران مشارکت کننده در ارزیابی دانش حفاظت ..... ۱۶۹

جدول ۳-۱۲: نرم افزارهای مهم از دید مدیران ..... ۱۷۰

جدول ۳-۱۳: میزان توانایی کار با تجهیزات حفاظتی پرسنل حفاظت از دید مدیران ..... ۱۷۳



# فصل اول

۱- بررسی وضعیت دانشگاه‌های کشور در زمینه حفاظت



## مقدمه

در این فصل از گزارش به بررسی وضعیت آموزش حفاظت در دانشگاه‌های کشور پرداخته می‌شود. این امر در چند گام محقق می‌شود. با توجه به آنکه این ارزیابی نیاز به شاخص‌ها و معیارهایی دارد، لذا در گام نخست این فصل به ارائه شاخص‌های پیشنهادی از سوی کمیته حفاظت IEEE پرداخته می‌شود. در این پیشنهادها، کمیته حفاظت IEEE نیازمندی‌هایی را که برای فارغ‌التحصیلان دانشگاهی در صورتی که بخواهند در صنعت برق در حوزه حفاظت فعالیت کنند را مشخص می‌سازد. سپس در ادامه این فصل به مقایسه وضعیت آموزش دروس حفاظت در کشور با معیارهای تعیین شده توسط کمیته IEEE پرداخته می‌شود. آنچه که مسلم است کشورهای پیشرفته دنیا بلحاظ تولید تجهیزات حفاظتی تجربیات بسیار موفقی نسبت به کشور ما داشته‌اند، براین اساس ضروری است آموزش‌های حفاظتی در دانشگاه‌های این کشورها بررسی شده و با ایران مقایسه گردد تا مشخص شود که آیا خلاء تولید تجهیزات High Tech حفاظتی در آموزش‌های دانشگاهی است یا این مسئله را باید در جای دیگری جست‌وجو نمود. همچنین به منظور تکمیل این بررسی‌ها در این فصل کتب و مراجع حفاظتی مورد استفاده در ایران با سایر کشورهای دنیا مورد مقایسه قرار می‌گیرد. بطور خلاصه آنچه که از نتایج بررسی‌های این فصل مشخص است این است که بلحاظ آموزش‌های تئوری دانش حفاظت، دانشگاه‌های کشور نه تنها نسبت به سایر کشورهای دیگر عقب‌تر نیستند بلکه به معیارهای تعریف شده توسط کمیته IEEE بسیار نزدیکتر نیز هستند. آنچه که می‌توان آنرا بعنوان مهمترین مشکل آموزش‌های حفاظت در داخل کشور معرفی نمود، بخش آموزش‌های عملی در قالب آزمایشگاه حفاظت است که عمدتاً به دلیل کمبود تجهیزات کمتر مورد توجه قرار می‌گیرند. بگواه متخصصین صنعت برق کشور، این مسئله مهمترین مشکل فارغ‌التحصیلان دانشگاهی در هنگام ورود به صنعت برق کشور بویژه در حوزه حفاظت است.



## ۱-۱ - معیارهای ارائه شده توسط کمیته حفاظت IEEE برای آموزش حفاظت در دانشگاهها

با توجه به آنکه بررسی وضعیت دانش یک کمیته کیفی است لذا ارزیابی آن بدون داشتن یک شاخص و الگو بسیار پیچیده می-باشد. براین اساس کمیته حفاظت IEEE<sup>۱</sup> معیارهایی را برای دانشگاهها تعیین نموده است تا دانشگاهها با رعایت این شاخصها بتوانند دانش آموختگانی را پرورش دهند که قادر باشند نیازهای صنعت برق در حوزه حفاظت را به خوبی تحت پوشش قرار دهند. براین اساس در این بخش از گزارش حاضر، ابتدا شاخصهای آموزشی اعلام شده توسط این کمیته که از مطالعه [۱] استخراج شدهاند، بیان می‌شوند و سپس وضعیت آموزشی دانشگاههای کشور با این شاخصها مورد مقایسه قرار می‌گیرند تا ضعفها و نقاط قوت آموزش در حوزه حفاظت کشور نمایان شوند.

براساس مطالعه [۱] افرادی که در حوزه حفاظت در صنعت فعالیت می‌کنند، در یکی از حوزههای زیر مشغول هستند:

- تعیین طرحهای مناسب حفاظتی<sup>۲</sup>
- تعیین دیاگرامها و دستورالعملها برای نصب تجهیزات حفاظتی<sup>۳</sup>
- تعیین تنظیمات بهینه تجهیزات بطوریکه قابلیت اطمینان و انتخاب‌گری سیستم را تضمین نماید<sup>۴</sup>
- وارد نمودن تنظیمات و تست تجهیزات<sup>۵</sup>
- تحلیل نحوه عملکرد سیستم حفاظت در زمان بروز خطاها<sup>۶</sup>

<sup>۱</sup> IEEE Power System Relaying Committee (PSRC)

<sup>۲</sup> Define Appropriate protection schemes

<sup>۳</sup> Undertake designs of ac and dc schematic drawing as well as writing diagrams for installements purposes

<sup>۴</sup> Carry out power system studies to define settings and parameters of relays to guarantee the required levels of reliability and selectivity

<sup>۵</sup> Implements settings, test and commission protection installements

<sup>۶</sup> Analysis relay performance under different events



براین اساس فارغ التحصیلان دانشگاهی که وارد حوزه حفاظت در صنعت برق می‌شوند حتما در یکی از حوزه‌های فوق مشغول به خدمت می‌شوند. کمیته حفاظت IEEE برای اینکه دانش حفاظت این افراد برای حوزه‌های عملکردی کافی باشد، ملزوماتی را مشخص نموده است. این ملزومات در سه دسته، سرفصل دروس تئوری، سرفصل آزمایشگاه‌های حفاظت و نحوه تدریس درس‌های حفاظت تقسیم می‌شوند.

### ۱-۱-۱) سرفصل دروس حفاظت از نظر کمیته حفاظت IEEE

برای آنکه فارغ التحصیلان دانشگاهی بتوانند بخوبی در حوزه‌های عملکردی خود در صنعت کارایی داشته باشند باید سرفصل‌های حفاظتی زیر را با موفقیت گذرانده باشند.

جدول ۱-۱: سرفصل‌های پیشنهادی برای دروس تئوری حفاظت توسط کمیته حفاظت IEEE

شماره	عنوان سرفصل	جزئیات
۱	فازورها و مدل سیستم	ولتاژ و جریان در سیستم سه فاز
		مدل ترانس‌های سه فاز
		مدل امپدانس خطوط انتقال
		تبدیل ستاره/مثلث
۲	مولفه‌های متقارن	معادلات مولفه‌های متقارن و مدل‌های شبکه
		آنالیز شبکه نامتعادل براساس مولفه‌های متقارن
		برنامه‌های کامپیوتری مولفه‌های متقارن
		مولفه‌های متقارن اندازه‌گیری شده توسط رله‌ها
۳	ترانس‌های اندازه‌گیری ولتاژ و جریان	ترانس‌های اندازه‌گیری جریان
		ترانس اندازه‌گیری ولتاژ خازنی
		ترانس‌های اندازه‌گیری نوری
۴	رله‌های حفاظتی	تعداد توابع حفاظتی مورد نیاز برای حفاظت استاندارد سیستم



شماره	عنوان سرفصل	جزئیات
		اصول عملکرد رله‌های حفاظتی
		رله‌های حفاظتی اضافه جریان جهتی
		حفاظت دیستانس
		خطاهای امپدانس بالا
		حفاظت دیفرانسیل
		خطاهای بریکر
		حفاظت توسط رله‌های دیجیتال
		طراحی مدارات مجتمع
		طراحی سیستم‌های دیجیتال
		فیلترینگ و پردازش سیگنال دیجیتال
		محدودیت‌های حفاظت دیجیتال
		ارتباطات از راه دور در خطوط انتقال
		اثرات القای متقابل بر رله‌های زمین
۵	تنظیمات و هماهنگی حفاظتی رله‌های زمین	تأثیرات عدم هماهنگی
		هماهنگی حفاظتی شبکه‌های نمونه
		معادلات گشتاور
۶	تنظیم و هماهنگی رله‌های دیستانس فازی	دیاگرام R-X و رله‌های فاز امپدانس
		تئوری تنظیمات رله فازی
		تئوری محاسبات امپدانس ظاهری
		تأثیرات جبران سازه‌های سری بر امپدانس محاسبه شده
		تأثیرات خطوط همسایه بر یکدیگر
۷	رله دیفرانسیل حفاظت ترانسفورماتورها	ترانسهای سه فاز دو سیم پیچه و سه سیم پیچه
		رگوله نمودن فاز ولتاژ ترانسها
۸	حفاظت پست‌های انتقال و توزیع	حفاظت ترانسفورماتورها

شماره	عنوان سرفصل	جزئیات
		حفاظت فیدرهای شعاعی
		طرح‌های اینترلاک
		حفاظت خطای بریکر
		طرح‌ها و کاربردهای ریزش بار
		حفاظت اضافه بار
		حفاظت بانک‌های خازنی
۹	رله حفاظت از خطای بریکر	مکانیزم‌های بریکرها
		طراحی مدارات رله خطای بریکر
		تنظیم تایمر رله خطای بریکر
		تغییرات در رله حفاظت از خطای بریکر برای کاربردهای فشار قوی
۱۰	رله‌های سرعت بالا برای سیستم‌های ولتاژ بالا	
۱۱	حفاظت سیستم‌های EHV	
۱۲	حفاظت تجهیزات نیروگاهی	پیکربندی نیروگاه‌ها
		حفاظت ثانویه
		حفاظت واحد تولید
		راهنمای حفاظت برای واحدها و ثانویه
۱۳	فانکشن‌های حفاظت ژنراتور	خطای زمین استاتور
		روش‌های 3V <sub>0</sub>
		روش‌های حفاظت نوترال تراتسفورماتور برای حفاظت استاتور
۱۴	پایداری سیستم	
۱۵	حفاظت واحدهای صنعتی و تجاری	
۱۶	اصول حفاظت گسترده	



شماره	عنوان سرفصل	جزئیات
۱۷	حفاظت تجهیزات در مقابل حرارت	
۱۸	تست رله‌ها	تست‌های تنها یک رله
		تست فانکشن‌های حفاظت خطوط و پست‌ها
		تست سیستم و خطاهای پنهان

همانطور که از جدول فوق مشخص است، سرفصل‌های پیشنهاد شده توسط کمیته حفاظت IEEE، سرفصل کامل و جامعی است بطوریکه تمام مباحث حفاظت از مبانی تا حفاظت پیشرفته را کاملا تحت پوشش قرار می‌دهد. لازم به ذکر است مطابق مطالعه [۱] کلیه این سرفصل‌ها قابلیت ارائه در قالب یک درس را ندارند. براین اساس پیشنهاد می‌شود که این سرفصل‌ها در قالب چند درس ارائه شوند تا تمام سرفصل‌ها بطور کامل پوشش داده شوند. لازم به ذکر است، در همین گزارش این سرفصل با سرفصل دروس حفاظت در دانشگاه‌های کشور جهت ارزیابی وضعیت دانشگاه‌های کشور در آموزش مفاهیم و اصول حفاظت به دانشجویان مورد بررسی و مقایسه قرار می‌گیرد. اما قبل از آن به بررسی سرفصل‌های پیشنهاد شده توسط کمیته حفاظت IEEE برای درس آزمایشگاه حفاظت پرداخته می‌شود.

### ۱-۱-۲ - سرفصل فعالیت‌های آزمایشگاه حفاظت از نظر کمیته حفاظت IEEE

با توجه به آنکه اکثر فارغ التحصیلان دانشگاهی در صنعت برق مشغول بکار می‌شوند، لذا داشتن تجربه کافی از عملکرد با تجهیزات و برخورد با مسائل واقعی بویژه در حوزه حفاظت سیستم‌های قدرت در بالا رفتن بهره‌وری و کم شدن مشکلات صنعت در آموزش نیروی‌های جذب شده کمک شایانی می‌نماید. براین اساس کمیته حفاظت IEEE سرفصل‌هایی را برای درس آزمایشگاه حفاظت برنامه‌ریزی نموده است تا بدین ترتیب دانشجویان علاوه بر یادگیری مطالب تئوری حفاظت بتوانند در آزمایشگاه این درس



مطالب تئوری را در قالب عملی حس نموده و تست نمایند. با عنایت به این مطلب، سرفصل‌های درس آزمایشگاه حفاظت سیستم‌های قدرت بصورت زیر پیشنهاد شده است:

جدول ۱-۲: سرفصل‌های پیشنهادی برای درس آزمایشگاه حفاظت توسط کمیته حفاظت IEEE

شماره	عنوان فعالیت
۱	اجرای محاسبات اتصال کوتاه و مولفه‌های متقارن
۲	برنامه کامپیوتری اتصال کوتاه، هماهنگی حفاظتی و برنامه کشیدن منحنی رله‌ها
۳	طراحی سیستم حفاظت و تنظیمات آن
۴	تست رله‌ها
۵	تنظیم رله‌های الکترومکانیکی و رله‌های دیجیتال
۶	اجرای نحوه اتوماسیون و کنترل پست بر روی یک شبکه نمونه آزمایشگاهی
۷	اجرای نحوه حفاظت موتورها و ژنراتورها
۸	کار با IEDها
۹	بررسی تاثیر طرح‌های حفاظتی و تنظیمات حفاظتی بر پایداری

همانطور که مشخص است در درس آزمایشگاه تاکید ویژه این کمیته بر داشتن یک شبکه پایلوت آزمایشگاهی است که مجهز به انواع تجهیزات حفاظتی و رله‌های حفاظتی (شامل رله‌های استاتیکی، الکترومکانیکی و میکروپروسسوری) است تا دانشجویان از نزدیک بتوانند طرح حفاظت آن را خودشان طراحی نمایند و مفاهیمی چون هماهنگی حفاظتی، تنظیم انواع رله‌های حفاظتی، تست رله‌ها و ... را بتوانند براحتی بر روی آن تست نمایند. بنابراین آنچه که مشخص است این است که آزمایشگاه حفاظت مدنظر کمیته IEEE باید دارای تمام زیرساخت‌های لازم و تجهیزات واقعی که در صنعت هستند اعم از انواع رله‌های حفاظتی، تستر تجهیزات حفاظت، موتورها و ژنراتورها و ... برای آموزش دانشجویان باشند.



### ۱-۱-۳- نحوه تدریس دروس حفاظت به پیشنهاد کمیته حفاظت IEEE

با توجه به اهمیت مبحث حفاظت در صنعت برق و از آنجا که این مبحث مستقیماً با قابلیت اطمینان شبکه‌ها و رضایت مشترکین گره خورده است لذا کمیته حفاظت IEEE حساسیت ویژه‌ای بر روی این درس دارد، بطوریکه علاوه بر پیشنهاد سرفصل‌های دروس حفاظت، این کمیته پیشنهادهای نیز برای نحوه تدریس این درس در دانشگاه‌ها داشته است تا بدین وسیله فارغ-التحصیلانی که در صنعت در حوزه‌های حفاظتی وارد می‌شوند در سایه آموزش‌هایی که دیده‌اند بتوانند خدمات ارزنده‌ای را ارائه دهند.

براین اساس نحوه تدریس دروس حفاظت مشتمل بر موارد زیر می‌شود:

- برگزاری کلاس‌های استاندارد و رایج
- کار با نرم‌افزارهای مهم حوزه حفاظت
- تمرین‌های مناسب و پیاده‌سازی این تمرین‌ها با نرم‌افزار

### ۱-۲- مقایسه آموزش حفاظت در کشور با معیارهای ارائه شده

همانطور که گفته شد، یکی از ارکان اساسی به منظور بررسی دانش حفاظت در کشور، دانشگاه‌ها هستند. بدین جهت در بخش قبل شاخص‌هایی برای آموزش حفاظت توسط کمیته حفاظت IEEE ارائه گردید. در این بخش آموزش حفاظت در دانشگاه‌های کشور با شاخص‌های ارائه شده در بخش گذشته مقایسه می‌شوند.

### ۱-۲-۱- مقایسه سرفصل دروس‌های تئوری حفاظت در کشور با معیار IEEE

در جدول ۱-۱ سرفصل‌های پیشنهادی توسط کمیته حفاظت IEEE ارائه گردیدند. همانطور که در مورد این سرفصل‌ها توضیح داده شد، بعلاوه تعدد سرفصل‌های پیشنهادی کمیته IEEE، لذا پیشنهاد شده بود که این سرفصل‌ها در قالب چند درس حفاظت

آموزش داده شوند تا علاوه بر آنکه کلیه مباحث پوشش داده می‌شوند، فرصت کافی برای دانشجویان جهت ممارست در یادگیری این سرفصل‌ها باشد. نگاهی به جدول ۳-۱ تا جدول ۲۳-۱ که سرفصل‌های مختلف دروس حفاظت در دانشگاه‌های کشور را نشان می‌دهند، به روشنی مشخص می‌سازند که اولاً کلیه سرفصل‌های معیار IEEE در این دروس رعایت شده است. همچنین مطابق پیشنهاد کمیته حفاظت IEEE، تمام سرفصل‌های معیار در قالب یک درس ارائه نشده‌اند بلکه این کار در چندین درس انجام شده است.

### درس بررسی سیستم‌های قدرت (دوره کارشناسی)

جدول ۳-۱: سرفصل‌های درس بررسی سیستم‌های قدرت

شماره	سرفصل مطالب
۱	مولفه‌های متقارن
۲	اتصال کوتاه‌های متقارن و نامتقارن
۳	پخش توان بهینه
۴	کنترل بار و فرکانس
۵	کنترل ولتاژ و قدرت راکتیو
۶	پایداری سیستم‌های قدرت

### درس حفاظت و رله (دوره کارشناسی)

جدول ۴-۱: سرفصل‌های درس حفاظت و رله

شماره	سرفصل مطالب
۱	مطالعه در مورد انواع کلیدهای قطع کننده
۲	مطالعه در مورد ترانس‌های جریان و ولتاژ

شماره	سرفصل مطالب
۳	حفاظت بوسیله فیوزها
۴	اصول حفاظت خطوط انتقال به وسیله رله‌های دیستانس
۵	اصول حفاظت دیفرانسیلی
۶	حفاظت ژنراتورها (رله فرکانس کم، فرکانس زیاد، رله reserve power، رله حفاظت سیم‌پیچ و ...
۷	حفاظت واحد ژنراتور و ترانسفورماتور
۸	حفاظت شینه‌ها
۹	علل بروز ولتاژهای بالا در سیستم‌های قدرت
۱۰	حفاظت سیستم‌های قدرت در برابر ولتاژهای بالا

### درس حفاظت پیشرفته (دانشگاه علم و صنعت)

جدول ۱-۵: سرفصل‌های درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه علم و صنعت

شماره	سرفصل مطالب
۱	اصول و مبانی حفاظت دیجیتالی
۲	مبانی و اجزای عمومی سخت‌افزار رله‌های دیجیتالی
۳	روش‌های تخمین و استخراج فازور سیگنال از مقادیر نمونه‌برداری شده
۴	الگوریتم‌های حفاظت دیجیتالی خطوط انتقال
۵	الگوریتم‌های حفاظت دیجیتالی ترانسفورماتورهای قدرت

جدول ۱-۶: مراجع درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه علم و صنعت

No	عنوان مرجع
1	A.G. Phadke and J.S Thorp, " Computer Relaying ", 1988.
2	A.T. Johns and S.K. Salman, "Digital Protection for Power Systems " , IEE, 1995.
3	"Power System Protection" , vol.4, IEE, 1995.

No	عنوان مرجع
4	صادق جمالی، " حفاظت سیستم‌های قدرت، حفاظت و سیگنال دهی دیجیتال"، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۰

### درس حفاظت جامع و گسترده شبکه‌های قدرت (دانشگاه علم و صنعت)

جدول ۷-۱: سرفصل‌های درس حفاظت جامع و گسترده شبکه‌های قدرت در دانشگاه علم و صنعت

شماره	سرفصل مطالب
۱	اصول و مبانی عملیاتی سیستم جامع و گسترده پایش، کنترل و حفاظت
۲	اصول و مبانی اندازه‌گیری فازورها توسط PMU و اندازه‌گیری فرکانس
۳	اصول و روش‌های ارسال سیگنال و ارتباط مخابراتی در سیستم‌های حفاظتی
۴	کاربردهای عملیاتی سیستم جامع و گسترده حفاظت، کنترل و پایش
۵	سیستم‌های حفاظت خاص و عملیات بحران‌زدایی

جدول ۸-۱: مراجع درس حفاظت جامع و گسترده شبکه‌های قدرت در دانشگاه علم و صنعت

No	عنوان مرجع
1	گزارش‌های علمی و مقالات مجلات معتبر مانند IEEE و IEE

### درس حفاظت و کنترل گسترده دیجیتالی پست‌ها و نیروگاه‌ها (دانشگاه علم و صنعت)

جدول ۹-۱: سرفصل‌های درس حفاظت و کنترل گسترده دیجیتالی پست‌ها و نیروگاه‌ها در دانشگاه علم و صنعت

شماره	سرفصل مطالب
۱	معرفی اجزاء تشکیل دهنده تجهیزات اولیه و نحوه آرایش آن در نیروگاه و پست
۲	بررسی عملکرد تجهیزات ثانویه سیستم حفاظت و کنترل سنتی در نیروگاه‌ها و پست‌ها



۳	بررسی عملکرد تجهیزات ثانویه سیستم حفاظت و کنترل دیجیتال در نیروگاهها و پستها
۴	بررسی مزایا و معایب پستها و نیروگاههای سنتی و دیجیتال
۵	امکان‌سنجی تبدیل نیروگاهها و پستهای سنتی به دیجیتال

جدول ۱-۱۰: مراجع درس حفاظت و کنترل گسترده دیجیتال پستها و نیروگاهها در دانشگاه علم و صنعت

No	عنوان مرجع
1	گزارش‌های علمی و مقالات مجلات معتبر مانند IEEE و IEE

درس محاسبات اتصال کوتاه و کاربرد محدودکننده‌های جریان خطا در شبکه‌های قدرت (دانشگاه علم و

صنعت)

جدول ۱-۱۱: سرفصل‌های درس محاسبات اتصال کوتاه و کاربرد محدودکننده‌های جریان خطا در شبکه‌های قدرت در دانشگاه

علم و صنعت

شماره	سرفصل مطالب
۱	محاسبات کامپیوتری اتصال کوتاه
۲	اهمیت کاربرد FCL در شبکه‌های قدرت
۳	نحوه عملکرد انواع FCLها
۴	روش‌های طراحی و بهینه‌سازی محدودسازها
۵	جایابی بهینه محدودسازها

جدول ۱-۱۲: مراجع درس محاسبات اتصال کوتاه و کاربرد محدودکننده‌های جریان خطا در شبکه‌های قدرت در دانشگاه علم و

صنعت

No	عنوان مرجع
1	F. Calero, "Rebirth Of Negative-Sequence Quantities In Protective Relaying With Microprocessor-Based Relays", Schweitzer Engineering Laboratories, Inc. La Paz, Bolivia.
2	"High Fault Currents", Report of Queensland Government, Industrial Relationship, 2003.
3	M. Ohrstrom, "Fast Fault Detection For Power Distribution Systems", Royal Institute of Technology, Department of Electrical Engineering, Stockholm 2003.
4	Parsons Brinckerhoff Ltd, "Development Of A Safety Case For The Use Of Current Limiting Devices To Manage Short Circuit Currents On Electrical Distribution Networks", 2004.
5	D. Pines and U. Scholar, "Understanding High Temperature Superconductivity: Progress and Prospects", Center for Nonlinear Studies, Los Alamos National Laboratory, Physics Department, University of Illinois, 1997.

درس حفاظت شبکه‌های توزیع با منابع تولید پراکنده (دانشگاه علم و صنعت)

جدول ۱-۱۳: سرفصل‌های درس حفاظت شبکه‌های توزیع با منابع تولید پراکنده در دانشگاه علم و صنعت

شماره	سرفصل مطالب
۱	مدل‌سازی رفتار انواع واحدهای تولید پراکنده در هنگام بروز اتصال کوتاه
۲	مطالعات خطا در شبکه‌های با تولید پراکنده
۳	پدیده جزیره شدن
۴	هماهنگی حفاظتی در شبکه‌های با تولید پراکنده
۵	مدیریت خطا در شبکه‌های با تولید پراکنده

جدول ۱-۱۴: مراجع درس حفاظت شبکه‌های توزیع با منابع تولید پراکنده در دانشگاه علم و صنعت

No	عنوان مرجع
1	گزارش‌های علمی و مقالات مجلات معتبر مانند IEEE و IEE

درس کاربرد فناوری اطلاعات و انتقال داده در سیستم‌های حفاظتی (دانشگاه علم و صنعت)

جدول ۱-۱۵: سرفصل‌های درس کاربرد فناوری اطلاعات و انتقال داده در سیستم‌های حفاظتی در دانشگاه علم و صنعت

شماره	سرفصل مطالب
۱	آشنایی با شبکه انتقال داده
۲	لایه فیزیکی Physical Layer
۳	لایه ارتباط داده‌ها Data Link Layer
۴	کنترل دسترسی مشترک به کانال Medium Access Sub Layer
۵	لایه شبکه Network Layer
۶	لایه حمل Transport Layer
۷	پروتکل‌های ارتباطی محلی و راه دور
۸	امنیت شبکه

جدول ۱-۱۶: مراجع درس کاربرد فناوری اطلاعات و انتقال داده در سیستم‌های حفاظتی در دانشگاه علم و صنعت

No	عنوان مرجع
1	Text Book: Computer Networking by: Andrew S. Tanenbaum, Prentice Hall, 2003.
2	IEC 60870-5 Standards documents.
3	IEC 61850 Standards documents.

### درس حفاظت پیشرفته سیستم‌های قدرت (دانشگاه تهران)

جدول ۱-۱۷: سرفصل‌های درس حفاظت پیشرفته سیستم‌های قدرت در دانشگاه تهران

شماره	سرفصل مطالب
۱	مقدمه
۲	آنالیز خطا
۳	حالت‌های گذرای ترانس‌های جریان و ولتاژ
۴	حفاظت اضافه جریان
۵	رله‌های جهت‌یاب
۶	حفاظت رله‌های بهم پیوسته توسط رله‌ای دیستانس
۷	حفاظت واحد شبکه‌های انتقال
۸	سیستم‌های حفاظتی و پایداری شبکه
۹	مباحث جانبی

### درس حفاظت پیشرفته سیستم‌های قدرت (دانشگاه صنعتی اصفهان)

جدول ۱-۱۸: سرفصل‌های درس حفاظت پیشرفته سیستم‌های قدرت در دانشگاه صنعتی اصفهان

شماره	سرفصل مطالب
۱	رله‌های مایکروپروسسوری و منافع آن‌ها، بلوک دیاگرام یک رله مایکروپروسسوری
۲	پردازش سیگنال‌های ورودی رله و سخت‌افزار رله
۳	الگوریتم‌های اندازه‌گیری و حفاظتی
۴	رله‌های مایکروپروسسوری
۵	حفاظت دیجیتال عناصر مختلف سیستم قدرت
۶	حفاظت تطبیقی، تست رله، کنترل و حفاظت شبکه بهم پیوسته، چک کردن قسمت‌های مختلف

شماره	سرفصل مطالب
	نرم افزار و سخت افزار رله، تعیین محل وقوع خطا بر روی خطوط انتقال
۷	روش‌های نوین در کنترل و حفاظت

جدول ۱-۱۹: مراجع درس حفاظت پیشرفته سیستم‌های قدرت در دانشگاه صنعتی اصفهان

No	عنوان مرجع
1	M.S. Sachdev (Coordinator), "Advancements in Microprocessor Based Protection and Communication", IEEE Tutorial Course Text. IEEE PES Publication no.97TP120-0, 1997.
2	A.G. Phadke and J.S. Thorp, "Computer Relaying for power System Protection", Research Studies Press Ltd., England, 1988.
3	Electricity Training Association, "Power System Protection, Vol.4, Digital Protection and Signalling", IEE, Landon, 1995.

### درس حفاظت شبکه های توزیع (دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

جدول ۱-۲۰: سرفصل‌های درس حفاظت شبکه‌های توزیع در دانشگاه صنعتی امیرکبیر

شماره	سرفصل مطالب
۱	معرفی انواع شبکه‌های توزیع و تجهیزات حفاظتی آنها
۲	اصول حفاظت شبکه‌های توزیع
۳	اثرات تولیدات پراکنده بر حفاظت شبکه‌های توزیع
۴	روش‌های برطرف کردن اثرات سوء منابع تولید پراکنده بر حفاظت شبکه‌های توزیع
۵	آشکارسازی حالت جزیره‌ای در شبکه‌های توزیع
۶	حفاظت شبکه‌های صنعتی

## جدول ۱-۲۱: مراجع درس حفاظت شبکه‌های توزیع در دانشگاه صنعتی امیرکبیر

No	عنوان مرجع
1	کتب و مقالات مرتبط

درس حفاظت پیشرفته (دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

## جدول ۱-۲۲: سرفصل‌های درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه صنعتی امیرکبیر

شماره	سرفصل مطالب
۱	تنظیم و هماهنگی رله‌های دیستانس در شبکه‌های بهم پیوسته
۲	تنظیم و هماهنگی رله‌های جریان زیاد فازی و زمین در شبکه‌های بهم پیوسته
۳	تنظیم و هماهنگی رله‌های جریان زیاد و دیستانس با یکدیگر
۴	استفاده از سیستم‌های پایلوت در حفاظت دیفرانسیل خطوط با طول کوتاه و کاربرد سیستم مخابرات در حفاظت دیستانس
۵	حفاظت نوسان توان
۶	حفاظت دیجیتال (آشنایی با سخت‌افزار و نرم‌افزار رله‌های دیجیتال)

## جدول ۱-۲۳: مراجع درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه صنعتی امیرکبیر

No	عنوان مرجع
1	حسین عسکریان ابیانه، "حفاظت پیشرفته در سیستم‌های قدرت"، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۲

نگاه اجمالی به سرفصل‌های ارائه شده در این بخش که شامل سرفصل‌های دروس مرتبط با دانش حفاظت هستند حاکی از این مسئله است که بخش وسیعی از سرفصل‌های پیشنهادی توسط کمیته حفاظت IEEE در دانشگاه‌های کشور تدریس می‌شوند. ذکر این نکته حائز اهمیت است که مطابق جداول فوق، بجز دروس بررسی سیستم‌های قدرت و حفاظت و رله، سایر دروس در مقاطع تحصیلات تکمیلی تدریس می‌شوند. این نکته می‌تواند یکی از ضعف‌های سیستم آموزش حفاظت در کشور باشد. چراکه بررسی‌ها

نشان می‌دهند اکثر افرادی که در حوزه بهره‌برداری از تجهیزات حفاظتی در صنعت برق کشور فعالیت می‌نمایند، دارای مدرک کارشناسی می‌باشند. گواه این مسئله نیز پرسشنامه‌های پر شده توسط کارکنان بخش رلیاژ شرکت‌های مختلف است (که در بخش - های بعدی مفصلاً در مورد آن صحبت خواهد شد) که در آن اکثر پاسخ‌دهندگان آموزش مطالبی چون حفاظت پیشرفته را بعنوان یک آموزش مهم حین خدمت خواستار شده‌اند.

لازم به ذکر است به منظور مقایسه بهتر سرفصل‌های پیشنهادی دروس حفاظت کمیته IEEE با دروس حفاظت تدریس شده در کشور، جدول زیر ارائه شده است. همانطور که ستون سوم این جدول نشان می‌دهد، تقریباً تمام سرفصل‌های پیشنهادی IEEE در دروس حفاظت کشور تدریس می‌شود.

جدول ۱-۲۴: مقایسه سرفصل‌های تئوری IEEE با سرفصل‌های دروس حفاظت در دانشگاه‌های کشور

شماره	عنوان سرفصل پیشنهادی IEEE	وضعیت تدریس در داخل کشور
۱	فازورها و مدل سیستم	تدریس می‌شود (درس بررسی سیستم‌های قدرت)
۲	مولفه‌های متقارن	تدریس می‌شود (درس بررسی سیستم‌های قدرت)
۳	ترانس‌های اندازه‌گیری ولتاژ و جریان	تدریس می‌شود (درس حفاظت و رله)
۴	رله‌های حفاظتی	تدریس می‌شود (درس حفاظت و رله، حفاظت پیشرفته)
۵	تنظیمات و هماهنگی حفاظتی رله‌های زمین	تدریس می‌شود (درس حفاظت و رله و حفاظت پیشرفته)
۶	تنظیم و هماهنگی رله‌های دیستانس فازی	تدریس می‌شود (درس حفاظت پیشرفته)
۷	رله دیفرانسیل حفاظت ترانسفورماتورها	تدریس می‌شود (درس حفاظت و رله)
۸	حفاظت پست‌های انتقال و توزیع	تدریس می‌شود (دروس حفاظت و رله، حفاظت پیشرفته، و حفاظت توزیع و حفاظت و کنترل گسترده دیجیتالی پست‌ها و نیروگاه‌ها)

شماره	عنوان سرفصل پیشنهادی IEEE	وضعیت تدریس در داخل کشور
۹	رله حفاظت از خطای بریکر	در سرفصل‌های آموزشی دانشگاه‌های مذکور نیست
۱۰	رله‌های سرعت بالا برای سیستم‌های ولتاژ بالا	تدریس می‌شود (درس حفاظت و رله)
۱۱	حفاظت سیستم‌های EHV	تدریس نمی‌شود
۱۲	حفاظت تجهیزات نیروگاهی	تدریس می‌شود (درس حفاظت و رله و حفاظت و کنترل گسترده دیجیتال پست‌ها و نیروگاه‌ها)
۱۳	فانکشن‌های حفاظت ژنراتور	تدریس می‌شود (درس حفاظت و رله و حفاظت و کنترل گسترده دیجیتال پست‌ها و نیروگاه‌ها)
۱۴	پایداری سیستم	تدریس می‌شود (درس بررسی سیستم‌های قدرت)
۱۵	حفاظت واحدهای صنعتی و تجاری	تدریس می‌شود (درس حفاظت توزیع)
۱۶	اصول حفاظت گسترده	تدریس می‌شود (درس حفاظت توزیع)
۱۷	حفاظت تجهیزات در مقابل حرارت	تدریس می‌شود (درس حفاظت توزیع)
۱۸	تست رله‌ها	فقط در درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه صنعتی اصفهان تدریس می‌شود

### ۱-۲-۲- مقایسه درس آزمایشگاه حفاظت در کشور با معیارهای IEEE

همانطور که در بخش ۱-۱ ارائه شد، از فارغ‌التحصیلان دانشگاهی انتظار می‌رود پس از ورود به صنعت برق بتوانند آموزش‌هایی که در دوران تحصیل خود کسب کرده‌اند را بصورت عملی برای ارتقاء سیستم حفاظت بکار گیرند. با توجه به آنکه تجهیزات حفاظتی در حوزه تجهیزات High Tech دسته‌بندی می‌شوند و با توجه به انواع مختلف آن‌ها و نیز فانکشن‌های متعدد عملکردی هر یک از این تجهیزات، لذا کار با دستگاه‌ها خود نیازمند دانش وسیعی است که از طریق آموزش‌های تئوری کسب نمی‌شود. در واقع کسب این دانش نیازمند تجربه عملی کار با دستگاه‌ها، اعمال تنظیمات بر آن‌ها و ایجاد طرح‌های حفاظتی پایلوت به منظور آشنایی با نحوه عمل کرد این تجهیزات و نیز در بوته آزمایش قرار دادن دانسته‌های تئوری است. همانطور که بیان شد این مسئله





مورد توجه کمیته حفاظت IEEE نیز بوده است بطوریکه این کمیته تاکید ویژه‌ای بر آموزش‌های عملی در قالب آزمایشگاه‌های حفاظت داشته است. با عنایت به این مسئله نمی‌توان این انتظار را از فارغ‌التحصیلان دانشگاهی که تازه وارد حوزه فعالیت‌های حفاظت صنعت برق شده‌اند، داشت که بدون آموزش‌های لازم بتوانند کارایی لازم را جهت ارتقاء سیستم حفاظت صنعت برق داشته باشند. این مسئله صنعت را ملزم به برگزاری دوره‌های تخصصی جهت آموزش مسائل عملی برای افراد تازه‌کار می‌کند.

بنابراین دانشگاه‌های کشور در کنار توجه به مسائل تئوری می‌بایست آموزش‌های عملی را نیز مد نظر قرار دهند تا بتوانند افرادی را تربیت نمایند که دارای دانش تئوری و عملی قوی هستند و می‌توانند بر پایه آموزش‌های خود به ارتقاء سیستم حفاظت صنعت برق کشور کمک نمایند.

براساس تحقیقی که در سال ۲۰۱۴ انجام شده است و نتایج آن در مطالعه [۲] منتشر شده است، دانشگاه پرتلند<sup>۷</sup> یک تحقیق جامع بر روی نحوه آموزش دروس حفاظت در دانشگاه خود نموده است تا مشخص شود چه قدر این آموزش‌ها می‌توانند برای فارغ-التحصیلان این دانشگاه که قرار است عهده‌دار حوزه حفاظت در صنعت برق آمریکا شوند، سودمند است. در این تحقیق نیز مشابه گزارش حاضر ابتدا معیارهای مدنظر کمیته حفاظت IEEE بعنوان شاخص ارزیابی استخراج شده‌اند و سپس دروس حفاظت در این دانشگاه با این شاخص‌ها مقایسه شده‌اند. همچنین عملکرد برخی از فارغ‌التحصیلان این دانشگاه که در صنعت برق آمریکا در حوزه حفاظت فعالیت دارند، بعنوان پابلوت مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهند که آموزش‌های تئوری در دانشگاه پرتلند برای یادگیری اصول کار با سیستم‌های حفاظتی در صنعت کافی می‌باشند (هرچند که سرفصل‌های دروس حفاظت در این دانشگاه مطابق جدول ۱-۲۷ با سرفصل‌های معیار IEEE تفاوت‌های زیادی دارد). اما آنچه که مشکل فارغ‌التحصیلان این دانشگاه در حوزه حفاظت در صنعت برق آمریکا است، نداشتن تجربه عملی کافی از کار با تجهیزات حفاظتی است. در واقع نتایج این تحقیق حاکی از این مسئله است که برنامه‌های آزمایشگاه حفاظت در دانشگاه پرتلند با معیارهای کمیته حفاظت IEEE هم‌خوانی

<sup>7</sup> Portland State University

ندارند. لذا دانشگاه پرتلند برآن شده است تا اصلاحات اساسی را در سیلابس‌های درسی خود و تجهیز گسترده آزمایشگاه‌های حفاظت خود مطابق با نظر کمیته حفاظت IEEE ایجاد کند.

مطالب فوق بوضوح اهمیت دانش کار با تجهیزات حفاظتی را مشخص می‌سازد. براین اساس بمنظور مشخص شدن نحوه آموزش عملی دروس حفاظت در دانشگاه‌های کشور، آزمایشگاه تخصصی-تحقیقاتی حفاظت دانشگاه صنعتی امیرکبیر بعنوان قطب علمی قدرت کشور با معیارهای ارائه شده توسط کمیته حفاظت IEEE در جدول زیر مقایسه می‌شود.

جدول ۱-۲۵: مقایسه سرفصل آزمایشگاه حفاظت امیرکبیر با معیارهای IEEE

شماره	فعالیت پیشنهادی IEEE	وضعیت تدریس در امیرکبیر
۱	اجرای محاسبات اتصال کوتاه و مولفه‌های متقارن	انجام می‌شود
۲	برنامه کامپیوتری اتصال کوتاه، هماهنگی حفاظتی و برنامه کشیدن منحنی رله‌ها	انجام می‌شود
۳	طراحی سیستم حفاظت و تنظیمات آن	انجام می‌شود
۴	تست رله‌ها	انجام نمی‌شود
۵	تنظیم رله‌های الکترومکانیکی و رله‌های دیجیتال	تنظیم رله‌های دیجیتالی انجام می‌شود ولی رله‌های الکترومکانیکی خیر
۶	اجرای نحوه اتوماسیون و کنترل پست بر روی یک شبکه نمونه آزمایشگاهی	انجام نمی‌شود
۷	اجرای نحوه حفاظت موتورها و ژنراتورها	انجام نمی‌شود
۸	کار با IEDها	انجام می‌شود
۹	بررسی تاثیر طرح‌های حفاظتی و تنظیمات حفاظتی بر پایداری	انجام نمی‌شود

همانطور که از جدول فوق مشخص است اگرچه بسیاری از سرفصل‌های پیشنهادی IEEE در آزمایشگاه حفاظت دانشگاه صنعتی امیرکبیر انجام می‌شود اما برخی از این سرفصل‌ها نیز در برنامه‌های این آزمایشگاه بدلیل عدم وجود تجهیزات کافی، اجرا نمی‌شود.

لذا لازم است همانند آنچه که در دانشگاه پرتلند اجرا شده است، دانشگاه‌های کشور نیز بمنظور تربیت دانشجویانی که بتوانند نیازهای صنعت برق کشور بویژه در حوزه حفاظت را تحت پوشش قرار دهند، آزمایشگاه‌های حفاظت خود را تقویت نمایند.

### ۱-۳- بررسی سیلابس‌های دروس حفاظت در برخی از دانشگاه‌های کشورهای خارجی

در بخش‌های گذشته این فصل به بررسی برخی از پارامترهای آموزش حفاظت در کشور پرداخته شد و مشخص گردید که بلحاظ آموزش حفاظت، دانشگاه‌های کشور با معیارهای مشخص شده توسط کمیته‌های معتبر حفاظت دنیا همخوانی دارند. هرچند که در بحث آموزش عملی حفاظت (بطور ویژه آزمایشگاه‌های حفاظت) کمبودهایی وجود دارد.

به منظور ارزیابی بهتر کیفیت آموزش حفاظت در دانشگاه‌های کشور، لازم است نحوه ارائه این آموزش در دانشگاه‌های سایر کشورهای دنیا نیز مشخص شود. براین اساس در این بخش از گزارش به ارائه سیلابس‌های دروس حفاظت در برخی از دانشگاه‌های کشورهای دیگر پرداخته می‌شود و این سیلابس‌ها با سیلابس‌های کمیته حفاظت IEEE و سیلابس دروس حفاظت در ایران مقایسه خواهند شد.

### ۱-۳-۱) دانشگاه Novi Sad (بلغراد-صربستان)

جدول ۱-۲۶: سرفصل‌های درس حفاظت در دانشگاه Novi Sad

Title: Power system protection			
شماره	سرفصل مطالب	شماره	سرفصل مطالب
۱	مقدمه	۸	رله تطبیقی
۲	شرایط عمومی که قبل از حفاظت رله قرار می‌گیرد	۹	فیوز
۳	تقسیم‌بندی رله‌ها	۱۰	حفاظت شبکه توزیع
۴	رله جریانی	۱۱	حفاظت ترانسفورماتورها

Title: Power system protection			
شماره	سرفصل مطالب	شماره	سرفصل مطالب
۵	رله ولتاژی	۱۲	حفاظت ژنراتورها
۶	رله دیستانس	۱۳	حفاظت موتورها
۷	رله‌های میکروپروسسوری	۱۴	حفاظت شینه‌ها

۱-۳-۲ - دانشگاه Portland (پرتلند-آمریکا)

### سرفصل درس

جدول ۱-۲۷: سرفصل‌های درس حفاظت در دانشگاه Portland

Title: Power system protection	
شماره	سرفصل مطالب
۱	مقدمه و بیان فلسفه حفاظت سیستم‌های قدرت
۲	معرفی تجهیزات حفاظتی و اندازه‌گیری
۳	معرفی فیوزها و قطع‌کننده‌های ولتاژ بالا و ولتاژ پایین
۴	حفاظت ژنراتورها و موتورها
۵	حفاظت ترانسفورماتورها و خطوط انتقال
۶	هماهنگی حفاظتی
۷	کاربرد سیستم‌های کامپیوتری در حل مسائل حفاظتی

### مراجع درس

جدول ۱-۲۸) مراجع درس حفاظت در دانشگاه Portland

Number	Title
1	Asea Brown Boveri, Walter Elmore (Editor), "Protective Relaying - Theory

Number	Title
	andApplications”, Marcel and Dekker, 1994.
2	“Advancements in Microprocessor Based Protection and Communication”, IEEE, Tutorial Course, IEEE Power Engineering Society, NJ, 1997.
3	A.R.VanC. Warington “Protective Relays:Theory and Practice”. Chapman andHall,1982.
4	A.G. Phadke and J.S. Thorp, “Computer Relaying for Power Systems”, John Wiley, 1994

۱-۳-۳ - دانشگاه GUJARAT Technology (احمدآباد-هند)

### سرفصل درس

جدول ۱-۲۹: سرفصل های درس سوئیچگیر و حفاظت در دانشگاه GUJARAT Technology

Title: SWITCHGEAR & PROTECTION	
شماره	سرفصل مطالب
۱	معرفی انواع خطا در سیستم‌های قدرت
۲	توصیف نحوه عملکرد انواع قطع‌کننده‌ها در سیستم‌های قدرت
۳	توصیف نحوه عملکرد و مشخصات انواع رله‌های حفاظتی
۴	حفاظت خطوط انتقال و فیدرها نسبت به انواع خطاها
۵	حفاظت ترانسفورماتورها، ژنراتورها، موتورها و باس‌بارها
۶	حفاظت سیستم قدرت نسبت به انواع اضافه ولتاژها

### مراجع درس

جدول ۱-۳۰: مراجع درس سوئیچگیر و حفاظت در دانشگاه GUJARAT Technology

No.	Title of Book	Author	Publication
1	Fundamentals of Power System Protection	Paithankar Y. G.and Bhide S. R	PHI, New Delhi (Latest Edition)
2	Power System Protection	Ram B and Vishwakarma	TMH, New Delhi

No.	Title of Book and Switchgear	Author	Publication (Latest Edition)
3	Electrical Power	Uppal S.L.	Khanna Publications (Latest Edition)
4	Electrical Power System	Mehta V. K.	S. Chand Publications (Latest Edition)

۱-۳-۴ - دانشگاه Sri Venkateswara (هند)

### سرفصل درس

جدول ۱-۳۱: سرفصل های درس سوئیچگیر و حفاظت در دانشگاه Sri Venkateswara

Title: SWITCHGEAR & PROTECTION		شماره
سرفصل مطالب		
معرفی انواع خطاها	مقدمه	۱
معرفی تکنولوژی رله‌ها		
ملزومات حفاظت		
معرفی حفاظت اضافه ولتاژها و تجهیزات آنها		
معرفی سیم‌پیچ پترسون		
مفهوم زمین کردن	مشخصات عملکردی رله‌ها	۲
رله‌های الکترومغناطیسی		
رله‌های اضافه جریان		
رله‌های جهت‌ی و غیر جهت‌ی		
رله‌های دیستانس		
رله‌های دیفرانسیل		
رله‌های فرکانسی		
کاربرد توالی‌ها در حفاظت		
معرفی مشخصات رله‌های استاتیک		

Title: SWITCHGEAR & PROTECTION		شماره
سرفصل مطالب		
معرفی زون‌های حفاظتی	حفاظت تجهیزات	۳
ترانس‌های جریان و کاربرد آن‌ها		
ترانس‌های ولتاژ و کاربرد آن‌ها		
حفاظت ترانسفورماتورها		
حفاظت موتورها		
حفاظت ژنراتورها		
حفاظت باس‌بارها		
حفاظت خطوط		
شناخت ماهیت آرک و قطع آن	تئوری قطع مدار	۴
مشخصات قطع‌کننده‌های AC و DC		
محدود کردن و احیاء ولتاژ		
قطع جریان‌های خازنی	معرفی انواع بریکرها	۵
بریکرهای هوایی		
بریکرهای روغنی		
بریکرهای SF6		
بریکرهای خلاء		
تست بریکرها		

### مراجع درس

جدول ۱-۳۲: مراجع درس سوئیچگیر و حفاظت در دانشگاه Sri Venkateswara

Number	Title
1	Sunil S. Rao, "Switchgear and Protection", Khanna publishers, New Delhi, 1986.
2	C.L. Wadhwa, "Electrical Power Systems", Newage International (P) Ltd., 2000.
3	B. Ravindranath, and N. Chander, "Power System Protection & Switchgear", Wiley Eastern Ltd., 1977.
4	Badri Ram, Vishwakarma, 'Power System Protection and Switchgear', Tata McGraw

Number	Title
	Hill, 2001.
5	Y.G. Paithankar and S.R. Bhide, 'Fundamentals of Power System Protection', Prentice Hall of India Pvt. Ltd., New Delhi-110001, 2003.

(۱-۳-۵) دانشگاه TIRUCHIRAPPALLI (هند)

### سرفصل درس

جدول ۱-۳۳: سرفصل‌های درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه TIRUCHIRAPPALLI

Title: Advanced Power System Protection		
شماره	سرفصل مطالب	
۱	رله‌های حفاظتی	
۲	حفاظت ژنراتورها	
۳	معرفی جریان هجومی و مشخصات آن	
	کاربرد و اتصال رله‌های دیفرانسیل	
	حفاظت اضافه جریان ترانس‌ها	
	کاربرد تپ چنجر ترانس‌ها	
۴	حفاظت باس‌بارها	
۵	حفاظت خطوط انتقال	
۶	جایابی راکتورها در سیستم‌های قدرت	
۷	حفاظت خازن‌ها در سیستم‌های قدرت	
۸	معرفی سخت‌افزار رله‌های دیجیتال	
	فیلترهای دیجیتال موجود در رله‌های حفاظتی	
	تست فیلترهای دیجیتال رله‌ها	
	انتقال داده‌های دیجیتال	
	الگوریتم‌های نرم‌افزاری رله‌های دیجیتال جدید	
۹	مفهوم هماهنگی حفاظتی	



## مراجع درس

جدول ۱-۳۴: مراجع درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه TIRUCHIRAPPALLI

Number	Title
1	Lewis Blackburn, J., , “Protective Relaying – Principles and Applications”, Marcel Dekkar, INC, New York, 2006.
2	“The Electricity Training Association”, ,,Power System Protection Vol1-4, The IEE, U.K., 1995.
3	Stanley, H.Horowitz (ED), ,, “Protective relaying for power systems II”, IEEE Press, 1992.

(۱-۳-۶) دانشگاه West Bengal (هند)

## سرفصل درس

جدول ۱-۳۵: سرفصل های درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه West Bengal

Title: Advanced Power System Protection		شماره
سرفصل مطالب		
انواع رله‌های حفاظتی	مقدمه	۱
انواع حفاظت و نیازمندی‌های هر کدام		
مروری بر مشخصات رله‌ها و معادلات آنها		
مروری بر ترانس‌های اندازه‌گیری ولتاژ و جریان		
مقایسه کننده دامنه و فاز		
دسته‌بندی رله‌های الکترومغناطیسی		
Plug Setting Multiplier and Time Multiplier setting	حفاظت ژنراتورها	۲
حفاظت در مقابل خطاهای استاتور		
حفاظت خطای زمین متقارن		
بارگذاری نامتقارن ژنراتور		

Title: Advanced Power System Protection		
شماره	سرفصل مطالب	
	Prime Mover failure	
	حفاظت اضافه ولتاژ	
	حفاظت اضافه بار	
	حفاظت در مقابل خطاهای روتور	
۳	حفاظت ترانسفورماتورها	
۴	حفاظت خطوط، باس بارها و فیدرها	
۵	رله‌های استاتیکی	ساختمان رله مزایا و معایب رله انواع رله‌های استاتیکی تاثیرات سوئیچینگ و حالات گذرای شبکه بر عملکرد
۶	حفاظت بانک‌های خازنی	
۷	حفاظت موتورهای بزرگ	
۸	مقدمه	حفاظت دیجیتال
	مزایا	
	بررسی سخت‌افزاری	
	بررسی الگوریتم‌های نرم‌افزاری	

## مراجع درس

جدول ۱-۳۶: مراجع درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه West Bengal

Number	Title
1	A. Chakrabarti, M.L. Soni, P. V. Gupta, U. S. Bhatnagar "A text book on Power System Engineering", Dhanpat Rai and Co.
2	Paithankar. Y.G and Bhide.S.R, "Fundamentals of Power System Protection", Prentice-Hall of India.
3	Badri Ram and Vishwakarma.D.N, "Power System Protection and Switchgear", Tata McGraw- Hill Publishing Company, 2002.

Number	Title
4	Arun K. Phadke, James. S. Thorp, "Computer relaying for Power system", John Wiley and sons, New York, 1998.

(۱-۳-۷) دانشگاه Fatih (استانبول-ترکیه)

جدول ۱-۳۷: سرفصل‌های درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه Fatih

Title: Advanced Power System Protection			
سرفصل مطالب	شماره	سرفصل مطالب	شماره
حذف DC-offset	۸	مقدمه	۱
شناخت میکروپروسورها و A/D	۹	معرفی حفاظت اصلی و پشتیبان، ترانس‌های ولتاژ و جریان	۲
شناخت الگوریتم‌های برنامه‌نویسی میکروپروسورهای کاربردی در رله‌های دیجیتال	۱۰	مروری بر رله‌های الکترومغناطیسی و استاتیکی	۳
		معرفی رله‌های اضافه جریان و مشخصات آن‌ها	۴
		حفاظت دیستانس	۵
		الگوریتم رله‌های دیجیتال	۶
		معرفی روش‌های مختلف تشخیص خطا (روش‌های دیفرانسیل، ولت، امواج سیار، انتقال S و ...)	۷

۱-۳-۱- دانشگاه RWTH Aachen (آخن-آلمان)

جدول ۱-۳۸: سرفصل‌های درس حفاظت در دانشگاه RWTH Aachen

Title: Power System Protection	
شماره	سرفصل مطالب
۱	مقدمه
۲	معیارهای تشخیص خطا
۳	ترانس‌های اندازه‌گیری
۴	حفاظت دیجیتال
۵	حفاظت اضافه ولتاژ

۱-۳-۹- دانشگاه هنگ کنگ

سرفصل درس

جدول ۱-۳۹: سرفصل‌های درس روش‌های مدرن حفاظت در دانشگاه هنگ کنگ

Title: Modern Protection Methods	
شماره	سرفصل مطالب
۱	مقدمه
۲	خطاها و حالت‌های گذرا در سیستم‌های قدرت
۳	ترانس‌های اندازه‌گیری ولتاژ و جریان
۴	حفاظت سیستم‌های توزیع
۵	حفاظت سیستم‌های انتقال
۶	حفاظت باس‌بارها، ترانسفورماتورها، ژنراتورها و موتورها
۷	تکنیک‌های رله‌های دیجیتال

## مراجع درس

جدول ۱-۴۰: مراجع درس روش های مدرن حفاظت در دانشگاه هنگ کنگ

Number	Title
1	L. Hewitson, M. Brown and R. Balakrishnan, "Practical Power System Protection", Newnes, 2005
2	"Network Protection and Automation Guide", AREVA T & D Ltd., 2002
3	P.M. Anderson, "Power System Protection", IEEE Press or McGraw Hill, 1999
4	A.E. Walter, "Protective Relaying Theory and Applications", ABB Power T & D Co. Inc., Dekker, 1994
5	A.T. Johns and S.K. Salman, "Digital Protection for Power Systems", IEE Power Series, 1995
6	"Microprocessor Relays and Protection Systems" – IEEE Tutorial Course, Publication No. 88EH0269-1-PWR, 1987
7	"Advancements in Microprocessor Based Protection and Communication" – IEEE Tutorial Course, Publication No. 97TP120-0, 1997
8	"Power System Protection", Vol. 1, 2, & 3, The Electricity Council, Peter Peregrinus, 1981

۱-۳-۱ - دانشگاه هنگ کنگ

## سرفصل درس

جدول ۱-۴۱: سرفصل های درس حفاظت در دانشگاه هنگ کنگ

Title: Power System Protection	
شماره	سرفصل مطالب
۱	فلسفه حفاظت
۲	تجهیزات اندازه گیری
۳	حفاظت غیر واحد (حفاظت شبکه‌های توزیع و انتقال)
۴	حفاظت واحد

Title: Power System Protection	
شماره	سرفصل مطالب
۵	حفاظت دیجیتال

### مراجع درس

جدول ۱-۴۲: مراجع درس حفاظت در دانشگاه هنگ کنگ

Number	Title
1	“Network Protection and Automation Guide”, AREVA T & D Ltd., 2002
2	P.M. Anderson (Editor in Chief), “Power System Protection”, McGraw Hill 1 <sup>st</sup> Edition, 1999
3	W.A. Elmore, “Protective Relaying Theory and Applications”, Marcel Dekker, 2nd

۱-۳-۱ - دانشگاه Boise (آیداهو-آمریکا)

جدول ۱-۴۳: سرفصل‌های درس حفاظت در دانشگاه Boise

Title: Power System Protection	
شماره	سرفصل مطالب
۱	معرفی تجهیزات حفاظتی
۲	معرفی تجهیزات اندازه‌گیری
۳	رله‌های اضافه جریان
۴	حفاظت شبکه‌های شعاعی
۵	ریکلوزرها و فیوزها
۶	رله‌های جهت دار
۷	زون‌های حفاظتی
۸	حفاظت خطوط با رله‌های امپدانس
۹	حفاظت باس‌ها و ترانسفورماتورها با استفاده از رله‌های دیفرانسیل



شماره	عنوان سرفصل	نام دانشگاه												
		Novi Sad	Portland	GUJARAT	Venkateswara	TIRUCHIRA PPALLI	West Bengal	Fatih	Aachen	Hong Kong	Biose			
۶	حفاظت خطوط انتقال		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
۷	حفاظت شبکه‌های توزیع	*											*	*
۸	حفاظت اضافه ولتاژ			*							*			
۹	حفاظت بانک‌های خازنی					*	*			*				
۱۰	رله‌های الکترومغناطیسی و جزئیات آن‌ها									*	*			
۱۱	رله‌های استاتیکی و جزئیات آن‌ها					*				*	*			
۱۲	رله‌های جریان (ساختمان، مشخصات عملکردی)	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۱۳	رله‌های ولتاژی (ساختمان، مشخصات عملکردی)	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۱۴	رله دیستانس (ساختمان، مشخصات عملکردی)	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۱۵	رله فرکانسی (ساختمان، مشخصات عملکردی)				*									
۱۶	فیوزها	*	*										*	
۱۷	قطع‌کننده‌ها و ساختمان آن‌ها		*	*	*									





### معرفی کتاب‌های مرجع حفاظت در دانشگاه‌های مورد بررسی

همانطور که در بررسی سرفصل‌های دروس حفاظت در دانشگاه‌های مختلف دنیا مشخص گردید، هریک از دانشگاه‌ها برای ارائه دروس مدنظر خود، کتاب‌هایی را بعنوان مراجع درس به دانشجویان خود معرفی نموده‌اند. مجموعه این کتاب‌ها در جدول زیر ارائه شده‌اند. لازم به ذکر است در بخش بعدی گزارش حاضر، این کتاب‌ها با کتاب‌های حفاظتی که توسط اساتید و متخصصین حفاظت کشور تالیف شده‌اند، مقایسه خواهند شد.

#### جدول ۱-۴۵: مراجع دروس حفاظت در دانشگاه‌های سایر کشورهای دنیا

No	عنوان مرجع
1	L. Hewitson, M. Brown and R. Balakrishnan, "Practical Power System Protection", Newnes, 2005
2	"Network Protection and Automation Guide", AREVA T & D Ltd., 2002
3	P.M. Anderson, "Power System Protection", IEEE Press or McGraw Hill, 1999
4	A.E. Walter, "Protective Relaying Theory and Applications", ABB Power T & D Co. Inc., Dekker, 1994
5	A.T. Johns and S.K. Salman, "Digital Protection for Power Systems", IEE Power Series, 1995
6	"Microprocessor Relays and Protection Systems" – IEEE Tutorial Course, Publication No. 88EH0269-1-PWR, 1987
7	"Advancements in Microprocessor Based Protection and Communication" – IEEE Tutorial Course, Publication No. 97TP120-0, 1997
8	A. Chakrabarti, M.L. Soni, P. V. Gupta, U. S. Bhatnagar "A text book on Power System Engineering", Dhanpat Rai and Co.
9	Paithankar. Y.G and Bhide. S.R, "Fundamentals of Power System Protection", Prentice-Hall of India.
10	Badri Ram and Vishwakarma. D.N, "Power System Protection and Switchgear", Tata McGraw-Hill Publishing Company, 2002.
11	Arun K. Phadke, James. S. Thorp, "Computer relaying for Power system", John Wiley and sons, New York, 1998.
12	Lewis Blackburn, J., "Protective Relaying – Principles and Applications", Marcel Dekkar, INC, New York, 2006.
13	"The Electricity Training Association", "Power System Protection Vol1-4, The IEE, U.K., 1995.
14	Stanley, H. Horowitz (ED), "Protective relaying for power systems II", IEEE Press, 1992.
15	Sunil S. Rao, "Switchgear and Protection", Khanna publishers, New Delhi, 1986.

No	عنوان مرجع
16	C.L. Wadhwa, "Electrical Power Systems", Newage International (P) Ltd., 2000.
17	Uppal S.L., "Electrical Power", Khanna Publications(Latest Edition)
18	A.R.VanC. Warington "Protective Relays:Theory and Practice". Chapman andHall,1982.

#### ۱-۴ - مقایسه سرفصل‌های دروس حفاظت پیشنهادی کمیته IEEE با دانشگاه‌های کشور و سایر دانشگاه‌های بررسی شده

بمنظور مقایسه دقیق آموزش مباحث تئوری حفاظت در کشور با سایر دانشگاه‌های کشور، در این بخش از گزارش سرفصل‌های بررسی شده در دانشگاه‌های سایر کشورها با سرفصل‌های دروس حفاظت در کشور مقایسه می‌شوند. لازم به ذکر است در این مقایسه از سرفصل‌های پیشنهادی کمیته حفاظت IEEE بعنوان شاخص استفاده می‌شود. همانطور که در جدول ۱-۲۴ بررسی شد، تقریباً تمام سرفصل‌های پیشنهادی توسط کمیته حفاظت در دانشگاه‌های کشور تدریس می‌شوند اما این مسئله در مورد دانشگاه‌های سایر کشورها صادق نیست. این مسئله بیانگر آن است که بلحاظ آموزش‌های تئوری حفاظت، دانشگاه‌های کشور بسیار قوی‌تر از دانشگاه‌های خارج از کشور عمل می‌کنند. البته ذکر این مسئله خالی از لطف نیست که بلحاظ آموزش‌های عملی، دانشگاه‌های خارج از کشور بدلیل مجهز بودن به تجهیزات فراوان و حتی شبکه‌های پایلوت بسیار قوی‌تر از دانشگاه‌های ایران هستند. این مسئله بگواه متخصصین صنعت برق کشور (مطابق نظرات جمع‌آوری شده از آنها در قالب پرسشنامه) مهمترین ضعف فارغ‌التحصیلان دانشگاهی کشور زمان ورود به صنعت برق بویژه در حوزه حفاظت است.











### ۱-۵- بررسی برخی از کتب حفاظتی چاپ شده در کشور

با توجه به اهمیت دانش حفاظت و نیز با عنایت به High Tech بودن این عرصه لذا انگیزه ویژه‌ای برای اساتید و دانشجویان برای فعالیت در این حوزه فراهم شده است. براین اساس کتب متعدد حفاظتی نیز توسط اساتید برجسته دانشگاه‌های کشور در این حوزه به چاپ رسیده است که در این بخش از گزارش به بررسی برخی از این کتب پرداخته خواهد شد.

#### ۱-۵-۱ کتاب حفاظت پیشرفته (نویسنده: دکتر حسین عسکریان ایبانه)

این کتاب در پاییز ۱۳۹۲ توسط انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر به چاپ رسیده است و مشتمل بر سرفصل‌های عنوان شده برای درس حفاظت پیشرفته در دانشگاه صنعتی امیرکبیر است. براین اساس سرفصل‌های این کتاب به شرح زیر می‌باشند:

#### جدول ۱-۴۷: سرفصل‌های کتاب حفاظت پیشرفته در سیستم‌های قدرت (نویسنده: دکتر عسکریان ایبانه)

شماره	سرفصل مطالب
۱	تنظیم و هماهنگی رله‌های دیستانس در شبکه‌های بهم پیوسته
۲	تنظیم و هماهنگی رله‌های جریان زیاد فازی و زمین در شبکه‌های بهم پیوسته
۳	تنظیم و هماهنگی رله‌های جریان زیاد و دیستانس با یکدیگر
۴	استفاده از سیستم‌های پایلوت در حفاظت دیفرانسیل خطوط با طول کوتاه و کاربرد سیستم مخابرات در حفاظت دیستانس
۵	حفاظت نوسان توان
۶	حفاظت دیجیتال (آشنایی با سخت‌افزار و نرم‌افزار رله‌های دیجیتال)

### ۱-۵-۲ - کتاب حفاظت و رله‌ها (نویسنده: دکتر حسین عسکریان ایبانه)

همانطور که در بخش قبل (از فصل حاضر) بیان شد، تنها درس حفاظتی موجود در دوره کارشناسی در دانشگاه‌های کشور، درس حفاظت و رله است. با توجه به آنکه بسیاری از فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌های کشور پس از اتمام دوره کارشناسی وارد صنعت برق کشور می‌شوند، لذا این افراد می‌بایست با مراجع و آموزش‌های کامل، تنها درس حفاظتی دوره کارشناسی را بخوبی فرا بگیرند. براین اساس کتاب‌های بسیاری در کشور چاپ شده است که اصول مقدماتی حفاظت را بیان می‌سازد و برای دانشجویان مقطع کارشناسی مفید است. یکی از این مراجع، کتاب حفاظت و رله دکتر عسکریان ایبانه است که توسط انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر به چاپ رسیده است. سرفصل‌های ارائه شده در این کتاب به شرح زیر می‌باشند:

#### جدول ۱-۴۸: سرفصل‌های کتاب حفاظت پیشرفته در سیستم‌های قدرت (نویسنده: دکتر عسکریان ایبانه)

شماره	سرفصل مطالب
۱	اصول مقدماتی
۲	حفاظت جریان زیاد و زمین
۳	ترانسفورماتورهای حفاظتی جریان و ولتاژ
۴	فیوزها
۵	حفاظت دیستانس
۶	حفاظت تفاضلی
۷	حفاظت ژنراتورها، ترانسفورماتورها و شینه‌ها
۸	حفاظت شبکه‌های صنعتی

با مقایسه سرفصل‌های ارائه شده در این کتاب با سرفصل‌های درس حفاظت و رله که در جدول ۱-۴ ارائه شده بود، پرواضح است که این کتاب پوشش دهنده تمام مطالب ارائه شده در درس مذکور می‌باشد و می‌تواند به عنوان یک مرجع در کنار مطالب آموزش داده شده در کلاس بکار رود.

### ۱-۵-۱ - کتاب بررسی سیستم‌های قدرت و حفاظت آن‌ها توسط نرم‌افزار PSCAD (نویسنده: دکتر حسین

#### عسکریان ایبانه)

همانطور که در معیارهای ارائه شده توسط کمیته حفاظت IEEE مشخص گردید، استفاده از نرم‌افزارهای کاربردی در آموزش دروس حفاظت بسیار مهم است. در واقع دانشجویان باید بتوانند طرح‌های حفاظتی خود را در نرم‌افزارهای مناسب پیاده‌سازی و نتایج آن را با مقادیر تئوری بدست آمده مقایسه و تحلیل کنند. بدین منظور استفاده از این کتاب در کنار مباحث دروس حفاظت کمک شایانی در یادگیری اصول حفاظت خواهد داشت. لازم به ذکر است نرم‌افزار PSCAD یک نرم‌افزار بسیار قدرتمند در حوزه تحلیل شبکه است. این نرم‌افزار قابلیت پیاده‌سازی انواع رله‌های حفاظتی و انواع خطا در شبکه را دارا می‌باشد. لذا یادگیری آن برای افراد حوزه حفاظت توصیه می‌شود.

سرفصل‌های ارائه شده در این کتاب به شرح زیر می‌باشد:

جدول ۱-۴۹: سرفصل‌های کتاب بررسی سیستم‌های قدرت و حفاظت آن‌ها توسط نرم‌افزار PSCAD (نویسنده: دکتر

#### عسکریان ایبانه)

شماره	سرفصل مطالب
۱	تاریخچه و کاربردهای نرم‌افزار PSCAD
۲	تئوری حل EMTDC
۳	محیط نرم‌افزار PSCAD
۴	جزئیات ساخت یک پروژه
۵	جزئیات طراحی بلوک‌ها
۶	رله‌ها در نرم‌افزار PSCAD
۷	مرجع کدهای نرم‌افزار PSCAD
۸	عیب‌یابی و Debugging

همانطور که مشخص است به کمک این کتاب می‌توان به نرم‌افزار PSCAD به ویژه قابلیت‌های حفاظتی آن تسلط کامل یافت و از آن بمنظور ارزیابی طرح‌های پیشنهادی بهره برد.

### ۱-۵-۲ - کتاب حفاظت شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی (ترجمه: دکتر محمود رضا حقی فام)

این کتاب که یکی از مراجع بسیار خوب برای حفاظت شبکه‌های توزیع است توسط انتشارات دانشگاه هرمزگان به چاپ رسیده است. همانطور که گفته شد، درس حفاظت توزیع یکی از دروس مقطع تحصیلات تکمیلی است که این کتاب می‌تواند کمک شایانی به دانشجویان در درک بهتر مفاهیم حفاظت توزیع در کنار مطالب بیان شده در کلاس نماید. براین اساس سرفصل‌های تحت پوشش قرار گرفته توسط این کتاب به شرح زیر می‌باشند:

#### جدول ۱-۵۰: سرفصل‌های کتاب حفاظت شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی (نویسنده: دکتر حقی فام)

شماره	سرفصل مطالب
۱	محاسبه جریان‌های اتصال کوتاه
۲	گروه‌بندی رله‌ها و وظایف آنها
۳	ترانسفورماتورهای ولتاژ
۴	حفاظت جریان زیاد
۵	فیوزها، ریکلوزرها و سکسیونرها
۶	رله‌های جریان زیاد جهت‌دار
۷	حفاظت دیفرانسیل
۸	حفاظت دیستانس
۹	حفاظت سیستم‌های صنعتی
۱۰	بارزدایی کارخانه‌های صنعتی
۱۱	طرح‌واره‌های حفاظتی و نمودارهای طراحی پست
۱۲	نصب، آزمایش و نگهداری سیستم‌های حفاظتی

همانطور که از سرفصل‌های ارائه شده مشخص است، این کتاب کلیه جزئیات مرتبط با حفاظت شبکه‌های توزیع اعم از انواع تجهیزات بکار رفته در آنها، هماهنگی تجهیزات و ... را بخوبی شامل شده است.

### ۱-۵-۳- کتاب محاسبات اتصال کوتاه در شبکه (نویسنده: دکتر مسعود سلطانی)

محاسبات اتصال کوتاه در شبکه‌های الکتریکی یکی از مهمترین مباحثی است که هر مهندس برق که با طراحی و راهبری سیستم‌های الکتریکی سرو کار دارد، بایستی فرا گیرد تا وی را در انتخاب صحیح تجهیزات و سیستم‌های حفاظتی بطور مناسب مدد رساند.

هرچند استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی مانند EMTP و DIgSILENT این محاسبات پیچیده را در کسری از ثانیه انجام می‌دهد، لیکن آنچه که از دید کاربر این نرم‌افزار پنهان می‌ماند جزئیات محاسبات است که حتی کوچکترین اشتباه در وارد کردن اطلاعات مربوط به سیستم مورد طراحی می‌تواند تاثیری فراتر از حد تصور داشته باشد. براین اساس کتاب محاسبات اتصال کوتاه در شبکه می‌تواند یک مرجع بسیار مناسب جهت فراگیری جزئیات مربوط به محاسبات انواع اتصال کوتاه در حالات مختلف شبکه باشد. با عنایت به این موضوع، سرفصل‌های ارائه شده در این کتاب که از انتشارات دانشگاه تهران است، به شرح زیر می‌باشند:

#### جدول ۱-۵۱: سرفصل‌های کتاب محاسبات اتصال کوتاه در شبکه (نویسنده: دکتر سلطانی)

شماره	سرفصل مطالب
۱	محاسبات جریان اتصال کوتاه در شبکه‌های سه فاز
۲	تغییرات زمانی جریان اتصال کوتاه
۳	روش محاسبه جریان اتصال کوتاه در شبکه فشار قوی
۴	اثرات مصرف‌کننده و خازن در جریان اتصال کوتاه
۵	استقامت مکانیکی و حرارتی شبکه

### ۱-۵-۱ - کتاب رله و حفاظت سیستم‌ها (نویسنده: دکتر مسعود سلطانی)

این کتاب که تالیف جناب آقای دکتر سلطانی است و توسط انتشارات دانشگاه تهران چاپ شده است، از مراجع مناسب برای دروس حفاظت دانشگاه‌های کشور بویژه درس حفاظت و رله مقطع کارشناسی است. فهرست مطالب ارائه شده در این کتاب بشرح زیر است:

#### جدول ۱-۵۲: سرفصل‌های کتاب رله و حفاظت سیستم‌ها (نویسنده: دکتر سلطانی)

شماره	سرفصل مطالب
۱	رله و ساختمان آن
۲	حفاظت ژنراتور
۳	حفاظت ترانسفورماتور
۴	حفاظت شین
۵	حفاظت خطوط فشارقوی
	طرح و تنظیم رله دیستانس در شبکه
	حفاظت وسایل الکتریکی

### ۱-۵-۲ - کتاب حفاظت سیستم‌های قدرت: حفاظت و سیگنال‌دهی دیجیتال (نویسنده: دکتر صادق جمالی)

با توجه به اهمیت سیستم‌ها و رله‌های دیجیتال در آینده حفاظت شبکه‌های قدرت، لذا تمرکز اصلی این کتاب بر این تکنولوژی نوین است. براین اساس در این کتاب اصول سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و نحوه اجرای محاسبات در رله‌های دیجیتال با جزئیات ارائه شده است. این کتاب می‌تواند در فراگیری اصول طراحی رله‌های دیجیتال بسیار سودمند باشد. سرفصل‌های ارائه شده در این کتاب به شرح زیر می‌باشند:

## جدول ۱-۵۳: سرفصل‌های کتاب حفاظت و سیگنال‌دهی دیجیتال (نویسنده: دکتر جمالی)

شماره	سرفصل مطالب
۱	تکنولوژی دیجیتال
۲	پردازش سیگنال دیجیتال
۳	مخابرات دیجیتال و فیبر نوری
۴	حفاظت عددی
۵	کنترل هماهنگ شده

## ۱-۵-۳ - کتاب حفاظت سیستم‌های قدرت (نویسنده: دکتر صادق جمالی)

یکی دیگر از مراجع بسیار مفید در فراگیری اصول حفاظت کتاب "حفاظت سیستم‌های قدرت" جناب آقای دکتر جمالی است که توسط انتشارات دانشگاه علم و صنعت به چاپ رسیده است. این کتاب نگاهی جامع به مباحث مختلف حفاظت شبکه‌های قدرت، اعم از حفاظت شبکه‌های توزیع، فوق توزیع و انتقال دارد. همچنین نحوه محاسبات اتصال کوتاه بطور مختصر در این کتاب مرور شده است. براین اساس سرفصل‌های این کتاب بصورت زیر می‌باشند:

## جدول ۱-۵۴: سرفصل‌های کتاب حفاظت سیستم‌های قدرت (نویسنده: دکتر جمالی)

شماره	سرفصل مطالب
۱	سیستم‌های قدرت و اهمیت حفاظت آنها
۲	اصول اساسی در حفاظت سیستم‌های قدرت
۳	محاسبات اتصال کوتاه
۴	ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان
۵	فیوزها
۶	رله‌های حفاظتی
۷	حفاظت اضافه جریان



شماره	سرفصل مطالب
۸	حفاظت دیستانس
۹	حفاظت تفاضلی
۱۰	حفاظت باس بار
۱۱	حفاظت ترانسفورماتور
۱۲	حفاظت ژنراتور

آنچه که از سرفصل‌های این کتاب مشخص است این است که این کتاب می‌تواند یک مرجع بسیار مفید در کنار آموزش‌های کلاسی درس حفاظت و رله در مقطع کارشناسی و همچنین مرجعی مناسب برای مرور مطالب متخصصین صنعت کشور باشد.

#### ۱-۵-۴ - کتاب ترانسفورماتورهای جریان حفاظتی (نویسنده: دکتر سیدمحمد شهرتاش)

همانطور که در سرفصل‌های معیار کمیته حفاظت IEEE بیان شد، یکی از موارد مهمی که باید در آموزش‌های دوره حفاظت در دانشگاه‌ها مدنظر قرار گیرد، آشنایی کامل با تجهیزات اندازه‌گیری بویژه ترانسفورماتورهای جریان است. همچنین این تجهیز مهم دارای خطاهایی است که معمولاً در مطالعات عادی در نظر گرفته نمی‌شوند. حال آنکه خطای ترانسفورماتور جریان در اندازه‌گیری و تبدیل جریان عبوری در شبکه، باعث عملکرد اشتباه تجهیزات کنترلی و حفاظتی خواهد شد و متعاقب آن بروز خسارات فنی و اقتصادی به شبکه قدرت احتمال بیشتری می‌یابد که این موضوع نشان از اهمیت این تجهیز در سیستم قدرت دارد. براین اساس، کتاب بررسی شده در این بخش به شناخت اصول، مبانی عملکرد، نحوه انتخاب و استفاده مطلوب از ترانسفورماتورهای جریان پرداخته است. براین اساس سرفصل‌های ارائه شده در این کتاب که توسط انتشارات دانشگاه صنعت و صنعت به چاپ رسیده است، به شرح زیر می‌باشند:



## جدول ۱-۵۵: سرفصل‌های کتاب ترانسفورماتورهای جریان حفاظتی (نویسنده: دکتر شهرتاش)

شماره	سرفصل مطالب
۱	تعاریف و مفاهیم اولیه
۲	بررسی رفتار حالت ماندگار ترانسفورماتور جریان در ناحیه عملکرد خطی
۳	بررسی رفتار حالت ماندگار ترانسفورماتور جریان با ورود به ناحیه اشباع
۴	رفتار ترانسفورماتور جریان در شرایط گذرا
۵	انتخاب و تعیین مطلوبیت مشخصات ترانسفورماتور جریان

## ۱-۵-۵- کتاب مبانی حفاظت سیستم‌های قدرت (نویسنده: دکتر مجتبی خدرزاده)

این کتاب نیز در بحث یادگیری مبانی حفاظت برای دانشجویان و متخصصین صنعت برق بسیار سودمند می‌باشد. این کتاب توسط انتشارات دانشگاه صنعت آب و برق به چاپ رسیده است. سرفصل‌های ارائه شده در این کتاب به شرح زیر می‌باشند:

## جدول ۱-۵۶: سرفصل‌های کتاب مبانی حفاظت سیستم‌های قدرت (نویسنده: دکتر خدرزاده)

شماره	سرفصل مطالب
۱	اصول حفاظت سیستم‌های قدرت
۲	مروری بر محاسبات اتصال کوتاه
۳	ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری
۴	اساس کار و ساختمان رله‌ها
۵	حفاظت جریان زیاد فیدرها در برابر خطاهای فاز و زمین
۶	رله‌های دیستانس
۷	حفاظت دیستانس
۸	حفاظت ترانسفورماتور قدرت

### ۱-۵-۶- کتاب حفاظت پیشرفته موتورهای الکتریکی (نویسنده: دکتر مجتبی خدرزاده)

با توجه به اهمیت حفاظت موتورهای الکتریکی که در سرفصل‌های پیشنهادی توسط کمیته IEEE و نیز سرفصل‌های آموزشی دانشگاه‌های کشور نیز مدنظر قرار گرفته است، لذا کتاب‌های نوشته شده در این زمینه می‌توانند کمک شایانی به یادگیری جزئیات حفاظت این تجهیزات نمایند. براین اساس کتاب ارزشمند جناب آقای دکتر خدرزاده که توسط انتشارات دانشگاه صنعت آب و برق به چاپ رسیده است، بسیار سودمند است. سرفصل‌های تحت پوشش قرار گرفته در این کتاب به شرح زیر می‌باشند:

#### جدول ۱-۵۷: سرفصل‌های کتاب حفاظت پیشرفته ماشین‌های الکتریکی (نویسنده: دکتر خدرزاده)

شماره	سرفصل مطالب
۱	ضرورت حفاظت موتورهای الکتریکی
۲	شناخت موتورهای جریان متناوب
۳	ساختار داخلی رله‌های پیشرفته
۴	حفاظت موتورها در برابر خطا
۵	حفاظت موتورها در برابر بار زیاد
۶	سایر حفاظت‌های ضروری موتورها
۷	تنظیم رله‌های مختلف حفاظت موتور

### ۱-۵-۱- کتاب حفاظت سیستم‌های قدرت (نویسنده: مهندس همایون حائری)

تالیف کتب حفاظتی توسط متخصصین صنعت برق، علاوه بر اساتید دانشگاه‌های کشور نشان دهنده توسعه این دانش در صنعت برق کشور است. همچنین تالیف کتاب‌های مختلف (بویژه کتاب‌های حوزه حفاظت) توسط متخصصین صنعت برق کشور موجب خواهد شد که این کتاب‌ها بدلیل آنکه حاصل تجربیات صنعتی مولفین است، رنگ و بویی صنعتی داشته باشد. بنابراین آنچه که مسلم است این است که قرار گرفتن این کتاب‌ها در کنار کتاب‌های دانشگاهی تاثیر شگرفی بر توسعه دانش حفاظت در کشور

خواهند داشت. یکی از این کتاب‌ها، کتاب حفاظت سیستم‌های قدرت است. این کتاب توسط جناب آقای مهندس همایون حائری که خود سال‌ها بعنوان مدیرعامل شرکت توانیر دارای تجربیات گهرباری است، نوشته شده است. ذکر این نکته حائز اهمیت است که ایشان خود از متخصصین به نام دانش حفاظت کشور هستند بطوریکه همواره در اکثر کنفرانس‌های علمی کشور و خارج از کشور بویژه در حوزه حفاظت، مشارکت فعال دارند. فهرست مطالب ارائه شده در این کتاب به شرح زیر می‌باشد:

جدول ۱-۵۸: سرفصل‌های کتاب حفاظت سیستم‌های قدرت (نویسنده: مهندس حائری)

شماره	سرفصل مطالب
۱	ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ
۲	فیوزها
۳	کلیات رله‌های حفاظتی و رله‌های جریان زیاد
۴	رله‌های دیستانس
۵	حفاظت ژنراتور
۶	حفاظت موتورهای الکتریکی
۷	حفاظت ترانسفورماتورها
۸	رله‌های دیجیتال
۹	حفاظت شبکه‌های دارای تولیدات پراکنده و ریز شبکه‌ها

همانطور که از سرفصل‌های این کتاب مشخص است، این کتاب مرجع مناسبی برای دروس حفاظت و رله مقطع کارشناسی و حفاظت پیشرفته و حفاظت توزیع مقطع تحصیلات تکمیلی است.

۱-۵-۲ - سایر کتاب‌های حفاظتی چاپ داخل

با توجه به پیشرفت‌های چشمگیر دانش حفاظت در کشور و نیز High Tech بودن این دانش، لذا اساتید بسیاری طی سال‌های اخیر دانش خود را در قالب کتاب‌های ارزشمندی به منظور افزایش دانش حفاظت کشور، به چاپ رسانده‌اند. در بخش‌های قبل برخی

از این کتاب‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به تعدد کتاب‌های منتشره در داخل کشور در حوزه حفاظت و رله، لذا از بررسی کامل سایر کتاب‌ها خودداری می‌شود و در جدول زیر تنها به نام برخی دیگر از کتاب‌های حفاظت منتشر شده در داخل کشور، بسنده می‌شود.

### جدول ۱-۵۹: برخی دیگر از کتاب‌های حفاظتی کشور

شماره	نام کتاب	نویسنده
۱	رله و حفاظت سیستم‌های قدرت	حسن آبروش
۲	حفاظت تجهیزات نیروگاهی	مصطفی قلم‌چی
۳	حفاظت دیجیتال سیستم‌های قدرت	نوید غفارزاده
۴	حفاظت سیستم‌های قدرت صنعتی	صادق جمالی
۵	اصول حفاظت سیستم‌های قدرت	حسن بخشی
۶	مهندسی سیستم‌های توزیع	محمودرضا حقی‌فام
۷	حفاظت الکتریکی و رله‌های حفاظتی ژنراتورها	طهماسب‌قلی شاهرخشاهی
۸	حفاظت الکتریکی و رله‌های حفاظتی خطوط انتقال انرژی	طهماسب‌قلی شاهرخشاهی
۹	راهنمای رله و حفاظت‌شنایدر شامل: کدهای ANSI رله‌های حفاظتی از سری کتاب‌های خط قدرت	حمیدرضا فغانی
۱۰	حفاظت الکتریکی و رله‌های حفاظتی در مراکز صنعتی و واحدهای تولیدی	طهماسب‌قلی شاهرخشاهی
۱۱	مبانی رله و حفاظت در سیستم‌های قدرت	سهراب فیروزی‌فر
۱۲	حفاظت الکتریکی و رله‌های حفاظتی در مراکز صنعتی و واحدهای تولیدی	طهماسب‌قلی شاهرخشاهی
۱۳	حفاظت تجهیزات فشار قوی: رله‌های حفاظتی دیجیتال در ایستگاه‌ها و تجهیزات فشار قوی	طهماسب‌قلی شاهرخشاهی

### ۱-۶- بررسی برخی از کتب حفاظتی چاپ شده در خارج از کشور

در قسمت قبل کتاب‌های حفاظت منتشر شده در کشور بررسی شدند. در این بخش از گزارش به بررسی برخی از کتاب‌های حفاظتی منتشر شده به زبان انگلیسی پرداخته می‌شود. همانطور که در بخش بررسی سیلابس‌های دروس حفاظت در دانشگاه‌های خارج از کشور مشخص شد، هریک از دانشگاه‌ها برای دروس حفاظت خود از مراجعی بهره می‌گیرند. جمع‌بندی تمام این مراجع در جدول ۱-۴۵ ارائه شد. مطابق این جدول مشخص گردید که برخی از این کتاب‌ها در تعدادی از دانشگاه‌ها بعنوان مراجع دروس حفاظتی کاربرد دارند.

### ۱-۶-۱- بررسی سرفصل‌های کتاب Digital Protection for Power Systems

این کتاب نوشته A.T. Johns و S.K. Salman است و توسط انتشارات Peter Peregrinus در سال ۱۹۹۵ به چاپ رسیده

است. سرفصل‌های ارائه شده در این کتاب به شرح زیر می‌باشند:

جدول ۱-۶+ : سرفصل‌های کتاب Digital Protection for Power Systems

Number	سرفصل مطالب
1	Introduction
2	Mathematical background to protection algorithms
3	Basic element of digital protection
4	Sinusoidal-wave-based algorithms
5	Fourier analysis and Walsh function based techniques
6	Least squares based methods
7	Differential equation based techniques
8	Fundamentals of travelling-wave based protection
9	Travelling-wave protective schemes
10	Digital differential protection of transformers
11	Digital lin differential protection

### ۱-۶-۲ - بررسی سرفصل‌های کتاب Practical Power System Protection

این کتاب نوشته L.G. Hewitson، Mark Brown و Ramesh Balakrishnan است و توسط انتشارات Elsevier در سال

۲۰۰۴ به چاپ رسیده است. سرفصل‌های ارائه شده در این کتاب به شرح زیر می‌باشند:

#### جدول ۱-۶: سرفصل‌های کتاب Practical Power System Protection

Number	سرفصل مطالب
1	Need for protection
2	Faults, types and effects
3	Simple calculation of short-circuit currents
4	System earthing
5	Fuses
6	Instrument transformers
7	Circuit breakers
8	Tripping batteries
9	Relays
10	Coordination by time grading
11	Low-voltage networks
12	Mine underground distribution protection
13	Principles of unit protection
14	Feeder protection cable feeders and overhead lines
15	Transformer protection
16	Switchgear (busbar) protection
17	Motor protection relays
18	Generator protection
19	Management of protection

### ۱-۶-۳ - بررسی سرفصل‌های کتاب Power System Protection

این کتاب نوشته P.M. Anderson است و توسط IEEE در سال ۱۹۹۹ به چاپ رسیده است. سرفصل‌های ارائه شده در این

کتاب به شرح زیر می‌باشند:

جدول ۱-۶۲: سرفصل‌های کتاب Power System Protection

Number	سرفصل مطالب
1	Protection Measurements and Controls
2	Protective Device Characteristics
3	Relay Logic
4	System Characteristics
5	Fault Protection of Radial Lines
6	Introduction to Transmission Protection
7	Complex Loci in the Z and Y Planes
8	Impedance at the Relay
9	Admittance at the Relay
10	Analysis of Distance Protection
11	Transmission Line Mutual Induction
12	Pilot Protection Systems
13	Complex Transmission Protection
14	Series-Compensated Line Protection
15	Bus Protection
16	Transformer and Reactor Protection
17	Generator Protection
18	Motor Protection
19	Protection Against Abnormal System Frequency
20	Protective Schemes for Stability Enhancement
21	HVDC Protection
22	SSR Protection
23	Basic Reliability Concepts
24	Reliability Analysis
25	Reliability Concepts in System Protection
26	Fault Tree Analysis of Protective Systems
27	Markov Modeling of Protective Systems

**۱-۶-۴ - بررسی سرفصل‌های کتاب Digital Signal Processing in Power System Protection and Control**

این کتاب نوشته Waldemar Rebizant, Janusz Szafran و Andrzej Wiszniewski است و توسط انتشارات Springer در سال ۲۰۱۱ به چاپ رسیده است. سرفصل‌های ارائه شده در این کتاب به شرح زیر می‌باشند:

**جدول ۱-۶۳: سرفصل‌های کتاب Digital Signal Processing in Power System Protection and Control**

Number	سرفصل مطالب
1	Abnormal States in Power Systems and Criteria for Their Recognition
2	Hardware and Functional Development of Protection Devices and Systems
3	Fundamentals of System Analysis and Synthesis
4	Infinite Impulse Response Filters
5	Finite Impulse Response Filters
6	Correction of Errors Introduced by Instrument Transformers
7	Measurement Algorithms for Digital Protection
8	Characteristics of Measurement of Criterion Values and Adaptive Algorithms
9	Decision Making in Protective Relays
10	Elements of Fuzzy Logic in Protective Relays
11	Application of Artificial Neural Networks
12	Genetic and Evolutionary Algorithms for PSP
13	Expert Systems
14	Artificial Intelligence: Summary and Hybrid Schemes

**۱-۶-۵ - بررسی سرفصل‌های کتاب Fundamentals of Power System Protection**

این کتاب نوشته Y.G. Paithanker و S.R. Bhide است و توسط انتشارات Prentice-Hall در سال ۲۰۰۳ به چاپ رسیده است. سرفصل‌های ارائه شده در این کتاب به شرح زیر می‌باشند:



جدول ۱-۶۴: سرفصل‌های کتاب Fundamentals of Power System Protection

Number	سرفصل مطالب
1	OVER-CURRENT PROTECTION OF TRANSMISSION LINES
2	DIFFERENTIAL PROTECTION
3	TRANSFORMER PROTECTION
4	BUSBAR PROTECTION
5	DISTANCE PROTECTION OF TRANSMISSION LINES
6	INDUCTION MOTOR PROTECTION
7	STATIC COMPARATORS AS RELAYS
8	NUMERICAL PROTECTION
9	CARRIER-AIDED PROTECTION OF TRANSMISSION LINES
10	GENERATOR PROTECTION

۱-۶-۶- بررسی سرفصل‌های کتاب Computer Relaying for Power Systems

این کتاب نوشته A.G. Phadke و J.S. Throp است و توسط انتشارات WILEY در سال ۲۰۰۹ به چاپ رسیده است.

سرفصل‌های ارائه شده در این کتاب به شرح زیر می‌باشند:

جدول ۱-۶۵: سرفصل‌های کتاب Computer Relaying for Power Systems

Number	سرفصل مطالب
1	Introduction to computer relaying
2	Relaying practices
3	Mathematical basis for protective relaying algorithms
4	Digital filters
5	Transmission line relaying
6	Protection of transformers, machines and buses
7	Hardware organization in integrated systems
8	System relaying and control
9	Relaying applications of traveling waves
10	Wide area measurement applications

**۱-۶-۷- بررسی سرفصل‌های کتاب Power System Relaying**

این کتاب نوشته S.H. Horowitz و A.G. Phadke است و توسط انتشارات WILEY در سال ۲۰۰۸ به چاپ رسیده است.

سرفصل‌های ارائه شده در این کتاب به شرح زیر می‌باشند:

**جدول ۱-۶۶: سرفصل‌های کتاب Power System Relaying**

Number	سرفصل مطالب
1	Introduction to protective relaying
2	Relay operating principles
3	Current and voltage transformers
4	Nonpilot overcurrent protection of transmission lines
5	Nonpilot distance protection of transmission lines
6	Pilot protection of transmission lines
7	Rotating machinery protection
8	Transformer protection
9	Bus, reactor and capacitor protection
10	Power system phenomena and relaying considerations
11	Relaying for system performance
12	Switching schemes and procedures
13	Monitoring performance of power systems

**۱-۶-۸- بررسی سرفصل‌های کتاب Protective Relaying**

این کتاب نوشته H.L. Willis و M.H. Rashid است و توسط انتشارات Taylor & Francis در سال ۲۰۰۶ به چاپ رسیده

است. سرفصل‌های ارائه شده در این کتاب به شرح زیر می‌باشند:

جدول ۱-۶۷: سرفصل‌های کتاب Protective Relaying

Number	سرفصل مطالب
1	Introduction and General Philosophies
2	Fundamental Units: Per Unit and Percent Values
3	Phasors and Polarity
4	Symmetrical Components: A Review
5	Relay Input Sources
6	Protection Fundamentals and Basic Design Principles
7	System-Grounding Principles
8	Generator Protection/Intertie Protection for Distributed Generation
9	Transformer, Reactor, and Shunt Capacitor Protection
10	Bus Protection
11	Motor Protection
12	Line Protection
13	Pilot Protection
14	Stability, Reclosing, Load Shedding, and Trip Circuit Design
15	Microprocessor Applications and Substation Automation

همانطور که از سرفصل کتاب‌های انگلیسی بررسی شده مشخص است، همه آن‌ها به نوعی سعی در تحت پوشش قرار دادن سرفصل‌های کمیته حفاظت IEEE را دارند. همچنین مقایسه موردی هریک از کتاب‌های انگلیسی با کتاب‌های فارسی منتشر شده در کشور نشان می‌دهد که کتاب‌های چاپ شده در داخل کشور بلحاظ محتوی دارای همان مطالب کتاب‌های انگلیسی هستند. به منظور مشخص شدن میزان پوشش کتاب‌های منتشر شده در کشور نسبت به سرفصل‌های کمیته حفاظت IEEE، جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۱-۶۸: مطابقت محتوی کتاب‌های چاپ داخل با معیارهای IEEE

شماره	عنوان سرفصل IEEE	
۱	فازورها و مدل سیستم	بطور مشروح در کتاب "محاسبات اتصال کوتاه در شبکه"
۲	مولفه‌های متقارن	بطور مشروح در کتاب "محاسبات اتصال کوتاه در شبکه"
۳	ترانس‌های اندازه‌گیری ولتاژ و جریان	در همه کتاب‌های معرفی شده. ترانس‌های اندازه‌گیری

شماره	عنوان سرفصل IEEE	
	عنوان سرفصل IEEE	جریان بطور مشروح در کتاب "ترانسفورماتورهای جریان حفاظتی"
۴	رله‌های حفاظتی	در همه کتاب‌های حفاظتی معرفی شده
۵	تنظیمات و هماهنگی حفاظتی رله‌های زمین	در همه کتاب‌های حفاظتی معرفی شده. بطور مشروح در کتاب "حفاظت پیشرفته در سیستم‌های قدرت"
۶	تنظیم و هماهنگی رله‌های دیستانس فازی	در همه کتاب‌های حفاظتی معرفی شده
۷	رله دیفرانسیل حفاظت ترانسفورماتورها	در همه کتاب‌های حفاظتی معرفی شده
۸	حفاظت پست‌های انتقال و توزیع	در همه کتاب‌های حفاظتی معرفی شده. حفاظت توزیع بطور مشروح در کتاب "حفاظت شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی". حفاظت شبکه‌های انتقال بطور مشروح در کتاب "حفاظت الکتریکی و رله‌های حفاظتی خطوط انتقال انرژی"
۹	رله حفاظت از خطای بریکر	بطور مستقیم در هیچ کدام از کتاب‌ها
۱۰	رله‌های سرعت بالا برای سیستم‌های ولتاژ بالا	کتاب "حفاظت و سیگنال دهی دیجیتال"
۱۱	حفاظت سیستم‌های EHV	تا حدودی در کتاب "رله و حفاظت سیستم‌ها"
۱۲	حفاظت تجهیزات نیروگاهی	در همه کتاب‌های حفاظتی معرفی شده. بطور مشروح در "حفاظت تجهیزات نیروگاهی" تألیف مصطفی قلم‌چی
۱۳	فانکشن‌های حفاظت ژنراتور	در همه کتاب‌های حفاظتی معرفی شده. بطور مشروح در کتاب‌های "حفاظت تجهیزات نیروگاهی"، "حفاظت پیشرفته ماشین‌های الکتریکی" و "حفاظت الکتریکی و رله-های حفاظتی ژنراتورها"
۱۴	پایداری سیستم	کتاب‌های بررسی سیستم‌های قدرت چاپ داخل (که در گزارش حاضر بررسی نشدند)

شماره	عنوان سرفصل IEEE	
۱۵	حفاظت واحدهای صنعتی و تجاری	بطور مشروح در کتاب‌های "حفاظت سیستم‌های قدرت صنعتی"، "حفاظت الکتریکی و رله‌های حفاظتی در مراکز صنعتی و واحدهای تولیدی"، "حفاظت شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی" و "حفاظت پیشرفته سیستم‌های قدرت"
۱۶	اصول حفاظت گسترده	کتاب‌های "حفاظت سیستم‌های قدرت"، "حفاظت پیشرفته سیستم‌های قدرت" و "حفاظت و سیگنال‌دهی دیجیتال"
۱۷	حفاظت تجهیزات در مقابل حرارت	بطور مشروح در کتاب "محاسبات اتصال کوتاه در شبکه"
۱۸	تست رله‌ها	در کتاب‌های "راهنمای رله و حفاظت شنايدر شامل: کدهای ANSI رله‌های حفاظتی از سری کتاب‌های خط قدرت"، "حفاظت و سیگنال‌دهی دیجیتال" و "حفاظت شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی"

همانطور که از جدول فوق مشخص است، تمام سرفصل‌های پیشنهادی کمیته حفاظت IEEE توسط کتاب‌های منتشره در داخل کشور تحت پوشش قرار می‌گیرند. ذکر این نکته لازم است که برخی از سرفصل‌ها توسط چندین کتاب پوشش داده می‌شوند. همچنین برخی از کتاب‌های منتشره تنها یک موضوع خاص را (مانند ترانسفورماتورهای جریان و یا بررسی اتصال کوتاه در شبکه‌ها) مدنظر قرار داده‌اند. پرواضح است که این کتاب‌های جزئیات بسیار بیشتری را در آن موضوع خاص در اختیار خواننده قرار می‌دهند. بنابراین با توجه به کتاب‌های حفاظتی منتشر شده در داخل کشور، باید عنوان نمود که در خصوص وجود مراجع لازم برای آموزش اصول حفاظت، در کشور هیچ مشکلی وجود ندارد.

### ۱-۷- بررسی مقالات علمی برخی از اساتید حفاظت کشور

با توجه به آنکه یکی از شاخص‌های رشد علوم مختلف در هر کشور، میزان تولید مقالات علمی در آن شاخه است، لذا در این بخش از گزارش به بررسی برخی از مقالات علمی اساتید حفاظت کشور پرداخته می‌شود.

پیش از هرچیز لازم است یادآوری شود که این مقالات از صفحه شخصی اساتید محترم در سایت دانشگاه‌های آن‌ها استخراج شده است. همچنین بدلیل تعدد مقالات انتشار یافته توسط عزیزان، در این بخش تنها گوشه‌ای از مقالات بویژه مقالات ISI آورده شده است.

بررسی مقالات ارائه شده در زیر بیانگر یک مسئله اساسی است و آن هم این است که خوشبختانه اساتید محترم کشور در مرزهای دانش حفاظت قرار دارند و براین اساس قادر به پاسخگویی به تمام نیازهای صنعت برق کشور در این زمینه چه در گذشته و چه در آینده هستند. گواه این مسئله آن است که بررسی مقالات لیست شده در جدول زیر نشان از تنوع موضوعات مورد بررسی توسط اساتید محترم دارد. این تنوع موجب شده است که کلیه ابعاد سیستم‌های حفاظتی اعم از هماهنگی حفاظتی، مبحث اضافه ولتاژها و حالات گذرا، هماهنگی عایقی و بحث برقگیرها، روش‌های تشخیص خطا، تحلیل‌های هارمونیک و اثرات آن‌ها بر سیستم‌های حفاظت، قابلیت اطمینان، عدم قطعیت و پیری تجهیزات حفاظتی، حفاظت شبکه‌های آینده و ... در مطالعات انجام شده بررسی شوند. برای مثال یکی از اولویت‌های تحقیقاتی شرکت‌های تابع توانیر، افزایش دقت اندازه‌گیری CTها و CVTها است حال آنکه با بررسی مقالات اساتید محترم (برای مثال مقالات استاد ارجمند جناب آقای دکتر صنایع‌پسند) بوضوح مشخص است که مسائل مورد نیاز صنعت برق کشور توسط اساتید بالا بررسی شده و نتایج تحقیقات آن‌ها در معتبرترین مجلات علمی به چاپ رسیده است. همچنین همانطور که در بخش‌های قبل بررسی شد، جناب آقای دکتر شهرتاش در زمینه ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری جریان کتاب ارزشمندی را چاپ نموده‌اند که در آن خطاهای این نوع ترانس‌ها بدقت مورد تحلیل قرار گرفته است. این مسئله نشان از آن دارد که کشور در دانش حفاظت به بالاترین درجه مورد نیاز رسیده است بطوریکه نتایج تحقیقات اساتید محترم ضمن آنکه در مرزهای دانش قرار داشته و در مجلات علمی معتبر به چاپ می‌رسد، قادر است پاسخگوی صنعت برق کشور در راستای اهداف والای آن باشد. این مسئله نوید بخش آن است که با تکیه بر همین دانش والا، انشاءالله در آینده نزدیک کلیه تجهیزات حفاظتی مورد نیاز کشور با برنامه‌ریزی‌های مدون در کشور ساخته شده و شاهد استقلال صنعت برق کشور در تجهیزات High Tech از کشورهای خارجی خواهیم بود.

جدول ۱-۶۹: برخی از مقالات علمی اساتید حوزه حفاظت دانشگاه‌های کشور

عنوان مقاله	نام ژورنال	نویسنده اصلی
A Comprehensive Method for Break Points Finding Based on Expert System for Protection Coordination in Power Systems	Electric Power Systems Research	دکتر عسکریان
Relay coordination and protection failure effects on reliability indices in an interconnected sub-transmission system	Electric Power Systems Research	دکتر عسکریان
Risk reduction in special protection systems by using an online method for transient instability prediction	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	دکتر عسکریان
Determination of the Minimum Break Point Set Using Expert System and Genetic Algorithm	IEEE Transaction on Power Delivery	دکتر عسکریان
Optimal Relays Coordination Efficient Method in Interconnected Power Systems	Journal of Electrical Engineering	دکتر عسکریان
Overcurrent relays coordination Considering the Priority of Constraints	IEEE Transaction on Power Delivery	دکتر عسکریان
Optimal Combined Overcurrent and Distance Relays Coordination Incorporating Intelligent Overcurrent Relays Characteristic Selection	IEEE Transaction on Power Delivery	دکتر عسکریان
Overcurrent relays coordination considering transient behavior of fault current limiter and distributed generation in distribution power network	IET GENERATION TRANSMISSION & DISTRIBUTION	دکتر عسکریان
A flexible approach for overcurrent relay characteristics simulation	Electric Power Systems Research	دکتر عسکریان
A new optimal approach for coordination of overcurrent relays in interconnected power systems	IEEE Transaction on Power Delivery	دکتر عسکریان

عنوان مقاله	نام ژورنال	نویسنده اصلی
Pre-processing of the optimal coordination of overcurrent relays	Electric Power Systems Research	دکتر عسکریان
A Fuzzy Approach for Overcurrent Relays Simulation	Springer	دکتر عسکریان
A new comprehensive genetic algorithm method for optimal overcurrent relays coordination	Electric Power Systems Research	دکتر عسکریان
A New Fault Ride Through Approach for a DFIG Wind Farm Based on SFCL, Series Dynamic Resistor and DC-Chopper Protection	International Journal of Distributed Energy Resources and Smart Grids	دکتر عابدی
Determining Arresters Best Positions in Power System for Lightning Shielding Failure Protection Using Simulation Optimization Approach	EUROPEAN TRANSACTIONS ON ELECTRICAL POWER	دکتر حسینیان
A Novel Discriminative Approach Based on Hidden Markov Models and Wavelet Transform to Transformer Protection	SIMULATION-TRANSACTIONS OF THE SOCIETY FOR MODELING AND SIMULATION INTERNATIONAL	دکتر حسینیان
A Novel Distributed Simulation Approach in Adaptive Distance Relaying	SIMULATION-TRANSACTIONS OF THE SOCIETY FOR MODELING AND SIMULATION INTERNATIONAL	دکتر کوهساری
"An adaptive distance relaying strategy based on global network simulation	EUROPEAN TRANSACTIONS ON ELECTRICAL POWER	دکتر کوهساری
Application of Discrete S-Transform for Differential Protection of Power Transformers	International Journal of Computer And Electrical Engineering	دکتر قره‌پتیان
Improving Transformer Protection by Detecting Internal Incipient Faults	International Journal of Computer And Electrical Engineering	دکتر قره‌پتیان
Control of Three-Phase Inverter-Based DG System During Fault Condition without Changing Protection Coordination	INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL POWER & ENERGY SYSTEMS	دکتر قره‌پتیان
Design and Implementation of a Systematically Tunable High	ISA Transactions	دکتر شهرتاش



عنوان مقاله	نام ژورنال	نویسنده اصلی
Impedance Fault Relay		
A New Non-communication Based Protection Scheme for Three-terminal Transmission Lines Employing Mathematical Morphology-Based Filters	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر شهرتاش
High Impedance Faulted Branch Identification Using Magnetic Field Signature Analysis	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر شهرتاش
SVM-Based Method for High Impedance Faults Detection in Distribution Networks	COMPEL	دکتر شهرتاش
A Decision Tree Based Method for Fault Classification in Single-Circuit Transmission Lines	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر شهرتاش
Computation of the Split Factor of Earth Fault Currents with Considering the Proximity Effects	Iranian Journal of Science Technology, Trans. B	دکتر شهرتاش
Design and Implementation of a Systematically Tunable High Impedance Fault Relay	ISA Trans. Elsevier	دکتر شهرتاش
A Complete Procedure to Determine Earth Fault Current Distribution and Split Factor for Grounding Grid design of HV Substation	Iranian Journal of Science Technology, Trans. B	دکتر شهرتاش
DT-CWT Based Event Feature Extraction for High Impedance Faults Detection in Distribution Systems	International Trans. on Electrical Energy Systems (ETEP)	دکتر شهرتاش
Combined Fault Detector and Faulted Phase Selector for Transmission Lines Based on Adaptive Cumulative Sum Method	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر شهرتاش
Transient Based Fault Location for Multi-Terminal Lines Employing S-Transform	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر شهرتاش
Time-Time-Transform-Based Fault Location Algorithm for Three-	IET Generation, Transmission & Distribution	دکتر شهرتاش

عنوان مقاله	نام ژورنال	نویسنده اصلی
Terminal Transmission Lines		
Study of Fault Location Effect on the Inter-Area Oscillations in Stressed Power Systems using Modal Series Method	Electrical Engineering	مهندس کاظمی
A Fault Direction Discrimination Scheme Based on transients Generated by Faults in Multi Branch Power Systems	International Review of Electrical Engineering	مهندس کاظمی
Intelligent Passive Anti-Islanding Protection for Doubly Fed Induction Generators	JOURNAL OF COMPUTER AND SYSTEM SCIENCES	دکتر عباسپور
Impacts of Fault Diagnosis Schemes on Distribution System Reliability	IEEE Transactions on Smart Grid	دکتر فتوحی
Reliability Study of HV Substations Equipped with the Fault Current Limiter	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر فتوحی
Monte-Carlo Simulation Approach to the Evaluation of Maximum Turbine-Generator Shaft Torsional Torques During Faulty Synchronization	IEEE Transactions on Power Systems	دکتر فتوحی
stochastic Evaluation of Turbine-generator Shaft Torsional Torques During Faulty Synchronization	IEE proceedings Generation, Transmission and Distribution	دکتر فتوحی
Determination of the Optimum Routine Test and Self-Checking Intervals in Protective Relaying Using a Reliability Model	IEEE Transactions on Power Systems	دکتر فتوحی
Design and Routine Test Optimization of Modern Protection Systems with Reliability and Economic Constraints	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر فتوحی
Quantitative Assessment of Protection System Reliability Incorporating Human Errors	Journal of Risk and Reliability	دکتر فتوحی
Reliability Evaluation of Transmission Network Including	European Transactions on Power Systems	دکتر فتوحی

عنوان مقاله	نام ژورنال	نویسنده اصلی
Effect of Protection Systems		
A New Approach for Fault Location Problem on Power Lines	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر رنجبر
Fuzzy rule-based expert system for power system fault diagnosis	IEE Proc.-Gener. Transm. Distrib	دکتر رنجبر
Accurate Fault Location Algorithm for Series Compensated Transmission Lines	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر رنجبر
Accurate Fault Location Algorithm for Power Transmission Lines	European Transactions on Electric Power (ETEP)	دکتر رنجبر
A circuit approach to fault diagnosis in power systems by wide area measurement system	Journal of European Transactions on Electrical Power, Euro Trans Electr Power	دکتر رنجبر
Application of Synchronized Phasor Measurements to Wide-Area Fault Diagnosis and Location	IET Generation, Transmission & Distribution	دکتر رنجبر
Robust Fault Location of Transmission Lines by Synchronized and Unsynchronized Wide-Area Current Measurements	IET Generation, Transmission & Distribution	دکتر رنجبر
A Closed-Form Solution for Transmission Line Fault Location Using Local Measurements at a Remote Substation	Electric Power Systems Research	دکتر رنجبر
A New Algorithm for Fault Location on Transmission Lines by Optimal PMU Placement	European Transactions on Electrical power	دکتر رنجبر
A Wide-area Scheme for Power System Fault Location Incorporating Bad Data Detection	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر رنجبر
System Protection Scheme for Mitigation of cascaded Voltage Collapses	IET Generation, Transmission & Distribution	دکتر رنجبر
Digital Distance Protection of Transmission Lines in the Presence of SSSC	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	دکتر رنجبر
Operation of Synchronous Generator LOE Protection in the Presences of	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	دکتر رنجبر

عنوان مقاله	نام ژورنال	نویسنده اصلی
Shunt - FACTS		
An ANN Based Approach to Improve the Speed of a Differential Equation Based Distance Relaying Algorithm	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر صنایع - پسند
A Combined Digital Distance Relaying Algorithm and Its Performance Evaluation	Electric Power Components and Systems	دکتر صنایع - پسند
A New Structure for Implementation of an FPGA Based Overcurrent Relay	International Review of Electrical Engineering	دکتر صنایع - پسند
A New Algorithm to Stabilize Distance Relay Operation during Voltage Degraded Conditions	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر صنایع - پسند
High-impedance fault detection using multi-resolution signal decomposition and adaptive neural fuzzy inference system	IET Generation, Transmission & Distribution	دکتر صنایع - پسند
Correction to "Fast and Reliable CT Saturation Detection Using a Combined Method"	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر صنایع - پسند
Mitigating the Impacts of CCVT Subsidence Transients on the Distance Relay	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر صنایع - پسند
Implementation and laboratory test results of an Elman network-based transmission line directional relay	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر صنایع - پسند
Accurate Measurement of Fault Currents Contaminated With Decaying DC Offset and CT Saturation	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر صنایع - پسند
Compensation of the Current-Transformer Saturation Effects for Digital Relays	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر صنایع - پسند
Power differential based wide-area protection	Journal of Electric Power Systems Research	دکتر جمالی
Locus of apparent impedance of distance protection in the presence	European Transactions on Electrical Power, ETEP	دکتر جمالی

عنوان مقاله	نام ژورنال	نویسنده اصلی
of SSSC		
Power differential based wide-area protection	Iranian Journal of Electrical and Electronic Engineering, IJEEE	دکتر جمالی
Effects of CT and VT connection point on distance protection of transmission lines with FACTS devices	Iranian Journal of Electrical and Electronic engineering, IJEEE	دکتر جمالی
Differential protection of busbars and transmission lines based on the energy conservation law for wide area protection	Journal of Automation of Electric Power Systems	دکتر جمالی
Effects of instrument transformers connection point on measured impedance by distance relay in presence of SSSC	International Journal of Science and Technology, SCIENTIA IRANICA	دکتر جمالی
Measured impedance by distance relay in presence of SVC	International Review of Electrical Engineering, IREE	دکتر جمالی
Distance relay mal-operation caused by voltage inversion due to presence of TCSC on adjacent lines	International Review of Electrical Engineering, IREE	دکتر جمالی
Impacts of TCSC on distance relay performance	International Review of Electrical Engineering, IREE	دکتر جمالی
A new method for arcing fault location using discrete wavelet transform and wavelet networks	European Transactions on Electrical Power, ETEP	دکتر جمالی
Dynamic fault location method for distribution networks with distributed generation	Electrical Engineering Journal, Springer	دکتر جمالی
Accurate fault location method in distribution networks containing distributed generations	Iranian Journal of Electrical and Computer Engineering, IJECE	دکتر جمالی
Transformer Differential Protection by Online Core Modeling and Orthogonal Polynomials	EEE Transactions on power delivery	دکتر ساده
Effect of Remote Back-Up Protection System Failure on the Optimum Routine Test Time Interval of Power System Protection	Iranian Journal of Electrical And Electronic Engineering	دکتر ساده

عنوان مقاله	نام ژورنال	نویسنده اصلی
Determination of the Optimum Routine and Self-checking Test Time Intervals for Power System Protection Considering Remote Back-up Protection System Failure	IET Generation Transmission & Distribution	دکتر ساده
Parameter-free fault location for transmission lines based on optimization	IET Generation Transmission & Distribution	دکتر ساده
Fault section estimation in power distribution network using impedance based fault distance calculation and frequency spectrum analysis	IET Generation Transmission & Distribution	دکتر ساده
Transmission line fault location using hybrid wavelet-Prony method and relief algorithm	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	دکتر ساده
Accuracy improvement of impedance based fault location method for power distribution network using distributed-parameter line model	International Transactions on Electrical Energy Systems	دکتر ساده
Generalized Instance-based Fault Locating in Transmission Lines Using Single-ended Voltage Measurements	European Transactions on Electrical Power	دکتر ساده
Applying dynamic load estimation and distributed-parameter line model to enhance the accuracy of impedance based fault location methods for power distribution networks	Electric Power Components and Systems	دکتر ساده
A Novel Fault-Location Method for HVDC Transmission Lines Based on Similarity Measure of Voltage Signals	IEEE Transactions on power delivery	دکتر ساده
Fault Locating in High Voltage Transmission Lines Based on Harmonic Components of One-end Voltage Using Random Forests	Iranian Journal of Electrical And Electronic Engineering	دکتر ساده

عنوان مقاله	نام ژورنال	نویسنده اصلی
A New Single Ended Fault Location algorithm for Combined Transmission Line Considering Fault Clearing Transients without Using Line Parameters	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	دکتر ساده
A new fault location algorithm for radial distribution systems using modal analysis	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	دکتر ساده
Accurate Single Phase Fault Location Method for Transmission Lines based on K-nearest Neighbor Algorithm using One-end Voltage	IEEE Transactions on power delivery	دکتر ساده
Accurate fault location algorithm for transmission lines in the presence of shunt-connected flexible AC transmission system devices	IET Generation Transmission & Distribution	دکتر ساده
A Novel Fault Location Algorithm for Long Transmission Lines Compensated by Series FACTS Devices	IEEE Transactions on power delivery	دکتر ساده
Accurate fault location algorithm for transmission line in the presence of series connected FACTS devices	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	دکتر ساده
A new and accurate fault location algorithm for combined transmission lines using Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System	Electric Power Systems Research	دکتر ساده
An Accurate Fault location Algorithm for Power Transmission Lines	European Transactions on Electrical Power	دکتر ساده
Inverter Based Distributed Generator Islanding Detection Method using Under/Over Voltage Relay	Iranian Journal of Electrical And Electronic Engineering	دکتر ساده
Optimal Coordination of Directional Overcurrent Relays Considering Different Network Topologies Using Interval Linear Programming	IEEE Transactions on power delivery	دکتر ساده

عنوان مقاله	نام ژورنال	نویسنده اصلی
Considering Different Network Topologies in Optimal Overcurrent Relay Coordination Using a Hybrid GA	IEEE Transactions on power delivery	دکتر ساده
Series Compensated Line Protection Enhancement by Modified Pilot Relaying Schemes	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر خدرزاده
Impact of TCSC on the Protection of Transmission Lines	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر خدرزاده
TCSC impact on communication-aided distance-protection	IET Generation, Transmission and Distribution	دکتر خدرزاده
Impact of VSC-Based Multiline FACTS Controllers on Distance Protection of Transmission Lines	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر خدرزاده
Impact of UPFC on Power Swing Characteristic and Distance Relay Behavior	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر خدرزاده
Combination of Series Impedance and Bus Sectionalizing Circuit Breaker as Fault Current Limiter	International Journal of Electrical Power & Energy System	دکتر جوادی
Radial Basis Function Neural Network Model For Protection Of Power Transformer	Electric Machines And Power Systems	دکتر مروج
Differential Protection of Power Transformer Using Ann	Engineering Intelligent Systems	دکتر مروج
Protection And Condition Monitoring Of Power Transformer Using Ann	Electric Machines And Power Systems	دکتر مروج
Minimal Radial Basis Function Neural Network Based Differential Protection Of Power Transformer	European Transaction On Electrical Power	دکتر مروج
A Novel Approach for Protection And Condition Monitoring Of Power Transformer Using MRBFNN	Electric Power Components And Systems	دکتر مروج
Evolving Neural Nets for Protection And Condition Monitoring Of Power Transformer	Electric Power Components And Systems	دکتر مروج



عنوان مقاله	نام ژورنال	نویسنده اصلی
A New Protection Scheme For Power Transformers Using Time Frequency Analysis	International Review Of Electrical Engineering	دکتر مروج
Power Transformer Protection Using Improved S-Transform	Electric Power Components and System	دکتر مروج
An Improved Fault Detection Scheme for Power Transformer Protection	Electric Power Components and System	دکتر مروج
A New Approach In Power Transformer Differential Protection	International Journal Of Current Engineering And Technology	دکتر مروج
Digital Filtering Algorithms For Differential Relaying Of Power Transformer: An Overview	Electric Machines And Power Systems	دکتر مروج
Optimal Coordination Of Distance And Over- Current Relays In Series Compensated Systems Based On MAPSO	Energy Conversion And Management	دکتر مروج
Impact Of UPFC On Power Swing Characteristic and Distance Relay Behavior	IEEE Transactions On Power Delivery	دکتر مروج
A New Approach Based On S-Transform For Discrimination And Classification of Inrush Current From Internal Fault Currents Using Probabilistic Neural Network	Electric Power Components And System	دکتر مروج
A New Approach for Fault Classification And Section Detection In Compensated Transmission Line With TCSC	European Transaction On Electrical Power	دکتر مروج
New Combined Method For Fault Detection, Classification And Location In Series Compensated Transmission Line	Electric Power Components And Systems	دکتر مروج
An Improved Fault Detection Scheme for Power Transformer Protection	Electric Power Components and System	دکتر مروج
Artificial Intelligent Based Fault Location Technique on EHV Series-	Energy Management and Power Delivery	دکتر جورابیان

عنوان مقاله	نام ژورنال	نویسنده اصلی
Compensated Lines		
Accurate Fault Locator for EHV Transmission Lines Based on Radial Basis Function Neural Networks	Electric Power System Research	دکتر جورابیان
Fuzzy neural network approach to accurate transmission line fault location	Inter-national Journal of Engineering Intelligent systems	دکتر جورابیان
Transient Instability Prediction Using Decision Tree Technique	IEEE Transactions on Power Systems	دکتر امرایی
Adaptive scheme for local prediction of post-contingency power system frequency	Electric Power Systems Research	دکتر امرایی
System Protection Scheme for Mitigation of Cascaded Voltage Collapses	IET Generation, Transmission & Distribution	دکتر امرایی
Adaptive Under-Voltage Load shedding Scheme Using Model Predictive Control	Electric Power System Research	دکتر امرایی
New distance relay compensation algorithm for double circuit transmission line protection	IET Generation, Transmission & Distribution	دکتر سیدی
High-speed relaying scheme for protection of transmission lines in the presence of thyristor-controlled series capacitor	IET Generation, Transmission & Distribution	دکتر سیدی
Adaptive zero sequence compensation algorithm for double-circuit transmission line protection	IET Generation, Transmission & Distribution	دکتر سیدی
Impedance-Differential Protection: A New Approach to Transmission-Line Pilot Protection	IEEE Transactions on Power Delivery	دکتر سیدی

بمنظور مشخص شدن میزان مشارکت اساتید محترم حفاظت کشور در مجلات معتبر بین‌المللی در ادامه بررسی مقالات اساتید

کشور، به بررسی میزان مقالات حفاظتی پذیرفته شده در ۱۰ مجله اخیر از ۵ ژورنال برتر پرداخته خواهد شد. لازم به ذکر است

لیست ژورنال‌های بررسی شده به شرح زیر می‌باشند:

## جدول ۱-۷) ژورنال‌های بررسی شده

Number	سرفصل مطالب
1	IEEE Transaction on Power System
2	IEEE Transaction on Power Delivery
3	IET Generation, Transmission & Distribution
4	Electric Power Systems Research
5	European Transactions on Electrical Power

### ۱-۷-۱) میزان مشارکت اساتید حوزه حفاظت در ده شماره اخیر ژورنال IEEE Transaction on Power System

این ژورنال یکی از معتبرترین ژورنال‌های حوزه برق است. سالیانه تعداد زیادی مقاله برای این ژورنال ارسال می‌گردد. تعداد کمی از مقالات ارسال شده پس از گذراندن مراحل سخت داوری، موفق به پذیرش در این ژورنال می‌شوند. جدول زیر میزان مقالات پذیرفته شده از اساتید حوزه حفاظت کشور در ده چاپ آخر این ژورنال را نشان می‌دهد. همانطور که از این جدول مشخص است حدود ۲۰ مقاله حفاظتی از اساتید کشور در ۱۰ شماره آخر این مجله به چاپ رسیده است. با توجه به آنکه این مجله در همه حوزه‌های مهندسی برق-قدرت پذیرش مقاله دارد و با عنایت به این موضوع که تعداد مقالات کمی (حدود ۴۰ مقاله) در هر شماره آن به چاپ می‌رسد، لذا تعداد مقالات چاپ شده از اساتید حفاظت ایرانی در این مقاله چشمگیر است. لازم به ذکر است تنها مقالاتی در این ژورنال پذیرفته می‌شوند که ایده آن‌ها کاملاً نو و متناسب با مرزهای دانش در حوزه مدنظر مقاله باشد. این مسئله خود بیانگر دانش بروز اساتید و متخصصین حفاظت کشور است.

### جدول ۱-۷: مقالات پذیرفته شده از اساتید حفاظت کشور در ده شماره آخر IEEE Transaction on Power System

Paper name	Authors name	Year	Vol	No	Pages
A Unified Framework for Participation of Responsive End-User Devices in Voltage and Frequency Control of the Smart Grid	K. Sheshyekani	2015	30	3	1369 - 1379
A Probabilistic Risk Mitigation Model for	S. Mousavian	2015	30	1	156 -

Paper name	Authors name	Year	Vol	No	Pages
Cyber-Attacks to PMU Networks					165
Analysis and Impacts of Implementing Droop Control in DFIG-Based Wind Turbines on Microgrid/Weak-Grid Stability	M.F.M. Arani	2015	30	1	385 - 396
Discussion on “A Genetic Algorithm-Based Low Voltage Ride-Through Control Strategy for Grid Connected Doubly Fed Induction Wind Generators”	S. Tohidi	2015	30	1	548
Dynamic Wide Area Voltage Control Strategy Based on Organized Multi-Agent System	S.M. Shahrtash	2014	29	6	2590 - 2601
Optimal Placement of GIC Blocking Devices for Geomagnetic Disturbance Mitigation	A.H. Etemadi	2014	29	6	2753 - 2762
Toward Wide-Area Oscillation Control Through Doubly-Fed Induction Generator Wind Farms	M. Mokhtari	2014	29	6	2985 - 2992
Maximum Voltage Stability Margin Problem With Complementarily Constraints for Multi-Area Power Systems	O. Alizadeh Mousavi	2014	29	6	2993 - 3002
A Generalized Decentralized Robust Control of Islanded Microgrids	A.H. Etemadi	2014	29	6	3102 - 3113
Fault Indicator Deployment in Distribution Systems Considering Available Control and Protection Devices: A Multi-Objective Formulation Approach	Shahsavari	2014	29	5	2359 - 2369
Security-Constrained Unit Commitment With Linearized System Frequency Limit Constraints	H. Ahmadi	2014	29	4	1536 - 1545
Stochastic Analysis of Cascading-Failure Dynamics in Power Grids	M. Rahnamay-Naeini	2014	29	4	1767 - 1779
Customer Interruption Cost in Smart Grids	A.Safdarian	2014	29	2	994 - 995
Accuracies of Optimal Transmission Switching Heuristics Based on DCOPF and ACOPF	M. Soroush	2014	29	2	924 - 932

Paper name	Authors name	Year	Vol	No	Pages
A Modular Neural Block to Enhance Power System Stability	M. Alizadeh	2013	28	4	4849 - 4856
Redundant Observability PMU Placement in the Presence of Flow Measurements Considering Contingencies	M. Esmaili	2013	28	4	3765 - 3773
A Multi-Objective PMU Placement Method Considering Measurement Redundancy and Observability Value Under Contingencies	S.M. Mazhari	2013	28	3	2136 - 2146
PMU Ranking Based on Singular Value Decomposition of Dynamic Stability Matrix	M. Dehghani	2013	28	3	2263 - 2270
Transient Instability Prediction Using Decision Tree Technique	T. Amraee	2013	28	3	3028 - 3037

### ۱-۲- میزان مشارکت اساتید حوزه حفاظت در ده شماره اخیر ژورنال IEEE Transaction on Power

#### Delivery

این مجله نیز یکی از معتبرترین و سخت‌ترین مجلات علمی حوزه مهندسی برق-قدرت است. جدول ۱-۲ میزان مشارکت اساتید حفاظت کشور را در ده شماره اخیر این مجله نشان می‌دهد. وجود ۳۲ مقاله حفاظتی در ده شماره این مجله آمار چشمگیری است، بویژه زمانی که بدانیم در هر شماره این مجله تنها حدود ۲۰ مقاله به چاپ می‌رسد.

### جدول ۱-۲: مقالات پذیرفته شده از اساتید حفاظت کشور در ده شماره آخر IEEE Transaction on Power Delivery

Paper name	Authors name	Year	Vol	No	Pages
A Wide-Area Scheme for Power System Fault Location Incorporating Bad Data Detection	A.S. Dobakhshari	2015	30	2	800 - 808
A Novel Approach to Utilize PLC to Detect Corroded and Eroded Segments of Power Transmission Lines	R.J. Hamidi	2015	30	2	746 - 754
Optimal Coordination of Directional Overcurrent Relays Using a New Time-Current-Voltage Characteristic	K.A. Saleh	2015	30	2	537 - 544

Paper name	Authors name	Year	Vol	No	Pages
An Improved Circuit-Based Model of a Grounding Electrode by Considering the Current Rate of Rise and Soil Ionization Factors	M. Mokhtari	2015	30	1	211 - 219
The Effect of an Ocean-Land Mixed Propagation Path on the Lightning Electromagnetic Fields and Their Induced Voltages on Overhead Lines	K. Sheshyekani	2015	30	1	229 - 236
A Straightforward Method for Wide-Area Fault Location on Transmission Networks	M. Sanaye-Pasand	2015	30	1	264 - 272
Lightning Electromagnetic Fields and Their Induced Voltages on Overhead Lines: The Effect of a Horizontally Stratified Ground	K. Sheshyekani	2015	30	1	290 - 298
An Innovative Directional Relaying Scheme Based on Postfault Current	A. Jalilian	2014	29	6	2640 - 2647
A Traveling-Wave-Based Methodology for Wide-Area Fault Location in Multiterminal DC Systems	M. Sanaye-Pasand	2014	29	6	2552 - 2560
An Investigation on Seismic Behavior of Three Interconnected Pieces of Substation Equipment	R. Karami Mohammadi	2014	29	4	1613 - 1620
A New Algorithm to Stabilize Distance Relay Operation During Voltage-Degraded Conditions	H. Lesani	2014	29	4	1639 - 1647
Contribution of Design Parameters of SiR Insulators to Their DC Pollution Flashover Performance	A. Abbasi	2014	29	4	1814 - 1821
Wideband Modeling of Large Grounding Systems to Interface With Electromagnetic Transient Solvers	K. Sheshyekani	2014	29	4	1868 - 1876
A Novel Power Swing Detection Scheme Independent of the Rate of Change of Power System Parameters	G.B. Gharehpetian	2014	29	3	1192 - 1202
Criticality Analysis of Failure to Communicate in Automated Fault-Management Schemes	S. Kazemi	2014	29	4	1083 - 1091
A Multiagent-Based Fault-Current Limiting Scheme for the Microgrids	T. Ghanbari	2014	29	2	525 - 533

Paper name	Authors name	Year	Vol	No	Pages
Evaluation of Lightning-Induced Voltages on Multiconductor Overhead Lines Located Above A Lossy Dispersive Ground	K. Sheshyekani	2014	29	2	683 - 690
A Novel Backup Distance Protection Scheme for Series-Compensated Transmission Lines	S.M. Hashemi	2014	29	2	699 - 707
Power Transformer Protection Using a Multiregion Adaptive Differential Relay	M. Sanaye-Pasand	2014	29	2	777 - 785
Impact of UPFC on Power Swing Characteristic and Distance Relay Behavior	Z. Moravej	2014	29	1	261 - 268
Circuit-Breaker Automated Failure Tracking Based on Coil Current Signature	A.A. Razi-Kazem	2014	29	1	283 - 290
Observability of Hybrid AC/DC Power Systems With Variable-Cost PMUs	F. Aminifar	2014	29	1	345 - 352
CT Saturation Detection Based on Waveshape Properties of Current Difference Functions	M. Sanaye-Pasand	2013	28	4	2254 - 2263
A Novel Fault-Location Method for HVDC Transmission Lines Based on Similarity Measure of Voltage Signals	J. Sadeh	2013	28	4	2483 - 2490
A Noncommunication Adaptive Single-Pole Autoreclosure Scheme Based on the ACUSUM Algorithm	S.M. Shahrtash	2013	28	4	2526 - 2533
Anti-Islanding Scheme for Synchronous DG Units Based on Tufts-Kumaresan Signal Estimation Method	G.B. Gharehpetian	2013	28	4	2185 - 2193
Priority Assessment of Online Monitoring Investment for Power System Circuit Breakers—Part II: Determination of Optimum Number	M. Vakilian	2013	28	3	1440 - 1446
Transient-Based Fault-Location Method for Multiterminal Lines Employing S-Transform	S.M. Shahrtash	2013	28	3	1373 - 1380
Combined Fault Detector and Faulted Phase Selector for Transmission Lines Based on Adaptive Cumulative Sum Method	S.M. Shahrtash	2013	28	3	1779 - 1787

Paper name	Authors name	Year	Vol	No	Pages
A Saturation Suppression Approach for the Current Transformer—Part I: Fundamental Concepts and Design	M. Davarpanah	2013	28	3	1928 - 1935
A Saturation Suppression Approach for the Current Transformer—Part II: Performance Evaluation	M. Davarpanah	2013	28	3	1936 - 1943

### ۱-۷-۳ - میزان مشارکت اساتید حوزه حفاظت در ده شماره اخیر ژورنال IET Generation, Transmission

#### & Distribution

مجله IET یکی از مجلات معتبر و محبوب اساتید و متخصصین صنعت برق کشور است. پذیرش مقالات در این مجله بسیار پیچیده است و در هر شماره آن تنها حدود ۲۰ مقاله به چاپ می‌رسد. با توجه به آنکه این مجله نیز مانند دو مجله بررسی شده قبلی در همه حوزه‌های مهندسی برق-قدرت مقاله می‌پذیرد لذا پذیرش ۷ مقاله در ده شماره اخیر آن توسط اساتید حفاظت کشور قابل قبول می‌باشد و بیانگر جایگاه والای دانش حفاظت در کشور نسبت به سایر کشورها دارد. لیست مقالات اساتید ایرانی که در ده شماره اخیر این مجله به چاپ رسیده است، در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۱-۷۳: مقالات پذیرفته شده از اساتید حفاظت کشور در ده شماره آخر IET Generation, Transmission &

#### Distribution

Paper name	Authors name	Year	Vol	No	Pages
Fake measurement identification in power substations based on correlation between data and distance of the evidence	M. Yasinzadeh	2015	9	5	503 - 512
Algorithms for fault zone detection in series-compensated transmission lines	A.A. Razavi	2015	9	4	386 - 394
High-speed relaying scheme for protection of transmission lines in the presence of thyristor-controlled series capacitor	S.M. Hashemi	2014	8	12	2083 - 2091
Adaptive load shedding scheme to preserve the power system stability	M. Sanaye-Pasand	2014	8	12	2124 - 2133



Paper name	Authors name	Year	Vol	No	Pages
following large disturbances					
Protection of transmission lines using fault component integrated power	T. Ghanizadeh Bolandi	2014	8	12	2163 - 2172
Robust fault location of transmission lines by synchronised and unsynchronised wide-area current measurements	A. Salehi-Dobakhshari	2014	8	9	1561 - 1571
Reliability-centred maintenance for circuit breakers in transmission networks	M. Abbasghorbani	2014	8	9	1583 - 1590

### ۱-۷-۴- میزان مشارکت اساتید حوزه حفاظت در ده شماره اخیر ژورنال Electric Power Systems

#### Research

این مجله که از سلسله مجلات ELSEVIER است، یکی از مجلات بسیار معتبر در حوزه برق است. به گواه خود سایت مجله، میزان پذیرش مقاله در این مجله حدود ۳۰ درصد است. همچنین Impact Factor این مقاله ۱,۵۹ است که خود گواه اعتبار این ژورنال است. مطابق جدول زیر در ده شماره اخیر این مجله ۸ مقاله حفاظتی از اساتید بزرگ حفاظت کشور به چاپ رسیده است. این تعداد چشمگیر است زمانی که بدانیم در هر شماره این مجله تنها در حدود ۱۵ مقاله به چاپ می‌رسد. بعلاوه آنکه این مجله در همه حوزه‌های مهندسی برق پذیرش مقاله دارد. با این توصیفات پرواضح است که چاپ ۸ مقاله حفاظتی به وسیله اساتید حفاظت کشور، نشان از جایگاه رفیع این عزیزان در توسعه علوم حفاظت در دنیا دارد.

جدول ۱-۷۴: مقالات پذیرفته شده از اساتید حفاظت کشور در ده شماره آخر Electric Power Systems Research

Paper name	Authors name	Year	Vol	Pages
ANN based fault diagnosis of permanent magnet synchronous motor under stator winding shorted turn	D.A. Khaburi	2015	125	67-82
Novel approaches for online modal estimation of power systems using PMUs data contaminated with outliers	M. Parniani	2015	124	74-84
Novel high performance DC reactor type fault current limiter	Hamid Radmanesh	2015	122	198-207
Analysis of rotor and stator winding inter-	A. Jalilian	2015	119	418-424

Paper name	Authors name	Year	Vol	Pages
turn faults in WRIM using simulated MEC model and experimental results				
Optimal coordination of directional overcurrent relays using NSGA-II	Zahra Moravej	2015	119	228-236
Operation of synchronous generator LOE protection in the presence of shunt-FACTS	Ali Mohammad Ranjbar	2015	119	178-186
PMU based observability reliability evaluation in electric power systems	M. Dehghani	2014	116	347-354
Comments on "Minimizing the number of PMUs and their optimal placement in power systems" in 83 (2012) 66-72	Seyed Mahdi Mazhari	2014	115	146-148

### ۱-۷-۵- میزان مشارکت اساتید حوزه حفاظت در ده شماره اخیر ژورنال European Transactions on

#### Electrical Power

اگرچه بلحاظ اعتبار ژورنال European Transactions on Electrical Power (EETEP) در جایگاه پایین‌تری نسبت به ژورنال‌های دیگر بررسی شده قرار دارد، اما همچنان این ژورنال در حوزه ژورنال‌های معتبر حوزه مهندسی برق دسته‌بندی می‌شود. پذیرش مقاله در این ژورنال نیز بسیار سخت است زمانیکه بدانیم برای پذیرش مقاله در این ژورنال، مقالات توسط ۵ داور بررسی شده و در صورتیکه همه آن‌ها مقاله را مورد پذیرش قرار دهند، آن مقاله پذیرفته می‌شود. با این وجود پذیرش ۱۳ مقاله حفاظتی در ده شماره اخیر این مجله توسط اساتید کشورمان دستاورد بزرگی است. لیست این مقالات در جدول زیر ارائه شده‌اند:

#### جدول ۱-۷-۵: مقالات پذیرفته شده از اساتید حفاظت کشور در ده شماره آخر EETEP

Paper name	Authors name	Year	Vol	Pages
An optimal PMU placement method for power system observability under various contingencies	Ebrahim Abiri	2015	25	589-606
A new formulation for coordination of directional overcurrent relays in interconnected networks	Zahra Moravej	2015	25	120-137
Grid reconnection detection for synchronous distributed generators in stand-alone	Seyed Hossein Hosseinian	2015	25	138-154

Paper name	Authors name	Year	Vol	Pages
operation				
A novel decentralized voltage control method for direct current microgrids with sensitive loads	Ahad Kazemi	2015	25	197–215
Synchronous generator stator protection using a fuzzy logic-based voltage-controlled overcurrent protection scheme	Pouya Mahdavi-pour Vahdati	2015	25	326–347
Calculation of short circuit electromagnetic forces in Dryformer using finite element method	Farzad Karimzadeh	2015	25	433–453
A novel technique for internal fault detection of power transformers based on moving windows	Majid Sanaye-Pasand	2014	24	1263–1278
Fault detection in the secondary side of electric arc furnace transformer using the primary side data	Farzad Dehghan	2014	24	1419–1433
Improving transient stability of double fed induction generator using fuzzy controller	Seyyed Hosein Jafari	2014	24	1065–1075
Elimination of DC voltage sources and reduction of power switches voltage stress in stacked multicell converters: analysis, modeling, and implementation	Vahid Dargahi	2014	24	653–676
Analysis of the effect of distributed generation on life expectancy of power cables	H. Askarian Abyaneh	2014	24	698–712
Transient actions analysis of power transformers based on S-transform and hidden Markov model	S. Hasheminejad	2014	24	826–841
Diagnosis methods for stator winding faults in three-phase squirrel-cage induction motors	Mansour Ojaghi	2014	24	891–912

### ۱-۱- نتیجه‌گیری

از آنجا که دانشگاه‌ها رکن اساسی در تبیین دانش هر کشور هستند، لذا در این فصل از گزارش به منظور ارزیابی دانش حفاظت کشور، توانایی دانشگاه‌های کشور در آموزش علوم حوزه حفاظت بررسی شدند. با توجه به آنکه ارزیابی دانش، یک کمیت کیفی

است لذا برای انجام آن نیاز به یک شاخص وجود داشت. در این گزارش معیارهای تعیین شده توسط کمیته حفاظت IEEE بعنوان شاخص‌های ارزیابی تعیین شدند. براین اساس در ابتدای گزارش این فصل پیشنهادات کمیته حفاظت IEEE برای دروس تئوری و عملی حفاظت بطوریکه دانش‌آموختگان با استفاده از آنها بتوانند در صنعت برق مفید واقع شوند، معرفی گردیدند. سپس سرفصل‌های دروس حفاظت در کشور با این معیارها مقایسه شدند. همانطور که نتایج این بررسی نشان می‌دهد، در بخش آموزش تئوری، دروس حفاظت تدریس شده در دانشگاه‌های کشور منطبق با معیارهای پیشنهادی IEEE است. اما در بخش آموزش‌های عملی کاملاً همخوانی با معیارهای این کمیته وجود ندارد. دلیل این مسئله نیز کمبود امکانات آزمایشگاهی است که لازم است مرتفع شوند. به منظور تکمیل این مقایسه در ادامه گزارش این فصل، سیلابس‌های درسی در برخی از دانشگاه‌های دنیا بررسی شدند و این سیلابس‌ها با سیلابس‌های دانشگاه‌های کشور و معیارهای IEEE مقایسه گردیدند. نتایج حاکی از آن است که بلحاظ آموزش‌های تئوری دانشگاه‌های کشور بسیار قوی‌تر از دانشگاه‌های دیگر کشورها عمل می‌کنند. همچنین برخی از کتاب‌های حفاظتی چاپ شده در کشور با کتاب‌های انگلیسی حوزه حفاظت مورد مقایسه قرار گرفتند. از نتایج این مقایسه نیز کاملاً مشهود بود که در بحث مراجع مناسب حفاظتی هیچ مشکلی در کشور وجود ندارد. چراکه تمام سرفصل‌های پیشنهادی IEEE بطور کامل و جامع توسط کتب منتشره در کشور تحت پوشش قرار داده می‌شوند. برای مثال در مبحث اتصال کوتاه، کتاب دکتر سلطانی موجود است (علاوه بر تمام کتاب‌های دیگر که عمدتاً یک فصل آنها به این مبحث اختصاص یافته است) که بطور تخصصی تمام تمرکز خود را بر این موضوع معطوف نموده است و کلیه ابعاد و زوایای این بحث را تحت پوشش قرار داده است. بنابراین دانشجویان و متخصصین صنعت برق در حوزه حفاظت می‌توانند با مراجعه به این کتاب نکات مدنظر خود را با تمام جزئیات استخراج نمایند.

از آنجا که یکی از دلایل پیشرفت یک علم در هر کشور میزان مقالات تولیدی در آن حوزه است لذا در بخش آخر گزارش این فصل به بررسی مقالات تولیدی در حوزه حفاظت توسط اساتید محترم حفاظت دانشگاه‌های کشور پرداخته شد. براساس بررسی‌های این بخش مشخص گردید که مقالات اساتید محترم علاوه بر آنکه پوشش دهنده نیازهای صنعت برق کشور است، منطبق با آخرین تحقیقات در حوزه حفاظت نیز می‌باشد بطوریکه آمار چاپ مقالات این عزیزان در ده شماره آخر مجلات معتبر حاکی از این مسئله

است که سهم بالایی از تولید علم در حوزه حفاظت در دنیا در اختیار اساتید و دانشجویان کشورمان است. بنابراین با بررسی‌های این فصل بطور خلاصه نتایج زیر حاصل می‌گردد:

- در حوزه آموزش‌های تئوری حفاظت، دانشگاه‌های کشور در جایگاه مناسبی در مقایسه با دانشگاه‌های جهان قرار دارند
- در حوزه آموزش‌های عملی بدلیل کمبود امکانات آزمایشگاهی، آموزش‌ها پایین‌تر از معیارهای بین‌المللی قرار دارند
- در حوزه کتاب‌های حوزه حفاظت، کلیه سرفصل‌های معیار کمیته‌های بین‌المللی توسط کتاب‌های چاپ داخل بخوبی پوشش داده می‌شوند
- در حوزه تولید مقاله، سهم قابل قبولی از مقالات چاپ شده در مجلات معتبر دنیا به اساتید ایرانی اختصاص دارد که این مسئله بیانگر حرکت اساتید و دانشجویان حفاظت کشور هم‌سو با آخرین تحولات و دستوردهای علمی در حوزه حفاظت در دنیا است.

## فصل دوم

۲- بررسی دانش حفاظت در صنعت برق کشور



## مقدمه

همانطور که قبلاً عنوان شد، علاوه بر دانشگاه‌های کشور که نقش بسزایی در توسعه دانش حفاظت در کشور دارند، صنعت برق نیز نقش مهمی در توسعه و صیانت از این دانش برخوردار است. در واقع این وظیفه صنعت است که بتواند از دانش فارغ‌التحصیلان دانشگاهی در راستای ارتقاء سیستم‌های حفاظت کشور بخوبی استفاده کند و حتی دانش آن‌ها را در طول خدمت در صنعت آبدیت نگه دارد. با توجه به جایگاه صنعت در حوزه دانش (بویژه دانش حفاظت) در این بخش از گزارش به بررسی وضعیت دانش حفاظت و امکانات حفاظتی در صنعت برق کشور پرداخته می‌شود. براین اساس ابتدا امکانات آزمایشگاه‌های مرجع کشور در حوزه اجرای تست‌های حفاظتی با آزمایشگاه‌های معتبر دنیا مقایسه می‌شود. سپس پروژه‌های اجرا شده و اولویت‌های تحقیقاتی صنعت برق کشور در حوزه حفاظت مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. نتایج بررسی‌های این فصل نشان می‌دهند که به لحاظ امکانات سخت‌افزاری بویژه در حوزه آزمایشگاه‌های مرجع حفاظت، کشور دارای پتانسیلی برابر با کشورهای غربی است. همچنین پروژه‌های تحقیقاتی انجام شده در صنعت برق کشور حاکی از جهش علمی شرکت‌های برق و حرکت آن‌ها به سمت آخرین دستاوردهای علمی در حوزه حفاظت دارد. هرچند مشکلاتی چون موازی کاری در اجرای پروژه‌ها و اجرای پروژه‌های غیرکابردی از جمله مواردی است که مانع می‌شود تحقیقات صنعت برق کشور بتواند دستاوردهایی درخور توجه را بدست آورد.

### ۲-۱ - بررسی امکانات آزمایشگاه‌های KEMA و RMS در حوزه تست رله‌های حفاظتی

آزمایشگاه‌های معتبر KEMA و RMS استرالیا برای انجام تست رله‌ها مطابق استاندارد IEC 60255 برنامه‌های آزمون و امکانات آزمایشگاهی را پیشنهاد می‌دهند که در این بخش به بررسی این امکانات پرداخته می‌شود.

#### ۲-۱-۱ - اجرای تایپ تست رله‌ها

با استفاده از اطلاعات آزمایشگاه KEMA و RMS استرالیا برای انجام تایپ تست رله‌ها جدول زیر باید اجرا شود:



جدول ۱-۲: لیست تست‌های اجرا شده در آزمایشگاه‌های KEMA و RMS مطابق استاندارد IEC 60255

Test Program	Reference Standard
A - Functional Steady state simulation Dynamic simulation Energizing quantities Burden Change of auxiliary Contact performance	IEC 60255-100 IEC 60255-1 IEC 60255-11
B - Product Safety (including thermal short time rating)	IEC 60255-27
C - EMC Immunity Emission	IEC 60255-26
D - Environmental Cold Dry heat Damp heat	IEC 60068-2-1 IEC 60068-2-2 IEC 60068-2-78
E - Mechanical Vibration Shock Bump Seismic	IEC 60255-21-1 IEC 60255-21-2 IEC 60255-21-2 IEC 60255-21-3
F - Enclosure Protection Dimensions of Structure Visual Inspection	IEC 60529

همانطور که مشخص است تست‌های اجرا شده در این آزمایشگاه‌های معتبر در چند بخش شامل Functional، Product

، Safty، EMC، Enviromental، Mechanical و Enclosure اجرا می‌شوند. این آزمایشگاه‌ها برای اجرای این تست‌ها

تجهیزاتی را پیشنهاد می‌کنند که در ادامه معرفی می‌شوند.

### نیازمندی‌های اجرای تست‌های Functional

جدول ۲-۲: نیازمندی‌های اجرای تست‌های Functional

Function Tests	Reference Standard
Operating Voltage Range	IEC 61810-1 IEC 61810-7 ENA 48-4 ENA 48-5 IEC 60255-1
Operating Time	
Operating Burden	
Operated Burden	
Minimum Operating Current	
Time Delay Cut off	
Pick up Operating Voltage	
Reset voltage	
Coil Thermal Rating	
Electrical Reset	
Capacitance Discharge Test	
Thermal withstand	

### نیازمندی‌های اجرای تست‌های Product Safety

جدول ۲-۳: نیازمندی‌های اجرای تست‌های Product Safety

	Type test	IEC 60255-27 Reference
Safety	Clearances and clearance distances	10.6.3
	Impulse voltage	10.6.4.2
	AC or DC dielectric voltage	10.6.4.3
	Insulation resistance	10.6.4.4
	Flammability of insulating materials, components and fire enclosures	10.6.4.5.2
Electrical	Maximum temperature of parts and materials	10.6.5.1
	Thermal short time	10.6.5.3
	Output relay, make and carry	10.6.5.4

### نیازمندی‌های اجرای تست‌های Immunity

جدول ۲-۳: نیازمندی‌های اجرای تست‌های Immunity

Type Test	Reference Standard
1 MHz oscillatory waves	IEC 60255-22-1 IEEE C37.90.1
Electrostatic Discharges	IEC 60255-22-2 IEEE C37.90.3
Radiated Radio Frequency Electromagnetic fields	IEC 60255-22-3 IEEE C37.90.2
Fast Transients	IEC 602255-22-4 IEC 61000-4-4 ENA 48-5 IEEE C37.90.1
Surge	IEC 60255-22-5
Conducted Disturbance Induced by Radio Frequency Fields	IEC 60255-22-6
Power Frequency	IEC 60255-22-7
Voltage dips, short interruptions, variations and ripple on auxiliary power supply port	IEC 60255-11
Power frequency magnetic field	IEC 61000-4-8
100Khz oscillatory waves	IEC 61000-4-18

### نیازمندی‌های اجرای تست‌های Emission

جدول ۲-۴: نیازمندی‌های اجرای تست‌های Emission

Type Test	Reference Standard
Radiated emission	IEC 60255-25
Conducted emission	IEC 60255-25

### نیازمندی‌های اجرای تست‌های Environmental

جدول ۲-۵: نیازمندی‌های اجرای تست‌های Environmental

Type test	Test Severity Level	Standard
Cold Test	96 hrs at 55°C	IEC 60068-2-1
	96 hrs at 70°C	ENA 48-5
Dry Heat	96 hrs at -10°C	IEC 60068-2-2
	96 hrs at -25°C	ENA 48-5
Damp Heat	40°C and 93 % RH	IEC 60068-2-3 ENA 48-5

### نیازمندی‌های اجرای تست‌های Mechanical

جدول ۲-۶: نیازمندی‌های اجرای تست‌های Mechanical

Type Test	Reference Standard
Vibration	IEC 60255-21-1
Shock and Bump	
Seismic	IEC 60255-21-3

پرواضح است که حداعالی امکانات آزمایشگاهی در حوزه حفاظت در این دو آزمایشگاه خلاصه می‌شود. بنابراین همانطور که در فصل گذشته پیشنهادات کمیته حفاظت IEEE بعنوان معیارهایی برای ارزیابی وضعیت آموزش حفاظت در کشور مدنظر قرار گرفتند، در این بخش نیز امکانات معرفی شده در این دو آزمایشگاه و اینکه آزمایشگاه‌های مورد مقایسه این توانایی را دارند که همه تست‌های معرفی شده را اجرا نمایند یا خیر، بعنوان معیارهایی برای آزمایشگاه‌های مرجع حفاظت کشور در نظر گرفته می‌شوند. لازم به ذکر است علاوه بر این امکانات، مدیریت شبکه ایران نیز گذراندن استانداردهایی را برای هر نوع رله که بخواهد در شبکه برق ایران نصب شود، لازم نموده است. آزمایشات مورد تاکید مدیریت شبکه در بخش بعد معرفی می‌شوند.

## ۲-۲ - دستورالعمل مدیریت شبکه برای نصب رله‌ها در شبکه برق کشور

مطابق دستورالعمل ارائه شده توسط مدیریت شبکه کشور که در سایت آن مدیریت وجود دارد، کلیه رله‌هایی که می‌خواهند در شبکه برق کشور نصب شوند باید تست‌های زیر را با موفقیت گذرانده باشند. این تست‌ها در دو قالب آزمایشات مشترک تمام رله‌ها و آزمایشات نوعی هر واحد حفاظتی در دو جدول زیر ارائه شده است. لازم به ذکر است تست‌ها ارائه شده در دو جدول زیر مطابق آخرین استاندارد IEC 60255 می‌باشند. لازم به ذکر است این تست‌ها شامل تست‌های مشترک همه رله‌ها و تست‌های اختصاصی هر تایپ رله می‌شوند. همانطور که در بخش قبل بیان شد کلیه این تست‌ها در آزمایشگاه‌های معتبر KEMA و RMS قابلیت اجرا دارند.

جدول ۲-۷: لیست آزمایشات نوعی مشترک رله‌های حفاظتی مطابق نظر مدیریت شبکه ایران

Number	Type Test Items	Standard No. and Clause
Functional Requirements:		
1	Steady state requirements	IEC 60255-100 Series Clause: 6.5, 6.7
2	Dynamic simulation	IEC 60255-100 Series Clause: 6.8
Product Safety Requirements:		
3	Verification or measurement of clearance and clearance distance (Power frequency Dielectric strength test)	IEC 60255-1, Clause: 6.4 IEC 60255-27, Clause: 10.5.2.2
4	IP rating	IEC 60255-1, Clause: 6.3 IEC 60255-27, Clause: 10.5.2.3 IEC 60529
5	Impulse voltage	IEC 60255-1, Clause: 6.4 IEC 60255-27, Clause: 10.5.3.1
6	Verification of insulation resistance (after environmental tests)	IEC 60255-1, Clause: 6.4 IEC 60255-27, Clause: 10.5.3.3
7	Protective bonding resistance	IEC 60255-1, Clause: 6.4 IEC 60255-27, Clause: 10.5.3.4.1
8	Flammability of insulating materials components	IEC 60255-1, Clause: 6.4

Number	Type Test Items	Standard No. and Clause
	and fire enclosures	IEC 60255-27, Clause: 10.5.4.2
9	Single fault condition	IEC 60255-1, Clause: 6.4 IEC 60255-27, Clause: 10.5.4.5
Electrical Environmental Tests:		
10	Maximum temperature of parts and materials	IEC 60255-1, Clause: 6.4 IEC 60255-27, Clause: 10.5.4.1
11	Thermal short time	IEC 60255-1, Clause: 6.4 IEC 60255-27, Clause: 10.5.4.3
12	Output relay, make and carry	IEC 60255-1, Clause: 6.4 IEC 60255-27, Clause: 10.5.4.4
Energizing Quantities:		
13	Burden for Voltage transformers	IEC 60255-1, Clause: 6.10.1
14	Burden for Current transformers	IEC 60255-1, Clause: 6.10.2
15	Burden for AC power supply-Quiescent state	IEC 60255-1, Clause: 6.10.3.1
16	Burden for AC power supply-Maximum load	IEC 60255-1, Clause: 6.10.3.2
17	Burden for AC power supply-Inrush Current & power up duration	IEC 60255-1, Clause: 6.10.3.3
18	Burden for DC power supply-Quiescent state	IEC 60255-1, Clause: 6.10.4.1
19	Burden for DC power supply-Maximum load	IEC 60255-1, Clause: 6.10.4.2
20	Burden for DC power supply-Inrush Current & power up duration	IEC 60255-1, Clause: 6.10.4.3
21	Burden for Binary Input	IEC 60255-1, Clause: 6.10.5
22	Operating range of auxiliary energizing quantity	IEC 60255-1, Clause: 5.2.2.3
23	Change of auxiliary energizing quantity- Interruption to and alternating component in dc auxiliary energizing quantity	IEC 60255-1, Clause: 6.9 IEC 60255-11
24	Interruptions to and alternating component (ripple) in d.c. auxiliary energizing quantity of measuring relays	IEC 60255-11
Climatic environmental requirements:		
25	Dry heat test +Verification of function (16H)	IEC 60255-27, Clause 10.5.1.1 IEC 60255-1, Clause 6.12.3.1 IEC 60068-2-2
26	Cold test +Verification of function (16H)	IEC 60255-27, Clause 10.5.1.2 IEC 60255-1, Clause 6.12.3.2 IEC 60068-2-1
27	Dry heat test at maximum storage temperature +Verification of function (16H)	IEC 60255-27, Clause 10.5.1.3 IEC 60255-1, Clause 6.12.3.3 IEC 60068-2-2

Number	Type Test Items	Standard No. and Clause
28	Cold test at minimum storage temperature +Verification of function (16H)	IEC 60255-27, Clause 10.5.1.4 IEC 60255-1, Clause 6.12.3.4 IEC 60068-2-1
29	Change of temperature test (cyclic) +Verification of function	IEC 60255-27, Clause 10.5.1.5 IEC 60255-1, Clause 6.12.3.5 IEC 60068-2-14
30	Damp heat steady state test +Verification of function & dielectric (10 days)	IEC 60255-27, Clause 10.5.1.5 IEC 60255-1, Clause 6.12.3.6 IEC 60068-2-78
31	Cyclic temperature with humidity test +Verification of function	IEC 60255-27, Clause 10.5.1.6 IEC 60255-1, Clause 6.12.3.7 IEC 60068-2-30
Mechanical requirements:		
32	Vibration response and endurance (Sinusoidal) +Verification of function	IEC 60255-21-1 IEC 60255-1, Clause 6.13.1
33	Shock response, Shock withstand +Verification of function	IEC 60255-21-2 IEC 60255-1, Clause 6.13.2
34	Bump +Verification of function	IEC 60255-21-2 IEC 60255-1, Clause 6.13.2
35	Seismic +Verification of function	IEC 60255-21-3 IEC 60255-1, Clause 6.13.3
EMC Requirements-Emission Tests:		
36	Radiated emission	IEC 60255-26 IEC 60255-1, Clause: 6.15 IEC 60255-25
37	Conducted emission	IEC 60255-26 IEC 60255-1, Clause: 6.15 IEC 60255-25
EMC Requirements-Immunity Tests:		
38	Radiated radio frequency electromagnetic field +Verification of function	IEC 60255-1, Clause: 6.15 IEC 61000-4-3 IEC 60255-26 & IEC 60255-22-3
39	Electrostatic discharge (ESD) +Verification of function	IEC 60255-1, Clause: 6.15 IEC 61000-4-2 IEC 60255-26 & IEC 60255-22-2
40	Power frequency magnetic field +Verification of function	IEC 60255-1, Clause: 6.15 IEC 61000-4-8

Number	Type Test Items	Standard No. and Clause
		IEC 60255-26
41	Conducted disturbance induced by radio frequency fields +Verification of function	IEC 60255-1, Clause:6.15 IEC 61000-4-6 IEC 60255-26 & IEC 60255-22-6
42	Electrical fast transient/burst immunity (EFT) +Verification of function	IEC 60255-1, Clause:6.15 IEC 61000-4-4 IEC 60255-26 & IEC 60255-22-4
43	1MHz burst immunity tests -damp oscillatory waves +Verification of function	IEC 60255-1, Clause:6.15 IEC 60255-26 IEC 61000-4-18 & IEC 60255-22-1
44	Surge immunity tests +Verification of function	IEC 60255-1, Clause:6.15 IEC 61000-4-5 IEC 60255-26 & IEC 60255-22-5
45	Power frequency immunity (BI only) +Verification of function	IEC 60255-1, Clause:6.15 IEC 61000-4-16 IEC 60255-26 & IEC 60255-22-7
Contact Performance:		
46	Specification state verification	IEC 60255-23 IEC 60255-1, Clause:6.11 IEC 61810-1
47	Contact circuit resistance measurement	IEC 60255-23 IEC 60255-1, Clause:6.11 IEC 61810-1
48	Open Contact insulation test (AC Dielectric strength)	IEC 60255-1, Clause:6.11 IEC 61810-1, Clause:4.1.2.3
Other:		
49	Communication requirements	IEC 60255-1, Clause 6.6
50	Dimension and structure and visual inspection	IEC 60297-3-101 IEC 60255-1, Clause: 6.1, 6.2

جدول ۲-۸: لیست آزمایشات اختصاصی هر تایپ رله مطابق نظر مدیریت شبکه ایران



Number	Type Test Items	Standard No. and Clause
1	Functional requirements for distance protection (revision of IEC 60255-16)	IEC 60255-121
2	Functional requirements for volts per hertz protection	IEC 60255-124
3	Functional requirements for synchronizing or synchronism-check	IEC 60255-125
4	Functional requirements for over/under voltage protection (revision of IEC 60255-3) (including the phase, neutral, residual and negative sequence)	IEC 60255-127
5	Functional requirements for over/under power protection (revision of IEC 60255-12) (including the real reactive and power factor)	IEC 60255-132
6	Functional requirements for loss of excitation protection	IEC 60255-140
7	Functional requirements for thermal protection (revision of IEC 60255-8)	IEC 60255-149
8	Functional requirements for over/under current protection (revision of IEC 60255-3) (including the phase, ground, residual and negative sequence)	IEC 60255-151
9	Functional requirements for voltage or current unbalance protection	IEC 60255-160
10	Functional requirements for directional current protection	IEC 60255-167
11	Functional requirements for power swing/out of- step protection	IEC 60255-178
12	Functional requirements for reclosing	IEC 60255-179
13	Functional requirements for frequency relay (including over/under, rate of change)	IEC 60255-181
14	Functional requirements for teleprotection function	IEC 60255-185
15	Functional requirements for differential protection (revision of IEC 60255-13) (including generator, transformer, busbar, line and restricted earth fault)	IEC 60255-187
16	Functional requirements for synchrophasor measurement	IEC 60255-195

در ادامه گزارش بررسی می‌شود که دو آزمایشگاه مرجع حفاظت کشور (آزمایشگاه صنایع برق و انرژی (EPPIL) و آزمایشگاه حفاظت پژوهشگاه نیرو) تا چه حد قادر به اجرای تست‌های الزامی معرفی شده در بخش‌های قبل هستند و تا چه میزان قادر هستند

تست‌های کامل آزمایشگاه‌های معتبر خارجی را در داخل کشور اجرا کنند بطوریکه نیاز به ارسال تجهیزات حفاظتی (بطور خاص رله‌های حفاظتی) به خارج از کشور برای انجام تست وجود نداشته باشد.

## ۲-۳- تست‌های قابل اجرا در آزمایشگاه‌های مرجع ایران

با توجه به آنکه دو آزمایشگاه مرجع صنایع برق ایران (EPIL) و پژوهشگاه نیرو هم اکنون مجری اجرای تست‌های حفاظتی در کشور می‌باشند و شرکت توانیر نیز حسن اجرای تست‌های این دو آزمایشگاه را تأیید نموده است، لذا در ادامه به بررسی تست‌های حفاظتی قابل اجرا در این دو آزمایشگاه پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است لیست تست‌های اجرا شده در این دو آزمایشگاه مرجع از مسئولین محترم این شرکت‌ها دریافت شده است.

### ۱-۳-۲- شرکت آزمایشگاه‌های صنایع برق ایران (EPIL)

تست‌های قابل اجرا در آزمایشگاه صنایع برق ایران مطابق استاندارد IEC 60255 بصورت زیر است.

جدول ۲-۹: تست‌های قابل اجرا در آزمایشگاه حفاظت EPIL

توضیحات	عنوان آزمون	ردیف
6.1 Marking of IEC 60255-1 (IEC 60255-27)	Dimensions of structure and visual inspection	۱
6.2 Dimensions of IEC 60255-1		۲
IEC 60255-127	Functional Requirements	۳
IEC 60255-151		۴
IEC 60255-149		۵
IEC 60255-1		۶

توضیحات	عنوان آزمون	ردیف
10.5.2.2 Clearances and creepage distances of IEC 60255-27	Product safety requirements	۷
10.5.2.5 Power frequency Dielectric strength test of IEC 60255-27		
10.5.2.3 IP rating of IEC 60255-27		۸
10.5.3.1 Impulse voltage of IEC 60255-27		۹
10.5.3.2 AC or d.c. dielectric voltage of IEC 60255-27		۱۰
10.5.3.3 Insulation resistance of IEC 60255-27		۱۱
10.5.3.4.1 Protective bonding resistance of IEC 60225-27		۱۲
10.5.3.4.2 Protective bonding continuity of IEC 60255-27		۱۳
10.5.4.2 Flammability of insulating materials, components and fire enclosures of IEC 60255-27		۱۴
10.5.4.5 Single-fault condition of IEC 60255-27		۱۵
10.5.4.3 Thermal short time of IEC 60255-27		۱۶
10.5.4.1 Maximum temperature of parts and Materials of IEC 60255-27	Electrical environment tests	۱۷
10.5.4.4 Output relay, make and carry		۱۸
10.5.4.3 Thermal short time of IEC 60255-27		۱۹
Burden (6.10 of IEC 60255-1) Burden for Voltage transformers Burden for Current transformers Burden for AC power supply-Quiescent state Burden for AC power supply-Maximum load Burden for AC power supply-Inrush Current & power up duration Burden for DC power supply-Quiescent state Burden for DC power supply-Maximum load Burden for DC power supply-Inrush Current & power up duration Burden for Binary Input Operating range of auxiliary energizing quantity	Energizing Quantities	۲۰

توضیحات	عنوان آزمون	ردیف
Change of auxiliary energizing quantity 20 times rated current (CT) 1 s short time thermal withstand (CT) 10 s short time withstand (VT)		۲۱
Interruptions to and alternating component (ripple) in d.c. auxiliary energizing quantity of measuring relays (60255-11)		۲۲
Radiated emission	EMC requirements (IEC 60255-26)	۲۳
Conducted emission		۲۴
Radiated radio frequency electromagnetic field +Verification of function		۲۵
Electrostatic discharge (ESD) +Verification of function		۲۶
Power frequency magnetic field +Verification of function		۲۷
Conducted disturbance induced by radio frequency fields +Verification of function		۲۸
Electrical fast transient/burst immunity (EFT) +Verification of function		۲۹
1MHz burst immunity tests -damp oscillatory waves +Verification of function		۳۰
Surge immunity tests +Verification of function		۳۱
Power frequency immunity (BI only) +Verification of function		۳۲
Specification state verification		Contact performance
Contact circuit resistance measurement	۳۴	
Open Contact insulation test AC Dielectric strength	۳۵	
10 000 cycles<Unloaded contact	۳۶	
Making $\geq 1$ 000 cycles	۳۷	

توضیحات	عنوان آزمون	ردیف
Continuous $\geq 5$ A		۳۸
سایر آزمون‌ها		۳۹
Dry-heat test – operational	Environmental tests	۴۰
Cold test – operational		۴۱
Dry-heat test at maximum storage temperature		۴۲
Cold test at minimum storage temperature		۴۳
Damp-heat test		۴۴
Cyclic temperature with humidity (alternative to the damp heat test)		۴۵
Vibration		۴۶
Shock		۴۷
Bump		۴۸
Seismic		۴۹
6.6 Communication protocols of IEC 60255-1	Communication requirements	۵۰

با مقایسه این تست‌ها با آنچه که مدنظر مدیریت شبکه کشور است، پرواضح است که شرکت آزمایشگاه‌های صنایع برق ایران، کاملاً توانایی اجرای تمام تست‌های مدنظر را دارد. همچنین با مقایسه این تست‌ها با جدول ۱-۲ که آزمایش‌های قابل اجرا در دو آزمایشگاه معتبر KEMA و RMS را نشان می‌دهد، مشخص است که بلحاظ اجرای تست آزمایشگاه مرجع EPIL همانند این دو آزمایشگاه معتبر بین‌المللی کار می‌کند.

## ۲-۴ - آزمایشگاه رله و حفاظت پژوهشگاه نیرو

تست‌های قابل اجرا توسط آزمایشگاه رله و حفاظت پژوهشگاه نیرو مطابق استاندارد IEC 60255 بصورت زیر است.

جدول ۲-۱: تست‌های قابل اجرا در آزمایشگاه حفاظت پژوهشگاه نیرو

شماره استاندارد	نوع تست
IEC 60297-3-101 IEC 60255-1, Clause: 6.1, 6.2	Dimension and structure and visual inspection
IEC60255-100 Series Clause: 6.5, 6.7	Steady state requirements
IEC60255-100 Series Clause:6.8	Dynamic simulation
IEC 60255-1, Clause:6.4 IEC 60255-27, Clause:10.5.2.2	Verification or measurement of clearance and creepage distance ( Power frequency Dielectric strength test)
IEC 60255-1, Clause:6.3 IEC 60255-27, Clause:10.5.2.3 IEC 60529	IP rating
IEC 60255-1, Clause:6.4 IEC60255-27, Clause:10.5.3.1	Impulse voltage
IEC 60255-1, Clause:6.4 IEC60255-27, Clause:10.5.3.3	Verification of insulation resistance (after environmental tests)
IEC 60255-1, Clause:6.4 IEC60255-27, Clause:10.5.3.4.1	Protective bonding resistance
IEC 60255-1, Clause:6.4	Flammability of insulating materials components

شماره استاندارد	نوع تست
IEC60255-27,Clause:10.5.4.2	and fire enclosures
IEC 60255-1,Clause:6.4 IEC60255-27,Clause:10.5.4.5	Single fault condition
IEC 60255-1,Clause:6.4 IEC60255-27,Clause:10.5.4.1	Maximum temperature of parts and materials
IEC 60255-1,Clause:6.4 IEC60255-27,Clause:10.5.4.3	Thermal short time
IEC 60255-1,Clause:6.4 IEC60255-27,Clause:10.5.4.4	Output relay, make and carry
IEC60255-1,Clause:6.10.1	Burden for Voltage transformers
IEC60255-1,Clause:6.10.2	Burden for Current transformers
IEC60255-1,Clause:6.10.3.1 IEC60255-1,Clause:6.10.4.1	Burden for AC power supply-Quiescent state Burden for DC power supply-Quiescent state
IEC60255-1,Clause:6.10.3.2 IEC60255-1,Clause:6.10.4.2	Burden for AC power supply-Maximum load Burden for DC power supply-Maximum load
IEC60255-1,Clause:6.10.3.3 IEC60255-1,Clause:6.10.4.3	Burden for AC power supply-Inrush Current & power up duration Burden for DC power supply-Inrush Current & power up duration
IEC60255-1,Clause:6.10.5	Burden for Binary Input

شماره استاندارد	نوع تست
IEC60255-1, Clause:5.2.2.3	Operating range of auxiliary energizing quantity
IEC60255-1, Clause:6.9 IEC 60255-11	Change of auxiliary energizing quantity- Interruption to and alternating component in dc auxiliary energizing quantity
IEC60255-27, Clause 10.5.1.1 IEC60255-1, Clause 6.12.3.1 IEC60068-2-2	Dry heat test + Verification of function (16H)
IEC60255-27, Clause 10.5.1.2 IEC60255-1, Clause 6.12.3.2 IEC60068-2-1	Cold test + Verification of function (16H)
IEC60255-27, Clause 10.5.1.3 IEC60255-1, Clause 6.12.3.3 IEC60068-2-2	Dry heat test at maximum storage temperature + Verification of function (16H)
IEC60255-27, Clause 10.5.1.4 IEC60255-1, Clause 6.12.3.4 IEC60068-2-1	Cold test at minimum storage temperature + Verification of function (16H)
IEC60255-27, Clause 10.5.1.5 IEC60255-1, Clause 6.12.3.5 IEC60068-2-14	Change of temperature test (cyclic) + Verification of function
IEC60255-27, Clause 10.5.1.5 IEC60255-1, Clause 6.12.3.6 IEC60068-2-78	Damp heat steady state test + Verification of function & dielectric (10 days)
IEC60255-21-1 IEC60255-1, Clause 6.13.1	Vibration response and endurance (Sinusoidal) + Verification of function
IEC60255-21-2 IEC60255-1, Clause 6.13.2	Shock response, Shock withstand + Verification of function
IEC60255-21-2	Bump + Verification of function



شماره استاندارد	نوع تست
IEC60255-1, Clause 6.13.2	
IEC60255-21-2 IEC60255-1, Clause 6.13.3	Seismic + Verification of function
IEC60255-1, Clause 6.6	Communication requirements
IEC60255-26 IEC60255-1, Clause:6.15 IEC60255-25	Radiated emission
IEC60255-26 IEC60255-1, Clause:6.15 IEC60255-25	Conducted emission
IEC60255-1, Clause:6.15 IEC61000-4-3 IEC60255-26 IEC60255-22-3	Radiated radio frequency electromagnetic field+ Verification of function
IEC60255-1, Clause:6.15 IEC61000-4-2 IEC60255-26 IEC60255-22-2	Electrostatic discharge (ESD)+ Verification of function
IEC60255-1, Clause:6.15 IEC61000-4-8 IEC60255-26	Power frequency magnetic field +Verification of function
IEC60255-1, Clause:6.15 IEC61000-4-6	Conducted disturbance induced by radio frequency fields+

شماره استاندارد	نوع تست
IEC60255-26 IEC60255-22-6	Verification of function
IEC60255-1, Clause:6.15 IEC61000-4-4 IEC60255-26 IEC60255-22-4	Electrical fast transient/burst immunity (EFT)+  Verification of function
IEC60255-1, Clause:6.15 IEC60255-26 IEC61000-4-18 IEC60255-22-1	1MHz burst immunity tests -damp oscillatory waves+  Verification of function
IEC60255-1, Clause:6.15 IEC61000-4-5 IEC60255-26 IEC60255-22-5	Surge immunity tests+ Verification of function
IEC60255-1, Clause:6.15 IEC61000-4-16 IEC60255-26 IEC60255-22-7	Power frequency immunity (BI only)+ Verification of function
IEC61810-1, IEC 60255-23  IEC60255-1, Clause:6.11	Specification state verification
IEC61810-1, IEC 60255-23  IEC60255-1, Clause:6.11	Contact circuit resistance measurement
IEC60255-1, Clause:6.11  IEC61810-1, Clause:4.1.2.3	Open Contact insulation test (AC Dielectric strength)

از لیست تست‌های اجرا شده در دو آزمایشگاه EPIL و پژوهشگاه نیرو مشخص است که کلیه تست‌های پیشنهادی توسط آزمایشگاه‌های بین‌المللی و مدیریت شبکه در این دو آزمایشگاه مرجع داخل کشور قابل اجرا است. لذا پرواضح است که بلحاظ اجرای تست و آزمایشگاه‌های صنعتی در حوزه حفاظت در داخل کشور مشکلی وجود ندارد.

پس از بررسی امکانات آزمایشگاه‌های مرجع کشور در حوزه حفاظت در ادامه به بررسی اولویت‌های تحقیقاتی شرکت توانیر و شرکت‌های برق منطقه‌ای در حوزه حفاظت و نیز پروژه‌های حفاظتی که تاکنون در این شرکت‌ها اجرا شده‌اند پرداخته خواهد شد.

## ۲-۵- اولویت‌های تحقیقاتی و پروژه‌های انجام شده در شرکت توانیر

در این بخش از گزارش به بررسی اولویت‌های تحقیقاتی شرکت توانیر در سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۰ پرداخته می‌شود. این اولویت‌ها از سایت شرکت توانیر استخراج شده‌اند. با توجه به آنکه هدف از گزارش پیشرو، ارزیابی دانش حفاظت کشور است لذا تنها نام پروژه‌هایی استخراج شده‌اند که مرتبط با حفاظت شبکه‌های برق باشند.

همانطور که از اولویت‌های تحقیقاتی ارائه شده در این بخش بر می‌آید، پرواضح است که بخش عمده‌ای از اولویت‌های تحقیقاتی شرکت‌های زیرمجموعه شرکت توانیر در حوزه حفاظت شبکه‌های هوشمند و ایجاد بسترهای مناسب حفاظتی بمنظور ورود منابع تولید پراکنده به شبکه‌های توزیع برق کشور است. با توجه به تحقیقات نوینی که در حال حاضر در مقالات معتبر بین‌المللی و شرکت‌های برق کشورهای توسعه یافته در حال اجرا است، پرواضح است که این چالش نیز یکی از دغدغه‌های پیشروی جوامع پیشرفته است. این مسئله نشان می‌دهد که صنعت برق کشور و صنایع وابسته به آن به لطف حضور محققین برجسته صنعت و دانشگاه، همسو با کشورهای پیشرفته صنعتی در مرزهای دانش نوین حفاظت در حال حرکت است و در صورت تداوم همین مسیر می‌تواند صادرکننده دانش نوین حفاظت به کشورهای دیگر بویژه کشورهای منطقه باشد. مطابق مقالات بررسی شده در فصل گذشته از اساتید محترم حفاظت کشور، پرواضح است که سمت‌وسوی بسیاری از مقالات معتبر علمی اساتید این حوزه، در رابطه با حفاظت شبکه‌های هوشمند است. بنابراین پرواضح است که با توجه به تحقیقات گسترده صورت پذیرفته و در حال انجام در

دانشگاه‌های کشور لذا مشکلی در رابطه با بومی نمودن دانش حفاظت شبکه‌های آینده وجود نخواهد داشت. مصاحبه‌های انجام شده توسط مسئولین محترم صنعت برق نشان می‌دهد که آن‌ها نیز از این موضوع اطمینان کامل دارند بطوریکه با تکیه بر دانش عظیم اساتید و محققین حوزه حفاظت، ایران را در خط مقدم دنیا در دستیابی به دانش حفاظت نوین شبکه‌های آینده، قلمداد نموده‌اند.

اما علاوه بر حفاظت‌های نوین، از اولویت‌های تحقیقاتی ارائه شده مشخص است که بخش دیگری از این اولویت‌ها به امور جاری شرکت‌های برق منطقه‌ای مانند آپدیت هماهنگی حفاظتی شبکه‌های تحت پوشش این شرکت‌ها پس از وقوع تغییرات در توپولوژی شبکه‌ها، مسائل اضافه ولتاژ و هماهنگی عایقی، مطالعات هارمونیک و بررسی اثرات آن‌ها بر تجهیزات حفاظتی و ... اختصاص دارد که به دلایلی چون تغییر در توپولوژی شبکه‌ها، فرسوده شدن تجهیزات و ... لازم است این مطالعات مجدداً انجام شود. این دسته از امورات بارها تحت غالب پروژه‌های تحقیقاتی توسط اساتید محترم دانشگاه‌های کشور به انجام رسیده است. لذا در خصوص این بخش از اولویت‌های اعلام شده توسط شرکت توانیر جای هیچ نگرانی وجود ندارد چراکه دانش اجرای آن‌ها در کشور کاملاً بومی شده است. این مسئله در قسمت بعدی گزارش که به پروژه‌های اتمام یافته و یا در حال اجرای شرکت‌های برق منطقه‌ای اختصاص دارد، بیشتر بررسی می‌شود.

## ۲-۵-۱- اولویت‌های تحقیقاتی شرکت‌های زیر مجموعه توانیر سال ۱۳۹۰

جدول ۲-۱۱: اولویت‌های تحقیقاتی شرکت‌های زیر مجموعه توانیر در سال ۱۳۹۰

ردیف	عنوان پروژه	محل اجرا
۱	تهیه دستورالعمل‌های اتصال و بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در شبکه اصفهان	شرکت برق منطقه‌ای اصفهان
۲	بررسی قابلیت اعتماد و حفاظت استفاده از ریز شبکه‌ها در دو وضعیت مجزا و متصل به شبکه	شرکت برق منطقه‌ای اصفهان
۳	بررسی مسائل حفاظتی ریز شبکه‌ها	شرکت برق منطقه‌ای اصفهان

ردیف	عنوان پروژه	محل اجرا
۴	بررسی تاثیر منابع پراکنده در پارامترهای قابلیت اعتماد و حفاظت شبکه برق اصفهان	شرکت برق منطقه‌ای اصفهان
۵	بررسی و بازنگری سیستم‌های حفاظتی و کنترل در شبکه قدرت	شرکت برق منطقه‌ای اصفهان
۶	بررسی پدیده ولتاژ در شبکه انتقال شرکت برق منطقه‌ای تهران و جابجایی مناسب برقیگیر برای کاهش اثرات مخرب آن	شرکت برق منطقه‌ای تهران
۷	هماهنگی حفاظتی رله‌های جریان زیاد سوئیچ‌گیر فشار متوسط پست فوق توزیع بر مبنای مطالعات حالت گذرا	شرکت برق منطقه‌ای تهران
۸	طراحی و ساخت رله بوخهلتر الکترونیکی	شرکت برق منطقه‌ای خراسان
۹	اصلاح در نحوه بکارگیری رله‌های نیومریک با عنایت به قابلیت‌های رله‌های نیومریک با هدف افزایش بهره‌وری	شرکت برق منطقه‌ای خراسان
۱۰	طراحی، ساخت و اجرای سیستم‌های حفاظت ویژه (فرکانس و جریان) در یک پست نمونه با استفاده از دستگاه‌های مدیریت انرژی و سیستم‌های کنترلی PLC	شرکت برق منطقه‌ای خوزستان
۱۱	بررسی و مطالعه مشکلات رینگ تغذیه از دو سو از نظر بهره‌برداری و ارائه راهکار لازم از لحاظ حفاظت و قابلیت اطمینان	شرکت برق منطقه‌ای زنجان
۱۲	امکان‌سنجی و انتخاب فناوری مناسب برای تولید پراکنده با توجه به ملاحظات کیفیت، تلفات، حفاظت و اقلیم سیستان و بلوچستان	شرکت برق منطقه‌ای سیستان و بلوچستان
۱۳	بررسی و ارائه راهکارهای بهبود کارایی سیستم‌های حفاظتی تحریک ژنراتور	شرکت برق منطقه‌ای غرب
۱۴	بازبینی و انجام محاسبات هماهنگی رله‌های حفاظتی برق منطقه‌ای فارس	شرکت برق منطقه‌ای فارس
۱۵	بومی‌سازی طراحی و ساخت کارت‌های کنترلی و حفاظتی نیروگاه سیکل ترکیبی کرمان	شرکت برق منطقه‌ای کرمان

ردیف	عنوان پروژه	محل اجرا
۱۶	امکان‌سنجی استفاده از روش‌های حفاظتی نوین در شبکه جنوب شرق کشور	شرکت برق منطقه‌ای کرمان
۱۷	مطالعه عملکرد حفاظت دیستانس در خطوط چهار مداره شبکه انتقال و فوق توزیع منطقه تحت پوشش برق منطقه‌ای مازندران و گلستان و ارائه راهکار تنظیم بهینه رله‌ها	شرکت برق منطقه‌ای مازندران
۱۸	استفاده از اسکیم‌های مناسب حفاظت دیستانس در برق هرمزگان	شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان
۱۹	بررسی تأثیر عدم ترانسپوز شدن خطوط ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت بر عملکرد رله‌ها	شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان
۲۰	بازبینی و تعیین حفاظت بهینه تجهیزات خطوط انتقال و فوق توزیع شبکه یزد با توجه به مشخصات بار، شرایط جغرافیایی و توپولوژی شبکه	شرکت برق منطقه‌ای یزد
۲۱	بررسی امکان عملکرد نابجای رله‌های نیومریکال تحت شرایط خاص مانند تغییرات فرکانس و Electro Magnetic Interface (EMI) و اشباع CT و اضافه ولتاژهای گذرا	شرکت برق منطقه‌ای یزد
۲۲	بررسی تأثیر هارمونیک‌ها بر دقت CT و CVT‌های شبکه‌های انتقال نیرو و جبران دقت آن‌ها در رله‌ها	شرکت برق منطقه‌ای یزد
۲۳	مکان‌یابی بهینه تجهیزات حفاظتی و کنترلی در شبکه‌های توزیع	شرکت توزیع نیروی برق استان اردبیل
۲۴	امکان‌سنجی کاهش تعداد برقگیرها در مناطق مختلف شرکت توزیع برق استان اصفهان با حفظ پایداری شبکه و رعایت حفاظت‌های مورد نظر شبکه در مقابل اضافه ولتاژها	شرکت توزیع نیروی برق استان اصفهان
۲۵	مکان‌یابی بهینه منابع تولید پراکنده و تأثیر آن بر هماهنگی سیستم‌های حفاظتی شبکه توزیع قزوین	شرکت توزیع نیروی برق استان قزوین
۲۶	امکان‌سنجی کاهش تعداد برقگیرها در شهرستان گرگان با	شرکت توزیع نیروی برق استان

ردیف	عنوان پروژه	محل اجرا
	رعایت حفاظت در قبال اضافه ولتاژ و صاعقه	گلستان
۲۷	بررسی کارایی برقگیرهای موجود در سطح شرکت توزیع غرب مازندران و مقایسه فنی و اقتصادی اثرات حذف برقگیرها در شبکه با توجه به اتصالاتی‌های پیش آمده بر روی برقگیرها و امکان‌سنجی کاهش تعداد برقگیرها در مناطق مختلف شرکت توزیع با حفظ پایداری شبکه و رعایت حفاظت‌های مورد نیاز شبکه در مقابل اضافه ولتاژها	شرکت توزیع نیروی برق غرب استان مازندران
۲۸	پتانسیل‌سنجی استفاده و بکارگیری تکنولوژی نوین در حفاظت شبکه‌های توزیع با توجه به شرایط محیطی غرب مازندران	شرکت توزیع نیروی برق غرب استان مازندران
۲۹	ارائه راهکار جهت بهبود عملکرد حفاظت الکتریکی در شبکه فشار ضعیف و ۲۰ کیلوولت استان مرکزی	شرکت توزیع نیروی برق استان مرکزی
۳۰	هماهنگی تجهیزات حفاظتی	شرکت توزیع نیروی برق استان همدان
۳۱	آنالیز شبکه توزیع همدان و بررسی نیازمندی‌های حفاظتی شبکه	شرکت توزیع نیروی برق استان همدان

## ۲-۵-۲- اولویت‌های تحقیقاتی شرکت‌های زیر مجموعه توانیر سال ۱۳۹۱

جدول ۲-۱۲: اولویت‌های تحقیقاتی شرکت‌های زیر مجموعه توانیر در سال ۱۳۹۱

ردیف	عنوان پروژه	محل اجرا
۱	بومی‌سازی طراحی و ساخت کارت‌های کنترلی و حفاظتی نیروگاه کرمان	شرکت برق منطقه‌ای کرمان
۲	بررسی تأثیر هارمونیک‌ها بر دقت CT و CVT‌های شبکه‌های انتقال نیرو و جبران دقت آن‌ها در رله‌ها	شرکت برق منطقه‌ای یزد

ردیف	عنوان پروژه	محل اجرا
۳	بررسی پدیده اضافه ولتاژ در شبکه انتقال شرکت برق منطقه‌ای تهران و جایابی مناسب برقگیر برای کاهش اثرات مخرب آن	شرکت برق منطقه‌ای تهران
۴	ارزیابی سیستم حفاظتی مربوط در شبکه برق فارس و شناسایی نقاط ضعف و آسیب‌پذیر	شرکت برق منطقه‌ای فارس
۵	بررسی و مطالعه مشکلات رینگ تغذیه از دو سو از نظر بهره‌برداری و ارائه راه کار لازم از لحاظ حفاظت و قابلیت اطمینان	شرکت برق منطقه‌ای زنجان
۶	طراحی و ساخت بردهای مورد نیاز سیستم‌های کنترلی و حفاظتی از طریق مهندسی معکوس	شرکت برق منطقه‌ای کرمان
۷	بررسی دستورالعمل‌های اتصال و بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در شبکه برق اصفهان و ارائه راهکارهای اصلاحی	شرکت برق منطقه‌ای اصفهان
۸	بررسی علل همسان نبودن مقادیر خروجی CVT‌های پست یزد دو	شرکت برق منطقه‌ای یزد
۹	پژوهش و دستیابی به دانش فنی طراحی و ساخت ترانسفورماتور الکترونیکی جریان روگوفسکی	سازمان توسعه برق ایران
۱۰	طراحی و ساخت سیستم کنترل و حفاظت قابل برنامه‌ریزی جهت کنترل بار در ساعات اوج مصرف	توزیع نیروی برق استان کردستان
۱۱	امکان‌سنجی استفاده از منابع تولید پراکنده، مکان‌یابی و بررسی آثار متقابل شبکه و مشکلات حفاظتی ناشی از ایجاد آن‌ها	توزیع نیروی برق استان کردستان
۱۲	بررسی تاثیر نصب تولیدات پراکنده بر حفاظت شبکه توزیع	توزیع نیروی برق استان قزوین
۱۳	بررسی سیستم‌های ارتینگ نوین جهت حفاظت پست‌های هوایی نوین	توزیع نیروی برق استان قزوین
۱۴	بررسی و توسعه روش‌های حفاظت شبکه‌های توزیع برق	توزیع نیروی برق استان لرستان
۱۵	پژوهش و بررسی ساخت رله‌های هوشمند	مدیریت شبکه برق ایران
۱۶	طراحی و ساخت رله دیستانس میکروپروسسوری	برق منطقه‌ای خوزستان
۱۷	بررسی امکان علت عملکرد رله‌های بوخه‌تلس ترانس‌های	برق منطقه‌ای هرمزگان



ردیف	عنوان پروژه	محل اجرا
	کمکی در زلزله و راهکارهای پیشنهادی	

### ۲-۵-۳- اولویت‌های تحقیقاتی شرکت‌های زیر مجموعه توانیر سال ۱۳۹۲

جدول ۲-۱۳: اولویت‌های تحقیقاتی شرکت‌های زیر مجموعه توانیر در سال ۱۳۹۲

ردیف	عنوان پروژه	محل اجرا
۱	بومی‌سازی طراحی و ساخت کارت‌های کنترلی و حفاظتی نیروگاه کرمان	شرکت برق منطقه‌ای کرمان
۲	تدوین سند دریافت و اعتبارسنجی اطلاعات فنی واحدهای نیروگاهی و نحوه تنظیم‌گذاری و بهره‌برداری از سیستم‌های کنترلی و حفاظتی	مدیریت شبکه برق ایران
۳	ارزیابی تغییرات حفاظتی موردنیاز پس از ورود منابع تولید پراکنده	شرکت برق منطقه‌ای گیلان
۴	بررسی تاثیرات هارمونیک‌ها بر دقت CT و CVT‌های انتقال نیرو و جبران دقت آنها در رله‌ها	شرکت برق منطقه‌ای سمنان
۵	انجام مطالعات مربوط به Out of Step نیروگاه‌ها و نوسانات شبکه و مدلسازی و ایجاد تنظیمات مطلوب برای رله‌های Out of Step و حفاظت Power Swing	مدیریت شبکه برق ایران
۶	مکان‌یابی بهینه PMU در شبکه برق منطقه‌ای اصفهان و تشکیل ساختار حفاظتی ایستگاه‌های انتقال و فوق توزیع و نیروگاه‌های موجود شبکه برق منطقه‌ای اصفهان تحت پلتفرم نرم‌افزار دیگسایلنت	شرکت برق منطقه‌ای اصفهان
۷	بررسی اثر پارامترهای مختلف بر پاسخ فرکانسی CVT و ارائه روشی مناسب جهت اندازه‌گیری این پاسخ	شرکت برق منطقه‌ای تهران

ردیف	عنوان پروژه	محل اجرا
۸	مطالعه شبکه فوق توزیع گیلان در شرایط رینگ به منظور هماهنگ نمودن رله‌های حفاظتی شبکه در شرایط مزبور	شرکت برق منطقه‌ای گیلان
۹	بهبود عملکرد و کارایی سیستم حفاظت و کنترل با مطالعه و امکان‌سنجی ترانسفورماتورهای نوری به جای ترانسفورماتورهای الکترومغناطیسی	شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان
۱۰	مدلسازی و شبیه‌سازی رله‌های حفاظتی	شرکت برق منطقه‌ای یزد
۱۱	طراحی، ساخت و اجرای سیستم حفاظت ویژه به منظور کاهش میزان انرژی توزیع نشده و مقایسه با انواع امکانات قابل استفاده در پست‌های برق	شرکت برق منطقه‌ای خوزستان
۱۲	طراحی و ساخت دستگاه صنعتی تست انواع رله‌های حفاظتی به صورت پرتابل	شرکت برق منطقه‌ای خوزستان
۱۳	اصلاح و تغییر ساختار پیکربندی سیستم فشارقوی و قسمت حفاظت کلیدهای ریکلوزری در منطقه هرمزگان	شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان
۱۴	بررسی اثر نصب برقیگیر در شبکه ۲۰ کیلوولت جهت خنثی-سازی اثر صاعقه بر شبکه	توزیع نیروی برق استان همدان
۱۵	مطالعات مکان‌یابی ادوات حفاظتی با استفاده از پیاده‌سازی دقیق شبکه روی سیستم GIS	توزیع نیروی برق استان اردبیل
۱۶	مطالعات، تنظیم و هماهنگی ادوات حفاظتی با استفاده از پیاده-سازی شبکه‌های توزیع در سیستم GIS	توزیع نیروی برق استان اردبیل
۱۷	بررسی و توسعه روش‌های حفاظت شبکه‌های توزیع برق در استان لرستان	توزیع نیروی برق استان لرستان
۱۸	بررسی مشکلات و آثار سوء بهره‌برداری از ایستگاه‌های CNG در شبکه (مشکلات حفاظتی، راه‌اندازی و شرایط گذرا، تامین برق)	توزیع نیروی برق تبریز
۱۹	امکان‌سنجی کاهش تعداد برقیگیرها در مناطق مختلف شرکت	توزیع نیروی برق استان اصفهان

ردیف	عنوان پروژه	محل اجرا
	توزیع برق استان اصفهان با حفظ پایداری شبکه و رعایت حفاظت‌های موردنظر شبکه در مقابل اضافه ولتاژها و...	
۲۰	طراحی سیستم تشخیص وقوع قطعی غیرمتقارن در شبکه فشار متوسط و ضعیف با هدف جلوگیری از سرقت	توزیع نیروی برق شیراز
۲۱	مکان‌یابی بهینه تجهیزات حفاظتی با هدف کاهش قطعی‌ها در استان همدان	توزیع نیروی برق استان همدان
۲۲	امکان‌سنجی استفاده از منابع تولید پراکنده، مکان‌یابی و بررسی آثار متقابل شبکه و مشکلات حفاظتی ناشی از ایجاد آن‌ها	توزیع نیروی برق استان گلستان
۲۳	بررسی سیستم حذف بار هوشمند تطبیقی و پیاده‌سازی آن در یک پست نمونه	شرکت برق منطقه‌ای اصفهان
۲۴	تهیه نرم‌افزار هماهنگی حفاظتی شبکه توزیع فشار متوسط با استفاده از اطلاعات سیستم GIS در هر منطقه مورد نظر با هدف افزایش قابلیت اطمینان	توزیع نیروی برق استان قزوین
۲۵	بررسی عملی تأثیر ناپایداری‌های ولتاژ در مدت زمان بازگشت از شرایط اغتشاش و رسیدن به حالت پایدار شبکه، بر عملکرد رله‌های جریان زیاد و رله‌های دیستانس	شرکت برق منطقه‌ای کرمان
۲۶	بررسی تبدیل یک پست فوق‌توزیع نمونه در شرکت برق منطقه‌ای گیلان به یک پست DCS ریموت کنترل با استفاده از امکانات رله‌های دیجیتال و تجهیزات غیرانحصاری نرم‌افزاری و سخت‌افزاری	شرکت برق منطقه‌ای گیلان
۲۷	طراحی و ساخت سیستم‌های تست معیوب بودن تجهیزات کارکرده با روش غیر مخرب (مانند رله‌ها، ایگنیتورها، خازن‌ها و...)	توزیع نیروی برق استان زنجان



## ۲-۵-۴- اولویت‌های تحقیقاتی شرکت‌های زیر مجموعه توانیر سال ۱۳۹۳

جدول ۲-۱۴: اولویت‌های تحقیقاتی شرکت‌های زیر مجموعه توانیر در سال ۱۳۹۳

ردیف	عنوان پروژه	محل اجرا
۱	بومی‌سازی طراحی و ساخت کارت‌های کنترلی و حفاظتی نیروگاه کرمان	شرکت برق منطقه‌ای کرمان
۲	بررسی پدیده اضافه ولتاژ در شبکه انتقال شرکت برق منطقه‌ای تهران و جابجایی مناسب برقیگیر برای کاهش اثرات مخرب آن	برق منطقه‌ای تهران
۳	تغییرات حفاظتی مورد نیاز در حضور منابع تجدیدپذیر	برق منطقه‌ای خراسان
۴	مطالعه و بررسی حفاظت‌های REF امپدانس بالا و امپدانس پایین برای حفاظت ترانسفورماتور و باسبار و تعیین پیش-نیازهای هر کدام	برق منطقه‌ای خراسان
۵	بررسی سیستم‌های زمین حفاظتی و الکتریکی و مخابراتی یک پست نمونه و تاثیر تلفیق یا عدم تلفیق دو سیستم زمین بر صحت عملکرد و سلامت تجهیزات پست و کارکنان	برق منطقه‌ای زنجان
۶	مطالعه و بررسی در خصوص نحوه در مدار قرار دادن رله‌های وصل مجدد خطوط انتقال ۴۰۰ کیلوولت بلند مجهز به راکتور شنت با و یا بدون کلید قدرت	برق منطقه‌ای غرب
۷	ارزیابی تغییرات حفاظتی مورد نیاز پس از ورود DGها	برق منطقه‌ای گیلان
۸	طراحی و ساخت رله‌های حفاظتی دیستانس از دیدگاه الگوریتم‌های مناسب محاسباتی	برق منطقه‌ای اصفهان
۹	طراحی، ساخت و اجرای سیستم حفاظت ویژه به منظور کاهش میزان انرژی توزیع نشده و مقایسه با انواع امکانات قابل استفاده در پست‌های برق	برق منطقه‌ای خوزستان
۱۰	طراحی و ساخت دستگاه صنعتی تست انواع رله‌های حفاظتی	برق منطقه‌ای خوزستان



ردیف	عنوان پروژه	محل اجرا
	به صورت پرتابل	
۱۱	بررسی تبدیل یک پست فوق توزیع نمونه در شرکت برق منطقه‌ای گیلان به یک پست DCS ریموت کنترل با استفاده از امکانات رله‌های دیجیتال و تجهیزات غیرانحصاری نرم‌افزاری و سخت‌افزاری	شرکت برق منطقه‌ای گیلان
۱۲	بررسی تاثیرات هارمونیک‌ها بر دقت CT و CVT های انتقال نیرو و جبران دقت آن‌ها در رله‌ها	شرکت برق منطقه‌ای سمنان
۱۳	تحلیل فنی و اقتصادی استفاده از خطوط فشرده به منظور افزایش ظرفیت و اثر آن بر تنظیمات رله‌های حفاظتی	شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان
۱۴	بررسی تاثیر اضافه ولتاژهای گذرا بر روی کابل‌های زیرزمینی و حفاظت از این کابل‌ها در مقابل اضافه ولتاژها	برق منطقه‌ای زنجان
۱۵	مطالعات افزایش بهره‌وری و قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع به کمک بهینه‌سازی سیستم‌های حفاظتی و کلیدزنی	توزیع نیروی برق استان اردبیل
۱۶	بررسی امکان حذف برقگیرهای پست‌های توزیع در داخل شهرهای استان البرز	توزیع نیروی برق استان البرز
۱۷	بررسی امکان حذف برقگیرهای پست‌های توزیع در داخل شهرهای استان	توزیع نیروی برق استان خراسان رضوی
۱۸	بررسی سیستم‌های حفاظتی شبکه توزیع فشار ضعیف در محدوده توزیع برق شیراز با تاکید بر اتصال زمین	توزیع نیروی برق شیراز
۱۹	هماهنگی حفاظتی در سطوح مختلف شبکه توزیع با توسعه آن	توزیع نیروی برق مشهد
۲۰	بررسی مشکلات و آثار سوء بهره‌برداری از ایستگاه‌های CNG در شبکه (مشکلات حفاظتی، راه‌اندازی و شرایط گذرا، تامین برق)	توزیع نیروی برق تبریز
۲۱	امکان‌سنجی کاهش تعداد برقگیرها در مناطق مختلف شرکت توزیع برق استان اصفهان با حفظ پایداری شبکه و رعایت	توزیع نیروی برق استان اصفهان

ردیف	عنوان پروژه	محل اجرا
	حفاظت‌های موردنظر شبکه در مقابل اضافه ولتاژها و...	
۲۲	طراحی و ساخت سیستم کنترل و حفاظت بار به صورت قابل برنامه‌ریزی در ساعات اوج مصرف	توزیع نیروی برق استان کردستان
۲۳	طراحی سیستم تشخیص وقوع قطعی غیرمتقارن در شبکه فشار متوسط و ضعیف با هدف جلوگیری از سرقت	توزیع نیروی برق شیراز
۲۴	بررسی اثرات بهره‌برداری ادوات فتوولتائیک بر کیفیت توان و حفاظت شبکه در استان	توزیع نیروی برق سیستان و بلوچستان
۲۵	امکان‌سنجی استفاده از منابع تولید پراکنده، مکان‌یابی و بررسی آثار متقابل شبکه و مشکلات حفاظتی ناشی از ایجاد آن‌ها	توزیع نیروی برق استان گلستان
۲۶	تعیین معیارها و روش‌های اتصال DG‌های سنتی و مدرن (تجدیدپذیر) جهت هماهنگی با تجهیزات حفاظتی و حفظ کیفیت توان در شبکه‌های توزیع	توزیع نیروی برق استان گیلان
۲۷	بررسی فنی حفظ پایداری با توجه به تعدیل برگیرها در شبکه توزیع برق قم و با رعایت حفاظت‌های مورد نظر شبکه در مقابل اضافه ولتاژها	توزیع نیروی برق استان قم
۲۸	ارائه راهکار مناسب جهت شناسایی و ثبت میزان خاموشی‌های فشار ضعیف و خاموشی‌های فشار متوسط بعد از تجهیزات حفاظتی و مانوری	توزیع نیروی برق استان لرستان
۲۹	تهیه نرم‌افزار هماهنگی حفاظتی شبکه توزیع فشار متوسط با استفاده از اطلاعات سیستم GIS در هر منطقه مورد نظر با هدف افزایش قابلیت اطمینان	توزیع نیروی برق استان قزوین
۳۰	بررسی علت عملکرد رله Pole Slip نیروگاه سازند	شرکت برق منطقه‌ای باختر
۳۱	بررسی علت عملکرد رله Stator earth fault نیروگاه سازند	شرکت برق منطقه‌ای باختر
۳۲	مطالعه و بررسی در خصوص نحوه در مدار قرار دادن رله‌های وصل مجدد خطوط ۴۰۰ کیلوولت بلند مجهز به راکتور شنت با	برق منطقه‌ای غرب

ردیف	عنوان پروژه	محل اجرا
	و یا بدون کلید قدرت	
۳۳	طرح پژوهشی ساخت رله اضافه جریان جهت نیومریکال	برق منطقه‌ای فارس
۳۴	بررسی عملی تأثیر ناپایداری‌های ولتاژ در مدت زمان بازگشت از شرایط اغتشاش و رسیدن به حالت پایدار شبکه، بر عملکرد رله‌های جریان زیاد و رله‌های دیستانس	برق منطقه‌ای کرمان
۳۵	بررسی و محاسبه تنظیمات ریکلوزرهای فیدرهای ۲۰ کیلوولت در پست‌های فوق توزیع با هدف تنظیم مناسب زمانی در زمان Dead time رله‌ها	برق منطقه‌ای گیلان
۳۶	بررسی تاثیر اثر متقابل خطوط بر روی تنظیم رله دیستانس	برق منطقه‌ای هرمزگان
۳۷	طراحی دستورالعمل تست رله دیستانس به صورت واقعی و بر اساس مدل‌سازی توسط نرم‌افزار PSCAD و EMTP با مشخصات واقعی خطی که روی آن قرار دارد	برق منطقه‌ای هرمزگان
۳۸	مطالعه اثر گذرای CVT‌ها بر روی عملکرد رله‌های دیستانس در یک پست نمونه	برق منطقه‌ای خوزستان
۳۹	مطالعه و بررسی قابلیت فعال‌سازی رله وصل مجدد تک‌فاز بر روی کلیه خطوط انتقال با توجه به پایداری شبکه انتقال خوزستان	برق منطقه‌ای خوزستان
۴۰	مکان‌یابی آنلاین خطا در شبکه‌های توزیع نیروی برق با استفاده از اطلاعات رله	توزیع نیروی برق استان بوشهر
۴۱	شناسایی بخش خطا در فیدرهای توزیع با استفاده از اطلاعات رله	توزیع نیروی برق استان بوشهر

## جدول ۲-۱۵: برخی از پروژه‌های انجام شده در شرکت توانیر

ردیف	عنوان
۱	تدوین برنامه کوتاه مدت و بلند مدت جهت رفع خاموشی‌های برنامه‌ریزی شده
۲	خدمات مهندسی و مشاوره‌ای در زمینه‌های تخصصی بخش توزیع شرکت توانیر شامل استانداردها - تجهیزات خطوط گرم - دانش فنی تجهیزات اتوماسیون توزیع
۳	بررسی و تهیه تنظیمات بهینه برای سیستم‌های حفاظتی ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلوولت
۴	رفتار اسنکرونی ژنراتور سنکرون و بررسی حفاظتی قطع تحریک و لغزش قطب
۵	پروژه تحقیقات و مطالعاتی بررسی کلیدهای حفاظت در مقابل برق گرفتگی
۶	استاندارد سیستم و رله‌های حفاظتی پست‌های ۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت
۷	استاندارد اندازه‌گیری و حفاظتی در نیروگاه‌ها
۹	ساخت رله‌های حفاظتی میکروپروسسوری (فاز امکان سنجی)

## ۲-۶- اولویت‌های تحقیقاتی و پروژه‌های اجرا شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای

در این بخش از گزارش به بررسی پروژه‌های تحقیقاتی اتمام یافته و یا در حال اجرای شرکت‌های برق منطقه‌ای کشور پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است پروژه‌های آورده شده در این بخش از گزارش تماماً از سایت این شرکت‌ها استخراج شده است. همچنین از آنجا که هدف از گزارش حاضر بررسی وضعیت دانش حفاظت در کشور است، لذا پروژه‌های انتخاب شده تنها آن دسته از پروژه‌ها هستند که مرتبط با مباحث حفاظتی می‌باشند.



## ۲-۶-۱ - شرکت برق منطقه‌ای مازندران

### پروژه‌های انجام شده در برق منطقه‌ای مازندران

لیست پروژه‌های سال‌های ۹۰-۷۵ این شرکت بر روی سایت آن موجود بوده است. همانطور که در بخش قبل نیز گفته شد، بسیاری از پروژه‌های انجام شده در شرکت‌های برق منطقه‌ای کشور مرتبط با امور جاری این شرکت‌ها هستند که به دلایلی چون تغییر توپولوژی در شبکه‌ها و یا فرسوده شدن تجهیزات می‌بایست مجدداً اجرا گردند. پروژه‌های اجرا شده در شرکت برق منطقه‌ای مازندران شامل مسائل اضافه ولتاژ، هماهنگی حفاظتی، تحلیل حوادث بمنظور پیشگیری و یا انجام عکس‌العمل مناسب در قبال آن-ها و تولید برخی تجهیزات بمنظور جلوگیری از خرید نمونه‌های خارجی آن‌ها می‌شود. انجام این پروژه‌ها حاکی از آن است که دانش حفاظت متخصصین داخلی در تمام ابعاد و زوایای آن بحدی به بلوغ رسیده است که به خوبی می‌تواند پاسخگوی صنعت برق کشور در جهت ارتقاء آن باشد.

#### جدول ۲-۱۶: پروژه‌های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه‌ای مازندران

ردیف	عنوان	سال خاتمه
۱	بررسی پدیده اضافه ولتاژ ناشی از سوئیچینگ در پست ۴۰۰ کیلوولت شهید سلیمی نکا بر عملکرد رله‌های حفاظتی	۱۳۸۱
۲	بهینه‌سازی سیستم حفاظت و اتصال زمین شبکه ۲۰ کیلوولت	۱۳۸۲
۳	بررسی احتمال وقوع حوادث و ارزیابی امنیت شبکه مازندران	۱۳۸۲
۴	طراحی و ساخت دستگاه ثبات خطا	۱۳۸۰
۵	تحقیق و پژوهش در زمینه سیستم حفاظت نیروگاه نکا	۱۳۸۲
۶	شناخت علل قطعی‌ها در خطوط ۶۳ kV زیرآب-کیاسر و راه‌های جلوگیری و رفع آن	۱۳۸۲
۷	تجزیه و تحلیل علل سوختن ترانسفورماتورهای توزیع	۱۳۸۰

ردیف	عنوان	سال خاتمه
۸	طراحی و ساخت فیلتر فرکانس بالا جهت حفاظت سیستم تحریک نیروگاه نکا در برابر ضربه‌های رزونانس شبکه در اثر مانور سکسیونرها	۱۳۸۹
۹	ارزیابی وضعیت برقگیرهای سیلیکون-کاربید دارای فاصله هوایی مورد استفاده در پست ۴۰۰ کیلوولت	۱۳۸۹
۱۰	طراحی و ساخت سیستم پایش و عیب‌یابی تجهیزات مخابرات و اسکادای مرکز کنترل دیسپاچینگ منطقه‌ای شمال	۱۳۹۰

### انتشارات شرکت برق منطقه‌ای مازندران

همانطور که در فصل گذشته از گزارش حاضر بارها مورد تاکید قرار گرفت، مباحث عملی دانش حفاظت در کنار مباحث تئوری دارای اهمیت ویژه‌ای است. این مسئله در زمینه حفاظت بدان جهت حائز اهمیت است که بدانیم سیستم حفاظت مستقیماً با قابلیت اطمینان شبکه‌های برق در ارتباط است بعلاوه آنکه به دلیل High Tech بودن تجهیزات حفاظتی، کار کردن با آن‌ها علاوه بر دانسته‌های علمی، نیازمند دانستن برخی نکات عملی نیز هست که عدم رعایت صحیح آن‌ها می‌تواند موجب خاموشی‌های گسترده شود. بدین جهت شرکت برق منطقه‌ای مازندران بر آن شد تا تجربیات حفاظتی متخصصین این شرکت را در برخورد با تجهیزات حفاظتی و انواع عیوب شبکه را به رشته تحریر درآورد. این مسئله در قالب سه جلد کتاب به نگارش درآمده است. لیست این کتاب‌ها در جدول زیر ارائه شده است. پرواضح است که در این کتاب‌ها از مباحث و روابط علمی اثر چندانی نیست و در عوض نحوه کار کردن با تجهیزات حفاظتی و معرفی مشکلات بوجود آمده در برق منطقه‌ای مازندران به چشم می‌خورد. استفاده از این کتاب‌ها کمک شایانی را به متخصصین بخش رلیاژ شرکت‌های برق منطقه‌ای بمنظور استفاده بهینه از تجهیزات حفاظتی می‌نماید. بنابراین این دسته از کتاب‌ها در کنار کتاب‌های بررسی شده در فصل گذشته که عمدتاً مباحث تئوری دانش حفاظت را هدف قرار داده بودند، می‌توانند در توسعه روزافزون دانش حفاظت بلحاظ تئوری و عملی کمک شایانی نمایند.

## جدول ۲-۱۷: انتشارات شرکت برق منطقه‌ای مازندران

ردیف	عنوان کتاب	نویسندگان	تاریخ آخرین چاپ
۱	راهنمای آزمون ترانسفورماتورهای اندازه گیری و حفاظتی و تله موجها	کارمندان شرکت	۱۳۸۹
۲	راهنمای آزمون کلیدهای قدرت، خازن‌ها و برقگیرها	کارمندان شرکت	۱۳۸۹
۳	راهنمای آزمون سیستم‌های حفاظتی و تابلوها	کارمندان شرکت	۱۳۸۹

## ۲-۶-۲ - شرکت برق منطقه‌ای اصفهان

پروژه‌های خاتمه یافته برق منطقه‌ای اصفهان از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۳

پروژه‌های حفاظتی اجرا شده در شرکت برق منطقه‌ای اصفهان نیز دلیلی بر این مدعا است که دانش حفاظت کشور در وضعیت بسیار مطلوبی بمنظور پاسخگویی به نیازهای حفاظتی صنعت برق کشور در تمام ابعاد آن است. با بررسی پروژه‌های اجرا شده در حوزه حفاظت در شرکت برق منطقه‌ای اصفهان، پرواضح است که این پروژه‌ها در حوزه‌هایی چون حفاظت شبکه‌ها در حضور منابع تولید پراکنده، هماهنگی حفاظتی، ارتینگ، ساخت تجهیزات مختلف حفاظتی و ... بوده است. توجه به این مسئله ضروری است که شرکت‌های برق منطقه‌ای کشور از جمله شرکت برق منطقه‌ای اصفهان با بکارگیری دانش اساتید محترم دانشگاه‌های کشور توانسته‌اند دانش ساخت تجهیزات High Tech حفاظتی را بومی نمایند. برای مثال شرکت برق منطقه‌ای اصفهان با تعامل خوب با دانشگاهیان، موفق به تولید تستر رله‌های حفاظتی مهو و اضافه جریان گردیده است. این مسئله علاوه بر بومی شدن تکنولوژی‌های نوین حفاظتی در کشور از آنجا اهمیت دارد که بدانیم تکنولوژی ساخت انواع تستر تجهیزات حفاظتی تا پیش از این در اختیار شرکت‌های غربی مانند شرکت معتبر OMICRON بوده است و این شرکت‌ها پس از اعمال تحریم‌ها ناجوانمردانه غرب علیه

کشور، از فروش و ارائه خدمات جانبی انواع تستر به ایران خودداری نموده‌اند. بنابراین ساخت این تجهیزات در کشور با کیفیتی مشابه موجب بی اثر نمودن تحریم‌ها در این حوزه گردیده است.

در مورد جدول زیر، ذکر این مسئله لازم است که سال شروع برخی از پروژه‌های اجرا شده در شرکت برق منطقه‌ای اصفهان در سایت این شرکت اعلام نشده بود.

#### جدول ۲-۱۸: پروژه‌های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه‌ای اصفهان

ردیف	عنوان پروژه	سال شروع
۱	سناریوهای بازیابی شبکه برق منطقه‌ای اصفهان و عملکرد جزیره‌ای آن در شرایط جزیره‌ای	۱۳۸۵
۲	امکان‌سنجی استفاده از کویل رگوفسکی به منظور اندازه‌گیری و حفاظت جریان در پست‌های فشار قوی	۱۳۸۸
۳	برنامه‌ریزی نصب منابع پراکنده در شبکه برق منطقه‌ای اصفهان	۱۳۸۹
۴	بررسی روش‌های نوین مانیتورینگ خطوط و کابل‌ها و ساخت یک نمونه روبات بازرسی	۱۳۸۹
۵	مکان‌یابی بهینه در شبکه برق منطقه‌ای اصفهان و تشکیل ساختار حفاظتی ایستگاه‌های انتقال و فوق توزیع و نیروگاه‌های موجود	۱۳۹۰
۶	تهیه نرم‌افزار جهت تحلیل حوادث در نرم‌افزار دیگسایلنت، به منظور تقویت قدرت عملیات ذهنی مراکز کنترل و بهره‌برداری از شبکه در شرایط بحرانی	۱۳۹۲
۷	بررسی اتصال زمین خطوط ۲۰ کیلوولت و ۴۰۰ ولت و چگونگی حفاظت جان انسان‌ها	-
۸	ساخت دستگاه کامپیوتری تست رله‌های حفاظتی MHO و جریان اضافی	-
۹	بهینه‌سازی سیستم حفاظتی شبکه ۲۰ کیلوولت استان اصفهان	-

ردیف	عنوان پروژه	سال شروع
۱۰	طراحی و شبیه‌سازی سیستم جامع حفاظت ابزار دقیقی نیروگاه شهید محمد منتظری	-

### پروژه‌ها در دست اجرای شرکت برق منطقه‌ای اصفهان

لیست پروژه‌های حفاظتی در دست اجرای شرکت برق منطقه‌ای اصفهان در جدول زیر ارائه شده است. با دقت به این لیست مشخص است که یکی از برنامه‌های این شرکت توسعه تستر رله‌های حفاظتی تولیدی است. همانطور که در بخش قبل مشخص شد شرکت برق منطقه‌ای اصفهان با کمک اساتید دانشگاه‌های کشور موفق به ساخت تستر رله‌های حفاظتی مهو و اضافه جریان گردیده است. حال با توسعه این تستر و تولید تستری که امکان تست آنلاین رله‌های حفاظتی را داشته باشد، این مسئله روشن می‌شود که دانش ساخت این تسترها در کشور بومی شده است بطوریکه محققین براحتی قادر هستند براساس نیازهای صنعت برق کشور، اصلاحات لازم در این تجهیزات High Tech را ایجاد نمایند. البته ذکر این مسئله لازم است که به موازات شرکت برق منطقه‌ای اصفهان برخی دیگر از شرکت‌های برق منطقه‌ای مانند شرکت برق منطقه‌ای تهران و سمنان نیز تولید تسترهای حفاظتی را به ضرورت‌های موجود آغاز نموده که نتیجه کار آن‌ها نیز موجب تولید تستر جامع ادوات حفاظتی و اندازه‌گیری شده است. لازم به ذکر است یکی از مهمترین اولویتهای تحقیقاتی شرکت برق منطقه‌ای اصفهان در حوزه دانش حفاظت، بومی‌سازی تکنولوژی High Tech رله‌های دیستانس در کشور است که در این زمینه نیز خوشبختانه در دانشگاه‌های کشور اقدامات بسیار ارزشمندی شده است بطوریکه نمونه‌های نیمه‌صنعتی این رله پراهمیت و استراتژیک در دانشگاه صنعتی امیرکبیر و صنعتی شریف ساخته شده است.

### جدول ۲-۱۹: پروژه‌های در دست اجرای شرکت برق منطقه‌ای اصفهان

ردیف	عنوان پروژه
۱	طراحی و ساخت یک سیستم کامپیوتری تست رله‌های حفاظتی با استفاده از روش On-Line، یک

ردیف	عنوان پروژه
	مطالعه و ارزیابی اولیه
۲	مطالعه کمبود یا مازاد سیستم حفاظتی موجود در شبکه انتقال و فوق توزیع
۳	طراحی و ساخت رله الکترونیکی حفاظت اضافه جریان رکتی فایرهای نیروگاه شهید محمد منتظری

### پایان‌نامه‌های مورد حمایت شرکت برق منطقه‌ای اصفهان

با توجه به آنکه برخی از اولویت‌های تحقیقاتی شرکت برق منطقه‌ای اصفهان در دانشگاه‌های کشور در حال اجرا است، لذا این شرکت بر آن شد تا با انجام حمایت از پایان‌نامه‌های مقاطع تحصیلات تکمیلی علاوه بر انجام حمایت‌های مادی از دانشجویان، برخی از اولویت‌های تحقیقاتی خود را بدین وسیله پوشش دهد که این مسئله نیز با استقبال دانشجویان مواجه شده است. بدین ترتیب شرکت برق منطقه‌ای اصفهان بطور مستقیم با آخرین دستاوردهای حفاظتی دانشگاه‌های کشور آشنا شده و می‌تواند از آن‌ها در بالابردن دانش حفاظت نیروهای خود و بهبود وضعیت حفاظت شبکه‌های تحت پوشش خود، بهره‌برد. جدول زیر لیست پایان‌نامه‌هایی که توسط شرکت برق منطقه‌ای اصفهان مورد حمایت قرار گرفته و این شرکت از نتایج آن‌ها بمنظور ارتقاء و بهینه‌سازی سیستم حفاظت خود استفاده نموده است، آورده شده است. حمایت از پایان‌نامه‌های دانشجویی توسط صنعت برق کشور خود مهر تأییدی بر این مسئله است که نیازهای حفاظتی صنعت برق کشور بخوبی توسط دانشگاه‌های کشور قابل دسترسی و پاسخگویی است.

#### جدول ۲-۲: پایان‌نامه‌های مورد حمایت شرکت برق منطقه‌ای اصفهان

سال	مقطع تحصیلی	عنوان پایان نامه	ردیف
۱۳۹۳	کارشناسی ارشد	تعیین محل خطا با استفاده از داده‌های همزمان فراهم شده بوسیله حداقل تعداد PMU	۱
۱۳۹۳	کارشناسی ارشد	مطالعه قابلیت اطمینان پست‌های فشار قوی مجهز شده به محدود کننده‌های جریان خطا	۲

سال	مقطع تحصیلی	عنوان پایان نامه	ردیف
۱۳۹۳	دکتری	بررسی ریسک رخداد‌های آبشاری در سیستم قدرت از دیدگاه تئوری سیستم‌های بحرانی خود سامان‌ده	۳
۱۳۹۳	کارشناسی ارشد	بررسی مشکلات ناشی از DG بر حفاظت سیستم قدرت و ارائه راه حل رفع آن‌ها	۴
۱۳۹۳	کارشناسی ارشد	بهینه‌سازی همزمان نصب واحدهای اندازه‌گیری فازوری و سیستم ارتباطی آن‌ها	۵
۱۳۸۸	کارشناسی ارشد	مطالعه تاثیر منابع پراکنده در جریان‌های اتصال کوتاه و عملکرد سیستم‌های حفاظت میکروگرید	۶
۱۳۸۸	کارشناسی ارشد	تشخیص خطای اتصالی سیم پیچ‌های استاتور موتور القایی با توان بالا	۷
۱۳۸۸	کارشناسی ارشد	استراتژی تعویض، تعمیر و نگهداری کلیدهای فشار قوی در نیروگاه‌ها و پست‌های فشارقوی	۸
۱۳۸۸	کارشناسی ارشد	روش‌های کاهش قدرت اتصال کوتاه در شبکه‌های قدرت و کاربرد بازباننده دینامیکی ولتاژ (DVR)	۹
۱۳۹۰	کارشناسی ارشد	بررسی روش‌های تخمین محل خطا در سیستم‌های توزیع	۱۰
۱۳۹۰	کارشناسی ارشد	مطالعه مسائل دینامیکی حاصل از نصب منابع پراکنده مبتنی بر ژنراتور سنکرون در سیستم‌های توزیع و فوق توزیع	۱۱

## ۲-۶-۳ - شرکت برق منطقه‌ای تهران

### پروژه‌های خاتمه یافته شرکت برق منطقه‌ای تهران

لیست پروژه‌های اجرا شده در شرکت برق منطقه‌ای تهران در جدول زیر ارائه شده است. با دقت در این پروژه‌ها، پرواضح است که علاوه بر اجرای پروژه‌های هماهنگی حفاظتی، تشخیص خطا و ... ساخت تجهیزات High Tech حفاظتی مانند رله‌های امپدانس بالا و تستر تجهیزات حفاظتی مانند سایر شرکت‌های برق منطقه‌ای در دستور کار شرکت برق منطقه‌ای تهران نیز بوده است. توجه عام شرکت‌های برق منطقه‌ای به تکنولوژی‌های نوین حفاظتی نشان از جهش علمی است که در این علم در کشور طی سالیان اخیر ایجاد شده است و همانطور که در بخش نخست گزارش حاضر نیز بیان گردید، این مسئله به تأیید مسئولین محترم صنعت برق کشور نیز رسیده است. همانطور که جناب آقای مهندس حائری نیز بر آن تأکید نموده‌اند با کمک اساتید و محققین محترم کشور، دانش حفاظت در کشور کاملاً بومی شده است بطوریکه کشور در بسیاری از تجهیزات حفاظتی کاملاً مستقل شده است.

#### جدول ۲-۲۱: پروژه‌های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه‌ای تهران

ردیف	عنوان	تاریخ خاتمه
۱	تشخیص عوامل افزایش خطای نسبت تبدیل ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی شبکه برق منطقه‌ای تهران بر مبنای تست‌های عیب‌یابی	۱۳۸۹
۲	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی دستگاه اندازه‌گیری سه فاز برای محیط‌های هارمونیک و نامتعادل	۱۳۸۷
۳	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی رله خطای امپدانس بالا	۱۳۹۰
۴	مطالعه و تست عملکرد و ارائه دستورالعمل ارزیابی و تخمین الگوریتم رله‌های نرم‌افزاری دیستانس، دیفرانسیل و جریان زیاد	۱۳۸۹
۵	تهیه برنامه (نرم افزار) جامع تنظیم رله‌های جریان زیاد، خطای زمین و	۱۳۸۶



ردیف	عنوان	تاریخ خاتمه
	دیستانس در شبکه‌های برق با سطوح ولتاژ مختلف و اعمال آن بعنوان نمونه در شبکه ۲۳ و ۴۰۰ کیلوولت شرکت برق منطقه‌ای تهران	
۶	هماهنگی و جایابی تجهیزات حفاظتی در شبکه‌های توزیع ۲۰ کیلوولت	۱۳۸۵
۷	تهیه و پیاده‌سازی محلی‌یابی خط در خطوط هوایی ۲۰ کیلوولت با استفاده از اطلاعات ثبت شده در ریکلوزرها و ثبات‌های موجود	۱۳۸۴
۸	تنظیم و هماهنگی بهینه حفاظت شبکه ۲۳۰ کیلوولت برق تهران	۱۳۸۳
۹	طراحی و ساخت رله عمومی	۱۳۸۲
۱۰	بررسی اثرات امواج ضربه‌ای روی کابل‌های زیرزمینی و سایر تجهیزات و نحوه کاهش و جلوگیری از آن	۱۳۸۱
۱۱	هماهنگی بهینه و هوشمند رله‌های حفاظتی جریان زیاد، در شبکه ۲۳۰ کیلوولت برق تهران	۱۳۸۰
۱۲	طراحی و ساخت دستگاه کامپیوتری ثبت وقایع در پست‌های فوق توزیع و انتقال	۱۳۷۸
۱۳	بررسی آماری و علمی خطاهای الکتریک در ژنراتورهای نیروگاه‌های برق تهران و ارائه حفاظت‌های مناسب جهت موارد فوق	۱۳۷۷
۱۴	تحقیق و بررسی علل قفل نمودن دیژنکتورهای FL245 در سرما	۱۳۷۶

### پروژه‌های در دست اجرا در شرکت برق منطقه‌ای تهران

جدول ۲-۲۲: پروژه‌های در دست اجرای شرکت برق منطقه‌ای تهران

ردیف	عنوان
۱	تحقیق بر حوادث ناشی از حالت‌های گذرا در پست‌های آذربایجان و آیت و ارائه راه‌حل جهت کاهش اثرات سوء بر ترانسفورماتورها و تسریع نتایج به پست‌های مشابه در شبکه برق تهران
۲	پیاده‌سازی سیستم پایش وضعیت آنلاین ارتعاش، حرارت و روغن توربین ژنراتور و الکتروموتورهای

استراتژیک نیروگاه بعثت و تشخیص و پیشگویی عیوب به کمک منطق فازی	
ارتقاء و بهینه‌سازی سیستم حفاظت شرکت برق منطقه‌ای تهران	۳

## ۲-۶-۴- شرکت برق منطقه‌ای خوزستان

### پروژه‌های خاتمه یافته شرکت برق منطقه‌ای خوزستان

بخش عمده‌ای از پروژه‌های انجام شده در شرکت برق منطقه‌ای خوزستان به طراحی و ساخت تجهیزات حفاظتی اختصاص دارد. با توجه به آنکه برای ساخت تجهیزات مختلف بگونه‌ای که با شرایط شبکه وفق داشته باشند و بتوانند استانداردهای بین‌المللی موجود در این زمینه را نیز با موفقیت بگذرانند نیاز به دانش بالایی می‌باشد لذا تولید انواع تجهیزات حفاظتی در کشور و بکارگیری گسترده آن‌ها در شبکه‌های برق کشور مبین وضعیت بسیار مناسب این علم در کشور است.

#### جدول ۲-۲۳: پروژه‌های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه‌ای خوزستان

تاریخ خاتمه	عنوان	
۱۳۷۶	تبدیل رله ایمپالسی الکترومغناطیسی مربوط به سیستم سیگنالینگ صوتی به رله تمام الکترونیکی	۱
۱۳۷۸	اصلاح مکانیزم قطع و وصل کلیدهای 6 کیلوولت روسی	۲
۱۳۷۸	طراحی و ساخت سطح سنج حفاظتی	۳
۱۳۸۰	اصلاح و بهینه کردن بریکرهای 400 ولت روسی تیپ ABM	۴
۱۳۸۱	طراحی و ساخت دستگاه تست بریکرهای روسی (AC-DC) مدل A3700	۵
۱۳۸۲	پیاده‌سازی سیستم عیب‌یابی ماشین‌های دوار واحد یک نیروگاه رامین	۶
۱۳۸۸	بررسی اشکالات ناشی از اتصالات زمین نیروگاه رامین	۷
۱۳۸۷	طراحی و ساخت محدودکننده‌های جریان اتصال کوتاه ۳۳ کیلوولت برای	۸

تاریخ خاتمه	عنوان	
	پست نورد خوزستان	
-	طراحی و ساخت دستگاه محل یاب خطای زمین در شبکه DC نیروگاه گازی آبادان	۹
۱۳۸۲	تهیه دستورالعمل تست و راه اندازی رله‌های دیجیتال (رله‌های نیومریکال سری k)	۱۰
۱۳۹۰	طراحی و ساخت Timing Test نوع میکروپروسسوری بریکر (قابل حمل)	۱۱
-	طراحی و ساخت دستگاه اندازه‌گیری و ثبت پارامترهای شبکه	۱۲
-	ساخت قرص برقگیر	۱۳
-	بررسی علل قطع خط ۴۰۰ کیلوولت شهید عباسپور - امیدیه (۲) و ارائه راه-های عملی جهت کاهش قطعی‌ها	۱۴
-	طراحی و ساخت خطایاب دقیق خطوط انتقال ۴۰۰ کیلوولت استان خوزستان براساس سیستم‌های هوشمند	۱۵
	طراحی و ساخت نمونه آزمایشگاهی دستگاه تست نسبت تبدیل ترانسفورماتور سه‌فاز و تک‌فاز (ناتمام با ۸۰ درصد پیشرفت)	۱۶

### پروژه‌های در دست اجرای شرکت برق منطقه‌ای خوزستان

جدول ۲-۲۴: پروژه‌های در دست اجرای شرکت برق منطقه‌ای خوزستان

ردیف	عنوان
۱	طراحی و ساخت رله اضافه شار به صورت میکروپروسسوری
۲	طراحی و ساخت سه نمونه ترانسفورماتور نوری اندازه‌گیری ولتاژ و جریان ترکیبی برای پست‌های فوق توزیع ۱۳۲ کیلوولت

## ۲-۶-۵- برق منطقه‌ای آذربایجان

پروژه‌های خاتمه یافته شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان

از لیست پروژه‌های اجرا شده در شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان نیز مشخص است که ارتقاء و بهینه‌سازی سیستم حفاظت شبکه‌های تحت پوشش این شرکت در کنار تولید تجهیزات High Tech حفاظتی به موازات سایر شرکت‌های برق منطقه‌ای از اهداف این شرکت است. توجه ویژه شرکت‌های برق منطقه‌ای به تولید تجهیزات High Tech حفاظتی در کشور نشان می‌دهد که صنعت برق کشور پیشگام سایر صنایع کشور بوده و هم اکنون هم‌راستا با صنعت برق کشورهای پیشرفته دنیا در حال پیشرفت است. این مسئله نوید حرکت به سمت استقلال در صنعت برق کشور و بطور ویژه دانش حفاظت را می‌دهد.

## جدول ۲-۲۵: پروژه‌های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان

ردیف	عنوان
۱	بررسی وضعیت کلیدزنی در شبکه آذربایجان
۲	بررسی کامپیوتری نوسانات قدرت Power Swing در شبکه آذربایجان
۳	بررسی علل سوختن کلیدهای سطوح ولتاژی مختلف شبکه برق آذربایجان و راه‌های پیشگیری از آنها
۴	دیجیتالی کردن مدارات اینترلاک پست‌های فشار قوی
۵	طراحی و ساخت رله مجتمع الکترونیکی Under and Over Voltage
۶	بررسی صدمه دیدن برقگیرهای ۱۳۲ کیلوولت شبکه برق آذربایجان
۷	تشخیص خطا در شبکه برق آذربایجان به روش‌های هوشمند و برنامه‌ریزی رفع خطا در شبکه
۸	طراحی و ساخت سیستم تست رله سه فاز دیجیتالی
۹	طراحی و ساخت رله حفاظتی یونیورسال
۱۰	طراحی و ساخت دستگاه ثبت و تشخیص جریان‌های نامتعادل از نول ترانسفورماتورهای توزیع
۱۱	طراحی و ساخت ترانسفورمر اندازه‌گیری انرژی هوایی ۲۰ کیلوولت
۱۲	تنظیم و هماهنگی سیستم‌های حفاظتی شبکه توزیع شهر تبریز

## پروژه‌های در حال اجرای شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان

جدول ۲-۲۶: پروژه‌های در دست اجرای شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان

ردیف	عنوان
۱	بررسی راهکارهای کاهش سطح اتصال کوتاه در شبکه برق منطقه‌ای آذربایجان
۲	تحقیق و طراحی شبیه‌ساز حفاظت شبکه برق آذربایجان و پیاده‌سازی آن
۳	مطالعه قابلیت اطمینان در سیستم‌های حفاظتی شبکه تولید و انتقال برق آذربایجان

۲-۶-۶- برق منطقه‌ای باختر

## پروژه‌های خاتمه یافته شرکت برق منطقه‌ای باختر

پروژه‌های اجرا شده در شرکت برق منطقه‌ای باختر نشان می‌دهد که این شرکت با استفاده از آخرین یافته‌های محققین دانشگاه‌های کشور در پی ارتقاء سیستم حفاظت شبکه‌های تحت پوشش خود بوده است. همانطور که مشخص است این پروژه‌ها ابعاد مختلف حوزه دانش حفاظت را شامل می‌شود و نشان از آن دارد که دانش حفاظت در کشور تنها محدود به یه یا چند حوزه نشده و کلیه ابعاد مختلف آن را شامل می‌شود.

جدول ۲-۲۷: پروژه‌های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه‌ای باختر

ردیف	عنوان	تاریخ خاتمه
۱	بررسی و تحلیل و ارائه راه کارهای کاهش اضافه ولتاژهای ناشی از کلیدزنی در شرکت برق منطقه‌ای باختر	۱۳۸۹
۲	بررسی علل سوختن ترانس‌های قدرت ۲۳۰ کیلوولت پست انجیرک برق منطقه‌ای باختر و ارائه راهکار جهت جلوگیری آن	۱۳۸۹

ردیف	عنوان	تاریخ خاتمه
۳	امکان‌سنجی فنی و اقتصادی کاهش سطح اتصال کوتاه توسط راکتور سری و جداسازی سیستم و امکان‌سنجی افزایش ظرفیت با استفاده از TCSC در شبکه انتقال و فوق توزیع شرکت برق منطقه‌ای باختر	۱۳۸۹
۴	بررسی علل ترکیدن برقگیرهای برق باختر و ارائه راهکار جهت کاهش آن	۱۳۸۸
۵	بررسی اثرات نحوه زمین کردن ترانسفورماتورهای فوق توزیع برق منطقه‌ای باختر و ارائه دستورالعمل مناسب برای زمین کردن آن‌ها با در نظر گرفتن رفتار استاتیکی شبکه زمین	۱۳۸۹
۶	بررسی و مطالعه در مورد پارامترهای قابل تنظیم رله‌های برق باختر و تاثیر آن بر هماهنگی رله‌ها	۱۳۸۹
۷	ارائه راه کارهای مناسب بمنظور زمین کردن نقطه نول ترانس‌های قدرت در پست‌های انتقال و فوق توزیع	۱۳۹۰
۸	جایابی و ظرفیت‌سنجی بهینه منابع تولید پراکنده در پست‌های برق باختر و تعیین ملاحظات لازم در سوئیچگیرها	۱۳۹۰

## ۲-۶-۷- شرکت برق منطقه‌ای خراسان

## جدول ۲-۲۸: پروژه‌های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه‌ای خراسان

ردیف	عنوان
۱	بررسی نقاط کار بحرانی شبکه برق منطقه‌ای خراسان از دیدگاه ناپایداری نوسانی توان و مکان‌یابی و تنظیم پایدارسازهای سیستم قدرت
۲	طراحی و ساخت یک رله دیجیتال مالتی فانکشن با استفاده از FPGA و DSP
۳	بهینه‌سازی عملیات ناحیه گسترده (WAMS) و زیر ساخت ارتباطات در سیستم‌های قدرت
۴	تجهیز آزمایشگاه انرژی‌های تجدیدپذیر
۵	طراحی و ارائه مدلی برای اولویت‌بندی هشدارهای دریافتی مرکز کنترل سیستم قدرت بر مبنای تحلیل

ردیف	عنوان
	حالات خطا و اثرات بالقوه آن (FMEA)
۶	ساخت نمونه یک سیستم کامل حفاظت و کنترل میکروپرسور پست ۶۳ و ۱۳۲
۷	ساخت رله حفاظتی جهت جلوگیری از انتقال اختلالات شبکه ۲۰ کیلوولت به سمت فشار ضعیف

همانطور که مشخص است شرکت برق منطقه‌ای خراسان نیز اقدامات موثری در زمینه بومی‌سازی دانش High Tech حفاظتی برداشته است که لیست پروژه‌های تحقیقاتی اجرا شده در این زمینه در جدول فوق موجود می‌باشد. همانطور که مشخص است یکی از اقدامات ارزشمند این شرکت، تجهیز یک آزمایشگاه انرژی‌های پاک بمنظور بررسی اثرات حضور این منابع در شبکه‌های آینده است. با این کار علاوه بر بررسی‌های تئوری، این امکان وجود دارد که کلیه نظریه‌های تئوری در زمینه این منابع و شبکه‌های آینده بویژه در زمینه حفاظت آن‌ها بصورت پایلوت و عملی در بوته آزمایش قرار گرفته شوند. این مسئله موجب ارتقاء دانش حفاظت نوین در کشور شده و نوید آینده‌ای روشن را برای این شاخه از علم در کشور نشان می‌دهد.

## ۲-۶-۱- برق منطقه‌ای سمنان

همانطور که از لیست پروژه‌های تحقیقاتی شرکت برق منطقه‌ای سمنان مشخص است، این شرکت نیز مانند سایر شرکت‌های برق منطقه‌ای و براساس مشخصات و ویژگی‌های شبکه خود، اقدامات موثر و ارزشمندی را در حوزه ارتقاء دانش حفاظت کشور اجرا نموده و یا در دست اجرا دارد. نمونه این تلاش‌ها بررسی اثرات هارمونیک‌ها بر دقت CT و CVT‌ها و جبران دقت آن‌ها در رله‌ها است. توجه به این قبیل مسائل نشان می‌دهد که مرزهای دانش حفاظت در کشور دیگر از مسائلی چون هماهنگی حفاظتی بسیار فراتر رفته است و مسائلی چون اثرات هارمونیک‌ها که قبلا در مطالعات دیده نمی‌شد، امروزه جایگاه ویژه‌ای را در تحقیقات شرکت‌های برق منطقه‌ای پیدا نموده است. این مسئله علاوه بر آنکه موجب ارتقاء سیستم‌های حفاظت و در نتیجه امنیت بالاتر شبکه‌های برق کشور می‌شود، حاکی از دانش بالای حفاظت کشور است که هم‌اکنون این قابلیت را دارد تا به کشورهای همسایه صادر شود.

## جدول ۲-۲۹: پروژه‌های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه‌ای سمنان

ردیف	عنوان
۱	مطالعه و بررسی در خصوص وضعیت تجهیزات و تاسیسات شبکه انتقال و فوق توزیع در شرایط بحران و میزان آسیب‌پذیری و شناسایی نقاط ریسک شبکه با رویکرد پدافند غیرعامل و ارائه سناریوها یا طرح‌های لازم جهت مقابله با آن
۲	بررسی تاثیر هارمونیک‌ها بر دقت CT و CVT‌های انتقال نیرو و جبران دقت آن‌ها در رله‌ها
۳	طراحی نرم‌افزار اتوماسیون پست‌ها بصورت مستقل از سخت‌افزار DCS واقعی

## ۲-۶-۹ - شرکت برق منطقه‌ای سیستان و بلوچستان

همانطور که در بخش پروژه‌های اجرا شده در شرکت برق منطقه‌ای سمنان بیان شد، امروزه دانش و چالش‌های پیش‌روی شرکت‌های برق منطقه‌ای در حوزه حفاظت از مسائل بعضا ساده به مسائل و تحلیل‌های پیشرفته ارتقاء یافته است که این مسئله نشان از افزایش دانش حفاظت در کشور به همت اساتید حفاظت و متخصصین صنعت برق دارد. گواه این مسئله پروژه اجرا شده در شرکت برق منطقه‌ای سیستان و بلوچستان است که به بررسی پایداری شبکه‌های تحت پوشش این شبکه اختصاص یافته است.

## جدول ۲-۳۰: پروژه‌های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه‌ای سیستان و بلوچستان

ردیف	عنوان
۱	مطالعات پایداری ولتاژ شبکه انتقال برق استان سیستان و بلوچستان و تعیین ولتاژ آستانه حذف بار ولتاژی شین‌ها

## ۲-۶-۱۰ - شرکت برق منطقه‌ای فارس

همانطور که از لیست پروژه‌های اجرا شده در شرکت برق منطقه‌ای فارس مشخص است، یکی از مسائل مورد توجه در شرکت‌های برق منطقه‌ای توسعه زیر ساخت‌های مخابراتی در شبکه‌های تحت پوشش این شرکت‌ها بمنظور اجرای حفاظت و



تحلیل‌های زمان حقیقی در راستای ارتقاء امنیت شبکه‌های برق کشور است. اهتمام به همین مسائل حفاظتی نوین است که امروزه ایران بعنوان مرکز راهبردی شبکه‌های برق منطقه شناخته می‌شود و دارای امن‌ترین و پایدارترین شبکه در سطح منطقه است.

### جدول ۲-۳۱: پروژه‌های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه‌ای فارس

ردیف	عنوان
۱	ساخت نیمه صنعتی ترانس اندازه‌گیری جریان فشار قوی نوری
۲	مبادله داده‌ها از طریق ارتباط بی‌سیم به روش سیگنال‌های DTMF
۳	بررسی اضافه ولتاژهای شبکه فارس و انتخاب صحیح وسائل حفاظتی

### ۲-۶-۱۱ - شرکت برق منطقه‌ای کرمان

مسئله‌ای که علاوه بر پروژه‌های ساخت که در بخش‌های مختلف این گزارش بارها در مورد آن صحبت شد و نیز تعویض تجهیزات فرسوده از عنوان پروژه‌های تحقیقاتی اجرا شده در شرکت برق منطقه‌ای کرمان به چشم می‌خورد، اجرای تحلیل‌ها و روش‌های نوین حفاظتی در این لیست است. بررسی مقالات معتبر در سال‌های اخیر نشان می‌دهد که روش‌های نوین تشخیص و تحلیل خطا مانند بسته موجک، انتقال S، THD، آنتروپی شکست و ... بسیار مورد توجه قرار گرفته است. توسعه این روش‌های نوین تشخیص خطا در شرکت‌های برق منطقه‌ای ایران حاکی از جایگاه والای دانش نوین حفاظت در ایران است که حوزه آن از دانشگاه‌های کشور به صنعت برق کشور نیز انتقال یافته است بطوریکه امروز ایران در کنار کشورهای پیشرفته و صاحب سبک دنیا توسعه‌دهنده این دانش نوین می‌باشد.

### جدول ۲-۳۲: پروژه‌های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه‌ای کرمان

ردیف	عنوان	سال اجرا
۱	جایگزینی بریکر ۲۰kV پارس سوئیچ بجای بریکرهای فرسوده BBC	۱۳۷۸

ردیف	عنوان	سال اجرا
۲	یک سیستم خبره برای پردازش آلارم در مرکز دیسپاچینگ کرمان	۱۳۷۹
۳	بهره برداری بهینه از رله‌های حفاظتی در سیستم قدرت توسط کامپیوتر	۱۳۷۸
۴	طراحی و ساخت کات اوت فیوز ۱۳۲ کیلوولت	۱۳۸۱
۵	طراحی و ساخت دستگاه اندازه‌گیری زمان‌های عملکرد قطع و وصل کلیدهای فشار قوی	۱۳۷۹
۶	ساخت دستگاه نشان دهنده قسمت اتصالی در هنگام بروز خطا در شبکه‌های زمینی ۲۰ کیلوولت	۱۳۸۱
۷	طراحی و ساخت دستگاه تحلیل گر خطاها و اختلالات شبکه قدرت با استفاده از تئوری موجک‌ها	۱۳۸۵
۸	طراحی و ساخت سیستم محافظ ترانس جریان در مقابل باز شدن ثانویه	۱۳۸۴
۹	تعیین سیستم اتصال زمین برای نواحی مشخص	۱۳۸۴
۱۰	ساخت کلید کل الکترونیکی تا ۴۰۰ آمپر	۱۳۸۶
۱۱	پیشگیری از سوختن ترانس قدرت با طراحی - ساخت و بکارگیری فیوز قدرت SSF132 بعنوان پشتوانه حفاظتی	-

## ۲-۶-۱۲ - شرکت برق منطقه‌ای گیلان

### پروژه‌های به اتمام رسیده شرکت برق منطقه‌ای گیلان

یکی از مسائلی که اخیراً در مطالعات نوین حفاظت در مقالات معتبر به چشم می‌خورد، وارد نمودن مسائل پیچیده ریاضیات مانند عدم قطعیت‌ها و پیری در مسائل حفاظتی است. از سوی دیگر با بررسی شرح خدمات پروژه شماره (۱) ارائه شده در لیست زیر مشخص است که این مباحث در خرابی کابل‌ها و حفاظت آن‌ها وارد شده‌اند. در نظر گرفتن این عوامل در تحلیل‌های حفاظتی اگرچه بر پیچیدگی مسائل می‌افزاید اما موجب ارائه مدل‌های مطمئن‌تر و در نتیجه افزایش قابلیت اطمینان طرح‌های حفاظتی می‌شوند. اهتمام بر این مسائل نوین موجب افزایش امنیت شبکه‌های کشور شده است.

## جدول ۲-۳۳: پروژه‌های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه‌ای گیلان

ردیف	عنوان
۱	تجزیه و تحلیل علل تخریب هادی‌های خطوط توزیع برق
۲	بررسی علل سوختن ترانس‌های توزیع برق استان گیلان
۳	بررسی استفاده از جداکننده‌ها در طراحی خطوط ۶۳kV
۴	تشخیص اتصالی خطوط ۲۰ کیلوولت هوایی
۵	تعیین سطح ریسک شکست به واسطه‌ی برخورد صاعقه به خطوط شبکه ۶۳ کیلوولت گیلان و ارائه‌ی پیشنهاد جهت بهبود وضعیت با در نظر گرفتن معیارهای اقتصادی

## اولویت‌های تحقیقاتی شرکت برق منطقه‌ای گیلان در سال ۱۳۹۳

## جدول ۲-۳۴: اولویت‌های تحقیقاتی شرکت برق منطقه‌ای گیلان

ردیف	عنوان
۱	مطالعه شبکه فوق توزیع گیلان در شرایط رینگ به منظور هماهنگ نمودن رله‌های حفاظتی شبکه در شرایط مزبور
۲	ارزیابی تغییرات حفاظتی مورد نیاز پس از ورود DGها
۳	بررسی امنیت و کفایت شبکه انتقال و فوق توزیع گیلان جهت بهبود امنیت استاتیکی و دینامیکی شبکه کشور
۴	بررسی تبدیل یک پست فوق توزیع نمونه در شرکت برق منطقه‌ای گیلان به یک پست DCS ریموت کنترل با استفاده از امکانات رله‌های دیجیتال و تجهیزاتی غیر انحصاری نرم‌افزاری و سخت‌افزار

## ۲-۶-۱۳ - شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان

اولویت‌های تحقیقاتی شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان در سال ۱۳۹۲

مسئله‌ای که در مورد شرکت برق منطقه‌ای کرمان بیان شد یعنی روی آوردن به روش‌های جدید تشخیص در شرکت‌های برق منطقه‌ای در جهت افزایش قابلیت اطمینان طرح‌های حفاظتی بکار رفته در این شرکت‌ها، در شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان نیز بوضوح دیده می‌شود. همانطور که از عنوان پروژه شماره (۳) ارائه شده در لیست زیر مشخص است یکی از اولویت‌های تحقیقاتی شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان بکارگیری روش‌های نوین پردازش سیگنال بمنظور تسریع در شناسایی خطا می‌باشد. این مسئله ضمن آنکه قابلیت اطمینان شبکه‌ها را افزایش داده و از خاموشی‌های بی‌مورد جلوگیری می‌کند موجب افزایش طول عمر تجهیزات شبکه نیز می‌شود و در نتیجه هزینه‌های بهره‌برداری شبکه را کاهش می‌دهد. همانطور که قبلاً نیز اشاره شد، استفاده از این روش‌های جدید مباحثی از علم حفاظت است که به تازگی در مقالات معتبر دیده می‌شوند.

## جدول ۲-۳۵: اولویت‌های تحقیقاتی شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان

ردیف	عنوان
۱	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی برقگیر چند محفظه‌ای سطح انتقال
۲	تحلیل فنی و اقتصادی استفاده از خطوط فشرده به منظور افزایش ظرفیت و اثر آن بر تنظیمات رله‌های حفاظتی
۳	استفاده از روش‌های تشخیص خطا و پردازش سیگنال با رویکرد فن‌آوری نانو رباتیک در جهت مانیتورینگ عیب و تسریع در رفع در تجهیزات صنعت برق (تراس قدرت - لوله‌های بویلر و ...)
۴	طراحی دستورالعمل تست رله دیستانس به صورت واقعی و براساس مدل‌سازی توسط نرم‌افزارهای PSCAD و EMTP با مشخصات واقعی خطی که روی آن قرار دارد
۵	بررسی تاثیر اثر متقابل خطوط بر روی تنظیم رله دیستانس
۶	تهیه بانک اطلاعاتی مربوط به خطوط انتقال تجهیزات و حفاظت کنترل پست

### پروژه‌های تحقیقاتی شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان سال ۱۳۹۳

جدول ۲-۳۶: پروژه‌های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان

ردیف	عنوان
۱	بررسی سیستم حفاظتی موجود در پست کاوه با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز در حالت ماندگار و گذرا و ارائه راهکارهای کاربردی جهت اصلاح سیستم حفاظتی موجود در پست ۶۳ کیلوولت کاوه با ورود دو واحد DG با ظرفیت ۲۵ مگاوات در پست مذکور
۲	استفاده از طرح‌های مناسب ارتباطی برای حفاظت دیستانس در خطوط انتقال شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان

#### ۲-۶-۱۴ - شرکت برق منطقه‌ای یزد

جدول ۲-۳۷: پروژه‌های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه‌ای یزد

ردیف	عنوان
۱	مدل‌سازی و شبیه‌سازی رله‌های حفاظتی
۲	تدوین مدل مدیریت خاموشی در شبکه برق در زمان وقوع بحران به منظور حصول اهداف پدافند غیرعامل
۳	ساخت دستگاه کنترل و حفاظت در مقابل اختلالات ولتاژ در ترانسفورماتورهای توزیع

#### ۲-۶-۱۵ - شرکت برق منطقه‌ای غرب

بررسی پروژه‌های تحقیقاتی اجرا شده در شرکت برق منطقه‌ای غرب که بر روی سایت این شرکت ارائه شده است، نشان از انجام دو پروژه مرتبط با حفاظت در این شرکت دارد. عنوان این پروژه‌ها در جدول زیر ارائه شده است. همانطور که از نام این پروژه‌ها مشخص است اجرای این قبیل پروژه‌ها جزء امورات عادی شرکت‌های برق است که در اثر تغییر در توپولوژی شبکه، تعویض تجهیزات و ... ضرورت پیدا می‌کنند. با توجه به تحلیل‌هایی که در بخش‌های قبل گزارش حاضر بیان شد، دانش حفاظت کشور در

چنان جایگاهی قرار گرفته است که امروزه انجام هماهنگی حفاظتی جزء تحقیقات سطح پایین صنعت برق کشور محسوب می‌شود. البته در شرح خدمات پروژه اجرا شده در شرکت برق منطقه‌ای غرب مشخص است که در این مطالعه عدم قطعیت (احتمال خرابی) بریکرها و رله‌ها مدنظر قرار رفته است و این مسئله این مطالعه را از مطالعات عادی هماهنگی حفاظتی جدا می‌نماید. همانطور که قبلاً عنوان شد وارد نمودن تحلیل‌های پیشرفته‌ای چون عدم قطعیت‌ها و پیری تجهیزات موجب پیچیدگی طرح‌ها اما افزایش قابلیت اطمینان آن‌ها می‌شود و خوشبختانه این مسئله در اثر ارتقاء دانش حفاظت در کشور بشدت مورد توجه صنعت برق کشور قرار گرفته است.

#### جدول ۲-۳۸: پروژه‌های به اتمام رسیده در شرکت برق منطقه‌ای غرب

ردیف	عنوان
۱	مطالعات حفاظت سیستم توزیع نیرو
۲	تحقیق و بررسی در هماهنگی عملکرد رله‌های حفاظتی شبکه ۲۳۰ و ۶۳ و ۳۰

#### ۲-۷ - عنوان طرح‌های کلان ملی بخش برق

این طرح‌ها شامل موارد زیر می‌شوند که از سایت شرکت برق منطقه‌ای سمنان استخراج شده‌اند.

- طراحی و ساخت رله ملی هوشمند و دیجیتال
- شبکه هوشمند برق ایران و پیاده‌سازی شبکه نمونه
- طراحی و ساخت سیستم تولید همزمان برق و حرارت (CHP) برای تولید پراکنده و ذخیره‌سازی انرژی آن

طرح‌های فوق شامل طرح‌های کلان ملی هستند که با ارتقاء دانش حفاظت در کشور در ارتباط مستقیم هستند. این مسئله در مورد طرح اول برجسته‌تر است. این طرح که به سفارش معاونت علمی فناوری ریاست جمهوری توسط دانشگاه صنعتی امیرکبیر در حال اجرا است، شامل تولید صنعتی و تجاری‌سازی رله مولتی فانکشن شامل فانکشن‌های اضافه جریان، جهت‌ی، اضافه بار و حفاظت

از فیدر است. بررسی‌ها نشان از نتایج بسیار مطلوب این طرح دارد بطوریکه هم‌اکنون نمونه‌های صنعتی رله مذکور تولید شده و کلیه استانداردهای لازم را نیز گذرانده است و هم‌اکنون پروسه تجاری‌سازی و تولید انبوه آن در حال اجرا است. همانطور که قبلاً نیز به آن اشاره شد، پرواضح است که تولید تجهیزات High Tech حفاظتی در داخل کشور حاکی از دانش وسیع حفاظت در داخل کشور دارد بطوریکه مطابق فرمایشات جناب آقای مهندس حائری با توجه به بومی‌سازی این دانش نوین هم‌اکنون کشور در تولید بسیاری از تجهیزات High Tech حفاظتی به استقلال دست یافته است. این مسئله نویدبخش آن است که با تکیه بر دانش حفاظت موجود در دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های کشور، صنعت برق کشور خواهد توانست سایر تجهیزات حفاظتی را که هم‌اکنون در داخل کشور تولید نمی‌شوند اما دانش و پتانسیل تولید آن‌ها موجود است را بومی نموده و استقلال همه جانبه صنعت برق کشور بویژه در حوزه حفاظت شبکه‌های برق، ایجاد شود.

## ۲-۱- نتیجه‌گیری

بررسی‌های انجام شده در این فصل که به پتانسیل دانش حفاظت در صنعت برق کشور اختصاص داشت بوضوح نشان می‌دهند که بلحاظ پتانسیل دانش حفاظت در صنعت مشکلی وجود ندارد. براین اساس همانطور که بررسی‌های این فصل نشان دادند، امکانات آزمایشگاه‌های مرجع حفاظت در کشور با امکانات آزمایشگاه‌های معتبر دنیا نظیر KEMA و RMS برابری می‌کند. همچنین پروژه‌های حفاظتی اجرا شده در صنعت برق کشور نشان از این مسئله دارد که برخلاف سالین گذشته این پروژه‌ها از امورات بسیار جاری شرکت‌های برق منطقه‌ای در حال تبدیل شدن به پروژه‌های پیشرفته‌تری است بطوریکه بررسی‌ها نشان می‌دهند که اجرای این پروژه‌ها حاکی از کم شدن فاصله صنعت برق کشور با تحقیقات اجرا شده در دانشگاه‌های کشور است. اما در خصوص اجرای پروژه‌های تحقیقاتی شرکت‌های برق منطقه‌ای مسائلی وجود دارد که بنظر می‌رسد حل آن‌ها می‌تواند کمک شایانی به پیشرفت دانش حفاظت در کشور نماید. این مسائل در ادامه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

• اجرای پروژه‌های ساخت در شرکت‌های برق منطقه‌ای

همانطور که از لیست پروژه‌های شرکت‌های برق منطقه‌ای مشخص است، بسیاری از این پروژه‌ها در حوزه ساخت تجهیزات حفاظتی (بویژه تجهیزات High Tech مانند انواع رله و تستر حفاظتی) اجرا شده است. سوالی که مطرح است این است که آیا شرکت‌های برق منطقه‌ای با انجام این پروژه‌ها قصد ایجاد خط تولید ساخت این تجهیزات و ورود به بازار آن‌ها را دارند؟ یا صرفاً هدف از انجام این پروژه‌ها انجام تحقیقات است؟ اگر هدف مورد دوم باشد، آیا بهتر نیست با وجود شرکت‌های خصوصی و دانش-بنیانی که در این زمینه فعال هستند و گام‌هایی هرچند کوچک در این زمینه برداشته‌اند و شاهد آن هستیم که برای انجام امورات خود با بحران‌های مالی دست به گریبان هستند، پول این چنین پروژه‌هایی به این شرکت‌ها اختصاص یابد که هم زمینه تخصصی فعالیت آن‌ها است و هم با وجود این پول‌ها می‌توانند تحقیقات خود را گسترده‌تر کرده و نمونه‌های موفق‌تری از این تجهیزات را وارد بازار کنند بطوریکه پس از گذشت چند سال بتوانند نیاز به خرید تجهیزات مشابه را از شرکت‌های خارجی قطع نمایند؟

#### • اجرای موازی کاری در پروژه‌های تحقیقاتی

مسئله دیگری که در زمینه پروژه‌های تحقیقاتی شرکت‌های برق منطقه‌ای شدت به چشم می‌خورد، اجرای پروژه‌های مشابه در چندین شرکت برق منطقه‌ای است. مسئله‌ای که مشکل‌ساز است این است که اجرای این پروژه‌ها بدون استفاده از دستاوردهای پروژه مشابه دیگر انجام می‌شود و بدین ترتیب معمولاً این پروژه‌ها از مطالعات مقدماتی شروع می‌شوند و بدون آنکه نتیجه‌ای قابل قبول بطوریکه برای صنعت کشور مفید باشند، داشته باشند، قطع می‌گردند. بنظر می‌رسد روند درست این باشد که حتی اگر شرکت‌های برق منطقه‌ای می‌خواهند در پروژه‌های ساخت وارد شوند، از دستاوردهای مشابه در دیگر شرکت‌ها استفاده کنند تا بتوانند با تکمیل اشکالات آن، دستاوردی قابل قبول را برای صنعت برق کشور به ارمغان آورند.

#### • تعریف پروژه‌هایی غیرکاربردی

مشکل دیگری که در پروژه‌های تحقیقاتی شرکت‌های برق منطقه‌ای به چشم می‌خورد تعریف و اجرای پروژه‌های غیرکاربردی در این شرکت‌ها است. برای مثال تعریف پروژه‌ای چون "بررسی روش‌های جدید تشخیص خطا در رله‌های حفاظتی" مشخص





نیست که چرا در شرکت‌های برق منطقه‌ای تعریف می‌شود. آیا این شرکت‌ها دارای خط تولید رله هستند و قصد دارند رله‌های تولیدی خود را ارتقاء دهند؟ اگرچه در اجرای این نوع پروژه‌ها زحمات زیادی توسط تیم پروژه کشیده می‌شود که قابل تقدیر است، اما شاید بهتر باشد با اصلاح الگوی تحقیقات در شرکت‌های برق منطقه‌ای، اجرای این پروژه‌ها توسط شرکت‌هایی باشد که دارای خط تولید تجهیزات هستند و انجام این پروژه‌ها هم می‌تواند کمکی برای بخش تحقیقات آن‌ها باشد و هم نتیجه این پروژه‌ها می‌تواند موجب ارتقاء محصولات تولیدی آن‌ها باشد.

لازم به ذکر است با اصلاح رویه تحقیقات در شرکت‌های برق منطقه‌ای منابع مالی زیادی صرفه‌جویی می‌شود که این منابع حتی می‌توانند در تجهیز آزمایشگاه‌های دانشگاه‌های کشور (بویژه آزمایشگاه‌های حفاظت) هزینه شوند تا هم مشکل ضعف در آموزش‌های عملی در دانشگاه‌ها (که در فصل قبل مفصلاً مورد بررسی قرار گرفتند) مرتفع شود و هم صنعت برق بتواند در قبال تجهیز این آزمایشگاه‌ها از دانشگاه‌های کشور خدمات جانبی بگیرد.

بنابراین با مقایسه دو فصل گزارش حاضر، پرواضح است که اگرچه سیستم آموزش دانشگاه‌های کشور دارای مشکلاتی است، اما مشکل اصلی در توسعه دانش حفاظت در کشور بگونه‌ای که برای کشور کاربردی باشد را باید در رویه غلط اجرای پروژه‌های صنعتی جست‌وجو نمود. همانطور که صحبت شد با اصلاح این رویه علاوه بر آنکه پروژه‌های صنعتی هدفمند شده و می‌توانند مورد کاربرد صنعت برق کشور قرار گیرند، می‌توان به دانشگاه‌های نیز در تجهیز آزمایشگاه‌های خود در قبال گرفتن خدمات از آن‌ها کمک نمود.

## فصل سوم

۳- بررسی پرسشنامه‌های ارسالی به متخصصین صنعت

در مورد وضعیت دانش حفاظت در کشور

## مقدمه

دانش حفاظت کشور در دانشگاه‌ها و صنعت کشور در دو فصل گذشته مورد بررسی قرار گرفتند و در این بررسی‌ها از شاخص‌هایی نیز استفاده شد. همانطور که بررسی‌های دو فصل گذشته نشان دادند، تکیه بیش از حد به آموزش‌های تئوری و نداشتن امکانات مناسب برای آموزش‌های عملی، مهمترین مشکلات دانشگاه‌های کشور در حوزه آموزش دانش حفاظت می‌باشند. در صنعت نیز اگرچه بلحاظ امکانات سخت‌افزاری بویژه در قالب آزمایشگاه‌های مرجع کشور هم‌پای کشورهای بزرگ غربی هستیم و نیز پروژه‌های تحقیقاتی تعریف شده در صنعت کشور حاکی از جهش در اداه صنعت و حرکت به سمت صنایع برق کشورهای پیشرفته دارد، اما نداشتن الگوی مناسب تحقیقات مهمترین چالشی است که مانع از آن می‌شود که تحقیقات انجام شده در صنعت بتواند راهگشای توسعه دانش حفاظت در کشور باشد. براین اساس همانطور که در فصل اول عنوان شد، دانشگاه پرتلند آمریکا بمنظور ارزیابی آموزش‌های حفاظتی خود علاوه بر آنکه سیلابس‌های درسی خود را مورد ارزیابی و مرور قرار داد، برخی از فارغ‌التحصیلان خود را که در حوزه حفاظت در صنعت برق آمریکا وارد شده بودند نیز مورد مطالعه قرار داد و چالش‌ها و نقاط قوتی که آن‌ها در صنعت با آن روبه رو شده بودند را بدقت مورد ارزیابی قرار داد. به تبعیت از این نحوه ارزیابی در پروژه حاضر نیز پرسشنامه‌هایی تهیه شد و در اختیار برخی از مدیران و کارشناسان فعال در حوزه حفاظت صنعت برق کشور قرار گرفت تا چالش‌هایی که از نظر آن‌ها در دانش حفاظت در کشور وجود دارد، مورد تحلیل قرار گیرند. لازم به ذکر است در مورد برخی از مدیران، این چالش‌ها با مصاحبه‌های حضوری استخراج گردیده است. نتایج پرسشنامه‌های تهیه شده در این فصل از گزارش حاشر آورده شده است. نتایج حاکی از آن است که اگرچه در برخی از حوزه‌ها مانند دانش نرم‌افزارهای حفاظتی وضعیت تاحدودی خوب است اما بطور کلی وضعیت دانش حفاظت در صنعت کشور برخلاف دانشگاه‌های کشور که در مرز دانش حفاظت قدم بر می‌دارند، در وضعیت مطلوبی به سر نمی‌برد.

### ۳-۱ - فرم خام پرسشنامه تهیه شده

در پرسشنامه تهیه شده سعی بر آن بوده است که دانش حفاظتی افراد طی سوال‌های مختلف استخراج گردد و نظر آن‌ها در مورد چالش‌های حفاظتی که آن‌ها در حوزه فعالیت خودشان با آن روبرو هستند، مشخص گردد. همچنین در پرسشنامه از افراد خواسته شده است که نظرات خود را در مورد آموزش‌های حین خدمتی که لازم است برای آن‌ها برگزار شود، اعلام نمایند. با این سوال ضمن آنکه آموزش‌های مورد نیاز کارشناسان بخش رلیاژ صنعت برق استخراج می‌شود، مشخص می‌گردد که عمده ضعف دانش حفاظت این افراد به کدامیک از حوزه‌های بررسی شده در این گزارش بر می‌گردد. در ادامه پرسشنامه تهیه شده ارائه شده است.

نام شخص/شرکت/سازمان:

تلفن تماس:

احتراما با توجه به آنکه هم اکنون در پژوهشگاه نیرو طرح کلانی با عنوان "تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری حفاظت در شبکه ایران" در حال اجرا است و لازم است پتانسیل دانش حفاظت در کشور مورد ارزیابی قرار گیرد. براین اساس از شما متخصص محترم این حوزه خواهشمند است با پاسخگویی به سوالات زیر تیم پروژه را یاری رسانید تا با یاری خداوند منان اجرای این طرح گامی در راستای توسعه دانش حفاظت کشور باشد.

شماره	سوال
۱	<p>حوزه عملکرد شما کدامیک از موارد زیر است؟</p> <p><input type="checkbox"/> ارزیابی سیستم حفاظتی موجود (صحت سنجی سیستم و تحلیل حوادث)</p> <p><input type="checkbox"/> طراحی سیستم حفاظتی، تنظیم و پیکربندی رله‌های حفاظتی</p> <p><input type="checkbox"/> راه اندازی، تست و تعمیر تجهیزات حفاظتی</p>
۲	<p>کدامیک از نرم افزارهای معتبر موجود را دارای اهمیت بیشتری در حوزه حفاظت می دانید؟ میزان تسلط پرسنل شما به این نرم افزارها چه قدر است؟</p>
۳	<p>نقش آموزش های دانشگاهی در بهره برداری و ارتقاء سیستم های حفاظتی کشور را بیشتر می دانید یا نقش آموزش های حین خدمت را؟</p>
۴	<p>چه آموزش های حین خدمتی را در راستای بهبود عملکرد متولیان امور حفاظت در بخش خود، مناسب می دانید؟</p>
۵	<p>پرسنل شما با کدامیک از انواع رله ها و تسترهای حفاظتی (مانند رله های اضافه جریان، دیستانس و ... یا تسترهایی مانند تستر OMICRON) بیشتر برخورد دارند؟ میزان آشنایی آن ها به تمام جزئیات بهره برداری از این تجهیزات را چطور ارزیابی می کنید؟</p>
۶	<p>میزان مشارکت پرسنل خود را در کنفرانس ها و همایش های صنعت برق (داخل یا خارج از کشور) چطور ارزیابی می کنید؟</p>
۷	<p>میزان ارتباط حوزه فعالیت شما با دانشگاه ها و پژوهشگاه های کشور بویژه در حوزه حفاظت چه میزان است؟ این مراکز عمدتا در ارائه چه خدماتی به حوزه شما مشارکت دارند؟</p>
۸	<p>از نظر شما مهمترین ضعف فارغ التحصیلان دانشگاه ها در بدو ورود به صنعت برق بویژه در حوزه حفاظت چه مواردی</p>



است؟	
------	--

در صورتیکه نکته خاصی مدنظر شما می‌باشد و در سوالات فوق پوشش داده نشده‌اند، لطفا اعلام فرمایید.

### ۳-۲ - نتایج پرسشنامه پر شده توسط کارشناسان بخش رلیاژ صنعت برق

#### ۳-۲-۱ - پراکندگی پاسخ دهندگان

پرسشنامه مذکور در دو بخش بین متخصصین رلیای صنعت برق توزیع شد. در بخش نخست آن، این پرسشنامه‌ها در مورخ ۹۴/۰۱/۲۶ بین جمعی از متخصصین رلیاژ شرکت‌های مختلف که برای همایش چهار روزه حفاظت در شرکت توانیر گرد هم آمده بودند، توزیع شد. نام شرکت‌هایی که افراد از طرف آن‌ها در این جلسه شرکت کرده بودند، در جدول ۳-۱ آورده شده است. لازم به ذکر است مقطع تحصیلی کلیه پاسخ دهندگان به این پرسشنامه لیسانس یا فوق لیسانس بوده است.

جدول ۳-۱: پراکندگی مشارکت‌کنندگان در مورخ ۹۴/۰۱/۲۶ به تفکیک شرکت‌های مربوطه

شماره فرم	نام شرکت	شماره فرم	نام شرکت
۱	-	۱۵	متانیر
۲	آزمایشگاه صنایع برق و انرژی (اپیل)	۱۶	-
۳	شرکت پارسیان	۱۷	-
۴	شرکت پارسیان	۱۸	برق منطقه‌ای سیستان و بلوچستان
۵	برق منطقه‌ای اصفهان	۱۹	شرکت آذرخش انتقال نیرو پاژ
۶	برق منطقه‌ای فارس	۲۰	برق منطقه‌ای زنجان
۷	-	۲۱	برق منطقه‌ای سیستان و بلوچستان
۸	برق منطقه‌ای کرمان	۲۲	برق منطقه‌ای گیلان
۹	برق منطقه‌ای هرمزگان	۲۳	شرکت تعمیرات برق آذربایجان
۱۰	شرکت تانش	۲۴	برق منطقه‌ای آذربایجان
۱۱	-	۲۵	برق منطقه‌ای غرب
۱۲	برق منطقه‌ای خوزستان	۲۶	مهندسين برق گیلان زمین
۱۳	-	۲۷	برق منطقه‌ای زنجان

نام شرکت	شماره فرم	نام شرکت	شماره فرم
		شرکت تانش	۱۴

در بخش دوم، این پرسشنامه بین متخصصین بخش رلیاژ شرکت متانیر (عمدتا بخش آذربایجان این شرکت) پخش گردید. اسامی مشارکت‌کنندگان در این پرسشنامه از شرکت متانیر به شرح زیر می‌باشند. لازم به ذکر است مدرک تحصیلی کلیه این افراد کارشناسی یا کارشناسی ارشد است.

#### جدول ۳-۲: اسامی مشارکت‌کنندگان در پرسشنامه از شرکت متانیر

نام افراد	شماره فرم	نام افراد	شماره فرم
مهدي شهرامی	۳۱	محسن کرمی	۲۸
علی اصغر میری	۳۲	مهندس باقری	۲۹
مرتضی لقایی	۳۳	فرید بستان منش	۳۰

#### ۳-۲-۲ - حوزه عملکرد پاسخ دهندگان

حوزه عملکرد هریک از پاسخ‌دهندگان براساس آنچه که درخت دانشی پروژه را تشکیل می‌دهد، به تفکیک زیر بوده است. لازم به ذکر است برخی از پاسخ‌دهندگان دو مورد از حوزه‌های دانشی مرتبط با پروژه را بعنوان حوزه فعالیت خود، معرفی نموده‌اند.

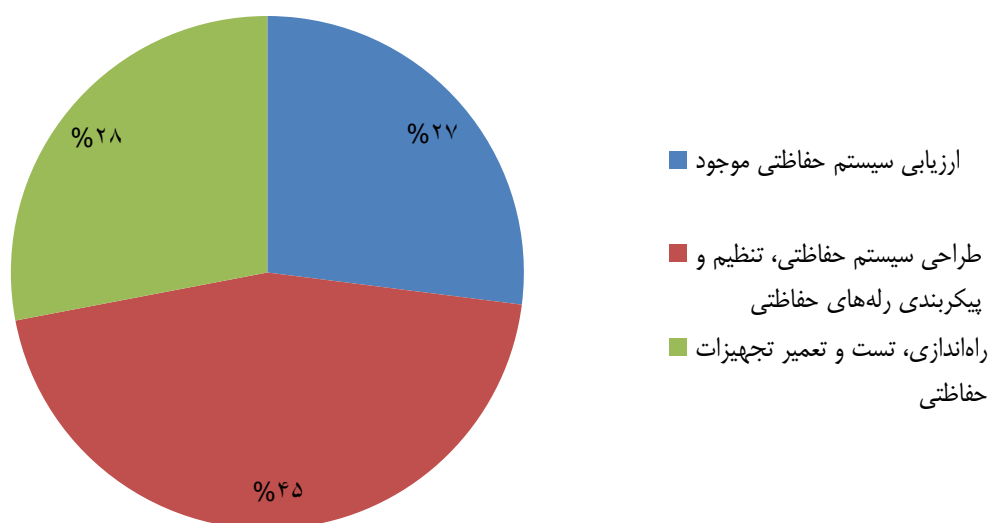


جدول ۳-۳: حوزه‌های فعالیتی هریک از پاسخ‌دهندگان

شماره فرم	ارزیابی سیستم حفاظتی موجود	طراحی سیستم حفاظتی، تنظیم و پیکربندی رله‌های حفاظتی	راه‌اندازی، تست و تعمیر تجهیزات حفاظتی
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			
۶			
۷			
۸			
۹			
۱۰			
۱۱			
۱۲			
۱۳			
۱۴			
۱۵			
۱۶			
۱۷			
۱۸			
۱۹			
۲۰			
۲۱			
۲۲			
۲۳			
۲۴			

شماره فرم	ارزیابی سیستم حفاظتی موجود	طراحی سیستم حفاظتی، تنظیم و پیکربندی رله‌های حفاظتی	راه‌اندازی، تست و تعمیر تجهیزات حفاظتی
۲۵			
۲۶			
۲۷			
۲۸			
۲۹			
۳۰			
۳۱			
۳۲			
۳۳			

نمودار زیر تفکیک حوزه‌های عملکردی هر یک از پاسخ‌دهندگان را نشان می‌دهد. آنچه که از این نمودار مشخص است این است که اکثر پاسخ‌دهندگان به این پرسشنامه در حوزه طراحی سیستم حفاظتی، تنظیم و پیکربندی رله‌های حفاظتی فعالیت داشته‌اند.







بنابراین با توجه به نتایج فوق جدول زیر بیان کننده تعداد افرادی است که هریک از نرم‌افزارهای مشخص شده را دارای اهمیت بیشتری می‌دانند. لازم به ذکر است به دلیل آنکه برخی از افراد یک یا چند نرم‌افزار را بعنوان نرم‌افزارهای برتر معرفی نموده‌اند، لذا مجموع تعداد آراء بیشتر از تعداد فرم‌های پرسشنامه‌ها (۳۳ فرم) بوده است.

جدول ۳-۵: تعداد آراء هریک از نرم‌افزارهای تخصصی حوزه حفاظت

تعداد افرادی که به آن رای داده‌اند	نوع نرم‌افزار
۲۸	DIGSILENT
۸	ETAP
۶	Digsi
۵	Sincal
۲	PSCAD
۱	Matlab
۱	EMTP
۱	CYME
۱	PASHA

### ۳-۲-۴ - میزان اهمیت آموزش‌های حین خدمت یا دانشگاهی در حوزه تخصصی هریک از پاسخ‌دهندگان

سوال شماره (۳) پرسشنامه در مورد نظر پاسخ‌دهندگان در مورد میزان اهمیت آموزش‌های حین خدمت یا آموزش‌های دانشگاهی در پیشبرد اهداف حوزه تخصصی هریک از آن‌ها بوده است. براین اساس نتایج جدول ۳-۶ ایجاد شده است. آنچه که از نتایج بدست آمده از این جدول مشخص است این است که بنظر تمام پاسخ‌دهندگان آموزش‌های حین خدمت بسیار مهم و اساسی است. این در حالی است که تنها ۷ نفر از پاسخ‌دهندگان در کنار آموزش‌های حین خدمت، مطالب تئوری آموزش‌های دانشگاه را نیز در پیشبرد امور مربوط به حوزه تخصصی‌شان مهم دانسته‌اند. البته دلیل این امر آن است که حوزه عملکردی این افراد بیشتر عملیاتی است و نیازمند تحلیل خاصی که نیاز به آموزش‌های تئوری داشته باشد، ندارند.

جدول ۳-۶: میزان اهمیت آموزش‌های حین خدمت در مقایسه با آموزش‌های دانشگاهی

آموزش‌های دانشگاهی	آموزش‌های حین خدمت	شماره فرم
		۱
		۲
		۳
		۴
		۵
		۶
		۷
		۸
		۹
		۱۰
		۱۱
		۱۲
		۱۳
		۱۴
		۱۵
		۱۶
		۱۷
		۱۸
		۱۹
		۲۰
		۲۱
		۲۲
		۲۳
		۲۴
		۲۵

شماره فرم	آموزش‌های حین خدمت	آموزش‌های دانشگاهی
۲۶		
۲۷		
۲۸		
۲۹		
۳۰		
۳۱		
۳۲		
۳۳		
<b>مجموع</b>	<b>۳۳</b>	<b>۷</b>

### ۳-۲-۵- انواع آموزش‌های حین خدمت که می‌توانند مفید باشند

سوال شماره (۴) پرسشنامه نوع آموزش‌های حین خدمتی که در پیشبرد اهداف حوزه تخصصی هریک از پاسخ‌دهندگان مفید می‌باشند را مدنظر قرار داده است. براین اساس نتایج زیر حاصل شده است. همانطور که از نتایج حاصل شده در این بخش مشخص است، نحوه کار با رله‌ها و آموزش حفاظت پیشرفته بیشترین درخواست تکمیل‌کنندگان پرسشنامه‌ها برای آموزش‌های حین خدمت بوده است. دلیل این امر را می‌توان در دو چیز جست‌وجو نمود. نخست ضعف آموزش‌های عملی در دانشگاه‌های کشور است. در واقع علت سایر آموزش‌های حین خدمت مورد درخواست مانند کار با دستگاه‌های تست رله و ... نیز همین موضوع است. اما در مورد آموزش‌هایی چون حفاظت پیشرفته دلیل را باید در این مسئله دانست که اکثر آموزش‌های تئوری حوزه حفاظت در دانشگاه‌های کشور در مقاطع تحصیلات تکمیلی است. حال آنکه بسیاری از افراد شاغل در بخش رلیاژ شرکت‌ها دارای مدرک کارشناسی هستند. بنابراین بهتر است مطابق پیشنهاد کمیته حفاظت IEEE دروس حفاظت در قالب چند درس تدریس شوند و به نوعی برنامه‌ریزی شود که بخش اعظم آن‌ها در مقطع کارشناسی تدریس شوند تا افرادی که پس از اتمام این مقطع به صنعت برق کشور می‌پیوندند مشکلی در مفاهیم پیشرفته حفاظت نداشته باشند.

جدول ۳-۷: انواع آموزش‌های حین خدمت مورد نیاز

ردیف	نوع آموزش	تعداد تکرار
۱	نحوه کار با رله‌ها، توابع آن‌ها و setting گذاری	۱۵
۲	حفاظت پیشرفته	۱۳
۳	اصول و مبانی حفاظت	۹
۴	تحلیل حوادث مختلف	۱۰
۵	اتوماسیون پست‌ها	۶
۶	نحوه کار با دستگاه‌های تستر انواع رله‌ها	۱۰
۷	آموزش نرم‌افزارهای تخصصی رله‌ها	۴
۸	آموزش نرم‌افزارهای تخصصی حفاظت و تحلیل شبکه	۴
۹	آموزش استانداردهای حفاظتی	۱
۱۰	آموزش مدارات حفاظتی و نقشه‌خوانی	۱

۳-۲-۶- انواع رله و تستری که پاسخ‌دهندگان آشنایی بیشتری دارند و میزان آشنایی هریک

در سوال شماره (۵) از پاسخ‌دهندگان در مورد میزان آشنایی هریک از آن‌ها با تجهیزات حفاظتی (شامل انواع رله و تستر) پرسیده شده است. براین اساس نتایج جدول ۳-۸ حاصل گردیده است. در این جدول اگر به میزان تسلط ضعیف، متوسط، خوب و بدون تسلط به ترتیب اعداد ۱، ۲، ۳ و صفر اختصاص داده شوند، آنگاه میانگین میزان تسلط افراد در انتهای جدول آورده شده است. همانطور که مشخص است در تمام تجهیزات میانگین نمره کسب شده تسلط ضعیف را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۸: میزان توانایی کار با تجهیزات حفاظتی

شماره فرم	انواع تستر	رله اضافه جریان	رله دیستانس	رله دیفرانسیل
۱				



شماره فرم	انواع تستر	رله اضافه جریان	رله دیستانس	رله دیفرانسیل
۲				
۳				
۴				
۵				
۶				
۷				
۸				
۹				
۱۰				
۱۱				
۱۲				
۱۳				
۱۴				
۱۵				
۱۶				
۱۷				
۱۸				
۱۹				
۲۰				
۲۱				
۲۲				
۲۳				
۲۴				
۲۵				
۲۶				
۲۷				
۲۸				

شماره فرم	انواع تستر	رله اضافه جریان	رله دیستانس	رله دیفرانسیل
۲۹				
۳۰				
۳۱				
۳۲				
۳۳				
میانگین				

### ۳-۲-۷- میزان مشارکت در همایش‌ها و کنفرانس‌های علمی

در سوال ششم از پاسخ‌دهندگان در مورد میزان مشارکت افراد فعال در صنعت برق در همایش‌ها و کنفرانس‌های علمی بویژه حوزه حفاظت سوال شده بود که نظر آن‌ها بشرح زیر است:

#### جدول ۳-۹ "میزان مشارکت در کنفرانس‌ها و همایش‌های علمی"

شماره فرم	بدون مشارکت یا خیلی کم	مشارکت نسبی	مشارکت فعال
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			
۶			
۷			
۸			
۹			
۱۰			

مشارکت فعال	مشارکت نسبی	بدون مشارکت یا خیلی کم	شماره فرم
			۱۱
			۱۲
			۱۳
			۱۴
			۱۵
			۱۶
			۱۷
			۱۸
			۱۹
			۲۰
			۲۱
			۲۲
			۲۳
			۲۴
			۲۵
			۲۶
			۲۷
			۲۸
			۲۹
			۳۰
			۳۱
			۳۲
			۳۳
۴	۴	۱۷	مجموع

همانطور که از نتایج جدول فوق مشخص است، نظر اکثر پاسخ‌دهندگان براین اساس است که میزان مشارکت متخصصین امور رلیاژ در صنعت برق کشور بسیار کم است. این امر موجب می‌شود که آن‌ها از آخرین دستاوردهای علمی در حوزه حفاظت اطلاعاتی نداشته باشند، لذا دانش حفاظتی آن‌ها بروز نمی‌گردد.

### ۳-۲-۱- میزان ارتباط حوزه فعالیت هریک از پاسخ‌دهندگان با دانشگاه‌های کشور

در سوال هفتم از پاسخ‌دهندگان در مورد میزان ارتباط حوزه فعالیت آن‌ها با دانشگاه‌های کشور بمنظور کسب آخرین نتایج تحقیقاتی در حوزه حفاظت، سوال شده است که نتایج این سوال در جدول ۳-۱۰ آورده شده است. همانطور که از نتایج ارائه شده در این جدول مشخص است، شرکت‌های مطبوع اکثر پاسخ‌دهندگان (۲۱ نفر) ارتباط بسیار کمی (یا بدون ارتباط) با دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور دارند. نتایج مطالب نوشته شده در پرسشنامه‌ها نشان می‌دهد که عمده ارتباطات موجود بین شرکت‌های صنعتی و مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی به حوزه آموزش‌های حین خدمت، خلاصه می‌شود.

جدول ۳-۱۰: میزان ارتباط حوزه فعالیت هریک از افراد با دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های کشور

شماره فرم	بدون مشارکت	مشارکت نسبی	مشارکت فعال
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			
۶			
۷			
۸			
۹			

مشارکت فعال	مشارکت نسبی	بدون مشارکت	شماره فرم
			۱۰
			۱۱
			۱۲
			۱۳
			۱۴
			۱۵
			۱۶
			۱۷
			۱۸
			۱۹
			۲۰
			۲۱
			۲۲
			۲۳
			۲۴
			۲۵
			۲۶
			۲۷
			۲۸
			۲۹
			۳۰
			۳۱
			۳۲
			۳۳
۲	۵	۲۱	مجموع

### ۳-۲-۹- مهمترین ضعف فارغ‌التحصیلان دانشگاهی در بدو ورود به صنعت کشور

اگرچه پاسخ‌دهندگان نظرات مختلفی را در این زمینه ارائه نموده‌اند، اما نتیجه تمام نظرات به این نکته کلیدی اشاره دارد که فارغ‌التحصیلان دانشگاهی بدلیل تکیه دانشگاه‌ها بر آموزش‌های تئوریک، تجربه فعالیت‌های عملی و کاربردی لازم برای صنعت را ندارند لذا باید مدت مدیدی را صرف یاد گرفتن نکات عملی و کار با دستگاه‌ها نمایند. این مسئله دقیقاً همان مشکل بیان شده در فصل اول این گزارش در خصوص مشکل آموزش‌های دانشگاهی در حوزه حفاظت است.

### ۳-۳- بررسی نظرات مدیران صنعت برق کشور در مورد دانش حفاظت

در بخش قبل نظرات کارشناسان رلیاژ شرکت‌های مختلف فعال در حوزه حفاظت کشور در مورد وضعیت دانش حفاظت کشور بویژه در حوزه فعالیت آن‌ها، از طریق پرسشنامه‌هایی مورد بررسی قرار گرفت. در این بخش از گزارش نظرات برخی از مدیران صنعت برق کشور که در حوزه حفاظت نیز دارای سابقه هستند، بررسی شده است. لازم به ذکر است نظرات این عزیزان در مصاحبه‌های حضوری یا از طریق تلفن کسب شده است. لیست افرادی که در این بخش مورد مصاحبه قرار گرفته‌اند در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۳-۱۱: نام و حوزه فعالیت مدیران مشارکت کننده در ارزیابی دانش حفاظت

شماره	نام مدیر	حوزه فعالیت	شماره	نام مدیر	حوزه فعالیت
۱	مهندس صالحی	مدیرعامل آزمایشگاه‌های صنایع برق و انرژی (EPIL)	۶	مهندس عبدی	مسئول دفتر برنامه‌ریزی برق باختر
۲	مهندس میرصدری	قائم مقام مدیرعامل شرکت EPIL	۷	دکتر رضوی	مدیرعامل شرکت ویونا امیرکبیر
۳	مهندس هاشمی	مسئول آزمایشگاه حفاظت EPIL	۸	مهندس میرزاخانی	سازمان ملی استاندارد

شماره	نام مدیر	حوزه فعالیت	شماره	نام مدیر	حوزه فعالیت
۴	مهندس دباغ	مسئول امور رلیاژ متانیر	۹	مهندس شوقی	مسئول بخش حفاظت شرکت آذرخش انتقال نیرو
۵	مهندس خدای	مسئول دفتر فنی متانیر			

در ادامه به بررسی نظرات مدیران محترم پرداخته می‌شود.

### ۳-۱- نرم‌افزارهای مهم حوزه حفاظت از نظر مدیران

جدول زیر نرم‌افزارهای مهم حوزه حفاظت را از نظر مدیران نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است مدیرانی که حوزه عملکرد آن‌ها امور رلیاژ است، نرم‌افزارهای تحلیل سیستم مانند DIGSILENT و مدیرانی که حوزه ساخت و تست تجهیزات High Tech فعالیت دارند نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی رله‌ها مثل DigsI را نرم‌افزارهای مهم این حوزه می‌دانند. بطور کلی از دید مدیران صنعت برق (که در مصاحبه‌های این پروژه مشارکت داشته‌اند) نرم‌افزارهای DIGSILENT، PSCAD و Matlab برای حوزه تحلیل سیستم‌های قدرت و نرم‌افزارهای DigsI و Omicron برای تست و پروژه‌های ساخت حائز اهمیت هستند.

جدول ۳-۱: نرم‌افزارهای مهم از دید مدیران

شماره	نوع نرم‌افزار	شماره	نوع نرم‌افزار
۱	نرم‌افزارهای DigsI و Omicron	۶	DIGSILENT
۲	نرم‌افزارهای تست مانند Omicron و نرم‌افزارهای تحلیل مانند DIGSILENT و Matlab	۷	DIGSILENT و PSCAD برای تحلیل سیستم در حوزه ساخت DigsI
۳	DIGSILENT و Omicron	۸	DIGSILENT و Matlab
۴	DigsI و DIGSILENT	۹	PSCAD و Matlab
۵	DIGSILENT و MATLAB		

### ۳-۳-۲ - مهمترین ضعف آموزش‌های دانشگاهی از نظر مدیران

با عنایت به مصاحبه‌های انجام شده مهمترین ضعف آموزش‌های دانشگاهی از نظر مدیران محترم کم اهمیت بودن نقش آموزش‌های عملی در دانشگاه‌ها است. در واقع با توجه به اهمیت ویژه حوزه حفاظت و اینکه تجهیزات مرتبط با این حوزه تجهیزات High Tech هستند لذا نباید با آزمایشگاه حفاظت مانند آزمایشگاه‌های دیگر برخورد نمود. از این‌رو لازم است با حمایت صنعت آزمایشگاه‌های حفاظت دانشگاه‌ها تقویت شوند تا هم بتوانند آموزش‌های عملی لازم را به دانشجویان بدهند و هم بتوانند به صنعت سرویس دهند.

### ۳-۳-۳ - مهمترین ضعف صنعت در حوزه دانش حفاظت از نظر مدیران

در واقع صنعت کشور ما بگونه‌ای است که قادر نیست استعداد‌های افراد را شکوفا کند. در صنعت حفاظت کشور معمولاً افراد کار setting‌گذاری رله‌ها، تست و ... را انجام می‌دهند. این فضا باعث می‌شود که رفته رفته آن‌ها از فضای آکادمیک فاصله گرفته، تحلیل‌ها و ارزیابی‌ها از سیستم را فراموش کنند. همچنین عدم ارتباط کافی کارشناسان رلیاژ (نه مدیران) با دانشگاه‌ها و عدم شرکت آن‌ها در کنفرانس‌ها و همایش‌های برگزار شده در این حوزه، موجب شده است که علم آن‌ها بروز نشود. لذا جمع‌بندی بحث آنکه صنعت برق کشور نه تنها باعث رشد علمی افراد نمی‌شود بلکه به دلیل بکارگیری نامناسب افراد، معمولاً حتی برخی از قابلیت‌های آن‌ها را نیز کاهش می‌دهد.

### ۳-۳-۴ - آموزش‌های حین خدمت مورد نیاز از دید مدیران

با توجه به آنکه نظر اکثر مدیران مبنی بر این مسئله بوده است که آموزش‌های عملی در دانشگاه‌ها کافی نمی‌باشند، لذا آموزش کار با تجهیزات حفاظتی نظیر انواع رله‌های حفاظتی و تست‌های حفاظتی مهمترین آموزش‌های حین خدمت را شامل می‌شوند.



همچنین به دلیل عدم شناخت بسیار کم افراد شاغل در بخش رلیاژ شرکت‌ها با آخرین دستاوردهای علمی در حوزه حفاظت، لذا برگزاری همایش‌هایی برای تبیین این دستاوردها لازم است.

### ۳-۳-۵- مباحث مرتبط با استاندارد در حوزه حفاظت کشور

بلحاظ وجود استاندارد در کشور مشکلی وجود ندارد. آزمایشگاه‌های مرجع کشور قادرند تست‌های حفاظتی را مطابق استاندارد اجرا کنند. همچنین سازمان استاندارد کشور اکثر استانداردهای IEC را براساس شرایط کشور ترجمه نموده است. البته با توجه به آنکه سازمان استاندارد نمی‌تواند شرکت‌های برق را مجبور نماید تا استانداردهای حفاظتی را حتما اعمال نمایند، لذا این اختیار با مدیران صنعت برق است که تا چه میزان به استانداردها پایبند باشند. مواردی دیده شده است که مدیران صنعت برق بویژه در خصوص شرکت‌های خارجی (عمدتا چینی) چشم‌پوشی‌هایی را در خصوص رعایت استانداردها داشته‌اند. چالش دیگری که در خصوص استاندارد در کشور وجود دارد این است که کمیته استاندارد حفاظت که متشکل از جمعی از اساتید حفاظت کشور و متولیان صنعت برق در این حوزه وجود ندارد. تشکیل این کمیته می‌تواند به توسعه استانداردهای حفاظتی در کشور و رعایت این استانداردها در صنعت برق کمک شایانی نماید. ضمن آنکه تشکیل این کمیته می‌تواند همانند آنچه که کمیته حفاظت IEEE برای دروس دانشگاهی حفاظت معیارهایی را تعیین نموده است، موجب شود چنین معیارهایی در کشور و با توجه به شرایط کشور تدوین گردد تا گامی بلند در توسعه دانش حفاظت کشور باشد.

### ۳-۳-۶- میزان آشنایی پرسنل با تجهیزات حفاظتی

در جدول ۳-۸ میزان توانایی کار با تجهیزات حفاظتی در قالب پرسشنامه‌هایی از افراد شاغل در بخش رلیاژ شرکت‌های مختلف پرسیده شد. در جدول زیر همین سوال از مدیران مورد مصاحبه در مورد میزان آشنایی افراد شاغل در حوزه آن‌ها با همین تجهیزات مورد پرسش قرار گرفته است.

جدول ۳-۱۳: میزان توانایی کار با تجهیزات حفاظتی پرسنل حفاظت از دید مدیران

شماره فرم	انواع تستر	رله اضافه جریان	رله دیستانس	رله دیفرانسیل
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				
۶				
۷				
۸				
۹				
میانگین				

بنابراین با مقایسه نتایج جدول فوق با نتایج جدول ۳-۸ نشان از این مسئله دارد که مدیران صنعت برق میزان توانایی کار با تجهیزات High Tech حفاظتی در پرسنل خود را بیشتر از آنچه که واقعا پرسنل توانایی دارند (به گفته خودشان) می‌بینند. برای مثال اکثر پرسنل متانیر در پرسشنامه‌هایی که توسط آن‌ها پر شده است میزان توانایی خود در کار با تجهیزات مختلف را ضعیف یا متوسط دانسته‌اند حال آنکه مدیران میزان توانایی پرسنل خود را قوی یا متوسط دانسته‌اند.

بنابراین براساس نتایج نظرسنجی‌های انجام شده مشخص است که دانش حفاظت (شامل مبانی تئوری حفاظت، نرم‌افزارهای حفاظتی، کار با تجهیزات حفاظتی و ...) در وضعیت خیلی مطلوبی نیست. دلایل این مسئله را می‌توان بر تکیه بیش از حد دانشگاه‌ها بر آموزش‌های تئوری، مناسب نبودن رویه تحقیقات در صنعت کشور و مشکل صنعت برق در استفاده مناسب از استعدادها و دانش افراد و حفظ و تقویت آن‌ها جست‌وجو نمود.



## نتیجه‌گیری

در این گزارش به بررسی دانش حفاظت در کشور پرداخته شد. این بررسی در چند سطح صورت گرفت. این سطوح شامل بررسی وضعیت تدریس دروس حفاظت در دانشگاه‌های کشور، بررسی کتب منتشر شده در زمینه حفاظت در کشور و مقالات علمی چاپ شده در این زمینه در کشور انجام شده است. این منابع با وضعیت دانشگاه‌های معتبر کشور مقایسه شد و مشخص گردید تنها نقطه ضعف دانشگاه‌های کشور در این زمینه نحوه تدریس دروس عملی حفاظت است که به دلیل کمبود امکانات آزمایشگاهی این مسئله موجب می‌شود فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌های کشور اگرچه در حوزه تئوری بسیار قوی می‌باشند اما در حوزه عملی نمی‌توانند نیازهای صنعت برق کشور را تامین نمایند. در بخش‌های بعدی این گزارش نیز با کارکنان بخش حفاظت شرکت‌های مختلفی که در زمینه حفاظت فعالیت نموده‌اند، ارائه شد و مشخص گردید این افراد در حوزه‌های مختلفی دارای مشکلاتی هستند که مهمترین آن‌ها به گواه نظرات جمیع افراد، کمبود دروس عملی در آزمایشگاه‌های کشور است که دقیقاً منطبق با بررسی‌های انجام شده در فصول ابتدایی است.



## مراجع

- [1] S. Brahma, J. De La Ree , J. Gers, A. A. Girgis, S. Horowitz , R. Hunt , M. Kezunovic, V. Madani, P. McLaren , A. G. Phadke, M. S. Sachdev, T. S. Sidhu, J. S. Thorp, S. S. Venkataand T. Wiedman, "The Education and Training of Future Protection Engineers," IEEE Transactions on Power Delivery , vol. 24, no. 2, pp. 538 - 544, 2009.
- [2] “The Design, Implementation, Assessment, and Evaluation of a Power Systems Protection Laboratory Curriculum”, Portland State University, Winter 3-14-2014
- [4] A.T. Johns , S.K. Salman , “Digital Protection for Power Systems”, Peter Peregrinus Ltd, 1995
- [5] L.G. Hewitson, Mark Brown, Ramesh Balakrishnan, “Practical Power System Protection”, Elsevier Ltd, 2004
- [6] P.M. Anderson, “Power System Protection”, IEEE, 1999
- [7] Waldemar Rebizant, Janusz Szafran, Andrzej Wiszniewski, “Digital Signal Processing in Power System Protection and Control”, Springer, 2011
- [8] Y.G. Paithanker, S.R. Bhide, “Fundamentals of Power System Protection”, Prentice-Hall, 2003
- [9] A.G. Phadke, J.S. Throp, “Computer Relaying for Power Systems”, WILEY, 2009
- [10] A.G. Phadke, S.H. Horowitz, “Power System Relaying”, WILEY, 2008
- [11] H.L. Willis, M.H. Rashid, “Protective Relaying”, Taylor & Francis, 2006

سایت شرکت توانیر [۱۲]

سایت شرکت‌های برق منطقه‌ای [۱۳]

سایت دانشگاه‌های کشور [۱۴]

## فهرست مطالب

۱- استخراج و شناسایی پروژه‌ها و فعالیتهای حفاظتی انجام شده در مراکز دانشگاهی .....	۷
مقدمه .....	۹
۱-۱- مطالعات و دستاوردهای دانشی در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی .....	۹
۱-۱-۱- مقالات علمی دانشگاه صنعتی شریف در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی .....	۱۰
۱-۱-۲- مقالات علمی دانشگاه تهران در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی .....	۱۲
۱-۱-۳- مقالات علمی دانشگاه علم و صنعت در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی .....	۱۴
۱-۱-۴- مقالات علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی .....	۱۶
۱-۱-۵- مقالات علمی دانشگاه شهید عباسپور در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی .....	۱۸
۱-۱-۶- مقالات علمی دانشگاه تبریز در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی .....	۱۹
۱-۱-۷- مقالات علمی دانشگاه زنجان در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی .....	۱۹
۱-۱-۸- مقالات علمی دانشگاه کردستان در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی .....	۲۰
۱-۱-۹- مقالات علمی دانشگاه خواجه نصیر در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی .....	۲۰
۱-۱-۱۰- مقالات علمی دانشگاه شهید بهشتی در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی .....	۲۱
۱-۱-۱۱- مقالات علمی دانشگاه فردوسی مشهد در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی .....	۲۲
۱-۱-۱۲- مقالات علمی دانشگاه سمنان در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی .....	۲۴
۱-۱-۱۳- مقالات علمی دانشگاه شهید چمران در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی .....	۲۷
۱-۱-۱۴- مقالات علمی دانشگاه صنعتی اصفهان در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی .....	۲۸
۲-۱- پروژه های توسعه و ساخت محصول حفاظتی شبکه برق در دانشگاههای کشور .....	۲۹
۱-۲-۱- طرحهای دانشگاه صنعتی امیرکبیر .....	۲۹
۲-۲-۱- طرحهای دانشگاه صنعتی شریف .....	۳۴

- ۳۶-۱-۲-۳ طرحهای دانشگاه شهید عباسپور .....
- ۳۸-۱-۲-۴ طرحهای دانشگاه علم و صنعت .....
- ۴۱-۱-۲-۵ طرحهای دانشگاه تبریز .....
- ۴۲-۱-۲-۶ طرحهای دانشگاه کردستان .....
- ۴۴-۱-۲-۷ طرحهای دانشگاه شهید چمران اهواز .....
- ۴۵-۱-۲-۸ طرحهای دانشگاه تهران .....
- ۴۶-۱-۲-۹ طرحهای پژوهشگاه نیرو .....
- ۵۵-۲-شناسایی و ارزیابی شرکتهای تولیدکننده تجهیزات حفاظتی .....
- ۵۷-مقدمه .....
- ۶۹-۱-۲-۱-۱-۱ پروژه‌ها و فعالیتهای طراحی تجهیزات حفاظتی در پژوهشگاه نیرو .....
- ۶۹-۱-۲-۱-۱-۱-۱ طراحی سیستم حفاظت از راه دور با قابلیت اتصال به شبکه مخابرات دیجیتال مدل DTSP-8C (پژوهشکده کنترل و مدیریت شبکه) .....
- ۷۰-۱-۲-۲-۱-۱-۲ تولید صنعتی سیستم PLC مخابراتی .....
- ۷۱-۱-۲-۳-۱-۱-۲ طراحی و ساخت مودم با مشخصات بهینه و قابلیت تنظیم پهنای باند به منظور استفاده در محیط انتقال HV (پژوهشکده کنترل و مدیریت شبکه) .....
- ۷۲-طراحی و ساخت دستگاه ثبات خطا (پژوهشکده کنترل و مدیریت شبکه) .....
- ۷۴-۱-۲-۴-۱-۲ طراحی و ساخت ترانسفورماتور جریان و ولتاژ ترکیبی نوری (OVCT) .....
- ۷۵-۱-۲-۵-۱-۲ طراحی و ساخت رله مدیریت فیدر .....
- ۷۷-۳-جمع‌بندی و نتیجه‌گیری .....



## فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۳: تحول در ساخت رله‌های حفاظتی (آمریکا)..... ۷۹

شکل ۲-۳: سهم مطالعات انجام شده بر روی تجهیزات مختلف حفاظتی ..... ۸۰

شکل ۳-۳: نرخ مطالعات انجام شده در ۱۵ سال اخیر ..... ۸۲

شکل ۴-۳: تعداد پروژه‌های انجام شده ساخت تجهیزات حفاظتی در مراکز تحقیقاتی و صنعت ..... ۸۳

### فهرست جدولها

- جدول ۱-۱: مقالات دانشگاه صنعتی شریف در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی ..... ۱۰
- جدول ۲-۱: مقالات دانشگاه تهران در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی ..... ۱۲
- جدول ۳-۱: مقالات دانشگاه علم و صنعت در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی ..... ۱۴
- جدول ۴-۱: مقالات دانشگاه صنعتی امیرکبیر در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی ..... ۱۶
- جدول ۵-۱: مقالات دانشگاه شهید عباسپور در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی ..... ۱۸
- جدول ۶-۱: مقالات دانشگاه تبریز در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی ..... ۱۹
- جدول ۷-۱: مقالات دانشگاه زنجان در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی ..... ۱۹
- جدول ۸-۱: مقالات دانشگاه کردستان در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی ..... ۲۰
- جدول ۹-۱: مقالات دانشگاه خواجه نصیر در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی ..... ۲۰
- جدول ۱۰-۱: مقالات دانشگاه شهید بهشتی در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی ..... ۲۱
- جدول ۱۱-۱: مقالات دانشگاه فردوسی مشهد در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی ..... ۲۲
- جدول ۱۲-۱: مقالات دانشگاه سمنان در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی ..... ۲۴
- جدول ۱۳-۱: مقالات دانشگاه شهید چمران در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی ..... ۲۷
- جدول ۱۴-۱: مقالات دانشگاه صنعتی اصفهان در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی ..... ۲۸
- جدول ۱۵-۱: تفاوت دستگاه تستر امیرکبیر با تستر Omicron ..... ۳۲
- جدول ۱-۲: معرفی شرکتهای تولید کننده محصولات حفاظتی ..... ۵۷

جدول ۱-۳: تعداد مقالات چاپ شده متخصصین در مجلات معتبر ملی و بینالمللی ..... ۸۱

جدول ۲-۳: پروژه‌های طراحی و ساخت انواع رله های نسل سوم در مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی ..... ۸۳



# فصل اول

استخراج و شناسایی پروژه‌ها و فعالیت‌های حفاظتی

انجام شده در مراکز دانشگاهی





## مقدمه

در طول این فصل فعالیت‌های انجام شده در راستای توسعه تجهیزات حفاظتی در قالب مقالات منتشر شده ملی و بین‌المللی و همچنین پروژه‌های تحقیقاتی و قراردادی در مراکز دانشگاهی ارائه شده است. مجلات منتشر شده و چاپ شده همواره ایده‌های برتر و تکنولوژی پیشرو و نوظهوری را ارائه می‌دهند که می‌تواند در فناوری تجهیزات حفاظتی در حوزه‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری مورد استفاده قرار گیرند. همچنین پروژه‌های طراحی و ساخت تجهیزات مختلفی با اتکا به دانش حاصل شده در این مراکز انجام شده است که قابلیت بکارگیری در صنعت و تجاری‌سازی را دارند. با توجه به ارزشمند بودن مجموعه‌ی این فعالیت‌ها و اقدامات صورت گرفته در دو بخش مجزا به تشریح موارد مذکور پرداخته شده است. لازم به ذکر است، مستندات مکتوب شده، طی مکاتبات و مکالمات صورت گرفته با متخصصین حاضر در مراکز مختلف دانشگاهی کشور گردآوری شده است. این متخصصین همگی از صاحب‌نظران دانش حفاظت کشور می‌باشند. اسامی این عزیزان آقایان دکتر رنجبر، دکتر عسکریان ایبانه، دکتر حسینیان، دکتر شهرتاش، دکتر سیدی، دکتر مشتاق، دکتر امرایی، دکتر صنایع‌پسند، دکتر خدرزاده، دکتر مظلومی، دکتر داورپناه، دکتر سیف‌السادات، دکتر همدانی گلشن، دکتر مروج، دکتر وکیلیان، دکتر جمالی، دکتر کاظمی کارگر، دکتر ساده به همراه متخصصین بخش‌های مختلف پژوهشگاه نیرو می‌باشند که فعالیت‌هایی در ساخت تجهیزات حفاظتی داشته‌اند.

### ۱-۱ - مطالعات و دستاوردهای دانشی در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

مطالعاتی که در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در راستای پیشبرد علم حفاظت انجام می‌شود نه تنها در حوزه دانشی توسعه تکنولوژی حفاظت کشور می‌تواند مورد توجه قرار گیرد بلکه می‌تواند بعنوان فناوری نرم‌افزار در جهت توسعه الگوریتم‌ها و بهبود عملکرد پردازنده تجهیزات حفاظتی مورد استفاده قرار گیرد. در برخی نقاط جهان تجارت نرم‌افزار تجهیزات در اولویت بالاتری نسبت به سخت‌افزار آن قرار گرفته و مورد توجه شرکت‌های بزرگ سازنده تجهیزات قرار گرفته است. مهم‌ترین عامل توجه به حوزه نرم-افزاری بویژه در حفاظت، توسعه تجهیزات میکروپروسسوری و امکان پیاده‌سازی انواع مختلف توابع عملیاتی در آن‌ها می‌باشد. با

توجه به اهمیت سرعت عملکرد این مجموعه نرم‌افزاری و از طرف دیگر نیاز به قابلیت اطمینان و امنیت عملکرد تجهیزات حفاظتی، ایده‌های متنوعی در طول سالیان اخیر مطرح گردیده است. این طرح‌های نوین یا در قالب مقالات معتبر منتشر شده است و یا در قالب بسته‌های نرم‌افزاری در بازار منطقه و یا جهانی به فروش رسیده است.

در کشور تاکنون در این زمینه اقدامی شایسته صورت نگرفته است و تجارت نرم‌افزار حفاظت در مراحل اولیه خود قرار گرفته است در نتیجه توجه به توانمندی‌های دانشی در این زمینه و شناسایی پتانسیل‌های توسعه نرم‌افزارهای حفاظت می‌تواند در ترسیم مسیر توسعه فناوری حفاظت آینده کشور اهمیت زیادی داشته باشد. در ادامه گزارش حاضر، مجموعه کاملی از مقالات و مجلات منتشر شده توسط متخصصین و اساتید حوزه حفاظت کشور ارائه شده است. این مجموعه شامل مقالاتی می‌باشد که در آنها متد، الگوریتم و قابلیت نوینی برای طراحی و یا عملکرد تجهیزات حفاظتی معرفی شده است.

### ۱-۱-۱ - مقالات علمی دانشگاه صنعتی شریف در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

جدول ۱-۱: مقالات دانشگاه صنعتی شریف در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

شماره	عنوان مقاله
[۱]	A. M. Ranjbar and B. J. Cory, "An Improved Method for the Digital Protection of High Voltage Transmission Lines", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-94, No. 2, pp. 544-550, March/April 1975.
[۲]	A. M. Ranjbar, H. Askarian, Kazemi Rad and M. E. Hamedani, "Computerized Programme for Overcurrent and Distance Relays", Bargh Journal of Electrical Science and Technology, No. 7, pp. 43-46, 1991.
[۳]	[3] A. M. Ranjbar, A. R. Shirani and A. F. Fathi, "A New Approach for Fault Location Problem on Power Lines", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 7, No. 1, pp. 146-151, January 1992.
[۴]	A. M. Ranjbar, A. R. Shirani and A. F. Fathi, "A New Method for Locating Faults on Series Compensated Transmission Lines", Bargh Journal of Electrical Science and Technology, No. 9, pp. 8-18, 1992.
[۵]	J. Moshtagh, A. M. Ranjbar and A. R. Shirani, "Inrush Current Detection by ANN", Bargh Journal of Electrical Science and Technology, No. 14, pp. 34-42, 1995.
[۶]	H. Monsef, A. M. Ranjbar, "Fuzzy rule-based expert system for power system fault diagnosis", IEE Proc.-Gener. Transm. Distrib. Vol. 144, No. 2, March



شماره	عنوان مقاله
	1997.
[۷]	H. Monsef and A. M. Ranjbar, "Power System Fault Diagnosis Using Fuzzy Rule-Based Expert System", Bargh Journal of Electrical Science and Technology, No. 21, pp. 69-81, 1997.
[۸]	J. Sadeh and A. M. Ranjbar, "Fault Location in Power Transmission Lines (Part1)", Bargh Journal of Electrical Science and Technology, No. 24, pp. 66-74, 1998
[۹]	J. Sadeh and A. M. Ranjbar, "Fault Location in Power Transmission Lines (Part2)", Bargh Journal of Electrical Science and Technology, No. 24, pp. 75-81, 1998.
[۱۰]	A. M. Ranjbar, M. R. Nahass, F. Shahbazi and M. Zarghami, "Optimal Load Shedding to Avoid Line Overloads in Emergency Conditions for Iranian Network", Bargh Journal of Electrical Science and Technology, No. 23, pp. 11-17, 1998.
[۱۱]	J. Sadeh, N. Hadjsaid, A. M. Ranjbar and R. Feuillet, "Accurate Fault Location Algorithm for Series Compensated Transmission Lines", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 15, No. 3, pp. 1027-1033, July 2000.
[۱۲]	J. Sadeh, A. M. Ranjbar, N. Hadjsaid and R. Feuillet, "Accurate Fault Location Algorithm for Power Transmission Lines", European Transactions on Electric Power (ETEP), Vol. 10, No. 5, pp. 313-318, September/October 2000.
[۱۳]	A. Ketabi, A. M. Ranjbar and R. Feuillet, "A New Method for Load Steps Calculation During Power System Restoration", Scientia Iranica, Vol. 9, No. 4, pp. 328-335, Sharif University of Technology, October 2002.
[۱۴]	A. Ketabi, A. M. Ranjbar and R. Feuillet, "New Approach to Standing Phase Angle Reduction for Power System Restoration", European Transactions on Electric Power (ETEP), Vol. 12, No. 4, pp. 301-30
[۱۵]	T.Amraee, A.M.Ranjbar, R.Feuillet, B.Mozafari, "System Protection Scheme for Mitigation of cascaded Voltage Collapses", IET Generation, Transmission & Distribution, 2009.
[۱۶]	T.Amraee, A.M.Ranjbar, "Immune-Based Selection of Pilot Nodes for Secondary Voltage Control", European Transactions on Electrical Power, 2009.
[۱۷]	S.Nourizadeh, A.M.Ranjbar, M.R.Pishvaai, M.Sadeghi, "Standing Phase Angle Reduction based on a Wide Area Monitoring System Using Genetic Algorithm", International Journal of Emerging Electric Power Systems, 2010.
[۱۸]	S.A.Nezam-Sarmadi, S.Nourizadeh, S.Azizi, R.Rahmat Samii, A.M.Ranjbar, "A Power System Build-up Restoration Method Based on wide Area Measurement Systems" European Transactions On Electrical Power, 2010.
[۱۹]	[19] Saber Nourizadeh, Vahid Yari, Ali Mohammad Ranjbar, "Frequency Monitoring and Control during Power System Restoration Based on Wide Area Measurement System", Mathematical Problems in Engineering, 2011.
[۲۰]	Ahmad Salehi Dobakhshari, A.M. Ranjbar, "A circuit approach to fault diagnosis in power systems by wide area measurement system", Journal of European Transactions on Electrical Power, Euro Trans Electr Power, (2012).
[۲۱]	S. Nourizadeh, M. J. Karimi, A.M. Ranjbar, A. Shirani, "Power System Stability

شماره	عنوان مقاله
	Assessment During Restoration. Based on Wide Area Measurement System" IET Generation, Transmission & Distribution, 2012.
[۲۲]	A.Ghorbani, B. Mozafari and A.M. Ranjbar, "Digital Distance Protection of Transmission Lines in the Presence of SSSC ", International Journal of Electrical Power & Energy Systems, ELSEVIER, 2012.
[۲۳]	M.Beiraghi, A.M.Ranjbar, " Online Voltage Security Assessment Based on Wide-Area Measurments", IEEE Transactions on Power Delivery, 2013.
[۲۴]	[24] A. Salehi-Dobakhshari and A.M Ranjbar, "Robust Fault Location of Transmission Lines by Synchronised and Unsynchronised Wide-Area Current Measurments", IET Generation, Transmission & Distribution, 2014.
[۲۵]	A. Salehi-Dobakhshari and A.M Ranjbar, "A Closed-Form Solution for Transmission Line Fault Location Using Local Measurments at a Remote Substation", Electric Power Systems Research, ELSEVIER, 2014.
[۲۶]	M. Rezaei Jegarluei, A. Salehi-Dobakhshari, A.M. Ranjbar and A. Tayebi, "A New Algorithm for Fault Location on Transmission Lines by Optimal PMU Placement", European Transactions on Electrical power, 2014.
[۲۷]	A. Salehi-Dobakhshari and A.M. Ranjbar, "A Wide-area Scheme for Power System Fault Location Incorporating Bad Data Detection", IEEE Transactions on Power Delivery, 2014.

۱-۲- مقالات علمی دانشگاه تهران در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

جدول ۱-۲: مقالات دانشگاه تهران در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

شماره	عنوان مقاله
[۱]	Majid Sanaye pasand, OP Malik , An ANN Based Approach to Improve the Speed of a Differential Equation Based Distance Relaying Algorithm, IEEE Transactions on Power Delivery, 2008/03/31, 14, 2
[۲]	Majid Sanaye pasand, V Salehi Pour , A Combined Digital Distance Relaying Algorithm and Its Performance Evaluation, Electric Power Components and Systems, 2007/01/01, 35, 11
[۳]	Hossein Imaneini, Majid Sanaye pasand, A New Structure for Implementation of an FPGA Based Overcurrent Relay, International Review of Electrical Engineering, 2012/04/01, 7, 2
[۴]	Mostafa Sharifzadeh, Hamid Lesani, Majid Sanaye pasand, A New Algorithm to Stabilize Distance Relay Operation during Voltage Degraded Conditions, IEEE Transactions on Power Delivery, 2014/08/01, 29, 4
[۵]	Majid Sanaye pasand, 13th International Conference on Power System Protection, complete article, A Microprocessor Differential Relay for Transformer Protection based on Walsh Algorithm Estimator, 2002/10/07,

شماره	عنوان مقاله
	2002/10/09
[۶]	[6] Majid Sanaye pasand, 17th International Conference on Electricity Distribution, complete article, Digital Differential Relays for Transformer Protection using Walsh Series and Least Squares Estimations, 2003/06/05, 2003/06/07
[۷]	Majid Sanaye pasand, , 11th Iranian Conference on Electrical Engineering, complete article, Improvement of Distance Relay Speed using Appropriate Adaptive Relaying Algorithms, 2003/06/05, 2003/06/07
[۸]	Majid Sanaye pasand, , , IEEE/PES Annual Meeting, complete article, An Extended Magnetizing Inrush Restraint Method Applied to Digital Differential Relays for Transformer Protection, 2003/08/06, 2003/08/08
[۹]	Majid Sanaye pasand, , 18th International Power System Conference, complete article, Power Transformer Differential Protection Relay using Half Cycle Fourier Algorithm, 2003/11/06, 2003/11/08
[۱۰]	Majid Sanaye pasand, , DPSP, complete article, Performance Evaluation of an Extended Adaptive Distance Relaying Algorithm, 2004/04/05, 2004/04/07
[۱۱]	Majid Sanaye pasand, PSC, complete article, A New Structure for Design and Implementation of an Overcurrent Relay using FPGA, 2004/11/23, 2004/11/25
[۱۲]	Majid Sanaye pasand, , , .Proc. 40th Int. Universities Power Eng. Conf, complete article, A new digital differential relay design with extended fuzzy logic-based inrush restraint module for power transformer protection, 2005/09/07, 2005/09/09
[۱۳]	Majid Sanaye pasand, UPEC, complete article, Application of a Wavelet-based Over-current Relay in Diagnosing Fault from Non-fault Switching Cases, 2005/09/07, 2005/09/09
[۱۴]	Majid Sanaye pasand, PSC, complete article, Design and Development of a Suitable Hardware for a Microprocessor Based Distance Relay, 2005/11/14, 2005/11/16
[۱۵]	Majid Sanaye pasand, , IEEE Power India Conference, complete article, Out of Step Relaying using Phasor Measurement nit and Equal Area Criterion, 2006/04/10, 2006/04/12
[۱۶]	Majid Sanaye pasand, , POWERCON2008 Conference, complete article, Minimizing the Impact of Transients of Capacitive Voltage Transformers on Distance Relays, 2008/10/03, 2008/10/06
[۱۷]	Davarpanah, M.; Sanaye-Pasand, M.; Badrkhani Ajaei, F., "Compensation of CVT Increased Error and Its Impacts on Distance Relays," Power Delivery, IEEE Transactions on, vol.27, no.3, pp.1670, 1677, July 2012.
[۱۸]	Badrkhani Ajaei, F.; Sanaye-Pasand, M.; Davarpanah, M.; Rezaei-Zare, A.; Irvani, R., "Compensation of the Current-Transformer Saturation Effects for Digital Relays," Power Delivery, IEEE Transactions on , vol.26, no.4, pp.2531,2540, Oct. 2011.
[۱۹]	Badrkhani Ajaei, F.; Sanaye-Pasand, M.; Davarpanah, M.; Rezaei-Zare, A.; Irvani, R., "Mitigating the Impacts of CCVT Subsidence Transients on the Distance Relay," Power Delivery, IEEE Transactions on , vol.27, no.2,

شماره	عنوان مقاله
	pp.497,505, April 2012.

۱-۱-۳ - مقالات علمی دانشگاه علم و صنعت در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

جدول ۱-۳: مقالات دانشگاه علم و صنعت در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

شماره	عنوان مقاله
[۱]	Design and Implementation of a Systematically Tunable High Impedance Fault Relay, ISA Trans. Elsevier, 2010.
[۲]	N. Ramezani, M. Sarlak, S. M. Shahrtash and D. A. Khabori "Design and implementation of an adaptive High Impedance Fault relay" Power Engineering Conference, IPEC 2007, pp. 1131-1136, 2007.
[۳]	M. Sarlak and S. M. Shahrtash "High impedance fault detection in distribution networks using support vector machines based on wavelet transform" Electric Power Conference, EPEC 2008. IEEE Canada, pp. 1-6, 2008.
[۴]	S. M. Shahrtash, "DT-CWT Based Event Feature Extraction for High Impedance Faults Detection in Distribution Systems", International Trans. on Electrical Energy Systems (ETEP), Accepted to be published, 2014 (InterUniv. Work).
[۵]	Ashrafi, A.; Shahrtash, S.M., "Dynamic Wide Area Voltage Control Strategy Based on Organized Multi-Agent System," Power Systems, IEEE Transactions on , vol.29, no.6, pp.2590,2601, Nov. 2014.
[۶]	Khoshkhoo, H.; Shahrtash, S.M., "Fast online dynamic voltage instability prediction and voltage stability classification," Generation, Transmission & Distribution, IET , vol.8, no.5, pp.957,965, May 2014.
[۷]	Khodadadi, M.; Noori, M.R.; Shahrtash, S.M., "A Noncommunication Adaptive Single-Pole Autoreclosure Scheme Based on the ACUSUM Algorithm," Power Delivery, IEEE Transactions on , vol.28, no.4, pp.2526,2533, Oct. 2013.
[۸]	[8] Noori, M.R.; Shahrtash, S.M., "Combined Fault Detector and Faulted Phase Selector for Transmission Lines Based on Adaptive Cumulative Sum Method," Power Delivery, IEEE Transactions on , vol.28, no.3, pp.1779,1787, July 2013.
[۹]	Ahmadimanesh, A.; Shahrtash, S.M., "Transient-Based Fault-Location Method for Multiterminal Lines Employing S-Transform," Power Delivery, IEEE Transactions on , vol.28, no.3, pp.1373,1380, July 2013.
[۱۰]	Ahmadimanesh, A.; Shahrtash, S.M., "Time-time-transform-based fault location algorithm for three-terminal transmission lines," Generation, Transmission & Distribution, IET , vol.7, no.5, pp.464,473, May 2013.
[۱۱]	Khodadadi, M.; Shahrtash, S.M., "A New Noncommunication-Based Protection Scheme for Three-Terminal Transmission Lines Employing Mathematical Morphology-Based Filters," Power Delivery, IEEE Transactions on , vol.28,

شماره	عنوان مقاله
	no.1, pp.347,356, Jan. 2013.
[۱۲]	Sarlak, M.; Shahrtash, S.M., "High-Impedance Faulted Branch Identification Using Magnetic-Field Signature Analysis," Power Delivery, IEEE Transactions on , vol.28, no.1, pp.67,74, Jan. 2013.
[۱۳]	Khoshkhoo, H.; Shahrtash, S.M., "On-line dynamic voltage instability prediction based on decision tree supported by a wide-area measurement system," Generation, Transmission & Distribution, IET , vol.6, no.11, pp.1143,1152, November 2012.
[۱۴]	S. M. Shahrtash, "HIF Detection Using Combination of MLPNNs Based on Multi-resolution Morphological Gradient Features of Current Waveform"-IET Generation-Transmission & Distribution, 2011.
[۱۵]	M. Sarlak, S.M. Shahrtash, " SVM based method for high impedance faults detection in distribution networks ", COMPEL - The international journal for computation and mathematics in electrical and electronic engineering 2011 30:2 , 431-450.
[۱۶]	Jamehbozorg, A.; Shahrtash, S.M., "A Decision-Tree-Based Method for Fault Classification in Single-Circuit Transmission Lines," Power Delivery, IEEE Transactions on , vol.25, no.4, pp.2190,2196, Oct. 2010.
[۱۷]	Jamehbozorg, A.; Shahrtash, S.M., "A Decision Tree-Based Method for Fault Classification in Double-Circuit Transmission Lines," Power Delivery, IEEE Transactions on , vol.25, no.4, pp.2184,2189, Oct. 2010.
[۱۸]	N. Ramezani , S. M. Shahrtash , " Computation of the split factor of earth fault currents by considering the proximity effects ", Iranian Journal of Science Technology, Trans. B, 2010.
[۱۹]	N. Ramezani , S. M. Shahrtash , "A complete procedure to determine earth fault current distribution and split factor for grounding grid design of HV substations", Iranian Journal of Science Technology, Trans. B, 2008.
[۲۰]	F. Namdari, S. Jamali, and P.A. Crossley, "Power differential based wide-area protection", in Journal of Electric Power Systems Research, Elsevier, vol. 77, no. 12, pp. 1541-1551, October 2007.
[۲۱]	S. Jamali and A. Parham, "New approach to adaptive single pole auto-reclosing of power transmission lines", in IET Generation, Transmission & Distribution, vol. 4, no. 1, pp. 115-122, January 2010.
[۲۲]	S. Jamali, A. Kazemi, and H. Shateri, "Measured impedance by distance relay in presence of SVC", in International Review of Electrical Engineering, IREE, vol. 5, no. 2, Part B, pp. 619-627, April 2010.
[۲۳]	S. Jamali and V. Talavat, "Dynamic fault location method for distribution networks with distributed generation", in Electrical Engineering Journal, Springer, vol. 92, no. 3, pp. 119-127, September 2010.
[۲۴]	S. Jamali and N. Ghaffarzadeh, "Adaptive single-pole auto-reclosure for transmission lines using sound phases currents and wavelet packet transform", in Electric Power Components and Systems, vol. 38, no. 14, November 2010.
[۲۵]	S. Jamali and N. Ghaffarzadeh, "A wavelet packet based method for adaptive

شماره	عنوان مقاله
	single-pole auto-reclosing", in Journal of Zhejiang University-SCIENCE C (Computers & Electronics), vol. 11, no. 12, pp. 1016-1024, December 2010.
[۲۶]	S. Jamali and N. Ghaffarzadeh, "Adaptive single pole auto-reclosing using discrete wavelet transform", in European Transactions on Electrical Power, ETEP, vol. 21, no. 1, pp. 973-986, January 2011.
[۲۷]	S. Jamali and N. Ghaffarzadeh, "A new method for arcing fault location using discrete wavelet transform and wavelet networks", Accepted for Publication in European Transactions on Electrical Power, ETEP, 21 February 2011.
[۲۸]	S. Jamali, K. Bahari, and A. Akhavan-Safa, "Assessing recursive solution of the variable window algorithm for digital distance protection", in Iran University of Science & Technology, International Journal of Engineering Science, vol. 11, no. 5, pp. 145-156, 2000.
[۲۹]	S. Jamali and A. Parham, "One-terminal digital algorithm for adaptive single-pole auto-reclosing based on zero sequence voltage", in Iranian Journal of Electrical and Electronic Engineering, IJEEE, vol. 4, no. 3, pp. 71-78, July 2008.

#### ۱-۴- مقالات علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

جدول ۱-۴: مقالات دانشگاه صنعتی امیرکبیر در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

شماره	عنوان مقاله
[۱]	Hossein Askarian Abyaneh - 2:Hosein Kazemi Kargar, "A new model of overcurrent relay characteristics based on fuzzy logic" , , Vol. , NO.3 , PP.0_0 , 30 December2003.
[۲]	Hosein Kazemi Kargar - 3:Hossein Askarian Abyaneh - 4: - 5: - , "A novel fuzzy and artificial neural network representation of overcurrent relay characteristics" , , Vol. , NO.3 , PP.0_0 , 01 September2003.
[۳]	Hosein Kazemi Kargar - 2:Hossein Askarian Abyaneh - 3:Ohis Vivian - 4:Matin Meshkin - , "Pre - processing of the optimal coordination of overcurrent relays" , , Vol. , NO.75 , PP.0_0 , 01 February2005.
[۴]	Farzad Razavi - 2:Hossein Askarian Abyaneh - 3: - , "A new comprehensive genetic algorithm method for optimal overcurrent relays coordination" , , Vol. , NO.78 , PP.0_0 , 01 April2008.
[۵]	Reza Mohammadi Chabanlo - 2:Hossein Askarian Abyaneh - 3:Somayesadat Hashemi Kamangar - 4:Farzad Razavi - , "Optimal Combined Overcurrent and Distance Relays Coordination Incorporating Intelligent Overcurrent Relays Characteristic Selection" , IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY , Vol.26 , NO.3 , PP.1381 _ 1391 , 23 June2011.
[۶]	Bahador Fani - 2:M.E. H.Golshan - 3:Hossein Askarian Abyaneh - , "A runs test-based method for discrimination between interna.faults and inrush currents in power transformers" , EUROPEAN TRANSACTIONS ON ELECTRICAL



شماره	عنوان مقاله
	POWER , Vol.20 , NO.7 , PP.833 _ 878 , 07 October2010.
[۷]	Somayesadat Hashemi Kamangar - 2:Hossein Askarian Abyaneh - 3:Farzad Razavi - 4:Reza Mohammadi Chabanlo - , "Optimal Combined Overcurrent and Distance Relays Coordination Using a New Genetic Algorithm Method" , International Journal of Innovations in Energy Systems and Power(IJIESP) , Vol.5 , NO.1 , PP.17 _ 44 , 01 April2010.
[۸]	BEHROOZ VAHIDI - 2:MOHSEN JANNATI - 3:S.HOSSEIN HOSSEINIAN - , "A Novel Approach to Adaptive Single Phase Autoreclosure Scheme for EHV Power Transmission Lines Based on Learning Error Function of ADALINE" , , Vol. , NO. , PP.0 _ 0 , 01 December2008.
[۹]	BEHROOZ VAHIDI - 2:NAVID GHAFFARZADEH - 3:S.HOSSEIN HOSSEINIAN - 4:S.M. AHADI SARKANI - , "An Approach to Detection High Impedance Fault by Using Discrete Wavelet Transform and Artificial Neural Network" , SIMULATION-TRANSACTIONS OF THE SOCIETY FOR MODELING AND SIMULATION INTERNATIONAL , Vol.0 , NO.0 , PP.0 _ 0 , 30 March2010.
[۱۰]	MOHSEN JANNATI - 2:BEHROOZ VAHIDI - 3:S.HOSSEIN HOSSEINIAN - 4:S.M. AHADI SARKANI - , "A novel approach to adaptive single phase auto-reclosing scheme for EHV transmission lines" , INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL POWER & ENERGY SYSTEMS , Vol.0 , NO.0 , PP.0 _ 0 , 01 January2011.
[۱۱]	MOHSEN JANNATI - 2:SAEED JAZEBI - 3:BEHROOZ VAHIDI - 4:S.HOSSEIN HOSSEINIAN - , "A Novel Algorithm for fault type fast diagnosis in overhead transmission lines using Hidden Markov Models" , JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING & TECHNOLOGY , Vol.6 , NO.6 , PP.742 _ 749 , 27 October2011.
[۱۲]	MOOSA MOGHIMI HAJI - 2:BEHROOZ VAHIDI - 3:S.HOSSEIN HOSSEINIAN - , "Current Transformer Saturation Detection Using Gaussian Mixture Models" , JOURNAL OF APPLIED RESEARCH AND TECHNOLOGY , Vol.11 , NO.1 , PP.79 _ 87 , 02 March2013.
[۱۳]	Ramezan Ali Naghizadeh - 2:BEHROOZ VAHIDI - 3:S.HOSSEIN HOSSEINIAN - , "Calculation of inrush current using adopted parameters of the hysteresis loop" , COMPEL-THE INTERNATIONAL JOURNAL FOR COMPUTATION AND MATHEMATICS IN ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING , Vol.33 , NO.5 , PP.1 _ 15 , 16 August2014.
[۱۴]	JAMAL BAIZA - 2:S.HOSSEIN HOSSEINIAN - 3:BEHROOZ VAHIDI - , "Fault Type Estimation in Power Systems" , , Vol. , NO.3 , PP.0 _ 0 , 01 September2009.
[۱۵]	MOHAMMAD REZA TOUSI - 2:S.HOSSEIN HOSSEINIAN - 3:MOHAMMAD BAGHER MENHAJ - , "A multi agent based voltage control in power systems using distributed reinforcement learning" , Simulation - transactions of the society for modeling and simulation , Vol.0 , NO.0 , PP.0 _ 0 , 19 May2010

شماره	عنوان مقاله
[۱۶]	HOSSEIN HOSSEINIAN - 2:Sajad Najafi Ravadanagh - 2:Sajad Najafi Ravadanagh - 3:MEHRDAD ABEDI - , "A novel strategy for stability evaluation of islanded power systems" , Iranian Journal of Electrical and Electronic Engineering , Vol.9 , NO.1 , PP.43 _ 51 , 23 October2010.
[۱۷]	MOHAMMAD REZA TOUSI - 2:S.HOSSEIN HOSSEINIAN - 3:MOHAMMAD BAGHER MENHAJ - , "Voltage coordination of FACTS devices in power systems using RL_ based multi agents systems" , Amirkabir International Journal of Electrical and Electronics Engineering , Vol.41 , NO.2 , PP.39 _ 49 , 01 December2009
[۱۸]	tousi - 2:S.HOSSEIN HOSSEINIAN - 3:MOHAMMAD BAGHER MENHAJ - , "Voltage Coordination of FACTS Devices in Power Systems Using RL-Based Multi-Agent Systems" , Amirkabir International Journal of Electrical and Electronics Engineering , Vol.41 , NO.2 , PP.13 _ 20 , 14 December2010.
[۱۹]	SAEED JAZEBI - 2:S.HOSSEIN HOSSEINIAN - 3:MOHSEN JANNATI - 4:BEHROOZ VAHIDI - , "Time domain single phase reclosure scheme for transmission lines based on dual-gaussian mixture models" , ENGINEERING APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE , Vol.0 , NO.0 , PP.1 _ 8 , 29 February2012.

### ۱-۱-۵ - مقالات علمی دانشگاه شهید عباسپور در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

جدول ۱-۵: مقالات دانشگاه شهید عباسپور در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

شماره	عنوان مقاله
[۱]	Khederzadeh, M.; Ansari-Shahrezai, H., "Development of a user-friendly, open-system software for the design and evaluation of protective relaying applications," Developments in Power System Protection, 2004. Eighth IEE International Conference on , vol.1, no., pp.232,235 Vol.1, 5-8 April 2004.
[۲]	Khederzadeh, M., "Back-up protection of distance relay second zone by directional overcurrent relays with combined curves," Power Engineering Society General Meeting, 2006.
[۳]	Khederzadeh, M., Ehsan, M., "A New Method for Fast Maximum Loadability Assessment of Large Scale Power Systems", International Journal of Science and Technology, Scientia, Iranica, Vol. 7, No. 3, Fall 2000.
[۴]	Sidhu, T.S.; Khederzadeh, M., "Series compensated line protection enhancement by modified pilot relaying schemes," Power Delivery, IEEE Transactions on , vol.21, no.3, pp.1191,1198, July 2006.
[۵]	Khederzadeh, M., "Thermal Overload Protection of Induction Motors Under Waveform Distortion," Universities Power Engineering Conference, 2006. UPEC '06. Proceedings of the 41st International , vol.3, no., pp.866,870, 6-8 Sept. 2006.



۱-۱-۶- مقالات علمی دانشگاه تبریز در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

جدول ۱-۶: مقالات دانشگاه تبریز در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

شماره	عنوان مقاله
[۱]	M. Sanaye-Pasand, H. Seyedi, " Design of New Load Shedding Special Protection Schemes for a Double Area Power System", American Journal of Applied Sciences, Feb. 2009.
[۲]	Heresh Seyedi and Layegh Behroozi, "New distance relay compensation algorithm for double circuit transmission line protection", IET Generation, Transmission & Distribution, 2012.
[۳]	Mahari, A.; Seyedi, H., "An analytic approach for optimal coordination of overcurrent relays," Generation, Transmission & Distribution, IET , vol.7, no.7, pp.674,680, July 2013.
[۴]	Hashemi, S.M.; Hagh, M.T.; Seyedi, H., "High-speed relaying scheme for protection of transmission lines in the presence of thyristor-controlled series capacitor," Generation, Transmission & Distribution, IET , vol.8, no.12, pp.2083,2091, 12 2014.
[۵]	Heresh Seyedi ; Saeed Teimourzadeh ; Peyman Soleiman Nezhad, "Adaptive zero sequence compensation algorithm for double-circuit transmission line protection", IET Generation, Transmission & Distribution, Volume 8, Issue 6, June 2014.
[۶]	Hashemi, S.M.; Hagh, M.T.; Seyedi, H., "Transmission-Line Protection: A Directional Comparison Scheme Using the Average of Superimposed Components," Power Delivery, IEEE Transactions on , vol.28, no.2, pp.955,964, April 2013.
[۷]	Ghanizadeh, T.; Seyedi, H., " Impedance-Differential Protection: A New Approach to Transmission-Line Pilot Protection", IEEE Transactions on Power Delivery, 20-Dec-2014.

۱-۱-۷- مقالات علمی دانشگاه زنجان در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

جدول ۱-۷: مقالات دانشگاه زنجان در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

شماره	عنوان مقاله
[۱]	S.H. Mousavi Motlagh, K. Mazlumi, "A Novel Objective Function For Directional Overcurrent Relays Coordination", International Journal of Engineering (IJE) Accepted 2014.

شماره	عنوان مقاله
[۲]	S. M. Hosseini, K. Mazlumi, "A New Hybrid Method Based on Discrete Wavelet Transform and Cross-Correlation Function to Discriminate Internal Faults from Inrush Currents", The Arabian Journal for Science and Engineering (AJSE) Vol. 39 Issue 10 (2014) .
[۳]	M. Ojaghi, K. Mazlumi, M. Azari, "Zone-3 Impedance Reach Setting of Distance Relays by Including In-feed Current Effects in an Adaptive Scheme", International Journal of Engineering (IJE), Vol. 27 Issue 7 (2014).
[۴]	M. Pakdel, K. Mazlumi, "A Novel Micro controller Based Transmission Line Differential Protection", International Journal of Engineering Innovation & Research Vol. 3 Issue 4 (2014).
[۵]	S. R. Ahmadi, K. Mazlumi, "Stable and Unstable Power Swing Detecting by Improved Equal Area Criterion Method", Journal of Nonlinear Systems in Electrical Engineering (JNSE), Vol. 2 Issue 1 (2014).
[۶]	N. Khodabakhshi Javinani, H. Askarian Abyaneh, K. Mazlumi, "Filtering and Processing of Harmonic Signals Using Averaging Technique in Digital Relays", IEEE International Conference on Smart Energy Grid Engineering (SEGE'13), University of Ontario Institute of Technology, Oshawa-Canada, 28 - 30 August 2013.

### ۱-۱-۱ - مقالات علمی دانشگاه کردستان در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

جدول ۸-۱: مقالات دانشگاه کردستان در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

شماره	عنوان مقاله
[۱]	Moshtagh, J.; Rafinia, A., "A new approach to high impedance fault location in three-phase underground distribution system using combination of fuzzy logic & wavelet analysis," Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2012 11th International Conference on , vol., no., pp.90,97, 18-25 May 2012.
[۲]	Moshtagh, J.; Jannati, M.; Baghaee, H.R.; Nasr, E., "A novel approach for online fault detection in HVDC converters," Power System Conference, 2008. MEPCON 2008. 12th International Middle-East , vol., no., pp.307,311, 12-15 March 2008.

### ۱-۱-۹ - مقالات علمی دانشگاه خواجه نصیر در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

جدول ۹-۱: مقالات دانشگاه خواجه نصیر در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

شماره	عنوان مقاله
[۱]	M. Vatani, Amraee T., et al, A new scheme for islanding detection of distributed generations IET, 2012.
[۲]	Amraee T. , Ranjbar S., Transient Instability Prediction Using Decision Tree Technique (2013) IEEE Transactions on Power Systems, vol.28, no.3, pp.3028,3037, Aug. 2013 .
[۳]	M. Alizadeh, T.Amraee, Adaptive scheme for local prediction of post-contingency power system frequency Electric Power Systems Research, vol.107, 2014, pp: 240-249 .
[۴]	Amraee T., Ranjbar, A.M., Feuillet, R., Mozafari, B System Protection Scheme for Mitigation of Cascaded Voltage Collapses, IET Generation, Transmission & Distribution, 3(3), March 2009 pp(s):242 256.
[۵]	Amraee T., A.M. Ranjbar, B. Mozafari and N. Sadati An enhanced under-voltage load-shedding scheme to provide voltage stability , Electric Power Systems Research, Volume 77, Issue 8, June 2007, Pages 1038-1046.
[۶]	Shiroei M., Ranjbar, A.M, Amraee T., A functional model predictive control approach for power system load frequency control considering generation rate constraint .(2011) European transactions on electrical power, DOI: 10.1002/etep.653.
[۷]	[7] Amraee T., N. Sadati, and A. M. Ranjbar, A global Particle Swarm-Based-Simulated Annealing Technique for undervoltage load shedding , Journal of Applied Soft Computing, 9(2009) 652-658.
[۸]	Amraee T., A.M. Ranjbar, Adaptive Under-Voltage Load shedding Scheme Using Model Predictive Control, Electric Power System Research, (2011), doi:10.1016/j.epsr.2011.03.006.
[۹]	A system wide scheme for mitigation of voltage instability .Amraee, T., Ranjbar, A.M. and Feuillet, R., Power Systems Conference and Exposition. IEEE/PES 15-18 March 2009 Page(s):1-7.
[۱۰]	S. A. A. Hodaei, T. Amraee, A. M. Ranjbar, "Improvement of Distance Relay Performance During Voltage Instability Conditions," Proceedings of the North American Power Symposium (NAPS 2009), Starkville, Mississippi, October 2009.
[۱۱]	An Immune-Based Algorithm for Voltage Stability Constrained Load Shedding, Amraee, T, Ranjbar, A.M. and Feuillet, R., World Congress in Computer Science, Computer Engineering, and Applied Computing Nevada, USA, 2009.

۱-۱-۱- مقالات علمی دانشگاه شهید بهشتی در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

جدول ۱-۱: مقالات دانشگاه شهید بهشتی در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

شماره	عنوان مقاله
-------	-------------

شماره	عنوان مقاله
[۱]	Zanjani, M.G.M.; Kargar, H.K.; Zanjani, M.G.M., "High impedance fault detection of distribution network by phasor measurement units," Electrical Power Distribution Networks (EPDC), 2012 Proceedings of 17th Conference on , vol., no., pp.1,5, 2-3 May 2012.
[۲]	Nateghi, A.; Kargar, H.K.; Bagheri, S.; Hashemi, S.H., "Voltage and current relays settings under reconnection of islanded wind farms," Developments in Renewable Energy Technology (ICDRET), 2012 2nd International Conference on the , vol., no., pp.1,4, 5-7 Jan. 2012.
[۳]	Kargar, H.K.; Mirzaei, J., "New method for islanding detection of wind turbines," Power and Energy Conference, 2008. PECon 2008. IEEE 2nd International, vol., no., pp.1633, 1637, 1-3 Dec. 2008.

۱-۱-۱ - مقالات علمی دانشگاه فردوسی مشهد در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

جدول ۱-۱: مقالات دانشگاه فردوسی مشهد در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

شماره	عنوان مقاله
[۱]	Masoud Ghiafeh Davoudi , Javad Sadeh , Ebadollah Kamyab , Parameter-free fault location for transmission lines based on optimization , IET Generation Transmission & Distribution , Volume ( 9 ) , 2015-2, Pages 100-108
[۲]	Rahman dashti , Javad Sadeh , Fault section estimation in power distribution network using impedance based fault distance calculation and frequency spectrum analysis , IET Generation Transmission & Distribution , Volume ( 8 ) , 2014-8, Pages 1406-1417
[۳]	Mohammad Farshad , Javad Sadeh , Transmission line fault location using hybrid wavelet-Prony method and relief algorithm , International Journal of Electrical Power & Energy Systems , Volume ( 61 ) , 2014-4, Pages 127-136
[۴]	rahman dashti , Javad Sadeh , Accuracy improvement of impedance based fault location method for power distribution network using distributed-parameter line model , International Transactions on Electrical Energy Systems , Volume ( 24 ) , 2014-3, Pages 318-334
[۵]	Mohammad Farshad , Javad Sadeh , Generalized Instance-based Fault Locating in Transmission Lines Using Single-ended Voltage Measurements , European Transactions on Electrical Power , Volume ( 23 ) , 2013-12, Pages 100-110
[۶]	Mohammad Farshad , Javad Sadeh , A Novel Fault-Location Method for HVDC Transmission Lines Based on Similarity Measure of Voltage Signals , IEEE Transactions on power delivery , Volume ( 28 ) , 2013-10, Pages 2483-2490
[۷]	Mohammad Farshad , Javad Sadeh , Fault Locating in High Voltage Transmission Lines Based on Harmonic Components of One-end Voltage

شماره	عنوان مقاله
	Using Random Forests , Iranian Journal of Electrical And Electronic Engineering , Volume ( 9 ) , 2013-6, Pages 158-166
[۸]	Javad Sadeh , Determination of the Optimum Routine and Self-checking Test Time Intervals for Power System Protection Considering Remote Back up Protection System Failure , IET Generation Transmission & Distribution , Volume ( 7 ) , 2013-5, Pages 1163-1171
[۹]	Ebadollah Kamyab , Javad Sadeh , An islanding detection method for photovoltaic distributed generation based on voltage drifting , IET Generation Transmission & Distribution , Volume ( 7 ) , 2013-2, Pages 584-592
[۱۰]	Javad Sadeh , A New Single Ended Fault Location algorithm for Combined Transmission Line Considering Fault Clearing Transients without Using Line Parameters , International Journal of Electrical Power & Energy Systems , Volume ( 44 ) , 2013-1, Pages 816-823
[۱۱]	[11] Javad Sadeh , Ehsan Bakhshizadeh , Rasoul Kazemzadeh , A new fault location algorithm for radial distribution systems using modal analysis , International Journal of Electrical Power & Energy Systems , Volume ( 45 ) , 2013-1, Pages 271-278
[۱۲]	Ebadollah Kamyab , Javad Sadeh , Inverter Based Distributed Generator Islanding Detection Method using Under/Over Voltage Relay , Iranian Journal of Electrical And Electronic Engineering , Volume ( 8 ) , 2012-12, Pages 311-321
[۱۳]	Mohammad Farshad , Javad Sadeh , Accurate Single Phase Fault Location Method for Transmission Lines based on K-nearest Neighbor Algorithm using One-end Voltage , IEEE Transactions on power delivery , Volume ( 27 ) , 2012-9, Pages 2360-2367
[۱۴]	Javad Sadeh , New Fault-Location Algorithm for Transmission Lines Including Unified Power-Flow Controller , IEEE Transactions on power delivery , Volume ( 27 ) , 2012-8, Pages 1763-1771
[۱۵]	rahman dashti , Javad Sadeh , Fault section estimation in power distribution network only with special cutout fuse links setting , Wulfenia , Volume ( 19 ) , 2012-8, Pages 317-323
[۱۶]	Javad Sadeh , Accurate fault location algorithm for transmission lines in the presence of shunt-connected flexible AC transmission system devices , IET Generation Transmission & Distribution , Volume ( 6 ) , 2012-3, Pages 247-255
[۱۷]	Javad Sadeh , A Novel Fault Location Algorithm for Long Transmission Lines Compensated by Series FACTS Devices , IEEE Transactions on power delivery , Volume ( 26 ) , 2011-10, Pages 2299-2308
[۱۸]	Elyas Rakhshani , Javad Sadeh , REDUCED-ORDER OBSERVER CONTROL FOR TWO-AREA LFC SYSTEM AFTER DEREGULATION , Control and Intelligent Systems , Volume ( 38 ) , 2010-12, Pages 185-193
[۱۹]	[Habib Rajabi Mashhadi , Javad Sadeh , Optimal Coordination of Directional Overcurrent Relays Considering Different Network Topologies Using Interval Linear Programming , IEEE Transactions on power delivery , Volume ( 25 ) ,

شماره	عنوان مقاله
	2010-7, Pages 1348-1354
[۲۰]	Javad Sadeh , aniseh adinehzadeh , Accurate fault location algorithm for transmission line in the presence of series connected FACTS devices , International Journal of Electrical Power & Energy Systems , Volume ( 32 ) , 2010-3, Pages 323-328
[۲۱]	Javad Sadeh , A new and accurate fault location algorithm for combined transmission lines using Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System , Electric Power Systems Research , 2009-10, Pages 1538-1545
[۲۲]	Javad Sadeh , , Q-Learning based Cooperative Multi-Agent System Applied to Coordination of Overcurrent Relays , Journal of Applied Sciences , Volume ( 8 ) , 2008-8, Pages 3924-3930
[۲۳]	Javad Sadeh , A.M. Rajbar , N. Hadjsaid , R. Feuillet , An Accurate Fault Location Algorithm for Power Transmission Lines , European Transactions on Electrical Power , Volume ( 10 ) , 2000-10, Pages 313-318
[۲۴]	Hamid Toliyat , Javad Sadeh , Reza Ghazi , Design of Augmented Fuzzy Logic Power System Stabilizers to Enhance Power , IEEE Transactions on Energy Conversion , Volume ( 11 ) , 1996-3, Pages 97-103

۱-۱-۱۲ - مقالات علمی دانشگاه سمنان در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

جدول ۱-۱۲: مقالات دانشگاه سمنان در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

شماره	عنوان مقاله
[۱]	Z. Moravej, D.N. Vishwakarma and S.P. Singh, "Digital Filtering Algorithms For Differential Relaying of Power Transformer: An Overview", Electric Machines and Power Systems, 2000.
[۲]	Z. Moravej, D.N. Vishwakarma and S.P. Singh, "ANN Based Protection Scheme For Power Transformer", Electric Machines and Power Systems, 2000.
[۳]	Z. Moravej, D.N. Vishwakarma and S.P. Singh, " Radial Basis Function Neural Network Model For Protection of Power Transformer", Electric Machines and Power Systems, 2001.
[۴]	Z. Moravej, D.N. Vishwakarma and S.P. Singh, "An Intelligent Differential Relay", Institution of Engineers (India), 2003.
[۵]	Z. Moravej, D.N. Vishwakarma and S.P. Singh, "Protection and Condition

شماره	عنوان مقاله
	Monitoring of power transformer using ANN”, Electric Machines and Power Systems, 2002.
[۶]	Z.Moravej, D.N.Vishwakarma, “ANN based harmonic restraint differential protection of power transformer,” Institution of Engineers (India), 2003.
[۷]	Z.Moravej and M.Sanaye-Pasand, “A novel approach for protection and condition monitoring of power transformer using MRBFNN”, Electric Power Components and Systems, 2004.
[۸]	Z.Moravej, “Evolving Neural Nets for Protection and Condition Monitoring of Power Transformer”, Electric Power Components and Systems, 2005.
[۹]	Z. Moravej, “Bus bar protection based minimal radial basis function network using OCT”, WSEAS TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS, 2005.
[۱۰]	Z. Moravej, S.A.Banihashemi and M.H.Velayati, “Power Quality Event classification and Detection using a Novel Support Vector Algorithm”, Energy Conversion and Management, 2009.
[۱۱]	Z. Moravej, M. Pazoki, and A.A. Abdoos, “Wavelet Transform and Multi-class Relevance Vector Machines Based Recognition and Classification of Power Quality Disturbances”, European Transaction on Electrical Power, 2011.
[۱۲]	Z. Moravej, A.A. Abdoos and M Sanaypasand, “A New Approach Based on S-transform for Discrimination and Classification of Inrush current from Internal Fault Currents using Probabilistic Neural Network,” Electric Power Components and system, 2010.
[۱۳]	Z. Moravej , A.A. Abdus, and M. Akhlaghi, “Power quality classification using ANN”, in Persian, Journal of engineering Semnan university, semnan, 2010.
[۱۴]	Z. Moravej, M. Pazoki, A. A. Abdoos, “A new approach for fault classification and section detection in compensated transmission line with TCSC”, European Transaction on Electrical Power, 2011.
[۱۵]	Z. Moravej, A.A. Abdoos and M. Sanaye-Pasand, “A new Protection Scheme for Power Transformers Using Time Frequency Analysis”, International



شماره	عنوان مقاله
	Review of Electrical Engineering, 2011.
[۱۶]	Z. Moravej, M. Pazoki, A.A. Abdoos, "A new approach for fault classification and section detection in compensated transmission line with TCSC," European Transaction on Electrical Power, 2011.
[۱۷]	Z. Moravej, A.A. Abdoos, M. Pazoki, "New Combined S-transform and Logistic Model Tree Technique for Recognition and Classification of Power Quality Disturbances," Electric Power Components and system, 2011.
[۱۸]	Z. Moravej, A.A. Abdoos and M. Sanaye-Pasand, "Power Transformer Protection Using Improved S-transform, Electric Power Components and system", European Transaction on Electrical Power, 2012.
[۱۹]	Z. Moravej, M. Pazoki, M. Niasati, and A.A. Abdoos, "A Hybrid Intelligence Approach for Power Quality Disturbances Detection and Classification", European Transactions on Electrical Power, 2012.
[۲۰]	Z. Moravej, M. Khederzadeh, M. Pazoki, "New Combined Method for Fault Detection, Classification and Location in Series Compensated Transmission Line", Electric Power Components and Systems, 2012.
[۲۱]	Z. Moravej, A.A. Abdoos, "An Improved Fault Detection Scheme for Power Transformer Protection," Electric Power Components and system, 2012.
[۲۲]	Z. Moravej, J. Enayati, "A Hybrid Least Squares-Clonal Selection Based Algorithm for Harmonic Estimation," European Transaction on Electrical Power, 2012.
[۲۳]	Z. Moravej, M. Pazoki, "Application of a New Combined Technique to Power Quality Events Classification", International Review of Electrical Engineering, 2012.
[۲۴]	Zahra Moravej*, † and Javad Enayati, A hybrid least squares-clonal selection based algorithm for harmonics estimation, INTERNATIONAL TRANSACTIONS ON ELECTRICAL ENERGY SYSTEMS Int. Trans. Electr. Energ. Syst. (2012) Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/etep.1676



شماره	عنوان مقاله
[۲۵]	Abdaloussein Rezai n, Parviz Keshavarzi, Zahra Moravej, Secure SCADA communication by using a modified key management scheme, ISA Transactions 52 (2013) 517-524.
[۲۶]	Masoud Ahmadipourand Z. Moravej, A New Approach in Power Transformer Differential Protection, International Journal of Current Engineering and Technology, 2013.

۱-۱-۱۳ - مقالات علمی دانشگاه شهید چمران در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

جدول ۱-۱۳: مقالات دانشگاه شهید چمران در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

شماره	عنوان مقاله
[۱]	I. Sadinezhad, M. Joorabian, "An Adaptive Precise One End Fault Location in Transmission Lines Based on Hybrid Complex Least Error Squares Algorithm and Adaptive Artificial Neural Networks", International Review of Electrical Engineering (I.R.E.E.) , Vol.3, No.5 , pp 803-810, september-October, 2008.
[۲]	Joorabian, M. , S. M. A. Taleghani Asl, R. K. Aggarwal "Accurate Fault Locator for EHV Transmission Lines Based on Radial Basis Function Neural Networks" EPRS Journal, Elsevier, 2004.
[۳]	محمود جورابیان "تعیین محل دقیق خطا در خطوط انتقال انرژی بر اساس شبکه های عصبی مصنوعی"، مجله فنی و مهندسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، شماره ۱، تابستان ۷۹
[۴]	Joorabian, M., " Artificial Neural Net-work based Fault Location Technique for Overhead Distribution Systems ", Journal of Engineering, Kolkata INDIA Vol.13, No.2, 2003.
[۵]	Joorabian, M., "Artificial Intelligent Based Fault Location Technique on EHV Series-Compensated Lines", Energy Management and Power Delivery, IEEE Catalogue No: 98EX137, 1998, pp 479-484.
[۶]	Aggarwal, R.K., Joorabian, M., Song, Y.H. "Fuzzy neural network approach to accurate transmission line fault location", Inter-national Journal of Engineering Intelligent systems, Vol. 5, NO. 4, pp. 251-258 December 1997.

۱-۱-۱۴ - مقالات علمی دانشگاه صنعتی اصفهان در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

جدول ۱-۱۴: مقالات دانشگاه صنعتی اصفهان در حوزه فناوری تجهیزات حفاظتی

شماره	عنوان مقاله
[۱]	B. Ahmadzadeh-Shoostari, M.E.H. Golshan, I. Sadeghkhan, "A Combined Method to Efficiently Adjust Frequency-Based Anti-Islanding Relays of Synchronous Distributed Generation," <i>International Transactions on Electrical Energy Systems (John Wiley)</i> , Early View, 2014. DOI: 10.1002/etep.2021.
[۲]	B. Fani, M.E.H. Golshan, M. Saghaian-nejad, "Transformer Differential Protection Using Geometrical Structure Analysis of Waveforms," <i>Electric Power Components and Systems (Taylor &amp; Francis)</i> , vol. 39, no. 3, pp. 204-224, 2011.
[۳]	B. Fani, M.E.H. Golshan, H.A. Abyaneh, M. Saghaian-nejad, "A Run Test-Based Method for Discrimination Between Internal Faults and Inrush Currents in Power Transformers," <i>European Transactions on Electrical Power (John Wiley)</i> , vol. 21, no. 3, pp. 1392-1408, Apr. 2011.
[۴]	B. Fani, M.E.H. Golshan, H.A. Abyaneh, "Waveform Feature Monitoring Scheme for Transformer Differential Protection," <i>Journal of Zhejiang University-SCIENCE A</i> , vol. 12, no. 2, pp. 116-123, Feb. 2011.
[۵]	B. Fani, M.E.H. Golshan, M. Saghaian-nejad, "A Frequency Curves Analysis-Based Method for Transformers Differential Protection," <i>European Transactions on Electrical Power (John Wiley)</i> , vol. 21, no. 1, pp. 987-996, Jan. 2011.
[۶]	M.E.H. Golshan, H. Samet, "A New Differential Protection Algorithm Based on Rising Rate Variation of Second Harmonic Current," <i>Iranian Journal of Science &amp; Technology</i> , vol. 30, pp. 643 - 654, 2006.
[۷]	M.E.H. Golshan, N Golbon, "Detecting Secondary Arc Extinction Time by Analyzing Low Frequency Components of Faulted Phase Voltage or Sound Phase Current Waveforms," <i>Electrical Engineering (Springer)</i> , vol. 88, no. 2, pp. 141-148, Jan. 2006.
[۸]	M.E.H. Golshan, M. Saghaian-nejad, A. Saha, H. Samet, "A New Method for Recognizing Internal Faults from Inrush Current Conditions in Digital Differential Protection of Power Transformers," <i>Electric Power System Research (Elsevier)</i> , vol. 71, no. 1, pp. 61 - 71, Sep. 2004.
[۹]	M.E.H. Golshan, H. Ghoudjehbaklou, H. Seifi, "Application of Pattern Recognition Algorithms for Clustering Power System to Voltage Areas and Comparison of their Results," <i>Journal of Engineering, Isfahan University of Technology</i> , vol. 20, no. 2, pp. 43-44, Sep. 2002.

بدلیل محدود بودن پایان‌نامه‌هایی که ساخت تجهیز حفاظتی را شامل می‌شوند، مقالات استخراج شده، در جداول فوق آورده شده است.

## ۱-۲- پروژه‌های توسعه و ساخت محصول حفاظتی شبکه برق در دانشگاه‌های کشور

با توجه به اهمیت فعالیت‌های انجام شده در مراکز تحقیقاتی در زمینه ساخت تجهیز بمنظور شناسایی پتانسیل‌های موجود در کشور، در این بخش از گزارش فعالیت‌های متخصصین حاضر در مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی که در زمینه ساخت تجهیزات حفاظتی پروژه‌هایی انجام داده‌اند، مورد توجه قرار گرفته است. طی تماس‌های انجام شده خلاصه‌ای از توانمندی و ظرفیت پروژه‌ها و تجهیزات تولید شده در راستای این پروژه‌ها گردآوری گردیده است که در ادامه گزارش ارائه خواهد شد. در این گزارش‌ها اطلاعاتی از پروژه و مشخصات محصول حفاظتی ساخته شده در مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی آورده شده است.

### ۱-۲-۱- طرح‌های دانشگاه صنعتی امیرکبیر

#### طرح اول

#### عنوان پروژه

۱. رله مولتی فانکشن شامل فانکشن‌های اضافه جریان، جهتی و حفاظت از فیدر
۲. تستر انواع تجهیزات حفاظتی و دستگاه‌های اندازه‌گیری
۳. رله دیستانس
۴. رله دیفرانسیل

## مجری پروژه

دکتر حسین عسکریان ایبانه

## کارفرما / شرکت همکار

کارفرمای این پروژه‌ها معاونت محترم علمی فناوری ریاست جمهوری و شرکت توانیر هستند. قراردادهای منعقد شده بشرح زیر

می‌باشند:

۱. معاونت محترم علمی فناوری ریاست جمهوری

۲. شرکت توانیر

۳. برق منطقه‌ای تهران

۴. برق منطقه‌ای سمنان

۵. برق منطقه‌ای باختر

## صنعتی یا نیمه صنعتی بودن محصول نهایی

رله مولتی فانکشن و تستر کاملا صنعتی بوده و کلیه استانداردهای عملکردی، محیطی و EMC را در آزمایشگاه‌های مرجع

کشور با موفقیت گذرانده‌اند.

در مورد رله دیستانس و دیفرانسیل هم اکنون ساخت نمونه‌های نیمه‌صنعتی ساخته شده و براساس تست‌های بعمل آمده

اصلاحات لازم در طراحی در حال اجرا است.

## امکان تجاری سازی و تولید انبوه

بله، هم اکنون با مشارکت معاونت محترم علمی فناوری ریاست جمهوری، شرکت توانیر و دانشگاه صنعتی امیرکبیر پروژه تجاری سازی و تولید انبوه رله مولتی فانکشن و تستر انواع تجهیزات حفاظتی و اندازه گیری در حال اتمام می باشد.

همچنین صنعتی نمودن دو رله دیستانس و دیفرانسیل نیز هم اکنون با مشارکت معاونت علمی فناوری ریاست جمهوری و شرکت توانیر در حال اجرا است.

## تکنولوژی ساخت (سخت افزار و نرم افزاری)، قابلیت‌ها و برتری‌های محصول

بر خلاف روال معمول در طراحی و ساخت رله‌ها که برای هر نوع رله از یک سخت افزار مجزا استفاده می شود، در رله‌های تولید شده در آزمایشگاه تخصصی-تحقیقاتی حفاظت دانشگاه صنعتی امیرکبیر برای تمام رله‌های پرکاربرد و استراتژیک از یک سخت افزار پایه استفاده می شود و بنا به درخواست مشتری نرم افزار مورد نظر بر روی سخت افزار بارگذاری می شود. سخت افزار استفاده شده در این پروژه شامل پردازنده‌های قوی با قابلیت اطمینان بالا، تعدادی ورودی جریان و ولتاژ سیستم قدرت، نمایشگر و ... می باشد. همچنین این طرح قابلیت Tele Protection و حفاظت متمرکز را نیز دارا می باشد که در آن رله‌ها با یکدیگر در ارتباط مخابراتی هستند و از یک سرور مرکزی دستور می گیرند.

از دیگر ویژگی‌های این طرح که آن را از سایر طرح‌های رله‌های موجود و روز دنیا متمایز می سازد می توان به موارد زیر اشاره

نمود:

- استفاده از روش‌های جدید تشخیص خطا
- استفاده از روش‌های جدید تشخیص فازورها
- انتخاب تنظیم مناسب برای رله با توجه به رله‌های مجاور

- آنالیز پدیده‌های گذرا
- اتوماسیون تست
- پیش‌بینی اتفاق‌ها
- تشخیص محل خطا
- بررسی و آنالیز پدیده‌های کیفیت توان
- و ...

جدول ۱-۱۵: تفاوت دستگاه تستر امیرکبیر با تستر Omicron

ردیف	دستگاه تست اندازه‌گیری موجود (Omicron 256plus)	دستگاه تست امیرکبیر
۱	دستگاه ۱۲ بیتی	دستگاه ۱۴ بیتی
۲	تکنیک خطی (داغ کردن حجم زیادتر) و بزرگتر	ترکیب تکنیک خطی و تکنیک سوئیچینگ (دقت بالا)
۳	عدم امکان گزارشگیری مختلف نظیر گزارشهای کوتاه، متوسط، بلند و با فرمتهای مختلف	امکان گزارشگیری مختلف مطابق نظر کارفرما نظیر گزارش‌های کوتاه، متوسط، بلند و با فرمتهای مختلف
۴	جریان حداکثر 12.5A	جریان حداکثر 20A
۵	دقت در حد 5mA	دقت در حد 5mA
۷	ارتباط کامپیوتر با دستگاه به صورت LAN	ارتباط کامپیوتر با دستگاه به صورت LAN
۸	نرم‌افزار تست اختصاصی دستگاه Omicron	نرم‌افزار تست اختصاصی دستگاه شبیه نرم‌افزار تست دستگاه Omicron
۹	غیر قابل تعمیر در داخل	کاملاً ماژولار و مناسب برای تعمیر حتی برای اپراتور

ردیف	دستگاه تست اندازه‌گیری موجود (Omicron 256plus)	دستگاه تست امیرکبیر
۱۰	عدم قابلیت نمایش جریان‌ها و ولتاژهای اعمال شده	نمایش جریان‌ها و ولتاژهای اعمال شده
۱۱	مشخص نبودن مشکلات دقیق در اعمال جریان و ولتاژ	مشخص بودن مشکلات در اعمال جریان و ولتاژ
۱۲	قابلیت تست ترانسدیوسر و دستگاه‌های اندازه‌گیری	قابلیت تست ترانسدیوسر و دستگاه‌های اندازه‌گیری
۱۳	نداشتن بعضی از تست‌ها و عملیات‌های مهم نظیر رله نوسان توان قفل کننده، Dropup، Pichup و ...	کامل بودن تست‌ها نظیر رله نوسان توان قفل کننده، Dropup، Pichup و ...

### طرح دوم

### عنوان پروژه

واحد اندازه‌گیری فازور (PMU)

### تاریخ شروع و اتمام پروژه

پروژه در سال ۹۰ شروع شد و سال گذشته محصول آن تولید شد.

### مجری پروژه

دکتر مهدی کراری

## کارفرما / شرکت همکار

شرکت مدیریت شبکه

## صنعتی یا نیمه صنعتی بودن محصول نهایی

محصولی صنعتی است که بمنظور اخذ گواهی آن شرکت اپیل تست‌های مورد نیاز را انجام خواهد داد و یک شرکت آلمانی به عنوان ناظر حضور خواهد یافت.

## امکان تجاری‌سازی و تولید انبوه

پیشنهاد شده است که بمنظور شرکت در مناقصات، تست‌های استاندارد لازم انجام گیرد که در فوق اشاره شد.

## تکنولوژی ساخت (سخت‌افزار و نرم‌افزاری)، قابلیت‌ها و برتری‌های محصول

این محصول دو برتری ویژه دارد. نرخ نمونه‌برداری این محصول ۱۲/۸ کیلوهرتز است که نرخ نمونه‌برداری بالاتری نسبت به نمونه‌های دیگر می‌باشد و همچنین دارای ۶۴ ورودی دیجیتالی و ۴۰ ورودی آنالوگ می‌باشد که در مقایسه با نمونه‌های دیگر قابل توجه است. همچنین این محصول به صورت ماژولار ساخته شده که می‌توان بسته به تعداد ورودی‌های مورد نظر، ورودی‌های آن را افزایش داد.

۱-۲-۲ - طرح‌های دانشگاه صنعتی شریف

## عنوان طرح

رله دیفرانسیل



## تاریخ شروع و اتمام پروژه

این پروژه با ساخت یک نمونه آزمایشگاهی رله دیفرانسیل در سال ۱۳۷۶ شروع شد و یک نمونه آزمایشگاهی ارائه گردید و سپس در پی عقد قرارداد با شرکت برق منطقه‌ای باختر روی ساخت یک نمونه نیمه صنعتی رله دیفرانسیل کار شد و در سال ۸۱- ۸۰ نمونه اولیه آن ساخته شد.

## مجری پروژه

دکتر مهدی وکیلیان

## کارفرما / شرکت همکار

طرف قرارداد در ساخت نمونه نیمه صنعتی شرکت برق منطقه‌ای باختر بود و البته معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی شریف نیز از آن حمایت نمود تا نمونه اولیه ساخته شد و آزمون‌های عملکرد رله با موفقیت در حضور متخصصان شرکت توانیر روی آن انجام شد و مورد تایید قرار گرفت.

## صنعتی یا نیمه صنعتی بودن محصول نهایی

آزمون‌های عملکرد این رله دیفرانسیل با موفقیت و در حضور متخصصان شرکت توانیر روی آن انجام شد و مورد تایید قرار گرفت.

## امکان تجاری‌سازی و تولید انبوه

طراحی و تولید نمونه اولیه این محصول توسط توانیر مورد استقبال قرار گرفته است و تا اسفند ۹۳ ساخت این محصول نهایی خواهد شد. کار در قالب یک همکاری سه جانبه در حال انجام هست.

## تکنولوژی ساخت (سخت‌افزار و نرم‌افزاری)، قابلیت‌ها و برتری‌های محصول

الگوریتم کامل و پیشرفته‌ای در این رله پیاده‌سازی شده است که عملکرد قابل توجهی در مقایسه با رله‌های شرکت‌های معتبر خارجی دارد و بمنظور اختصاصی‌سازی رله منتشر نشده است.

۱-۲-۳ - طرح‌های دانشگاه شهید عباسپور

### عنوان پروژه

- طراحی و ساخت رله مجتمع حفاظت فیدرهای توزیع
- طراحی و ساخت رله فراگیر حفاظت موتورهای فشار قوی
- طراحی و ساخت رله بارزدایی هوشمند چند منظوره
- طراحی و ساخت رله مدیریت بار زیاد ترانسفورماتورهای قدرت

### تاریخ شروع و اتمام پروژه

- طراحی و ساخت رله بارزدایی هوشمند چند منظوره قبل از سال ۸۲ به اتمام رسیده است.
- طراحی و ساخت رله مجتمع حفاظت فیدرهای توزیع و نیز رله فراگیر حفاظت موتورهای فشار قوی از سال ۸۲ تا ۸۵ انجام شده است.

### مجری پروژه

دکتر مجتبی خدرزاده

### کارفرما / شرکت همکار

پروژه‌های ساخت رله حفاظت فیدر و حفاظت و نیز رله بارزدایی هوشمند چند منظوره طی قرار دادهائی با شرکت توانیر به انجام رسیده است.

### صنعتی یا نیمه صنعتی بودن محصول نهایی

رله هوشمند چند منظوره محصولی نیمه‌صنعتی بوده است. بقیه موارد نمونه‌های آزمایشگاهی بوده‌اند. رله مدیریت بار زیاد به صورت نیمه صنعتی اجرا شده است.

### امکان تجاری‌سازی و تولید انبوه

تست‌های عملکرد بر روی رله‌های فوق انجام نشده و تاییدیه اتخاذ نشده است.

### تکنولوژی ساخت (سخت‌افزار و نرم‌افزاری)، قابلیت‌ها و برتری‌های محصول

در رله‌های فوق وظایف حفاظتی فوق به صورت چند منظوره پیاده‌سازی شده است. امکان اندازه‌گیری میزان I2t بمنظور بررسی زمان تعمیر و نگهداری کلیدها نیز فراهم شده است و همچنین ثبات خطا برای ثبت رخدادها در نظر گرفته شده است. رله مدیریت بار زیاد از اضافه بار ترانسفورماتورها بر اساس محاسبه نقطه داغ جلوگیری می‌کند.

## ۱-۲-۴ - طرح‌های دانشگاه علم و صنعت

### طرح اول

### عنوان پروژه

- ساخت رله امیدانس بالا (HIF)
- ساخت رله بازبست

### تاریخ شروع و اتمام پروژه

ساخت رله امیدانس بالا حدود ده سال گذشته انجام شده است.

پروژه ساخت رله بازبست از دو ماه پیش شروع شده است.

### مجری پروژه

دکتر سید محمد شهرتاش

### کارفرما / شرکت همکار

پروژه اول طی قراردادی با برق تهران به انجام رسید.

پروژه دوم طبق قراردادی که با توانیر به انجام خواهد رسید.

## صنعتی یا نیمه صنعتی بودن محصول نهایی

رله امپدانس بالای طراحی شده محصولی نیمه صنعتی است که تایپ تست بر روی آن انجام نشده است.

## امکان تجاری سازی و تولید انبوه

با اخذ تاییدیه پس از آزمون عملکرد آن می‌تواند به تولید انبوه برسد.

## تکنولوژی ساخت (سخت‌افزار و نرم‌افزاری)، قابلیت‌ها و برتری‌های محصول

تکنولوژی تشخیص رله HIF ترکیبی از سه پارامتر انرژی هارمونیک، میزان تصادفی بودن و میزان مانایی می‌باشد که از مهم-

ترین قابلیت‌های آن می‌توان به self-tuning بودن آن اشاره کرد.

شبیه‌سازی‌های عملکرد رله بازبست طبق الگوریتم نوین پیشنهاد شده انجام شده و مجله مربوطه به چاپ رسیده است. معمولاً

رله‌های بازبست عملکرد تایمیری مشخصی دارند. در حالیکه عملکرد رله پیشنهادی طبق روش تطبیقی، با تشخیص قوس ثانویه

می‌باشد که قادر به تشخیص سریع در ۴ میلی ثانیه است.

## طرح دوم

## عنوان پروژه

رله اضافه جریان و اتصال زمین دیجیتال

تهیه و پیاده‌سازی نرم‌افزار محلیابی خطا در خطوط هوایی با استفاده از اطلاعات ثبات ریکلوزر

طراحی و ساخت نیمه صنعتی فاصله‌یاب محل خطا در خطوط انتقال نیرو

## تاریخ شروع و اتمام پروژه

رله اضافه جریان، نرم‌افزار محل‌یابی خطا و فاصله یاب محل خطا به ترتیب در سال‌های ۸۶، ۸۵ و ۸۴ انجام شده است.

## مجری پروژه

دکتر صادق جمالی

## کارفرما / شرکت همکار

وزارت صنایع (طرح SBDC) حامی ساخت محصول رله اضافه جریان بوده است.

طرف قرارداد برای تولید نرم‌افزار محل‌یابی خطا شرکت توزیع نیروی برق غرب استان تهران بوده است.

پروژه ساخت فاصله‌یاب محل خطا طرح تعاون بین دانشگاهی بوده است.

## صنعتی یا نیمه صنعتی بودن محصول نهایی

محصول رله اضافه جریان نهایی شده و از پژوهشگاه نیرو تاییدیه گرفته شده است و محصولی صنعتی است.

عایق‌بندی و ایزولاسیون ورودی و خروجی آن به طور کامل تایید شده است.

## امکان تجاری سازی و تولید انبوه

رله اضافه جریان آماده عرضه می‌باشد.

تکنولوژی ساخت (سخت‌افزار و نرم‌افزاری)، قابلیت‌ها و برتری‌های محصول

در طول ساخت این رله سعی بر آن شد که تمامی قطعات آن در دسترس باشد و امکان تهیه آن برای تولید انبوه فراهم شود.

همچنین این رله تمامی امکاناتی که از رله‌ای در این سطح انتظار می‌رود را مهیا می‌کند و امکان برنامه‌ریزی دارد. می‌توان بعنوان رله جهتی، خطای زمین و کاربردهای دیگر از آن استفاده کرد.

نرم‌افزار محل‌یابی آفلاین خطا اطلاعات خود را از رله ریکلوزر موجود در خط گرفته و پردازش می‌کند. می‌توان این اطلاعات را از طریق اتصال مودم و شبکه اینترنت در محل دور نیز مخابره کرده و تجزیه و تحلیل کرد.

### ۱-۲-۵- طرح‌های دانشگاه تبریز

#### عنوان پروژه

تولید الگوریتم عملیاتی بر روی پردازنده‌های رله‌های میکروپروسسوری (non-conventional)

#### تاریخ شروع و اتمام پروژه

از سال ۹۱ شروع شده و تاکنون ادامه یافته است.

#### مجری پروژه

دکتر هیرش سیدی

#### کارفرما / شرکت همکار

قراردادی با سازمانی بسته نشده و صرفاً در پروژه‌های دانشگاهی مورد بررسی قرار گرفته و طراحی و تولید شده است.

## صنعتی یا نیمه صنعتی بودن محصول نهایی

نمونه‌ای نیمه صنعتی است که در سیستم قدرت بکار گرفته نشده است.

## امکان تجاری‌سازی و تولید انبوه

مطالعات بمنظور بهبود الگوریتم عملکرد رله‌های دیجیتالی در حال بررسی است و تجاری‌سازی آن در اهداف آتی مورد توجه قرار خواهد گرفت.

## تکنولوژی ساخت (سخت‌افزار و نرم‌افزاری)، قابلیت‌ها و برتری‌های محصول

در این سخت‌افزار اطلاعات بدست آمده ولتاژ و جریان دیجیتالی توسط نرم‌افزار PSCAD و با اتصال به رایانه بعنوان ورودی رله دیجیتالی مورد استفاده قرار گرفته است و از میکروپروسور ARM بعنوان مغز پردازش و اعمال الگوریتم عملکردی استفاده شده است. رله نوع پایلوت نیز شبیه‌سازی و مورد بررسی قرار گرفته است و در نهایت الگوریتم تطبیقی بهبود یافته‌ای با دقت عملکرد قابل توجهی برای این نوع رله پیشنهاد شده است.

۱-۲-۶- طرح‌های دانشگاه کردستان

## عنوان پروژه

رله ریکلوزر در سطح ولتاژ ۴۰۰ کیوولت



## تاریخ شروع و اتمام پروژه

از سال ۹۰ شروع شده که فاز اول آن یک سال طول کشید و فاز دوم آن در مدت یک سال و نیم انجام شد. محصول نهایی تا تابستان ۹۴ عرضه خواهد شد.

## مجری پروژه

دکتر جمال مشتاق

## کارفرما / شرکت همکار

طرف قرار داد برق منطقه‌ای غرب می‌باشد.

## صنعتی یا نیمه صنعتی بودن محصول نهایی

محصول نیمه صنعتی می‌باشد که پس از تولید نهایی در شبکه اصلی تست خواهد شد.

## امکان تجاری سازی و تولید انبوه

پس از انجام آزمایش‌های لازم با حمایت برق منطقه‌ای غرب اقدامات لازم برای تولید انبوه آن صورت خواهد گرفت.

تکنولوژی ساخت (سخت‌افزار و نرم‌افزاری)، قابلیت‌ها و برتری‌های محصول

عملکرد مرسوم رله ریکلوزر مورد استفاده قرار گرفته است.

## ۱-۲-۷ - طرح‌های دانشگاه شهید چمران اهواز

### عنوان پروژه

طراحی و ساخت رله امپدانس بالا

رله دیجیتالی دیستانس

### تاریخ شروع و اتمام پروژه

ساخت رله امپدانس بالا از حدود سال ۸۶ شروع شده و طی ۴ سال به انجام رسیده است.

رله دیستانس در طول دوره تحصیلی مقطع کارشناسی ارشد از سال ۹۰-۸۹ طراحی شده است.

### مجری پروژه

دکتر قدرت الله سیف السادات

### کارفرما / شرکت همکار

طرف قرار داد شرکت توزیع اهواز بوده است.

پروژه طراحی و ساخت رله دیستانس نیز با همکاری مرکز تحقیقات جهاد خوزستان انجام شده است.

### صنعتی یا نیمه صنعتی بودن محصول نهایی

فاز صفر (مطالعاتی) طراحی رله امپدانس بالا انجام شد و یک نمونه نیمه صنعتی از آن ساخته شد با این حال فاز اول آن به منظور صنعتی‌سازی آن انجام نشده و تاییدیه برای آن اخذ شده است.

### امکان تجاری‌سازی و تولید انبوه

با توجه به اینکه فاز اول آن انجام نشده لذا تجاری‌سازی آن امکان‌پذیر نیست با این حال این محصول قابلیت لازم را با توجه به عملکرد مطلوب پس از انجام فاز اول برای استفاده در صنعت دارد.

### تکنولوژی ساخت (سخت‌افزار و نرم‌افزاری)، قابلیت‌ها و برتری‌های محصول

در رله امپدانس بالا از روش هارمونیک برای تشخیص خطای امپدانس بالا استفاده شده است که در مدت زمان کوتاهی قابلیت شناسایی خطاها را دارد.

۱-۲-۱ - طرح‌های دانشگاه تهران

### عنوان پروژه

- رله دیفرانسیل حفاظت ترانسفورماتور
- رله دیستانس حفاظت خطوط انتقال
- رله جریان زیاد
- واحد محاسبه فازور (PMU)
- رله حفاظت خازن

- رله اضافه بار ترانسفورماتور
- نشانگر خطا در ریزشبکه (نوع جهت دار)
- ثبات خطا و وقایع

### مجری پروژه

دکتر مجید صنایع پسند

۱-۲-۹ - طرح‌های پژوهشگاه نیرو

### طرح اول

### عنوان پروژه

- ترانسفورماتور جریان اپتیک
- ترانسفورماتور ولتاژ اپتیک
- ترانسفورماتور ترکیبی جریان و ولتاژ اپتیک

### تاریخ شروع و اتمام پروژه

پروژه ساخت OCT در سال حدود ۱۳۷۵ شروع شد و ترانسفورماتور جریان نوری ۶۳ کیلوولت ساخته شد. سه سال بر روی OVT کار شد و محصول آن ساخته شد. سه سال نیز بر روی OVCT کار شد که منتهی به نمونه محصول آن برای سطح ولتاژ ۴۰۰ کیلوولت شد.

## مجری پروژه

مهندس مرتضی مظفری (گروه مجری: الکترونیک، کنترل و ابزار دقیق)

## کارفرما / شرکت همکار

هر سه تجهیز به صورت پیمانی برای توانیر انجام شده است.

## صنعتی یا نیمه صنعتی بودن محصول نهایی

بمنظور رفع برخی از مشکلات این تجهیز می‌بایست فعالیت‌های دیگری انجام گیرد. در هر دوره برخی از این نواقص رفع شده است. تکنیک‌های مورد نیاز برای رفع نواقص حاصل شده است که به منظور انجام تمامی تست‌ها و تولید محصول صنعتی می‌بایست مورد توجه قرار گیرند.

## امکان تجاری‌سازی و تولید انبوه

در صورت حمایت بیشتر از این پروژه نواقص این تجهیز به سهولت قابل رفع می‌باشد تا مورد استفاده صنعت قرار گیرد.

هر کدام از انواع ترانسفورماتورها در پست ۶۳ کیلوولت به‌رود بمدت سه سال نصب شد و عملکرد آن در شبکه و تحمل عایقی آن ارزیابی شد و از خروجی آن استفاده نشده است. سه نمونه دیگر از ترانس OVCT طبق قراردادی با برق منطقه‌ای خوزستان در حال ساخت است که یکی از آنها تولید شده است. آزمون‌ها و تست‌ها به صورت جداگانه در آزمایشگاه‌های مختلف داخل پژوهشگاه انجام شده است بجز چند مورد که باقی مانده است از جمله تست حرارتی.

## تکنولوژی ساخت (سخت‌افزار و نرم‌افزاری)، قابلیت‌ها و برتری‌های محصول

این نوع ترانسفورماتورها نسبت به ترانسفورماتورهای معمولی مشکلات اشباع ندارد، سنسور کاملاً خطی است و می‌توان محدوده جریان ۱ تا ۶۰۰۰ آمپر را به طور خطی با آن اندازه‌گیری کرد. در نتیجه اندازه‌گیری جریان‌های خیلی بالا توسط آن امکان‌پذیر است. ایمنی آن بسیار بالاست. در پست‌های حساس برای دقت بالای اندازه‌گیری و در پست‌های با فضای محدود مانند GIS کاربرد دارد. خروجی آن دیجیتال و آماده اتصال به واحد پردازش می‌باشد که امکان اندازه‌گیری سیگنال را با دقت بسیار بالا با طیف فرکانسی وسیع را فراهم می‌کنند. بحث تابع تبدیل ترانسفورماتور در این نوع قابل بحث نیست و تابعی خطی است. توسط این نوع ترانس‌ها اندازه‌گیری آفست جریان و ولتاژ به عنوان فرکانس صفر امکان‌پذیر است. در سطوح ولتاژ فوق توزیع به بالا بسیار با صرفه هستند. از طرفی نصب آن‌ها در مدار در عرض چند ساعت امکان‌پذیر است و نیاز به structure خاصی ندارد. حتی می‌توان از آن‌ها به صورت معلق در هوا استفاده کرد. می‌توان از دقت بالای این تجهیز برای اندازه‌گیری پارامترهای ابتدا و انتهای خط و اعمال فرمان حفاظتی استفاده کرد.

### طرح دوم

### عنوان پروژه

دستگاه اندازه‌گیری فازور (PMU)

### تاریخ شروع و اتمام پروژه

از سال ۸۸ این پروژه شروع و در سال ۹۰ به اتمام رسید.

## مجری پروژه

مهندس علی عبداللهی (گروه مجری: الکترونیک، کنترل و ابزار دقیق)

کارفرما / شرکت همکار

## پژوهشگاه نیرو

صنعتی یا نیمه صنعتی بودن محصول نهایی

تست‌های عملکرد و دقت بر روی این تجهیز در آزمایشگاه رله و حفاظت پژوهشگاه نیرو انجام شد و مورد تایید قرار گرفته

است.

## امکان تجاری‌سازی و تولید انبوه

صحت عملکرد و دقت این محصول با نمونه خارجی ساخته شده توسط شرکت معتبر SEL آمریکا ارزیابی شده است و قابلیت

بکارگیری در صنعت را دارد.

## تکنولوژی ساخت (سخت‌افزار و نرم‌افزاری)، قابلیت‌ها و برتری‌های محصول

این تجهیز دارای سه کانال ورودی ولتاژ و سه کانال ورودی جریان می‌باشد. اندازه‌گیری فازور در هر سه فاز و نیز توالی مثبت

ولتاژ و جریان با دقت ۰/۴ درصد و اندازه‌گیری فاز با دقت ۰/۱ درجه انجام می‌شود و همچنین فرکانس با دقت یک هزارم هرتز

اندازه‌گیری می‌شود. فرکانس نمونه‌برداری ۶۰۰ هرتز یا به عبارت دیگر ۱۲ نمونه بر سیکل می‌باشد که مقداری تایید شده در

مقالات معتبر موجود می‌باشد و دقت کافی را فراهم می‌کند. فرمت اطلاعات ارسالی و دریافتی بر پایه استاندارد جهانی IEEE

C37.118 پیاده‌سازی شده است. نرم‌افزار پیاده‌سازی شده بر روی سخت‌افزار تجهیز و همچنین نرم‌افزار تجزیه و تحلیل اطلاعات ثبت شده توسط آن در این مرکز طراحی شده است.

### طرح سوم

### عنوان پروژه

رله مدیریت فیدر

### تاریخ شروع و اتمام پروژه

این پروژه در سال‌های گذشته مورد مطالعه قرار گرفت و در نهایت در سال ۹۳ محصول آن ساخته شد و مورد تایید قرار گرفت.

### مجری پروژه

مهندس مهسا اعلایی (گروه مجری: الکترونیک، کنترل و ابزار دقیق)

### کارفرما / شرکت همکار

پروژه امانی مشارکتی بود که با همکاری شرکت پردیسان اصفهان به انجام رسید.

### صنعتی یا نیمه صنعتی بودن محصول نهایی

محصولی صنعتی است.



## امکان تجاری‌سازی و تولید انبوه

تست کامل این محصول پس از ساخت در آزمایشگاه رله و حفاظت پژوهشگاه انجام شده و تاییدیه اخذ شده است.

### تکنولوژی ساخت (سخت‌افزار و نرم‌افزاری)، قابلیت‌ها و برتری‌های محصول

فانکشن‌های حفاظتی این رله شامل حفاظت اضافه جریان فاز، حفاظت اضافه جریان زمین، تشخیص جریان‌های inrush، حفاظت در مقابل اضافه ولتاژ و کاهش ولتاژ، حفاظت CBF، عملکرد بازبست می‌باشد. این تجهیز قابلیت اندازه‌گیری توالی‌های مثبت، منفی و صفر، و همچنین توان اکتیو و راکتیو و ضریب توان و فرکانس را داراست. اما این پارامترها مبنای عملکرد نیستند. از فانکشن‌های کنترلی و مانیتورینگ این محصول می‌توان به صدور فرامین کنترلی برای بازکردن و بستن بریکر، کنترل و نظارت بر روی وضعیت بریکر و سکسیونر، امکان اعمال کنترل از طریق کلیدهای پنل جلویی رله و قابلیت طراحی منطق‌های کنترلی یا اینترلاک مورد نیاز توسط کاربر اشاره کرد. این محصول قابلیت ثبت حوادث، خطاها و اغتشاشات و آلارم را دارد و همزمان‌سازی آن با GPS امکان‌پذیر است. سخت‌افزار این رله دارای ۴ ورودی جریانی و ۴ ورودی ولتاژی، ۲۰ ورودی دیجیتال و ۲۰ خروجی دیجیتال، خروج اختصاصی تریپ می‌باشد.

## طرح چهارم

### عنوان پروژه

سیستم حفاظت از راه دور (DTPS-8C) با قابلیت اتصال به شبکه مخابرات دیجیتال

### تاریخ شروع و اتمام پروژه

این پروژه از ابتدای سال ۹۰ شروع و نمونه نهایی دوم آن در سال ۹۲ ساخته شد.

## مجری پروژه

مهندس مریم شبرو (گروه مجری: مخابرات)

## کارفرما / شرکت همکار

با همکاری شرکت پیمان خطوط گستر طی قرارداد مشارکتی انجام گردید.

## صنعتی یا نیمه صنعتی بودن محصول نهایی

تست‌های عملکرد و دقت در آزمایشگاه مرجع مخابرات پژوهشگاه انجام شد و تست‌های دیگر مطابق با استاندارد در شرکت‌های دیگر همکار در زمینه تست تجهیزات از جمله اپیل و آزمایشگاه دانشگاه امیرکبیر انجام گردید. این محصول پس از استفاده در شبکه برق و بررسی‌های تکمیلی آن در سیستم، صنعتی و نهایی خواهد شد.

## امکان تجاری‌سازی و تولید انبوه

طبق پاسخ قبلی، این محصول قابلیت استفاده در شبکه برق را پس از ارزیابی اولیه آن در شبکه دارد. تولید انبوه بستگی به ظرفیت و نیاز بازار دارد که هنوز انجام نشده است.

## تکنولوژی ساخت (سخت‌افزار و نرم‌افزاری)، قابلیت‌ها و برتری‌های محصول

سیستم حفاظت از راه دور به منظور انتقال فرامین حفاظتی از طریق محیط مخابراتی بین دو پست کاربرد دارد. این محصول، امکان ارسال و دریافت هشت فرمان حفاظتی مستقل از طریق استاندارد G.703(64kbps, 2Mbps) جهت اتصال به شبکه مخابرات دیجیتال و یا اتصال مستقیم به فیبر نوری و چهار فرمان حفاظتی مستقل در شرایط اتصال به محیط مخابراتی آنالوگ در باند پایه را دارد. در این دستگاه امکان ثبت تاریخچه وقوع فرامین و وقایع، امکان همزمانی با GPS و تنظیم پارامترها از طریق

درگاه‌های سریال، USB و اترنت در نظر گرفته شده است. این دستگاه در انواع مختلف روش‌های حفاظتی ( blocking, permissive, direct) در پست‌های ۴۰۰، ۲۳۰ و ۶۳ کیلوولت قابل استفاده می‌باشد. تاخیرهای زمانی مخابره اطلاعاتی با استناد به استاندارد IEC60834-1 اتخاذ شده است که برای واسط‌های دیجیتال حدود ۵ میلی ثانیه و برای واسط‌های آنالوگ حدود ۱۰ میلی ثانیه می‌باشد.



# فصل دوم

شناسایی و ارزیابی شرکتهای تولیدکننده تجهیزات

حفاظتی



## مقدمه

علاوه بر مراکز دانشگاهی - تحقیقاتی، در صنعت نیز مطالعات وسیعی بر روی تجهیزات حفاظتی مختلف انجام شده است که توانمندی‌های متنوعی را در ساخت این تجهیزات فراهم کرده است. در حال حاضر شرکت‌های دولتی و خصوصی مختلفی در کشور تجهیزات و محصولات حفاظتی تولید می‌کنند که در بازار داخلی به فروش رسیده و در شبکه مورد استفاده گردیده است. شناسایی قابلیت و توانمندی‌های این شرکت‌ها در تولید تجهیزات حفاظتی و ظرفیت موجود در راستای توسعه تکنولوژی نوین حفاظت، بیانگر پتانسیل بالقوه کشور در مسیر اهداف آتی می‌باشد. در این بخش از گزارش، شرکت‌هایی که در کشور در زمینه تولید محصولات حفاظتی (معرفی شده در درخت فناوری) فعالیت می‌کنند معرفی شده است.

شرکت‌های مختلفی در داخل کشور بعنوان نهادهای تامین‌کننده تجهیزات حفاظتی فعالیت می‌کنند که محصولات متنوعی را از شرکت‌های معتبر کشورهای دیگر وارد می‌کنند. با توجه به اهمیت تولید داخلی و جلوگیری از خروج ارز در راستای توسعه تکنولوژی، در این بخش از گزارش تنها شرکت‌های تولیدکننده محصولات حفاظتی مدنظر قرار گرفته است. همچنین در انتهای این فصل بررسی و ارزیابی‌هایی برای این شرکت‌ها ارائه شده است.

## جدول ۱-۲: معرفی شرکت‌های تولیدکننده محصولات حفاظتی

شرح فعالیت‌ها	عنوان محصول تولیدی معرفی شده در درخت فناوری	نام شرکت
شرکت نیروگستر برق یکتا در تاریخ ۷/۱۲/۹۱، با تکیه بر دانش و تجربه هیات مدیره و هیات موسس آن و بکارگیری نیروی متخصص و مجرب تاسیس گردید و در زمینه‌های ذیل مشغول به فعالیت می‌باشد. ۱-بازرگانی ۲-تولید ۳-تعمیرات ۴-اجرائی ۵-مشاوره این شرکت جهت نیل به اهداف خود از پشتیبانی فنی شرکت-	ترانسفورماتور ولتاژ و جریان	نیروگستر برق یکتا

شرح فعالیت ها	عنوان محصول تولیدی معرفی شده در درخت فناوری	نام شرکت
<p>های نوآوران برق آریا، S@S از کشور کره و Ampletec بهره‌مند می‌باشد.</p> <p>کارخانه شرکت برق یکتا جهت پشتیبانی فنی و آزمایشگاهی محصولات ارائه شده در شهرک صنعتی بزرگ شیراز راه‌اندازی گردید و با استفاده از تجارب چندین ساله و به کمک مهندسين مجرب و متخصص، اقدام به تولید دستگاه‌های اندازه‌گیری CIT<sup>۱</sup> و تعمیر انواع سکسیونر گازی هوایی، ریکلوزر و اتوبوستر می‌نماید.</p>		
<p>شرکت نیرو ترانس به شماره ثبت ۸۱۳۴۳ در شیراز به ثبت رسیده و به فعالیت تولیدی مشغول است. این شرکت در حال حاضر یکی از مدرن‌ترین کارخانجات ساخت ترانس‌های اندازه‌گیری و بوشینگ‌های خازنی را از شرکت ABB Switchgear سوئد و دانش فنی ساخت بوشینگ‌های خازنی را از شرکت HSP آلمان اخذ نموده است. کیفیت بالای محصولات و بر آورده نمودن نیازهای مشتریان اولویت اول و هدف اصلی شرکت نیرو ترانس می‌باشد که در این راستا این شرکت موفق به اخذ گواهینامه ISO 9001-2000 گردیده است. شرکت نیرو ترانس از بدو فعالیت خود بواسطه تلاش مدیریت و پرسنل همواره در مسیر ترقی و پیشرفت گام برداشته است.</p>	ترانسفورماتور ولتاژ و جریان	نیرو ترانس
<p>شرکت مگ الکترونیک (سهامی خاص) تولیدکننده انواع ترانسفورماتورهای ابزار دقیق (اندازه‌گیری و حفاظتی)، جریان و ولتاژ تا ۳۶ کیلو ولت تحت لیسانس دو کارخانه آلمانی مس واندلر با و زیمنس می‌باشد.</p>	ترانسفورماتور ولتاژ و جریان	مگ الکترونیک
گروه صنعتی الکتروپژواک آرین (رضا ترانس ورک) تولید کننده	ترانسفورماتور ولتاژ و	گروه صنعتی

<sup>1</sup> Combined Instrument Transformer = Combined CT & VT



شرح فعالیت ها	عنوان محصول تولیدی معرفی شده در درخت فناوری	نام شرکت
تجهیزات مورد استفاده در صنعت برق از جمله انواع ترانسفورمرهای اندازه‌گیری جریان و ولتاژ فشار ضعیف و فشار متوسط (تا سطح ۳۶ کیلو ولت)، ترانسفورمرهای تغذیه، سلف-های حلقوی و انواع بوشینگ‌ها و مقره‌های رزینی در ایران است.	جریان	الکتروپژواک آرین
شرکت صنایع ظفر با پشتوانه‌ی دو دهه تجربه و نیروی انسانی متخصص در زمینه‌ی مشاوره، طراحی و تولید انواع تجهیزات الکترومغناطیسی در خدمت صنایع مختلف می‌باشد. صنایع ظفر فعالیت خود را به صورت تخصصی بر روی انواع ترانسفورماتورهای تک فاز و سه فاز ( ایزوله، اتوترانس، تغذیه، قدرت، اندازه‌گیر ) چوک‌های خروجی و ورودی، چوک DC، سلف‌ها، فیلترهای هارمونیک، فیلترهای سینوسی، فیلتر dv/dt، ترانسفورمرهای هسته حلقوی، ترانس‌های فرکانس بالا، بوبین قرار داده است. صنایع ظفر با استفاده از علوم و تجارب مهندسان و کارمندان کارآزموده، ماشین آلات تمام اتوماتیک پیشرفته‌ی بوبین پیچی و هسته‌گذاری آلمانی، ژاپنی و تایوانی و نیز دستگاه‌های تست و اندازه‌گیری دقیق، توانسته نیازهای مشتریان خود را پاسخ گفته و رضایت آن‌ها را جلب نماید.	ترانسفورماتور ولتاژ و جریان	شرکت صنایع ظفر
شرکت نوین هاریس پویا تولیدکننده انحصاری ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان برای اندازه‌گیری و حفاظت نیروگاه و تجهیزات می‌باشد. اعتبار بدست آمده این شرکت بخاطر کیفیت و قابلیت اطمینان و تحویل تجهیزات می‌باشد. این شرکت ترانسفورماتورهای با رنج استاندارد وسیعی را تولید و عرضه می‌کند.	ترانسفورماتور ولتاژ و جریان	شرکت نوین هاریس پویا
شرکت همیان فن در سال ۱۹۹۱ میلادی در تهران تاسیس گردید و فعالیت خود را با طراحی و تولید انواع رله‌های حفاظتی،	رله‌های نسل سوم	شرکت همیان فن

شرح فعالیت ها	عنوان محصول تولیدی معرفی شده در درخت فناوری	نام شرکت
<p>RTU، اتوماسیون مدیوم ولتاژ با استفاده از PLC، سیستم‌های آلارم و لامپ‌های LED خیابانی شروع کرد.</p> <p>یکی دیگر از فعالیت‌های شرکت همیان فن تحقیق و اجرای سیستم D.L.C (Distribution Line Carrier) است که با سه سال پژوهش مستمر و با بهره‌گیری از نیروهای متخصص و صرف هزینه‌های گزاف موفق به طراحی سیستم انتقال اطلاعات از طریق خطوط برق در سطح ولتاژی 20KV با اهداف اتوماسیون توزیع به جهت مانیتور کردن شبکه اطلاع همزمان از وضعیت اتصالات و کلیدها، بهینه کردن و کشف بی برقی‌ها و خرابی‌ها و موقعیت آن‌ها در شبکه و ارسال فرامین مناسب برای تغییر آرایش شبکه به منظور ایزوله کردن ناحیه معیوب و برق‌دار کردن سایر نقاط و همچنین در سطح ولتاژی 400V با اهداف مونیتور و قرائت اتوماتیک کنتورها، کاهش خطای انسانی، کشف هرز رفت‌های احتمالی انرژی الکتریکی، کاهش هزینه‌های نیروی انسانی و آگاهی از نیاز مشترکین، شده است.</p>		
<p>شرکت محور آزمای فارس در سال ۱۳۷۳ با هدف طرح و تولید تجهیزات مهندسی برق و الکترونیک تاسیس گردید. با توجه به اینکه رله‌های حفاظتی جریان زیاد از اهمیت بسیار بالایی در پست‌های برق برخوردار می‌باشند، این شرکت هدف خود را معطوف به ساختن این رله‌ها نمود. اکنون محور آزما موفق گردیده است که رله‌های جریان زیاد را در انواع تک‌فاز، سه‌فاز، سه‌فاز زمین و خطای زمین و در طرح‌های متفاوت با نشان- دهنده‌های LCD و معمولی طرح و تولید نماید. از سال ۷۸ تا کنون بیش از ۱۰۰۰ دستگاه از این رله‌ها به فروش رفته است و در پست‌های مختلف جنوب کشور نصب شده است. محصولات شرکت توسط واحد حفاظت و کنترل شرکت توانیر، شرکت برق منطقه‌ای فارس، دانشگاه صنعت آب و برق و آزمایشگاه صنایع</p>	رله‌های نسل سوم	شرکت محور آزمای فارس

شرح فعالیت ها	عنوان محصول تولیدی معرفی شده در درخت فناوری	نام شرکت
<p>برق ایران تست شده‌اند و عملکرد آن‌ها مورد تأیید قرار گرفته است. از دیگر محصولات مهم این شرکت سیستم‌های آلارم را می‌توان نام برد. این سیستم‌ها با قابلیت‌ها و توانمندی‌های زیاد مانند نشان دادن ترتیب خطاها، نگهداری خطاها در صورت قطع تغذیه و اتصال به چاپگر و کامپیوتر و چاپ خطاها و علاوه بر آن بعنوان ثبات وقایع نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. از محصولات دیگر این شرکت رله‌های ولتاژ پائین و بالا و رله‌های جهتی می‌باشد. علاوه بر موارد فوق محور آزما موفق گردیده است بسیاری از کارت‌های مورد نیاز صنایع کشور را که توسط شرکت‌های سازنده تامین نمی‌گردند مانند کارت‌های آلارم شرکت TIBB و کارت تغذیه رله سینکرونایزینگ شرکت ABB و کارت جایگزین میکروکنترلر رله MCGG21 شرکت GEC و ... را نمونه‌سازی و تولید نماید.</p> <p>کادر متخصص و باتجربه این شرکت در قسمت‌های مختلف تحقیق، توسعه، تولید، پشتیبانی فنی و همکاری‌های متقابل با شرکت‌های خارجی، امیدوار است که بتواند در راستای بهره‌برداری و ساخت تجهیزات صنعت برق در داخل کشور نقش شایسته‌ای ایفا نماید. همچنین این شرکت با وارد شدن در زمینه اتوماسیون فعالیت خود را در صنایع نفت، گاز پتروشیمی و ناوبری قطار شهری شروع نموده است.</p>		
<p>شرکت توان انرژی پرداز پارسین با کادری مجرب و متخصص، با هدف مدیریت مصرف انرژی الکتریکی در صنایع، از سال ۱۳۸۵ شروع بکار کرده است، که در این راستا فعالیت‌های موفقیت را در پروژه‌های صنعتی مختلف که به صورت مشاوره یا عملیات اجرایی بوده‌اند، پشتوانه‌ی خود کرده است.</p> <p>سپس وارد عرصه‌ی تولید محصولات در گستره‌ی صنعت برق گردیده و توانسته است با استفاده از دنیای وسیع و پیچیده‌ی</p>	رله‌های نسل سوم	شرکت توان انرژی پرداز پارسین

شرح فعالیت ها	عنوان محصول تولیدی معرفی شده در درخت فناوری	نام شرکت
<p>میکروپروسورها، طراحی تجهیزات و ادوات خاصی را که نیاز به دقت زیاد، پردازش‌ها و محاسبات دقیق می‌باشند به عهده بگیرد، به نحویکه امروز برای اولین بار در ایران طراحی و ساخت رله اضافه جریان و خطای زمین نیومریک را انجام داده است و دانش فنی آن برخاسته از نیروهای متخصص و جوان ایرانی و کاملاً بومی می‌باشد.</p>		
<p>شرکت حیات صنعت البرز (حصا) از سال ۹۱ شروع به ساخت رله جریان زیاد/خطای زمین کرده است. تست‌های نوعی (Type test) توسط آزمایشگاه رله و حفاظت پژوهشگاه نیرو به طور کامل بر روی این محصول انجام شده و تاییدیه اخذ شده است. از همان سال هر سال حدود ۳۰۰ نمونه از این محصول توسط شرکت توزیع تهران خریداری می‌شود و در شبکه برق کشور نصب شده است. از قابلیت‌های دیگر این محصول می‌توان به Thermal Overload، TCS (Trip Circuit Supervision) Protection، Fault and Event Recorder اشاره کرد. این شرکت فعالیت‌های خود را در زمینه توسعه تجهیزات حفاظتی ادامه می‌دهد.</p>	رله‌های نسل سوم	شرکت حیات صنعت البرز (حصا)
<p>شرکت مهندسی پردیسان رایانه سیستم (سهامی خاص) با هدف تحقیق، مشاوره و تولید در زمینه‌های اتوماسیون صنعتی، سیستم‌های جمع‌آوری و پردازش اطلاعات و مانیتورینگ پروژه-های صنعتی از سال ۱۳۷۳ شروع به فعالیت نمود. انتخاب راه حل‌های Base-PC در طراحی و استفاده از سخت‌افزارهای صنعتی در پیاده‌سازی، " ابداع و نوآوری " در اولویت‌های راهبردی شرکت قرار گرفت.</p> <p>طراحی و تولید سیستم‌های ثبت خطا (Fault Recorder) و ثبت واقعه (Event Recorder) نمونه‌ای از ابداع و نوآوری‌های این شرکت می‌باشند که با توسعه همه جانبه شرکت و بکارگیری</p>	تجهیزات مخابراتی حفاظت	شرکت مهندسی پردیسان رایانه سیستم (سهامی خاص)

شرح فعالیت ها	عنوان محصول تولیدی معرفی شده در درخت فناوری	نام شرکت
<p>امکانات جدید و تولید صنعتی آن‌ها، شرکت مهندسی پردیسان به سطح بزرگترین تولیدکننده داخلی سیستم‌های ثبات خطا و ثبات واقعه و یکی از شرکت‌های مطرح در صنعت برق ارتقاء یافت. شرکت مهندسی پردیسان در زمینه‌های دیگر نیز فعالیت‌های قابل توجهی داشته است که مهمترین آن‌ها عبارتند از:</p> <p>- طراحی و ساخت سیستم‌های جمع‌آوری و پردازش اطلاعات، مانیتورینگ و کنترل</p> <p>- طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری با گرایش کاربرد فن‌آوری اطلاعات (IT) در صنعت</p> <p>- طراحی و اجرای پروژه‌های ابزار دقیق و اتوماسیون صنعتی</p> <p>- طراحی و ساخت (نمونه‌سازی، مهندسی معکوس و تولید صنعتی) تجهیزات مانیتورینگ در صنایع برق، نفت، گاز و پتروشیمی</p> <p>شرکت مهندسی پردیسان با سال‌ها تجربه در زمینه ساخت، توسعه و راه‌اندازی سیستم‌های فوق، طیف گسترده‌ای از پروژه‌های مرتبط با سیستم‌های PC-base، تجهیزات اندازه‌گیری، نرم‌افزارهای تست و عیب‌یابی، منابع تغذیه، بردهای ورودی/خروجی، مبدل‌ها، ثبات‌ها، سیستم‌های آلارمینگ، سیستم‌های مانیتورینگ و کنترل، اتوماسیون صنعتی، مبدل‌های پروتکل و نرم‌افزارهای صنعتی را با موفقیت به انجام رسانده است.</p> <p>همراه با بخش تحقیق و توسعه، بخش خدمات مهندسی شرکت توانسته است پروژه‌های متعددی را در زمینه ساخت، بهینه‌سازی و تولید تجهیزات الکترونیکی صنایع نفت (پالایش و پخش)، گاز، پتروشیمی، برق و نساجی اجرا نماید.</p> <p>یکی از توانمندی‌های شرکت مهندسی پردیسان، پژوهش و انجام پروژه‌های تحقیقاتی با هدف کمک به حل مسائل و مشکلات و تنگناهای صنایع کشور در زمینه‌های مرتبط با فعالیت</p>		

شرح فعالیت ها	عنوان محصول تولیدی معرفی شده در درخت فناوری	نام شرکت
<p>شرکت می‌باشد. برای دستیابی به این هدف، شرکت توانسته است با ایجاد ارتباط فعال و سازنده با صنایع و بررسی و شناسایی نیازهای آن‌ها همراه با مطالعه و تحقیق در مورد ساخت و تامین سیستم‌های مورد نیاز صنعت به موفقیت‌های قابل توجهی دست یابد.</p> <p>در حال حاضر این شرکت دارای مجوز واحد فناوری از شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان و پروانه پژوهش از سازمان صنایع و معادن استان اصفهان می‌باشد و ساختمان واحد طرح و توسعه شرکت در پارک فناوری شیخ بهایی اصفهان می‌باشد.</p> <p>این شرکت دارای پروانه خدمات مهندسی و جواز تاسیس واحد صنعتی در زمینه ساخت تجهیزات صنایع برق، الکترونیک، کنترل و اتوماسیون صنعتی از وزارت صنایع می‌باشد.</p>		
<p>شرکت فن‌آوران داده‌های دور با تکیه بر تجربه موسسان خود در زمینه فناوری ارتباطات و اطلاعات و سیستم‌های امنیت و کنترل، با هدف ارائه راه‌حل‌های جامع در سیستم‌های انفورماتیک و همچنین خدمت به ارتقاء سطح دانش جامعه انفورماتیک ایران در سال ۱۳۸۵ به ثبت رسید.</p> <p>این شرکت فعالیت خود را در زمینه مشاوره، طراحی، آموزش، نصب، راه‌اندازی، پشتیبانی و توزیع شبکه آغاز نمود و پس از عضویت در نظام صنفی رایانه‌ای، شورای عالی انفورماتیک کشور و کسب مجوز فعالیت در امور انفورماتیکی و گواهینامه ثبت‌نام مودیان مالیاتی و با اتکا به سوابق و تجارب به دست آمده طی سال‌ها فعالیت مداوم در مشاوره، طراحی، آموزش، نصب و راه‌اندازی، پشتیبانی و توزیع تجهیزات مربوطه در بخش IT موفق به انجام پروژه‌های کثیری در زمینه شبکه‌های کامپیوتری و مخابراتی کشور گردیده است. از محصولات تولید شده در این شرکت می‌توان به کابل‌های فیبر نوری اشاره کرد.</p>	تجهیزات مخابراتی حفاظت	شرکت فن - آوران داده - های دور

شرح فعالیت ها	عنوان محصول تولیدی معرفی شده در درخت فناوری	نام شرکت
<p>شرکت کابل‌های مخابراتی شهید قندی در آبان ماه سال 1363 با هدف تولید انواع کابل‌های مخابراتی مسی و کابل‌های مخابراتی نوری، توسعه ارتباطات و ایجاد تحول در شبکه عظیم مخابراتی کشور، تحت پوشش وزارت پست و تلگراف و تلفن وقت در شهر یزد در زمینی به وسعت یک میلیون مترمربع و با زیربنایی معادل دویست هزارمترمربع همگام با آخرین فناوری روزجهان و به عنوان پدیده‌ای نو در عرصه تولید کابل‌های مخابراتی تاسیس گردید.</p> <p>شروع بهره‌برداری از این مجتمع عظیم صنعتی، مقارن با افتتاح سالن تولید کابل‌های مخابراتی نوری بود که برای اولین بار در کشور، در سال ۱۳۶۷ محقق گردید. در سال ۱۳۶۹ با تولید کابل‌های مخابراتی مسی آغاز شد و به منظور افزایش ظرفیت تولید، خودکفایی صنعتی و تامین نیاز روزافزون کشور، تا سال ۱۳۸۴ طی سه مرحله توسعه یافت.</p> <p>در سال ۱۳۶۸ شرکت فیبر نوری و سلول خورشیدی با هدف تولید فیبر نوری و پانل‌های خورشیدی در تهران راه‌اندازی و در سال ۱۳۷۸ در این شرکت ادغام گردید.</p> <p>این شرکت در سال ۱۳۷۵ جزء نخستین شرکت‌های ایرانی بوده که موفق به اخذ گواهینامه ISO 9001 گردید و در سال ۱۳۸۱ گواهینامه کیفیت ISO 9001 ویرایش ۲۰۰۰ و استاندارد زیست محیطی ISO 14001 را اخذ نمود.</p> <p>بر مبنای روح حاکم بر این استانداردها است که هدف اصلی شرکت، حفظ کیفیت در حد استانداردهای جهانی و برآورده ساختن انتظارات مشتریان، تعالی صنعتی و اقتصادی و حذف وابستگی و حضور موثر در بازارهای جهانی می‌باشد.</p> <p>اصل مشتری سالاری و بهبود مستمر کیفیت و خدمات، باور قطعی و تثبیت شده مدیران و کارکنان این شرکت می‌باشد تا در</p>	<p>تجهیزات مخابراتی حفاظت</p>	<p>شرکت کابل - های مخابراتی شهید قندی</p>

شرح فعالیت ها	عنوان محصول تولیدی معرفی شده در درخت فناوری	نام شرکت
<p>انجام به موقع تعهدات و در نظر گرفتن نیازها و خواسته‌های مشتریان و تضمین کیفیت محصولات تولیدی نهایت دقت و تلاش را مبذول نمایند.</p> <p>در راستای برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی و سیاست‌های خصوصی‌سازی دولت جمهوری اسلامی ایران در سال ۱۳۸۳ شرکت کابل‌های مخابراتی شهید قندی از سهامی خاص به سهامی عام تبدیل گردید.</p> <p>شرکت کابل‌های مخابراتی شهید قندی افتخار دارد با تجربه‌ای بیش از ۲۰ سال فعالیت در زمینه طراحی و تولید انواع کابل‌های مخابراتی و پانل‌های خورشیدی، بعنوان بزرگترین صادرکننده کابل‌های مخابراتی در کشور، تامین‌کننده بیش از ۸۰٪ از کابل مخابراتی زیرساخت کشور بعد از انقلاب اسلامی، باشد و طی هشت سال متوالی به عنوان یکی از صد شرکت برتر کشور انتخاب گردد.</p>		
<p>اجرا و بهره‌برداری ۲ میلیون موبایل اعتباری در سراسر کشور و اولین شرکت غیردولتی (تعاونی) که موفق به اخذ موافقت اصولی ایجاد شبکه سیار خصوصی تحت مجوز شرکت مخابرات ایران گردید. اقداماتی که این شرکت در این راستا انجام داده است به شرح زیر است:</p> <p>تولید انواع کابل‌های ژله فیلد خاکی، کابل‌های ژله‌ی کانالی، کابل‌های خود نگهدار و کابل‌های ایرکور کانالی، از ۱۰ تا ۲۴۰۰ زوج با GSM</p> <p>قطر ۴/۰ تا ۹/۰ و ظرفیت سالیانه ۴۸۰۰ میلیون هادی متر (OSSC) کابل مهار دارهوایی، (OCFC) کابل‌های ژله کانالی، (OBUC) کابل خاکی با کاغذ ضد آب، (OBFC).</p> <p>تولید انواع کابل فیبر نوری از قبیل: کابل‌های ژله فیلد خاکی (Tactical) کابل‌های تاکتیکی (جنگی)، (Special) کابل</p>	تجهیزات مخابراتی حفاظت	شرکت تعاونی اسلامی مجتمع صنعتی رفسنجان



شرح فعالیت ها	عنوان محصول تولیدی معرفی شده در درخت فناوری	نام شرکت
<p>ویژه، (Micro) کابل میکرو، (Unitube) کابل‌های تیوب مرکز، (Indoor) کابل‌های داخلی، (Premise) کابل بنیادین از ۳ تا ۲۸۸ رشته.</p>		
<p>شرکت صنایع الکترونیک زعیم با بیش از نیم قرن سابقه فعالیت مستمر در زمینه‌های:  <u>زیرساخت‌های مخابراتی</u>  <u>فناوری اطلاعات</u>  سیستم‌های ایمنی  تحقیق و توسعه</p> <p>حضور درخشان در متن صنایع و نقاط حساس کشور داشته تا همچنان نسبت به پویایی و تمایز در عرصه رقابتی روز دنیا کوشا باشد و با بهره‌گیری از کادر مدیریتی مجرب و محققین و متخصصین توانمند و فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌های بنام ایران و جهان تاکنون در راهبری و اجرای پروژه‌های بزرگ و ملی نقش بسزایی داشته است. بخشی از متخصصین فنی این شرکت همواره در پی تحقیق در راستای بهینه نمودن روش‌های ساخت، تولید و اجرای پروژه‌ها می‌باشند و با بهره‌گیری از تجارب، هم-اندیشی و جمع‌بندی نظرات کارشناسی به ارتقاء استانداردهای مرتبط می‌اندیشند. از جمله فعالیت‌های بارز این شرکت می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:</p> <p>ارائه سیستم‌های انتقال نوری مبتنی بر فناوری NG-SDH و NG- WDM و ارائه سیستم‌های دسترسی نوری MSAN به همراه خدمات پس از فروش (نصب و راه‌اندازی، عیب‌یابی و نگهداری)</p> <p>طراحی و تولید سازه‌ها و شبکه‌های مخابراتی  طراحی و ساخت آنتن‌های پسیو  طراحی و ساخت گیرنده‌های ماکروویو</p>	<p>تجهیزات مخابراتی حفاظت</p>	<p>شرکت صنایع الکترونیک زعیم</p>

شرح فعالیت ها	عنوان محصول تولیدی معرفی شده در درخت فناوری	نام شرکت
<p>طراحی، تأمین تجهیزات و اجرای شبکه‌های رادیوی آنالوگ و دیجیتال</p> <p>طراحی و اجرای ایستگاه‌های مخابراتی و رادیویی</p> <p>طراحی و اجرای شبکه‌های امن</p> <p>سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق شامل BSM، PLC، DCS، SCADA و تجهیزات ابزار دقیق</p> <p>تجمع و یکپارچه‌سازی کلیه سیستم‌های کنترلی، ایمنی و حفاظتی و پیاده‌سازی سیستم مدیریت یکپارچه ایمنی</p>		
<p>شرکت ریز موج الکتریک طوس از سال ۱۳۸۷ فعالیت خود را در صنعت برق کشور آغاز نموده و با اخذ رتبه از سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی در زمینه برق، الکترونیک و مخابرات تلاش نموده است که با درک نیاز صنعت برق به خصوص در زمینه بهره‌برداری از شبکه‌های قدرت اقدامات موثری را به ظهور برساند.</p> <p>شرکت ریز موج با بهره‌گیری از تجربه مهندسی خود نسبت به تشکیل گروه مطالعات حفاظت گسترده اقدام نموده و پروژه‌ای را <u>در برق منطقه ای خراسان برای احداث سیستم حفاظت گسترده در شبکه انتقال را در دست اقدام دارد</u> که اجرای این پروژه پس از انجام کار کارشناسی در دفتر فنی شرکت توانیر و آزمایش آن در آزمایشگاه مخابرات پژوهشگاه نیرو به تائید دفتر فنی شبکه رسیده است. این شرکت امید دارد که با اجرای این طرح در برق خراسان بتواند اقدامات جدی دیگری در سایر برق‌های منطقه‌ای در این خصوص به انجام برساند تا از این طریق قابلیت اطمینان شبکه و امنیت آن افزایش یافته و سطح بهره‌برداری از شبکه ارتقاء یابد.</p>	<p>تجهیزات مخابراتی حفاظت</p>	<p>شرکت ریز موج الکتریک طوس</p>

## ۲-۱ - پروژه‌ها و فعالیت‌های طراحی تجهیزات حفاظتی در پژوهشگاه نیرو

پژوهشگاه نیرو بعنوان یکی از بزرگترین مراکز تحقیقاتی کشور فعالیت‌هایی را در زمینه ساخت تجهیزات حفاظتی در طول ده سال اخیر انجام داده است که می‌تواند بعنوان توانمندی‌های کشور مورد توجه قرار گیرد. با توجه به اینکه پروژه‌های انجام شده در این مرکز توسط توانیر مورد حمایت قرار می‌گیرد از اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین امکان انجام تست‌های مورد نیاز در آزمایشگاه‌های مختلف موجود در این مرکز بخصوص آزمایشگاه رله و حفاظت و آزمایشگاه فشارقوی در صحت‌سنجی محصولات حفاظتی حاصل از پروژه‌ها رویه منسجم‌تری برای نهایی‌سازی محصولات فراهم کرده است. در این گزارش به مواردی از پروژه‌های ساخت محصولات حفاظتی طی دهه اخیر در این مرکز پرداخته شده است.

### ۲-۱-۱ - طراحی سیستم حفاظت از راه دور با قابلیت اتصال به شبکه مخابرات دیجیتال مدل DTPS-8C

(پژوهشکده کنترل و مدیریت شبکه)

با توجه به گسترش استفاده از فیبر نوری در شبکه مخابراتی صنعت برق، نیاز به استفاده از سیستم حفاظت از راه دور با امکان اتصال به این شبکه نیز مطرح می‌باشد. محصول این پروژه، امکان ارسال و دریافت حداکثر هشت فرمان مستقل از طریق واسط مخابراتی E1 و 64kbps (مطابق استاندارد G703) و یا اتصال مستقیم به فیبر نوری را دارد. همچنین پارامترهای این محصول قابل تنظیم است. بنابراین در انواع مختلف روش‌های حفاظتی (direct، permissive و blocking) در پست‌های ۴۰۰، ۲۳۰ و ۶۳ کیلوولت قابل استفاده می‌باشد.

ویژگی‌های اصلی این دستگاه عبارتند از:

- امکان ارسال و دریافت فرامین به صورت مستقل از هم و همزمان
- دارای واسط‌های ایزوله جهت اتصال به سیستم حفاظت
- قابلیت اتصال به تجهیزات مخابراتی با واسط دیجیتال مطابق استاندارد ITU-T G.703

- قابلیت اتصال مستقیم به فیبر نوری
- امکان تنظیم مستقیم به فیبر نوری
- امکان تنظیم پارامترهای دستگاه به صورت نرم‌افزاری
- امکان ثبت تاریخچه وقوع فرامین و وقایع
- امکان همزمانی با GPS

## ۲-۱-۲ - تولید صنعتی سیستم PLC مخابراتی

خط تولید سیستم Power Line Carrier که یکی از محصولات منتج از تحقیقات پژوهشگاه نیرو می‌باشد در محل کارخانه کیاتل واقع در جاده ملارد، در تاریخ ۸۸/۲/۱۹ با حضور معاون محترم وزیر نیرو در امور تحقیقات و منابع انسانی و جمعی از مدیران و مسئولین شرکت توانیر و وزارت نیرو، به بهره‌برداری رسید.

سیستم PLC وسیله ارتباطی تک کاناله جهت ارتباط بین پست‌های فشارقوی از طریق خطوط فشارقوی می‌باشد. نوع مدولاسیون در این سیستم SSB (Suppressed Side Band or Single Side Band) است. ویژگی‌های سیستم PLC به شرح زیر می‌باشد:

- قابلیت ارسال و دریافت در باند ۴۰ تا ۴۰۰ کیلوهرتز با پله‌های ۴ کیلوهرتز
- فرکانس ارسال و دریافت قابل برنامه‌ریزی توسط کاربر
- توان ارسال به صورت مدولار بوده و قابل انتخاب می‌باشد (۱۰ وات و ۲۰ وات)

مشخصات کلی سیستم PLC تولید شده توسط شرکت کیاتل به شرح زیر است

- قابلیت ارسال و دریافت در تمام باند ۴۰ تا ۵۰۰ کیلوهرتز با پله‌های ۴ کیلوهرتز

- توان ارسال به صورت مدولار بوده و قابل انتخاب می‌باشد ( ۵ وات / ۱۰ وات / ۲۰ وات / ۴۰ وات )
- سیستم KNRIPLC1 براساس تخصیص فرکانسی فرستنده و گیرنده در باند فرکانسی ۴۰-۵۰۰ کیلوهرتز عمل می‌کند
- قابلیت مانیتورینگ اطلاعات موجود در سیستم توسط کامپیوتر یا Held Hand وجود دارد
- قابلیت اعمال Configuration های مختلف به سیستم وجود دارد
- فرکانس ارسال و دریافت KNRIPLC1 توسط کاربر قابل انتخاب با Dip Switch می‌باشد
- فیلترهای ارسال و دریافت قابل برنامه‌ریزی بوسیله جامپر می‌باشند
- سیستم داخلی KNRIPLC1 بصورت کاملا دیجیتال بوده و عملیات مدولاسیون و دمدولاسیون HF و پردازش VF بصورت دیجیتالی پیاده‌سازی شده است
- فیلترهای باند صدا و تلگرافی در ارسال و دریافت بصورت دیجیتالی پیاده‌سازی شده است
- قابلیت انتخاب امپدانس خط بصورت ۷۵ - ۱۲۵ - ۱۵۰ اهم وجود دارد
- توان مصرفی  $W_{max}$  ۴۰ برای سیستم ۱۰ W و توان مصرفی  $W_{max}$  ۱۵۰ برای سیستم ۴۰ W
- منبع تغذیه ۴۸- ولت با تolerانس  $\pm 20\%$

## ۲-۱-۳ - طراحی و ساخت مودم با مشخصات بهینه و قابلیت تنظیم پهنای باند به منظور استفاده در محیط انتقال HV (پژوهشکده کنترل و مدیریت شبکه)

در این پروژه، طراحی و ساخت یک مودم با استفاده از شیوه‌های مدولاسیون پیشرفته و کدینگ‌های مناسب، با ویژگی استفاده بهینه از پهنای باند در دسترس، جهت انتقال دیتای پرظرفیت در محیط انتقال خطوط فشارقوی به انجام رسیده است. در این راستا از مدولاسیون QAM، استفاده شده و پیاده‌سازی آن با DSP سری TMS320C713 شرکت TI تحقق یافته است. تحقق سخت-افزاری کلیه بخش‌های مودم مورد بحث در این پروژه، از واسطی که محیط سیمولینک توسط دو جعبه ابزار خود یعنی Real-time

Workshop و Target for TI C6000 با محیط Code Composer Studio برای کاربر ایجاد می‌کند و امکانات مختلفی که در محیط سیمولینک جهت شبیه‌سازی وجود دارد، استفاده شده است. روش پیاده‌سازی سیستماتیک، سریع و ماژولار الگوریتم‌های پردازش سیگنال، سهولت در ساخت و عیب‌یابی آن‌ها را می‌توان از قابلیت‌های ویژه این طرح محسوب نمود. یکی از مهم‌ترین دستاوردهای این پروژه، دستیابی به دانش فنی طراحی و ساخت مودم‌هایی با مشخصات خاص مورد نیاز برای انتقال داده روی خطوط برق با استفاده از شیوه‌های پردازش سیگنال دیجیتال می‌باشد. طراحی و ساخت این مودم برای اولین بار در کشور با استفاده از جدیدترین روش‌های پیاده‌سازی الگوریتم‌های پردازش سیگنال به انجام رسیده است.

محصول این پروژه انتقال داده با ظرفیت بیشتر نسبت به PLC های آنالوگ را در شبکه مخابراتی وزارت نیرو تامین می‌نماید. بنابراین در پست‌های ۲۳۰ کیلوولت به منظور انتقال اطلاعات جمع‌آوری شده از پست‌های ۶۳ کیلوولت به مرکز دیسپاچینگ کاربرد دارد. با توجه به فراهم بودن محیط انتقال خطوط فشار قوی و اختصاصی بودن لینک‌های مخابراتی PLC، از محصول این پروژه به همراه مالتی پلکسر جهت انتقال سرویس‌های متنوع صوت و داده می‌توان بهره گرفت. با هماهنگی‌های بعمل آمده با کارفرمای پروژه (دفتر تحقیقات و استانداردهای شرکت برق منطقه‌ای تهران) و مجری دیسپاچینگ و مخابرات شرکت برق منطقه‌ای تهران، پست‌های ۶۳ کیلوولت نمایشگاه و فراز و در مرحله دوم پست‌های ۶۳ کیلوولت شهرک راه آهن و معنوی جهت انجام تست‌های مودم HV در سایت، معرفی شدند. مودم محصول این پروژه به همراه مالتی پلکسر صوت و داده در کنار PLC آنالوگ تلترا در پست‌های فوق‌الذکر تحت تست قرار گرفت. از آنجا که مودم HV، یک مودم باند پایه می‌باشد، جهت استفاده از خطوط فشار قوی به عنوان محیط مخابراتی، باید به باند فرکانسی در محدوده ۴۰-۵۰۰ کیلوهرتز منتقل شود. این مدولاسیون توسط بخش HF دستگاه PLC نصب شده در این پست‌ها انجام شد.

#### طراحی و ساخت دستگاه ثبات خطا (پژوهشکده کنترل و مدیریت شبکه)

دستگاه ثبات خطا یکی از تجهیزات اصلی بخش حفاظت در پست‌های فشار قوی است و در هنگام وقوع خطا برای ثبت اطلاعات در شبکه بکار می‌رود. وظیفه اصلی این دستگاه مرور مداوم وضعیت شبکه است تا در صورت بروز خطا تمامی اطلاعات

مورد نیاز از قبیل مقدار ولتاژ، جریان و وضعیت رله‌های خط را ثبت کند. پردازش و تحلیل این اطلاعات، به بهره‌بردار برای کشف علت بروز خطا کمک می‌نماید. در نتیجه استفاده از دستگاه ثبات خطا کمک زیادی به صرفه‌جویی هزینه و زمان برای پی بردن به اشکالات شبکه قدرت می‌کند.

#### مشخصات فنی:

- استفاده از سیستم عامل بلادرنگ OS-9
- استفاده از باس صنعتی VME برای ارتباط کارت‌ها با یکدیگر
- توانایی ذخیره‌سازی اطلاعات خطا باحجم بال
- دارای نرم‌افزار واسط کاربر با توانایی رسم شکل موج‌های خطا و آنالیز مقادیر خطای ثبت شده و محاسبه

#### THD و توالی‌ها

- قابلیت برقراری ارتباط از طریق پورت سریال و یا مودم با استفاده از پروتکل IC620256
- توانایی سنکرون‌ساز ساعت سیستم با استفاده از GPS
- دارای خروجی‌های قابل برنامه‌ریزی رله ای و LEDهای هشدار
- قابلیت نمایش داده‌های خطا به صورت COMTRADE
- دارای ۳۲ ورودی آنالوگ (۳ کارت)
- نرخ نمونه‌برداری برای ورودی‌های آنالوگ ۶/۴ کیلوهرتز
- دامنه‌های ورودی آنالوگ ۱ و ۵ و ۱۱۰ ولت
- تبدیل آنالوگ به دیجیتال ۱۶ بیت
- دارای ۶۴ ورودی دیجیتال (۲ کارت)
- نرخ نمونه‌برداری برای ورودی‌های دیجیتال ۱ کیلوهرتز



- دامنه ورودی دیجیتال ۲۴ ولت
- تغذیه دستگاه ۱۱۰ ولت مستقیم
- اندازه بدنه Subrack ۱۹ اینچ

با انجام این پروژه یک نمونه دستگاه ثابت خطا ساخته شد. همچنین یک نرم‌افزار تحلیلگر طراحی و پیاده‌سازی گردید که به کمک آن می‌توان علاوه بر دریافت و تحلیل اطلاعات ثبت شده این دستگاه، خطاهای ثبت شده توسط سیستم‌های دیگر که استاندارد COMTRADE را پشتیبانی می‌کنند نیز بررسی نمود.

## ۲-۱-۴ - طراحی و ساخت ترانسفورماتور جریان و ولتاژ ترکیبی نوری (OVCT)

دستگاه ثابت بیش از سه دهه است که تحقیقات بر روی ترانسفورماتورهای نوری اندازه‌گیری ولتاژ و جریان در رده‌های مختلف ولتاژی در دنیا صورت گرفته و محصولات منتج از آن وارد صنعت برق شده است. سابقه تحقیقات بر روی این تجهیز در داخل کشور بیش از دوازده سال و در پژوهشگاه نیرو طی چندین پروژه مختلف به انجام رسیده و در حال توسعه آن است.

استفاده از فناوری اپتیک در ساخت این دستگاه‌های اندازه‌گیری دارای مزایای متعدد و قابل ملاحظه‌ای نسبت به نمونه‌های متداول است که به ویژگی‌های آن اشاره خواهد شد. در این ترانسفورماتور اندازه‌گیری، روش جدیدی برای اندازه‌گیری ولتاژ ارائه شده که از تلفیق فناوری اپتیک و پیزوسرامیک‌ها بدست آمده است. بکارگیری این روش منجر به کاهش قیمت قابل توجهی در ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری ولتاژ اپتیکی مرسوم خواهد شد. این محصول می‌تواند جایگزین مناسبی برای CVT ها باشد.

این پروژه در فازهای مختلف شامل مطالعات اولیه، طراحی و ساخت پیزو سرامیک مورد نیاز، طراحی و ساخت حسگر پیزو-اپتیک، بردهای الکترونیکی فرستنده لیزری و آشکارسازهای نوری، بردهای دیجیتال و نمایشگر، طراحی و شبیه‌سازی میدانی و ساخت بخش‌های فشارقوی شامل پایه، مقره کامپوزیتی پلیمری، حلقه‌های کرونا و جرقه‌گیر و نگهدارنده‌های حسگر و ارتباطات فیبر نوری تعریف و اجرا شده است.



این نوع ترانسفورماتورها نسبت به ترانسفورماتورهای معمولی مشکلات اشباع ندارد، سنسور کاملاً خطی است و می‌توان محدوده جریان ۱ تا ۶۰۰۰ آمپر را به طور خطی با آن اندازه‌گیری کرد. در نتیجه اندازه‌گیری جریان‌های خیلی بالا توسط آن امکان‌پذیر است. ایمنی آن بسیار بالاست. در پست‌های حساس برای دقت بالای اندازه‌گیری و در پست‌های با فضای محدود مانند GIS کاربرد دارد. خروجی آن دیجیتال و آماده اتصال به واحد پردازش می‌باشد که امکان اندازه‌گیری سیگنال با دقت بسیار بالا با طیف فرکانسی وسیع را فراهم می‌کند. بحث تابع تبدیل ترانسفورماتور در این نوع قابل بحث نیست و تابعی خطی است. توسط این نوع ترانس‌ها اندازه‌گیری آفست جریان و ولتاژ به عنوان فرکانس صفر امکان‌پذیر است. در سطوح ولتاژ فوق توزیع به بالا بسیار با صرفه هستند. از طرفی نصب آن‌ها در مدار در عرض چند ساعت امکان‌پذیر است و نیاز به structure خاصی ندارد. حتی می‌توان به صورت معلق در هوا استفاده کرد. می‌توان از دقت بالای این تجهیز برای اندازه‌گیری پارامترهای ابتدا و انتهای خط و اعمال فرمان حفاظتی استفاده کرد.

## ۲-۱-۵- طراحی و ساخت رله مدیریت فیدر

پروژه ساخت رله مدیریت فیدر در سال‌های اخیر در پژوهشگاه نیرو به انجام رسید و محصول نهایی آن در سال ۹۳ ساخته شد. این رله دارای حفاظت اضافه جریان فاز، حفاظت اضافه جریان زمین، تشخیص جریان‌های inrush، حفاظت در مقابل اضافه ولتاژ و کاهش ولتاژ، حفاظت CBF، عملکرد بازبست می‌باشد و قابلیت اندازه‌گیری توالی‌های مثبت، منفی و صفر، و همچنین توان اکتیو و راکتیو و ضریب توان و فرکانس را داراست. از فانکشن‌های کنترلی و مانیتورینگ این محصول می‌توان به صدور فرامین کنترلی برای بازکردن و بستن بریکر، کنترل و نظارت بر روی وضعیت بریکر و سکسیونر، امکان اعمال کنترل از طریق کلیدهای پنل جلویی رله و قابلیت طراحی منطبق‌های کنترلی یا اینترلاک مورد نیاز توسط کاربر اشاره کرد. این محصول قابلیت ثبت حوادث، خطاها و اغتشاشات و آلارم را دارد و همزمان‌سازی با GPS امکان‌پذیر است. تمامی تست‌های مورد نیاز برای ارزیابی این رله در آزمایشگاه رله و حفاظت پژوهشگاه نیرو انجام شده و مورد تایید قرار گرفته است و آماده ارائه می‌باشد.



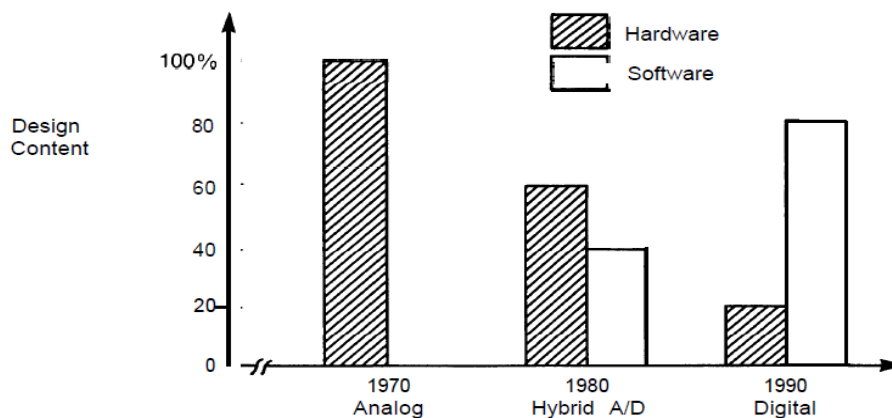
# فصل سوم

۳- جمع بندی و نتیجه گیری



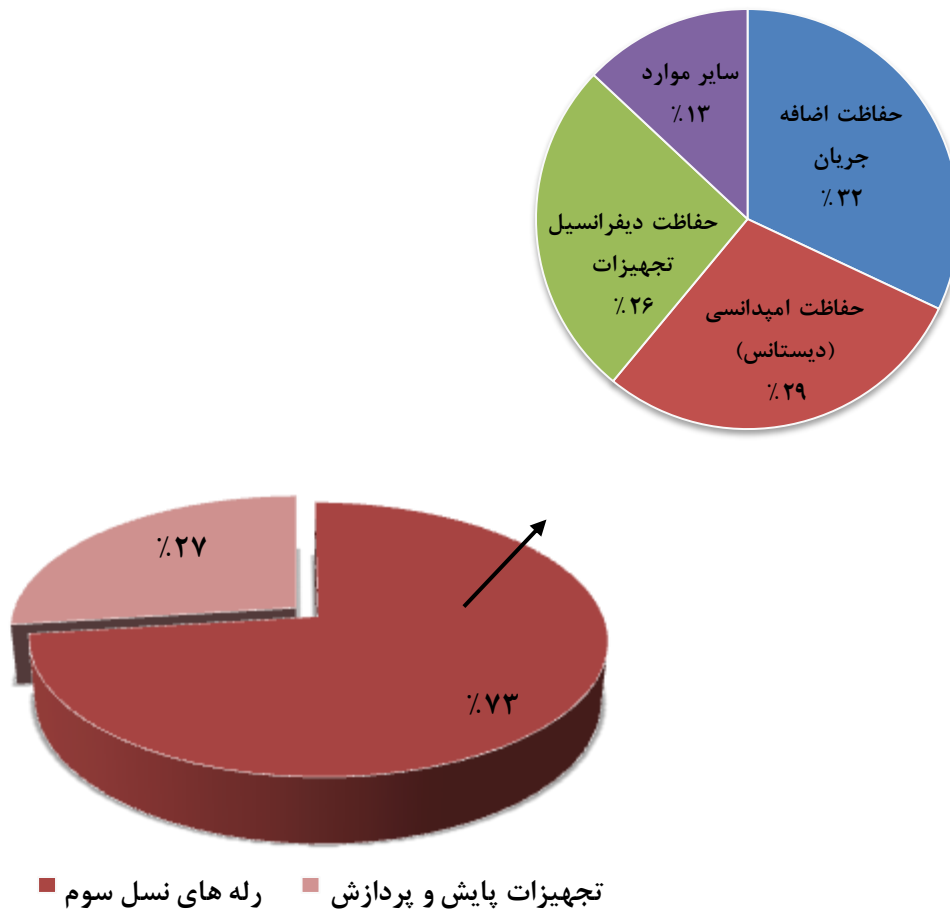
در این گزارش مطالعاتی در راستای ارزیابی میزان توسعه تجهیزات حفاظتی در داخل کشور انجام شده که در دو فصل پیشین ارائه شده است. دو منظر دانش تجهیزات حفاظتی و اقدامات انجام شده در راستای تولید محصولات حفاظتی در مراکز تحقیقاتی و صنعتی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور مکاتبات و مکالمات مستمری با متخصصین حاضر در مراکز مذکور صورت گرفت. نتایج حاصل از این گزارش می‌تواند به وضوح پتانسیل‌های موجود در کشور و پیشرفت‌های بدست آمده در مسیر توسعه تکنولوژی حفاظت شبکه برق را نشان دهد. بخشی از نتایج حاصل شده از اطلاعات گردآوری شده مرتبط به حوزه دانش ساخت تجهیزات حفاظتی در ادامه مطرح شده و در انتها نتایج کلی تر مبتنی بر دو منظر مذکور ارائه شده است.

همانطور که در فصل ۱ نشان داده شد، مطالعات و تحقیقات وسیعی در سال‌های اخیر در راستای تولید محصولات حفاظتی اعم از محصولات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری انجام شده است. با ظهور ادوات میکروپروسسوری و پتانسیل بالای آن‌ها در واحد پردازش مرکزی رله‌ها و تجهیزات پایش و پردازش، الگوریتم‌های نرم‌افزاری و قابلیت‌های آن بیشتر مورد توجه قرار گرفت. شکل زیر سهم بخش نرم‌افزاری و سخت‌افزاری را در طراحی رله‌های حفاظتی در طول دوره‌های زمانی مختلف نشان می‌دهد. برای رله‌های دیجیتال امروزی، تنها ۲۰ درصد از تلاش طراحی رله‌های حفاظتی به سخت‌افزار مورد نیاز اختصاص می‌یابد. متأسفانه، پیشرفت به منظور افزایش قابلیت اطمینان نرم‌افزاری رشد بسیار کمتری نسبت به قابلیت اطمینان سخت‌افزاری داشته است.



شکل ۳-۱: تحول در ساخت رله‌های حفاظتی (آمریکا)

نتایج تحقیقاتی انجام شده توسط محققین در مراکز تحقیقاتی-دانشگاهی در قالب مقالات و مجلات معتبر، نقش موثری در توسعه نرم‌افزار تجهیزات حفاظتی خواهد داشت. بررسی داده‌های استخراج شده و ارائه شده در بخش ۱-۱ مطابق با شکل زیر سهم مطالعات انجام شده در راستای توسعه رله‌های نسل سوم و تجهیزات پایش و پردازش را نشان می‌دهد. طبق دسته‌بندی انجام شده از انواع متدهای حفاظتی مرتبط با رله‌های نسل سوم، تعداد مقالات و سهم مطالعات انجام شده اختصاص یافته برای هر کدام از انواع حفاظتی رله‌ها در شکل زیر نشان داده شده است.



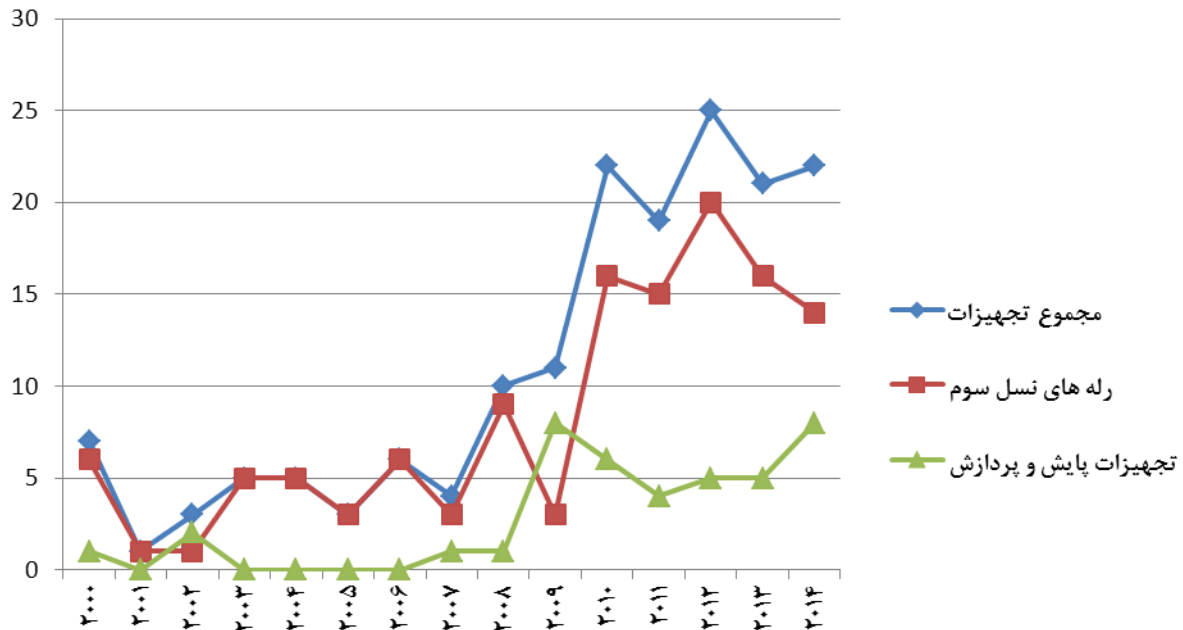
شکل ۳-۲: سهم مطالعات انجام شده بر روی تجهیزات مختلف حفاظتی

علی رغم وجود تنوع در متدهای حفاظتی تجهیزات شبکه با استفاده از رله‌های نسل سوم، دستاوردهای علمی قابل توجه تری را به خود اختصاص داده است که می‌تواند در رشد هر چه سریعتر زیرفناوری‌های مربوطه مورد توجه قرار گیرد. در جدول زیر، تعداد مقالات چاپ شده در مجلات معتبر بین‌المللی و ملی برای مجموعه تجهیزات اشاره شده در شکل فوق آورده شده است.

جدول ۱-۳: تعداد مقالات چاپ شده متخصصین در مجلات معتبر ملی و بین‌المللی

عنوان تجهیز حفاظتی	تعداد مقالات چاپ شده
رله‌های حفاظتی اضافه جریان	۴۰
رله‌های حفاظتی امپدانسی (دیستانسی)	۳۶
رله‌های حفاظت دیفرانسیل تجهیزات شبکه قدرت	۳۲
کنترل و حفاظت گسترده شبکه قدرت	۴۶
سایر موارد	۱۷

نمودار زیر نیز تعداد مقالات چاپ شده در سال‌های گذشته را نشان می‌دهد. پرواضح است که در طول سال‌های اخیر مطالعات گسترده‌ای در راستای بهبود و افزایش قابلیت اطمینان عملکرد تجهیزات حفاظتی انجام شده است.

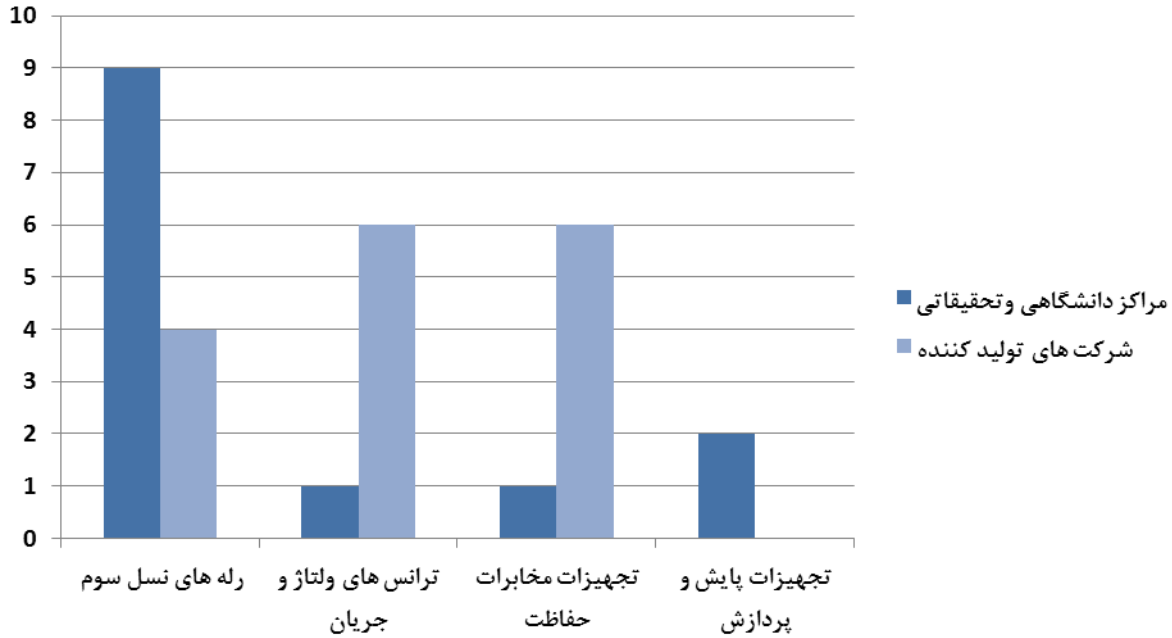


شکل ۳-۳: نرخ مطالعات انجام شده در ۱۵ سال اخیر

در حال حاضر در کشور شرکت‌های مختلفی در زمینه ساخت تجهیزات حفاظتی فعالیت می‌کنند. در شکل زیر تعداد شرکت‌های

فعال در زمینه ساخت تجهیزات حفاظتی و دانشگاه‌هایی که در زمینه ساخت این تجهیزات فعالیت داشته‌اند نشان داده شده است.





شکل ۳-۴: تعداد پروژه‌های انجام شده ساخت تجهیزات حفاظتی در مراکز تحقیقاتی و صنعت

با توجه به تنوع رله‌های نسل سوم و کارایی متفاوت و تکنولوژی ساخت و طراحی متفاوت آن‌ها، دسته‌بندی ارائه شده در شکل ۳-۲ در نظر گرفته شده و دانشگاه‌هایی که بر روی ساخت انواع مختلف آن‌ها فعالیت داشته‌اند در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۳-۲: پروژه‌های طراحی و ساخت انواع رله های نسل سوم در مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی

انواع رله ها	رله دیفرانسیل تجهیزات	رله دیستانس	رله اضافه جریان	مراکز تحقیقاتی
سایر رله‌ها	✓			دانشگاه صنعتی شریف
✓	✓	✓	✓	دانشگاه امیرکبیر
✓	✓	✓	✓	دانشگاه تهران
✓			✓	دانشگاه علم و

سایر رله‌ها	رله دیفرانسیل تجهیزات	رله دیستانس	رله اضافه جریان	انواع رله ها مراکز تحقیقاتی
				صنعت
✓			✓	دانشگاه شهید عباسپور
	✓	✓		دانشگاه تبریز
		✓	✓	دانشگاه شهید چمران
✓				دانشگاه کردستان
			✓	پژوهشگاه نیرو
۵	۴	۴	۶	

## فهرست مطالب

۱	فصل اول: ادبیات برنامه عملیاتی.....
۲	۱-۱) مقدمه.....
۳	۲-۱) مرور ادبیات روش های تدوین برنامه عملیاتی.....
۴	۱-۲-۱) گام های رویکرد چارچوب منطقی.....
۱۹	۲-۲-۱) روش پیشنهادی سند ملی فناوری پیل سوختی.....
۳۳	۳-۱) چگونگی تدوین برنامه عملیاتی در این پروژه.....
۳۴	۱-۳-۱) درنظرگیری ارتباط برنامه های با جهت گیری های کلان و پشتیبان.....
۳۶	۲-۳-۱) تعیین حوزه های هدف.....
۳۷	۳-۳-۱) طراحی برنامه ها.....
۳۷	۴-۳-۱) تبیین مجریان و نحوه عمل آن ها.....
۴۰	۵-۳-۱) تعریف دوره های زمانی.....
۴۱	۶-۳-۱) برنامه ریزی منابع.....
۴۱	۷-۳-۱) ترسیم ره نگاشت برنامه عملیاتی.....
۴۲	فصل دوم: نقشه راه توسعه فناوری های حفاظت در شبکه برق.....
۴۳	۱-۲) مقدمه.....
۴۳	۲-۲) ره نگاشت توسعه فناوری های حفاظت در شبکه برق.....
۴۴	۱-۲-۲) اقدامات حوزه دانش حفاظت.....
۴۴	۲-۲-۲) اقدامات حمایتی از تولید و بهره برداری از تجهیزات پایش و پردازش.....
۴۵	۳-۲-۲) اقدامات حمایتی از تولید رله در کشور.....
۴۵	۴-۲-۲) اقدامات پشتیبان.....
۴۸	فصل سوم: ارائه شناسنامه اقدامات نقشه راه توسعه فناوری های حفاظت.....

- ۳-۱) مقدمه ..... ۴۹
- ۳-۲) تشکیل کمیته ملی توسعه دانش و فناوری حفاظت ..... ۴۹
- ۳-۳) اقدامات حوزه دانش حفاظت ..... ۵۱
- ۳-۳-۱) طراحی و اجرای دوره های نرم افزارهای تحلیلی و کار با تجهیزات حفاظتی ..... ۵۱
- ۳-۳-۲) انجام مطالعات و اقدامات لازم جهت تجدیدنظر در سیلابس دروس دانشگاهی ..... ۵۲
- ۳-۳-۳) نظارت بر تولید نرم افزارهای حفاظت ..... ۵۴
- ۳-۳-۴) آسیب شناسی علل بروز حوادث در شبکه و نظارت بر ساختار و سازوکارهای بررسی حوادث ..... ۵۵
- ۳-۳-۵) انجام پروژه های تحقیقاتی مورد نیاز کشور در حوزه حفاظت ..... ۵۶
- ۳-۴) اقدامات حمایتی از تولید و بهره برداری از PMU ..... ۵۷
- ۳-۴-۱) ارتقاء دانش عمومی متخصصین کشور درباره قابلیت ها و کاربردهای PMU ها ..... ۵۷
- ۳-۴-۲) الزام صنعت به استفاده از گواهینامه های معتبر تست PMU ..... ۶۱
- ۳-۴-۳) خرید تضمینی PMU ..... ۶۲
- ۳-۴-۴) حمایت از ساخت IPMU (ترکیب PMU و رله حفاظتی) ..... ۶۵
- ۳-۴-۵) تدوین قوانین و مقررات حمایتی از فرایند ساخت PMU توسط شرکت های داخلی ..... ۶۶
- ۳-۵) اقدامات حمایتی از تولید رله در کشور ..... ۶۸
- ۳-۵-۱) تهیه و تدوین مشخصات فنی لازم برای رله های ساخت داخل و رله های وارداتی ..... ۶۸
- ۳-۵-۲) خرید تضمینی رله حفاظتی خط انتقال ..... ۶۹
- ۳-۵-۳) خرید تضمینی رله حفاظتی ترانسفورماتور قدرت ..... ۷۲
- ۳-۵-۴) حمایت از ارتقاء فناوری و تجاری سازی رله های تولید شده در داخل ..... ۷۵
- ۳-۵-۵) آزاد سازی بازار برای شرکت های داخلی و خارجی ..... ۷۵
- ۳-۵-۶) تدوین و پشتیبانی مقررات برای انجام تست های عملیاتی رله های ساخت داخل در شبکه ..... ۷۵
- ۳-۶) اقدامات پشتیبان ..... ۷۷

- ۳-۶-۱) تقویت جایگاه تشکل های علمی، صنفی و غیر دولتی حامی توسعه دانش و فناوری های حفاظت..... ۷۷
- ۳-۶-۲) حمایت از تجهیز آزمایشگاه های حفاظت در دانشگاه های کشور ..... ۸۰
- ۳-۶-۳) تدوین و تشکیل پایگاه اطلاعاتی جامع در حوزه دانش و فناوری های حفاظت..... ۸۲
- ۳-۶-۴) حمایت از برگزاری نشست های تخصصی ملی در حوزه حفاظت ..... ۸۲
- ۳-۶-۵) حمایت از تحقیق و پژوهش به ویژه پژوهش های نیاز محور مرتبط با دانش و فناوری های حفاظت ۸۳
- ۳-۶-۶) ایجاد دستورالعمل بازار با نگرش حمایت از تولیدات داخلی در حوزه توزیع ..... ۸۵
- ۳-۶-۷) تدوین دستورالعمل جهت تایید صلاحیت حرفه ای ..... ۸۵
- ۳-۶-۸) تجهیز آزمایشگاه های مرجع ..... ۸۶
- ۳-۶-۹) تدوین دستورالعمل مدون در زمینه تست رله و PMU ..... ۸۸
- ۳-۶-۱۰) حمایت از شرکت های داخلی جهت حضور در بازارهای منطقه ای و بین المللی ..... ۸۹
- ۳-۶-۱۱) استمرار مطالعات راهبردی مورد نیاز در زمینه تجهیزات حفاظتی، دانش حفاظت و PMU ..... ۸۹
- ۴) نتیجه گیری ..... ۹۱
- ۵) مراجع ..... ۹۲

### فهرست شکل ها

- شکل ۱-۱) گام های اصلی رویکرد چارچوب منطقی ..... ۵
- شکل ۲-۱) نحوه بررسی گروه های مهم تر ..... ۷
- شکل ۳-۱) درخت مشکل اصلی ..... ۹
- شکل ۴-۱) بررسی اهمیت مفروضات ..... ۱۶
- شکل ۵-۱) ره نگاشت برنامه عملیاتی ..... ۴۱
- شکل ۱-۲) نقشه راه توسعه فناوری های حفاظت در شبکه برق ..... ۴۷

### فهرست جدول ها

- جدول ۱-۳) اقدامات تشکیل کمیته ملی توسعه دانش و فناوری حفاظت ..... ۵۰
- جدول ۲-۳) اقدامات طراحی و اجرای دوره های نرم افزارهای تحلیلی و کار با تجهیزات ..... ۵۲
- جدول ۳-۳) اقدامات تجدیدنظر در سیلابس دروس دانشگاهی ..... ۵۴
- جدول ۴-۳) اقدامات مرتبط با بررسی علمی حوادث شبکه ..... ۵۶
- جدول ۵-۳) اقدامات پروژه های تحقیقاتی حفاظت ..... ۵۷
- جدول ۶-۳) اقدامات حوزه ارتقاء دانش عمومی متخصصین کشور درباره قابلیت ها و کاربردهای PMU ..... ۶۰
- جدول ۷-۳) اقدامات لازم جهت الزام صنعت به استفاده از گواهی های معتبر تست PMU ..... ۶۱
- جدول ۸-۳) اقدامات لازم برای خرید تضمینی PMU ..... ۶۵
- جدول ۹-۳) اقدامات لازم در جهت ساخت IPMU ..... ۶۶
- جدول ۱۰-۳) اقدامات حمایتی از شرکت های فعال در حوزه ساخت PMU و نرم افزارهای مرتبط با آن ..... ۶۸
- جدول ۱۱-۳) پروسه خرید تضمینی رله حفاظتی خط انتقال ..... ۷۱
- جدول ۱۲-۳) پروسه خرید تضمینی رله حفاظتی ترانسفورماتورهای قدرت ..... ۷۵
- جدول ۱۳-۳) تدوین و پشتیبانی مقررات برای انجام تستهای عملیاتی رله های ساخت داخل ..... ۷۷
- جدول ۱۴-۳) پروسه تقویت جایگاه های شکل های علمی ..... ۷۹
- جدول ۱۵-۳) حمایت از تجهیز آزمایشگاه های حفاظت کشور ..... ۸۱
- جدول ۱۶-۳) تدوین و تشکیل پایگاه اطلاعاتی جامع در حوزه دانش و فناوری های حفاظت ..... ۸۲
- جدول ۱۷-۳) حمایت از برگزاری نشست های تخصصی در حوزه حفاظت ..... ۸۳

- جدول ۳-۱۸) حمایت از تحقیق و پژوهش در حوزه حفاظت ..... ۸۴
- جدول ۳-۱۹) تدوین دستورالعمل جهت تأیید صلاحیت حرفه ای ..... ۸۵
- جدول ۳-۲۰) حمایت از تجهیز آزمایشگاه مرجع ..... ۸۷
- جدول ۳-۲۱) تدوین دستورالعمل مدون در زمینه تست رله و PMU ..... ۸۸
- جدول ۳-۲۲) استمرار مطالعات راهبردی مورد نیاز در زمینه تجهیزات حفاظتی، دانش حفاظت و PMU ..... ۹۰



## (۱) فصل اول

### ادبیات برنامه عملیاتی

## ۱-۱) 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 می باشد، برنامه ریزی 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 فناوری های امیدبخش که علی رغم داشتن راهبردها و سیاست های سنجیده، به دلیل بی توجهی به فرایند اجرا، موقعیت برجسته خود را از دست داده و از صحنه رقابت کنار رفته اند، مویذ این نکته مهم می باشد. لذا توجه به برنامه ریزی عملیاتی از آنچنان اهمیتی برخوردار است که تنها با تکیه بر تدوین راهبردها و اتخاذ سیاست ها نمی توان توسعه فناوری را محقق نمود. از این رو در دهه های اخیر توجه سیاست گذاران و صاحب نظران به شناسایی و بهره برداری هرچه بیشتر و بهتر از الگوها و ابزارهای نوین برنامه ریزی عملیاتی جلب شده است.

اقدامات لازم برای پیاده سازی و تحقق جهت گیری های کلان و پشتیبان سوالاتی هستند که معمولاً در آخرین مرحله تدوین اسناد ملی توسعه مطرح می شوند. چه ساز و کارها، اجزاء، سازمان ها، 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 جهت گیری های بالادستی چگونه است و تنظیم و تعامل بین آنها چگونه برقرار می شود؟

مباحث تدوین و پیاده سازی جهت گیری های کلان و پشتیبان، در حوزه "مدیریت راهبردی"<sup>۱</sup> مطرح می باشند. در مدیریت راهبردی نه تنها به رکن برنامه ریزی و تدوین اقدامات و فعالیت ها که اولین و شاید مهمترین گام باشد، پرداخته می شود بلکه سایر ارکان مدیریت از جمله سازماندهی، تأمین منابع، نظارت و کنترل فعالیت ها و ارزیابی تحقق استراتژی ها را نیز در برمی گیرد و این فرآیند به طور دائمی و پویا تکرار می شود تا سیستم به اهداف مورد نظر دست یابد.

<sup>۱</sup> Strategic management

پیش از ارائه روش پیشنهادی برای تدوین برنامه عملیاتی بر مبنای ارکان جهت‌ساز 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.

## ۱-۲) مرور ادبیات روش‌های تدوین برنامه عملیاتی

در قالب مرور ادبیات، روش‌های استفاده شده برای برنامه عملیاتی معرفی می‌گردد، در ادامه ابتدا رویکرد چارچوب منطقی معرفی می‌شود، سپس گام‌های اجرای رویکرد منطقی ارائه می‌شود. در ادامه رویکردی که در تدوین برنامه عملیاتی سند توسعه پیل سوختی استفاده شده است، توضیح داده خواهد شد.

رویکرد چارچوب منطقی<sup>۲</sup> ابزاری است برای برنامه‌ریزی هدفمند پروژه‌ها. بسته به نیاز تحلیل‌گر، این ابزار می‌تواند با اهداف مختلف تحلیل، برآورد، و ارزیابی پروژه‌ها در برنامه‌ریزی عملیاتی مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از این رویکرد منجر به بهبود کیفیت اجرای پروژه‌ها و در نتیجه آن دستیابی به امکان‌پذیری<sup>۳</sup>، مرتبط بودن<sup>۴</sup>، و پایداری<sup>۵</sup> می‌شود. در رویکرد چارچوب منطقی، صاحبان پروژه<sup>۶</sup> 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.

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 تعریف، 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 هدف‌محور است، به این معنی که محوریت فرایند برنامه-

<sup>2</sup> Logical Framework Approach (LFA)

<sup>3</sup> Feasibility

<sup>4</sup> Relevancy

<sup>5</sup> Sustainability

<sup>6</sup> Project owners

ریزی «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 این 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.

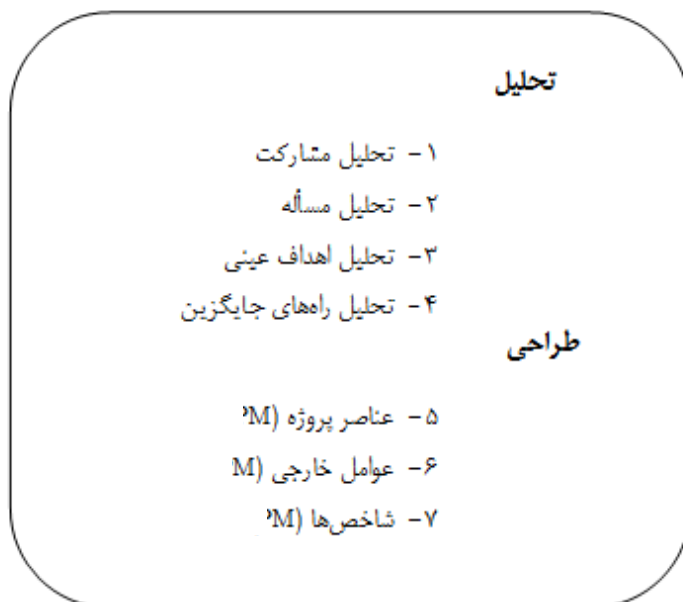
### ۱-۲-۱) گام‌های رویکرد چارچوب منطقی

رویکرد چارچوب منطقی به جنبه‌های کلیدی 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 محدوده‌ی پروژه باشد. به طور مثال مطالعه قبلی انجام شده یا اطلاعات طبقه بندی شده در این راستا باید پیش از اجرای رویکرد چارچوب منطقی در اختیار 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) گام های اصلی رویکرد چارچوب منطقی

## الف) گام اول: تحلیل مشارکت

به‌عنوان 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 ترفیک" 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

مهم‌ترین گروه‌ها انتخاب شوند.

خلیل مقصل‌تری 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

بماند. 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 شرکت کننده 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

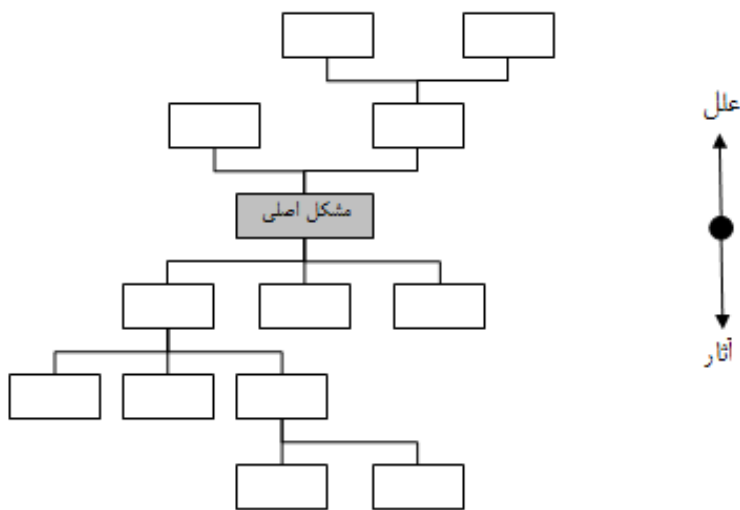
مناسب می‌توان از طریق ذیل عمل نمود:

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 می شوند.
۲. آثار اساسی و مستقیم مشکل اصلی به موازات یکدیگر و در زیر آن قرار می گیرند.
۳. علل و آثار ایجاد شده بعدی همراه با همان اصل قرار می گیرند تا درخت مشکل طراحی گردد.



شکل ۰-۳) 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، می توان تحلیل مشکل و نتیجه گیری لازم را انجام داد. می توان اینچنین بیان نمود که جهت طراحی درخت مشکل قدم های 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.

### ه) 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 (PM)<sup>۷</sup> منتقل می‌شوند. 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<sup>۸</sup>

۲. مقصود<sup>۹</sup>

۳. بروندها<sup>۱۰</sup>

۴. فعالیت‌ها<sup>۱۱</sup>

۵. درونداها<sup>۱۲</sup>

هدف نهایی، اصطلاح هدف عینی پیش‌بینی شده برای درازمدت را توصیف می‌کند که پروژه توسعه در آن سهمیم است (توجیه پروژه توسعه).

<sup>7</sup> Project Management

<sup>8</sup> Goal

<sup>9</sup> Purpose

<sup>10</sup> Outputs

<sup>11</sup> Activities

<sup>12</sup> Inputs

بروندادها 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 بروندادهای 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 بروندادها باید شماره‌گذاری شوند. سپس هر فعالیت باید در رابطه با بروندادهای متناظر با خود، شماره‌گذاری شود. دروندادهای عمده به شکل اعتبار مالی، کارمند و کالا بیان می‌شوند.

### و) گام ششم: مفروضات

منظور از مفروضات حالتی 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 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)

مثال هایی از مفروضات عبارتند از: گیرندگان کمک هزینه تحصیلی به سمت های از پیش معین شده بر می گردند، مؤسسات محلی در فعالیتهای برنامه ریزی همکاری می کنند، تغییر قیمت ها در سطح جهانی را می توان با میزان بودجه تعیین شده انطباق داد.

جهت شناسایی مفروضات مهم، می توان مفروضات را:

۱. از درخت اهداف عینی به دست آورد.
۲. به صورت حالات مثبت واژه بندی 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 نشان دادن 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 شرکت کنندگان 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 نابود کننده است. در صورتی که عوامل نابود کننده 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 قدم های ذکر شده در صورت می گیرد:



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 مشخص کننده 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)

### تنظیم شاخص ها

شاخص خوب باید این گونه باشد:

- **اساسی:** یعنی جنبه اساسی یک هدف عینی را با اصطلاحات دقیق منعکس می کند.
  - **مستقل:** در سطوح متفاوت از آنجایی که اهداف توسعه و اهداف آنی متفاوت خواهند بود و انتظار می رود هر شاخص منعکس کننده مدرک دستیابی به هدف عینی باشد، یک شاخص را به طور معمول نمی توان 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 داده های به دست آمدنی:** شاخص ها باید از داده هایی به دست آمده باشند که به آسانی در دسترس بوده یا بتوان با تلاش معقول و اضافی به عنوان بخشی از مدیریت اجرایی پروژه آن ها را گردآوری کرد.
- اندازه گیری های ارایه شده به وسیله شاخص ها 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 اندازه گیری به صورت مستقل از یکدیگر استفاده می کنند، اندازه گیری های 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.

### ۱-۲-۲) 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 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 [۱] و [۲].

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 به‌عنوان 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 تاکید 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 شکل دهنده فضای نوآوری مانند قوانین مالکیت فکری می‌پردازد. در سطح بین‌المللی نیز با در نظر گرفتن جریان‌های دانش بین مرز ملی سیستم با محیط بین الملل 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 به‌انجام 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<sup>۱۳</sup> و دستورالعمل فراسکاتی توسط سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه<sup>۱۴</sup> تهیه و ارائه شده است. پس از ارائه روش‌های استاندارد در ارزیابی نوآوری، کشورهای بسیاری مانند تایلند و کشورهای عضو سازمان

<sup>13</sup> Oslo Manual

<sup>14</sup>. OECD

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 به‌نگارش درآمده است [۳ و ۴ و ۵] که از آن‌ها می‌توان برای ممیزی فناوری در قالب نظام نوآوری ملی استفاده کرد. درمورد مرحله آخر نیز که مربوط به ارائه راه‌کار و اقدامات ضروری است، رویکرد نظرسنجی خبرگان رویکرد غالب 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 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<sup>۱۵</sup>، به یکپارچه‌سازی 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

<sup>15</sup> Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)

- انتقال تکنولوژی
- توسعه نیروی انسانی
- انتشار تکنولوژی
- ارتقای کارآفرینی تکنولوژی
- تولید کالا و خدمات

### 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 فعالیت های درون سیستم، جهت گیری 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 فعالیت های 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 سیاست های کلی، تعیین و تدوین گردند. تعیین این اهداف و سیاست ها، فرآیند دشوار و پیچیده ای است که همکاری اجزاء و سازمان های خاصی را می طلبد. اما باید توجه کرد که این فرآیند و اجزای درگیر، به صنعت مورد مطالعه بستگی دارد.

به جرأت می توان گفت که این کارکرد، حیاتی ترین و مهمترین عنصر نظام نوآوری ملی می باشد. ضعف و عدم کارایی در عنصر سیاست گذاری نظام نوآوری ملی آنچنان بر عملکرد کل سیستم تأثیرگذار است که نه تنها آن را نمی توان با صرف

هزینه‌های فراوان جبران کرد، بلکه باعث اتلاف 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 (مثلا هر دو سال یکبار).
۲. پایش و شناخت دقیق، عمیق و همه جانبه 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.

### 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. استاندارد سازی

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. سیستم نظام نوآوری فناوری 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 پتنت، 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.

### 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 زمینه‌های صنایعی نظیر الکترونیک و فرآورده‌های شیمیایی آغاز به کار نمودند. با

مشارکت این آزمایشگاهها با دانشگاهها، به تدریج تحقیقات در رشته های 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 نمی شود زیرا تلاش های زیادی از جمله آزمایش، اصلاح، بازنگری و تجاری سازی قبل از عرضه محصول به بازار مورد نیاز است. نقش واحدها و آزمایشگاه های تحقیقاتی ایجاد شده در صنعت نسبت به آزمایشگاه های مستقر در دانشگاهها و مراکز دولتی مهمتر می باشد. زیرا در اکثر صنایع این واحدها به جایگاه اصلی انجام فعالیت های R&D (بعنوان یکی از اجزای فرآیند نوآوری) تبدیل شده اند (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 استفاده کنندگان فناوری (شرکتها و مشتریان و تأمین کنندگان آنها) شناسائی می شود. بنابراین در طول زمان شرکت های فعال در یک صنعت خاص به سمت نوع خاصی از R&D گرایش پیدا کردند که نه تنها بر پایه یافته های علمی دانشمندان بلکه به میزان زیادی بر تجربه متکی باشد. ثانیاً یکی از اهداف نوآوری کسب سود بیشتر می باشد و این سودآوری در بسیاری از فناوریها مستلزم یکپارچگی فعالیت های 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 فناوری هایی می باشد که زمانی در کشورهای صنعتی به کار گرفته شده است. این یادگیری جهت تولید محصولات یا استفاده از تکنولوژیها، بوسیله فرآیند " مهندسی معکوس " صورت می گیرد. گرچه در برخی کشورها فرآیند مهندسی معکوس جزو فعالیت های R&D نمی باشد 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 می رود. بنابراین در این تحقیق علاوه بر تحقیقات بنیادی، توسعه ای و کاربردی، مهندسی معکوس را نیز جزو فعالیت های موسسات انجام دهنده R&D در نظر می گیرند. در ادامه توضیحاتی در خصوص طبقه بندی انواع تحقیقات و جایگاه مراکز تحقیقاتی و دانشگاهها ارائه می شود.

### تحقیقات بنیادی

تحقیقات بنیادی و یا پایه‌ای<sup>۱۶</sup> 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<sup>۱۷</sup> نامیده می‌شود. متقابلاً تحقیقات راهبردی و یا تحقیقات بنیادی مأموریت‌گرا 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 [۶].

### تحقیقات کاربردی

تحقیقات کاربردی<sup>۱۸</sup> 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<sup>۱۹</sup> 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

<sup>16</sup> Basic Research

<sup>17</sup> Pure Research

<sup>18</sup> Applied Research

<sup>19</sup> Developmental Research

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.

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.

### 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 راه‌کارهای 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.

### 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 مکان‌مشارکتی 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 مدیریتی 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، تجاری‌سازی ایده‌های خلاق، ایجاد اشتغال، توسعه فناوری و خلق ثروت می‌باشد [۶].

### 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.

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 سیستم‌های 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.

### 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 کارآیی 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 زیرساختی 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
- پروژه‌های مشترک تحقیقات و فناوری
- خریدهای دولتی
- شبکه‌سازی منطقه‌ای یا صنعتی [۶].

### 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 [۶].

### ۱-۳) چگونگی تدوین برنامه عملیاتی در این پروژه

در این قسمت به چگونگی تدوین برنامه عملیاتی در این پروژه پرداخته می‌شود. روشی که برای تدوین برنامه عملیاتی بکار می‌رود باید قادر باشد تا به سوالات مختلف فرایند توسعه فناوری که تا این مرحله مورد توجه قرار نگرفته‌اند پاسخ دهد؛ سوالاتی

نظیر:

- برنامه‌ها برای پاسخ‌گویی به کدام اهداف تدوین و اجرا می‌شود؟
- برنامه‌ها چگونه اولویت‌ها و ملاحظات تعریف شده در راهبردها، سیاست‌ها و راه‌کارها را عملیاتی می‌سازند؟
- گروه‌ها یا نهادهای اصلی هدف (یعنی هویت‌هایی 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 تاکنون، در این قسمت لازم است تا روش پیشنهادی تدوین برنامه عملیاتی ارائه شود. این روش پیشنهادی متشکل از گام‌های زیر خواهد بود:

### ۱-۳-۱) در نظر گیری ارتباط برنامه های با جهت گیری های کلان و پشتیبان

هر برنامه در ارتباط با یک و چند هدف بالادستی نوشته می شود. به عبارت دیگر، هدف اولیه یک سند توسعه فناوری در ابتدا برآورده ساختن جهت گیری های 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 برنامه های عملیاتی نیز باید با توجه و در نظر گیری این فرایند انجام گردد.

برنامه های 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 می شود:

- 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، می توان تصویر روشنی از مقاصدی که برنامه های تدوینی باید ملاحظات آن ها را در نظر داشته باشند، ارائه داد.

در مرحله دوم، برنامه های تدوین شده باید با راهبردها، راه کارها و سیاست های تدوین شده همخوان باشد. این کار را می- توان با تحلیل موانع شناسایی شده در مرحله جهت گیری های پشتیبان به انجام رساند. با در نظر داشتن موانع به شکل مشکلاتی که باید برای آن ها 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 پروژه های عملیاتی برای توسعه فناوری، لازم است تا علت ها و همچنین اثرات مشکلات پدید آمده بررسی شود. علل مورد بررسی قرار می گیرند به این منظور که دلایل اصلی برای وقوع مشکلات شناسایی شده و راه حل ها و فعالیت های عملیاتی مناسب پیشنهاد گردند. اثرات مشکلات نیز ضرورت و نیاز به اجرای اقدامات و فعالیت- های عملیاتی برای رفع مشکلات را نشان می دهد [۶].

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 راه‌کارها در جهت‌گیری‌های کلان و پشتیبان، درخت مشکلات ترسیم می‌گردد. در این درخت علت‌ها به‌عنوان ریشه‌های این تنه اصلی درخت (مشکلات اصلی) متصور می‌شوند. اثرات مشکلات نیز شاخ و برگ درخت را نشان می‌دهند. درخت مشکلات همیشه از پایین‌به‌بالا خوانده می‌شود. مشکلات پایینی علل ایجاد مشکلات بالایی هستند. بنابراین امید به بهبود مشکلات با هدف قرار دادن ریشه‌ای‌ترین علل لازم است. در زمان طراحی فعالیت‌ها لازم است تا تمرکز و اولویت با فعالیت‌هایی باشد که بیش‌تر 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.

### ۱-۳-۲) 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 (قاضی‌نوری و قاضی‌نوری، ۱۳۹۱). 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 پیش‌برندگی بیشتری داشته باشند گروه‌ها و نهادهای هدف می‌توانند شامل موارد زیر باشند:

- شرکت‌های تازه‌تاسیس 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 سیاست‌گذاری موردنظر، بیشترین تاثیرگذاری را در راستای اهداف سیاستی داشته باشند،
- حوزه‌هایی که دارای بیشترین ارتباطات پسین و پیشین در سایر حوزه‌ها باشند، یعنی برون‌داد آن‌ها به‌عنوان درون-داد حوزه‌ای دیگر بوده و یا با استفاده از برون‌داد سایر حوزه‌ها به‌عنوان درون‌داد، 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 به‌دست 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 منطقاً مشخص‌کننده همزمان نوع برنامه و حوزه هدف خواهد بود. بنابراین مناسب است تا این چارچوب در گام بعدی ارائه شود [۶].

### ۱-۳-۳) طراحی برنامه‌ها

در این گام اقدامات ضروری به‌منظور برآورده کردن اهداف کلان و خرد و نیز محقق نمودن راهبردها، راه‌کارها و سیاست‌ها تعیین می‌شود. این اقدامات فعالیت‌هایی هستند که توسط کنش‌گران توسعه فناوری و در راستای راهبردهای کلان و سیاست‌های نوآوری تعریف می‌شود. این هم‌راستایی با در نظرگیری درخت مشکلات و درخت اهداف ترسیم شده در گام‌های قبلی حاصل می‌گردد. اگر برنامه‌ها و اقدام‌ها به‌طور صحیحی برنامه‌ریزی شوند، نتایج موردانتظار از انجام آن‌ها حاصل، و در نتیجه، اهداف میان‌مدت و بلندمدت نیز محقق می‌گردد. اقدامات و برنامه‌ها در فرایندی توافقی و تعاملی و براساس نظر ذینفعان استخراج می‌گردد. راه‌کارهای تدوین شده در مراحل قبل هم راهنمای مناسبی برای طراحی اقدامات هستند. به‌عبارت دیگر، برای تحقق هر راه‌کار، وجود مجموعه‌ای از اقدامات ضروری است.

### ۱-۳-۴) تبیین مجریان و نحوه عمل آن‌ها

منظور از مجریان نهادهایی است که مسئولیت اجرای برنامه‌ها را برعهده دارند. ممکن است مجری همان سیاست‌گذار باشد، اما در برخی موارد سیاست‌گذار 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 (کاتزبو و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین باید رابطه تعاملی میان مجریان برنامه‌ها و کنش‌گران نیز در این فرایند مورد نظر قرار گیرد.

تعیین مجریان و مشخص نمودن نحوه عمل آن ها یکی از تاثیرگذارترین اجزای برنامه ها به شمار می رود. همان طور که قابلیت های نهاد تدوین کننده برنامه ها بر کیفیت برنامه ها تاثیر می گذارد، قابلیت های مجریان برنامه ها نیز آثار غیرقابل چشم پوشی بر کیفیت اجرای برنامه ها و خروجی حاصل از آن ها دارد. لذا اطمینان از انتخاب مناسب ترین مجری برای هر برنامه بسیار حائز اهمیت است. مجریان باید هم از لحاظ ظرفیت ها و قابلیت های درونی برای اجرای برنامه و هم از لحاظ اعتبار، جایگاه و ارتباطات بیرونی لازم ارزیابی شوند [۶].

آنچه که در این زمینه گاه حتی مهم تر از کیستی مجری است، آن است که مجری چگونه عمل کند. نحوه عمل مجری به خصوص در برنامه های حمایتی مستقیم که ماهیتی گزینشی دارند، از اهمیت بیشتری برخوردار است. در غالب این گونه برنامه ها، مجری باید بتواند بین اجزای گروه هدف قضاوت کرده و موارد واجد شرایط را انتخاب کند. برای مثال، به منظور اعطای گزینش برای تحقیقات، انعقاد قراردادهای تحقیقاتی یا اعطای هرگونه کمک مستقیم به شرکت های کوچک و متوسط، معمولاً باید تا از بین متقاضیان تعداد محدودی انتخاب شوند. نتیجه مهم چنین شرایطی این است که اولاً مجری باید از صلاحیت های 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 سیاست گذاران و مجریان در نظام های نوآوری است، بعضی از اصولی که مجریان در نحوه عمل خود باید به آن توجه کنند، در ذیل آمده و سعی شده بر هر اصل مصایق و رهنمودهایی کلی تدوین شود. اصول مزبور عبارتند از:

## الف - شفافیت و عدالت

۱. تمام فعالیت های نهادهای دولتی در حوزه مورد بحث، باید در قالب سیاست ها و برنامه های مدون به اصلاع ذینفعان و عموم برسد.

۲. سیاست گذاران و مجریان باید پایگاه های داده ای به روز از متن سیاست ها و برنامه ها، تمام فعالیت های انجام شده تحت این برنامه ها، مشخصات شرکت ها و پروژه های حمایت شده را برای دسترسی عموم علاقه مندان ایجاد نمایند. اصلاع-رسانی و پایگاه داده ترجیحاً باید از طریق پورتال اینترنتی نیز انجام شود. درباره فعالیت هایی که با امنیت ملی ارتباط دارند و فعالیت هایی که به لحاظ موقعیت رقابتی شرکت مهم هستند، جزئیات دقیق فعالیت های حمایت شده می تواند

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 داورها از معیارهای مرتبط و مدون و فرایندهای شفاف استفاده شود

۴. اعضای پنل های داوری باید درباره موضوعاتی که نظر می دهند کاملا بی طرف و بدون هیچ گونه منفعتی باشند.

## ب- پاسخ گویی

۱. سیاست گذاران و مجریان باید گزارشات دوره‌ای از عملکرد خود برای دسترسی عموم علاقه‌مندان انتشار دهند و گزارشات موردی طبق درخواست نهاد بالادست، با آخرین اطلاعات موجود تهیه نمایند.
۲. سیاست گذاران و مجریان باید به شکل دوره‌ای 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 فعالیتهایی 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 سیاست‌ها، دانش، مهارت، شرایط و قابلیت‌های لازم برای موفقیت در فعالیت مورد نظر 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.

## ۱-۳-۵) تعریف دوره‌های زمانی

هرچند پایداری و قابل پیش بینی بودن گاه به عنوان نکات مثبت در بعضی از انواع برنامه‌های حمایتی بر شمرده 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 مورد نیاز، فراهم شدن امکانات ارزیابی بهتر نتایج و



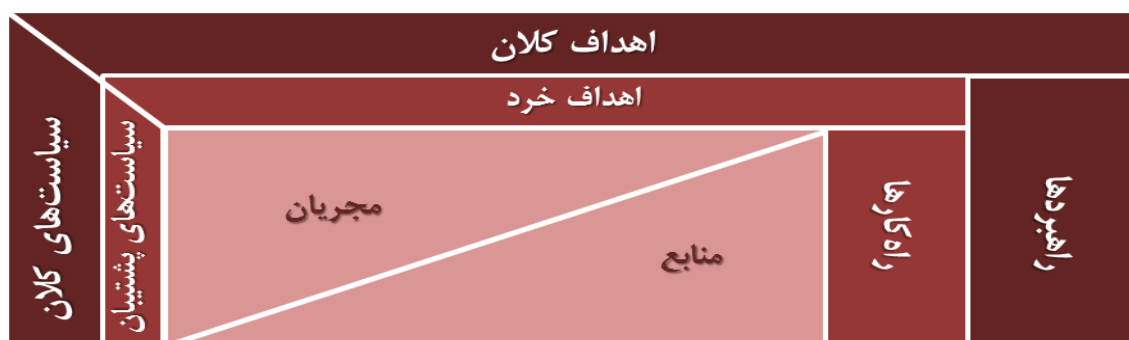
دستاوردها و امکان اصلاح، بازنگری و ایجاد تطابق بیشتر در برنامه‌ها با شرایط زمان، اشاره کرد. بر این اساس، لازم است تا دوره زمانی اجرایی هر برنامه را در این گام مشخص نمود [۶].

### ۱-۳-۶) 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 اولویت‌بندی استفاده از آنهاست. اما در شرایطی که منابع موجود نباشد، برنامه‌ریزی به معنی چگونگی دستیابی به منابع از طریق خرید، همکاری، و یا تولید منابع موردنیاز است.

### ۱-۳-۷) 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 زیر بیانگر ارتباط میان اجزای مختلف برنامه عملیاتی است [۶].



شکل ۵-۰: ره‌نگاشت برنامه عملیاتی

۲) فصل دوم

نقشه

راه توسعه فناوری های حفاظت در شبکه برق

## ۲-۱) مقدمه

به منظور تدوین ره‌نگاشت توسعه فناوری‌های حفاظت در شبکه برق ایران، با توجه به اولویت‌های درخت فناوری و دانش حفاظت، ره‌نگاشت توسعه فناوری‌های حفاظت در چهار بخش تقسیم بندی شده است. در این فصل، ضمن معرفی این چهار بخش اصلی، اقدامات زیرمجموعه آنها معرفی شده و نقشه راه ارائه گردیده است.

## ۲-۲) ره‌نگاشت توسعه فناوری‌های حفاظت در شبکه برق

با توجه به اینکه در فاز دوم پروژه درخت فناوری براساس تجهیزات حفاظتی و دانش حفاظتی ترسیم گردید [۷]، در نقشه راه توسعه فناوری‌های حفاظت در شبکه برق نیز این تقسیم بندی لحاظ گردیده است به این ترتیب که علاوه بر دانش حفاظت، براساس اولویت بندی فناوری‌های حفاظتی صورت گرفته در فاز سوم، رله‌های حفاظتی و تجهیزات پایش و پردازش به عنوان اولویت‌های فناوری‌های حفاظتی مشخص گردید [۸]، بنابراین تدوین نقشه راه مبتنی بر اولویت‌های بدست آمده و اقدامات مورد نیاز جهت توسعه این اولویت‌ها انجام شده است (در فاز چهارم پروژه نحوه استخراج اقدامات ارائه شده است [۹]). همچنین مجموعه‌ای از اقدامات به عنوان اقدامات پشتیبان در نظر گرفته شده است که به صورت مشترک در زمینه توسعه همه حوزه‌های فناورانه صورت خواهد پذیرفت. بنابراین همانطور که در شکل ۲-۱ مشخص است، به صورت کلی چهار دسته اقدام کلی در نقشه راه توسعه فناوری‌های حفاظت مشخص شده است که عبارتند از:

- اقدامات حوزه دانش حفاظت
- اقدامات حمایتی از تولید و بهره برداری از تجهیزات پایش و پردازش
- اقدامات حمایتی از تولید رله در کشور
- اقدامات پشتیبان

برای هر یک از اقدامات فوق، مجموعه زیراقدام وجود دارد که در ادامه به معرفی این زیر اقدام‌ها پرداخته می‌شود و در

فصل بعدی گزارش، شرح مفصلی از این زیر اقدامات به همراه شناسنامه آنها ارائه می‌شود.

## ۲-۲-۱) اقدامات حوزه دانش حفاظت

این اقدامات به شرح زیر می‌باشند:

- انجام پروژه‌های تحقیقاتی مورد نیاز کشور در حوزه حفاظت
- طراحی و اجرای دوره های نرم افزارهای تحلیلی و کار با تجهیزات حفاظتی و آموزش کلیه قابلیت های رله های حفاظتی برای پرسنل رلیاژ شرکتها
- انجام مطالعات و اقدامات لازم جهت تجدیدنظر در سیلابس دروس دانشگاهی
- نظارت بر تولید نرم افزارهای حفاظت
- آسیب شناسی علل بروز حوادث در شبکه و نظارت بر ساختار و سازوکارهای بررسی حوادث

## ۲-۲-۲) اقدامات حمایتی از تولید و بهره برداری از تجهیزات پایش و پردازش

این اقدامات به شرح زیر می‌باشند:

- ارتقاء دانش عمومی متخصصین کشور درباره قابلیت‌ها و کاربردهای PMU های نصب شده در شبکه ایران
- الزام صنعت به استفاده از گواهینامه معتبر تست PMU زیر نظر شورای ارزیابی و مطابقت با استانداردهای تولید در شرکت توانیر
- تدوین قوانین و مقررات حمایتی از فرایند ساخت PMU توسط شرکت های داخلی زیر نظر کمیته تخصصی حفاظت
- خرید تضمینی PMU از شرکت‌های برتر داخلی این حوزه (طی یک قرارداد دو مرحله‌ای)
- حمایت از تجاری سازی PMU های تولید شده در داخل
- حمایت از ساخت IPMU (رله و PMU ادغام شده)
- تدوین قوانین و مقررات حمایت از شرکت‌های دانش بنیان در زمینه تولید نرم افزارهای پایش، حفاظت و کنترل شبکه با استفاده از اطلاعات دریافتی از PMU ها

## ۲-۲-۳) اقدامات حمایتی از تولید رله در کشور

اقدامات این حوزه به شرح زیر می باشد:

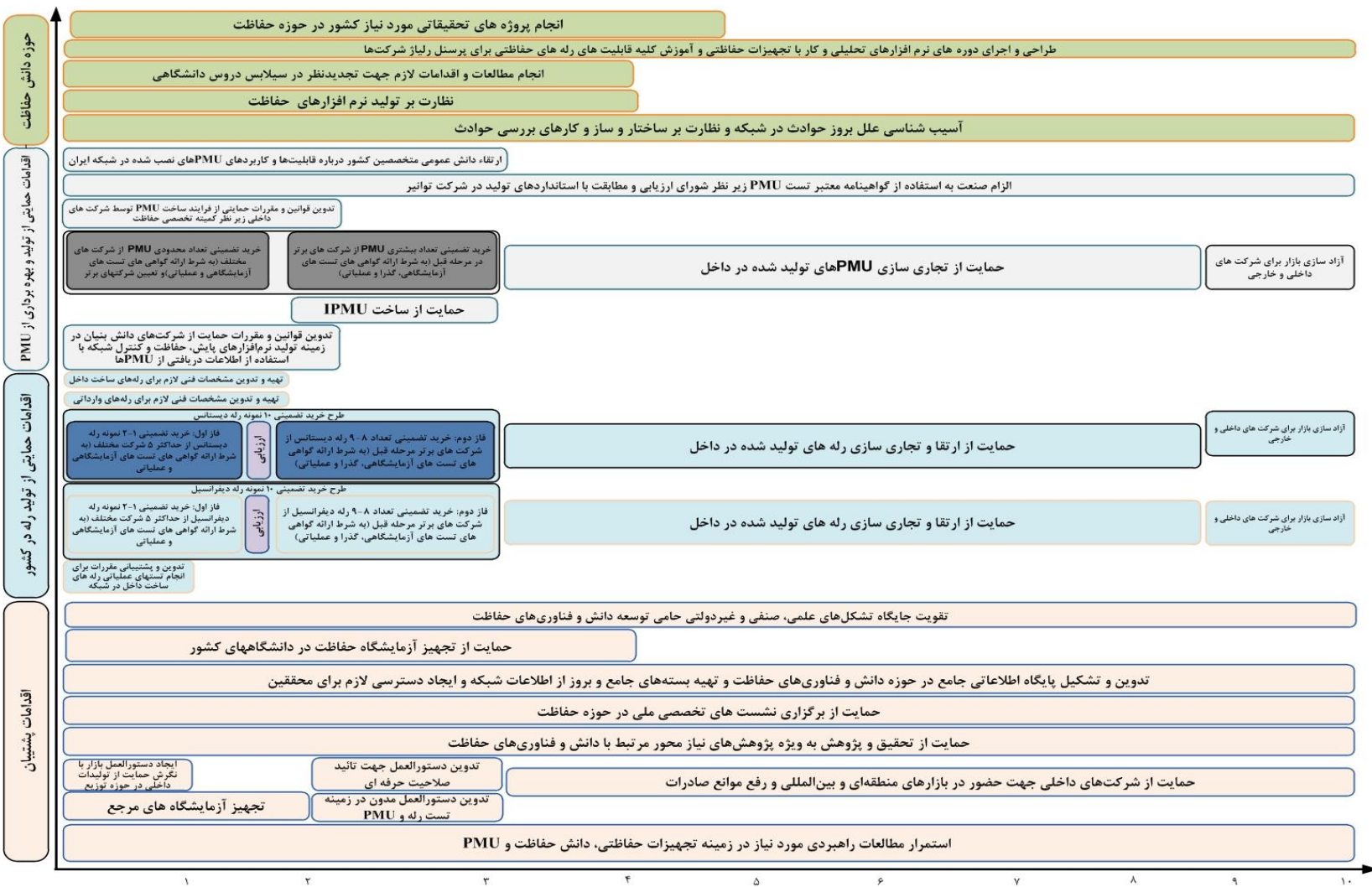
- تهیه و تدوین مشخصات فنی لازم برای رله های ساخت داخل
- تهیه و تدوین مشخصات فنی لازم برای رله های وارداتی
- خرید تضمینی رله دیستانس از شرکت های برتر در این حوزه (طی یک قرارداد دو مرحله ای)
- خرید تضمینی رله دیفرانسیل از شرکت های برتر در این حوزه (طی یک قرارداد دو مرحله ای)
- حمایت از ارتقاء فناوری و تجاری سازی رله های تولید شده در داخل
- تدوین و پشتیبانی مقررات برای انجام تستهای عملیاتی رله های ساخت داخل در شبکه

## ۲-۲-۴) اقدامات پشتیبان

این اقدامات به شرح زیر می باشد:

- تقویت جایگاه تشکل های علمی، صنفی و غیردولتی حامی توسعه دانش و فناوری های حفاظت
- حمایت از تجهیز آزمایشگاه حفاظت در دانشگاه های کشور
- تدوین و تشکیل پایگاه اطلاعاتی جامع در حوزه دانش و فناوری های حفاظت و تهیه بسته های اطلاعاتی جامع از وضعیت شبکه همراه با ایجاد دسترسی های لازم برای محققین
- حمایت از برگزاری نشست های تخصصی ملی در حوزه حفاظت
- حمایت از تحقیق و پژوهش به ویژه پژوهش های نیاز محور مرتبط با دانش و فناوری های حفاظت
- ایجاد دستورالعمل بازار با نگرش حمایت از تولیدات داخلی در حوزه توزیع
- تدوین دستورالعمل جهت تأیید صلاحیت حرفه ای
- حمایت از شرکت های داخلی جهت حضور در بازارهای منطقه ای و بین المللی و رفع موانع صادرات
- تجهیز آزمایشگاه های مرجع

- تدوین دستورالعمل مدون در زمینه تست رله و PMU
- استمرار مطالعات راهبردی مورد نیاز در زمینه تجهیزات حفاظتی، دانش حفاظت و PMU



شکل ۱-۲): نقشه راه توسعه فناوری های حفاظت در شبکه برق

۳) فصل سوم

ارائه

شناسنامه اقدامات نقشه راه توسعه فناوری‌های حفاظت



### ۳-۱) مقدمه

همانطور که در فصل قبل بیان شد، به منظور توسعه فناوری های حفاظتی اقدامات چهار گانه تعریف شده در نقشه راه می-بایست اجرا شوند. هر یک از این اقدامات خود دارای زیر اقدامات مختلفی هستند که در این فصل به بیان جزئیات هر یک از زیر اقدامات نقشه راه تهیه شده پرداخته می شود.

### ۳-۲) تشکیل کمیته ملی توسعه دانش و فناوری حفاظت

اهمیت فناوری های حفاظت در شبکه برق، حجم بالای برنامه ریزی ها، سرمایه گذاری های بین المللی و تجربیات حاصل در داخل کشور همگی مؤید این نکته هستند که توسعه فناوری های حفاظت در شبکه برق در داخل کشور، نیازمند عزمی ملی با حضور تمام ذینفعان تاثیرگذار بر توسعه این فناوری می باشد. با این نگرش یکی از اقدامات سند راهبردی توسعه دانش و فناوری های حفاظت در شبکه برق به پیشنهاد کمیته راهبری تدوین سند، تشکیل کمیته تخصصی توسعه دانش و فناوری حفاظت در شبکه برق با حضور نمایندگان سازمان ها و نهادهای ذی نفع است.

پس از تدوین سند راهبردی توسعه دانش و فناوری های حفاظت در شبکه برق، به نظر می رسد ادامه روند توسعه فناوری این تجهیزات، نیازمند ایجاد ساز و کار و تشکیلات منظم تری است تا بتواند بصورت متمرکز امر پیگیری فعالیت های در نظر گرفته شده برای تحقق اقدامات مورد اشاره در سند را دنبال کند. لذا **اولین اقدام** پس از تدوین این سند، تشکیل کمیته ملی توسعه دانش و فناوری حفاظت می باشد. این کمیته علاوه بر تدوین جزئیات برنامه عملیاتی سند، نقش کلیدی و مهمی را در تحقق چندین اقدام بر عهده دارد که به عنوان نمونه می توان به اقدامات ذیل اشاره نمود:

- ✚ تشکیل دبیرخانه کمیته با هدف پیگیری و اجرای اقدامات سند
- ✚ تدوین و پیشنهاد مجموعه قوانین و مقررات حمایت از توسعه فناوری های حفاظت در شبکه برق
- ✚ استمرار بخشیدن به انجام مطالعات راهبردی مورد نیاز در خصوص فناوری های حفاظت در شبکه برق
- ✚ پیگیری اجرای نقشه راه توسعه دانش و فناوری حفاظت
- ✚ نظارت کلان بر پروژه های توسعه فناوری های حفاظت در شبکه برق در کشور

➤ رصد وضعیت توسعه دانش و فناوری حفاظت در دنیا

➤ پایش و ارزیابی وضعیت موجود و شناسایی مشکلات پیش روی توسعه دانش و فناوری حفاظت در کشور

➤ بازنگری نقشه راه به صورت مداوم و مستمر در بازه های زمانی مشخص

دبیرخانه کمیته راهبری و این کمیته موظف هستند با تشکیل شبکه و یا شبکه های تخصصی و دعوت به عضویت از همه متخصصین و محققین در حوزه حفاظت شبکه برق، ضمن فراهم سازی امکان هم افزایی توانمندی های کشور در راستای ارتقاء دانش و توسعه فناوری بومی حفاظت شبکه برق در کشور، روند توسعه فناوری های حفاظت در شبکه برق را در سطح کشورهای مختلف دنیا مورد بررسی قرار داده و بر اساس آن، مسیر سیاست گذاری توسعه این فناوری را در کشور تعیین نماید و همچنین مطالعات مورد نیاز اقدامات مختلف را انجام دهد.

در این راستا، به نظر می رسد به منظور تدقیق اهداف و ماموریت های این شورا، انجام یک مطالعه راهبردی ضروری می نماید تا بطور جامع، ابعاد ماموریتی این شورا مشخص و مکانیزم تحقق آن ها از طریق طراحی ساختار شبکه ای مناسب پیش بینی گردد. در ادامه، تشکیل این کمیته نیازمند سیر مراحل قانونی جهت اخذ مجوزهای لازم است تا پس از آن اقدامات اجرایی از قبیل تعیین موقعیت جغرافیایی برای تشکیل کمیته، تجهیز کمیته به امکانات سخت افزاری و نرم افزاری لازم و جذب متخصصین و کادر اداری شورا، انجام پذیرد.

### جدول ۳-۱) اقدامات تشکیل کمیته ملی توسعه دانش و فناوری حفاظت

بازه زمانی (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات
۱۰		تشکیل جلسات کمیته و استقرار شبکه یا شبکه های تخصصی
۱		تامین محل استقرار دبیرخانه کمیته و تجهیز آن (سخت افزاری و نرم افزاری)
۱۰	۳	فعالیت های اجرایی دبیرخانه

### ۳-۳) اقدامات حوزه دانش حفاظت

#### ۳-۳-۱) طراحی و اجرای دوره‌های نرم افزارهای تحلیلی و کار با تجهیزات حفاظتی و آموزش کلیه

#### قابلیت‌های رله‌های حفاظتی برای پرسنل رلیاژ شرکت‌ها

یکی از مشکلات اساسی صنعت برق در زمینه حفاظت از شبکه و تجهیزات آن عدم آشنایی و مهارت پرسنل رلیاژ شرکت‌های مختلف در کار کردن با تجهیزات حفاظتی است. به عبارت بهتر عدم توانایی کافی در پرسنل رلیاژ منجر به بروز حوادث مختلفی در شبکه قدرت می‌شود که می‌توان با صرف هزینه‌های ناچیز آموزشی نسبت به رفع آن اقدام کرد. در همین راستا و با توجه به وجود و فعالیت شرکت‌های خصوصی و اساتید دانشگاهی در زمینه آموزش مفاهیم مرتبط با رله و حفاظت می‌توان امیدوار بود با برگزاری دوره‌های قبل از استخدام و یا در حین خدمت بتوان پرسنل رلیاژ شرکت‌های متولی امر حفاظت را با مفاهیم بنیادین و موارد فنی این حوزه آشنا کرد.

در این چارچوب باید دوره‌های آموزشی به گونه‌ای طراحی شوند که مجموعه چند دوره آموزشی پرسنل رلیاژ را قادر به انجام

موارد زیر نماید:

۱- تحلیل شبکه در زمینه پخش بار و اتصال کوتاه با توجه به توپولوژی‌های مختلف.

۲- طراحی سیستم حفاظتی برای توپولوژی‌های مختلف.

۳- کار با نرم‌افزارهای تحلیل شبکه و نحوه استخراج تنظیمات حفاظتی از طریق آنها.

۴- نحوه اعمال تنظیمات استخراج شده در رله‌های حفاظتی مختلف.

۵- نحوه پیکربندی رله‌های حفاظتی مختلف با توجه به ورودی‌ها و خروجی‌های رله، تابع‌های مورد نیاز و فعال شده در رله و

همچنین نحوه تنظیمات آنها.

۶- کار با دستگاه‌های تست رله و نحوه تست رله‌های حفاظتی با استفاده از دستگاه‌های مختلف.

بر اساس موارد ذکر شده در بالا باید سلسله اقدامات زیر انجام پذیرند تا بتوان بر اساس آنها نسبت به رفع مسائل آموزش پرسنل رلیاژ اقدام کرد. قابل ذکر است که اجرای دوره ها با توجه به تنوع و تعداد آنها قابل پیش بینی نبوده است.

### جدول ۲-۳) اقدامات طراحی و اجرای دوره های نرم افزارهای تحلیلی و کار با تجهیزات

مدت اجرا (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات
۱	۲	شناسایی مراکز و شرکت های خصوصی و دانش بنیان در زمینه آموزش مبانی و اصول رله و حفاظت
۱۰		اجرای دوره های آموزشی و پژوهشی تخصصی برای پرسنل رلیاژ
۱۰		تدوین مکانیزم تشویقی برای پرسنل رلیاژ در ازای گذراندن دوره های آموزشی و پژوهشی حفاظتی و نرم افزارهای تحلیلی حفاظت

### ۲-۳-۳) انجام مطالعات و اقدامات لازم جهت تجدیدنظر در سیلابس دروس دانشگاهی

#### تعریف مسئله

با بررسی نتایج پرسشنامه های ارسال شده به شرکت های مختلف فعال در حوزه صنعت برق و صنایع وابسته به آن، مشاهده می شود که کارشناسان بخش رلیاژ شرکت ها، افزایش آموزش های دانشگاهی در زمینه حفاظت را برای بهبود کارایی در وظایف محوله را لازم دانسته اند. در واقع این افراد معتقدند که عدم هماهنگی مناسب بین آموزش های دانشگاهی و مسائل مختلفی که در واقعیت و هنگام کار با آن ها مواجه می شوند، موجب شده است که این افراد در انجام وظایف خود دچار مشکل شوند چراکه آموزش های لازم را در دانشگاه فرا نگرفته اند.

این مسئله در حالی رخ می دهد که لزوم ارتقاء آموزش حفاظت از چند سال قبل در بین استادان دانشگاه متخصص حوزه حفاظت مطرح شده است و در این راستا، چندین دوره کارشناسی ارشد با گرایش حفاظت نیز در دانشگاه های معتبر و فعال این حوزه اجرا شده است. بنابراین با توجه به نظرسنجی های انجام شده و نیازهای موجود، لزوم بازنگری در سیلابس دروس

دانشگاهی و نوع آموزش دروس مختلف حوزه سیستم‌های قدرت با هدف ارتقاء آموزش‌های دانشگاهی در این حوزه، در این نقشه راه گنجانده شده است.

برای نیل به این منظور لازم است بصورت مستمر نیازمندی‌های کشور در حوزه صنعت برق و صنایع وابسته به آن بویژه در زمینه حفاظت و کار با تجهیزات حفاظتی شناخته شود. سپس براساس نیازمندی‌های شناسایی شده می‌بایست تجدید نظر در سیلابس دروس آزمایشگاهی انجام شود و در نهایت تجدیدنظر انجام شده با هماهنگی با ارگان‌های ذیربط لازم الاجرا گردد.

### دستاوردهای پروژه

برخی از مهمترین دستاوردهای این پروژه عبارتند از:

- شناسایی نیازمندی‌های صنعت برق کشور (بویژه حوزه حفاظت) در بحث آموزش
- ایجاد تناسب میان آموزش‌های دانشگاهی و مباحث مورد نیاز صنعت
- کاهش هزینه صنعت بدلیل نیاز به اجرای دوره‌های آموزشی و ...
- افزایش بهره‌روی دانش‌آموختگان دانشگاه‌ها

### سابقه انجام پژوهش‌های مشابه در کشور

در سال ۱۳۸۷ توسط دانشگاه علم و صنعت ایران مطالعه‌ای مشابه با آنچه هدف از این اقدام است انجام شد که خروجی آن منجر به ایجاد گرایش حفاظت در برخی از دانشگاه‌های کشور شد، این گرایش پس از چند دوره اجرا، حذف گردید. همچنین در سال ۲۰۱۴ تحقیق مشابهی در دانشگاه پرتلند آمریکا انجام گرفت. در این تحقیق مطالعه گسترده‌ای بر روی فارغ‌التحصیلان این دانشگاه که در صنعت برق (بویژه در حوزه حفاظت) مشغول کار هستند انجام شد و نقاط ضعف و قوت این افراد به دقت شناسایی گردید. نتایج این تحقیق نشان می‌دهند که آموزش‌های دانشگاه پرتلند برای فارغ‌التحصیلان این دانشگاه برای انجام وظایف محوله در حوزه حفاظت در صنعت برق آمریکا کافی نیست. از این رو این دانشگاه بر آن شد تا تجدیدنظر اساسی در سیلابس دروس خود بویژه سیلابس دروس عملی (بخصوص آزمایشگاه حفاظت و رله) انجام دهد.

نوع پروژه

این پروژه یک پروژه تحقیقاتی است که منتهی به خروجی هایی چون شناخت نیازمندی های صنعت برق کشور و صنایع وابسته به آن در حوزه حفاظت، تطبیق سیلابس دروس آزمایشگاهی با نیازمندی های شناسایی شده و تطبیق آن ها با کشورهای پیشرو در این زمینه و نحوه هماهنگی با ارگان های ذیربط برای اجرای تجدیدنظر پیش بینی شده، می گردد.

## جدول ۳-۳) اقدامات تجدیدنظر در سیلابس دروس دانشگاهی

بند	عنوان عملیات در هر مرحله	وزن فعالیت	مدت اجرای مرحله (ماه)
۱	بررسی سرفصل های دروس حفاظت در کشورهای پیشرو	۲۰	۶
۲	شناسایی نیازمندی های کشور		
۳	تعیین سرفصل های پیشنهادی دروس آموزشی و آزمایشگاه ها در زمینه حفاظت	۴۰	۱۲
۴	هماهنگی با نهادهای ذیربط جهت اجرا	۴۰	۲۴
	کل	۱۰۰	۴۸

## ۳-۳-۳) نظارت بر تولید نرم افزارهای حفاظت

یکی از پروژه های سند راهبردی توسعه نرم افزارهای تحلیل، مطالعه و راهبری شبکه برق، پروژه طراحی و پیاده سازی نرم افزار مطالعات حفاظت شبکه ی برق است. هدف از این پروژه، تدوین و توسعه ی نرم افزار حفاظت شبکه ی برق است. با توجه به بحث تحریم ها و نیز قیمت بسیار بالای نرم افزارهای خارجی مورد استفاده در مطالعات حفاظت شبکه های قدرت، تامین این نرم افزارها در سالیان اخیر با مشکل روبرو شده است. بنابراین با توجه به اهمیت بسیار بالای حوزه ی حفاظت، نیاز است نرم افزاری برای انجام مطالعات حفاظت تدوین و تهیه گردد. مطالعات حفاظت شبکه از ۶ رویه ی نرم افزاری تشکیل شده است. این رویه ها شامل موارد زیر است.

- پخش بار
- اتصال کوتاه
- پایداری

- هماهنگی سیستم حفاظتی
- شبیه‌سازی و مطالعه‌ی عملکرد سیستم حفاظتی
- آنالیز گذراهای مغناطیسی

از آن جا که تدوین و توسعه‌ی رویه‌ی آنالیز گذراهای مغناطیسی بسیار پیچیده، زمان‌بر و پرهزینه می‌باشد، و از طرف دیگر نرم‌افزارهای مشابه (خارجی) وجود دارد که این کار را به‌خوبی انجام می‌دهند، توسعه‌ی این رویه در این پروژه منظور نگردیده است.

کمیته تخصصی حفاظت بر پروژه فوق‌الذکر نظارت داشته و این پروژه را از منظر فنی و عملیاتی مورد بررسی قرار خواهد داد.

### ۳-۳-۴) آسیب شناسی علل بروز حوادث در شبکه و نظارت بر ساختار و سازوکارهای بررسی حوادث

بروز حوادث مشابه در صنعت برق امری عادی به حساب می‌آید. به عبارت دقیق‌تر در هر قسمت از شبکه و با توجه به ذات شبکه در بخش‌های توزیع و انتقال، حوادثی رخ می‌دهد که مشابهت زیادی با یکدیگر دارند. به همین دلیل در صورتی که بتوان به تجربیات به دست آمده از حوادث قبلی دسترسی داشت می‌توان امیدوار بود که از بروز موارد مشابه ممانعت شود و یا حداقل اینکه بتوان با صرف زمان و هزینه کمتر نسبت به رفع موارد مرتبط با حادثه اقدام کرد. در این راستا ایجاد ساختاری که شرکت‌های مختلف برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع را ملزم و یا تشویق به ارائه شرح حادثه و روش تحلیل و رفع حادثه نماید، کمک شایانی به بالاتر رفتن سطح دانش پرسنل دیگر شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های توزیع کرده و همچنین زمان و هزینه کمتری را برای آنها به همراه خواهد داشت. می‌توان اقدامات مقتضی به منظور بررسی علمی حوادث شبکه را به صورت زیر بیان داشت.

## جدول ۳-۴) اقدامات مرتبط با بررسی علمی حوادث شبکه

مدت اجرا (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات	
۲	۶	تشکیل پایگاه اطلاعاتی ثبت حوادث	آسیب شناسی علل بروز حوادث در شبکه و نظارت بر ساختار و سازوکارهای بررسی حوادث
۲	۶	تدوین دستورالعمل الزام شرکتها به ارائه اطلاعات حوادث مختلف و نتایج تحلیل	
۱۰		پیگیری اجرا و به روزرسانی دستورالعمل تدوین شده	

## ۳-۳-۵) انجام پروژه های تحقیقاتی مورد نیاز کشور در حوزه حفاظت

کمبود سوخت های فسیلی، کاهش آلودگی های محیط زیست، جلوگیری از گسترش شبکه های انتقال و تمایل مصرف کنندگان به وجود کنترل بیشتر بر تولیدکنندگان خود از مهمترین دلایلی هستند که موجب تغییر رویه ساختارهای سستی شبکه های برق شده است. این تغییر موجب ایجاد شبکه های هوشمند و میکروگریدها شده است که از آنها با نام شبکه های آینده نیز نام برده می شود.

در شبکه های آینده بدلیل حضور تولید کنندگان در تمام سطوح توزیع لذا جهت و دامنه جریان تغییرات گسترده می کند که این مسئله حفاظت های سستی شبکه های توزیع را دچار چالش می نماید. براین اساس می بایست روش های جدید تشخیص خطا و هماهنگی حفاظتی برای حفاظت موثر این شبکه ها توسعه یابند.

براین اساس آنچه که هدف از اجرای این پروژه است شناسایی روش های مختلف و موثر تشخیص خطا، برای شبکه های آینده با توجه به تغییرات دینامیک توپولوژی آنها است. همچنین روش های نوین تعیین شده در این پروژه برای بارگذاری در رله های ساخته شده در کشور (یا رله هایی که طی این نقشه راه توسعه می یابند)، پیشنهاد می شوند.

به برخی از این پروژه ها در ادامه اشاره شده است.



- توسعه یک روش مناسب برای تشخیص خطا در میکروگریدها
- بررسی اثرات تجهیزات جدید مانند ترانس های حالت جامد (Solid State Transformer) بر حفاظت شبکه های هوشمند
- بررسی زیر ساخت های لازم برای پیاده سازی شبکه های هوشمند در کشور
- بررسی روش های مختلف هماهنگی حفاظتی در شبکه های هوشمند با نگرش پیاده سازی بر روی شبکه کشور

### جدول ۳-۵) اقدامات پروژه های تحقیقاتی حفاظت

بازه زمانی (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات
۵	۱۲	انجام پروژه های تحقیقاتی در حوزه حفاظت شبکه

### ۳-۴) اقدامات حمایتی از تولید و بهره برداری از PMU

۳-۴-۱) ارتقاء دانش عمومی متخصصین کشور درباره قابلیت ها و کاربردهای PMU های نصب شده در شبکه ایران

#### تعریف مساله

بومی سازی دانش سطح بالای تجهیزات حفاظتی و دستگاه های پایشی مانند PMU اولویت اول سند راهبردی تهیه شده در پژوهشگاه نیرو با عنوان "نقشه راه توسعه فناوری های حفاظت در شبکه ایران" می باشد. علت این مسئله نیز اهمیت ویژه رله های حفاظتی و دستگاه های PMU به دلایل فنی، اقتصادی و استراتژیک است که آن را از سایر تجهیزات حفاظتی جدا می نماید.

با توجه به اینکه کشور ایران نیز به منظور رویت پذیری شبکه انتقال خود در صدد است تا نسبت به نصب دستگاه های PMU در سطح انتقال اقدام نماید باید درصدد بهره برداری اصولی از اطلاعات ثبت شده توسط آنها بود. به عبارت دقیق تر

اطلاعات ارسال شده توسط PMU به مرکز اطلاعات (PDC یا Super PDC) منتقل می شود که علاوه بر پایش وضعیت شبکه، می توان کاربردهای دیگری نیز برای آن متصور گردید. مطابق با برنامه شرکت مدیریت شبکه برق ایران تعدادی از دستگاه های مورد نیاز خریداری شده و در شبکه نصب شده اند که بر این تعداد افزوده خواهد شد تا هدف رویت پذیری در شبکه ۲۳۰ کیلوولت را برآورده نماید.

در سال های اخیر تلاش های ارزشمندی در زمینه بهره برداری و انواع کاربرد دستگاه PMU در دانشگاه های کشور انجام شده است. اما با این وجود هنوز قابلیت ها و جنبه های مختلف بهره برداری از PMU در شبکه برق کشور سنجیده نشده است. به عبارت دقیق تر بحث فنی دقیقی برای هدف و نحوه استفاده از اطلاعات ثبت شده توسط PMU ها صورت نگرفته است. این جنبه های بهره برداری از اطلاعات PMU ممکن است شامل بررسی پایداری شبکه برق ایران، موارد مرتبط با کیفیت توان، تشخیص نوسان بین ناحیه ای و یا ... باشد.

از طرف دیگر با توجه به حضور PMU ها در شبکه توزیع، باید انواع کاربردهایی را که می توان برای آن متصور گردید، مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. به عبارت دقیق تر انتظار می رود در آینده نزدیک بتوان از PMU ها در شبکه توزیع استفاده کرد و هم اکنون در کشورهای پیشرفته مورد استفاده قرار گرفته است. لذا در این پروژه نیز در نظر است تا نسبت به بررسی مواردی که در زمینه توزیع مطرح می گردد، مطالعاتی صورت گیرد.

بنابراین آنچه هدف این پروژه است انجام مطالعات وسیع و مستدل در شبکه برق کشور است تا بر اساس برنامه بلند مدت شرکت مدیریت شبکه برق ایران، انواع کاربردهایی را که می توان از اطلاعات ثبت شده به عمل آورد، استخراج شود و در اختیار متولین امر قرار گیرد. در حقیقت در این پروژه و در چارچوب برنامه بلند مدت شرکت مدیریت شبکه برق ایران مبنی بر نصب دستگاه های PMU در شبکه انتقال، جنبه های مختلف بهره برداری از دستگاه PMU مورد بررسی قرار می گیرد. به عنوان مثال پیش بینی پایداری شبکه قدرت پس از وقوع اغتشاش و قبل از وقوع ناپایداری، امکان سنجی شده و روش انجام نیز معرفی می گردد. در کنار این موضوع در این پروژه باید به بررسی دقیق انواع کاربردهای PMU در شبکه توزیع نیز پرداخته شود و انواع جنبه های بهره برداری برای آن مورد مطالعه قرار می گیرد.

## دستاوردهای پروژه

در انتهای این پروژه گزارشی مدون و بخش بندی شده بر اساس انواع جنبه های بهره برداری از PMU و اطلاعات ثبت شده توسط آن ایجاد خواهد گردید. بر اساس این گزارش انواع کاربردهایی را که می توان برای ساختار WAMPAC متصور گردید بیان شده است. سپس با توجه به برنامه بلند مدت شرکت مدیریت شبکه برق ایران، انواع کاربردهای بیان شده در بخش اول، برای شبکه برق ایران به صورت مستدل امکان سنجی می شوند. در نهایت کاربردهای قابل دستیابی در شبکه برق ایران به صورت جزئی مورد بررسی قرار گرفته و نحوه دستیابی به کاربرد و الزامات آن بیان می شود.

لازم به ذکر است اجرای این پروژه علاوه بر مزایای فنی بسیاری که حاصل می نماید، بلحاظ اقتصادی نیز بسیار جالب توجه می باشد. براین اساس امکان سنجی و سنجش انواع کاربردهای مختلف PMU و اطلاعات ثبت شده توسط آن کارکنان شبکه برق و متولیان را قادر خواهد کرد تا بتوانند از بروز مسائل جانبی و مضر برای شبکه ممانعت کنند. به عنوان نمونه حتی اگر فقط یک بار بتوان از بروز ناپایداری در شبکه ممانعت نمود می توان ادعا کرد که از بروز میلیاردها تومان خسارت جلوگیری شده است. این موضوع در دیگر جنبه های بهره برداری نیز خود را نشان می دهد.

از طرف دیگر انجام این پروژه کمک شایانی در بومی کردن بهره برداری از اطلاعات ثبت شده توسط PMU ها می نماید و دانشگاهیان را قادر می کند تا بتوانند تحلیل درستی از وضعیت شبکه ارائه دهند.

## سابقه انجام پژوهش های مشابه

در این زمینه تحقیق مدونی در داخل کشور انجام نشده است و موارد انجام شده نیز محدود به مبانی این حوزه و در سطح پایان نامه های دانشجویی بوده است.

## نوع پروژه

این پروژه یک پروژه تحقیقاتی است. محصول نهایی این پروژه یک گزارش مدون در زمینه جنبه های مختلف بهره برداری از PMU و اطلاعات ثبت شده توسط آن در چارچوب برنامه بلند مدت شرکت مدیریت شبکه برق ایران است و الزامات آنها را

به همراه روش های عملیاتی پیاده سازی آنها را بیان کرده است. برخی از فعالیت هایی که می تواند در انجام هرچه بهتر این پروژه یاری رسان باشند، شامل موارد زیر می شوند:

- بررسی منابع مختلف علمی در زمینه کاربردها و بهره برداری از PMU
- بررسی مقایسه ای مدارک علمی کشورهای مختلف در زمینه بهره برداری از PMU در زمینه های مختلف (در شبکه انتقال و شبکه توزیع)
- امکان سنجی جنبه های مختلف بهره برداری از PMU در کشور در چارچوب برنامه بلندمدت شرکت مدیریت شبکه برق ایران
- امکان سنجی جنبه های مختلف بهره برداری از PMU در کشور با توجه به پتانسیل های نصب آن در شبکه توزیع و بررسی یکی از شبکه های توزیع به صورت نمونه
- بیان روش مستدل و عملیاتی از پیاده سازی و الزامات جنبه های بیان شده در بند قبلی

جدول ۳-۶) اقدامات حوزه ارتقاء دانش عمومی متخصصین کشور درباره قابلیت ها و کاربردهای PMU

ترتیب مراحل	عنوان عملیات در هر مرحله	درصد پیشرفت	مدت اجرای مرحله (ماه)
۱	بررسی منابع علمی	۱۵	۴
۲	بررسی مقایسه ای مدارک علمی کشورهای پیشرفته	۱۵	۴
۳	استخراج انواع کاربردهای امکان پذیر	۱۵	۴
۴	امکان سنجی انواع کاربردها در چارچوب برنامه بلند مدت شرکت مدیریت شبکه برق ایران	۲۵	۱۰
۵	امکان سنجی جنبه های مختلف بهره برداری از PMU در کشور با توجه به پتانسیل های نصب آن در شبکه توزیع و بررسی یکی از شبکه های توزیع به صورت نمونه	۲۵	۱۰
۶	ارایه گزارشات و سمینارها	۵	۴
	کل	۱۰۰	۳۶

### ۳-۴-۲) الزام صنعت به استفاده از گواهینامه های معتبر تست PMU زیر نظر شورای ارزیابی و مطابقت با استانداردهای تولید در شرکت توانیر

با توجه به اهمیت دستگاه PMU در صنعت برق و انواع استفاده هایی که می توان از اطلاعات به دست آمده از PMU داشت، لزوم استفاده از تست های معتبر به منظور اطمینان از عملکرد درست آنها را آشکار می کند. به عبارت دقیق تر باید ضوابط به گونه ای صورت پذیرد که صنعت برق ملزم به درخواست گواهینامه معتبر تست PMU شود تا از صحت عملکرد دستگاه های PMU در شرایط مختلف اطمینان حاصل نماید.

انجام تست دستگاه PMU باید بر اساس استانداردهای تولید در شرکت توانیر صورت پذیرد که مورد تأیید آن شرکت باشد. علاوه بر این ارائه گواهینامه های معتبر تست تحت نظارت شورای ارزیابی کمک می کند تا مسیر خرید یا ساخت PMU به صورت نظارتی باشد.

در همین چارچوب نیاز است تا سلسله اقدامات ذکر شده در جدول زیر در زمان مقرر صورت پذیرند.

جدول ۳-۷) اقدامات لازم جهت الزام صنعت به استفاده از گواهی های معتبر تست PMU

مدت اجرا (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات	
۱	۳	بررسی تستهای مورد نیاز برای PMU	الزام صنعت به استفاده از گواهینامه معتبر تست PMU
۱	۵	ایجاد دستورالعملهای لازم برای انجام تست های PMU در صنعت	
۱۰		الزام صنعت به استفاده از گواهینامه معتبر تست PMU	

### ۳-۴-۳) خرید تضمینی PMU

#### تعریف مسئله

بومی‌سازی دانش High Tech دستگاه‌های پایش و پردازش و بطور ویژه دستگاه PMU، از اولویت‌های سند راهبردی تهیه شده موضوع پروژه می‌باشد. علت این مسئله نیز اهمیت ویژه این دستگاه به دلایل فنی، اقتصادی و استراتژیک است.

در همین راستا و با توجه به اولویت مطرح شده نیاز است تا عزم راسخی به منظور بومی سازی دانش و فناوری این دستگاه به کار گرفته شود تا بتوان بستر مناسبی را برای آن ایجاد نمود. دستگاه PMU اساساً وظیفه گزارش کردن اطلاعات فازوری و فرکانس را به مرکز پردازش داشته و به این ترتیب و با توجه به همزمانی اطلاعات ارسال شده توسط همه دستگاه‌های PMU، تصویر دقیق از وضعیت دینامیکی شبکه قدرت را در اختیار بهره‌برداران قرار می‌دهند تا بتوان بر اساس آن و پردازش اطلاعات جمع‌آوری شده اقدامات کنترلی و اصلاحی را در شبکه به انجام رسانید.

آنچه که هدف از این پروژه است، خرید تضمینی دستگاه PMU صنعتی از چند شرکت برتر در این حوزه است که توانایی‌های آن‌ها در خصوص ساخت رله دیفرانسیل مطابق با استانداردهای بین‌المللی به تأیید کمیته تخصصی حفاظت رسیده باشد تا بدین صورت بسترهای لازم برای بومی‌سازی دانش سطح بالای دستگاه PMU و تجاری‌سازی آن در کشور انجام پذیرد.

بدین منظور در این پروژه از یک قرارداد دو مرحله‌ای استفاده می‌شود. در این قرارداد، مرحله دوم به شرطی ارائه می‌شود که مرحله اول بطور تمام و کمال انجام پذیرد در غیر اینصورت قرارداد در همان مرحله اول متوقف می‌شود.

در مرحله اول قرارداد پیشنهادی، تعدادی شرکت (حداکثر ۵ شرکت) که سابقه اجرای پروژه‌های حفاظتی (بویژه پروژه‌های ساخت انواع دستگاه‌های PMU و یا تجهیزات مشابه با آن مانند رله حفاظتی) را دارند، انتخاب شده و از هر یک از آن‌ها تعداد محدودی رله (۱-۲ عدد رله) خرید تضمینی می‌شود. پروسه خرید باید به این شکل باشد که ابتدا مبلغی بمنظور پیش‌پرداخت به شرکت‌ها داده می‌شود و مابقی پول در صورت اخذ تأییدیه‌های تست‌های آزمایشگاهی و تست‌های عملیاتی پرداخت می‌شود.

بنابراین در این مرحله شرکت‌ها موظف به تولید دستگاه PMU کاملاً صنعتی هستند که کلیه تست‌های آزمایشگاهی و عملی را با موفقیت پشت سر گذاشته است در صورت عدم موفقیت در پشت سر گذاشتن تست‌ها در زمان مقرر، قرارداد در همین مرحله متوقف می‌شود و شرکت مذکور وارد مرحله دوم قرارداد نمی‌شود.

در مرحله دوم از قرارداد پیشنهاد شده، شرکت‌هایی که توانسته‌اند با موفقیت مرحله اول را پشت سر بگذارند، می‌توانند وارد اجرای این مرحله از قرارداد شوند. در این مرحله از قرارداد، تعداد بیشتری رله از شرکت‌های برتر خریداری می‌شود (۳-۴ دستگاه PMU). لازم به ذکر است مانند مرحله اول، در این مرحله نیز ابتدا مبلغی بعنوان پیش‌قرارداد پرداخت می‌شود و مابقی مبلغ قرارداد پس از ارائه گواهی تست‌های آزمایشگاهی، عملی و گذرا انجام می‌شود. همانطور که مشخص است در این مرحله از قرارداد، پشت سر گذاشتن موفق تست‌های گذرا نیز بعنوان یک پیش‌شرط برای حصول موفقیت قرار داده شده است.

آنچه که باید به آن توجه داشت این است که متأسفانه شرکت‌های خصوصی کشور دارای R&D قوی نیستند و با عنایت به آنکه بومی‌سازی دانش ساخت دستگاه‌های پایش و پردازش نیازمند داشتن واحدهای تحقیق و توسعه قوی است لذا در این پروژه مبلغی بیشتر از قیمت واقعی PMU صرف خرید آن‌ها شود (در هر دو مرحله مدنظر) تا بدین صورت کمکی نیز برای توسعه واحدهای R&D شرکت‌های سازنده باشد.

بازهم تأکید می‌شود که ملزومات خرید تضمینی دستگاه‌های PMU از شرکت‌ها می‌بایست در این پروژه بدقت تعریف شود (در هر دو مرحله مدنظر). مهمترین این ملزومات آن است که دستگاه‌ها به شرطی خریداری می‌شوند که در انتهای بازه زمانی مدنظر قرار گرفته، گواهی تست‌های استاندارد آزمایشگاهی، تست‌های حالات گذرا و تست‌های عملیاتی توسط شرکت ارائه گردد. به بیان دیگر باید گفت که PMUها از شرکت‌ها به شرطی خریداری می‌شوند که در پایان بازه زمانی مدنظر، کاملاً صنعتی باشند.

### دستاوردهای پروژه

مهمترین دستاوردهای این پروژه عبارتند از:

- بومی‌سازی دانش ساخت دستگاه PMU در کشور
- کمک به توسعه واحدهای R&D شرکت‌ها
- حرکت در مسیر اقتصاد مقاومتی با تقویت اقتصاد دانش‌بنیان
- افزایش سطح دانش حفاظت ناحیه گسترده در کشور بویژه در حوزه ساخت و کار با دستگاه‌های PMU
- توانایی تعمیر و نگهداری انواع مختلف دستگاه‌های PMU در کشور

### سابقه انجام پژوهش مشابه

در سال‌های اخیر گام‌های ارزشمندی در زمینه بومی‌سازی دانش ساخت و بهره‌برداری از دستگاه PMU در دانشگاه‌های کشور برداشته شده است به طوری که دو دانشگاه صنعتی امیر کبیر تهران و صنعتی شریف تهران نمونه دستگاه PMU برای شبکه انتقال و PMU شبکه توزیع را با موفقیت تولید کرده‌اند. اما تا کنون تست‌های آزمایشگاهی و گذرا برای این دستگاه‌ها به انجام نرسیده است. قابل ذکر است که نمونه‌های ساخته شده در دسته دستگاه‌های صنعتی قرار ندارند.

### نوع پروژه

این پروژه منتهی به ساخت نمونه‌های صنعتی از دستگاه PMU توسط شرکت‌هایی که از آن‌ها خرید تضمینی شده است، می‌شود.

همانطور که عنوان شد، این پروژه از یک قرارداد دو مرحله‌ای استفاده می‌کند که لازمه ورود به مرحله دوم قرارداد، اجرای کامل مرحله اول آن و حصول موفقیت در این مرحله است. علاوه بر این همانطور که عنوان شد در راستای حمایت از واحدهای R&D شرکت‌های خصوصی، دستگاه‌های خریداری شده در هر مرحله بسیار گرانتر از قیمت واقعی آن‌ها خریداری می‌شوند تا بدین ترتیب ریسک تحقیقات بمنظور کسب دانش High Tech ساخت دستگاه بین دولت و شرکت سازنده تقسیم شود.



## جدول ۳-۸) اقدامات لازم برای خرید تضمینی PMU

بند	عنوان عملیات در هر مرحله	وزن فعالیت	مدت اجرای مرحله (ماه)
۱	شناسایی شرکت های فعال در این حوزه	۵	۲
۲	تعیین حداکثر پنج شرکت برای خرید تضمینی با توجه به نتایج ارزیابی کمیته ملی حفاظت	۵	۳
۳	خرید تضمینی نمونه صنعتی دستگاه PMU از شرکتهای شناسایی شده در قالب قرارداد دو مرحله ای	۹۰	۲۹
	کل	۱۰۰	۳۶

## ۳-۴-۴) حمایت از ساخت IPMU (ترکیب PMU و رله حفاظتی)

پیشرفت های چند سال اخیر در حوزه دستگاه های پایش و پردازش به گونه ای بوده است که دستگاه های IPMU (دستگاهی که وظیفه یک دستگاه PMU و یک دستگاه رله حفاظتی را به صورت مشترک انجام می دهد) مورد توجه قرار گرفته است. در این دستگاه با توجه به هدف آن باید نیازمندی های یک دستگاه رله و یک دستگاه PMU به صورت مجتمع در یک واحد دستگاه IPMU دیده شود. بر همین اساس علاوه بر ارتقا قابلیت های نرم افزار یک دستگاه PMU معمولی باید نسبت به اعمال تغییرات سخت افزاری نیز اقدام کرد. به عبارت دقیق تر نیاز است تا دانش ساخت دستگاه PMU و دانش ساخت دستگاه های رله های حفاظتی در کنار یکدیگر قرار گیرند تا زمینه ساخت دستگاه IPMU فراهم گردد.

در همین زمینه باید اقدامات حمایتی توسط کمیته ملی حفاظت به نحوی از شرکت های سازنده به عمل آید که آنها را برای ساخت دستگاه IPMU با انگیزه نماید. قابل ذکر است که این اقدامات انگیزشی و حمایتی توسط کمیته ملی حفاظت تعیین شده و در چارچوب هایی است که به حضور شرکت های سازنده رله و PMU در تولید دستگاه IPMU کمک نماید. شرکت سازنده ممکن است خود به تنهایی اقدام به تولید IPMU کنند یا اینکه به صورت مشارکتی نسبت به ساخت آن اقدام نمایند.

قابل توجه است که دستگاه IPMU ساخته شده باید قادر باشد تا انواع تست های آزمایشگاهی، گذرا و عملیاتی را مطابق با اهداف مورد استفاده برآورده نماید. و زمانی می توان برای ورود به این زمینه اقدام کرد که شرکت های سازنده قادر به ساخت نمونه های دستگاه رله های حفاظتی و یا دستگاه PMU باشند. بر همین اساس زمان و نحوه حمایت ها به هنگام اطمینان از

توانایی ساخت دستگاه‌های مشابه امکان‌پذیر است و لذا نوع و میزان حمایت نیز به همان زمان موکول می‌گردد. بنابراین کمیته ملی حفاظت متولی بیان نوع و نحوه حمایت از سازندگان دستگاه IPMU می‌باشد.

کمیته ملی حفاظت با توجه به زمینه فراهم آمده در شرکت‌های سازنده دستگاه رله و دستگاه PMU نسبت به ایجاد جذابیت‌های مالی یا بازاری برای آنها اقدام می‌کند به گونه‌ای که آنها را تشویق به تولید دستگاه IPMU نماید. این حمایت‌ها ممکن است از جنس خرید تضمینی و یا ایجاد بازار مناسب برای سازنده دستگاه باشد. علاوه بر این می‌توان به معافیت‌های مالیاتی بنگاه‌های فعال، اعطای وام با بهره‌های پایین و اقدامات اینچینی را به عنوان ابزارهایی برای تشویق سازندگان به ورود در این زمینه در نظر گرفت.

#### جدول ۳-۹) اقدامات لازم در جهت ساخت IPMU

بازه زمانی (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات
۱	۱	مطالعه و بررسی سطح توانایی شرکت‌های فعال در زمینه ساخت دستگاه‌های رله و PMU
۱	۲	مطالعه نیازمندی‌های و قابلیت‌های دستگاه‌های IPMU ساخته شده توسط برندهای معروف
۱	۱	مشخص نمودن چند شرکت که قادر به ساخت دستگاه IPMU باشند
.....	.....	تعیین نحوه و میزان حمایت از سازندگان دستگاه IPMU

۳-۴-۵) تدوین قوانین و مقررات حمایتی از فرایند ساخت PMU توسط شرکت‌های داخلی و

هم‌چنین تولید نرم افزارهای پایش، حفاظت و کنترل شبکه با استفاده از اطلاعات دریافتی از PMU

ها زیر نظر کمیته تخصصی حفاظت

به منظور افزایش سرمایه‌گذاری در فرایند ساخت PMU توسط شرکت‌های داخلی و هم‌چنین تولید نرم افزارهای پایش، حفاظت و کنترل شبکه با استفاده از اطلاعات دریافتی از PMU ها و حضور بیشتر بنگاه‌ها و کارآفرینان در این زمینه لازم است دولت از ابزارها و سیاست‌های مختلفی که نهایتاً منجر به افزایش سود ناشی از تولید می‌شود استفاده نماید. دولت‌ها به منظور

ایجاد انگیزه اقتصادی، بیشتر از سیاست‌های مختلف پولی و مالی استفاده می‌کند. کاهش نرخ بهره بانکی، معافیت‌های مالیاتی و گمرکی از جمله این سیاست‌ها هستند که سرمایه‌گذاران را ترغیب به سرمایه‌گذاری خواهد کرد. علاوه بر سیاست‌های مستقیمی که دولت می‌تواند به منظور افزایش سود اقتصادی بنگاه‌ها اتخاذ کند برخی سیاست‌های غیر مستقیم که منجر به ایجاد فضای کسب و کار بهتر می‌شوند اثر قابل توجهی بر ارتقای انگیزه فعالیت در بنگاه‌های اقتصادی دارند. چنانچه فضای اقتصادی از لحاظ شاخص‌های ریسک‌پذیری فضایی باثبات‌تر و عدم اطمینان نسبت به آینده و سیاست‌های اقتصادی پیش روی دولت کمتر باشد سرمایه‌گذاری افزایش خواهد یافت. به طور خاص در زمینه سرمایه‌گذاری‌های خطر پذیر که در آن بنگاه‌ها و کارآفرینان وارد حوزه فناوری‌های نو و تحقیقات بنیادین می‌شوند و ریسک فعالیت نسبتاً بالا است ایجاد فضای با ثبات و مطمئن ضروری به نظر می‌رسد.

از جمله برنامه‌هایی که می‌تواند منجر به ارتقاء انگیزه فعالیت در بنگاه‌های اقتصادی تولیدکننده PMU و فناوری‌های کلیدی آن شود می‌توان به اطلاع رسانی عمومی و تخصصی از روش‌های مختلف اطلاع رسانی اشاره کرد. بنگاه‌های اقتصادی در صورتی که در معرض اطلاعات بیشتری در زمینه جوانب فنی و مزیت‌های اقتصادی فناوری PMU قرار گیرند با انگیزه بیشتری به فعالیت ادامه خواهند داد. در زمینه ساز و کارهای حمایتی می‌توان به معافیت‌های مالیاتی بنگاه‌های فعال در صنعت PMU، اعطای وام با بهره‌های پایین، ایجاد و توسعه نهادهای مورد نیاز در صنعت، ایجاد امکان استفاده از بیمه سرمایه‌گذاری برای سرمایه‌گذاران و نیز اعطای یارانه تحقیق و پژوهش اشاره کرد.

حمایت از سرمایه‌گذاری خارجی و اتخاذ تدابیری به منظور ارتقای امنیت سرمایه‌گذاری برای سرمایه‌گذاران خارجی در فناوری PMU می‌تواند ضمن جذب سرمایه مستقیم خارجی، افزایش اشتغال، منجر به تعاملات فعال‌تر تولیدکنندگان داخلی و شرکت‌های مشابه خارجی گردد که این امر خود می‌تواند به ارتقاء انگیزه، افزایش کارایی و گسترش قابلیت‌های بنگاه‌های اقتصادی فعال در صنعت PMU گردد.

لازم به ذکر است مجموعه ساز و کارهای مختلف انگیزشی \_حمایتی بدون توجه به یک چهارچوب قانونی مشخص و حمایت‌کننده از این نوع حمایت‌ها به موفقیت نخواهد رسید. بنابراین بسته‌ای از قوانین و مصوبات مورد نیاز برای حمایت واقعی از بنگاه‌های اقتصادی باید به تصویب دولت و یا مجلس برسد تا زمینه ایجاد فضای مطمئن برای فعالیت و تولید ایجاد گردد.

## جدول ۳-۱۰) اقدامات حمایتی از شرکت های فعال در حوزه ساخت PMU و نرم افزارهای مرتبط با آن

بازه زمانی (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات	
۱	۳	مطالعه و بررسی سطح فنی تولید کشور و پتانسیل موجود	تدوین قوانین و مقررات حمایت از شرکتهای دانش بنیان در زمینه تولید نرم افزارهای پایش، حفاظت و کنترل شبکه با استفاده از اطلاعات دریافتی از PMUها
۱	۳	مطالعه تطبیقی در زمینه مکانیزم حمایتی در سایر کشورها	
۱	۳	تدوین قوانین و مقررات حمایت از تولید داخل با زمان بندی مشخص	
۱	۲	هماهنگی و ابلاغ به تمامی نهادهای مرتبط	

## جدول ۳-۵) اقدامات حمایتی از تولید رله در کشور

## جدول ۳-۵-۱) تهیه و تدوین مشخصات فنی لازم برای رله های ساخت داخل و رله های وارداتی

از گام های ابتدایی اقدامات حمایتی تولید رله، فعالیت در جهت تعیین مشخصات فنی لازم برای رله های مورد استفاده در کشور است که برای حفظ کیفیت و در عین حال پشتیبانی موثر و هدفمند لازم است مشخصات فنی لازم به تفکیک برای رله های داخلی و رله های وارداتی تدوین گردد.

## جدول ۳-۱۱) اقدامات تهیه و تدوین مشخصات فنی لازم برای رله های ساخت داخل و رله های وارداتی

بازه زمانی (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات
۱	۶	تهیه و تدوین مشخصات فنی لازم برای رله های ساخت داخل
۱	۶	تهیه و تدوین مشخصات فنی لازم برای رله های وارداتی

### ۳-۵-۲) خرید تضمینی رله حفاظتی خط انتقال

#### تعریف مسئله

بومی‌سازی دانش High Tech رله‌های حفاظتی و بطور ویژه رله‌های پرکاربرد و استراتژیک کشور، اولویت اول سند راهبردی تهیه شده موضوع پروژه می‌باشد. علت این مسئله نیز اهمیت ویژه رله‌های حفاظتی بدلیل فنی، اقتصادی و استراتژیک است که آن را از سایر تجهیزات حفاظتی جدا می‌سازد.

یکی از رله‌های پرکاربرد و استراتژیک کشور که لازم است بسترهای مناسب برای بومی‌سازی دانش فنی و تولید آن در کشور انجام شود، رله‌های دیستانس است. این رله وظیفه حفاظت از خطوط پراهمیت و استراتژیک انتقال را بر عهده دارد و لذا لازم است از قابلیت اطمینان بالایی برخوردار باشد.

آنچه که هدف از این پروژه است، خرید تضمینی رله دیستانس صنعتی از چند شرکت برتر در این حوزه است که توانایی‌های آن‌ها در خصوص ساخت رله دیستانس مطابق با استانداردهای بین‌المللی به تائید کمیته تخصصی حفاظت رسیده باشد تا بدین صورت بسترهای لازم برای بومی‌سازی دانش High Tech رله دیستانس و تجاری‌سازی آن در کشور انجام پذیرد.

بدین منظور در این پروژه از یک قرارداد دو مرحله‌ای استفاده می‌شود. در این قرارداد، مرحله دوم به شرطی ارائه می‌شود که مرحله اول بطور تمام و کمال انجام پذیرد در غیر اینصورت قرارداد در همان مرحله اول متوقف می‌شود.

در مرحله اول قرارداد پیشنهادی، تعدادی شرکت (حداکثر ۵ شرکت) که سابقه اجرای پروژه‌های حفاظتی (بویژه پروژه‌های ساخت انواع رله‌های حفاظتی و تجهیزات مشابه) را دارند، انتخاب شده و از هریک از آن‌ها تعداد محدودی رله (۱-۲ عدد رله) خرید تضمینی می‌شود. پروسه خرید باید به این شکل باشد که ابتدا مبلغی بمنظور پیش‌پرداخت به شرکت‌ها داده می‌شود و مابقی پول در صورت گرفتن تائیدیه‌های تست‌های آزمایشگاهی (مانند استاندارد IEC60255) و تست‌های عملیاتی (در پست-های پرخطری که تحت یک پروژه دیگر در نقشه راه مشخص شده‌اند) پرداخت می‌شود. بنابراین در این مرحله شرکت‌ها موظف به تولید رله‌ای کاملاً صنعتی هستند که کلیه تست‌های آزمایشگاهی و عملی را با موفقیت پشت سر گذاشته است. در صورت

عدم موفقیت در پشت سر گذاشتن تست‌ها در زمان مقرر، قرارداد در همین مرحله متوقف می‌شود و شرکت مذکور وارد مرحله دوم قرارداد نمی‌شود.

در مرحله دوم از قرارداد پیشنهاد شده، شرکت‌هایی که توانسته‌اند با موفقیت مرحله اول را پشت سر بگذارند، می‌توانند وارد اجرای این مرحله از قرارداد شوند. در این مرحله از قرارداد، تعداد بیشتری رله از شرکت‌های برتر خریداری می‌شود (۸-۹ رله). لازم به ذکر است مانند مرحله اول، در این مرحله نیز ابتدا مبلغی بعنوان پیش‌قرارداد پرداخت می‌شود و مابقی مبلغ قرارداد پس از ارائه گواهی تست‌های آزمایشگاهی، عملی و گذرا انجام می‌شود. همانطور که مشخص است در این مرحله از قرارداد، پشت سر گذاشتن موفق تست‌های گذرا نیز بعنوان یک پیش‌شرط برای حصول موفقیت قرار داده شده است.

آنچه که باید به آن توجه داشت این است که متأسفانه شرکت‌های خصوصی کشور دارای R&D قوی نیستند و با عنایت به آنکه بومی‌سازی دانش ساخت رله‌های حفاظتی دیستانس واحدهای تحقیق و توسعه قوی را می‌طلبد لذا در این پروژه مبلغی بیشتر از قیمت واقعی رله‌ها صرف خرید آن‌ها شود (در هر دو مرحله مدنظر) تا بدین صورت کمکی نیز برای توسعه واحدهای R&D شرکت‌ها باشد.

بازهم تاکید می‌شود که ملزومات خرید تضمینی رله‌ها از شرکت‌ها می‌بایست در این پروژه بدقت تعریف شود (در هر دو مرحله مدنظر). مهمترین این ملزومات آن است که رله‌ها به شرطی خریداری می‌شوند که در انتهای بازه زمانی مدنظر قرار گرفته، گواهی تست‌های استاندارد آزمایشگاهی، تست‌های حالات گذرا و تست‌های عملیاتی توسط شرکت ارائه گردد. به بیان دیگر باید گفت که رله‌ها از شرکت‌ها به شرطی خریداری می‌شوند که در پایان بازه زمانی مدنظر، رله‌هایی کاملاً صنعتی تحویل دهند.

## دستاوردهای پروژه

مهمترین دستاوردهای این پروژه عبارتند از:

- بومی‌سازی دانش High Tech رله دیستانس در کشور
- کمک به توسعه واحدهای R&D شرکت‌ها

- حرکت در مسیر اقتصاد مقاومتی با تقویت اقتصاد دانش بنیان
- افزایش سطح دانش حفاظت در کشور بویژه در حوزه ساخت و کار با رله های حفاظتی
- توانایی تعمیر و نگهداری انواع مختلف رله های حفاظتی در کشور

### سابقه انجام پژوهش مشابه

در سال های اخیر گام های ارزشمندی در زمینه بومی سازی دانش High Tech رله های حفاظتی و بطور خاص رله اضافه جریان توسط دانشگاه های کشور و برخی شرکت های خصوصی برداشته شده است. بطوریکه برخی از رله های تولیدی در کشور تست های استاندارد لازم را با موفقیت پشت سر گذاشته اند. اما در زمینه تولید رله دیستانس بجز نمونه های آزمایشگاهی انجام شده در برخی از دانشگاه های کشور، فعالیت خاص دیگری صورت نپذیرفته است.

### نوع پروژه

این پروژه منتهی به ساخت نمونه های صنعتی از رله حفاظتی دیستانس توسط شرکت هایی که از آن ها خرید تضمینی شده است، می شود.

همانطور که عنوان شد، این پروژه از یک قرارداد دو مرحله ای استفاده می کند که لازمه ورود به مرحله دوم قرارداد، اجرای کامل مرحله اول آن و حصول موفقیت در این مرحله است. همچنین همانطور که عنوان شد در راستای حمایت از واحدهای R&D شرکت های خصوصی، رله های خریداری شده در هر مرحله بسیار گرانتر از قیمت واقعی آن ها خریداری می شوند تا بدین ترتیب ریسک تحقیقات بمنظور کسب دانش High Tech ساخت رله دیستانس بین دولت و شرکت سازنده تقسیم شود.

### جدول ۳-۱۱) پروسه خرید تضمینی رله حفاظتی خط انتقال

بند	عنوان عملیات در هر مرحله	وزن فعالیت	مدت اجرای مرحله (ماه)
۱	شناسایی شرکتهای فعال در این حوزه	۵	۲
۲	تعیین حداکثر پنج شرکت برای خرید تضمینی با توجه به نتایج ارزیابی کمیته ملی حفاظت	۵	۳

بند	عنوان عملیات در هر مرحله	وزن فعالیت	مدت اجرای مرحله (ماه)
۳	خرید تضمینی نمونه صنعتی رله از شرکتهای شناسایی شده در قالب قرارداد دو مرحله ای	۹۰	۲۹
	کل	۱۰۰	۳۶

### ۳-۵-۳) خرید تضمینی رله حفاظتی ترانسفورماتور قدرت

#### تعریف مسئله

بومی سازی دانش High Tech رله های حفاظتی و بطور ویژه رله های پر کاربرد و استراتژیک کشور، اولویت اول سند راهبردی تهیه شده موضوع پروژه می باشد. علت این مسئله نیز اهمیت ویژه رله های حفاظتی بدلیل فنی، اقتصادی و استراتژیک است که آن را از سایر تجهیزات حفاظتی جدا می سازد.

یکی از رله های پر کاربرد و استراتژیک کشور که لازم است بسترهای مناسب برای بومی سازی دانش فنی و تولید آن در کشور انجام شود، رله های دیفرانسیل است. این رله وظیفه حفاظت از خطوط پراهمیت و استراتژیک انتقال را بر عهده دارد و لذا لازم است از قابلیت اطمینان بالایی برخوردار باشد.

آنچه که هدف از این پروژه است، خرید تضمینی رله دیفرانسیل صنعتی از چند شرکت برتر در این حوزه است که توانایی های آن ها در خصوص ساخت رله دیفرانسیل مطابق با استانداردهای بین المللی به تأیید کمیته تخصصی حفاظت رسیده باشد تا بدین صورت بسترهای لازم برای بومی سازی دانش High Tech رله دیفرانسیل و تجاری سازی آن در کشور انجام پذیرد.

بدین منظور در این پروژه از یک قرارداد دو مرحله ای استفاده می شود. در این قرارداد، مرحله دوم به شرطی ارائه می شود که مرحله اول بطور تمام و کمال انجام پذیرد در غیر این صورت قرارداد در همان مرحله اول متوقف می شود.

در مرحله اول قرارداد پیشنهادی، تعدادی شرکت (حداکثر ۵ شرکت) که سابقه اجرای پروژه های حفاظتی (بویژه پروژه های ساخت انواع رله های حفاظتی و تجهیزات مشابه) را دارند، انتخاب شده و از هر یک از آن ها تعداد محدودی رله (۱-۲ عدد رله) خرید تضمینی می شود. پروسه خرید باید به این شکل باشد که ابتدا مبلغی بمنظور پیش پرداخت به شرکت ها داده می شود و



مابقی پول در صورت گرفتن تائیدیه‌های تست‌های آزمایشگاهی (مانند استاندارد IEC60255) و تست‌های عملیاتی (در پست-های پرخطری که تحت یک پروژه دیگر در نقشه راه مشخص شده‌اند) پرداخت می‌شود. بنابراین در این مرحله شرکت‌ها موظف به تولید رله‌ای کاملاً صنعتی هستند که کلیه تست‌های آزمایشگاهی و عملی را با موفقیت پشت سر گذاشته است. در صورت عدم موفقیت در پشت سر گذاشتن تست‌ها در زمان مقرر، قرارداد در همین مرحله متوقف می‌شود و شرکت مذکور وارد مرحله دوم قرارداد نمی‌شود.

در مرحله دوم از قرارداد پیشنهاد شده، شرکت‌هایی که توانسته‌اند با موفقیت مرحله اول را پشت سر بگذارند، می‌توانند وارد اجرای این مرحله از قرارداد شوند. در این مرحله از قرارداد، تعداد بیشتری رله از شرکت‌های برتر خریداری می‌شود (۸-۹ رله). لازم به ذکر است مانند مرحله اول، در این مرحله نیز ابتدا مبلغی بعنوان پیش‌قرارداد پرداخت می‌شود و مابقی مبلغ قرارداد پس از ارائه گواهی تست‌های آزمایشگاهی، عملی و گذرا انجام می‌شود. همانطور که مشخص است در این مرحله از قرارداد، پشت سر گذاشتن موفق تست‌های گذرا نیز بعنوان یک پیش‌شرط برای حصول موفقیت قرار داده شده است.

آنچه که باید به آن توجه داشت این است که متأسفانه شرکت‌های خصوصی کشور دارای R&D قوی نیستند و با عنایت به آنکه بومی‌سازی دانش ساخت رله‌های حفاظتی دیستانس واحدهای تحقیق و توسعه قوی را می‌طلبد لذا در این پروژه مبلغی بیشتر از قیمت واقعی رله‌ها صرف خرید آن‌ها شود (در هر دو مرحله مدنظر) تا بدین صورت کمکی نیز برای توسعه واحدهای R&D شرکت‌ها باشد.

بازهم تاکید می‌شود که ملزومات خرید تضمینی رله‌ها از شرکت‌ها می‌بایست در این پروژه بدقت تعریف شود (در هر دو مرحله مدنظر). مهمترین این ملزومات آن است که رله‌ها به شرطی خریداری می‌شوند که در انتهای بازه زمانی مدنظر قرار گرفته، گواهی تست‌های استاندارد آزمایشگاهی، تست‌های حالات گذرا و تست‌های عملیاتی توسط شرکت ارائه گردد. به بیان دیگر باید گفت که رله‌ها از شرکت‌ها به شرطی خریداری می‌شوند که در پایان بازه زمانی مدنظر، رله‌هایی کاملاً صنعتی تحویل دهند.

### دستاوردهای پروژه

مهمترین دستاوردهای این پروژه عبارتند از:

- بومی‌سازی دانش High Tech رله دیفرانسیل در کشور
- کمک به توسعه واحدهای R&D شرکت‌ها
- حرکت در مسیر اقتصاد مقاومتی با تقویت اقتصاد دانش‌بنیان
- افزایش سطح دانش حفاظت در کشور بویژه در حوزه ساخت و کار با رله‌های حفاظتی
- توانایی تعمیر و نگهداری انواع مختلف رله‌های حفاظتی در کشور

### سابقه انجام پژوهش مشابه

در سال‌های اخیر گام‌های ارزشمندی در زمینه بومی‌سازی دانش High Tech رله‌های حفاظتی و بطور خاص رله اضافه جریان توسط دانشگاه‌های کشور و برخی شرکت‌های خصوصی برداشته شده است. بطوریکه برخی از رله‌های تولیدی در کشور تست‌های استاندارد لازم را با موفقیت پشت سر گذاشته‌اند. اما در زمینه تولید رله دیفرانسیل بجز نمونه‌های آزمایشگاهی انجام شده در برخی از دانشگاه‌های کشور، فعالیت خاص دیگری صورت نپذیرفته است.

### نوع پروژه

این پروژه منتهی به ساخت نمونه‌های صنعتی از رله حفاظتی دیفرانسیل توسط شرکت‌هایی که از آن‌ها خرید تضمینی شده است، می‌شود.

همانطور که عنوان شد، این پروژه از یک قرارداد دو مرحله‌ای استفاده می‌کند که لازمه ورود به مرحله دوم قرارداد، اجرای کامل مرحله اول آن و حصول موفقیت در این مرحله است. همچنین همانطور که عنوان شد در راستای حمایت از واحدهای R&D شرکت‌های خصوصی، رله‌های خریداری شده در هر مرحله بسیار گرانتر از قیمت واقعی آن‌ها خریداری می‌شوند تا بدین ترتیب ریسک تحقیقات بمنظور کسب دانش High Tech ساخت رله دیستانس بین دولت و شرکت سازنده تقسیم شود.

## جدول ۳-۱۲) پروسه خرید تضمینی رله حفاظتی ترانسفورماتورهای قدرت

بند	عنوان عملیات در هر مرحله	وزن فعالیت	مدت اجرای مرحله (ماه)
۱	شناسایی شرکتهای فعال در این حوزه	۵	۲
۲	تعیین حداکثر پنج شرکت برای خرید تضمینی با توجه به نتایج ارزیابی کمیته ملی حفاظت	۵	۳
۳	خرید تضمینی نمونه صنعتی رله از شرکتهای شناسایی شده در قالب قرارداد دو مرحله ای	۹۰	۲۹
	کل	۱۰۰	۳۶

## ۳-۵-۴) حمایت از ارتقاء فناوری و تجاری سازی رله های تولید شده در داخل

یکی از مسائلی که لازم است به آن توجه شود این است که رله‌های حفاظتی طراحی و ساخته شده در مرحله قبل با وجود پاس نمودن موفق انواع تست‌های آزمایشگاهی و عملیاتی، نیاز به حمایت در زمینه ارتقاء فناوری و همچنین تجاری‌سازی دارند، این اقدامات باید تحت نظارت و هماهنگی کمیته ملی توسعه دانش و فناوری حفاظت صورت گیرد.

## ۳-۵-۵) آزاد سازی بازار برای شرکت های داخلی و خارجی

برای جلوگیری از انحصاری شدن بازار رله‌های حفاظتی و حفظ کیفیت محصولات داخلی با توجه به آخرین تکنولوژی‌های روز ساخت رله در دنیا، لازم است پس از مدتی که رله‌های داخلی توانستند قدرت لازم را برای رقابت کسب کنند، اقدامات حمایتی وضع شده در بخش قبل، لغو شوند تا در یک فضای رقابتی رله‌های داخلی بتوانند با رله‌های خارجی رقابت کنند. این اقدام نیز باید مطابق صلاحدید و تحت نظارت کمیته ملی توسعه دانش و فناوری حفاظت انجام پذیرد.

## ۳-۵-۶) تدوین و پشتیبانی مقررات برای انجام تستهای عملیاتی رله های ساخت داخل در شبکه

تعریف مسئله

یکی از بخش‌های مهم در ارزیابی محصولات حفاظتی تولید شده (بویژه رله‌های حفاظتی) ارزیابی عملی آن‌ها است. بدین منظور لازم است رله‌های حفاظتی مورد آزمایش برای مدتی (حداقل شش ماه) در یک پست بصورت موازی با یک رله معتبر خارجی قرار گیرند و نتایج عملکرد آن در مواجهه با خطاهای بوقوع پیوسته با رله معتبر خارجی مقایسه گردد و از این طریق میزان قابلیت اطمینان رله مورد بررسی و نیز خطاهای احتمالی در پروسه طراحی و ساخت آن مشخص گردد. براین اساس پرواضح است که هرچه حوادث پستی که رله در آن نصب شده است بیشتر باشد، نتایج ارزیابی‌ها دقیق‌تر خواهد بود.

بدین منظور آنچه که هدف از اجرای این پروژه است، بررسی تعداد و نوع حوادث رخ داده در پست‌های کشور و نیز جمع‌آوری اطلاعاتی چون میزان بار، زمان‌هایی که پست‌ها می‌توانند خاموشی داشته باشند و ... هستند تا از این طریق برخی از پست‌های کشور مشخص شده و کلیه ارزیابی‌های عملی رله‌های حفاظتی تولیدی در داخل کشور و حتی خریداری شده از خارج از کشور در این پست‌ها انجام پذیرد.

### دستاوردهای پروژه

مهمترین دستاوردهای این پروژه عبارتند از:

- شناسایی تعداد، نوع حوادث رخ داده، میزان بار، زمان‌های خاموشی و ... در هریک از پست‌های کشور
- تعیین پست‌هایی برای ارزیابی عملی رله‌های مدنظر
- کاهش زمان و هزینه مورد نیاز برای پروسه ارزیابی عملی رله‌ها

### سابقه انجام پژوهش مشابه

در سال‌های اخیر اگرچه برخی از رله‌های تولیدی در کشور مورد تست‌های عملیاتی در پست‌های مختلف کشور قرار گرفته‌اند، اما پروسه انتخاب پست مدنظر برای این کار بصورت مدون و با برنامه‌ریزی‌های قبلی انجام پذیرفته است. این در حالی است که انجام تست در پست‌هایی که از قبل مشخص شده‌اند علاوه بر آنکه مشخصات بهره‌برداری و تعداد و نوع حوادث آن پست قبلاً به تائید صاحب‌نظران رسیده است، باعث می‌شود ایجاد قدرت مقایسه بین رله‌های مختلف تولیدی می‌گردد.

### نوع پروژه

این پروژه یک پروژه تحقیقاتی است که در آن ابتدا با بررسی پست‌های مختلف کشور مشخصات مختلف آن‌ها چون میزان بار، زمان‌هایی که می‌توانند پست‌ها خاموشی داشته باشند، تعداد و نوع حوادث رخ داده در پست‌ها و ... استخراج می‌گردد. سپس با توجه به نیازمندی‌هایی که تست‌های عملی رله‌ها دارند، برخی از پست‌ها برای این کار مشخص می‌گردند تا با هماهنگی با ارگان‌های مرتبط، از این پست‌های عملی رله‌های تولیدی در کشور و حتی خریداری شده از خارج از کشور تنها در پست‌های مشخص شده صورت پذیرد.

جدول ۳-۱۳) تدوین و پشتیبانی مقررات برای انجام تست‌های عملیاتی رله‌های ساخت داخل

بند	عنوان عملیات در هر مرحله	وزن فعالیت	مدت اجرای مرحله (ماه)
۱	بررسی پست‌های مختلف به لحاظ حوادث رخ داده در آنها، بار پست‌ها، زمان‌هایی که می‌توانند خاموشی داشته باشند و ...	۶۰	۶
۲	اولویت‌بندی پست‌ها برای نصب آزمایشی رله‌های ساخته شده در کشور	۴۰	۶
	کل	۱۰۰	۱۲

### ۳-۶) اقدامات پشتیبان

۳-۶-۱) تقویت جایگاه تشکل‌های علمی، صنفی و غیر دولتی حامی توسعه دانش و فناوری‌های

#### حفاظت

توسعه دانش و فناوری‌های حفاظت در شبکه برق 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 این فناوری فراهم گردد. بسترسازی و ایجاد نهادها و تشکل‌های علمی، صنفی و غیر دولتی 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 تکنولوژی

مرتبط بوده و دارای علایق و انگیزه های مشترک در یک مجموعه متشکل هستند. این تشکل ها دارای ویژگی هایی هستند که در صورتی که به طور کامل رعایت شود تضمین کننده موفقیت و پایداری آنها خواهد بود. از جمله این ویژگی ها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- خودجوشی و نیاز طبیعی
- تعهد و هدف مشترک
- قانونمندی
- برنامه و فعالیت مشخص
- جلب مشارکت و عضویت
- مشارکت و مسئولیت پذیری

تشکل های علمی، صنفی و غیر دولتی در حوزه فناورانه براساس شرایط تحقیقاتی و علمی کشور و جهان و همچنین انگیزش های موجود حوزه این تکنولوژی به طور خودجوش به وجود آمده، دارای ضوابط مشخص و تعریف شده ای بوده و در راستای دستیابی به اهداف خود دارای برنامه و فعالیت مشخص در یک بخش یا رشته خاص می باشد. اصولاً هدف این تشکل ها سودجویانه نیست بلکه بیشتر دارای اهداف علمی، فرهنگی و اجتماعی می باشند.

از آنجا که فرآیند توسعه دانش و فناوری های حفاظت در شبکه برق قدرت دارای زمینه های متنوع و گسترده ای از موضوعات مورد توجه تشکل های علمی، صنفی و غیردولتی در دانشگاه، صنعت و ... می باشد، لذا می توان با کمک و حمایت لازم به منظور ایجاد و تقویت جایگاه این تشکل ها به تسریع در فرآیند توسعه دانش و فناوری های حفاظت در شبکه برق قدرت کمک نمود. به منظور هماهنگ سازی و هم افزایی نتایج و ایجاد تعامل موثر، ارتباط با تشکل های علمی، صنفی و غیردولتی حامی توسعه دانش و فناوری های حفاظت در شبکه برق قدرت به عنوان یکی از وظایف دبیرخانه کمیته تخصصی حفاظت مورد توجه قرار می گیرد. هدف اصلی در این زمینه علاوه بر ارائه کمک های مالی، اطلاعاتی و ... به تشکل های فوق، انتقال خطوط و موضوعات راهبردی کمیته تخصصی توسعه دانش و فناوری های حفاظت در شبکه برق قدرت به آنها و از سوی دیگر جذب نظرات و یافته های آنان و پیگیری های لازم در راستای آن می باشد.

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 دانش و فناوری های حفاظت در شبکه برق قدرت گردد.

#### جدول ۳-۱۴) پروسه تقویت جایگاه های تشکل های علمی

بازه زمانی (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات
۱۰	۶	مطالعه و شناسایی زمینه‌های توسعه تشکل‌های علمی، صنفی و غیردولتی حامی فناوری حفاظت در شبکه برق و راهکارهای انگیزشی و حمایتی از آنها
	۱۲	ارائه خدمات علمی به تشکل‌های فعال و زمینه‌سازی برای برقراری تبادل علمی و فنی بین آنها و سایر تشکل‌های داخل و خارج کشور
	۱۲	حمایت‌های حقوقی به منظور رفع معضلات شکل‌گیری و توسعه تشکل‌های علمی، صنفی و غیردولتی در حوزه فناوری حفاظت
		کمک به ایجاد و تقویت جایگاه تشکل‌های علمی، صنفی و غیردولتی حامی توسعه دانش و فناوری‌های حفاظت

### ۳-۶-۲) حمایت از تجهیز آزمایشگاه‌های حفاظت در دانشگاه‌های کشور

#### تعریف مسئله

یکی از مهمترین چالش‌های آموزش‌های حفاظت در کشور، کمبود آموزش‌های عملی در این حوزه است. در واقع بسیاری از براساس چالش‌های شناسایی شده در حوزه حفاظت (که گزارش آن به تفصیل موجود است)، مشخص است که کارشناسان بخش رلیاژ شرکت‌های مختلف تا قبل از ورود به صنعت برق، رله یا تستری ندیده‌اند. حال آنکه در حوزه مسئولیت خود در صنعت می‌بایست با این تجهیزات به بهترین شکل ممکن کار نمایند. این مسئله هزینه بسیاری برای صنعت دارد. چراکه اولاً افرادی که تازه استخدام می‌شوند لازم است آموزش‌های بسیاری برای آن‌ها برگزار شود تا جبران ناکافی بودن آموزش‌های عملی دانشگاه‌ها شود. همچنین بهره‌وری افراد نیز بسیار پایین است. زیرا هم این افراد برای مدتی نمی‌توانند با تجهیزات بخوبی کار کنند و هم عدم شناخت کافی آن‌ها از کار با تجهیزات ممکن است موجب خطاهای ناخواسته‌ای گردد که هزینه‌های بسیاری را برای سیستم به دنبال داشته باشد.

از این رو لازم است آموزش‌های عملی حفاظت با توجه به حساسیت این بخش در صنعت برق، در دانشگاه‌ها جدی‌تر گرفته شود. نکته‌ای که باید به آن توجه شود آن است که دانشگاه‌ها نیز در این بخش تقصیر چندانی ندارند. در واقع دانشگاه‌های کشور (حتی دانشگاه‌های برتر در حوزه حفاظت) بستر مناسبی برای آموزش عملی دانشجویان ندارند. این مسئله لزوم حمایت از دانشگاه‌ها برای تجهیز آزمایشگاه‌های حفاظت خود را مشخص می‌سازد.

برای این منظور لازم است ابتدا وضعیت آزمایشگاه‌های حفاظت دانشگاه‌های کشور مشخص گردد. سپس با توجه به نیازهای صنعت، ملزومات لازم برای تجهیز آزمایشگاه‌های حفاظت دانشگاه‌ها مشخص گردد و در انتها حمایت‌های مالی در این خصوص انجام پذیرد.

#### دستاوردهای پروژه

مهمترین دستاوردهای این پروژه عبارتند از:



- گسترش آموزش های عملی در دانشگاه ها بطوریکه دانش آموختگان دانشگاه ها براحتی قادر به کار با تجهیزات مختلف حفاظتی در صنعت باشند
- افزایش بهره‌وری فارغ التحصیلان دانشگاه ها
- کسب درآمد برای دانشگاه ها

### سابقه انجام پژوهش مشابه

تاکنون مشابه آنچه که هدف از اجرای این پروژه است، در کشور سابقه نداشته است. در واقع تاکنون اگر دانشگاه ها هزینه‌ای بابت تجهیز آزمایشگاه های خود می نموده اند یا این کار را از بودجه اختصاصی خود انجام می دادند یا این کار تحت پوشش پروژه های صنعتی که اساتید مسئول آزمایشگاه انجام می دادند، صورت می پذیرفته است. بنابراین این که تجهیز آزمایشگاه ها زیر نظر یک نهاد مشخص و با برنامه های مدون انجام شود تاکنون در کشور سابقه نداشته است.

### نوع پروژه

این پروژه از دو بخش تحقیقاتی و اجرایی تشکیل شده است. فاز تحقیقاتی آن منتهی به خروجی هایی چون شناخت امکانات آزمایشگاه های حفاظت دانشگاه های کشور و تجهیزات مورد نیاز برای تجهیز آن ها بگونه ای که پاسخگوی نیاز صنعت برق کشور باشند، می شود. در فاز عملیاتی آن، تجهیزات مورد نیاز آزمایشگاه های حفاظت دانشگاه های کشور با توجه به نتایج فاز تحقیقاتی، خریداری می شوند. لازم به ذکر است در این برنامه هر سال آزمایشگاه حفاظت دو دانشگاه تجهیز خواهند شد (با اولویت آزمایشگاه های حفاظت دانشگاه های برتر).

### جدول ۳-۱۵) حمایت از تجهیز آزمایشگاه های حفاظت کشور

بند	عنوان عملیات در هر مرحله	وزن فعالیت	مدت اجرای مرحله (ماه)
۱	بررسی وضعیت آزمایشگاه های حفاظت دانشگاه های کشور	۱۰	۶
۲	تعیین حداقل ملزومات لازم برای تجهیز هریک از آزمایشگاه های حفاظت کشور	۱۰	۶

بند	عنوان عملیات در هر مرحله	وزن فعالیت	مدت اجرای مرحله (ماه)
۳	حمایت مالی جهت تجهیز آزمایشگاه ها با بهره گیری از ظرفیت مالی کلیه نهادهای مرتبط	۸۰	۳۶
	کل	۱۰۰	۴۸

### ۳-۶-۳) تدوین و تشکیل پایگاه اطلاعاتی جامع در حوزه دانش و فناوری های حفاظت و تهیه

#### بسته های اطلاعاتی جامع از وضعیت شبکه همراه با ایجاد دسترسی های لازم برای محققین

یکی از مشکلات اساسی صنعت برق کشور عدم اطلاع متخصصین از فعالیت های صورت گرفته و یا در حال انجام است که سبب شده است موازی کاری در صنعت به وفور انجام گردد و هزینه های فراوانی در این زمینه صرف گردد.

تشکیل یک بانک اطلاعاتی جامع به منظور استفاده و اطلاع پژوهشگران، متخصصین و مسئولین از فعالیت های صورت گرفته در دانش و فناوری های حفاظت و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آنها در این بانک اطلاعاتی سبب افزایش بهره وری و تخصیص بهینه منابع در کشور می گردد.

### جدول ۳-۱۶) تدوین و تشکیل پایگاه اطلاعاتی جامع در حوزه دانش و فناوری های حفاظت و تهیه بسته های اطلاعاتی

#### جامع از وضعیت شبکه همراه با ایجاد دسترسی های لازم برای محققین

اقدامات	مدت اجرا (ماه)	بازه زمانی (سال)
تشکیل پایگاه اطلاعاتی جامع در حوزه دانش و فناوری های حفاظت و تهیه بسته های اطلاعاتی جامع از وضعیت شبکه همراه با ایجاد دسترسی های لازم برای محققین	۱۲	۱۰

### ۳-۶-۴) حمایت از برگزاری نشست های تخصصی ملی در حوزه حفاظت

صنعت حفاظت و امور مرتبط با آن دائما در حال تغییر و پیشرفت است. این مهم باید توسط محققین این زمینه رصد شده و ارائه گردد تا بتواند صنعت داخل کشور را نیز دنباله رو خود کند. به عبارت بهتر باید نشست های تخصصی در حوزه حفاظت دائما

برگزار شوند و آخرین مرزهای علمی و فناوری این زمینه مورد بحث و چالش قرار گیرند. حمایت از برگزاری چنین نشست‌هایی کمک شایانی به هم‌افزایی دانش حفاظت در کشور می‌کند تا محققین و صنعتگران قادر به اشتراک آخرین دستاوردهای دانشی باشند. در همین چارچوب باید حمایت از این نشست‌ها به صورت دائمی صورت پذیرد. از جمله این نشست‌ها کنفرانس سالانه حفاظت در تجهیزات الکتریکی است که در آن دانشجویان، اساتید دانشگاه‌ها و صنعتگران در کنار یکدیگر به تبادل ایده‌های علمی و همچنین مشکلات خود می‌پردازند تا برای آن راهی بیابند.

به همین منظور باید اقدامات زیر صورت پذیرند تا بتوان به پویایی چنین نشست‌هایی امیدوار بود. قابل ذکر است که حمایت‌های ذکر شده در جدول زیر باید به صورت سالانه صورت پذیرند.

جدول ۳-۱۷) حمایت از برگزاری نشستهای تخصصی در حوزه حفاظت

مدت اجرا (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات	
۱	۲	تشکیل دبیرخانه دائمی برای کنفرانس‌ها و نشست‌های تخصصی در زمینه حفاظت	حمایت از برگزاری نشست‌های تخصصی ملی در حوزه حفاظت
۱۰		حمایت از کنفرانس تخصصی حفاظت و کنترل سیستم‌های قدرت	

### ۳-۶-۵) حمایت از تحقیق و پژوهش به ویژه پژوهش‌های نیاز محور مرتبط با دانش و فناوری های

#### حفاظت

حمایت از پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری مرتبط با دانش و فناوری های حفاظت به ۳ صورت امکان پذیر است:

الف) حمایت‌های مالی: این حمایت به عنوان اصلی‌ترین فعالیت به شمار می‌رود و در ۳ حوزه صورت می‌گیرد:

➤ حمایت مالی از پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد به صورت کمک نقدی به دانشجویان و البته در دو نوع مطالعاتی و

کاربردی صورت می‌گیرد و میزان کمک به پایان‌نامه‌های کاربردی بیش از مطالعاتی است.

➤ حمایت مالی از پایان‌نامه‌های دکتری به صورت کمک نقدی به دانشجویان

✚ حمایت تشویقی از صنعتی شدن دستاوردهای پایان نامه ها بطوریکه در مواردی که پایان نامه کاملاً در راستای نیازهای صنعت بوده و در این بخش قابل اجرا باشد فرد، مبلغی را به عنوان تشویقی دریافت کند.

(ب) پشتیبانی های فیزیکی: این نوع حمایت شامل دو عنوان اصلی می شود:

✚ حق استفاده از آزمایشگاهها: در این مورد به دانشجویانی که پایان نامه هایی مرتبط با موضوعات مطرح شده در دانش و فناوری های حفاظت تعریف کرده اند، حق استفاده به صورت رایگان ولی در تعداد محدودی آزمایش در هر سال از آزمایشگاه های حفاظت داده می شود.

✚ حق استفاده از کتابخانه های خارج از دانشگاهها: در این مورد حق استفاده رایگان از کتابخانه های مرتبط با این موضوع به دانشجویان داده می شود.

(ج) حمایت های مشاوره ای: این نوع حمایت به منظور رفع موانع علمی دانشجویان و کمک به ایشان در انجام پایان نامه می باشد که از آن به عنوان اطلاع رسانی علمی و مشاوره علمی به دانشجویان یاد شده است.

#### جدول ۳-۱۸) حمایت از تحقیق و پژوهش در حوزه حفاظت

بازه زمانی (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات	
۱۰		حمایت مالی از پایان نامه های کارشناسی ارشد مطالعاتی	حمایت از تحقیق و پژوهش به ویژه پژوهش های نیاز محور مرتبط با دانش و فناوری های حفاظت
۱۰		حمایت مالی از پایان نامه های کارشناسی ارشد کاربردی	
۱۰		حمایت مالی از پایان نامه های دکتری	
۵		حمایت تشویقی از صنعتی شدن نتایج پایان نامه ها در ۵ سال اول	
۵		حمایت تشویقی از صنعتی شدن نتایج پایان نامه ها در ۵ سال دوم	

### ۳-۶-۶) ایجاد دستورالعمل بازار با نگرش حمایت از تولیدات داخلی در حوزه توزیع

با توجه به آنکه هم اکنون شرکت‌های بسیاری در داخل کشور، موفق به طراحی انواع تجهیزات حفاظتی بمنظور حفاظت شبکه‌های توزیع سنتی شده‌اند (مانند رله‌های اضافه جریان)، لذا لازم است با تنظیم مقررات مناسب بویژه در حوزه بازار خرید و انجام مناقصات، اقدامات حمایتی مناسبی در جهت از تولیدکنندگان داخلی در این زمینه انجام شود.

### ۳-۶-۷) تدوین دستورالعمل جهت تایید صلاحیت حرفه ای

حساسیت تجهیزات حفاظت از شبکه لزوم داشتن مهارت برای کار با آنها را آشکار می‌نماید. به عبارت دقیق‌تر تنها افرادی باید با تجهیزات حفاظتی و رله‌ها کار کنند که دارای مهارت کافی باشند و سطح مهارت آنها به تأیید مرجع ذیربط رسیده باشد. در همین راستا باید دستورالعملی تهیه و تدوین شود تا با سنجیدن سطح دانش و مهارت افراد نسبت به اعطا تأییدیه صلاحیت حرفه‌ای برای آنها امکان و اجازه کار با رله‌های حفاظتی را فراهم آورد. در همین راستا کارکنان شرکت‌ها باید به صورت دوره‌ای نسبت به تهیه این تأییدیه اقدام نمایند. تأییدیه مذکور باید به نحوی تهیه شود که شامل زیربخش‌های مختلف بوده و هر یک از زمینه‌ها برای انجام فعالیت در بخش‌های مختلف باشد و هر فرد برای دریافت تأییدیه چند زیربخش باید دانش و مهارت مرتبط با آن زیربخش‌ها را داشته باشد.

به منظور انجام چنین اقدامی ابتدا باید طبق جدول زیر نسبت به تهیه دستورالعمل مذکور اقدام شود.

#### جدول ۳-۱۹) تدوین دستورالعمل جهت تأیید صلاحیت حرفه ای

مدت اجرا (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات
۱	۳	تعیین حداقل قابلیت‌های لازم به منظور اعطای صلاحیت حرفه ای در زمینه‌های مختلف مرتبط با رله و حفاظت
۱	۹	تدوین دستورالعمل جهت تأیید صلاحیت حرفه ای شرکتها و کارشناسان فعال در حوزه حفاظت

### ۳-۶-۸) تجهیز آزمایشگاه های مرجع

#### تعریف مسئله

یکی از مهمترین چالش هایی که حوزه حفاظت کشور با آن دست و پنجه نرم می کند، انجام تست های صنعتی بر روی تجهیزات حفاظتی طراحی و ساخته شده در کشور و حتی خریداری شده از خارج از کشور است. در واقع مهمترین چالش هایی که هم اکنون در آزمایشگاه های مرجع حفاظت کشور دیده می شود دو مسئله اساسی است. نخست آنکه آزمایشگاه های حفاظت کشور قابلیت انجام کلیه تست هایی که در آزمایشگاه های معتبر دنیا انجام می شود را بطور یکجا ندارند (تست هایی چون تست End-to-End، تست های ویبره، تست های کامل EMC و ...). برای این اساس برخی از آزمایشگاه های مرجع کشور برای انجام برخی از تست ها باید از نهادهای دیگر مانند دانشگاه ها و ... کمک بگیرند. این مسئله پروسه انجام تست های استاندارد را در کشور با مشکل مواجه می نماید. مشکل دیگری که در آزمایشگاه های مرجع کشور دیده می شود آن است که این آزمایشگاه ها قادر به صدور گواهی هایی که معتبر برای خارج از کشور باشد نیستند (هرچند این مسئله اخیرا توسط یک آزمایشگاه مرجع حل شده است). این مسئله شرکت های سازنده تجهیزات حفاظتی را در داخل کشور با مشکل مواجه می کند چراکه نمی توانند محصولات خود را به راحتی به سایر کشورها صادر نمایند.

بنابراین آنچه که هدف از اجرای این پروژه است، تجهیز آزمایشگاه های مرجع حفاظت کشور است بطوریکه قادر به اجرای کلیه تست های مورد نیاز صنعت برق کشور باشند (مانند تست های حالات گذرا و ...) و هم گواهی های صادر شده توسط این آزمایشگاه ها برای خارج از کشور نیز موثق باشند. در این راستا ابتدا لازم است امکانات آزمایشگاه های مرجع کشور شناسایی شوند و نیازهای آنها برای تبدیل به آزمایشگاه هایی با اهداف بیان شده، مشخص گردد و سپس سازوکارهای لازم برای حمایت مالی از این آزمایشگاه ها تدوین شوند.

#### دستاوردهای پروژه

مهمترین دستاوردهای این پروژه عبارتند از:

- افزایش قابلیت اطمینان تجهیزات حفاظتی تولید شده در کشور و وارداتی با انجام تست های استاندارد
- سهولت صادرات برای محصولات داخلی به دلیل داشتن گواهی های معتبر تست
- کسب درآمد برای آزمایشگاه های مرجع کشور به دلیل پذیرفتن تست های کشورهای همسایه

### سابقه انجام پژوهش مشابه

تاکنون مشابه آنچه که هدف از اجرای این پروژه است، در کشور سابقه نداشته است. در واقع تاکنون اگر آزمایشگاه های مرجع حفاظت هزینه ای بابت تجهیز آزمایشگاه های خود می نموده اند این کار را از بودجه اختصاصی خود انجام می دادند. بنابراین این که تجهیز آزمایشگاه ها زیر نظر یک نهاد مشخص و با برنامه های مدون انجام شود تاکنون در کشور سابقه نداشته است.

### نوع پروژه

این پروژه از دو بخش تحقیقاتی و اجرایی تشکیل شده است. فاز تحقیقاتی آن منتهی به خروجی هایی چون شناخت امکانات آزمایشگاه های مرجع حفاظت کشور و تجهیزات مورد نیاز برای تجهیز آن ها بگونه ای که پاسخگوی نیاز صنعت برق کشور باشند، می شود. در فاز عملیاتی آن، تجهیزات مورد نیاز آزمایشگاه های مرجع حفاظت کشور با توجه به نتایج فاز تحقیقاتی، خریداری می شوند.

### جدول ۳-۲۰) حمایت از تجهیز آزمایشگاه مرجع

بند	عنوان عملیات در هر مرحله	وزن فعالیت	مدت اجرای مرحله (ماه)
۱	شناسایی توانایی های فعلی آزمایشگاه های مرجع کشور	۲۰	۴
۲	تعیین نیازمندی های آزمایشگاه های مرجع کشور بطوریکه پاسخگوی کامل تست های مورد نیاز حفاظتی باشد	۳۰	۴
۳	تجهیز آزمایشگاه ها بر اساس نیازمندی آنها	۵۰	۱۶
	کل	۱۰۰	۲۴

### ۳-۶-۹) تدوین دستورالعمل مدون در زمینه تست رله و PMU

حساسیت تجهیزات رله و PMU به عنوان تجهیزات حفاظتی و پایشی شبکه حکم می‌کند تا از صحت عملکرد آنها قبل از نصب و همچنین بعد از نصب (به صورت دوره‌ای) اطمینان حاصل شود. در همین راستا باید نسبت به انجام تست‌های لازم برای هر یک از این تجهیزات اقدام شود. عدم وجود دستورالعمل مدون در تست این تجهیزات منجر به انجام تست به صورت سلیقه‌ای می‌شود و عملاً نمی‌توان از کامل بودن آنها اطمینان حاصل کرد. لذا ضروری است تا دستورالعمل مدون در این زمینه تهیه شود تا بر اساس مراحل و الزاماتی که در آن دیده می‌شود قادر باشد تا رویه یکسان و استاندارد را برای انجام انواع تست‌ها (تست‌های محیطی، تست‌های گذرا و تست‌های عملکردی و ...) فراهم آورد. وجود چنین دستورالعمل جامعی کمک شایانی به اطمینان از صحت عملکرد تجهیزات می‌نماید.

#### جدول ۳-۲۱) تدوین دستورالعمل مدون در زمینه تست رله و PMU

مدت اجرا (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات
۱	۳	بررسی تست‌های موجود در کشور و مشخص نمودن نقاط ضعف هر یک
۱	۳	انجام مطالعات تطبیقی در زمینه دستورالعمل‌های تست رله و PMU در سایر کشورها
۱	۳	تدوین دستورالعمل مدون در زمینه تست رله
۱	۳	تدوین دستورالعمل مدون در زمینه تست PMU



### ۳-۶-۱۰) حمایت از شرکت های داخلی جهت حضور در بازارهای منطقه ای و بین المللی و رفع

#### موانع صادرات

یکی از مشکلاتی که شرکت های داخلی با آن دست به گریبان هستند، مشکلات متعدد حضور در نمایشگاه های بین المللی بمنظور ارائه محصولات و خدمات خود به سایر کشورها (بویژه کشورهای منطقه) است. در این راستا لازم است با صلاح دید کمیته ملی حفاظت، اقدامات حمایتی لازم در جهت سهولت حضور شرکت های داخلی در نمایشگاه های بین المللی انجام پذیرد.

### ۳-۶-۱۱) استمرار مطالعات راهبردی مورد نیاز در زمینه تجهیزات حفاظتی، دانش حفاظت و PMU

در فرآیند خطیر سیاستگذاری کلان فناوری کشور، شناسایی و تحلیل جریان ها و پیشرفت های فناوری در سطح جهان بعنوان یکی از مقدمات تعیین کننده در آینده نگری و ترسیم نقشه راه فناوری، نقش مهم و اساسی دارد و نتایج حاصل از این فرآیند، محور و مبنای وضع سیاست های اصولی و هدفمند فناوری تلقی می شود. بر این اساس و نظر به اهمیت فناوری های حفاظت در شبکه برق و نیاز به حجم بالای برنامه ریزی ها و نیز هزینه های بالای سرمایه گذاری در جهت توسعه این فناوری، استمرار مطالعات راهبردی در حوزه فناوری های حفاظت در شبکه برق قدرت لازم و ضروری می نماید. 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 بصورت دوسالانه در طول مدت زمان اجرای سند قابل انجام است.

بدیهی است انجام این مطالعات در گام نخست نیازمند تشکیل کمیته های تخصصی است که بتوانند بصورت مستمر روند توسعه تجهیزات حفاظتی، دانش حفاظت و PMU 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 فناوری های حفاظت در شبکه برق در کشورمان ارائه نمایند. بطور کلی می توان گفت این اقدام یکی از کارکردهای اساسی کمیته تخصصی حفاظت است که در قالب کمیته های تخصصی مربوطه انجام می شود. لازم به ذکر است گستره این مطالعات، کلیه حوزه های فنی و تخصصی، نظام قانونی و حقوقی، نظام اقتصادی و مالی و نظایر آن را که تأثیرات مهمی در تغییر و تحولات روند توسعه فناوری در کشور دارند، شامل می شود.

جدول ۳-۲۲) استمرار مطالعات راهبردی مورد نیاز در زمینه تجهیزات حفاظتی، دانش حفاظت و PMU

بازه زمانی (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات
۱۰		استمرار مطالعات راهبردی مورد نیاز در زمینه رله و PMU

## ۱۴ نتیجه گیری

به منظور تدوین ره نگاشت توسعه دانش و فناوری های حفاظت در شبکه برق، در این گزارش با توجه به اولویت های فناوری های حفاظت در شبکه برق پروژه هایی با در نظر گرفتن زمان انجام هر پروژه تعریف شد و شناسنامه هر یک از پروژه ها بیان گردید. با توجه به نتایج مراحل قبلی پروژه، فعالیت های مورد نیاز در چهار دسته اصلی شامل اقدامات حوزه دانش حفاظت، اقدامات حمایتی از تولید و بهره برداری از تجهیزات پایش و پردازش، اقدامات حمایتی از تولید رله در کشور و اقدامات پشتیبان تقسیم گردیده بود که در این گزارش همچنین شناسنامه اقدامات مدیریتی به همراه زمان کلیه فعالیت های زیرمجموعه این چهار دسته اقدامات اصلی در اینجا بیان گردید.

## (۵) مراجع

- [۱] سعیدرضا رادپور، عبدالله ایران خواه، ناصر باقری مقدم، محمدرضا آراستی - "فناوری پیل سوختی و هیدروژن: اولویت ها و استراتژی های توسعه در کشور" - نشر علم و ادب - ۱۳۸۷.
- [۲] مسعود رضایی، سعیدرضا رادپور، عبدالله ایران خواه، ناصر باقری مقدم، مرتضی زمانیان - "فناوری پیل سوختی و هیدروژن: برنامه اقدامات و نقشه راه توسعه در کشور" - نشر علم و ادب - ۱۳۸۷.
- [3] Michael Russell - "Technology and Assessment" - Information Age Publishing Inc. - 2006.
- [۴] ارنست براون، عقیل ملکی فر (مترجم)، علیرضا بوشهری (مترجم) - "ارزیابی و پیش بینی تکنولوژی" - نشر کرانه علم - ۱۳۸۲.
- [۵] سروش قاضی نوری - ارزیابی تکنولوژی: ابزار کمک به فرایند سیاست گذاری - مرکز صنایع نوین وزارت صنایع - ۱۳۸۳.
- [۶] روش شناسی تدوین اسناد ملی فناوری های راهبردی - مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور - ۱۳۹۱.
- [۷] شناسایی حوزه های فناورانه - گزارش فاز دوم پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری حفاظت - پژوهشگاه نیرو - اردیبهشت ۱۳۹۴.
- [۸] اولویت بندی فناوری های تجهیزات حفاظت و اکتساب فناوری های اولویت دار - گزارش فاز سوم پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری حفاظت - پژوهشگاه نیرو - تیر ۱۳۹۴.
- [۹] سیاست ها و اقدامات توسعه فناوری حفاظت در شبکه ایران - گزارش فاز چهارم پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری حفاظت - پژوهشگاه نیرو - تیر ۱۳۹۴.

## فهرست مطالب

۱- فصل اول ارزیابی سیاست و همراستایی ارزیابی با اهداف و برنامه ها .....	۱
۱-۱- مقدمه .....	۲
۲-۱- ارزیابی سیاست .....	۲
۳-۱- همراستایی ارزیابی با اقدامات و برنامه ها .....	۵
۲- فصل دوم: قالب های ارزیابی سیاست و تحلیل تأثیرات .....	۸
۱-۲- مقدمه .....	۹
۲-۲- مقایسه وضعیت قبل و بعد از برنامه .....	۹
۳-۲- مقایسه روند گذشته و وضعیت بعد برنامه .....	۱۰
۴-۲- مقایسه وضعیت در دو حالت بود یا نبود برنامه .....	۱۰
۵-۲- مقایسه وضعیت گروه های کنترل و آزمایشی قبل و بعد از اجرای برنامه .....	۱۰
۳- فصل سوم: گام های عمومی ارزیابی سیاست و انواع روش های ارزیابی .....	۱۲
۱-۳- مقدمه .....	۱۳
۲-۳- پیمایش نوآوری .....	۱۴
۳-۳- مدل های اقتصادسنجی: مدل سازی اقتصاد کلان و شبیه سازی .....	۱۸
۱-۳-۳- شرایط استفاده از مدل های اقتصادسنجی کلان .....	۱۹
۲-۳-۳- مراحل استفاده از مدل های اقتصادسنجی .....	۲۰
۴-۳- مدل های اقتصادسنجی: مدل های اقتصادسنجی خرد .....	۲۳
۱-۴-۳- شرایط استفاده از روش اقتصادسنجی خرد .....	۲۴
۲-۴-۳- مراحل پیاده سازی مدل .....	۲۴
۳-۴-۳- دامنه کاربرد و محدودیت ها .....	۲۵

۳-۵- مدلهای اقتصادسنجی: اندازه گیری بهره‌وری .....	۲۶
۳-۵-۱- روش انجام .....	۲۶
۳-۵-۲- دامنه کاربرد و محدودیت‌ها .....	۲۷
۳-۶-۱- ارزیابی توسط خبرگان .....	۲۷
۳-۶-۱- شرایط استفاده از خبرگان .....	۲۸
۳-۶-۲- مراحل انجام روش استفاده از خبرگان .....	۲۹
۳-۶-۳- داده‌های مورد نیاز .....	۲۹
۳-۶-۴- دامنه کاربرد و محدودیت‌ها .....	۳۰
۳-۷- مطالعه میدانی و مطالعه موردی .....	۳۰
۴- فصل چهارم: جمع‌بندی و ارائه روش پیشنهادی برای ارزیابی .....	۳۲
۴-۱- مقدمه .....	۳۳
۴-۲- تدوین شاخصهای ارزیابی کارایی و اثربخشی .....	۳۳
۴-۳- تدوین مکانیزم ارزیابی .....	۳۴
۴-۴- تدوین ساختار نظارت و بروز رسانی .....	۳۵
۵- فصل پنجم: فرایند ارزیابی سند توسعه فناوری‌های حفاظت .....	۳۷
۵-۱- مقدمه .....	۳۸
۵-۲- تدوین شاخصهای عملکردی و اثربخشی .....	۳۸
۵-۳- تدوین ساختار نظارت، به روز رسانی و مکانیزم ارزیابی .....	۴۸
۵-۴- مکانیزم عملکرد .....	۴۹
نتیجه گیری .....	۵۱
مراجع .....	۵۲

## فهرست شکل‌ها

شکل (۱-۱): منطق ارزیابی اهداف و سیاست‌ها..... ۵

شکل (۲-۱): مدل منطقی ارزیابی..... ۶

شکل (۱-۲): قالب‌های تحلیل تأثیرات سیاست..... ۱۱

## فهرست جدول ها

- جدول (۱-۴): ویژگی های روش های ارزیابی ..... ۳۴
- جدول (۱-۵): شاخص های ارزیابی اهداف کلان توسعه دانش و فناوری های حفاظت ..... ۳۹
- جدول (۲-۵): شاخص های ارزیابی اقدامات حوزه دانش ..... ۴۰
- جدول (۳-۵): شاخص های ارزیابی اقدامات حمایتی از تولید و بهره برداری از تجهیزات پایش و پردازش ..... ۴۱
- جدول (۴-۵): شاخص های ارزیابی اقدامات حمایتی از تولید رله در کشور ..... ۴۴
- جدول (۵-۵): شاخص های ارزیابی اقدامات پشتیبان ..... ۴۵



## فصل اول: ارزیابی سیاست و

همراستایی ارزیابی با اهداف و برنامه-

ها

## ۱-۱- مقدمه

تحلیل تأثیرات بخشی از حوزه بزرگ‌تری از مطالعات سیاستی یعنی "ارزیابی سیاست"<sup>۱</sup> است. ارزیابی سیاست نیز همچون بسیاری از مفاهیم مربوط به مطالعات سیاستی دارای تعاریف مختلفی است که در ادامه بدان پرداخته می‌شود. در ادامه مفهوم هم‌راستایی ارزیابی با اهداف و برنامه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## ۱-۲- ارزیابی سیاست

تعاریف ارائه شده برای ارزیابی سیاست عبارت‌اند 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" [۱].
- ❖ "ارزیابی اثربخشی یک برنامه ملی در تحقق اهداف خود یا ارزیابی اثربخشی نسبی دو یا چند برنامه در تحقق اهداف مشترک خود" [۲].
- ❖ "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" [۳].

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 به وسیله 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 نظام‌مند 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 که بسیاری از مؤلفان نیز به این موضوع اشاره کرده‌اند. مثلاً ویس<sup>۱</sup> 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 [۹].

هرچند ارزیابی سیاست دارای چند مفهوم محوری است، ولی از سوی دیگر موضوعی متغیر و فاقد مرزهای روشن است که می‌تواند 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<sup>۲</sup> تلاش کرده‌اند دسته‌بندی‌هایی ارائه کرده و به این موضوع نظم دهند [۹]. 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 نیست و انتظار می‌رود بدون دخالت از طریق یک برنامه یا سیاست عمومی کماکان نامناسب باقی بماند. فعالیت عبارت است از رویدادی که

---

1. Weiss

2. Smith & Licari

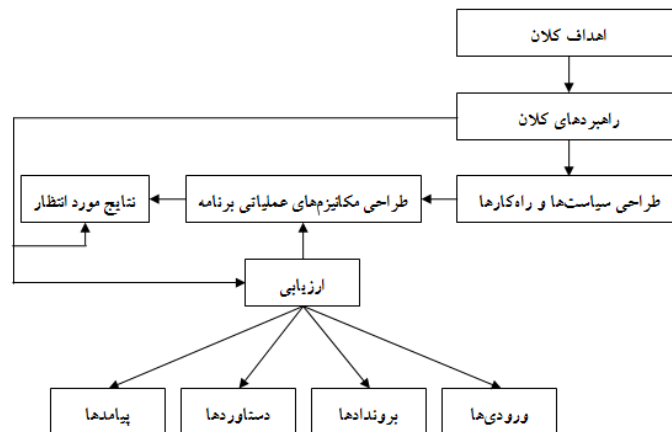
توسط انسان هدایت می‌شود و سیاست را تشکیل می‌دهد؛ یعنی اقداماتی که زیر نظر دولت برای برخورد با یک مسئله انجام می‌شوند. نتیجه مورد نظر عبارت است از متغیری که برای ارزیابی تأثیر (پیامد) یک سیاست عملاً سنجیده می‌شود [۴].

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 به شدت 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<sup>۱</sup> و دوم اینکه باید متغیری باشد که بتوان بین آن و برنامه / سیاست رابطه علی برقرار کرد.

یکی از مسائلی که سیاست‌گذاری عمومی به طور عام و تحلیل تأثیرات به طور 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 سیاستی 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 [۹].

### ۱-۳- همراستایی ارزیابی با اقدامات و برنامه ها

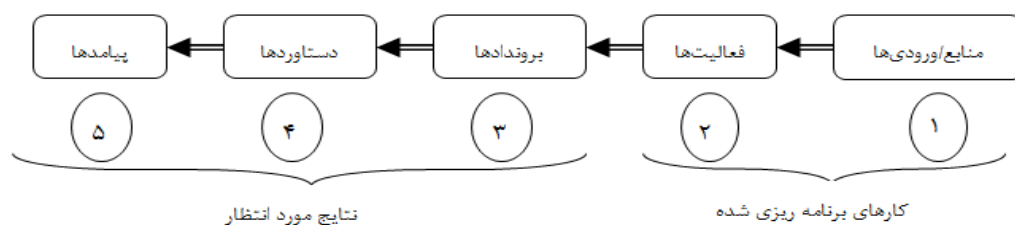
ارزیابی هنگامی اثربخش خواهد بود که هم راستا و منطبق با مأموریت و اهداف برنامه انجام پذیرد. همانطور که در شکل زیر دیده می شود، ابتدا می بایست اهداف کلانی را که برنامه به دنبال آن هاست، استخراج نمود. سپس باید مشخص شود برنامه از چه راهبردی برای تحقق این اهداف استفاده می کند. در طراحی مکانیزم های عملیاتی یک برنامه سیاستی، مشخص می شود چه ورودی هایی به چه برون دادها<sup>۱</sup>، دستاوردها<sup>۲</sup> و پیامدهایی<sup>۳</sup> تبدیل می شوند. بنابراین تمرکز اصلی ارزیابی بر همین مؤلفه ها است. بازخوردهای ارزیابی هم می تواند به بهبود مکانیزم های عملیاتی منجر شود و هم اصلاح راهبردهای برنامه را به دنبال داشته باشد.



شکل (۱-۱): منطق ارزیابی اهداف و سیاست ها

- 1 .Outputs
- 2 .Results
- 3 .Outcomes

یکی از مفاهیمی که در ادبیات سیاست‌گذاری برای رعایت ارتباط ورودی‌ها، برون‌دادها، دستاوردها و پیامدها به دفعات مورد استفاده قرار می‌گیرد "مدل منطقی"<sup>۱</sup> 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 نظامند و تصویری<sup>۲</sup> است که برای درک 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

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 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 مراجع از آنها به عنوان "ورودی" نیز نام برده شده است.

1. Logic model

2. Visual

❖ 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 می پذیرند.

نتایج مورد انتظار: عبارتند از کلیه نتایج مطلوب برنامه شامل برون دادهای، دستاوردها و پیامدها.

❖ برون دادها: محصولات مستقیم فعالیتهای برنامه‌اند و ممکن است شامل انواع، سطوح و اهدافی از خدمات باشند که

توسط برنامه ارائه می شود.

❖ دستاوردها: عبارت است از تغییرات در رفتار، دانش، مهارت، وضعیت و سطح کارکرد افرادی که در برنامه مشارکت

دارند. دستاوردها می توانند به دو گروه کوتاه مدت و بلندمدت تقسیم شوند. دستاوردهای کوتاه مدت در بازه ۱ تا ۳

سال محقق می شوند؛ حال آنکه دستاوردهای بلندمدت ۴ تا ۶ سال زمان نیاز دارند. "پیامدهای" دستاوردهای بلند

مدت در بازه ۷ تا ۱۰ سال خود را نشان می دهند.

❖ 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 می افتد [۶].

**فصل دوم: قالب‌های ارزیابی سیاست**

**و تحلیل تأثیرات**



## ۲-۱- 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.

## ۲-۲- مقایسه وضعیت قبل و بعد از برنامه<sup>۱</sup>

یکی از رایج‌ترین قالب‌های تحلیل سیاست‌ها و برنامه‌ها، استفاده از نوع مقایسه قبل با بعد است. در این قالب، وضعیت در دو نقطه یکی قبل از اجرای برنامه‌ها و دیگری بعد از اجرای آن 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 از اعمال برنامه‌ها و سیاست‌ها ناشی شده‌اند و تا چه حد اثر سایر تغییرات محیطی هم‌زمان در جامعه بوده‌اند.

1. Before-after comparison

## ۲-۳- مقایسه روند گذشته و وضعیت بعد برنامه<sup>۱</sup>

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.

## ۲-۴- مقایسه وضعیت در دو حالت بود یا نبود برنامه<sup>۲</sup>

روش رایج دیگر برای ارزیابی، مقایسه میان وضعیت بخش‌هایی است که تحت تأثیر سیاست موردنظر قرار گرفته‌اند سایر بخش‌هایی که تحت اثر نبوده‌اند. 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، می‌توان تحلیل تأثیرات 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.

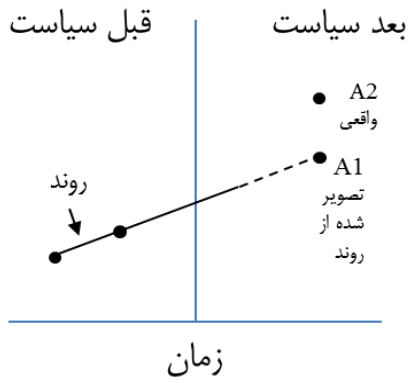
## ۲-۵- مقایسه وضعیت گروه‌های کنترل و آزمایشی قبل و بعد از اجرای برنامه

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،

1. Project trend line versus postprogram comparisons  
2. Comparisons between jurisdictions with and without programs

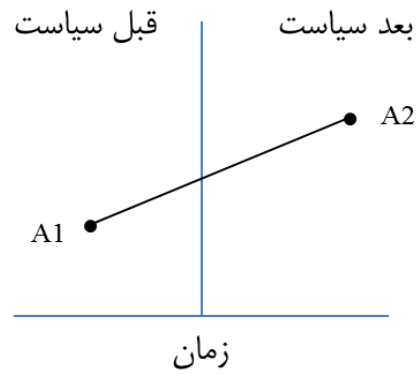
مقایسه وضعیت دو گروه بعد از اجرای سیاست در یکی از آن‌ها می‌تواند به‌طور دقیق بیان‌کننده تأثیرات سیاست‌ها باشد. این قالب، دقیق‌ترین نتایج ارزیابی سیاست‌ها را در میان سایر روش‌ها به‌همراه می‌آورد.

### قالب ۲ - تصویر گذشته و بعد از اجرا



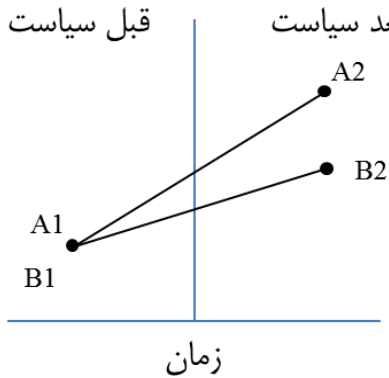
تأثیر سیاست  $A1-A2$

### قالب ۱ - قبل و بعد



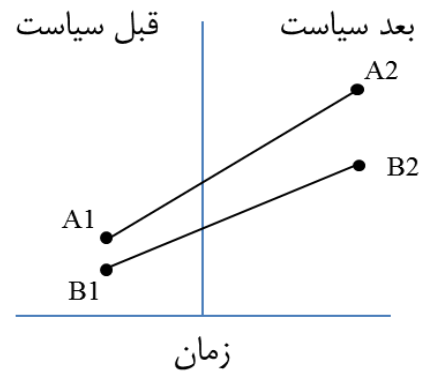
تأثیر سیاست  $A1-A2$

### 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**

## ۳-۱- مقدمه

فارغ از نوع و روش ارزیابی و درجه پیچیدگی آن، به صورت کلی مراحل انجام یک ارزیابی را می توان به صورت زیر برشمرد:

❖ تعیین اهداف و مخاطبان (ذی نفعان ارزیابی)

❖ طراحی سؤالات و فرضیات ارزیابی

❖ مشخص کردن منابع در دسترس، زمان لازم و سطح مناسب تلاشی که می بایست صورت پذیرد

❖ انتخاب روش (های) ارزیابی و تجزیه و تحلیل

❖ انتخاب و یا طراحی مدل مناسب ارزیابی و رویکرد جمع آوری اطلاعات

❖ جمع آوری و ترکیب اطلاعات

❖ تجزیه و تحلیل و تفسیر اطلاعات

❖ تدوین گزارش ارزیابی

❖ ارائه و انتشار نتایج

در میان این گام ها، انتخاب روش ارزیابی و تحلیل به عنوان محور اصلی در ارزیابی و پایش سیاست ها و برنامه ها قرار می گیرد. روش های متنوعی برای ارزیابی وجود دارد که در عین داشتن مشابهت هایی، هر کدام مزایا و معایب مخصوص به خود را دارا می باشند. هر کدام از این روش ها برای اهداف خاصی طراحی شده اند. به عنوان مثال برخی از آن ها برای ارزیابی در مراحل اولیه یک برنامه مناسب اند و برخی دیگر برای ارزیابی در مراحل انتهایی برنامه به کار می آیند. بنابراین حتی ممکن است برای یک برنامه با گذشت زمان، از روش های متعدد ارزیابی استفاده شود.

از منظر زمانی، روش های ارزیابی به دو دسته کلی ارزیابی پیش از پیاده سازی و ارزیابی در حین و پس از پیاده سازی تقسیم می شوند. همچنین از منظر روش تحقیق، روش های ارزیابی را می توان به سه دسته روش های کمی، آماری، روش های مدل سازی و روش های کیفی تقسیم بندی کرد. در روش های کمی و آماری مانند پیمایش، با انجام تحلیل های آماری بر روی داده ها و اطلاعات جمع آوری شده، ارزیابی سیاست ها انجام می پذیرد. در روش های مدل سازی مانند روش های اقتصادسنجی، با

استفاده از توابع و مدل های ریاضی/اقتصادی، به ارزیابی تأثیرات سیاستها پرداخته می شود. در روش های کیفی نیز مانند موردکاوی نیز مشاهدات و داده های کیفی مبنای قضاوت ما در مورد اثرات سیاستها می باشد [۵].

مجموعه ای از روش های ارزیابی که می توانند برای تحلیل تأثیرات سیاستها و برنامه ها در اسناد ملی فناوری مورد استفاده قرار بگیرند به قرار زیر هستند:

### ۳-۲- پیمایش نوآوری<sup>۱</sup>

در طی سه دهه گذشته تلاش های زیادی جهت سنجش و ارزیابی نوآوری صورت گرفته است. سازمان توسعه همکاری های اقتصادی (OECD) با انتشار دستورالعمل های متعددی در خصوص ارزیابی های مرتبط با نوآوری و فناوری که اصطلاحاً به دستورالعمل های فراسکاتی<sup>۲</sup> معروفند (دستورالعمل فراسکاتی، دستورالعمل پنتت، دستورالعمل اسلو و غیره) تلاش کرده است تا در زمینه ارزیابی، استانداردهای بین المللی را ایجاد کند.

تشریح روش های ارزیابی و تفسیر داده ها در این دستورالعمل ها، در کنار وجود بانک های اطلاعات و داده های متنوع<sup>۳</sup> باعث شد در دهه ۹۰ کشورهای اروپایی برای ارزیابی سیاستها، از پیمایشی استفاده کنند که به پیمایش نوآوری معروف شد.

روش پیمایش نوآوری در ابتدا، به عنوان ابزاری جهت جمع آوری و تفسیر داده ها و نه ارزیابی مورد استفاده قرار می گرفت. اما اخیراً محققان زیادی پیمایش نوآوری را به عنوان روشی برای پرداختن به تأثیرات و پیامدهای سیاست های تحقیق و توسعه دولتی مورد توجه قرار داده اند. به نظر می رسد در آینده با توجه به افزایش داده های جمع آوری شده پیرامون موضوعات مرتبط با نوآوری، استفاده از روش پیمایش برای ارزیابی سیاست های نوآوری دولتی افزایش یابد [۷].

1. Innovation survey

2. FRASCATY – Family manuals

۳. از دهه ۷۰، گروه های پژوهشی شروع به جمع آوری داده هایی در مورد وضعیت نوآوری در بنگاه ها نمودند که وجود این اطلاعات و داده ها یکی از عوامل طراحی دستورالعمل اسلو بوده است.

اولین پیمایش نوآوری در اروپا، در سال ۱۹۹۲ و بر اساس دستورالعمل اسلو صورت گرفت. این پیمایش ها مجدداً در سطح اتحادیه اروپا در سال های ۱۹۹۶ و ۲۰۰۰ برگزار شد. تجربه این سه پیمایش، ضمن آنکه امکان پذیری پیمایش نوآوری را ثابت کرد، نشان داد اینگونه پیمایش ها می تواند نتایج قابل توجهی برای سیاست گذاران داشته باشد.

در پیمایش نوآوری، نوآوری عبارت است از محصول یا فرایند نو و یک بنگاه در صورتی نوآور معرفی می شود که در یک دوره زمانی سه ماهه موفق به طراحی حداقل یک محصول یا فرایند نو و یا بهبود در فرایندها و محصول های موجود شده باشد. معیار "نو" بودن، جدید بودن در بنگاه است که لزوماً به معنای جدید بودن در بازار نمی باشد. اطلاعات پیمایش از طریق توزیع پرسشنامه در نمونه هایی از جامعه آماری جمع آوری می شود، هرچند در برخی موارد تمام بنگاه های بزرگ تحت پوشش پیمایش قرار می گیرند. مهم ترین موضوعاتی که در یک پیمایش نوآوری مورد بررسی قرار می گیرند عبارتند از:

• عوامل مؤثر بر نوآوری فناورانه

- اهداف نوآوری در بنگاه ها
- منابع اطلاعاتی بنگاه ها
- موانع نوآوری در بنگاه ها

• فعالیت ها و هزینه های نوآوری در بنگاه ها

- فعالیت های تحقیق و توسعه
- همکاری های فناورانه
- خرید و تجهیز ماشین آلات
- محافظت از دانش و فناوری

• ویژگی های بنگاه های نوآور

- اندازه بنگاه های نوآوری
- بخش اقتصادی که بنگاه های نوآور در آن فعالیت می کنند

- 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 [۹].

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 بیشتر برای ارزیابی سیاست نوآوری 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 را جمع 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.

❖ در 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.

### ۳-۳- مدل‌های اقتصادسنجی: مدل‌سازی اقتصاد کلان و شبیه‌سازی<sup>۱</sup>

مدل‌های اقتصادسنجی تلاش می‌کنند به ارزیابی پیامدها و آثار اقتصادی سیاست‌ها و برنامه‌ها بپردازند. 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.

1. Econometric models: Macroeconomic modeling and simulation

با توجه به اینکه رفاه اجتماعی، غایت غالب سیاست‌ها و برنامه‌های دولت می‌باشد و وضعیت اقتصادی مهم‌ترین عامل مؤثر بر رفاه اجتماعی به‌شمار می‌رود، ارزیابی آثار اقتصادی برنامه‌های سیاستی از مهم‌ترین دغدغه‌های سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان است.

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 [۸].

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<sup>۱</sup> و فردی<sup>۲</sup>. 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.

### ۳-۳-۱- 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:

1. Behavioural
2. Identities

❖ 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.

### ۳-۳-۲- 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 صورت گرفته 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. جمع آوری و تحلیل و تبدیل داده ها: هرچند روش های اقتصادسنجی نیاز به حجم عظیمی از داده ها دارند، اما داده های خام موجود در بانک های داده، به ندرت در این معادلات قابل استفاده اند. بنابراین معمولاً به یک فرایند تبدیل بر روی داده های خام نیاز است تا این داده ها قابلیت استفاده در مدل را داشته باشند.

۵. طراحی معادلات اقتصادسنجی مدل<sup>۱</sup>: در این مرحله معادلات اقتصادسنجی مدل تخمین زده می شوند. به عبارتی در این مرحله مدل نظری به مدل اقتصادسنجی تبدیل می شود. برای این کار ابتدا سری داده های معینی انتخاب می شوند که فرض می شود مقادیر متغیرهای موجود در مدل را نمایندگی می کنند. سپس فرض می گردد که متغیرهای نظری بر متغیرهایی که داده های انتخاب شده را ایجاد کرده اند، منطبق هستند، در نتیجه متغیرهای داده های واقعی در مدل جایگزین متغیرهای نظری می شوند. سپس یک جمله خطای تصادفی به معادله اضافه می شود و با تعریف فروضی بر روی جمله خطا، مدل آزمون می گردد.

۶. تست و کالیبره کردن مدل: حتی اگر با تخمین دقیقی، معادلات اقتصادسنجی طراحی شده باشند. ممکن است در عمل این معادلات به علت تأثیر متغیرهای بیرونی، نادیده گرفتن برخی پدیده ها و یا کیفیت نامناسب برخی داده ها، عملکرد ضعیفی از خود به نمایش بگذارند. در این مرحله، معادلات اقتصادسنجی مجدداً با داده های واقعی تنظیم می شوند و در صورت لزوم تغییراتی در معادلات و یا داده های مورد استفاده صورت می پذیرد. پس از این مرحله معادلات می توانند برای شبیه سازی و اندازه گیری شرایط مختلف مورد استفاده قرار گیرند.

۷. شبیه سازی وضعیت پایه و تحلیل حساسیت: برای ارزیابی تأثیر سیاست ها بر عملکرد و وضعیت اقتصادی، بهتر است مشخص شود این عملکرد و وضعیت در صورت عدم وجود این سیاست ها چه حالتی پیدا می کرد. با این اقدام، می توان وضعیت پایه را با فرض نبود این سیاست ها مدل سازی و طراحی کرد. فعالیت دیگری که در این مرحله انجام می شود، تحلیل حساسیت<sup>۲</sup>

1. Econometric estimations of equations of the model  
2. Sensitivity analysis

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.

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<sup>۱</sup>، 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.

به هر 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.

### ۳-۴- مدل های اقتصادسنجی: مدل های اقتصادسنجی خرد<sup>۱</sup>

اقتصاد خرد به بررسی عملکرد و وضعیت واحدهای اقتصادی در یک کشور می پردازد. واحدها می توانند شرکتها (به عنوان مثال وقتی قصد بررسی وضعیت انتقال فناوری وجود دارد) و یا حتی افراد (به عنوان نمونه وقتی قصد مطالعه وضعیت اشتغال وجود دارد) باشند. از لحاظ مبانی نظری، روش اقتصادسنجی خرد مشابه اقتصادسنجی کلان می باشد. تفاوت عمده این دو روش سطح تجزیه و تحلیل و نوع متغیرها و داده های مورد استفاده آنهاست.

از نظر روش شناسی، مدل های اقتصادسنجی خرد به دو دسته عمده تقسیم می شوند:

❖ مدل هایی که از داده های مربوط به وضعیت گذشته بنگاه هایی که سیاست های مذکور در مورد آنها اعمال شده است و یا از مشوق ها و مزایای در نظر گرفته شده استفاده کرده اند بهره می برند و آن را با وضعیت کنونی آنها مقایسه می کنند.

❖ مدل هایی که از داده های مربوط به وضعیت همزمان بنگاه هایی که سیاست مذکور در مورد آنها اعمال شده است و یا از مشوق های در نظر گرفته شده استفاده کرده اند و بنگاه هایی که این سیاستها در مورد آنها اعمال نشده است و یا از این مشوق ها استفاده نکرده اند بهره برداری می کنند و ارزیابی ها را بر اساس مقایسه وضعیت این دو گروه از بنگاه ها انجام می دهد.

اگر از داده های گذشته بنگاه هایی که اهداف سیاستها بوده اند استفاده گردد، باید متوجه متغیرهایی بود که خارج از سیاستها، منجر به تغییر وضعیت این بنگاه ها از گذشته تاکنون شده اند. اگر از این نکته غفلت گردد، علت اصلی تغییر داده های گذشته تا حال، سیاست های طراحی شده تفسیر می شود، حال آنکه ممکن است در واقعیت، علل و دلایل دیگری سبب این تحولات شده باشند که آنها لحاظ نشده اند.

1. Arvanitis and Keilbach, 2002

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).

### ۳-۴-۱- 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.

### ۳-۴-۲- 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 به ترتیب 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.

### ۳-۴-۳- دامنه کاربرد و محدودیت‌ها

یکی از مهم‌ترین مزایای روش اقتصادسنجی خرد این است که 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. عدم 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 نقطه ضعف‌های 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.

### ۳-۵- 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 صورت گرفته 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.

### ۳-۵-۱- روش انجام

- ❖ شناسایی واحدهای نمونه: برای انجام ارزیابی بهره‌وری نیاز به دو گروه نمونه از بنگاه‌ها است. گروه اول بنگاه‌هایی هستند که به نظر 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 برون‌دادهای یک فعالیت اقتصادی را مشخص می‌کند.
- ❖ جستجو و جمع‌آوری اطلاعات مناسب: در این مرحله می‌بایست، اطلاعات لازم از ورودی‌ها و برون‌دادهای 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.

### ۳-۵-۲- 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 تولیدی مؤثرند که تفکیک میزان تأثیر هر یک از آن‌ها و ارزیابی تأثیر سیاست‌ها به‌عنوان یکی از این عوامل از مسائل اصلی این روش است.

### ۳-۶- ارزیابی توسط خبرگان<sup>۱</sup>

---

1. Expert panels and peer review

استفاده از پنل خبرگان<sup>۱</sup> و ارزیابی توسط اعضای جامعه علمی<sup>۲</sup> از مهم‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری است که در سال‌های اخیر برای ارزیابی سیاست مورد استفاده قرار گرفته است. ارزیابی توسط خبرگان غالباً بر اساس قضاوت جمعی از متخصصان 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 به منظور تخصیص منابع مالی و حمایت‌ها بسیار معمول است. پنل‌های خبرگان برای ارزیابی سیاست‌ها پس از اجرا نیز 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 به خصوص 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.

### ۳-۶-۱- 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:

1. Expert panels
2. Peer review

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. پیش فرض روش‌های استفاده از نظرات خبرگان، بهره‌برداری از دانش تخصصی و انباشتی حاصل از تجربه و دانش این افراد است.

### ۳-۶-۲- مراحل انجام روش استفاده از خبرگان

❖ مشخص شدن 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 رئیس پنل یا گروه خبرگان: با توجه به موضوعات مورد بحث، فردی با دانش و تجربه بالای تخصصی و مدیریتی به‌عنوان رئیس پنل انتخاب می‌گردد.

❖ انتخاب اعضای پنل با گروه خبره: با هماهنگی و مشارکت کارفرما و رئیس 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، تهیه و در اختیار آن‌ها قرار داده می‌شود.

❖ اجرای ارزیابی: اعضای پنل، مدیریت رئیس پنل در خصوص موضوعات مورد بحث مطابق برنامه‌ریزی انجام‌شده به جمع‌بندی می‌رسند.

### ۳-۶-۳- داده‌های مورد نیاز

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.

### ۳-۶-۴- دامنه کاربرد و محدودیتها

روش های استفاده از نظرات خبرگان روش های منعطف و اثربخشی هستند که هم برای ارزیابی های پس از پیاده سازی و هم برای ارزیابی های پیش از پیاده سازی مورد استفاده قرار می گیرند.

به نسبت سایر روش ها، این روش کم هزینه است. هرچند برگزاری پنل در مقایسه با ارزیابی توسط اعضای جامعه علمی هزینه های پشتیبانی بیشتری را می طلبد. در موضوعاتی که به حوزه های خاص و محدودی از علم و تخصص مربوط می شوند بهتر است از روش ارزیابی توسط اعضای جامعه علمی استفاده گردد و در حوزه های کلان تر از پنل. استفاده از ارزیابی توسط اعضای جامعه علمی برای ارزیابی و انتخاب پروژه های 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 گروه های متعدد دارد، توصیه می شود.

### ۳-۷- مطالعه میدانی و مطالعه موردی

در مطالعه میدانی به جای مطالعه موضوع تحت شرایط کنترل شده، به مشاهده مستقیم در شرایط واقعی پرداخته می شود. مطالعه میدانی نیازمند استفاده از طیف وسیعی از روش ها و تکنیک های مختلف است.

مطالعه موردی یکی از روش های مطالعه میدانی است که در ارزیابی سیاست مورد استفاده قرار می گیرد. در مطالعه موردی، ارزیاب به تعامل اجتماعی مستقیم با موضوع ارزیابی می پردازد. ارزیابی با این روش مستلزم استفاده از روش ها و داده های کمی و کیفی از قبیل پیمایش، تحلیل محتوا، تحلیل آماری داده های ثانویه و نهایتاً مشاهده مستقیم است. ارزیابی نهایی نوعی از استنتاج تفسیری است که بر اساس این منابع اطلاعاتی و روش های تحلیلی متعدد استخراج می شود.

مطالعه میدانی و مطالعه موردی از روش های تحقیق کیفی در علوم اجتماعی می باشند که در سال های اخیر مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است.

برای ارزیابی سیاست به‌روشن 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.

**فصل چهارم: جمع‌بندی و ارائه روش**

**پیشنهادی برای ارزیابی**



#### ۴-۱- 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 تأثیرات مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس این بررسی، پایش و ارزیابی سیاست‌ها و اهداف عبارت است از مطالعه تأثیر مجموعه‌ی 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:

#### ۴-۲- 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.

### ۴-۳- تدوین مکانیزم ارزیابی

روش های مختلفی در مرور ادبیات برای ارزیابی و تحلیل تأثیرات نام برده شد که هر کدام آن ها ویژگی ها و نقاط قوت و ضعف مربوط به خود را داشتند. سیاست گذار یا ارزیابی کننده یک سند ملی توسعه فناوری لازم است تا با توجه به شرایط خاص مرتبط با موضوع خود، از روش (های) متناسب ارزیابی (پیمایش نوآوری، مدل های اقتصادسنجی (کلان، خرد، بهره‌وری)، ارزیابی توسط خبرگان، مطالعات موردی و تحلیل شبکه) بهره گیرد.

به منظور فراهم آوری بستر تصمیم سازی برای سیاست گذاران، می توان جدولی مقایسه ای از روش های مختلف ارزیابی ارائه نمود. در جدول (۴-۱) با ارائه خلاصه ای از ویژگی های هر روش از ابعاد مبنای روش، نقاط ضعف و قوت، جنس داده های مورد نیاز و شرایط استفاده، سیاست گذاران را در انتخاب متناسب ترین روش با موضوع سند راهبردی کمک می کند.

جدول (۴-۱): ویژگی های روش های ارزیابی

روش	مبنای نظری	ضعف	قوت	نوع داده ها	شرایط استفاده
پیمایش نوآوری	جمع آوری و تحلیل گستره ی وسیعی از داده ها مبتنی بر نظرات خبرگان	وجود خطر جانبدارانه بودن نظرات افراد متخصص - عدم در نظر گیری فاصله زمانی تأثیر سیاست ها در ارزیابی	برخورداری از نظرات افراد متخصص و در محوریت قرار دادن موضوع نوآوری	کمی - کیفی	ارزیابی سیاست های کلان که اثرگذاری بر شاخص های ملی نوآوری دارند
اقتصادسنجی - کلان	معادلات ساختاری بر اساس مبانی اقتصاد و برای توضیح روابط علی معلولی میان اجزا	دشواری در جمع آوری حجم زیادی از اطلاعات اقتصادی - اجتماعی معتبر و دقیق در یک بازه زمانی مشخص - زمان و هزینه بالا	دقت بالا و ارائه تحلیل ها و نتایجی مبتنی بر منطق ریاضی	کمی	ارزیابی تأثیر سیاست های کلان بر فاکتورهای رفاه اقتصادی کشور
اقتصادسنجی - خرد	بررسی عملکرد و وضعیت واحدهای اقتصادی بر مبنای معادلات ساختاری	عدم توانایی در در نظر گیری در تأثیرات غیرمستقیم سیاست ها مانند اثرات سرریز دانش - وابستگی شدید آن ها به حجم انبوهی از داده ها در یک بازه زمانی طولانی -	دقت بالا و ارائه تحلیل ها و نتایجی مبتنی بر منطق ریاضی	کمی	ارزیابی تأثیر سیاست ها بر مجموعه بنگاه ها 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 نتایجی 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	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 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
بهینه‌گزینی	یادگیری از مقایسه عملکرد یک واحد با نمونه‌های موفق و ناموفق	بهره‌گیری از تجارب موفق و ناموفق سایر کشورها (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 بیان شده برای هر روش تطبیق داده و مکانیزم و یا روش مناسب ارزیابی را برگزیند. در این سند از روش ارزیابی توسط خبرگان برای ارزیابی اهداف کلان و خرد با توجه به شاخص‌های تعیین شده استفاده می‌شود.

#### ۴-۴- تدوین ساختار نظارت و به‌روزرسانی

پس از تدوین شاخص های ارزیابی و تدوین مکانیزم ارزیابی، می بایست ساختار نظارت و به روزرسانی سند تعیین گردد. عموماً هر سند ملی توسعه فناوری می بایست 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 شرکت ها و بنگاه های داخلی تغییر نموده و متناسب با این تغییرات هم ارکان جهت ساز، هم برنامه اقدامات و سیاست ها و برنامه عملیاتی می بایست بازنگری، اصلاح و تکمیل گردد.

با توجه به موارد فوق، می بایست ساختاری متشکل از تمامی ذی نفعان در زمینه توسعه دانش و فناوری حفاظت، اعم از سازمان ها و ارگان های دولتی، دانشگاهیان و پژوهشگران و متخصصین و همچنین صاحبان صنایع و بنگاه های خصوصی تأثیرگذار وظیفه ارزیابی و به روزرسانی را بر عهده داشته باشد. این ارزیابی و به روزرسانی هم می تواند موردی و مقطعی بنا به ضرورت بوده و اهداف تعیین شده برای هریک از فناوری ها را بازنگری کند و هم می تواند به طور منظم هر ۳ یا ۵ سال یکبار به منظور بازنگری و اصلاح این اهداف رخ دهد. با توجه به اینکه اهداف تعیین شده در نقشه راه هر یک از فناوری ها از نظر زمانی با یکدیگر تفاوت دارند، در نتیجه در این سند ارزیابی به صورت موردی برای هریک از این فناوری ها انجام خواهد شد

فصل پنجم: فرایند ارزیابی سند

توسعه فناوری‌های حفاظت

## ۵-۱- 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 اندازه گیری شاخصها
- ❖ جمع آوری 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 کمیته، منابع اطلاعاتی که می‌توان میزان شاخصها را با کمک آنها تعیین کرد، شناسایی شده و طی دوره‌های زمانی مشخص مقادیر شاخصها اندازه گیری شده و نتایج حاصل از آن مورد ارزیابی قرار گرفته و در صورت لزوم بازنگری‌های لازم صورت می‌پذیرد. در ادامه شاخصهای مورد نیاز جهت به کارگیری دانش و فناوری‌های حفاظت قدرت و نحوه دستیابی به آنها مورد بررسی قرار گرفته است.

## ۵-۲- تدوین شاخصهای عملکردی و اثربخشی

شاخص، استاندارد است که دستیابی به آن نشان‌دهنده نیل به مقصد می‌باشد. جزئیات شاخصها تعیین کننده 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 همین رو شاخصها می‌باید ابعاد مختلف سطوح راهبردی را مورد توجه قرار دهند به شکلی که پیشرفت امور بر اساس شاخصها تضمین کننده تحقق کامل اقدامات گردد.

با توجه به موارد مطرح شده، در این بخش شاخص ها در سطوح اهداف کلان، پروژه های فنی و اقدامات مدیریتی طراحی شده اند. در ادامه شاخص های تعیین شده برای بررسی تحقق اهداف کلان، پروژه های فنی و اقدامات مدیریتی برای هر یک از فناوری ها در جداول زیر آورده شده اند.

جدول (۵-۱): شاخص های ارزیابی اهداف کلان توسعه دانش و فناوری های حفاظت\*

شاخص	اهداف کلان
تایید کمیته ملی توسعه دانش و فناوری حفاظت	تامین تا حداقل ۵۰ درصد نیاز شبکه توزیع کشور
تایید کمیته ملی توسعه دانش و فناوری حفاظت	تولید و بکارگیری نیاز شبکه فوق توزیع و انتقال به میزان حداقل ۵٪ نیاز داخلی
۳ سخت افزار صنعتی برای هر کدام از رله های حفاظتی تک ورودی و چند ورودی	دستیابی به حداقل ۳ سخت افزار صنعتی برای هر کدام از رله های حفاظتی تک ورودی و چند ورودی
۳ نرم افزار برای هر کدام از تجهیزات حفاظتی پرمصرف در سطح بین المللی	ثبات اختراع حداقل ۳ نرم افزار برای هر کدام از تجهیزات حفاظتی پرمصرف در سطح بین المللی
ثبات صادرات حداقل به میزان ۲۵ درصد فروش داخلی	ثبات صادرات حداقل به میزان ۲۵ درصد فروش داخلی
تایید کمیته ملی توسعه دانش و فناوری حفاظت	استقرار کامل ساختار نظارتی در سطح ملی و شرکت های برق منطقه ای

\* با توجه به اینکه اهداف کلان پروژه کمی و قابل ارزیابی انتخاب شده اند، کلیه شاخص ها بجز شاخص آخر دقیقاً با

این اهداف منطبق هستند.

## جدول (۵-۲): شاخص های ارزیابی اقدامات حوزه دانش

شاخص	بازه زمانی <sup>۲</sup> (سال)	مدت (ماه)	اقدامات	
انجام حداقل یک پروژه در سال با تایید کمیته ملی حفاظت	۵	۱۲	انجام پروژه های تحقیقاتی مورد نیاز کشور در حوزه حفاظت	
گزارش تدوین شده	۱	۲	شناسایی مراکز و شرکت های خصوصی و دانش بنیان در زمینه آموزش مبانی و اصول رله و حفاظت	طراحی و اجرای دوره های نرم افزارهای تحلیلی و کار با تجهیزات حفاظتی و آموزش کلیه قابلیت های رله های حفاظتی
برگزاری حداقل سه دوره در سال	۱۰		اجرای دوره های آموزشی تخصصی برای پرسنل رلیاژ	آموزش کلیه قابلیت های رله های حفاظتی
تدوین آیین نامه	۱۰		تدوین مکانیزم تشویقی برای پرسنل رلیاژ در ازای گذراندن دوره های آموزشی حفاظتی و نرم افزارهای تحلیلی حفاظت	برای پرسنل رلیاژ شرکت ها
تدوین گزارش		۶	بررسی سرفصل های دروس حفاظت در کشورهای پیشرو	انجام مطالعات و اقدامات لازم جهت تجدیدنظر در سیلابس دروس دانشگاهی
		۶	شناسایی نیازمندی های کشور	
		۱۲	تعیین سرفصل های پیشنهادی دروس آموزشی و آزمایشگاه ها در زمینه حفاظت	
----		۲۴	هماهنگی با نهادهای ذیربط جهت اجرا	
تهیه نرم افزار و تدوین گزارش	۲	۶	تشکیل پایگاه اطلاعاتی ثبت حوادث	آسیب شناسی علل بروز حوادث در شبکه و نظارت بر ساختار و سازو کارهای بررسی

۱. زمانی که لازم است هر یک از اقدامات به صورت پیوسته انجام گیرد.

۲. بازه زمانی که هر یک از اقدامات می بایست در آن زمان انجام گیرد و امکان دارد به صورت مقطعی انجام گیرد.



شاخص	بازه زمانی <sup>۲</sup> (سال)	مدت (ماه)	اقدامات	
تدوین دستورالعمل	۲	۶	تدوین دستورالعمل الزام شرکتها به ارائه اطلاعات حوادث مختلف و نتایج تحلیل	حوادث
-----	۱۰		پیگیری اجرا و به روزرسانی دستورالعمل تدوین شده	
ایجاد نرم افزار حفاظت با کلیه قابلیت های محاسبات پخش بار، اتصال کوتاه، هماهنگی سیستم های حفاظتی و ...			نظارت بر تولید نرم افزارهای حفاظت	

جدول (۳-۵): شاخص های ارزیابی اقدامات حمایتی از تولید و بهره برداری از تجهیزات پایش و پردازش

شاخص	بازه زمانی (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات	
تدوین گزارش		۴	بررسی منابع علمی	ارتقاء دانش عمومی متخصصین کشور درباره قابلیت ها و کاربردهای PMU های نصب شده در شبکه ایران
		۴	بررسی مقایسه ای مدارک علمی کشورهای پیشرفته	
		۴	استخراج انواع کاربردهای امکان پذیر	
		۱۰	امکان سنجی انواع کاربردها در چارچوب برنامه بلند مدت شرکت مدیریت شبکه برق ایران	
تدوین گزارش پایش فعالیت ها تحت نظر کمیته		۱۰	امکان سنجی جنبه های مختلف بهره برداری از PMU در کشور با توجه به پتانسیل های نصب آن در شبکه توزیع و بررسی یکی از شبکه های توزیع به صورت نمونه	

شاخص	بازه زمانی (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات	
----		۴	ارایه گزارشات و سمینارها	
تدوین گزارش	۱	۳	بررسی تستهای مورد نیاز برای PMU	الزام صنعت به استفاده از گواهینامه معتبر تست PMU زیر نظر شورای ارزیابی و مطابقت با استانداردهای تولید در شرکت توانیر
تدوین دستورالعملها	۱	۵	ایجاد دستورالعملهای لازم برای انجام تست های PMU در صنعت	
تدوین آیین نامه یا بخشنامه	۱۰		الزام صنعت به استفاده از گواهینامه معتبر تست PMU	
تدوین مقررات تحت نظر کمیته			تدوین قوانین و مقررات حمایتی از فرایند ساخت PMU توسط شرکت های داخلی زیر نظر کمیته تخصصی حفاظت	
تدوین گزارش و تایید کمیته		۲	شناسایی شرکت های فعال در این حوزه	خرید تضمینی از شرکت های PMU برتر این حوزه (طی یک قرارداد دو مرحله ای)
تدوین رویه عملکرد و تایید کمیته		۳	تعیین حداکثر پنج شرکت برای خرید تضمینی با توجه به نتایج ارزیابی کمیته ملی حفاظت	
		۲۹	خرید تضمینی نمونه صنعتی دستگاه PMU از شرکتهای شناسایی شده در قالب قرارداد دو مرحله ای	
تدوین رویه عملکرد و تایید کمیته			حمایت از تجاری سازی PMU های تولید شده در داخل	
تدوین رویه عملکرد و تایید کمیته			آزاد سازی بازار برای شرکت های داخلی و خارجی	
تدوین گزارش و تایید کمیته	۱	۱	مطالعه و بررسی سطح توانایی شرکت های فعال در زمینه ساخت دستگاه های رله و PMU	حمایت از ساخت IPMU (رله و PMU ادغام شده)

شاخص	بازه زمانی (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات	
تدوین رویه عملکرد و تایید کمیته	۱	۲	مطالعه نیازمندی‌های و قابلیت‌های دستگاه‌های IPMU ساخته شده توسط برندهای معروف	
	۱	۱	مشخص نمودن چند شرکت که قادر به ساخت دستگاه IPMU باشند	
	.....	.....	تعیین نحوه و میزان حمایت از سازندگان دستگاه IPMU	
تدوین گزارش و تایید کمیته	۱	۳	مطالعه و بررسی سطح فنی تولید کشور و پتانسیل موجود	تدوین قوانین و مقررات حمایت از شرکت‌های دانش بنیان در زمینه تولید نرم‌افزارهای پایش، حفاظت و کنترل شبکه با استفاده از اطلاعات دریافتی از PMUها
تدوین گزارش و تایید کمیته	۱	۳	مطالعه تطبیقی در زمینه مکانیزم حمایتی در سایر کشورها	
تدوین رویه عملکرد و تایید کمیته	۱	۳	تدوین قوانین و مقررات حمایت از تولید داخل با زمان بندی مشخص	
	۱	۲	هماهنگی و ابلاغ به تمامی نهادهای مرتبط	

جدول (۴-۵): شاخص های ارزیابی اقدامات حمایتی از تولید رله در کشور

شاخص	بازه زمانی (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات	
تدوین دستورالعمل و تایید کمیته	۱	۶	تهیه و تدوین مشخصات فنی لازم برای رله های ساخت داخل	تهیه و تدوین مشخصات فنی لازم برای رله های ساخت داخل و رله های وارداتی
تدوین دستورالعمل و تایید کمیته	۱	۶	تهیه و تدوین مشخصات فنی لازم برای رله های وارداتی	
تدوین گزارش و تایید کمیته	۲		شناسایی شرکتهای فعال در این حوزه	خرید تضمینی رله دیستانس از شرکت های برتر در این حوزه (طی یک قرارداد دو مرحله ای)
تدوین رویه عملکرد و تایید کمیته	۳		تعیین حداکثر پنج شرکت برای خرید تضمینی با توجه به نتایج ارزیابی کمیته ملی حفاظت	
	۲۹		خرید تضمینی نمونه صنعتی رله از شرکتهای شناسایی شده در قالب قرارداد دو مرحله ای	
تدوین گزارش و تایید کمیته	۲		شناسایی شرکتهای فعال در این حوزه	خرید تضمینی رله حفاظتی ترانسفورماتورهای قدرت
تدوین رویه عملکرد و تایید کمیته	۳		تعیین حداکثر پنج شرکت برای خرید تضمینی با توجه به نتایج ارزیابی کمیته ملی حفاظت	
	۲۹		خرید تضمینی نمونه صنعتی رله از شرکتهای شناسایی شده در قالب قرارداد دو مرحله ای	
تدوین رویه عملکرد و تایید کمیته				حمایت از ارتقاء فناوری و تجاری سازی رله های تولید شده در داخل
تدوین رویه عملکرد و تایید کمیته				آزاد سازی بازار برای شرکت های داخلی و خارجی

شاخص	بازه زمانی (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات	
تدوین گزارش و تایید کمیته	۶		بررسی پستهای مختلف به لحاظ حوادث رخ داده در آنها، بار پستها، زمانهایی که می توانند خاموشی داشته باشند و ...	تدوین و پشتیبانی مقررات برای انجام تستهای عملیاتی رله های ساخت داخل در شبکه
	۶		اولویت بندی پستها برای نصب آزمایشی رله های ساخته شده در کشور	

جدول (۵-۵): شاخص های ارزیابی اقدامات پشتیبان

شاخص	بازه زمانی (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات	
برگزاری حداقل ۶ جلسه در هر سال	۱۰		تشکیل جلسات کمیته	تشکیل کمیته ملی توسعه دانش و فناوری حفاظت
-	۱		تامین محل استقرار دبیرخانه کمیته و تجهیز آن (سخت افزاری و نرم افزاری)	
-	۱۰	۳	فعالیت های اجرایی دبیرخانه	
حمایت مالی از ۱۰ پایان نامه با در نظر گرفتن استانداردهای مورد قبول کمیته ملی	۱۰		حمایت مالی از پایان نامه های کارشناسی ارشد مطالعاتی	حمایت از تحقیق و پژوهش به ویژه پژوهش های نیاز محور مرتبط با دانش و فناوری های حفاظت
حمایت مالی از ۲۰ پایان نامه با در نظر گرفتن استانداردهای مورد قبول کمیته ملی	۱۰		حمایت مالی از پایان نامه های کارشناسی ارشد کاربردی	
حمایت مالی از ۳۰ پایان نامه با در نظر گرفتن استانداردهای مورد قبول کمیته ملی	۱۰		حمایت مالی از پایان نامه های دکتری	
حمایت مالی از ۴ پایان نامه با در نظر گرفتن استانداردهای مورد قبول کمیته ملی	۵		حمایت تشویقی از صنعتی شدن نتایج پایان نامه ها در ۵ سال اول	

شاخص	بازه زمانی (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات	
حمایت مالی از ۸ پایان نامه با در نظر گرفتن استانداردهای مورد قبول کمیته ملی	۵		حمایت تشویقی از صنعتی شدن نتایج پایان نامه ها در ۵ سال دوم	
تدوین گزارش	۱۰	۶	مطالعه و شناسایی زمینه های توسعه تشکل های علمی، صنفی و غیردولتی حامی فناوری حفاظت در شبکه برق و راهکارهای انگیزشی و حمایتی از آنها	
تدوین رویه عملکرد و تایید کمیته		۱۲	ارائه خدمات علمی به تشکل های فعال و زمینه سازی برای برقراری تبادل علمی و فنی بین آنها و سایر تشکل های داخل و خارج کشور	
تدوین رویه عملکرد و تایید کمیته		۱۲	حمایت های حقوقی به منظور رفع معضلات شکل گیری و توسعه تشکل های علمی، صنفی و غیردولتی در حوزه فناوری حفاظت	
هر دو سال یک مطالعه به همراه ۶ گزارش	۱۰		استمرار مطالعات راهبردی مورد نیاز در زمینه تجهیزات حفاظتی، دانش حفاظت و PMU	
تدوین رویه عملکرد و تایید کمیته	۱	۲	تشکیل دبیرخانه دائمی برای کنفرانس ها و نشست های تخصصی در زمینه حفاظت	
	۱۰		حمایت از کنفرانس تخصصی حفاظت و کنترل سیستم های قدرت	
تدوین گزارش و تایید کمیته	۱	۳	تعیین حداقل قابلیت های لازم به منظور اعطای صلاحیت حرفه ای در زمینه های مختلف مرتبط با رله و حفاظت	
تدوین دستورالعمل	۱	۹	تدوین دستورالعمل جهت تأیید صلاحیت حرفه ای شرکتها و کارشناسان فعال در حوزه حفاظت	
تدوین گزارش و تایید کمیته	۴		شناسایی توانایی های فعلی آزمایشگاه های مرجع کشور	

شاخص	بازه زمانی (سال)	مدت اجرا (ماه)	اقدامات
	۴		تعیین نیازمندی های آزمایشگاه های مرجع کشور بطوریکه پاسخگوی کامل تست های مورد نیاز حفاظتی باشد
تدوین رویه عملکرد با تایید کمیته	۱۶		تجهیز آزمایشگاه ها بر اساس نیازمندی آنها
تدوین گزارش و تایید کمیته	۶		بررسی وضعیت آزمایشگاه های حفاظت دانشگاه های کشور
تدوین گزارش و تایید کمیته	۶		تعیین حداقل ملزومات لازم برای تجهیز هر یک از آزمایشگاه های حفاظت کشور
تدوین رویه عملکرد با تایید کمیته	۳۶		حمایت مالی جهت تجهیز آزمایشگاه ها با بهره گیری از ظرفیت مالی کلیه نهادهای مرتبط
تدوین گزارش و تایید کمیته	۱	۳	بررسی تست های موجود در کشور و مشخص نمودن نقاط ضعف هر یک
	۱	۳	انجام مطالعات تطبیقی در زمینه دستورالعمل های تست رله و PMU در سایر کشورها
	۱	۳	تدوین دستورالعمل مدون در زمینه تست رله
	۱	۳	تدوین دستورالعمل مدون در زمینه تست PMU
تدوین گزارش و تهیه نرم افزار و تایید کمیته	۱۰	۱۲	تدوین و تشکیل پایگاه اطلاعاتی جامع در حوزه دانش و فناوری های حفاظت و تهیه بسته های اطلاعاتی جامع از وضعیت شبکه همراه با ایجاد دسترسی های لازم برای محققین

شاخص	مدت اجرا (ماه)	بازه زمانی (سال)	اقدامات
تدوین دستورالعمل و تایید کمیته			ایجاد دستورالعمل بازار با نگرش حمایت از تولیدات داخلی در حوزه توزیع
تدوین رویه عملکرد با تایید کمیته			حمایت از شرکت های داخلی جهت حضور در بازارهای منطقه ای و بین المللی و رفع موانع صادرات

### ۵-۳- تدوین ساختار نظارت، به روزرسانی 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 و وظیفه سیاستگذاری کلان، هماهنگی و نظارت کلان بر اجرای این سند را برعهده دارد. کمیته ملی توسعه دانش و فناوری حفاظت بر نحوه اجرای این سند نظارت می کند و بازنگری های لازم در سند و گزارش کلان مربوطه را در فواصل زمانی مشخص ارائه خواهد نمود. این کمیته با ایجاد ساز و کارهای لازم و استفاده از نهادهای مختلف، ضمن انجام تصمیم گیری های لازم، وظیفه نظارت بر تحقق اهداف سند و ارزیابی پیشرفت کار را بر عهده دارد. از جمله وظایف اصلی این کمیته می توان به موارد زیر اشاره کرد:

✚ تشکیل دبیرخانه کمیته با هدف پیگیری و اجرای اقدامات سند

✚ تدوین و پیشنهاد مجموعه قوانین و مقررات حمایت از توسعه فناوری های حفاظت در شبکه برق

✚ استمرار بخشیدن به انجام مطالعات راهبردی مورد نیاز در خصوص فناوری های حفاظت در شبکه برق

✚ پیگیری اجرای نقشه راه توسعه دانش و فناوری حفاظت

✚ نظارت کلان بر پروژه های توسعه فناوری های حفاظت در شبکه برق در کشور

✚ رصد وضعیت توسعه دانش و فناوری حفاظت در دنیا

✚ پایش و ارزیابی وضعیت موجود و شناسایی مشکلات پیش روی توسعه دانش و فناوری حفاظت در کشور



بازنگری نقشه‌راه به صورت مداوم و مستمر در بازه‌های زمانی مشخص

## ۵-۴- مکانیزم عملکرد

با توجه به وظایف مطرح شده برای این کمیته، می‌بایست مکانیزمی اندیشیده شود که به عنوان چارچوبی برای انجام فعالیت‌های ارزیابی در نظر گرفته شود. همانطور که اشاره شد، از جمله وظایف اصلی کمیته ملی توسعه دانش و فناوری حفاظت نظارت و پیگیری اجرای دقیق و کامل مفاد سند و پایش شاخص‌های عملکردی و اثربخشی می‌باشد. لذا اعضای کمیته جهت انجام وظایف در نظر گرفته شده می‌بایست جلسات منظم ماهانه 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 کمیته موظفند طبق نتایج حاصل از ارزیابی شاخص‌ها، اقدامات لازم را جهت اطمینان از تحقق سند در افق ۱۰ ساله، اتخاذ کنند. کمیته 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 کمیته 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، اقدامات حوزه دانش حفاظت، اقدامات حمایتی از تولید و بهره برداری از تجهیزات پایش و پردازش، اقدامات حمایتی از تولید رله در کشور، اقدامات پشتیبان مشخص می‌شود. در صورتی که پس از گذشت ۳ سال از آغاز اجرای سند، میزان تحقق هر یک از شاخص‌های در نظر گرفته شده تا آن مقطع زمانی به طور میانگین کمتر از ۳۰ درصد باشد، کمیته 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 کمیته مورد بازنگری و اصلاح قرار گیرد. همچنین در

صورت تحقق بیش از ۷۰ درصد شاخص های مذکور، کمیته می تواند با بررسی گلوگاه ها و موانع موجود بر سر راه تحقق کامل هر یک از اقدامات و برنامه ها نسبت به رفع آنها و ادامه اجرای سند اقدام نماید.

## نتیجه گیری

مرحله ششم این سند به عنوان آخرین مرحله از طرح "تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فن‌آوری‌های نوین حفاظت در شبکه ایران" به تدوین برنامه ارزیابی و به روزرسانی این سند پرداخته است. در این مرحله 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 تعریف شده بپردازند. برای این کار ابتدا شاخص‌هایی در سطح اهداف کلان، اقدامات حوزه دانش حفاظت، اقدامات حمایتی از تولید و بهره برداری از تجهیزات پایش و پردازش، اقدامات حمایتی از تولید رله در کشور، اقدامات پشتیبان تعریف شد. سپس ساختار نظارت، به روزرسانی و ارزیابی سند مشخص شد.

در نهایت تعیین گردید که کمیته ملی توسعه دانش و فناوری حفاظت در بازه‌های زمانی ۶ ماهه به پیگیری و ارزیابی اجرای سند بر اساس شاخص‌های تعریف شده بپردازد و گزارش آن را به وزارت نیرو ارائه کند. همچنین مقرر شد این کمیته با توجه به وضعیت پیشرفت سند نسبت به بازنگری آن اقدام نماید.

## مراجع

- 1- Haveman, Robert. 1987. Policy Evaluation Research after Twenty Years. Policy Studies Journal 16: 191–218.
- 2- Wholey, Joseph S., et al. 1970. Federal Evaluation Policy. Washington, DC: The Urban Institute.
- 3- Weiss, Carol H. 1998. Evaluation. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- 4- Mohr, Lawrence. 1995. Impact Analysis for Program Evaluation. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Sage.
- 5- Polt and Rojo, 2002, evaluation methodologies. chapter in RTD evaluation toolbox. IPTS technical report series, EUR 20382 EN.
- 6- Kellogg, W. K., 2004. Logic model development guide. Michigan: WK Kellogg Foundation
- 7- Licht and Sirilli, 2002, innovation survey, chapter in RTD evaluation toolbox, IPTS technical report series, EUR 20382 EN.
- 8- Capron, H., & Cincera, M. 2000. Technological performance. In The National Innovation System of Belgium (pp. 175-198). Physica-Verlag HD.

۹- روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور ۱۳۹۱.