

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه‌ی فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها

اعضای محترم کمیته راهبری تدوین سند:

✦ مهندس علیرضا اصل عربی سردرودی

✦ مهندس فریبرز تیموری

✦ مهندس هوشنگ رستمیان

✦ دکتر علی زواشکیانی

✦ مهندس عبدالرضا شیرمحمدی

✦ مهندس پرویز فردنیا

✦ مهندس خسرو قیم

✦ مهندس کیومرث مسعودی

✦ مهندس غلامرضا مهرداد

✦ دکتر سید مجید یادآور نیک‌روش

مدیر پروژه: مهندس محمدابراهیم سربندی فراهانی

گروه پژوهشی سیکل و مبدل‌های حرارتی

راهبر: معاونت فناوری

ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر

سفارش‌دهنده: وزارت نیرو

ویرایش اول

۱۳۹۴

یکی از نگرانی‌ها و دغدغه‌های بخش تولید صنعت برق در شرایط فعلی غفلت از نگهداری، تعمیرات و بهره‌برداری بهینه نیروگاه‌های دولتی و عدم توجه کافی به این مقوله در نیروگاه‌های واگذار شده به بخش خصوصی می‌باشد. در سالهای اخیر در پاره‌ای از موارد در زمینه بهبود سیستم نگهداری، تعمیرات و بهره‌برداری در بخش تولید صنعت برق اقدامات شایسته‌ای صورت گرفته است، اما اقدامات پیش‌گفته همچنان ناکافی می‌باشد.

در راستای پاسخگویی به نیازهای بخش تولید صنعت برق، شناسایی دقیق سیستم جامع نگهداری و تعمیرات و بهره‌برداری مدرن، ارائه تصویری از آینده این فناوری در افق میان‌مدت و بلندمدت، تعیین و برنامه‌ریزی برای ایجاد زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری لازم برای توسعه سیستم جاری به سیستم مدرن مورد اشاره، بومی کردن سیستم مدرن بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بر اساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های کشور و نهایتاً اجرایی کردن آن از جمله اقداماتی است که باید در قالب یک نقشه راه مورد توجه قرار گیرد. در راستای تامین اهداف مورد اشاره، طرح حاضر مورد توجه قرار گرفته است. اجرای این طرح در ابعاد ملی می‌تواند پاسخگوی بخش مهمی از نیازهای بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در حوزه تولید صنعت برق باشد.

گزارشی که پیش‌رو است شرح خدمات مرحله اول طرح کلان و راهبردی "تدوین اسناد راهبردی و نقشه راه (توسعه) فن‌آوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها" را پوشش می‌دهد. این گزارش در چهار فصل تهیه شده است. در فصل اول تحت عنوان تبیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات، به بررسی سطح تحلیل، سطح مطالعه و افق زمانی سند پرداخته شده است. فصل دوم، به تبیین ضرورت انجام طرح "تدوین اسناد راهبردی و نقشه راه (توسعه) فن‌آوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها" اختصاص یافته است. در فصل سوم به بررسی اسناد بالادستی صنعت برق و ارتباط آن با موضوع بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها پرداخته شده است. در فصل چهارم مباحثی پیرامون سابقه و اقدامات انجام شده در زمینه توسعه بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات در بخش تولید صنعت برق کشور ارائه شده است.

لازم به ذکر است فرآیند اجرایی طرح حاضر منطبق با متدولوژی مرجع می‌باشد لیکن محتوای قابل تهیه، معطوف به ایجاد نظام مناسب بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در سطح نیروگاه‌ها می‌باشد و مجموعه مراحل مرتبط با فناوری در متدولوژی نیز مورد بررسی واقع شده و فناوری‌های مربوطه به عنوان پشتیبان این نظام در نظر گرفته شده و برای آن‌ها تعیین راهبرد خواهد شد. همچنین در این گزارش به عنوان گزارش فاز اول، بخش مشخصه‌های فناوری از متدولوژی مذکور بنا به ویژگی‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و تنوع و کثرت فناوری‌ها و طبعاً عدم امکان تبیین یکپارچه مشخصه‌های فناوری‌های این حوزه، مد نظر قرار نگرفته است. به عبارت دیگر نمی‌توان حکم واحدی برای این مجموعه فنی و مدیریتی از حیث مشخصه‌های

فناوری صادر نمود. در عین حال مباحثی پیرامون سابقه و اقدامات انجام شده در حوزه بهره برداری و نگهداری و تعمیرات در بخش تولید صنعت برق کشور ارائه شده است.

این گزارش توسط گروه بهره برداری پژوهشگاه نیرو متشکل از آقایان مهندسین محمد ابراهیم سربندی فراهانی، علی محرمی، اکبر نمازی تجرق، فراز خطیر، بهنام براتیچی، محمد مهدی یحیی آبادی، محمد زمانی و محمد حسن کرمانی تحت نظارت و هدایت اعضای محترم کمیته راهبری پروژه به شرح ذیل تهیه گردیده است که بدینوسیله از زحمات ایشان تشکر و قدردانی می گردد.

- ۱- جناب آقای دکتر مجید یادآور نیک روش، عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی
- ۲- جناب آقای دکتر علی زواشکیانی عضو، هیئت علمی دانشگاه تورنتو
- ۳- جناب آقای مهندس غلامرضا مهرداد، مدیر کل دفتر پشتیبانی فنی تولید شرکت توانیر
- ۴- جناب آقای مهندس فریبرز تیموری، مدیر عامل شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران
- ۵- جناب آقای مهندس عبدالرضا شیرمحمدی، مدیر عامل شرکت مدیریت تولید برق بعثت
- ۶- جناب آقای مهندس خسرو قییم، مدیر امور فنی و مهندسی شرکت مپنا
- ۷- جناب آقای مهندس فردینا کارشناس امور فنی و مهندسی شرکت مپنا
- ۸- جناب آقای مهندس کیومرث مسعودی، مدیر کارشناسان شرکت البرز تدبیرکاران
- ۹- جناب آقای مهندس هوشنگ رستمیان، مدیر عامل شرکت رازک پژوهش
- ۱۰- جناب آقای مهندس علیرضا اصل عربی سردودی، مدیر کل راهبری نظام نگهداری و تعمیرات (نت) صنعت نفت

فهرست مطالب

فصل اول.....	۱
تبيين ابعاد موضوع و محدوده مطالعات.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۲
۲-۱- تبیین سطح تحلیل، سطح مطالعه و افق زمانی سند.....	۲
۱-۲-۱- تبیین سطح تحلیل.....	۲
۲-۲-۱- تبیین سطح مطالعه و مرزبندی فنی.....	۳
۳-۲-۱- تبیین افق زمانی تحلیل.....	۴
فصل دوم.....	۵
تبيين ضرورت انجام طرح " تدوین اسناد راهبردی و نقشه راه (توسعه) فن‌آوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها".....	۵
۱-۲- مقدمه.....	۶
۲-۲- اهمیت به روز بودن فعالیت های نگهداری و تعمیرات در بخش نیروگاهی.....	۶
۳-۲- ضرورت توسعه ساختار و توانمندی های نگهداری و تعمیرات در بخش تولید.....	۷
۴-۲- ابعاد اقتصادی ضرورت طرح.....	۷
فصل سوم.....	۱۸
بررسی اسناد بالا دستی صنعت برق و ارتباط آن با موضوع بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها.....	۱۸
۱-۳- مقدمه.....	۱۹
۲-۳- بررسی اسناد مرتبط با حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در بخش تولید صنعت برق در افق چشم‌انداز ۲۰ساله کشور.....	۲۰

- ۳-۲-۱- بررسی گزارش "برنامه وزارت نیرو در دولت دهم (کتاب اول) با شعار کاهش هزینه‌ها، سرعت در اجرا، شفاف‌سازی و بهره‌وری" [۱۰] ۲۰
- ۳-۲-۱-۱- رئیس برنامه‌های مرتبط با حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در بخش برق و انرژی از دیدگاه دولت دهم ۲۱
- ۳-۲-۲- بررسی گزارش "تدوین سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو - اهداف استراتژیک و استراتژی‌های وزارت نیرو در بخش برق و انرژی کشور" [۱۱] ۲۱
- ۳-۲-۲-۱- اهداف استراتژیک تاثیرگذار بر حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ۲۲
- ۳-۲-۲-۲- استراتژی‌های تاثیرگذار بر حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق ۲۲
- ۳-۲-۳- بررسی گزارش "آرمان صنعت برق ایران" ۲۵
- ۳-۳- جمع‌بندی ۲۸
- ۳۳- فصل چهارم ۳۳
- ۳۳- بررسی سابقه و اقدامات انجام شده در حوزه نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق کشور ۳۳
- ۴-۱- مقدمه ۳۴
- ۴-۲- پیدایش نگاه سیستماتیک بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در نیروگاه‌های کشور ۳۴
- ۴-۳- برخی از اقدامات صورت گرفته در نیروگاه‌های کشور ۳۶
- ۴-۳-۱- پیاده‌سازی سیستم عیب‌یابی مرکزی با آنالیز ارتعاشات در نیروگاه آبادان [۱۳] ۳۶
- ۴-۳-۲- مونیتورینگ ارتعاشات در نیروگاه گازی ری [۱۴، ۱۵] ۳۷
- ۴-۳-۳- مونیتورینگ ارتعاشات در نیروگاه گازی دماوند [۱۴] ۳۸
- ۴-۳-۴- آنالیز ارتعاشات و جریان موتور در نیروگاه منتظر قائم [۱۶] ۴۰
- ۴-۳-۵- طراحی و استقرار سیستم نگهداری و تعمیرات مبتنی بر وضعیت در نیروگاه حرارتی شانزد [۱۷ و ۱۸] ۴۱
- ۴-۳-۶- پایش وضعیت با بهره‌گیری از فناوری ترموگرافی در نیروگاه حرارتی اصفهان [۱۹] ۴۲
- ۴-۳-۷- ارائه برنامه تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان و دسترسی برای نیروگاه شهید منتظری اصفهان [۲۰] ۴۳



۴۵ فصل پنجم
۴۵ جمع بندی و نتیجه گیری
۴۸ مراجع

فهرست جداول

- جدول (۱-۲) اطلاعات لازم برای تخمین هزینه‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی کشور [۳] ۱۱
- جدول (۲-۲) برآورد گردش مالی ارائه خدمات بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق ۱۲
- جدول (۳-۲) هزینه‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بر اساس رویکردهای گوناگون [۵] ۱۳
- جدول (۴-۲) میزان کاهش قدرت عملی نیروگاهها ناشی از عوامل داخلی در روزهای پیک شبکه [۶] ۱۴
- جدول (۵-۲) میزان کاهش قدرت عملی ناشی از عوامل خارجی در روزهای پیک شبکه [۶] ۱۵
- جدول (۶-۲) شاخص‌های عملکرد واحدهای نیروگاهی کشور [۷] ۱۵
- جدول (۷-۲) ضریب قابلیت دسترسی و ضریب خروجی اضطراری چند واحد نمونه ساخت شرکت GE [۸] ۱۶
- جدول (۱-۳) اهداف استراتژیک در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ۲۲
- جدول (۲-۳) مهمترین فرصت‌ها، تهدیدها، قوتها و ضعفهای وزارت نیرو که حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات را متاثر می‌نماید ۲۳
- جدول (۳-۳) استراتژی‌های بخش برق و انرژی که حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات را متاثر می‌گرداند ۲۳
- جدول (۴-۳) بسترهای سازمانی و استراتژیهای بعد فنی آرمان صنعت برق [۱۲] ۲۸

فهرست اشکال

- شکل (۱-۲): ضرورت انجام..... ۱۷
- شکل (۱-۳): فرایند کلی دستیابی به شرایط مورد انتظار از صنعت برق (بخش عمومی آرمان صنعت برق) [۱۲].. ۲۶
- شکل (۱-۴): شماتیک نیروگاه و سنسورهای نصب شده ۳۷
- شکل (۲-۴): محل نصب سنسور روی پوسته یاتاقان ۳۸
- شکل (۳-۴): سویچ و اندیکاتور ارتعاشات در نیروگاه ری ۳۸
- شکل (۴-۴): سنسورهای شتاب بر روی پوسته یاتاقان ۳۹
- شکل (۵-۴): سنسورهای غیر تماسی جابجایی بر روی پوسته یاتاقان ۴۰
- شکل (۶-۴): سیستم VM600 ۴۰
- شکل (۷-۴): بررسی وضعیت عایق‌بندی لوله‌های ورود بخار به توربین ۴۲
- شکل (۸-۴): بررسی وضعیت عملکرد والوها و تله‌های بخار ۴۲
- شکل (۹-۴): نمونه‌ای از ترموگرافی ۴۳

فصل اول

تبيين ابعاد موضوع و محدوده مطالعات

۱-۱- مقدمه

در هر پروژه تدوین نقشه راه پیش از هر چیز می‌بایست محدوده جغرافیایی متأثر از اجرای برنامه، محدوده موضوعات مورد بررسی و افق زمانی مدنظر تعیین شوند. بنابراین تدوین مبانی سند توسعه فناوری‌های بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها از جمله اهداف این مرحله از گزارش می‌باشد. در این راستا باید ابعاد موضوع و محدوده مطالعه تبیین گردند. در این فصل به تبیین سطح تحلیل، سطح مطالعه و مرزبندی فنی، و افق زمانی سند بر اساس نتایج به دست آمده پرداخته می‌شود.

۱-۲- تبیین سطح تحلیل، سطح مطالعه و افق زمانی سند

تهیه سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات مستلزم تبیین سطح تحلیل، سطح مطالعه و افق زمانی سند می‌باشد. در این بخش از گزارش به موارد پیش گفته پرداخته می‌شود.

۱-۲-۱- تبیین سطح تحلیل

تعیین محدوده جغرافیایی مطالعات از حیث این که آیا سطح مطالعات منطقه‌ای، ملی، و یا فراملی است از جمله موارد قابل بررسی در حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات است. در این راستا سطوح تحلیل قابل بررسی به شرح زیر تعیین گردید:

- سطح جهانی
- سطح ملی
- سطح بخشی (وزارت نیرو)
- سطح شرکت توانیر یا مدیریت شبکه

بر اساس ملاحظات مورد توجه در این راستا سطح تحلیل پیشنهادی به سطح وزارت نیرو محدود گردید. از جمله دلایل این انتخاب به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

۱. در سطح وزارت نیرو، نتایج طرح برای کلیه نیروگاه‌های دولتی و خصوصی تحت پوشش وزارت نیرو قابل کاربرد خواهد بود.
۲. به دلیل عدم امکان کنترل لازم بر روی صنایع دیگر بهتر است حوزه مطالعه به وزارت نیرو محدود گردد.
۳. در صورت محدود کردن حوزه مطالعه، پوشش دادن نیازهای شرکت‌های حوزه بخش تولید صنعت برق به خوبی امکان پذیر خواهد بود.

۱-۲-۲- تبیین سطح مطالعه و مرزبندی فنی

تبیین مرزبندی فنی قابل بررسی، مستلزم بررسی گزینه‌های زیر می‌باشد:

۱. کلیه نیروگاهها (شامل تجدید پذیر، غیر تجدید پذیر)
 ۲. نیروگاههای حرارتی (شامل گازی، بخاری، سیکل ترکیبی و دیزلی)
 ۳. نیروگاههای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی
- پس از بررسی‌های لازم و با توجه به نقش متولیان عرصه‌های فوق، سطح مطالعه پیشنهادی به نیروگاههای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی محدود گردید که البته با توجه به لحاظ کردن نگاه سیستمی علاوه بر نگاه فناورانه در پروژه حاضر، مطالعه قابلیت تعمیر به سایر نیروگاههای حوزه تولید را دارا می‌باشد.

از نظر حوزه‌های فنی مورد پوشش نیز مجموعه استراتژی‌های مربوط به رویکرد سیستمی به نگهداری و تعمیرات و رویکردهای نوین مدیریتی شامل نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر ریسک، نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر، و مواردی از این دست، قابل بررسی می‌باشند، به علاوه فناوری‌هایی که نقش پشتیبان را برای پیاده‌سازی استراتژی‌های فوق دارند اعم از فناوری‌های پایش وضعیت، آنالیزها، آزمون‌ها و بازرسی‌های مربوطه (شامل فناوری‌های آنالیز روغن، آنالیز ارتعاشات، اسپکتروسکوپی، ترموگرافی، آنالیز صوتی، تست ذرات مغناطیسی، رادیوگرافی و ...) در محدوده مطالعات می‌باشند.

۱-۲-۳- تبیین افق زمانی تحلیل

جهت تبیین افق زمانی تحلیل، اینکه موضوع بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها در افق زمانی کوتاه مدت، میان مدت، یا بلندمدت با چه چالشهایی مواجه است باید مشخص گردد. بر اساس موارد پیش گفته باید افق زمانی تحلیل متناسب با محدودیتهای و قابلیت‌های این حوزه تبیین گردد. بر مبنای ملاحظات فوق‌الذکر افق‌های زمانی قابل بررسی به شرح زیر به مطرح و به نظر اعضای کمیته راهبری رسانده شد:

۱. افق ۵ ساله (۱۳۹۴-۱۳۹۹)

۲. افق ۱۰ ساله (۱۳۹۴-۱۴۰۴)

۳. افق ۲۰ ساله (۱۳۹۴-۱۴۱۴)

پس از بررسی جميع جهات افق زمانی پیشنهادی ۱۰ ساله مورد توافق اعضای کمیته راهبری قرار گرفت. از جمله دلایل این انتخاب به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

۱. با توجه به اینکه اجرایی کردن نگاه سیستمی در صنعت برق زمان بر می‌باشد حداقل زمان لازم برای اثربخشی سند ۵ سال می‌باشد.

۲. جهت تحقق اهداف تعیین شده در اسناد بالادستی، خروجی‌های این سند باید حداکثر ظرف مدت ۱۰ سال عملیاتی گردند.

فصل دوم

تبیین ضرورت انجام طرح " تدوین اسناد راهبردی
و نقشه راه (توسعه) فن‌آوری‌های نوین بهره‌برداری،
نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها"

۲-۱ - مقدمه

تبیین ضرورت و توجیه‌پذیری انجام طرح از دیگر مواردی است که می‌بایست در گام‌های ابتدایی تدوین یک سند راهبردی مد نظر قرار گیرد به طوری که نشان داده شود با انجام طرح چه منفی و با عدم انجام آن چه زیان‌هایی مترتب بر حوزه مورد بررسی خواهد بود. در این فصل ضرورت‌های انجام طرح تدوین نقشه راه (توسعه) فن‌آوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها تبیین می‌گردند.

۲-۲ - اهمیت به روز بودن فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات در بخش نیروگاهی

بخش تولید صنعت برق از دوره پیدایش تا بلوغ تحولات بسیاری را شاهد بوده است. از جمله بخشهایی که طی مدت یاد شده، نقش اساسی در ارائه خدمات صنعت برق ایفا نموده است بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها می‌باشد. در این راستا در چند دهه اخیر، مبانی نظری و عملی بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات به تدریج متحول گردیده و روش‌های نوین بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات جایگزین روش‌های سنتی قدیمی شده است. تجهیز بسیاری از نیروگاه‌ها به یک سیستم مدرن بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات، همگام با توسعه کمی تولید برق شاهدهی بر این مدعا است. از این رو روزرسانی و بهبود سیستم بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در نیروگاه‌های کشور از حیث اهداف کلان بخش تولید نیرو در کشور واجد اهمیتی انکارناپذیر است. به بیانی دیگر چنانچه بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور به عنوان حوزه‌ای تاثیرگذار در عملکرد نهایی بخش نیروی کشور، مبتنی بر رویه‌ها و شیوه‌های قدیمی، منسوخ و ناکارآمد باشد، نمی‌توان در افق زمانی مورد نظر، مدعی دستیابی به جایگاه مطلوب، متناسب با اهداف کلان کشور (از حیث جایگاه منطقه‌ای)، گردید. در نتیجه لازم است برای توسعه این بخش، فعالیت‌های برنامه‌ای و اجرایی لازم انجام گیرد.

۲-۳- ضرورت توسعه ساختار و توانمندی های نگهداری و تعمیرات در بخش

تولید

با توجه به این که فرایند خصوصی سازی در بخش تولید صنعت برق و واگذاری تعداد قابل توجهی از نیروگاهها به بخش خصوصی در سالهای اخیر شتاب گرفته است، در این راستا نگرانی از تولید برق مطمئن از یک طرف و ضرورت پشتیبانی مناسب وزارت نیرو در ایجاد بستر کسب و کار نیروگاههای واگذار شده و رفع موانع موجود در این مسیر به عنوان یک وظیفه حاکمیتی از طرف دیگر، ضرورت توجه بیشتر به بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها را مضاعف نموده است. امروزه هم در بخش بهره‌برداری و هم در بخش نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق زیرساختهای مناسبی ایجاد شده است. اما تهدیدهایی نظیر به مخاطره افتادن تولید برق مطمئن و زیانهای ناشی از مغفول افتادن وظایف حاکمیتی در پاره ای از موارد باعث می گردد که موضوع توسعه و بهینه سازی ارائه خدمات بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات همچنان از اهمیت زیادی برخوردار باشد.

به طور کلی ضرورت اطمینان از پیاده‌سازی مناسب سیستم بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در نیروگاه‌های واگذار شده و اهمیت ایفای نقش حاکمیتی، خلا ناشی از فقدان شرکتهای تخصصی ارائه دهنده خدمات جامع O&M، توسعه ساختار در این بخش را ایجاب می‌کنند.

۲-۴- ابعاد اقتصادی ضرورت طرح

ابعاد اقتصادی ضرورت طرح حاضر ذیل موضوعات حجم بازار خدمات بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه ها و ایجاد فرصت‌های شغلی، افزایش عمر واحدهای نیروگاهی و توجیه‌پذیری اقتصادی قابل بررسی هستند که در ادامه تشریح شده‌اند.

✓ حجم بازار خدمات بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه ها و ایجاد فرصت‌های شغلی

شرکتهای سازنده واحدهای نیروگاهی، عموماً ارائه خدمات بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات را به عنوان یک تجارت سودمند مورد توجه قرار داده و در سطوح مختلف (تامین قطعات، تعمیرات و نگهداری طولانی مدت، تعمیرات کامل، بهره‌برداری و

تعمیرات کامل) به ارائه خدمات مورد نیاز مشتریان می‌پردازند به گونه‌ای که حجم قابل توجهی از تجارت خدمات بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات در اختیار شرکت‌های سازنده واحدهای نیروگاهی قرار دارد. در پاره‌ای از موارد حجم تجارت ناشی از ارائه خدمات بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات برای شرکت‌های سازنده با حجم تجارت ناشی از ساخت واحدهای نیروگاهی رقابت می‌نماید. ساختار ارائه خدمات در شرکت‌های سازنده واحدهای نیروگاهی مانند آلستوم، زیمنس از مشابهت زیادی برخوردار است. سیستم عیب‌یابی متمرکز، استفاده از فناوری RCM و CMMS، برگزاری جلسات هم‌اندیشی با بهره‌برداران و تعمیر کنندگان و ارائه خدمات آموزشی به بهره‌برداران و بخش‌نت از جمله این مشابهت‌ها می‌باشد.

در داخل کشور نیز استراتژی شرکت مپنا در راستای ارائه خدمات پشتیبانی به نیروگاه‌ها به موازات تجارت احداث نیروگاه‌ها در دستور کار قرار گرفته است. راه‌اندازی شرکت بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات زیر مجموعه مپنا از جمله اقدامات صورت گرفته در این زمینه می‌باشد.

در نتیجه با توجه به حجم بازار این حوزه در داخل و خارج از کشور توسعه فناوری در این حوزه ضمن صرفه‌جویی‌های ارزی، موجب زمینه‌سازی برای استفاده از فرصت‌های صادرات خدمات بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها خواهد شد. همچنین سهیم نمودن دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی در ارائه خدمات نگهداری و تعمیرات گسترده این فعالیت‌ها اعم از تهیه و فروش نرم‌افزارهای تجاری، تجهیز آزمایشگاه نگهداری و تعمیرات و ارائه خدمات آزمایشگاهی و ... می‌تواند فرصت‌های کاری جدید را به وجود آورد.

۷ افزایش عمر واحدهای نیروگاهی

علاوه بر موارد پیش گفته به لحاظ نقش بسیار موثر فرایند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در افزایش عمر، ظرفیت، راندمان، قابلیت اطمینان واحدهای نیروگاهی، شفاف‌سازی این نقش از جمله موارد ضروری در این زمینه می‌باشد. بدون شک طرح حاضر کمک شایسته‌ای به این موضوع خیلی مهم در بخش تولید صنعت برق نموده و فرایند دستیابی به آن را تسهیل می‌نماید.

✓ افزایش راندمان واحدهای نیروگاهی و منافع آن

از جمله کارکردهای بهینه‌سازی فرایند بهره‌برداري نگهداري و تعمیرات، تاثیر آن بر افزایش راندمان واحدهای نیروگاهی می‌باشد. به گونه‌ای که بسیاری از طرح‌های افزایش راندمان در قالب طرح‌های بهینه‌سازی بهره‌برداري از واحدهای نیروگاهی طبقه‌بندی می‌گردند. از جمله این موارد به بارگیری اقتصادی از واحدهای نیروگاهی، پایش آنلاین راندمان واحد، کنترل بهینه دبی آب تغذیه و آب اسپری، کنترل شیمیایی آب سیکل، بهینه‌سازی عملکرد مشعل‌های کانالی واحدهای سیکل ترکیبی، تعویض به موقع فیلترهای هوا، شستشوی آنلاین پره‌های کمپرسور، تنظیم بهینه پره‌های ورودی واحدهای گازی و پایش محفظه احتراق می‌توان اشاره کرد. برخی از اقدامات برای افزایش راندمان واحدهای نیروگاهی به بهینه‌سازی اجزای داخلی واحدهای نیروگاهی نظیر بویلر توربین‌کندانسور برج خنک‌کن و سیکل، سیستم‌های جانبی، سیستم‌های هوای ورودی واحدهای گازی، کمپرسور، بویلر بازیاب، توربین، ژنراتور و سیستم‌های جانبی مربوط می‌گردد که این بخش نیز به حوزه نگهداري و تعمیرات مربوط می‌گردد. علاوه بر این طبقه‌بندی، برخی از موارد به اصلاح فرایند تولید برق مربوط می‌گردد. از جمله این موارد می‌توان به تبدیل واحدهای گازی به سیکل ترکیبی، بازتوانی، تبدیل واحدهای گازی و بخاری به سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت اشاره کرد. این موارد در قالب طرح‌های بهینه‌سازی در این حوزه موضوعیت پیدا می‌کند که از جمله شاخه‌های نگاه نوین به حوزه بهره‌برداري، نگهداري و تعمیرات (مدیریت دارایی‌های فیزیکی) می‌باشد. با توجه به وارد پیش‌گفته موضوع افزایش راندمان در واحدهای نیروگاهی را می‌توان زیر مجموعه بهره‌برداري، نگهداري و تعمیرات و بهینه‌سازی واحدهای نیروگاهی دانست.

براساس آمار تفصیلی صنعت برق ایران در سال ۱۳۹۲، میزان کل تولید برق نیروگاه‌های حرارتی کشور بالغ بر ۲۴۲۸۳۸ میلیون کیلووات ساعت بوده است. با توجه به راندمان متوسط نیروگاه‌های حرارتی کشور در سال ۱۳۹۲ (معادل ۳۷ درصد)، به انرژی حرارتی معادل ۶۵۶۳۱۹ میلیون کیلووات ساعت نیاز می‌باشد. چنانچه فرض شود کل سوخت این نیروگاه‌ها از طریق گاز طبیعی با ارزش حرارتی متوسط $8639 \frac{kcal}{m^3}$ تأمین شود مطابق رابطه زیر میزان مصرف گاز طبیعی در سال ۹۲ معادل ۶۵ میلیارد متر مکعب گاز بوده است.

$$\text{میزان مصرف گاز معادل نیروگاه‌های حرارتی در سال ۹۲} = \frac{656319 \times 10^6 \times 3600}{4.186 \times 8639} = 65336 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$$

لذا چنانچه راندمان نیروگاه‌های حرارتی یک درصد افزایش یابد، میزان صرفه‌جویی سالانه مصرف سوخت گاز معادل ۶۵۳ میلیون متر مکعب خواهد بود که ارزش این میزان گاز (چنانچه قیمت گاز طبیعی $25 \frac{cent}{m^3}$ در نظر گرفته شود) معادل ۱۶۳ میلیون دلار می‌باشد. لازم به ذکر است این مبلغ با فرض بکارگیری گاز طبیعی به عنوان مصرف نیروگاه‌ها برآورد شده است و چنانچه سوخت‌های مایع نیز براساس سهم مصرف آنها در محاسبات وارد گردد (باتوجه به قیمت بالاتر آنها نسبت به گاز طبیعی)، این مبلغ به بیش از ۲۰۰ میلیون دلار افزایش خواهد یافت. بنابراین ملاحظه می‌گردد که اجرای طرح‌های افزایش راندمان در قالب طرح‌های بهبود بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و بهینه‌سازی از ارزش اقتصادی بالایی برخوردار می‌باشد [۱].

لازم به ذکر است اجرای طرح‌های بهبود بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و بهینه‌سازی علاوه بر کاهش مصرف سوخت نیروگاه‌ها، سبب کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی خروجی نیروگاه نیز می‌گردد. لذا مقایسه اقتصادی طرح‌های قابل انجام در نیروگاه‌ها را می‌توان با و یا بدون در نظر گرفتن هزینه‌های زیست‌محیطی انجام داد. امروزه با توجه به محدودیت‌های بالای زیست‌محیطی، شاخص کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی از اهمیت ویژه‌ای در انتخاب و اولویت‌بندی طرح‌های افزایش راندمان برخوردار گردیده است.

✓ کاهش هزینه‌ها و توجیه‌پذیری اقتصادی

علاوه بر موارد فوق افزایش توانمندی‌های این حوزه به منظور کاهش یا پیشگیری از خروج‌های اضطراری و توقف تولید برق ناشی از خرابی تجهیزات، و در نتیجه کاهش هزینه‌های مربوطه نیز به عنوان یکی از دلایل ضرورت انجام این طرح قابل بیان است.

سوابق شرکت مهاباد گستر در استفاده از خدمات شرکت زیمنس در بهره‌برداری و نگهداری واحدهای نیروگاه رودشور حاکی از آن است که بهبود فرایند بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات با هدف بیشینه کردن سود سرمایه‌گذار از پتانسیل بسیار بالایی برخوردار بوده و از توجیه بسیار مناسبی برخوردار است. از الگوی دریافت خدمات از شرکت زیمنس در زمینه O&M، می‌توان در توسعه فناوری‌های بهره‌برداری و نگهداری بهره‌برد.

به طور کلی حوزه نگهداری و تعمیرات در بخش‌های گوناگون صنعتی همواره بخشی از هزینه‌ها را به خود اختصاص می‌دهد. به طوری که در کشورهای توسعه یافته سالیانه حجم قابل توجهی از منابع مالی صرف حوزه نگهداری و تعمیرات می‌گردد. در کشور نظیر آلمان، سالیانه ۱۴ میلیارد یورو صرف هزینه‌های نگهداری و تعمیرات در صنایع گوناگون می‌گردد. در فرانسه، هزینه‌های نگهداری و تعمیرات مربوط به تجهیزات تولید، ۱۵ درصد تولید ناخالص ملی گزارش شده است. به طور میانگین در کشورهای اروپایی، هزینه‌های نگهداری و تعمیرات معادل ۱۲ تا ۱۴ درصد تولید ناخالص داخلی برآورد شده است. علاوه بر این موارد، اطلاعات و آمار مربوط به داخل نیز موید این مطالب می‌باشد. به عنوان نمونه از دید مجری طرح نیروگاه هسته‌ای بوشهر هزینه ریالی در نیروگاه ۳۵ میلیارد تومان در سال است اما برای تعمیرات در نیروگاه سالیانه ۴۰ میلیون دلار اعتبار نیاز می‌باشد [۲].

برآورد کاهش هزینه‌ها و توجه‌پذیری اقتصادی طرح مستلزم برآورد گردش مالی حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در بخش تولید صنعت برق می‌باشد. به لحاظ اینکه در چند سال اخیر خصوصی‌سازی نیروگاه‌ها در دستور کار وزارت نیرو قرار داشته و با واگذاری آنها ثبت و تحلیل اطلاعات هزینه‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات از وظایف وزارت نیرو خارج گردیده است، لذا بررسی جامع اطلاعات پیش گفته امکان‌پذیر نمی‌باشد. از طرف دیگر تحولات اقتصادی صورت گرفته در چند سال اخیر باعث شده است که اقتصاد تولید برق و به تبع آن هزینه‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات تحت تأثیر قرار گیرد. به همین دلیل صحت و ثبات مستندات مربوط به هزینه‌های پیش گفته قابل اعتماد نیست. به دلایل پیش گفته برآورد میزان صرفه‌جویی در اثر پیاده‌سازی سیستم‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در نیروگاه‌های کشور براساس اطلاعات داخلی از دقت کافی برخوردار نبوده یا در مواردی غیرممکن می‌باشد. برای برآورد میزان صرفه‌جویی در هزینه‌های مورد اشاره از اطلاعات نرم جهانی استفاده شده است. بر اساس مطالعات صورت گرفته در مرجع [۳] هزینه‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی مطابق جدول (۱-۲) می‌باشد.

جدول (۱-۲) اطلاعات لازم برای تخمین هزینه‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی [۳]

هزینه بهره‌برداری و تعمیرات سالانه	سرمایه‌گذاری اولیه*	شاخص مورد بررسی	نوع فناوری
درصد از سرمایه‌گذاری اولیه	\$ /kw		واحدهای سیکل ترکیبی تیپ V94.2
۱/۵	۷۲۵		واحدهای بخاری تیپ ۳۲۰ مگاواتی
۲	۸۹۴		

هزینه بهره‌برداری نگهداری و تعمیرات سالانه	سرمایه‌گذاری اولیه*	شاخص مورد بررسی	نوع فناوری
درصد از سرمایه‌گذاری اولیه	\$/kw		
۲/۵	۵۴۶	واحدهای گازی تیپ V94.2	
* هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای احداث واحدهای نیروگاهی در سالهای اخیر افزایشی بوده است به همین دلیل هزینه‌های سرمایه‌گذاری مرجع مورد اشاره به میزان ۲۵ درصد تعدیل شده است.			

اگر مفروضات پیش گفته برای واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی بخش تولید مورد استفاده قرار گیرد، میزان گردش مالی ارائه خدمات بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات مطابق اطلاعات مندرج در جدول (۲-۲) به دست می‌آید.

شایان ذکر است که ظرفیت اسمی در جدول پیش گفته بر اساس آمار تفصیلی صنعت برق - تولید نیروی برق سال ۱۳۹۲ استخراج شده است [۴]. بدیهی است با توسعه ظرفیت نیروگاهها طی سالهای ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ هزینه بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در سال جاری فراتر از مقادیر مندرج در جدول (۲-۲) بوده و بر میزان آن سال به سال افزوده می‌گردد.

جدول (۲-۲) برآورد گردش مالی ارائه خدمات بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق

جمع	سیکل ترکیبی	گازی	بخاری	
۵۲,۸۱۳	۱۷,۸۴۹	۱۹,۷۲۳	۱۵,۲۴۱	ظرفیت اسمی (MW)
-	۷۲۵	۵۴۶	۸۹۴	هزینه‌های سرمایه‌گذاری (\$/KW)
۸۱۲,۰۰۰,۰۰۰	۱۹۴,۰۰۰,۰۰۰	۳۳۵,۰۰۰,۰۰۰	۲۸۳,۰۰۰,۰۰۰	هزینه‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات سالانه (\$/Year)

مطابق برآورد صورت گرفته هزینه‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی در بخش تولید صنعت برق حدود ۸۱۲ میلیون دلار در سال برآورد می‌گردد.

برای برآورد میزان پتانسیل کاهش هزینه‌های ناشی از به کارگیری فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات، از مستندات مندرج در مرجع [۵] استفاده شده است. بر اساس بررسی صورت گرفته در مرجع مذکور بر اساس روشهای گوناگون بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات می‌توان هزینه‌های مذکور را مطابق آنچه در جدول (۳-۲) نشان داده شده است تخمین زد.

جدول (۲-۳) هزینه‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بر اساس رویکردهای گوناگون [۵]

هزینه (\$/ kW/yr)	روش / رویکرد
۲۴	نگهداری و تعمیرات اصلاحی
۱۸	نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (مبتنی بر زمان)
۱۲	نگهداری و تعمیرات پیش‌بینانه
۸	نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان

همانگونه که ملاحظه می‌گردد، استفاده از رویکردهای جدید نظیر نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان نسبت به روشهای سنتی مانند نگهداری و تعمیرات اصلاحی هزینه‌های نگهداری و تعمیرات را به یک سوم کاهش داده است. با توجه به اینکه نگهداری و تعمیرات بخش مهمی از نیروگاههای حوزه تولید صنعت برق بر پایه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (مبتنی بر زمان) صورت می‌گیرد، لذا امکان کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات در بخش تولید صنعت برق به نصف مقادیر حاضر دور از انتظار نیست. در یک برآورد محتاطانه، میزان کاهش هزینه‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در بخش تولید را می‌توان در بازه ۱۵ تا ۳۰ درصد لحاظ نمود. در این صورت میزان صرفه‌جویی ناشی از این اصلاحات به ۱۲۰ تا ۲۴۰ میلیون دلار در سال بالغ می‌گردد. شایان ذکر است که این صرفه‌جویی فقط مربوط به هزینه‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی می‌باشد.

علاوه بر کاهش هزینه‌های مذکور منافع ناشی از افزایش قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی واحدها، کاهش خروجی‌های اضطراری از جمله تبعات این اقدامات می‌باشد که منافع قابل توجهی به مراتب بیشتر از کاهش هزینه‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات را نصیب بخش تولید صنعت برق خواهد نمود.

در جداول (۲-۴) و (۲-۵) شاخص‌های عملکردی واحدهای نیروگاهی کشور ارائه شده است. مطابق اطلاعات مندرج در جدول (۲-۴)، ۱۱/۶ درصد (معادل ۶۶۳۴ مگاوات) از قدرت عملی واحدهای نیروگاهی مربوط به روز پیک شبکه به دلایل خروج اضطراری یا محدودیت واحدها از دسترس خارج شده است [۶]. شایان ذکر است که ارقام پیش گفته به عوامل داخلی مربوط می‌گردد. بر اساس اطلاعات مندرج در جدول (۲-۵) عوامل خارجی (عوامل خارج از حیطه اختیارات وزارت نیرو) باعث از دسترس خارج شدن ۱۱۰۷ مگاوات معادل ۱،۹ درصد از قدرت عملی واحدهای نیروگاهی شده است [۶].

جدول (۲-۴) میزان کاهش قدرت عملی نیروگاهها ناشی از عوامل داخلی در روزهای بیک شبکه [۶]

جمع		خارج از مدار طبق برنامه (MW)	خارج از مدار اضطراری (MW)	خارج از مدار و محدود (MW)	در مدار و محدود (MW)	زمان
درصد از قدرت عملی	مقدار (MW)					
11.4%	6,529	833	2,624	0	3,072	بیک شبکه در خرداد ۹۳ ۱۳۹۳/۳/۳۱
9.8%	5,539	660	2,185	0	2,694	بیک شبکه در تیر ۹۳ ۱۵:۰۲ - ۱۳۹۳/۴/۲۱
11.6%	6,634	660	2,816	0	3,158	بیک شبکه در مرداد ۹۳ ۱۵:۲۴ - ۹۳/۵/۴
12.3%	7,010	658	3,879	0	2,473	بیک شبکه در شهریور ۹۳ ۱۴:۳۲ - ۱۳۹۳/۶/۲
7.6%	4,389	411	2,061	0	1,917	۱۳۹۴/۴/۱۴

جدول (۲-۵) میزان کاهش قدرت عملی ناشی از عوامل خارجی در روزهای پیک شبکه [۶]

جمع	مقدار (MW)	خارج از مدار طبق برنامه (MW)	خارج از مدار اضطراری (MW)	خارج از مدار و محدود (MW)	درمدار و محدود (MW)	زمان
3.2%	1,822	0	1,270	0	552	پیک شبکه در خرداد ۹۳ ۱۳۹۳/۳/۳۱
2.2%	1,241	0	584	0	658	پیک شبکه در تیر ۹۳ ۱۵:۰۲ - ۱۳۹۳/۴/۲۱
1.9%	1,107	0	470	0	637	پیک شبکه در مرداد ۹۳ ۱۵:۲۴ - ۹۳/۵/۴
2.1%	1,178	0	478	0	700	پیک شبکه در شهریور ۹۳ ۱۴:۳۲ - ۱۳۹۳/۶/۲
3.0%	1,761	0	1,535	0	226	۱۳۹۴/۴/۱۴

بر اساس اطلاعات اخذ شده از منابع ذیربط جمع بندی شاخص های عملکرد واحدهای نیروگاهی کشور در سال ۱۳۸۵ در جدول (۲-۶) ارائه شده است.

[۷] جدول (۲-۶) شاخص های عملکرد واحدهای نیروگاهی کشور

نرخ خروجی اضطراری (%)	ضریب قابلیت دسترسی (%)	نوع واحد
۶/۱	۸۴	گازی
۷/۸	۷۸	بخاری
۶/۷	۸۲	سیکل ترکیبی

در راستای بررسی تطبیقی ضریب قابلیت دسترسی و ضریب خروجی اضطراری چند واحد نمونه ساخت شرکت GE در جدول (۲-۷) ارائه شده است [۸].

جدول (۲-۷) ضریب قابلیت دسترسی و ضریب خروجی اضطراری چند واحد نمونه ساخت شرکت GE. [۸]

ضریب خروج اضطراری (%)		ضریب دسترسی (%)		مدل واحد گازی	
سال ۲۰۱۳	متوسط ۲۰۰۹-۲۰۱۳	سال ۲۰۱۳	متوسط ۲۰۰۹-۲۰۱۳		
۰/۴	۴/۲۸	۹۹/۴	۹۵/۳	واحدهای بار پیک	LM2500
۳/۲	۳/۲	۹۴/۹	۹۳/۵	واحدهای پربودیک	
۱/۱	۱/۲	۹۶/۳	۹۵/۶	واحدهای بار پایه	
-	-	-	-	واحدهای بار پیک	LM5000
۴/۶	۱/۹	۹۲/۹	۹۳/۷	واحدهای پربودیک	
۰/۵	۴/۵	۸۴/۷	۸۸/۲	واحدهای بار پایه	

برای بهبود عملکرد نیروگاه‌های کشور هند نیز مطالعه ای صورت پذیرفته است در این سند مقدار مشخصی برای خروج اضطراری هدف گذاری نشده است و یک ارزیابی کمی از وضعیت فعلی نیروگاه‌های هند در شاخص‌هایی نظیر خروج اضطراری ارائه شده است. مطابق این سند، از نیروگاه‌ها خواسته شده هدف گذاری مربوط به مجموعه خود را بصورت منحصر بفرد در قالب پارامترهای تعیین شده، به انجام برسانند و برای هر پارامتر حداقل ۳ تا ۵ درصد بهبود در هر سال را محقق نمایند [۹].

همانگونه که ملاحظه می‌گردد با توجه به اختلاف قابل توجه شاخص‌های عملکردی واحدهای نیروگاهی کشور پتانسیل بهینه سازی در این حوزه بسیار بالا می‌باشد. به عبارت دیگر بر اساس نتایج بررسی صورت گرفته، مقادیر ثبت شده برای شاخص‌های مذکور در نیروگاه‌های کشورهای پیشرفته با مقادیر مربوط به نیروگاه‌های کشور تفاوت معنی داری وجود دارد. با توجه به ملاحظات پیش گفته بهینه سازی بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات از جمله اثربخش‌ترین راه‌حلهای فائق آمدن بر مشکلات تامین برق مطمئن مورد نیاز کشور و برون رفت از شرایط بحرانی حال حاضر می‌باشد. به عبارت دیگر، بخش مهمی از اقدامات ضروری جهت شکوفایی بخش تولید صنعت برق برای تامین برق مطمئن و اقتصادی به حوزه بهینه سازی بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات مربوط می‌گردد و سرمایه گذاری در این حوزه از توجیه فنی و اقتصادی بسیار بالایی برخوردار است.

در یک جمع بندی کلی ضرورت انجام این طرح در شکل (۱-۱) نمایش داده شده است. آنچه در این بخش به آن پرداخته شد ضرورت‌های انجام طرح را به اجمال تبیین نمود.

- ✓ نگرانیها و دغدغه‌های بخش تولید صنعت برق درخصوص غفلت از بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بهینه نیروگاه‌های دولتی و عدم توجه کافی به این مقوله در نیروگاه‌های واگذار شده به بخش خصوصی
- ✓ ناکافی بودن اقدامات صورت گرفته در مورد بهبود سیستم نگهداری، تعمیرات و بهره‌برداری در بخش تولید صنعت برق
- ✓ استفاده از الگوی مدیریت دارایی‌های فیزیکی (Physical Asset Management) به صورت عام و مدیریت جامع نگهداری، تعمیرات و بهره‌برداری (plant operation and maintenance management system) (POMMS) به صورت خاص در کشورهای پیشرفته
- ✓ حجم بازار و لزوم پاسخگویی به نیازهای بخش تولید صنعت برق در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات
- ✓ کاهش هزینه‌ها و تاثیر بر سودآوری
- ✓ افزایش عمر نیروگاه‌ها
- ✓ شناسایی دقیق سیستم جامع نگهداری و تعمیرات و بهره‌برداری مدرن، تعیین و ایجاد زیرساختهای سخت افزاری و نرم افزاری لازم برای توسعه این حوزه



لزوم پاسخگویی به نیازهای بخش تولید صنعت برق در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در قالب یک نقشه راه

شکل (۱-۲): ضرورت انجام

فصل سوم

بررسی اسناد بالا دستی صنعت برق و ارتباط

آن با موضوع بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

نیروگاهها

۳-۱ - مقدمه

محیط اطراف ما به سرعت در حال تحول و دگرگونی است. در این شرایط اصرار بر ادامه روشهای قبلی و تکرار آنها، نتیجه‌ای جز استمرار و پیچیده شدن مشکلات نخواهد داشت. گرچه کمتر کسی را می‌توان یافت که به این واقعیت اقرار نداشته باشد ولی این اقرار و این سطح از باور، انگیزه و انرژی لازم برای جدا شدن از وضع موجود را ایجاد نمی‌کند. امروزه اکثریت مدیران ارشد صنعت برق اذعان دارند که صرفاً آگاهی از دانش روز مدیریت حتی در بالاترین سطح خود در جهان دردی را دوا نمی‌کند و نسخه‌ای در جیب بیش نیست. آنچه مدیریت صنعت برق بدان سخت نیازمند است فراموش کردن عادات ناکارآمد خود و بکار گرفتن دانش روز مدیریت در یک فرایند نهادینه شده و مستمر می‌باشد. وضع موجود نتیجه منطقی تصمیمات گذشته مدیران این صنعت است که با میزانی از دانش و تجربه مدیریت که به آن مجهز بوده‌اند اتخاذ شده است. آن سطح از دانش امروز هم همان تصمیمات را تولید و این تصمیمات، فردایی مشابه امروز را بدنبال خواهد داشت. اشتباه بزرگی است اگر تصور شود مدیران قبلی مایل نبودند وضعیت امروز مشابه وضعیت آرمانی مورد نظر ما باشد و اشتباه بزرگتری است اگر تصور گردد که آنان تمام توان خود را برای تحقق این وضع آرمانی بکار نگرفته‌اند. برای تغییر وضعیت سازمان و بهبود مستمر آن، چاره‌ای جز تغییر و بهبود بینش مدیریتی در یک چارچوب تعریف شده بهینه وجود ندارد.

در پاسخ به این نیاز و فراهم ساختن تمهیدات لازم برای ایجاد چنین ساختاری اقدامات مختلفی در حوزه صنعت برق صورت گرفته است. فعال شدن سرفصل‌هایی نظیر تهیه سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی در حوزه‌های مختلف صنعت برق از جمله این اقدامات است. جهت شفاف سازی فعالیتهای صورت گرفته در این زمینه، این بخش از گزارش به بررسی اقدامات پیش گفته اختصاص یافته است. در این فصل در ابتدا به بررسی اجمالی اسناد مرتبط با اهداف صنعت برق در حوزه تولید در افق چشم‌انداز ۲۰ساله کشور پرداخته می‌شود. سپس موضوعات مرتبط با بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳-۲- بررسی اسناد مرتبط با حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در بخش

تولید صنعت برق در افق چشم‌انداز ۲۰ساله کشور

از جمله سرفصل‌های مهم در پروژه حاضر بررسی اسناد مرتبط با موضوع بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق می‌باشد. در این راستا مستندات و مدارک تهیه شده در این زمینه مورد بررسی قرار گرفته و به جمع بندی نتایج به دست آمده پرداخته می‌شود. مستندات تهیه شده در این زمینه عبارتند از:

- بررسی گزارش " برنامه وزارت نیرو در دولت دهم (کتاب اول) با شعار کاهش هزینه‌ها، سرعت در اجرا، شفاف سازی و بهره‌وری، تهیه شده توسط معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی وزارت نیرو تیر ماه ۱۳۸۹ "
- بررسی گزارش " طرح پژوهشی تدوین سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو اهداف استراتژیک و استراتژی‌های وزارت نیرو در بخش برق و انرژی کشور "، ۱۳۸۸
- بررسی گزارش " آرمان صنعت برق ایران "، خرداد ۱۳۸۴

۳-۲-۱- بررسی گزارش " برنامه وزارت نیرو در دولت دهم (کتاب اول) با شعار کاهش هزینه‌ها، سرعت

در اجرا، شفاف‌سازی و بهره‌وری " [۱۰]

این مدرک با هدف ارایه برنامه وزارت نیرو در دولت دهم توسط معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی وزارت نیرو، در تیر ماه ۱۳۸۹ تهیه شده است. سرفصل‌های اصلی ارایه شده شامل ماموریت، چشم‌انداز و ارزشهای وزارت نیرو در بخش‌های آب و آبفا، برق و انرژی، تحقیقات و منابع انسانی، پشتیبانی صنعت آب و برق و سایر حوزه‌ها می‌باشد که بخشی از مطالب آن الهام گرفته از نتایج پروژه ای تحت عنوان " طرح پژوهشی تدوین سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو اهداف استراتژیک و استراتژی‌های وزارت نیرو در بخش برق و انرژی کشور " می‌باشد. بخش تولید به عنوان یکی از زیر مجموعه‌های بخش برق و انرژی معرفی و ماموریت، چشم‌انداز و رؤس برنامه‌های بخش مذکور مورد توجه قرار گرفته است [۱۰]. به اعتقاد مدیریت ارشد وقت وزارت نیرو، مجموعه مذکور منشور و نقشه راهی است که برای وزارت نیرو ترسیم شده است. در ادامه به اختصار موارد پیش گفته و ارتباط آن با حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳-۲-۱-۱- رؤوس برنامه‌های مرتبط با حوزه بهره برداری، نگهداری و تعمیرات در بخش برق و انرژی

از دیدگاه دولت دهم

براساس مستندات مورد اشاره رؤوس برنامه‌های بخش برق و انرژی از دیدگاه دولت دهم معین شده است. با توجه به عدم تصریح افق زمانی برنامه‌های مورد اشاره به نظر می‌رسد زمان پایان برنامه‌های مذکور تا پایان دولت دهم باشد. رؤوس برنامه‌های بخش برق و انرژی از دیدگاه دولت دهم ۲۶ مورد می‌باشد که موارد مرتبط با حوزه بهره برداری، نگهداری و تعمیرات به شرح زیر می‌باشد:

۱- افزایش بازده نیروگاه‌های حرارتی حداقل به میزان سالیانه یک درصد و رساندن به بازده ۴۱ درصد

۲- کاهش خروج اضطراری واحدهای تولید برق

۳- واگذاری ۵۰ درصد ظرفیت نیروگاهی به بخش خصوصی، تعاونی یا عمومی غیر دولتی

۴- کاهش خروج اضطراری واحدهای برقی از ۲۵ درصد به ۸ درصد

۵- ایجاد سازوکارهای توسعه فعالیت شرکت‌های خدمات انرژی ESCO

۶- احداث مخازن سوخت مایع نیروگاهها برای ذخیره‌سازی به میزان متوسط ۴۵ روز مصرف هر نیروگاه

ماموریت، چشم‌انداز و رؤوس برنامه‌های سایر بخش‌های وزارت نیرو از دیدگاه دولت دهم

علاوه بر بخش برق و انرژی برای سایر بخش‌های وزارت نیرو شامل آب و آبفا، تحقیقات و منابع انسانی، پشتیبانی و سایر حوزه‌ها نیز ماموریت، چشم‌انداز و رؤوس برنامه‌های وزارت نیرو از دیدگاه دولت دهم معین شده است که در مرجع [۱۰] ارائه شده است. به دلیل عدم ارتباط مستقیم مطالب پیش گفته با موضوع بحث از ارائه آن در متن گزارش خودداری شده است.

۳-۲-۲- بررسی گزارش " تدوین سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو - اهداف

استراتژیک و استراتژی‌های وزارت نیرو در بخش برق و انرژی کشور " [۱۱]

از جمله اسناد قابل توجه مرتبط با اهداف صنعت برق در حوزه تولید در افق چشم‌انداز ۲۰ ساله کشور می‌توان به مستند تدوین سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو - اهداف استراتژیک و استراتژی‌های وزارت نیرو در بخش برق و انرژی کشور اشاره کرد. این طرح بخشی از یک مطالعه سازمان یافته در زمینه تدوین سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو می‌باشد.

طرح اصلی به صورت جامع تمامی حوزه‌های وزارت نیرو را شامل می‌شود [۱۱]. در این ارتباط بخشهایی از این گزارش که ارتباط بیشتری با حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات دارد، مورد بررسی قرار می‌گیرد:

۳-۲-۱- اهداف استراتژیک تاثیرگذار بر حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات

همانگونه که پیشتر اشاره گردید، این سند از جمله جامع‌ترین اسنادی است که در وزارت نیرو در حوزه‌های مختلف تهیه شده است. در این بخش از گزارش به ارائه اهدافی که به نوعی حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات را متاثر می‌نماید، پرداخته می‌شود.

جدول (۳-۱) اهداف استراتژیک در حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات

هدف استراتژیک	ماموریت‌های اصلی
افزایش خوداتکایی و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین سازگار با محیط زیست و متناسب با زیرساختهای حال و آینده	وزارت نیرو با ارتقای بهره‌وری و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، سازگار با محیط زیست و متناسب با زیر ساختهای حال و آینده و توسعه مشارکت و بهره‌وری منابع انسانی متخصص و خلاق به عنوان ارزشمندترین دارایی،
حصول اطمینان از امنیت عرضه برق	وزارت نیرو در بخش برق و انرژی با استفاده از منابع متنوع و در دسترس انرژی و با تکیه بر ساختاری منسجم و متخصصین توانمند و خلاق به گونه‌ای عمل می‌کند تا کشور در مدیریت کلان انرژی و همچنین تقاضا و عرضه برق مطمئن، پایا و با کیفیت مناسب در حد استانداردهای جهانی ظاهر شده

۳-۲-۲- استراتژی‌های تاثیرگذار بر حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت

برق

پیش از بررسی استراتژی‌های مناسب بخش برق و انرژی، مفروضات و بنیان‌های اساسی و اصلی که مبنای تدوین استراتژی‌ها قرار گرفته‌اند، باید مشخص گردد. این کار موجب می‌شود تا بتوان بهتر پایه و اساس تدوین استراتژی‌ها را شناسایی و درک نمود. این بخش به دو قسمت (۱) مفروضات اساسی محیط خارجی یعنی اساسی‌ترین فرصت‌ها و تهدیدها و (۲) مفروضات اساسی محیط داخلی یعنی اساسی‌ترین نقاط قوت و ضعف تقسیم می‌گردد. در بررسی صورت گرفته فرصت‌ها، تهدیدها، قوت‌ها و ضعف‌های بخش برق و انرژی کشور ارائه شده است. مهمترین فرصت‌ها، تهدیدها، قوت‌ها و ضعف‌های وزارت نیرو در بخش برق و انرژی کشور که حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات را متاثر می‌گرداند در جدول (۳-۲) ارائه شده است.

به همین ترتیب استراتژی‌های بخش برق و انرژی که حوزه بهره برداری، نگهداری و تعمیرات را متأثر می‌گرداند باید معین گردد. استراتژی‌های وزارت نیرو در بخش تولید می‌تواند از نتایج به دست آمده استخراج گردد. در جدول (۳-۳) اهم استراتژی‌های وزارت نیرو در بخش تولید ارائه گردیده است.

جدول (۳-۲) مهمترین فرصت‌ها، تهدیدها، قوتها و ضعفهای وزارت نیرو که حوزه بهره برداری، نگهداری و تعمیرات را

متاثر می‌نماید

<p>مهمترین تهدیدها</p> <ul style="list-style-type: none"> • غیرواقعی بودن تعرفه‌های فروش برق. • افزایش نامتناسب تقاضای برق • کاستی قوانین و مقررات حمایتی از بخش خصوصی • ورود تجهیزات و تکنولوژی‌های پر مصرف برق • افزایش نرخ ارز 	<p>مهمترین فرصتها</p> <ul style="list-style-type: none"> • بهبود فضای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی • افزایش توان تخصصی بخش خصوصی فعال در زمینه برق • بهبود روند توسعه تکنولوژی‌های مرتبط با عرضه و تقاضای برق • بهبود روابط ایران با کشورهای دارای فناوری نوین • فراوانی منابع انسانی کارآمد
<p>مهمترین ضعفها</p> <ul style="list-style-type: none"> • پایین بودن راندمان تولید برق • پایین بودن توان کنترل آثار زیست محیطی انرژی • کاربردی نشدن نتایج تحقیقات • ناکارآمدی مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی • مدیریت امور بین الملل و میزان حضور در مجامع جهانی 	<p>مهمترین قوتها</p> <ul style="list-style-type: none"> • توان وزارت نیرو در مدیریت و اجرای پروژه • توان وزارت نیرو در تعمیر و نگهداری تجهیزات صنعت برق • ارتباط مناسب با مراکز علمی و تحقیقاتی داخلی • صادرات خدمات فنی و مهندسی • سطح تحصیلات نیروی انسانی

جدول (۳-۳) استراتژی‌های بخش برق و انرژی که حوزه بهره برداری، نگهداری و تعمیرات را متأثر می‌گرداند

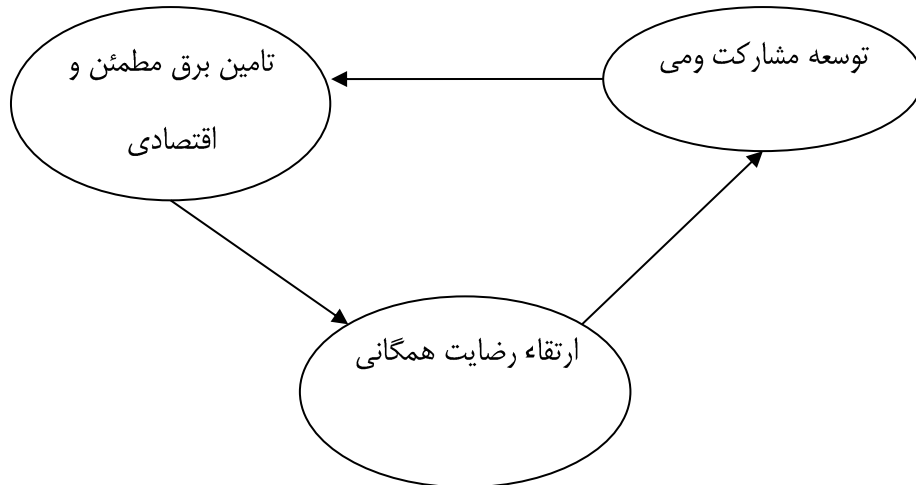
ردیف	استراتژی
۱	<ul style="list-style-type: none"> - توسعه مشارکت بخش خصوصی در تولید - واگذاری عملیات اجرا و بهره‌برداری از نیروگاهها - طراحی و توسعه سیستم‌های اطلاعاتی، پایش آلودگی زیست محیطی نیروگاهها
۲	<ul style="list-style-type: none"> - گسترش ظرفیتهای توسعه برق متناسب با افزایش تقاضای برق مدیریت شده از طریق: - تنوع بخشی در احداث نیروگاهها، نحوه تولید برق و تامین منابع اولیه انرژی

ردیف	استراتژی
	<ul style="list-style-type: none"> - تقویت ظرفیت‌های قانونی در جهت اولویت دادن به تامین گاز نیروگاهها نسبت به صادرات گاز و مطالعه و بررسی امکان استفاده از مخازن ذخیره گاز و توسعه مخازن سوخت‌های مایع
۳	<ul style="list-style-type: none"> - ارتقای راندمان نیروگاههای برق و کاهش هزینه تمام شده تولید از طریق: <ul style="list-style-type: none"> - تبدیل واحدهای گازی به سیکل ترکیبی و استفاده از فناوری‌های نوین تولید برق - اولویت در تامین نیاز مصرف از طریق نیروگاههای با راندمان بالاتر - اجرای طرح‌های ارزیابی اقتصادی نیروگاهها با استفاده از شاخص‌های سنجش راندمان متناسب با نوع فناوری و در جهت اجرای طرح‌های تشویقی و تنبیهی - اجرای طرح‌های ارتقای بهره‌وری انرژی در نیروگاهها و رتبه بندی نیروگاهها با شاخص‌های بهره‌وری انرژی - تولید همزمان برق و حرارت - ارتقای سطح استانداردهای فنی تولید برق و نوسازی تجهیزات صنعت برق - تقویت مدیریت بهینه بهره‌بردار از نیروگاههای برق آبی - استفاده از انرژی حرارتی نیروگاههای مجاور یا داخل شهرها جهت مصارف منازل و واحدهای صنعتی
۴	<ul style="list-style-type: none"> - تدوین، تصویب، پایبندی و نظارت بر اجرای برنامه‌ها و طرح‌های جامع صنعت برق در بخش تولید - منوط نمودن اخذ تصمیمات کلیدی به انجام ارزیابی‌های فنی، اقتصادی، اجتماعی و مالی با کمک مراکز تحقیقاتی داخلی و خارجی در جهت کاهش آثار تصمیمات غیر کارشناسی - اصلاح ساختار و فرایند برنامه‌ریزی راهبردی بخش تولید در ستاد وزارت نیرو
۵	<ul style="list-style-type: none"> - اصلاح ساختار، سیستم‌های مالی و حسابداری و توسعه منابع انسانی در بخشهای مالی بخش تولید - تقویت ظرفیت‌های قانونی و مقرراتی برای ارتقای انعطاف پذیری و کاهش تمرکز در مدیریت مالی بخش تولید - بستر سازی برای توسعه استفاده از منابع مالی داخلی و خارجی
۶	<ul style="list-style-type: none"> - ایجاد تمهیدات قانونی مناسب بمنظور تسهیل در ارتباط با مراکز علمی داخلی و خارجی و شناسایی، انتقال و بومی‌سازی فناوری‌های نوین . - جلب مشارکت مراکز تحقیقاتی، مشاوران و پژوهشگران توانمند برای اجرای طرح‌های تحقیقاتی کاربردی، تدوین استانداردها، ایجاد آزمایشگاهها و شناسایی مزیت‌های کشور در حوزه منابع انرژی اولیه - جمع آوری و در دسترس قراردادن نتایج تحقیقات در قالب بانکهای اطلاعاتی برای مدیران و کارشناسان بخش تولید
۷	<ul style="list-style-type: none"> - اصلاح زیر سیستم جبران خدمات و ایجاد انگیزه براساس عملکرد و بهره‌وری - جذب و بکارگیری نیروهای متخصص و کارآمد در سطوح مدیریت واحدهای منابع انسانی - توسعه نظام آموزش کارکنان متناسب با شایستگی‌های کلیدی مشاغل و مسئولیتهای سازمانی - برنامه ریزی‌های مسیر شغلی براساس شایستگی‌های فردی
۸	<ul style="list-style-type: none"> - تامین هزینه‌های پدافند غیرعامل برای اجرای طرحهای پدافند و انتقال دانش فنی مناسب در بخش تولید صنعت برق - توسعه فرهنگ مقابله با بحران و آگاه‌سازی جامعه بخش تولید صنعت برق با مسایل مربوط به بحران

ردیف	استراتژی
	- طراحی ساختار مناسب و پیاده‌سازی نظام مدیریت پدافند غیرعامل و مدیریت بحران در بخش تولید صنعت برق
۹	- تحقق چشم‌انداز و اهداف استراتژیک بخش تولید - تقویت نظام برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل پروژه در بخش تولید
۱۰	- توسعه نرم‌افزارها، بانکهای اطلاعاتی و تجارب سایر کشورهای پیشرو - بهره‌گیری از خدمات بخش خصوصی با استفاده از اعتبارات دولتی و نهادهای مالی - ایجاد ارتباط مناسب بین مراکز تصمیم‌سازی و بخش تکنولوژی اطلاعات
۱۱	- ایجاد تعاملات سازنده با تولیدکنندگان داخلی قطعات و تجهیزات مورد نیاز بخش تولید صنعت برق در جهت توسعه توان تولید داخل تجهیزات و قطعات صنعت برق - توسعه سطح کارآمدی مدیریت خرید در بخش تولید در جهت انجام فعالیت‌های واردات همراه با پیش‌بینی‌های نرخ ارز - کاهش ارزشبری پروژه‌های بخش تولید صنعت برق با انجام تحقیقات لازم و توسعه فناوری ساخت داخل
۱۲	استفاده از تجارب سایر کشورها و اعتبارات بین‌المللی برای کاهش آلودگی‌ها و ایجاد سامانه‌های پایش و کنترل اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های بخش تولید

۳-۲-۳- بررسی گزارش " آرمان صنعت برق ایران "

این منبع به عنوان یکی از منابع مرتبط با موضوع " تبیین اهداف صنعت برق در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید " مورد توجه گروه مجری قرار گرفت. هدف از این فعالیت ایجاد بستری لازم جهت تغییر و بهبود مستمر بینش مدیریتی و قابلیت‌های مدیران می‌باشد. به عبارت دیگر هدف از تهیه آرمان صنعت برق ترسیم وضعیت مطلوب، انجام کار واقعی در سازمان و توانمندسازی و تجهیز مدیران به روشهای علمی می‌باشد که به تبع این فعالیت، بهبود عملکرد سازمان و پیشبرد وظائف جاری در یک فرایند سازمان یافته، علمی و مستمر همراه با هم امکان پذیر خواهد شد [۱۲]. این طرح با مشارکت جمعی از خبرگان و مدیران ارشد وزارت نیرو به انجام رسیده است. در ادامه اهم موضوعات مطروحه در مدرک فوق که با موضوع این بخش از پژوهش مرتبط است، مورد بررسی قرار می‌گیرد. فرایند کلی دستیابی به شرایط مورد انتظار از صنعت برق که تحت عنوان بخش عمومی آرمان صنعت برق تعریف شده است در شکل (۳-۱) نشان داده شده است. [۱۲].



شکل (۳-۱): فرایند دستیابی به شرایط مورد انتظار از صنعت برق (بخش عمومی آرمان صنعت برق) [۱۲].

با توجه به ابعاد گوناگون صنعت برق حرکت در مسیر آرمان این صنعت مستلزم طبقه بندی آن به بخشهای گوناگون می‌باشد. در مرجع [۱۲]، ابعاد اجرایی صنعت برق به موارد زیر طبقه بندی و برای هر یک از بخشهای مورد اشاره شاخصهایی تعریف و برای هر یک از شاخصها بستر سازمانی و استراتژیهای مربوطه معین گردیده است. ابعاد اجرایی آرمان صنعت برق براساس اطلاعات مندرج در مرجع مذکور عبارتند از :

- بعد مدیریت
- بعد نیروی انسانی
- بعد مشتریان
- بعد فنی
- بعد نظام اطلاعات
- بعد محیط زیست
- بعد اقتصادی و مالی
- بعد ایمنی

از میان این موارد، بعد فنی ارتباط روشن تری با حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها پیدا می‌کند و در نتیجه شاخص‌ها و استراتژی‌های این بخش تشریح می‌شود.

بعد فنی شامل وجوه مختلفی است از جمله:

۱- مطالعه، طراحی و برنامه‌ریزی سیستم

۲- استانداردهای برق

۳- توسعه و اصلاح شبکه‌های برق

۴- بهره‌برداری از سیستم قدرت و مدیریت شبکه

بنابراین در تعریف شاخصهای فنی صنعت برق دقت بیشتری لازم است تا این شاخصها به کلیه وجوه فوق حساس باشند.

براساس ارزیابی‌های صورت گرفته شاخصها، بسترهای سازمانی و استراتژیهای بعد فنی آرمان صنعت بر مطابق جدول (۳-۴)

تعیین گردیده است.

جدول (۳-۴) بسترهای سازمانی و استراتژیهای بعد فنی آرمان صنعت برق [۱۲]

شاخصها	بسترهای سازمانی	استراتژیها
در دسترس بودن برق در طول یکسال	مدیریت مالی صنعت برق	تامین منابع مالی لازم برای سرمایه‌گذاری در زمینه‌های توسعه و بهینه‌سازی شبکه‌های انتقال و توزیع نیروی برق جلب مشارکت بخش خصوصی در توسعه و بهره‌برداری از شبکه‌های برق
	سیستم اطلاعات	استقرار سیستمهای اطلاعات برای سنجش دقیق و مستمر انرژیهای توزیع نشده
	فن‌آوری	استفاده از سیستمهای جدید اتوماسیون و دیسپاچینگ در تولید و انتقال و توزیع برای کاهش اشتباهات انسانی و زمان عملیات و خاموشیهای برق جایگزینی تجهیزات پیشرفته با تجهیزات قدیمی در شبکه‌های برق برای افزایش قدرت مانور بهره‌برداری و پایداری سیستم توسعه و بهینه‌سازی شبکه‌های انتقال و توزیع نیروی برق
	سیستمهای مدیریت	ارتقای سیستمهای مدیریت منابع انسانی در کلیه ارکان واحدهای بهره‌برداری ارتقای سیستمهای مدیریتی با رویکرد علمی در بهره‌برداری از شبکه‌های برق
	بخش خصوصی	جلب مشارکت بخش خصوصی در زمینه احداث و بهره‌برداری نیروگاههای برق خرید تضمین شده برق تولیدی توسط بخش خصوصی
	منابع مالی دولت	جلب منابع مالی لازم برای احداث نیروگاه توسط شرکتهای برق مطابق برنامه پنج ساله توسعه
ذخیره تولید برق کشور	بهره‌برداری و نگهداری تولید	بهبود شاخص آمادگی توان تولیدی واحدهای تولیدی در حال بهره‌برداری اصلاح سیستمهای نگهداری و بهره‌برداری از سیستم تولید برق کشور بهبود برنامه‌های تعمیرات پیش‌گیرانه سیستم تولید برق کشور
	سیستمهای مدیریت	اصلاح رفتار و بهبود سیستم مدیریت بار کشور ارتقای مهارت‌های مدیریتی در گستره شرکتهای مدیریت تولید برق اصلاح سیستمهای آموزشی بهره‌برداری و نگهداری نیروگاهها

۳-۳- جمع‌بندی

در یک جمع‌بندی کلی اهم نتایج به دست آمده در این فصل به شرح زیر قابل جمع‌بندی می‌باشد:

- اقدامات انجام شده در راستای تبیین اهداف کلان صنعت برق در حوزه تولید تا حدود زیادی افق و چالشهای توسعه این بخش از صنعت برق را شفاف نموده است. اما برنامه‌های تهیه شده عمدتاً کوتاه مدت یا میان مدت بوده و صنعت برق برای توسعه دراز مدت این بخش هنوز اجرای یک برنامه جامع را تجربه ننموده است. در این میان اگر چه اشاراتی به توسعه فناوری‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات شده ولی به دلیل سطح کلان اهداف به سرفصل بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در حد محدودی پرداخته شده است. به همین دلیل ضرورت دسترسی به یک سند جامع در بر گیرنده برنامه‌های کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در بخش تولید بخوبی احساس می‌گردد.
- بر اساس بررسی صورت گرفته، در اسناد مورد اشاره از جمله مواردی که به صراحت به حوزه بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات اشاره نموده است به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:
 - ✓ یکی از قوت‌های وزارت نیرو در حال حاضر توان این وزارتخانه در حوزه‌های تعمیر و نگهداری تجهیزات صنعت برق می‌باشد.
 - ✓ حمایت از بخش‌های خصوصی فعال در طراحی، تامین و ساخت، تعمیر و نگهداری و بهره‌برداری نیروگاهها در جهت استفاده از فناوری نوین با راندمان بالا از جمله استراتژی‌های وزارت نیرو می‌باشد.
 - ✓ تقویت مدیریت بهینه بهره‌برداری از نیروگاههای برق آبی از جمله سرفصلهای مورد توجه حوزه تولید می‌باشد.
 - ✓ کاهش خروج اضطراری واحدهای تولید برق از جمله اهداف بخش تولید صنعت برق می‌باشد.
 - ✓ واگذاری عملیات اجرا و بهره‌برداری از پروژه‌ها، نیروگاهها از جمله سیاستهای وزارت نیرو در زمینه خصوصی سازی می‌باشد.
 - ✓ از میان شاخصهای ارزیابی عملکرد نیروگاهها، شاخص‌های مهمی که بیشترین نقش را در مقایسه نیروگاهها ایفا می‌کنند عبارتند از الف) شاخص آمادگی توان تولیدی در حال بهره‌برداری (O.F)، ب) شاخص عدم آمادگی به دلیل برنامه‌ی سالانه سیستم تولید (U.A.P.F)، ج) محدودیت به دلیل عوامل خارجی و داخلی، بهبود شاخص آمادگی توان تولیدی واحدهای تولیدی در حال بهره‌برداری ه) اصلاح سیستمهای نگهداری و بهره‌برداری از سیستم تولید برق و و) بهبود

برنامه‌های تعمیرات پیش‌گیرانه سیستم تولید برق کشور که همگی ارتباط نزدیکی با موضوع بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات دارند.

علاوه بر موارد پیش گفته، در بررسی اسناد بالا دستی، سرفصل‌های دیگری که به صورت غیر مستقیم به حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات مربوط می‌شوند استخراج و جمع بندی گردید. از جمله مهمترین سرفصل‌های مرتبط با حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

- ✓ افزایش بازده نیروگاه‌های حرارتی حداقل به میزان سالیانه یک درصد و رساندن به بازده ۴۱ درصد
- ✓ افزایش خود اتکایی و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین سازگار با محیط زیست و متناسب با زیرساخت‌های حال و آینده
- ✓ عرضه برق مطمئن، پایا و با کیفیت مناسب در حد استانداردهای جهانی
- ✓ پایین بودن راندمان تولید برق و پایین بودن توان کنترل آثار زیست محیطی انرژی
- ✓ تدوین قوانین و مقررات و روش‌های اجرایی موثر برای الزام تولید کنندگان تجهیزات برقی به رعایت استانداردهای تدوین شده
- ✓ کاهش هزینه‌های تمام شده تولید برق
- ✓ افزایش راندمان تولید و بهره‌برداری
- ✓ ارتقای بهره‌وری عرضه انرژی الکتریکی با در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی
- ✓ صادرات خدمات فنی و مهندسی از جمله خدمات بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات
- ✓ تعریف و اجرای پروژه‌های بهینه سازی (افزایش راندمان و ظرفیت)
- ✓ اجرای طرح‌های ارزیابی اقتصادی نیروگاهها با استفاده از شاخص‌های سنجش راندمان متناسب با نوع فناوری و در جهت اجرای طرح‌های تشویقی و تنبیهی
- ✓ اجرای طرح‌های ارتقای بهره‌وری انرژی در نیروگاهها و رتبه بندی نیروگاهها با شاخص‌های بهره‌وری انرژی
- ✓ واگذاری آموزش و توسعه منابع انسانی به بخش خصوصی

- ✓ دعوت از شرکتهای مشاوره‌ای برای انجام فعالیت‌های مربوط به تدوین استانداردها، ایجاد آزمایشگاهها و اجرای طرح‌های تحقیق و توسعه بخش
- ✓ واگذاری کلیه فعالیت‌های بهینه‌سازی مصرف برق به NGOها و شرکتهای معتبر به صورت منطقه‌ای و بخشی
- ✓ جلب مشارکت بخش خصوصی برای پایش آلودگی زیست محیطی نیروگاهها
- ✓ شناسائی بازارهای هدف به منظور توسعه صادرات فناوری‌های نوین
- ✓ تامین فناوری‌های مناسب برای توسعه صادرات خدمات فنی و مهندسی
- ✓ ایجاد تعاملات سازنده با تولیدکنندگان داخلی قطعات و تجهیزات مورد نیاز صنعت برق در جهت توسعه توان تولید داخلی تجهیزات و قطعات صنعت برق
- ✓ توسعه سطح کارآمدی مدیریت خرید در بخش در جهت انجام فعالیت‌های واردات همراه با پیش‌بینی‌های نرخ ارز
- ✓ کاهش ارزیابی پروژه‌های صنعت برق با انجام تحقیقات لازم و توسعه فناوری ساخت داخلی
- ✓ تقویت مدیریت صادرات بخش از طریق اصلاح ساختار، ارتقای دانش بازاریابی و جذب نیروی انسانی متخصص و دارای مهارت لازم
- ✓ انتقال فناوری نوین از کشورهای پیشرو و ارتقای سطح کیفی و کمی کالاها و خدمات مناسب برای صادرات به بازارهای هدف
- ✓ ایجاد ارتباط ساختاری مناسب بین مراکز تصمیم‌سازی و بخش تکنولوژی اطلاعات در جهت پویا نمودن تکنولوژی اطلاعات برای نظام برنامه‌ریزی
- ✓ سازماندهی خبرگان، کارشناسان و بازنشستگان صنعت برق برای انجام فعالیتهای مربوط به بخش
- ✓ توسعه برون‌سپاری عملیات اجرا و بهره‌بردارى پروژه‌ها به بخش خصوصی و انتقال دانش مدیریت و اجرای پروژه به بخش خصوصی فعال در زمینه برق و انرژی
- ✓ پیشنهاد لوایح قانونی برای توسعه فناوری و تحقیقات در بخش و تسهیل در ارتباط با مراکز علمی و تحقیقاتی داخلی و خارجی با پیشنهاد لوایح قانونی مناسب

- ✓ تسهیل مبادلات علمی بین بخش و مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی داخل و خارج
 - ✓ شناسایی، انتقال و بومی سازی فناوریهای نوین سازگار با محیط زیست
 - ✓ جمع‌آوری و در دسترس قراردادن نتایج تحقیقات در قالب بانکهای اطلاعاتی برای مدیران و کارشناسان بخش برق و انرژی
 - ✓ توسعه سطح کارآمدی مدیریت خرید در بخش در جهت انجام فعالیت‌های واردات همراه با پیش بینی‌های نرخ ارز
 - ✓ اولویت در تامین نیاز مصرف از طریق نیروگاههای با راندمان بالاتر
 - ✓ ارتقای سطح استانداردهای فنی تولید برق و نوسازی تجهیزات صنعت برق
 - ✓ بستر سازی، ارائه مجوزها، تسهیلات، تضمین‌های لازم، اصلاح قوانین و مقررات و سایرحمایت‌ها برای حضور موثر بخش خصوصی در مبادلات بین المللی برق و صادرات خدمات فنی و مهندسی
 - ✓ استفاده از تجارب سایر کشورها و اعتبارات بین‌المللی برای کاهش آلودگی‌ها و ایجاد سامانه‌های پایش و کنترل اثرات مخرب زیست محیطی
 - ✓ توسعه نرم‌افزارها، بانکهای اطلاعاتی و تجارب سایر کشورهای پیشرو
 - ✓ ایجاد ارتباط مناسب بین مراکز تصمیم‌سازی و بخش تکنولوژی اطلاعات
- تهیه نقشه راه دراز مدت برای بخش تولید مستلزم بررسی حوزه‌های زیر مجموعه آن بخش می‌باشد. پروژه حاضر می‌تواند بستر لازم برای دستیابی به یک برنامه جامع توسعه حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید را فراهم سازد. بدیهی است که در انتهای این طرح می‌توان از نتایج به دست آمده در بازنگری و تکمیل اهداف کلان صنعت برق در حوزه تولید و بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات استفاده نمود.

فصل چهارم

بررسی سابقه و اقدامات انجام شده در حوزه

نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق

کشور

۴-۱ - مقدمه

تولد بخش تولید صنعت برق همراه با به کارگیری فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بوده است، به گونه‌ای که در بسیاری از موارد بخش تولید با بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات مترادف منظور شده است. در بخش تولید صنعت برق ایران تاکنون فعالیت‌های قابل توجهی در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات صورت گرفته است. در این فصل، مختصری از پیدایش رویکرد سیستماتیک در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در نیروگاه‌های کشور و برخی از اقدامات انجام شده در این عرصه به اجمال مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۴-۲ - پیدایش نگاه سیستماتیک بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در

نیروگاه‌های کشور

در گذشته با ورود واحدهای نیروگاهی به کشور، عموماً بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های احداث شده در کشور بر اساس دستورالعمل‌های سازنده صورت می‌پذیرفته است. توسعه انواع واحدهای نیروگاهی اعم از بخاری، گازی و سیکل ترکیبی موجب گردید که دیدگاه‌های جدیدی در این زمینه ایجاد گردد. از جمله این اقدامات می‌توان به ایده مدون نمودن استانداردهای نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی کشور در اوایل دهه هفتاد اشاره کرد. در این راستا دفتر مهندسی و نظارت بخش تولید صنعت برق همگون سازی و استاندارد کردن نوع و مدت تعمیرات واحدهای بخاری و گازی را در دستور کار خود قرار داد.

از جمله خروجی‌های طرح مذکور می‌توان به توسعه و استاندارد سازی برخی از فعالیت‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات اشاره نمود. به گونه‌ای که برنامه نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی تحت عنوان PM به عنوان حداقل‌های لازم مطرح گردید.

در تداوم توسعه این الگو و با ورود نسل‌های جدید از انواع واحدهای نیروگاهی به بخش تولید صنعت برق، دفتر مذکور وظایف زیر را بر عهده گرفت :

- هماهنگی در تهیه دستورالعمل و استانداردهای بهره‌برداری تجهیزات نیروگاه‌های بخاری، گازی و سیکل ترکیبی
 - مشاوره فنی با نیروگاهها در جهت رفع مشکلات بهره‌برداری
 - نظارت و تأیید فنی کیفی و کمی بهره‌برداری نیروگاهها
 - بررسی حوادث نیروگاهها و تهیه گزارش فنی در جهت جلوگیری از تکرار و پیشنهاد جهت رفع حوادث
 - همکاری با دفتر برنامه‌ریزی و نیروگاهها در جهت تهیه و تدوین برنامه‌های تعمیراتی با توجه به شرایط بهره‌برداری
 - همکاری با سایر بخش‌های ستادی توانیر و وزارت نیرو در رابطه با مسائل بهره‌برداری نیروگاهها
 - همکاری در تخصیص بودجه جاری و بهینه‌سازی و سرمایه‌گذاری نیروگاهها و نظارت عالی در اجرای آن
 - همکاری در تأیید صلاحیت شرکت‌های بهره‌برداری نیروگاهها
 - همکاری در تهیه استانداردهای بهره‌برداری نیروگاهها
 - همکاری در پروژه‌های تحقیقاتی و نمونه‌سازی ساخت داخل قطعات نیروگاهی
 - نظارت عالی بر پروژه‌های علمی، کاربردی صنعت برق که توسط سازمان‌های ذیربط و مراکز تحقیقاتی در جهت رفع مشکلات بهره‌برداری نیروگاهها تهیه می‌شود
 - بررسی و پیشنهاد ارائه رفع مشکلات بهره‌برداری نیروگاهها و هماهنگی در رفع آنها و انعکاس آن به سازمان توسعه برق ایران و شرکت‌های مهندسی مشاور جهت جلوگیری از تکرار در سایر پروژه‌ها
 - هماهنگی با سایر گروهها در رابطه با برنامه‌ریزی و نظارت بر اجرا جهت کاهش حوادث نیروگاهها ناشی از عدم بهره‌برداری صحیح
 - همکاری در برگزاری سمینارهای تخصصی و آموزش در بخش بهره‌برداری نیروگاهها در جهت ارتقاء فنی و تخصصی پرسنل بهره‌برداری نیروگاهها
- با توجه به تجدید ساختار صورت گرفته در بخش تولید صنعت برق و کاهش متخصصین حوزه‌های گوناگون در دفتر فنی تولید، برخی از وظایف مورد اشاره به نهادهای دیگر نظیر انجمن صنفی نیروگاههای ایران (اصنا) واگذار گردید. با این وجود همچنان خلایهای فنی و مدیریتی در این حوزه به خوبی احساس می‌گردد.

به همین دلایل کیفیت انجام فعالیتهای حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات در نیروگاه‌های کشور از تنوع بسیار قابل توجهی برخوردار است. به گونه‌ای که سطح ارائه خدمات بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات در برخی از نیروگاه‌های کشور با نیروگاه‌های مشابه در کشورهای پیشرفته قابل رقابت است. بالعکس در برخی از نیروگاه‌های کشور وضعیت بهره‌بردار و نگهداری و تعمیرات در وضعیت بسیار نامطلوبی قرار دارد.

۴-۳- برخی از اقدامات صورت گرفته در نیروگاه‌های کشور

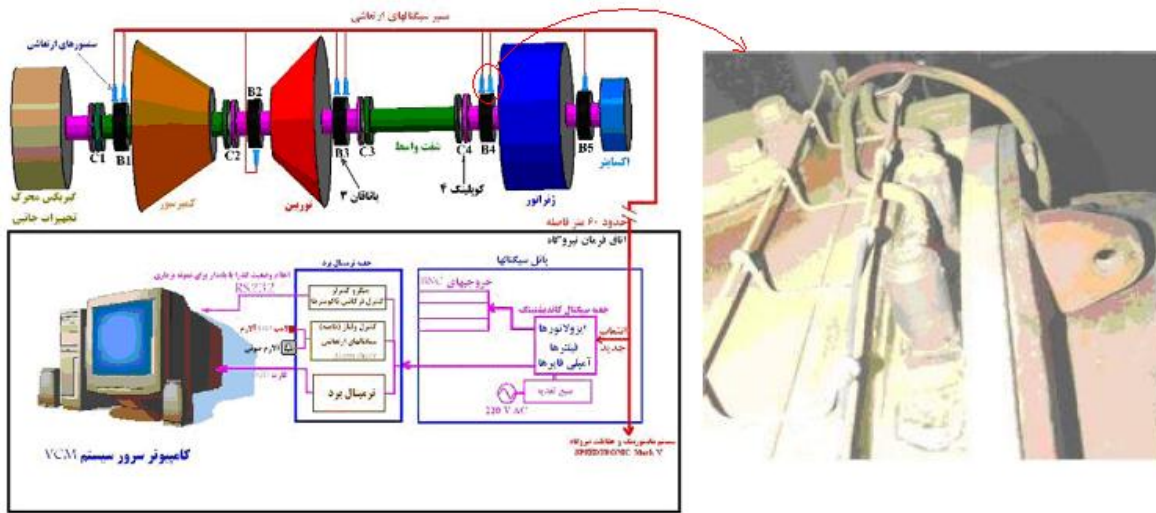
جهت ارائه تصویری از وضعیت بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات در نیروگاه‌های کشور، در ادامه به پاره‌ای از اقدامات قابل توجه (فراتر از وضعیت معمول) در حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات در برخی از نیروگاه‌های کشور پرداخته می‌شود.

۴-۳-۱- پیاده‌سازی سیستم عیب‌یابی مرکزی با آنالیز ارتعاشات در نیروگاه آبادان [۱۳]

سیستم تحت وب مانیتورینگ و عیب‌یابی مرکزی واحدهای نیروگاهی (به نام VCM تحت وب) با استفاده از روش آنالیز ارتعاشات در گروه مکانیک پژوهشگاه نیرو طراحی شده و بر روی ۴ مجموعه توربین-ژنراتور نیروگاه گازی آبادان پیاده‌سازی شده است. این سیستم از دو بخش سخت‌افزاری (شامل سنسورها، سیگنال‌کانشنرها و کارت A/D و ...) و نرم‌افزاری (شامل قسمت‌های دریافت و ذخیره داده‌ها در کامپیوتر و آنالیز داده‌ها بمنظور شناسایی عیوب ماشین‌ها) تشکیل شده است.

این سیستم امکان مانیتورینگ مستقیم و ثبت پارامترهای ارتعاشی ماشین‌های دوار را از راه دور فراهم نموده و قابلیت کنترل حدود آلام و خطر و ذخیره‌سازی اطلاعات و آنالیز آنها را به منظور عیب‌یابی دارا می‌باشد. با پیاده‌سازی این سیستم دسترسی به اطلاعات واحدهای نیروگاهی بصورت مستقیم (on-line) از طریق اینترنت در هر مکانی میسر بوده و تیم پروژه با تفسیر این اطلاعات بدون نیاز به مراجعه به نیروگاه علاوه بر توانایی بررسی وضعیت نیروگاه و تفسیر گزارش‌های نرم‌افزار، می‌تواند بصورت پیوسته مشاوره لازم در زمینه عیب‌یابی و تحلیل وضعیت ماشین‌های دوار اصلی نیروگاه را ارائه نماید.

سنسورهای ارتعاشی به کار رفته در نیروگاه آبادان از نوع سرعت سنج بوده و همگی در راستای قائم نصب شده‌اند. شکل ۴-۱ شماتیک نیروگاه و سنسورهای نصب شده را نشان می‌دهد.



شکل (۴-۱): شماتیک نیروگاه و سنسورهای نصب شده

۴-۳-۲- مونتورینگ ارتعاشات در نیروگاه گازی ری [۱۴، ۱۵]

در نیروگاه ری با عمری در حدود ۲۵ سال انواع مختلف توربین گازی با عمرهای مختلف نصب شده است. واحدهای موجود در این نیروگاه شامل ۸ واحد هیتاچی قدیمی مدل GE، ۱۰ واحد هیتاچی جدید مدل GE، ۶ واحد AEG مدل GE، ۶ واحد آسک مدل فیات، ۸ واحد فیات، ۳ واحد میتسوبیشی می باشد.

برای اندازه گیری ارتعاش در توربین های F5 مستقر در این نیروگاه از سه سنسور شتاب استفاده می شود که هر سه در جهت عمودی روی پوسته های یاتاقان کمپرسور، یاتاقان ژنراتور و توربین نصب شده اند. در شکل (۴-۲) محل نصب سنسور شتاب بر روی پوسته یاتاقان نشان داده شده است.



شکل (۴-۲): محل نصب سنسور روی پوسته یاتاقان

سیگنال خروجی سنسورهای شتاب در نیروگاه ری تا اطاق کنترل محلی منتقل می‌شود. در آنجا مقادیر ارتعاشات هر سه سنسور بر روی یک اندیکاتور با یک سویچ توسط اپراتور قابل قرائت می‌باشد (شکل ۴-۳)



شکل (۴-۳): سویچ و اندیکاتور ارتعاشات در نیروگاه ری

مقدار ارتعاشات یک سنسور در آن واحد بر روی اندیکاتور قابل مشاهده است و امکان مشاهده هر سه مقدار ارتعاشات بطور همزمان وجود ندارد. مقدار ارتعاشات در بازرسی عمومی در دیتاشیت ثبت می‌شود. بدین ترتیب سوابق ارتعاشی واحدها فقط شامل مقدار Overall در دفاتر قابل دسترسی می‌باشد و امکان تحلیل ارتعاشات وجود ندارد. به خاطر بازه زمانی بین قرائت مقدار ارتعاشات، در صورت افزایش ارتعاش هیچ آلارمی داده نمی‌شود و امکان حفاظت ماشین وجود ندارد. سیستم اندازه‌گیری ارتعاشات در نیروگاه ری یک سیستم ابتدایی با حداقل تجهیزات است و در وضعیت فعلی برای پیاده‌سازی پایش وضعیت ارتعاشات در نت پیشبینانه مناسب نمی‌باشد.

۴-۳-۳- مونتورینگ ارتعاشات در نیروگاه گازی دماوند [۱۴]

نیروگاه دماوند یکی از جدیدترین نیروگاه‌های گازی کشور می‌باشد که دارای ۱۲ واحد ۱۵۹ مگاواتی است. این توربینها طرح زیمنس و از نوع V94.2 بوده و هر واحد دارای یک کمپرسور ۱۶ مرحله‌ای و توربین ۴ مرحله‌ای می‌باشد. توربین در دور 3000 RPM کار می‌کند و با ژنراتور از طریق یک شفت میانی کوپل مستقیم است. هر توربین دارای چهار یاتاقان می‌باشد. یاتاقان کمپرسور از نوع hrust است و بقیه یاتاقانها ژورنال ساده می‌باشند.

در نیروگاه دماوند بر روی هر واحد ۱۶ سنسور ارتعاشی نصب شده است و سیگنال ارتعاشات به اطاق فرمان آورده می‌شود. همچنین مقادیر هشدار و خطر برای دامنه ارتعاشات مشخص شده و در صورت بالا رفتن دامنه ارتعاشات واحد، فرمان Alarm و یا Trip صادر می‌شود. تجهیزات ارتعاشی بکار گرفته شده به طور عمده شامل سنسور، کابل، اتصالات، عمل آور سیگنال، سیستم اخذ و پردازش داده و بخش نرم افزاری می‌باشد.

در نیروگاه دماوند برای اندازه گیری ارتعاشات مطلق پوسته یاتاقان و ارتعاشات نسبی شفت از دو نوع سنسور شتاب و جابجایی استفاده شده است. سنسورهای شتاب از نوع پیزوالکتریک مدل CA201 بوده و بر روی پوسته یاتاقان در جهت عمودی نصب شده اند. بر روی هر یاتاقان دو عدد سنسور شتاب در کنار هم برای بالا بردن ضریب اطمینان نصب شده است سنسورهای جابجایی بکار رفته در نیروگاه دماوند از نوع غیر تماسی (proximity probe) مدل TQ402 می‌باشند. سنسور جابجایی بر روی پوسته یاتاقان نصب شده و نوک پروب آنها در مجاورت شفت قرار دارد. این سنسورها جابجایی نسبی شفت و یاتاقان را اندازه گیری می نمایند. در اشکال (۴-۴) و (۵-۴) محل نصب سنسورهای شتاب و جابجایی بر روی محفظه یاتاقان ژنراتور نشان داده شده است.



شکل (۴-۴): سنسورهای شتاب بر روی پوسته یاتاقان



شکل (۴-۵): سنسورهای غیر تماسی جابجایی بر روی پوسته یاتاقان

برای اخذ و پردازش داده‌های ارتعاشی در نیروگاه دماوند از سیستم VM600 محصول شرکت Vibro-meter استفاده شده است. این سیستم که در شکل ۴-۶ نشان داده شده است مجموعه‌ای کامل برای اخذ داده، پردازش، حفاظت و مانیتورینگ ماشین‌آلات می‌باشد. البته سیستم VM600 بطور کامل در نیروگاه دماوند نصب نشده و فقط بخشی از آن که مربوط به حفاظت در برابر ارتعاشات بالا است مورد استفاده قرار گرفته است.



شکل (۴-۶): سیستم VM600

با توجه به این واقعیت که در نیروگاه دماوند کلیه سنسورهای ارتعاشات در محل نصب شده و قسمت عمده سخت‌افزار پایش وضعیت مورد نیاز فراهم شده است، به نظر می‌رسد که تنها مانع بکارگیری فن‌آوری پایش وضعیت پیشرفته در نیروگاه دماوند، عدم آگاهی و نه هزینه سیستم بوده است. در نیروگاه دماوند با اضافه کردن نرم‌افزار مناسب و آموزش لازم می‌توان سیستم پایش وضعیت پیشرفته را پیاده‌سازی نمود. این عملیات هزینه بسیار پایینی دارد و در مقابل دستاوردهای فراوانی برای نیروگاه خواهد داشت.

۴-۳-۴- آنالیز ارتعاشات و جریان موتور در نیروگاه منتظر قائم [۱۶]

سیستم مستقیم تشخیص خطا به نام VCM که قبلاً در مورد پیاده‌سازی تحت وب آن روی واحدهای گازی نیروگاه آبادان به طور مفصل توضیح داده شد به منظور آنالیز ارتعاشات و جریان موتور بر روی فیدپمپ واحد ۶ سیکل ترکیبی نیروگاه منتظر قائم نیز پیاده‌سازی شده است. مجموعه الکتروفیدپمپ‌های بویلر بازیاب سیکل ترکیبی نیروگاه منتظر قائم دارای سیستم سنسورهای ارتعاشی و جریان موتور بصورت همزمان می‌باشد. این مجموعه دارای ۶ سنسور جابجایی سنج غیرتماسی از نوع جریان ادی است که دو تایی آنها در راستای محوری و چهار تایی دیگر در راستای شعاعی بر روی یاتاقان‌های پمپ نصب شده

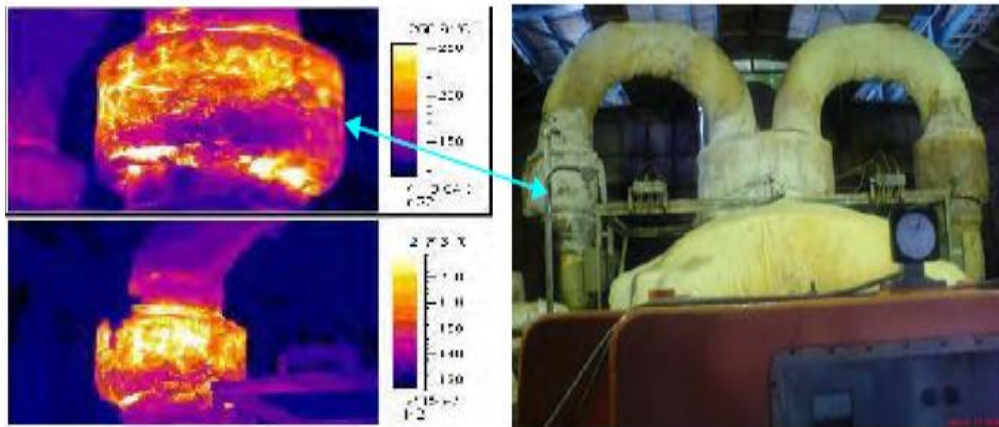
اند (بر روی هر یاتاقان دو سنسور بصورت عمود بر هم) یاتاقان‌های پمپ از نوع روغنی و یاتاقان‌های موتور از نوع بلبیرینگ می‌باشند. هر سنسور جابجایی سنج دارای یک درایور با خروجی ۴ تا ۲۰ میلی‌آمپر می‌باشد که این جریان به اتاق کنترل هدایت می‌شود. کلیه درایورهای سنسورهای ارتعاشی (شش عدد که همگی از یک نوع می‌باشند) در یک جعبه در کنار پمپ قرار دارند و تمامی سنسورهای ارتعاشی نصب شده روی الکتروفیدپمپ به این درایورها متصل می‌باشند. درایورها دارای دو خروجی یکی از نوع جریانی و دیگری از نوع ولتاژی می‌باشد. خروجی جریانی این درایورها به اتاق کنترل متصل می‌باشد و به دلایل ایمنی و پیشگیری از توقف‌های احتمالی واحد در اثر خطای سیستم جدید، سیگنال‌های جریانی موجود در اتاق کنترل بطور موازی با سیستم مانیتورینگ نیروگاه عمل می‌نماید.

۴-۳-۵- طراحی و استقرار سیستم نگهداری و تعمیرات مبتنی بر وضعیت در نیروگاه حرارتی شازند [۱۷ و ۱۸]

نیروگاه حرارتی شازند با ظرفیت تولید ۱۳۰۰ مگاوات انرژی الکتریکی، دارای ۴ واحد ۳۲۵ مگاواتی بوده و از سال ۱۳۷۹ به شبکه سراسری تولید برق کشور پیوسته است. شازند اولین نیروگاه کشور است که اقدام به تأسیس واحد پایش وضعیت حرفه‌ای و مستقل نموده است. تهیه دستگاه ارتعاش سنجی (مدل ویبروتست ۶۰ ساخت شرکت B&K Vibro) را که در انتهای سال ۱۳۸۱ رخ داد، می‌توان اولین مرحله از ایجاد برنامه پایش وضعیت در نیروگاه شازند نامید. در اوایل اندازه‌گیری‌ها، ثبت اطلاعات به صورت دستی و از طریق تکمیل دفترچه‌ای که بدین منظور تهیه شده بود، صورت می‌گرفت. در این دفترچه به هر تجهیز یک صفحه (با فرمت مشخص) اختصاص داده شده بود که اطلاعات جانبی تجهیز و شماتیک آن را در بر می‌گرفت و تاریخ داده برداری و مقادیر ارتعاشات نیز در جدول تعبیه شده یادداشت می‌شد. در پایین صفحه نیز محلی برای درج نظریات و نتایج اندازه‌گیری وجود داشت. در سال ۸۲ و پس از اختصاص یک نفر کارشناس مختص برنامه ارتعاش سنجی، ضمن مدون شدن برنامه پایش وضعیت بر اساس ارتعاش سنجی، ثبت اطلاعات به صورت نرم‌افزاری درآمد و یک پایگاه داده کامپیوتری برای این موضوع تهیه شد و از آن به بعد ثبت نتایج اندازه‌گیریها به صورت اتوماتیک و از طریق شاخه‌های تعریف شده صورت می‌پذیرد.

واحد پایش وضعیت نیروگاه شازند فعالیت رسمی خود را از سال ۱۳۸۳ با پیاده سازی برنامه آنالیز ارتعاشات تجهیزات دوار شروع کرده و از سال ۱۳۸۷ علاوه بر پایش وضعیت ارتعاشات بسیاری از تجهیزات دوار (۵۰۹ دستگاه پمپ، فن و الکتروموتور بعلاوه ۴ واحد توربوژنراتور) به صورت دقیق و حرفه‌ای، کلیه این تجهیزات از طریق تکنیک های ارزیابی وضعیت صدا و آلتراسونیک و ترموگرافی هم مورد پایش قرار گرفته‌اند.

در اشکال ۴-۷ و ۴-۸ نمونه هایی از نتایج تست ترموگرافی در نیروگاه شازند آمده است.



شکل (۴-۷): بررسی وضعیت عایق‌بندی لوله‌های ورود بخار به توربین

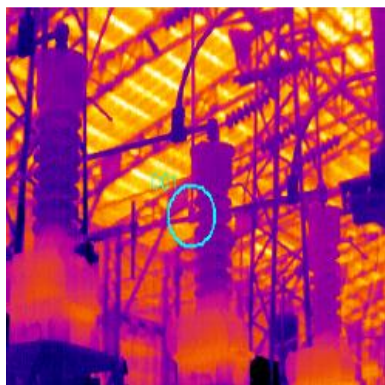


شکل (۴-۸): بررسی وضعیت عملکرد والوها و تله های بخار

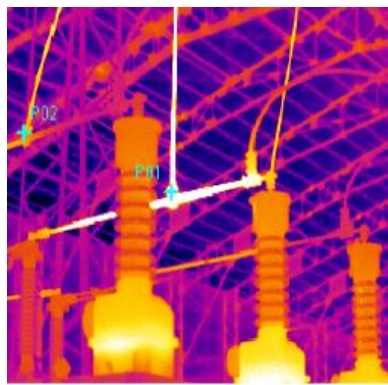
۴-۳-۶- پایش وضعیت با بهره گیری از فناوری ترموگرافی در نیروگاه حرارتی

در نیروگاه اصفهان انجام ترموگرافی از تجهیزات الکتریکی فشار قوی و پست‌های بلافصل آن سابقه ای بیش از ده سال دارد که در ابتدای امر با دوربین‌های پر حجم مدل IR470 ساخت شرکت AGEMA کشور سوئد و از طرف ارگان‌های دیگر انجام می‌پذیرفت اما در حال حاضر این شرکت با خرید دوربین‌های جدید و بر اساس برنامه‌های زمان بندی شده متولی این امر شده است. انجام الزامی ترموگرافی مطابق زمان بندی ذکر شده به طور معمول دو یا سه بار قبل از تعمیرات دوره ای و اساسی می‌باشد. ولی در بازدیدها و بررسی‌های دوره ای هر دو ماه یکبار انجام می‌پذیرد. در تجهیزات الکتریکی نقاط گرم بر اثر وجود مقاومت‌های تشکیل شده و عبور جریان الکتریکی ایجاد می‌گردد. علل ایجاد این مقاومتها را می‌توان شل بودن اتصالات، کثیف بودن، گرد و غبار، اکسیده شدن سطوح داخلی اتصالات و ایجاد نقاط جوش خورده به هم، ناخالص و نا مرغوب بودن یراق آلات نظیر کلمپها و ...، اتصالات با مقاطع نامناسب، فرسوده بودن اتصالات، در گیر نشدن کامل تیغه‌های سکسیونرها و ... تلقی نمود.

در نیروگاه اصفهان دوربین ترموگرافی برای تشخیص عیوب مختلفی بکار می‌رود که نمونه‌هایی از آنها در شکل ۴-۹ دیده می‌شود.



تصویر حرارتی بعد از رفع عیب



تصویر حرارتی قبل از رفع عیب



عکس واقعی

شکل (۴-۹): نمونه‌ای از ترموگرافی

۴-۳-۷- ارائه برنامه تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان و دسترسی برای نیروگاه شهید

منتظری اصفهان [۲۰]

در این پروژه با استفاده از نتایج مطالعات قابلیت اطمینان برنامه‌های راهبردی و سیاست‌های کلان نوسازی و تعمیرات تدوین شده است. در این راستا ابتدا نحوه انجام مطالعات قابلیت اطمینان نیروگاه شهید منتظری اصفهان با استفاده از مدل مارکف بررسی و سپس با استفاده از نتایج مطالعات قابلیت اطمینان برنامه تعمیرات پیشگیرانه به نحوی برای هر واحد نیروگاه ارائه گردیده است که آن واحد دارای بیشترین قابلیت اطمینان و دسترسی گردد. ارائه این برنامه تعمیراتی بر اساس توزیع‌های احتمال صورت گرفته است. با استفاده از نتایج محاسبات قابلیت اطمینان نیروگاه طی سالهای ۸۳ تا ۸۷ قابلیت اطمینان و دسترسی محاسبه شده به نحوی ماکزیمم شده است که توالی تعمیرات پیشگیرانه برای هر واحد نیروگاه بدست آید. همچنین چگونگی ارائه برنامه بروزتری برای ۵ سال بعد یعنی تا پایان سال ۹۲ بررسی شده است

شرکت مدیریت تولید برق شهید محمد منتظری در زمینه بهره‌برداري واحدهای نیروگاه فعالیت دارد و دارای ۸ واحد بخار با ظرفیت ۲۰۰ مگاوات می‌باشد و به شبکه‌های فوق توزیع و انتقال متصل است. بهره‌گیری از نتایج مطالعات قابلیت اطمینان در این نیروگاه از دو جهت حائز اهمیت است. ابتدا این که این مطالعات یک راهنمای جامع جهت میزان استمرار تولید تمام واحدها بوده و ثانیاً یک راهنمای موثر جهت انجام تصمیم‌گیری‌های کلیدی به هنگام وقوع وقفه‌های اجباری برای هر واحد می‌باشد. از جمله این تصمیمات کلیدی می‌توان به زمان مناسب تعمیرات دوره‌ای، تعمیرات اساسی و حتی انجام نوسازی تجهیزات واحد اشاره کرد.

فصل پنجم

جمع بندی و نتیجه گیری

در یک جمع‌بندی کلی اهم نتایج به دست آمده از این مرحله از گزارش به شرح زیر قابل جمع‌بندی می‌باشد:

❖ بررسی‌های صورت‌گرفته حاکی از آن است که به دلایل (۱) اهمیت به روز بودن فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات در بخش نیروگاهی، (۲) ضرورت توسعه ساختار و توانمندی‌های نگهداری و تعمیرات در بخش، (۳) ابعاد اقتصادی گسترده طرح انجام این طرح از ضرورت قابل توجهی برخوردار است. به همین دلیل پاسخگویی به نیازهای بخش تولید صنعت برق در حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات در قالب یک نقشه راه مورد توجه متولیان بخش تولید صنعت برق قرار گرفته است.

❖ در بخشی از این مرحله به تبیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعه پرداخته شد. بر این اساس سطح تحلیل پیشنهادی به سطح وزارت نیرو محدود گردید. از حیث سطح مطالعه و مرزبندی فنی، پس از بررسی‌های صورت‌گرفته، سطح مطالعه پیشنهادی به نیروگاه‌های گازی، بخاری و سیکل ترکیبی محدود گردید. البته با توجه به لحاظ کردن نگاه سیستمی علاوه بر نگاه فناورانه در پروژه حاضر، مطالعه قابلیت تعمیم به سایر نیروگاه‌های حوزه تولید را دارا می‌باشد. علاوه بر موارد پیش‌گفته افق زمانی تحلیل به دوره ۱۰ ساله محدود گردید.

❖ از نظر حوزه‌های فنی مورد پوشش نیز مجموعه استراتژی‌های مربوط به رویکرد سیستمی به نگهداری و تعمیرات و رویکردهای نوین مدیریتی شامل نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر ریسک، نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر، و مواردی از این دست، باید مورد توجه قرار گیرد. علاوه بر این، فناوری‌هایی که نقش پشتیبان را برای پیاده‌سازی استراتژی‌های فوق دارند اعم از فناوری‌های پایش وضعیت، آنالیزها، آزمون‌ها و بازرسی‌های مربوطه (شامل فناوری‌های آنالیز روغن، آنالیز ارتعاشات، اسپکتروسکوپی، ترموگرافی، آنالیز صوتی، تست ذرات مغناطیسی، رادیوگرافی و ...) در محدوده مطالعات می‌باشند.

❖ بررسی اسناد بالادستی حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیز بر ضرورت انجام چنین طرحی تاکید می‌نماید. برخی از شاخص‌های کمی نظیر افزایش بازده نیروگاه‌های حرارتی حداقل به میزان سالیانه یک درصد و رساندن به بازده ۴۱ درصد نیز توجه مضاعف به حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات را ضروری می‌گرداند. عرضه برق مطمئن،

پایا و با کیفیت مناسب در حد استانداردهای جهانی به همراه کاهش هزینه‌های تمام شده تولید برق از جمله سرفصل‌های مورد تاکید در این زمینه می باشد.

❖ مروری بر تحولات صورت گرفته در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق و برخی اقدامات صورت گرفته در زمینه به کارگیری فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نوین از جمله موارد مورد توجه در این مطالعه می باشد. در یک بررسی اجمالی اگرچه اقدامات صورت گرفته قابل توجه بوده است ولی همچنان ناکافی می باشد.

❖ پروژه حاضر می‌تواند بستر لازم برای دستیابی به یک برنامه جامع توسعه حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید را فراهم سازد. بدیهی است که در انتهای این طرح می‌توان از نتایج به دست آمده در بازنگری و تکمیل اهداف کلان صنعت برق در حوزه تولید و بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات استفاده نمود.

مراجع

- [۱] گروه بهره‌بردار، پژوهشکده تولید، پژوهشگاه نیرو "بررسی فنی و اقتصادی و انتخاب فناوری‌های مناسب برای توسعه ظرفیت‌های تولید برق"، مهر ۱۳۹۰
- [۲] گروه بهره‌بردار، پژوهشکده تولید، پژوهشگاه نیرو "تدوین مبانی سند افزایش راندمان نیروگاهها"، آبان ۱۳۹۳
- [۳] گروه بهره‌بردار، پژوهشکده تولید، پژوهشگاه نیرو "روشهای نوین تعمیرات و نگهداری تجهیزات الکتریکی در واحدهای نیروگاهی"، بهمن ۱۳۹۳
- [۴] انتشارات شرکت توانیر، "آمار تفصیلی صنعت برق - تولید نیروی برق سال"، ۱۳۹۲
- [5] Department of Energy, "Operations & Maintenance Best Practices", August 2010
- [۶] سایت شرکت مدیریت شبکه برق ایران به آدرس
<http://sccisrep.igmc.ir>
- [۷] دفتر برنامه ریزی تولید، "اطلاعات فنی و اقتصادی نیروگاههای کشور"، آذر ماه ۱۳۸۵
- [۸] سایت ژورنال سیکل ترکیبی به آدرس <http://www.ccj-online.com>
- [9] CII-Sohrabji Godrej Green Business Centre, Confederation of Indian Industry "Manual on Best Practices in Indian Thermal Power Generating Units".
- [۱۰] برنامه وزارت نیرو در دولت دهم (کتاب اول) با شعار کاهش هزینه‌ها، سرعت در اجرا، شفاف سازی و بهره‌وری، تهیه شده معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی وزارت نیرو، تیر ماه ۱۳۸۹ مندرج در سایت دفتر برنامه‌ریزی و تلفیقی و راهبردی وزارت نیرو به آدرس اینترنتی <http://ipo.moe.org.ir>
- [۱۱] طرح پژوهشی "تدوین سند چشم‌انداز و برنامه راهبردی وزارت نیرو اهداف استراتژیک و استراتژی‌های وزارت نیرو در بخش برق و انرژی کشور" پژوهشکده مدیریت سما، ۱۳۸۷
- [۱۲] گزارش "آرمان صنعت برق ایران" شرکت توانیر، ویرایش دوم، خرداد ۱۳۸۴
- [۱۳] م. آقا امینی، ا. جعفری، ح. خالصی، م. قمری، ف. خبازی پور، "پیاده سازی سیستم عیب یابی مرکزی با آنالیز ارتعاشات در نیروگاه آبادان"، چهارمین کنفرانس نیروگاه‌های برقی، تهران، ۱۳۹۰

- [۱۴] م. بهزاد، م.ع. غریب، ع. روحانی بسطامی، "نگاهی بر وضعیت مونیتورینگ ارتعاشات در نیروگاه‌های گازی کشور از گذشته تا حال"، سومین کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات، ۱۳۸۴
- [۱۵] م. شخص نیایی، م.ع. آزاده، "شبیه‌سازی عملیات نگهداری و تعمیرات نیروگاهی با هدف ظرفیت‌سنجی تولید: مطالعه موردی نیروگاه گازی ری"، اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت و برنامه‌ریزی انرژی، تهران، ۱۳۸۴
- [۱۶] م. آقاامینی، "طراحی و پیاده‌سازی سیستم مستقیم تشخیص خطا در ماشینهای دوار با روشهای آنالیز ارتعاشات و جریان موتور در نیروگاه منتظر قائم"، شانزدهمین کنفرانس سالانه (بین‌المللی) مهندسی مکانیک، کرمان، ۱۳۸۷
- [۱۷] ح.و. فراهانی، "مبانی طراحی و استقرار سیستم نگهداری و تعمیرات مبتنی بر وضعیت در واحدهای صنعتی مطالعه موردی: نیروگاه حرارتی شازند"، دومین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب‌یابی ماشین‌آلات، ۱۳۸۶
- [۱۸] ا. کندی، م.ص. غلامی دیلمی، "نمونه‌هایی از اجرای موفق برخی تکنیک‌های پایش وضعیت در واحد CM نیروگاه حرارتی شازند"، چهارمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب‌یابی ماشین‌آلات ایران، تهران، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۸
- [۱۹] ع. عبدالهی، م. عبدالهی "پایش وضعیت و تعمیرات پیشگیرانه با بهره‌گیری از فناوری ترموگرافی"، چهارمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب‌یابی ماشین‌آلات ایران، تهران، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۸
- [۲۰] ر. پورآقابابا، ج. مرادی، س. منصوری، "ارائه برنامه تعمیرات پیشگیرانه مبتنی بر اصول قابلیت اطمینان و دسترسی برای نیروگاه شهید منتظری اصفهان"، بیست و ششمین کنفرانس بین‌المللی برق، تهران، ۱۳۸۹

فهرست مطالب

فصل اول: تبیین رویکرد سیستمی به موضوع بهره برداری نگهداری و تعمیرات در بخش تولید صنعت برق	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- برخی از استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات	۴
۱-۲-۱- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM) [۱]	۴
۱-۲-۲- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر ریسک (RBM) [۲]	۵
۱-۲-۳- نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM)	۶
۱-۲-۴- سیستم مکانیزه نگهداری و تعمیرات [۵]	۱۱
فصل دوم: فناوری‌های پایش وضعیت	۱۳
۱-۲- مقدمه	۱۴
۱-۲-۲- آنالیز روغن (Oil Analysis)	۱۴
۱-۲-۲-۱- مقدمه	۱۴
۱-۲-۲-۲- کاربردهای آنالیز روغن و ذرات فرسایشی در برنامه پایش وضعیت (CM)	۱۵
۱-۲-۲-۳- اسپکتروسکوپی (آنالیز عنصری)	۱۵
۱-۲-۲-۴- تغییرات ویسکوزیته روغن در اثر آلودگی	۱۷
۱-۲-۲-۵- پیش بینی تعمیرات با استفاده از تکنیک آنالیز روغن	۱۸
۱-۲-۳- آنالیز ارتعاشات	۱۸

- ۱۸..... ۱-۳-۲- مقدمه
- ۱۹..... ۲-۳-۲- نیروهای ارتعاش زا (Vibratory Forces)
- ۲۰..... ۳-۳-۲- امپدانس مکانیکی (Impedance)
- ۲۰..... ۴-۳-۲- عیوب قابل شناسایی به وسیله آنالیز ارتعاشات
- ۲۱..... ۵-۳-۲- تجهیزات قابل پایش و کنترل با استفاده از آنالیز ارتعاشات
- ۲۳..... ۶-۳-۲- روشها و تکنیکهای تحلیل ارتعاشات به منظور پایش وضعیت
- ۲۶..... ۷-۳-۲- امکانات مورد نیاز برای اجرای برنامه پایش وضعیت (CM) مبتنی بر ارتعاش سنجی
- ۲۷..... ۸-۳-۲- انواع سنسورهای ارتعاش سنجی
- ۳۱..... ۴-۲- ترموگرافی (آنالیز حرارتی)
- ۳۱..... ۱-۴-۲- مقدمه
- ۳۱..... ۲-۴-۲- کاربرد ترموگرافی در صنایع مختلف
- ۳۳..... ۳-۴-۲- امکانات مورد نیاز برای ترموگرافی
- ۳۵..... ۴-۴-۲- نمونه هایی از تصاویر ترموگرافی در تجهیزات مختلف
- ۳۶..... ۵-۲- پایش انتشار امواج فراصوت (Ultrasonic Monitoring) و آنالیز صوتی
- ۳۶..... ۱-۵-۲- مقدمه
- ۳۷..... ۲-۵-۲- انواع امواج فراصوت منتشر شده
- ۳۹..... ۳-۵-۲- آنالیز صدا

- ۶-۲-۶- آزمون ذرات مغناطیسی (Magnetic Particle Test)..... ۳۹
- ۶-۲-۶-۱- مقدمه ۳۹
- ۶-۲-۶-۲- اثر راستای میدان مغناطیسی بر نمایش ترک..... ۴۰
- ۶-۲-۶-۳- میدان مغناطیسی دوار ۴۰
- ۶-۲-۶-۴- امکانات مورد نیاز برای اجرای تست ذرات مغناطیسی ۴۲
- ۶-۲-۶-۵- ابزار های ایجاد میدان مغناطیسی..... ۴۳
- ۶-۲-۷-۱- بازرسی با اشعه ایکس (رادیوگرافی)(X-ray or radiography inspection) ۴۷
- ۶-۲-۷-۱- مقدمه ۴۷
- ۶-۲-۷-۲- موارد کاربرد آزمون رادیوگرافی ۴۸
- ۶-۲-۷-۳- فیلم های رادیوگرافی ۴۹
- ۶-۲-۷-۴- مزایا و معایب تست رادیوگرافی ۵۰
- ۶-۲-۷-۵- نمونه های استفاده از رادیوگرافی ۵۰
- ۶-۲-۸-۱- بازرسی به روش مایعات نافذ (Liquid penetrant Test) ۵۱
- ۶-۲-۸-۱- مقدمه ۵۱
- ۶-۲-۸-۲- کاربرد های تست مایعات نافذ ۵۱
- ۶-۲-۸-۳- مزایا و معایب تست مایعات نافذ ۵۲
- ۶-۲-۸-۴- مراحل اجرای تست مایعات نافذ ۵۲

- ۵۵-۸-۲-۵- نمونه های کاربرد تست مایعات نافذ در تشخیص عیوب.....
- ۵۶-۹-۲- آنالیز عملکرد (Performance Analysis).....
- ۵۸- فصل سوم: تعیین مهمترین فناوریهای حوزه بهره برداری، نگهداری و تعمیرات و تهیه درخت موضوع.....
- ۵۹-۱-۳- مقدمه.....
- ۵۹-۲-۳- بررسی کلی موضوع مهندسی قابلیت اطمینان و ارتباط آن با حوزه O & M.....
- ۶۰-۱-۲-۳- مبانی قابلیت اطمینان.....
- ۶۱-۳-۳- درخت موضوع قابلیت اطمینان.....
- ۶۳-۱-۳-۳- عوامل مؤثر بر قابلیت اطمینان.....
- ۶۵-۲-۳-۳- شناخت خرابی (ازکار افتادگی).....
- ۶۵-۳-۳-۳- تکنیک های مهندسی قابلیت اطمینان.....
- ۶۶-۴-۳-۳- سازمان های حرفه ای برای مهندسی قابلیت اطمینان.....
- ۶۶-۴-۳- ارتباط حوزه O & M با طرح های کلان و راهبردی افزایش راندمان و افزایش عمر.....
- فصل چهارم: مروری بر آینده پژوهی در بخش تولید صنعت برق و ارتباط آن با حوزه بهره برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها
- ۶۹-.....
- ۷۰-۱-۴- مقدمه.....
- ۷۲-۲-۴- بررسی مستندات آینده پژوهی در صنعت برق.....
- ۷۲-۱-۲-۴- مقاله "آینده پژوهی و صنعت برق ایران".....

- ۷۹-۲-۲-۴- بررسی کتاب "مسیر آینده فناوری برق مواجهه با چالش‌های قرن ۲۱" و سایر مراجع.....
- ۸۲-۳-۲-۴- آینده و چالش‌های صنعت برق.....
- ۸۵- فصل پنجم: رویکردهای نوین بهره برداری، نگهداری و تعمیرات.....
- ۸۶-۱-۵- مقدمه.....
- ۸۶-۲-۵- بررسی و معرفی کلی تعمیرات الکترونیکی (eMaintenance).....
- ۸۷-۳-۵- مدیریت داراییهای فیزیکی.....
- ۹۰-۱-۳-۵- سوابق بکارگیری PAM در صنعت برق ایران و جهان.....
- ۹۱-۲-۳-۵- استانداردهای PAM و زیرساختهای لازم برای طراحی این فرایند در بخش تولید صنعت برق.....
- ۹۲-۳-۳-۵- ارتباط PAM با بخش بهره برداری، نگهداری و تعمیرات.....
- ۹۲-۴-۳-۵- برنامه ریزی پروژه پیاده سازی سیستم مدیریت دارایی های فیزیکی.....
- ۹۳-۵-۳-۵- مدل های تعالی نت.....
- ۹۳-۶-۳-۵- چارچوب الزامات سیستم مدیریت دارایی های فیزیکی ISO 55001:2014.....
- ۹۵-۷-۳-۵- رئوس برخی موضوعات تکنیکی مرتبط با حوزه مدیریت داراییهای فیزیکی.....
- ۹۶- فصل ششم: جمع بندی و نتیجه گیری.....
- ۹۹- منابع و مراجع.....

فهرست جداول

جدول (۱-۱): مقایسه ویژگی‌های RCM با TPM [۱] ۹

جدول (۱-۲) مشخصات فرکانسی برخی عیوب متداول ۲۵

جدول (۲-۲) کاربرد ترموگرافی در پایش وضعیت صنایع مختلف ۳۲

فهرست اشکال

- شکل (۱-۱) ساختار عمومی سازمان در TPM ۷
- شکل (۲-۱) ارکان اصلی TPM ۸
- شکل (۱-۲) بلوک دیاگرام یک دماسنج غیر تماسی ۳۳
- شکل (۲-۲) اساس کار یک دوربین ترموگرافی ۳۴
- شکل (۳-۲) نمونه هایی از کاربرد ترموگرافی در تجهیزات مختلف ۳۶
- شکل (۴-۲) شماتیک یک سیستم STRUCTURE BORNE ۳۸
- شکل (۵-۲) شماتیک سیستم AIR BORNE ۳۹
- شکل (۶-۲) نشت میدان مغناطیسی در طول ترک (پل مغناطیسی) ۴۰
- شکل (۷-۲) میدان مغناطیسی دوار ۴۱
- شکل (۸-۲) میدان مغناطیسی محوری ۴۱
- شکل (۹-۲) آهنربای الکتریکی قابل حمل ۴۳
- شکل (۱۰-۲) کویل (COIL) ۴۴
- شکل (۱۱-۲) و (۱۲-۲) و (۱۳-۲) نمونه های تست ذرات مغناطیسی با پودر تر و آشکارسازی با فلورسنت ۴۶

شکل (۲-۱۴) و (۲-۱۵) نمونه های تست ذرات مغناطیسی با پودر خشک ۴۷

شکل (۲-۱۶) شماتیک اصول تست رادیوگرافی ۴۸

شکل (۲-۱۷) وجود ترک و نقص در جوش در شکل قابل مشاهده است. ۵۰

شکل (۲-۱۸) وجود نقص در لوله ۵۱

شل (۲-۱۹) مراحل اجرای تست مایعات نافذ ۵۳

شکل (۲-۲۰) و (۲-۲۱) و (۲-۲۲) نمونه کاربرد تست مایعات نافذ در تشخیص عیوب ۵۶

شکل (۳-۱) درخت موضوع قابلیت اطمینان ۶۲

شکل (۳-۲) درخت فناوری افزایش راندمان واحدهای نیروگاهی ۶۷

شکل (۳-۳) درخت فناوری افزایش عمر واحدهای نیروگاهی ۶۸

شکل (۴-۱) چارچوب الزامات بیان شده در استاندارد **ISO 55001:2014** و ارتباط بین بندهای مختلف استاندارد [۱۷] ۹۴

فصل اول :

تبیین رویکرد سیستمی به موضوع بهره‌برداری نگهداری و تعمیرات در
بخش تولید صنعت برق

۱-۱- مقدمه

کلیه بنگاه‌های اقتصادی، جهت رقابت در بازار بر اساس برخی اولویت‌های مرتبط با توانمندی‌هایشان با یکدیگر به رقابت می‌پردازند. نگهداری و تعمیرات بخش جدایی‌ناپذیر تولید است که می‌تواند این اولویت‌های رقابتی را تحت تاثیر قرار دهد و در نتیجه استراتژی‌های کسب و کار را به شکل مثبت یا منفی متاثر سازد. برای درک بهتر این ارتباط ابتدا تعریفی اجمالی از واژه استراتژی ذکر می‌شود و سپس استراتژی کسب و کار و نگهداری و تعمیرات تشریح می‌شوند و در نهایت تعاملات بین آنها مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

استراتژی را می‌توان در قالب یک چارچوب منسجم در نظر گرفت که:

- ۱- تصمیمات را هدفمند و یکپارچه و متحد می‌نماید.
- ۲- اهداف و حوزه فعالیت‌های سازمان را معین می‌کند.
- ۳- موجب مشارکت تمام سطوح و اجزای تشکیل دهنده شرکت در فرایند تصمیم‌گیری می‌گردد.
- ۴- کسب مزیت‌های بلند مدت و پایدار در حوزه فعالیت‌های را در بر دارد.
- ۵- مبانی حاکم بر همکاری‌های اقتصادی و غیر اقتصادی را در بر دارد.

بنابراین استراتژی کسب و کار، همان الگوی منسجم توصیف شده در قبل می‌باشد که محور تمام مباحث کسب و کار سازمان می‌باشد. ظرفیت‌ها، تجهیزات، تسهیلات و خط‌مشی‌ها و مفاهیم نت از جمله مولفه‌های استراتژی نگهداری و تعمیرات هستند که در قالب یک الگوی منسجم تعریف می‌نماید. عبارت استراتژی در زمینه نگهداری معمولاً به عنوان مجموعه سیاست‌ها و مفاهیم نگهداری تفسیر شده است. اما از دیدگاه وسیع‌تر این مفاهیم و خط‌مشی‌های بهره‌برداری نگهداری و تعمیرات، یکی از چند مولفه اصلی استراتژی این حوزه را شکل می‌دهند. سایر مولفه‌های ساختاری این بخش عبارتند از:

- ظرفیت بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات
- تجهیزات و تسهیلات بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات
- تکنولوژی بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات
- یکپارچه‌سازی این حوزه

استراتژی بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات، به عنوان یک الگوی منسجم در تجانس با استراتژی‌های تولیدی، سازمانی و استراتژی‌های کسب و کار معرفی می‌شود. این استراتژی اهداف سازمان را آشکار می‌سازد و طبیعت کارکردهای اقتصادی و غیر اقتصادی را که قصد دارد برای سازمان به شکل یکپارچه انجام دهد، تعریف می‌کند. در این چارچوب کلیه وظایفی که به وسیله یک بنگاه اقتصادی انجام می‌گیرد، به ۵ فعالیت اولیه و ۴ فعالیت پشتیبانی دسته‌بندی می‌شود. فعالیت‌های اولیه شامل موارد زیر می‌شوند:

۱- تعیین حدود منطق (ساختار) داخلی

۲- فرایندها

۳- منطق (ساختار) خارجی

۴- بازاریابی

۵- فروش و خدمات

فعالیت‌های پشتیبانی نیز شامل موارد زیر می‌شوند:

۱- تدارکات

۲- تکنولوژی

۳- مدیریت منابع انسانی

۴- زیر ساخت‌های سازمان

در گذشته اغلب برای فرایند نگهداری و تعمیرات در زنجیره ارزش جایگاهی در نظر نمی‌گرفتند زیرا این امر به عنوان سربار تولید در نظر گرفته می‌شد. این در حالی است که با در نظر گرفتن آن به عنوان یک فرایند در زنجیره ارزش، مدیریت می‌تواند تاثیرات بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و استراتژی‌های مختلف آن را بر روی زنجیره ارزش و استراتژی کسب و کار خود تصور نماید.

۱-۲-۱- برخی از استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات

در نتیجه تغییر و تحول در استراتژی‌های کسب و کار و عوامل حاکم بر تولید و پیشرفت جوامع به سمت جامعه اطلاعاتی، استراتژی‌های مختلف نگهداری و تعمیرات به وجود آمده‌اند. برخی از مهم‌ترین این استراتژی‌ها در ادامه تشریح می‌گردد.

۱-۲-۱- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان^۱ (RCM) [۱]

پایه و اساس استراتژی RCM بازده و کارکرد تجهیزات است، فرایندی مستمر که به منظور تعیین موثرترین رویکرد نگهداری در خصوص یک دستگاه و یا یک عملیات تعمیر استفاده می‌شود. در این میان، ضریب و قابلیت اطمینان تجهیزات، نقش مهمی در تعیین برنامه نت ایفا می‌کند، در نتیجه تمامی جهت گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها بر همین اساس پی‌ریزی می‌شود، لذا اولین و مهمترین مرحله در این استراتژی، تعریف و تشخیص میزان اطمینان و محدوده اثر تمامی تجهیزات و دستگاه‌ها در سیستم می‌باشد لذا اولین پرسشی که باید پاسخ دقیقی برای آن حاصل شود، این است که کارکردها و استانداردهای کارایی هر یک از دارایی‌های فیزیکی با توجه به زمینه فعلی استفاده از آنها چیست؟ کیفیت، دقت و صحت پاسخ این پرسش، به عنوان داده‌های پایه و اصلی، میزان موفقیت این استراتژی و پیاده‌سازی آن را در صنعت مشخص می‌کند. در واقع این سیستم بر اساس این داده‌ها وظایفی را شناسایی می‌کند که:

۱- موثر و قابل اجرا باشد

۲- باعث شوند که قابلیت اطمینان اصلی دستگاه، سیستم‌ها و افراد که در طراحی اولیه از اهداف اصلی بوده است با کمترین هزینه به دست آید.

در رویکرد مبتنی RCM از یک رویه منطقی استفاده می‌کند تا بتواند برای هر تجهیز مناسب‌ترین روش نگهداری را تعیین کند. در طول این محاسبات، RCM تمام حالت‌های مختلف کارکرد دستگاه و پیشینه آن را در نظر می‌گیرد و نسبت به تصمیمات گرفته شده توسط آن صنعت مانند هزینه‌های مالی، خروجی مناسبی را ارائه می‌دهد. یکی دیگر از ویژگی‌های اصلی

^۱ Reliability Centered Maintenance

این روش، رویکرد کارکرد محور آن است. به این معنا که تحلیل و بررسی کارکردها یک امر مداوم است و برنامه‌نت نیز بر اساس داده‌های حاصل از این تحلیل‌ها، ویرایش و تنظیم و در نهایت اجرایی می‌گردد.

۱-۲-۲- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر ریسک (RBM) [۲]

یکی از اهداف مهم استراتژیهای مختلف تعمیرات، کاهش در نرخ مخاطراتی است که بدلیل وقوع خرابیهای ناگهانی، چه از نظر انسانی و چه از نظر محیطی موجب خسارت می‌گردند. بعلاوه، استراتژی مورد نظر باید از نظر هزینه نیز مقبول باشد. استفاده از یک رویکرد مبتنی بر ریسک این اهداف را تضمین می‌نماید. این رویکرد، اطلاعات بدست آمده از مطالعه حالات خرابیها و اثرات اقتصادی آنها را بکار می‌گیرد.

تحلیل ریسک^۲، تکنیکی برای شناسایی، مشخص کردن، کمی کردن و ارزیابی خسارت ناشی از یک حادثه است. رویکرد تحلیل ریسک در واقع احتمال و تأثیر خرابی را در مراحل مختلف محاسبه کرده و سعی در پاسخگویی به سوالات زیر دارد:

- چه عواملی باعث خرابی سیستم میشوند؟
- این عوامل چگونه موجب خرابی میشوند؟
- احتمال رخداد این عوامل چقدر است؟
- عواقب ناشی از رخداد این عوامل کدامند؟

ریسک را می‌توان توسط یکسری روشهای کیفی / کمی و بر اساس رابطه (۱) ارزیابی نمود:

$$\text{ریسک} = \text{عواقب ناشی از خرابی} \times \text{احتمال رخداد خرابی} \quad (۱)$$

ارزیابی ریسک^۳ میتواند کمی یا کیفی باشد. خروجی ارزیابی ریسک کمی، معمولاً بصورت یک عدد همانند هزینه ریسک در واحد زمان خواهد بود. این عدد می‌تواند بمنظور رتبه‌بندی ریسکها بکار گرفته شود. همچنین ارزیابی ریسک کمی به داده‌های زیادی هم از جهت احتمال رخداد و هم از جهت اثرات رخداد نیاز دارد. برای مشخص کردن احتمال آنکه مجموعه‌ای

¹ Risk Based Maintenance

² Risk Analysis

³ Risk Assessment

از حوادث منجر به پیامد خاصی شوند معمولاً از درخت خطا یا درخت تصمیم استفاده می‌شود. ارزیابی ریسک بصورت کیفی ساده‌تر بوده و عموماً نتایج آن به شکل یک ماتریس ریسک که در آن محور اول، احتمال وقوع هر ریسک و محور دوم، عواقب ناشی از رخداد است نشان داده می‌شود. با توجه به اعداد نسبت داده شده به احتمالات و عواقب آن، می‌توان یک مقدار عددی نسبی برای ریسک بدست آورد. باید به این نکته توجه نمود که این عدد خارج از چارچوب محاسبه ریسک کیفی، معنی خاصی نداشته و یک عدد نسبی است که می‌توان بر مبنای آن، ریسکها را ارزیابی و اولویت بندی نمود.

اهداف رویکرد ارائه شده برای نگهداری و تعمیرات مبتنی بر ریسک، شامل کاهش کلی ریسک خرابی در تجهیزات در حال کار است. در مناطق با ریسک بالا و متوسط، تلاش بیشتری لازم است در حالی که در نواحی با ریسک پایین این تلاش و همچنین هزینه برنامه تعمیرات، کاهش خواهد یافت. همچنین عدد کمی بدست آمده از محاسبه ریسک برای اولویت‌بندی فعالیت‌های بازرسی و تعمیرات به کار می‌رود. رویکرد مبتنی بر RBM پیشنهاداتی را شامل اینکه چه عملیات پیشگیرانه‌ای انجام شود ارائه می‌کند. اجرای RBM احتمال رخداد خرابیهای غیر مترقبه را کاهش می‌دهد.

۱-۲-۳- نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر^۱ (TPM)

نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر، یک چارچوب فکری منحصر به فرد می‌باشد. به منظور افزایش قابلیت اطمینان و استفاده موثر از تجهیزات در یک صنعت می‌توان نظام جامع نت را در یک سازمان بنا نهاد. نظامی با ساختار گروهی و پیش‌گیرانه که در تمامی سطوح یک سازمان اعم از مدیران اجرایی تا قسمت فروش جریان دارد و موفقیت آن وابسته به وجود باور متعهدانه به آن در تمامی بخش‌ها و قسمت‌های سازمان می‌باشد. خواستگاه این استراتژی در کشور ژاپن بوده و هدف اصلی آن زدودن تمامی تصادفات، نقص‌ها و رساندن میزان خرابی‌ها به سطح صفر می‌باشد. البته خرابی مفهومی بسیار وسیعی دارد. ولی به طور قطع یکی از معانی اولیه آن همان از کارافتادگی تجهیزات و ماشین‌آلات است. در دهه ۵۰ میلادی، زمانی که ژاپنی‌ها شروع به اجرای سیستم کنترل کیفیت فراگیر^۲ (TQM) در صنایع تولیدی خود کردند، متوجه نواقص و مشکلات عدیده‌ای در سیستم نگهداری تجهیزات و ماشین‌آلات شدند. این مشکلات مفاهیم پایه و کلی نگهداری را نیز شامل می‌شد، در نتیجه بازبینی و ویرایش استراتژی نگهداری، اجتناب‌ناپذیر بود که نهایتاً حاصل این بازبینی منجر به تعریف و تولد استراتژی

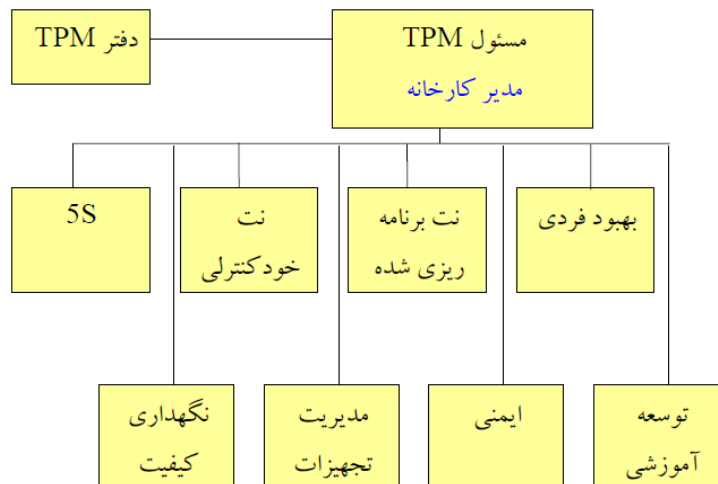
¹ Total Productive Maintenance

² Total Quality Management

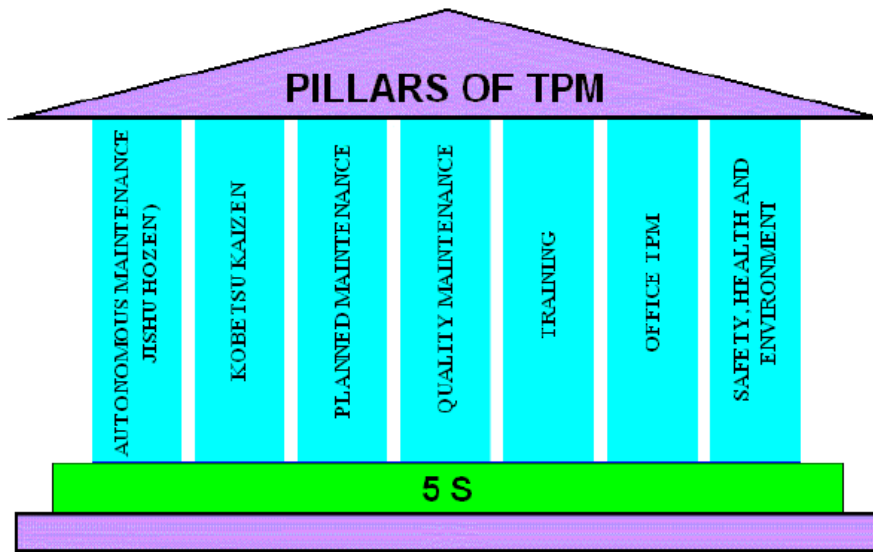
TPM در صنایع پویا و فعال ژاپن گردید و به عبارت دیگر TPM در واقع حاصل اجرای سیستم TQM می‌باشد و هر دو سیستم، پیشگیری در مبدا بجای حل مشکل پس از وقوع را دنبال می‌کنند با این تفاوت که در TQM هدف رساندن نقص در کالای تولیدی به صفر است، که برای نیل به این هدف از استراتژی TPM در نگهداری که هدفش رساندن خرابی‌ها به سطح صفر می‌باشد استفاده می‌کند. به این معنا که تحقق اهداف TQM در راستای اجرای استراتژی TPM در نگهداری امکان‌پذیر است.

از ویژگی‌های این استراتژی می‌توان به تمرکز نگهداری بر قسمت‌های ضروری و اولویت‌بندی کارها اشاره کرد. در این سیستم، فعالیت‌های نگهداری به عنوان بخش و مرحله‌ای جدانشدنی از فرایند تولید و ساخت محصول تعریف می‌شود و هدف نهایی آن کاهش فعالیت‌های نگهداری پیش‌بینی نشده و غیر ضرور و اوژانسی به حداقل ممکن است.

نگهداری بهره‌ور جامع دارای خاصیت کوتاه مدت نبوده و نباید آن را به عنوان ابزاری برای حل مشکلات به وجود آمده یا کاهش هزینه‌های تعمیرات دانست. بلکه این سیستم دارای خاصیت مطلق می‌باشد که فضای کاری یک سازمان را تغییر می‌دهد و به طور پایدار به بهبود و نگهداری کلی سلامت تجهیزات می‌پردازد. از این رو این سیستم مستلزم حمایت قوی و تعهد تمامی اعضای سطوح مدیریتی می‌باشد.



شکل (۱-۱) ساختار عمومی سازمان در TPM



شکل (۱-۲) ارکان اصلی TPM

ارکان اصلی TPM عبارتند از: [۳]

رکن اول 5S

رکن دوم: نت خود کنترلی

رکن سوم: کایزن

رکن چهارم: نت برنامه‌ریزی شده

رکن پنجم: حفظ کیفیت

رکن ششم: آموزش

رکن هفتم: TPM اداری

رکن هشتم: ایمنی و سلامتی

۱-۲-۳-۱- افزایش کارایی TPM با استفاده از RCM [۱]

رویکرد RCM معتقد است در راه توسعه برنامه نگهداری، حفظ شرایط اساسی تجهیزات اولین قدم است. در حالی که TPM

معتقد است اولین قدم تغییر نحوه تفکر افراد و تسری دادن آن به تجهیزات است که اجرای آن یک فرایند زمان‌بر و طولانی

است و معمولاً بین سه تا پنج سال و حتی بیشتر از اینها زمان می‌برد و ممکن است برخی از فازهای آن مثل نت خود کنترلی بیشتر از یک سال نیز طول بکشد. در سال‌های اخیر مباحث و جلسات زیادی، جهت مقایسه و ارزیابی نقاط ضعف و قوت این دو استراتژی صورت گرفته است. جدول (۱-۱) خلاصه‌ای از این مطالب که در بین متخصصین این رشته مطرح شده، ارائه می‌دهد.

جدول (۱-۱): مقایسه ویژگی‌های RCM با TPM [۱]

ویژگی	TPM	RCM
۱ خاستگاه	ژاپن	انگلستان
۲ توسعه داده شده توسط	آقای سیایچی ناکاجیما	آقای جان موبری
۳ عمده‌ترین مشاور اولیه این سیستم	انستیتو نگهداری و تعمیرات کارخانجات ژاپن (JIPM)	موسسه Aladdon
۴ ابزار یا روش اندازه‌گیری عملکرد سیستم	ضریب اثر بخشی کلی تجهیزات (OEE)	شاخص MTBF ^۱ برای هر جزء
۵ هدف نت	دستیابی به سطح صفر در توقفات غیر برنامه‌ای	کاهش توالی خرابی‌ها تا سطح مورد پذیرش کاربر
۶ راهکار اولیه	برقرار کردن شرایط اولیه تجهیزات	مشخص کردن عملکرد (وظیفه) و حالات خرابی
۷ روش اجرا	روش از بالا به پایین سازمان (Top-Down)	روش از پایین به بالا سازمان (Bottom-up)
۸ مفهوم بهبود	اعتقاد به بهبود مستمر	تفکر نت قبل از طراحی مجدد
۹ باور عمومی	واحد نت به اپراتورهای تولید آموزش می‌دهد	حالاتی وجود دارد که اپراتورهای دستگاه به واحد نت آموزش می‌دهند
۱۰ زمان مورد نیاز برای پیاده‌سازی	هر فاز یا مرحله حدود سه ماه	هر مورد (دستگاه) حدود سه ماه

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، هر کدام از این استراتژی‌ها دارای امتیازات و نقاط قوت خاص خود هستند که ادغام و اجماع آنها باعث افزایش کارایی سیستم نگهداری می‌گردد. یکی از اهداف اصلی نگهداری TPM، بهینه کردن تاثیر نگهداری می‌باشد. اهداف TPM روی حفظ کردن قابلیت اطمینان تجهیزات و تاثیر آنها می‌باشد. اما سوال اینجاست که چطور TPM تنظیم شود که موثر بودن نگهداری به ماکزیمم برسد. فرایند RCM از صنعت هوایی مسافربری به منظور دستیابی به هدف ذکر شده نشأت گرفت. در حقیقت، تعریف RCM به صورت، یک فرایندی که پیش‌نیازهای نگهداری تجهیزات را در محیط کارکردشان تعیین می‌کند، می‌باشد. در حقیقت فرایند پیاده‌سازی RCM دو هدف عمده را شامل می‌شود که عبارتند از

(۱) تعیین پیش‌نیازهای تجهیزات در حالت کارکرد فعلی آنها

¹ Mean Time Between Failures

۲) حصول اطمینان از انجام این پیش‌نیازها به ارزاترین و موثرترین طریق ممکن

در عمل، RCM هدف اول و TPM هدف دوم را پوشش می‌دهد. با پیاده‌کردن المان‌های RCM درون نگهداری TPM، می‌توان اصلاحات لازم را برای یک نگهداری پایا انجام داد.

ادغام TPM با RCM باعث می‌شود که فعالیت‌های نگهداری به کلی رنگ دیگری به خود بگیرند. این دو رویکرد باعث می‌شود که یک صنعت به خوبی سازماندهی شود. برای اینکه بتوان این دو رویکرد را ترکیب کرد انجام دو فعالیت بسیار مهم است که عبارتند از:

۱- ارزیابی حساس بودن تجهیزات: برخی از تجهیزات نسبت به تجهیزات دیگر دارای حساسیت بیشتری بوده که در درجه اول این حساسیت به خط تولید یا محور اصلی صنعت مورد نظر ارتباط دارد. البته در هنگام ارزیابی مسائلی مانند ایمنی و محیط زیست نیز مد نظر گرفته می‌شوند.

۲- تعیین اولویت دستورالعمل‌های تعمیراتی: در خصوص یک دستگاه خاص وظایف و نگهداری‌های گوناگونی وجود دارد که برخی از آنها اولویت بیشتری نسبت به دیگری دارد. به همین دلیل تمامی دستورالعمل‌های باید اولویت‌بندی شوند تا بر طبق اولویت آنها فعالیت‌های تعمیراتی انجام شوند.

۱-۲-۳-۲-۱- اجماع RBM با RCM [۱]

مدیریت ریسک نقش مهمی در تعیین و تنظیم برنامه نت ایفا می‌کند. این اصل اولیه، مبنا و پایه این استراتژی است که به عنوان یک برنامه در جهت توسعه استراتژی در دهه اخیر مطرح شده. رویکرد RBM علاوه بر حفظ ایمنی و محیط زیست و مدیریت ریسک‌ها و خطرات موجود در کار، نقش موثری در بهینه‌سازی هزینه نگهداری دستگاه‌ها ایفا می‌کند. به این صورت که با بررسی ریسک‌ها و خطرات موجود در تعمیرات، بازررسی‌ها و عملیات سیستم و محاسبه ریسک، از هزینه‌های غیر مترقبه جلوگیری می‌کند و باعث بالا رفتن ضریب ایمنی نت می‌گردد.

به عبارت بهتر RBM فرصتی جهت کاهش هزینه نت و زمان‌های تلف شده می‌باشد. این رویکرد ضمن اینکه بازده سیستم را بهبود می‌بخشد، موجب اجرای کار در بالاترین سطح ایمنی و کیفیت می‌گردد. اما باید توجه داشت این نوع استراتژی به تنهایی کامل نیست اما نقش مهمی در پیاده‌سازی و اعمال مدیریت ریسک در استراتژی کلی سیستم ایفا می‌کند.

از روش‌های مطرح شده در این استراتژی می‌توان به روش بازرسی مبتنی بر ریسک^۱ و روش بررسی کامل تجهیزات بحرانی و مهم، از نقطه نظر ایمنی^۲ اشاره کرد که اجرای آنها در یک فرایند خطی، منجر به پیاده‌سازی صحیح استراتژی RCM در یک واحد صنعتی و یا سازمان می‌گردد. به عبارت بهتر این روش‌ها نقش مکمل را در افزایش راندمان استراتژی RCM ایفا می‌کند.

اساساً فرایند اجرا و اعمال RBM در یک سازمان از دو بخش اصلی (۱) بخش تشخیص و (۲) بخش آنالیز تفصیلی، تشکیل شده است. در بخش تشخیص، میزان ریسک موجود در سیستم‌ها بررسی و سیستم‌هایی که دارای ریسک بالایی هستند به بخش آنالیز تفصیلی معرفی می‌شوند. در این بخش نیز با استفاده از RBI و RCM و با تعریف و یا اصلاح کارها در سیستم نت، سطح کیفی نت و بازرسی را توسعه می‌دهد.

تمرکز فرآیند RBI بر روی نگهداری یکپارچگی مکانیکی تجهیزات تحت فشار، جهت به حداقل رساندن ریسک حاصل از تخریب متریال می‌باشد. RBI مکملی برای RCM است که هر دو برنامه جهت فهم مدل‌های خرابی تمرکز دارند و به عنوان ابزار مدیریت یکپارچه^۳ استفاده می‌شوند [۴].

۱-۲-۴- سیستم مکانیزه نگهداری و تعمیرات^۴ [۵]

در بسیاری از صنایع با توجه به تعداد زیاد تجهیزات و ماشین آلات و حجم بالای فعالیتهای مرتبط با سازمان نت، پیگیری امور و فعالیتهای به صورت دستی و کاغذی دشوار است. لذا با استفاده از سیستم نرم افزاری یا paperless می‌توان بر این مشکل غلبه کرد. ضمن اینکه انجام برخی تحلیلهای آماری (شامل فاکتورهای ارزیابی کارایی نت) تنها با بکارگیری سیستم نرم افزاری و استفاده از کامپیوتر امکانپذیر است.

با راه اندازی CMMS از یک سو دریافت اطلاعات از ماشین در حال کار، منظم و دسته‌بندی می‌شود و هم اینکه با یاری آن توانایی تجزیه و تحلیل اطلاعات و ریشه‌یابی خرابی‌ها ممکن و حتی امکان ارائه پیشنهادهاى سیستماتیک برای رفع آنها نیز میسر می‌گردد.

¹ Risk Based Inspection

² Safety Integrity Level

³ Asset Integrity Management

⁴ Computerized Maintenance Management System (CMMS)

به طور کلی هر سیستمی که برای مدیریت و راهبری تعمیرات و نگهداری در صنایع ایجاد می‌گردد^۱ MMS می‌گویند و چنانچه این مدیریت و راهبری به شکل رایانه‌ای صورت پذیرد به آن CMMS اطلاق می‌گردد.

^۱ Maintenance Management System

فصل دوم

فناوری‌های پایش وضعیت

۲-۱- مقدمه

با توجه به اهمیت فراوان استفاده از روش‌های نوین نگهداری و تعمیرات شامل روش‌های پیش‌بینانه^۱، پیش‌گیرانه^۲ و پیش‌اقدام^۳ و نیز بر اساس قابلیت اعتماد^۴ یا به اختصار RCM که روش‌های قبلی را نیز به کار می‌گیرد، در صنایع و تجهیزات پیشرفته امروزه، استفاده از تکنیک‌های خاص این روش‌ها اجتناب‌ناپذیر است.

تکنیک‌های مختلفی برای شناسایی عیوب احتمالی تجهیزات در حال کار و در صورت لزوم تعمیر آن‌ها ابداع شده‌اند که هر یک با توجه به شرایط کاری قطعه استفاده می‌شوند. این تکنیک‌ها شامل **پایش ارتعاشات و آنالیز آن‌ها، آنالیز صوتی، ترموگرافی یا آنالیز دما، آنالیز روغن، رادیوگرافی (بازرسی با اشعه X)**، آزمایش فراصوت، آزمایش جریان گردابی، آزمایش ذرات مغناطیسی و ... می‌باشند که در این گزارش به بررسی روش‌های متداول پرداخته می‌شود.

۲-۲- آنالیز روغن^۵

۲-۲-۱- مقدمه

آنالیز روغن یکی از تکنیک‌های اصلی مراقبت وضعیت ماشین‌آلات به شمار می‌رود. در این تکنیک، مقداری از روغن روانکاری ماشین مورد نظر به عنوان نمونه گرفته شده و پس از ذخیره در ظرف‌های ویژه‌ای، به آزمایشگاه ارسال می‌شود. سپس با انجام یک سری تست‌های از پیش تعیین شده، از وضعیت روانکار و نیز وضعیت ماشین، اطلاعات مفیدی به دست می‌آید. کنترل آلودگی روغن، پایش وضعیت کیفی روغن و ارزیابی ذرات فرسایشی و کنترل وضعیت داخل ماشین بدینوسیله، از اهداف اجرای CM روغن به شمار می‌روند.

¹ Predictive Maintenance

² Preventive Maintenance

³ Proactive Maintenance

⁴ Reliability Centered Maintenance

⁵ Oil Analysis

۲-۲-۲- کاربردهای آنالیز روغن و ذرات فرسایشی در برنامه پایش وضعیت (CM)

چهار کاربرد اصلی آنالیز روغن در حیطة پایش وضعیت عبارتند از:

الف - پایش وضعیت	ب - پایش و کنترل	ج - پایش و آنالیز	د - پایش و آنالیز
کیفی (خواص فیزیکی و شیمیایی) روغن؛	میزان آلودگی روغن؛	ذرات فرسایشی موجود در روغن؛	گازهای موجود در روغن
آیا روغن هنوز خواص لازم برای کارکرد مناسب (روانکاری، انتقال حرارت، عایق الکتریکی، و ...) را دارا هست یا خیر؟	آیا مقادیر آلودگی موجود در روغن در سطح مجاز قرار دارد یا خیر؟	آیا فرسایش غیر عادی درون تجهیز وجود دارد یا خیر؟	ترانسس‌های قـدـرت (گاز کروماتوگرافی)؛
			آیا اشکال الکتریکی و یا حرارتی درون ترانس وجود دارد؟

۲-۲-۳- اسپکتروسکوپی (آنالیز عنصری)

اسپکتروسکوپی یا آنالیز عنصری^۱، تستی است که به روشهای مختلف و به کمک دستگاه‌های پیشرفته صورت گرفته و از طریق آن، کلیه عناصر موجود در روغن شناسایی شده و مقدار آنها بر حسب ppm به دست می‌آید.

سه گروه از عناصر مختلف که بدین طریق شناسایی می‌شوند عبارتند از:

- ذرات فرسایشی (Fe, Al, Cd, Cr, Cu, Ni, . . .)
- مواد افزودنی (Ba, Ca, Mg, P, Zn, . . .)
- آلودگی‌های موجود در روغن (Si, Pb, K, . . .)

توضیح اینکه ذرات فرسایشی بر اثر وجود سایش و عیوب مشابه در داخل اجزاء ماشین بوجود می‌آیند. یکی از آیتمهای مهم در خصوص تشخیص عیوب داخلی، دانستن متالوژی (ترکیب) مواد بکار رفته در ساخت قطعات از یک طرف و نیز دانستن جنس ذرات موجود در داخل روغن از طرف دیگر است. لذا تشخیص جنس ذرات فرسایشی موجود در داخل روانکار از طریق آنالیز عنصری اهمیت زیادی پیدا می‌کند.

¹ Elemental Analysis

مواد افزودنی داخل روانکار (روغن) بعضاً بواسطه واکنش دادن با سایر مواد که ممکن است جزء عملکرد عادی ماده افزودنی به حساب آمده (مانند مواد افزودنی ضد سایش) و یا بواسطه وجود عیب رخ داده باشد، از بین می روند. لذا در صورتی که جنس این مواد افزودنی را بدانیم، با آنالیز عنصری می توان مقدار موجود از آنها در داخل روغن را تقریب زد.

تشخیص جنس آلودگی هایی که از بیرون به داخل روانکار و سیستم روانکاری نفوذ کرده اند از اهمیت شایانی برای شناسایی ریشه عیب برخوردار است. یکی از مهمترین این آلودگی ها، سیلیس است که منشاء آن گرد و غبار بوده و با ورود به داخل روغن و ترکیب با آن، ماده ساینده ای تشکیل می شود که روند فرسایش را به طرز چشمگیری تسریع می کند. به کمک آنالیز عنصری می توان مقدار سیلیس و سایر آلودگی های موجود در داخل روانکار را مشخص کرد.

در زیر به بررسی انواع آلودگی ها در نمونه روغن می پردازیم:

۲-۳-۱- سیلیس

سیلیس به عنوان یکی از عوامل اصلی آلودگی روغن در سیستم های مکانیکی شناخته شده است. ذرات سیلیکا در شکل و ابعاد مختلف در طبیعت وجود دارد و ممولاً از موار دی که در ساخت قطعات موتور و اکثر سیستم ها بکار رفته، سخت تر م یباشد. در نتیجه می تواند بر روی سطوح فولادی و فلزی خراش ایجاد نماید. براساس شرایط محیطی که تجهیزات یا ماشین آلات در آن کار می کنند دلایل متفاوتی برای ظهور سیلیسیم در روانکار وجود دارد. ولی بالا رفتن مقادیر سیلیسیم در روغن همیشه به معنای ورود خاک به سیستم نمی باشد بلکه عوامل دیگری نیز در افزایش مقدار سیلیسیم نقش دارند.

با توجه به اینکه سیلیس بعنوان اصلی ترین عامل تخریب ماشین آلات و تجهیزات مکانیکی می باشد لذا افزایش مقادیر آن که با روش آزمایش اسپکترو متری در نتایج آنالیز نمونه های روغن مشخص م ی شود باید بسیار جدی گرفته شده و ریشه اساسی مشکل مورد بررسی قرار گرفته و راه حل مناسب در جهت کاهش آن در نظر گرفته شود.

بیشترین بخش های آسیب پذیر به دلیل نفوذ سیلیس : موتور

بیشترین عناصر آسیب پذیر به دلیل نفوذ سیلیس : آهن، کروم، آلومینیوم، سرب و مس

بیشترین قطعات آسیب پذیر به دلیل نفوذ سیلیس : رینگ و پیستون و یاطاقانها

۲-۲-۳-۲- آلودگی آب

وجود آب در روغن نیز مانند وجود ذرات جامد، آلودگی به حساب آمده و باعث کاهش کارایی و روانکاری روغن و مشکلات متعددی می شود که باید برای حذف آن از روغن تدابیری اندیشید. آب می تواند به حالت محلول یا آزاد باشد.

خسارات ناشی از وجود آب ، عموماً به شرح زیر می باشند:

(۱) خوردگی سطوح فلزی

(۲) سایش بلبرینگ ها

(۳) تجزیه مواد افزودنی

(۴) اختلاف غلظت

(۵) افزایش هدایت الکتریکی روغن

روغن آلوده شده توسط آب می تواند مشکلات مختلفی از جمله کاهش کارائی، خرابی و آلودگی میکروبی را به وجود آورد . در صورت وجود میزان بیشتر آب، خواص ضدخوردگی روغن کاهش می یابد و افزودن ی های حاوی روی (Zn) از روانکار خارج می گردند و خواص روانکاری و فشارپذیری روانکار کاهش می یابد.

آب به طرق مختلف می تواند وارد قسمت های مختلف ماشین آلات شود . زمانیکه آب بصورت معلق در داخل روغن های روانکار وجود داشته باشد بعنوان یک آلوده کننده شیمیایی تلقی می شود و بسته به شرایط مختلف اثرات مخرب آن در کاربردهای یاتاقانی می تواند به حد اثرات مخرب ذرات آلوده کننده رسیده یا از آن نیز فراتر رود.

۲-۲-۴- تغییرات ویسکوزیته روغن در اثر آلودگی

- عوامل افزایش گرانیروی:

الف آلودگی سیلیس و آب

ب اکسیداسیون

ج شرایط سخت کار دستگاه و ایجاد درجه حرارت و فشار بالا ممکن است موجب تولید ترکیبات پلیمر در

روغن شود که باعث بالا رفتن ویسکوزیته آن گردد.

-عوامل کاهش گرانروی:

الف در اثر آلودگی روغن با سوخت محترق نشده

ب مقادیر زیاد آب معلق، که باعث کاهش تحمل فشار یک روانکار می گردد.

تذکر: افزایش گرانروی بدلیل تأثیر منفی بر سیالیت روغن و کاهش گرانروی بدلیل عدم ایجاد فیلم مناسب روغن مابین

قطعات می توانند صدمات جبران ناپذیری به محدوده تحت روانکاری وارد آورند.

۲-۲-۵- پیش بینی تعمیرات با استفاده از تکنیک آنالیز روغن:

۱- بررسی نتیجه آزمایش نمونه اول

۲- ارزیابی روند افزایش ذرات در نمونه های بعدی

۳- شناسائی عناصر اصلی فرسایش به تناسب قسمت مربوطه

۴- کارکرد روغن مورد آزمایش

۵- ترکیب عناصر فرسایشی در نتیجه آزمایش

۶- تشخیص حد بحران

۷- بررسی علائم ظاهری دستگاه و متوقف کردن دستگاه برای تعمیر در صورت لزوم

۲-۳- آنالیز ارتعاشات

۲-۳-۱- مقدمه

یکی دیگر از تکنیک های اصلی پایش وضعیت تجهیزات و تشخیص زود هنگام عیوب و جلوگیری از وقوع خرابی‌ها، آنالیز

ارتعاشات تجهیزات دوار می باشد.

در واقع ارتعاشات، از خواص ذاتی هر تجهیز بوده و با بروز خرابی‌ها و عیوب، دامنه ارتعاشات و طیف فرکانسی آن تجهیز نیز

تغییر می کند. بر این اساس، هر عیب مکانیکی در تجهیزات دوار، لرزش و ارتعاشی با مشخصات خاص خود (از لحاظ دامنه،

فرکانس، فاز و ...) ایجاد می نماید که به کمک آنالیز ارتعاشات، می توان آن را شناسایی کرد. آنالیز ارتعاشات، مهمترین و موثرترین

ابزار و تکنیک پایش وضعیت تجهیزات دوار بوده و می توان گفت که تقریباً تمامی عیوب مکانیکی با این روش قابل تشخیص و

ردیابی‌اند. این روش می‌تواند با دقت بالایی میزان رشد خرابی و محل وقوع آن را مشخص کند. از آنالیز ارتعاشات می‌توان برای پایش وضعیت و عیب‌یابی بازه وسیعی از تجهیزات و ماشین‌آلات استفاده کرد.

به طور کلی دو نوع نیروی استاتیکی و دینامیکی در ماشین‌آلات وجود دارد. نیروهای ارتعاش‌زا از نوع نیروهای دینامیکی هستند که بر اثر وجود کاستی‌هایی در ماشین ایجاد می‌شوند. برخی از زمینه‌های بروز کاستی (اختلاف از حالت ایده آل) عبارتند از:

- محدودیتهای طراحی
- محدودیتهای ساخت
- اشکال در نصب اولیه
- اشکالات بهره برداری
- بروز اشکالات در حین تعمیرات
- و ...

از آنجاییکه رسیدن به حالت ایده آل امکان پذیر نیست، همیشه تا حدی لرزش و ارتعاش در ماشین‌آلات وجود دارد که مجاز شمرده می‌شود. اما با گذشت زمان و بر اثر بروز اشکالات بعدی، بعضاً ارتعاشات نسبت به حد مجاز افزایش می‌یابد که با آنالیز و انجام اقدام اصلاحی مناسب، می‌توان وضعیت را به حالت قبل برگرداند. رابطه زیر میزان ارتعاش ماشین را تعیین می‌کند:

$$\text{Vibration} = \text{Vibratory Force} / \text{Impedance}$$

نیروهای ارتعاش‌زا در داخل ماشین و معمولاً در سیستم روتور (یعنی بخش در حال دوران) تولید می‌شوند. امپدانس از مشخصات هر سیستم مکانیکی و از جمله ماشین‌آلات دوار است و مسیر انتقال ارتعاش را توصیف می‌کند. ارتعاشاتی که معمولاً از روی بخش ساکن (استاتور) ماشین‌آلات و به ویژه از روی هوزینگ بیرینگ اندازه‌گیری می‌شود، تحت تأثیر دو پارامتر فوق است.

۲-۳-۲- نیروهای ارتعاش‌زا^۱

برخی از عوامل ایجاد نیروهای ارتعاش‌زا در ماشین‌آلات، عبارتند از:

¹ Vibratory Forces

- ناهمراستایی^۱
- نامیزانی جرمی
- سایش اجزا و قطعات
- نیروهای آبرودینامیکی و هیدرودینامیکی
- نیروهای الکترومغناطیسی
- تماس قطعات متحرک و ثابت
- اصطکاک
- ...

۲-۳-۳- امپدانس مکانیکی^۲

امپدانس و یا مقاومت مکانیکی در برابر حرکت، از خصوصیات هر سیستم مکانیکی است که سه مؤلفه دارد:

۱- جرم ۲- سفتی ۳- میرایی (دمپینگ)

برخی عوامل بدون اینکه از خود نیرویی تولید کنند و تنها از طریق تاثیر بر امپدانس، منجر به تشدید ارتعاش می شوند.

مهمترین آنها عبارتند از:

- لقی مکانیکی
- تشدید فرکانسهای طبیعی اجزاء (رزونانس)
- ضعف در فونداسیون و یا شاسی ماشین آلات
- ضعیف بودن سازه
- و ...

۲-۳-۴- عیوب قابل شناسایی به وسیله آنالیز ارتعاشات

- نابالانسی در اجزای دوار

¹ Misalignment

² Impedance

- ناهمراستایی شافت‌ها
- ناهمراستایی یاتاقان‌ها
- عدم هم محوری شافت و بیرینگ
- لقی سازه و وجود ترک در آن
- لقی یاتاقان‌ها در هوزینگ
- عیوب فونداسیون و کیفیت آنها
- خمیدگی شافت
- خرابی یاتاقان‌های غلتشی (سایش قطعات و ...)
- خرابی یاتاقان‌های لغزشی (چرخش روغن، سایش بایت و...)
- خرابی چرخ‌دنده‌ها
- خرابی موتورهای الکتریکی
- کاویتاسیون
- وجود ترک در شافت
- و ...

۲-۳-۵- تجهیزات قابل پایش و کنترل با استفاده از آنالیز ارتعاشات

- گ - موتورهای الکتریکی
- ی - انواع پمپ
- ر - فن‌ها و دمنده‌ها
- ب - کمپرسورهای اسکرو^۱
- ک - کمپرسورهای پره‌ای

ها

- ژنراتورها
- توربین‌های گازی
- توربین‌های بخار
- کمپرسورهای رفت و برگشتی
- موتورهای دیزل
- پمپ‌های چند مرحله‌ای
- کراشرها، خردکن‌ها و سنگ‌شکن‌ها
- واحدهای تاسیسات

۲-۳-۶- روشها و تکنیکهای تحلیل ارتعاشات به منظور پایش وضعیت

برخی از تکنیکهای رایج تحلیل ارتعاشات در کاربردهای مختلف و به ویژه موضوع پایش وضعیت و مانیتورینگ تجهیزات

دوار عبارتند از:

- تحلیل مقدار کلی ارتعاشات
- پارامترها و مشخصه های بیرینگهای غلتشی (SEE, PeakVue, k-factor, Crest factor, BP, BCU و ...)
- آنالیز طیف فرکانسی (آنالیز FFT یا Spectrum)
- تحلیل شکل موج زمانی لرزش
- آنالیز Envelope یا دمودولاسیون سیگنال لرزش
- آنالیز کپستروم
- تحلیل زاویه فاز
- تحلیل Run up و Coast Down (منحنی بود، منحنی نایکویست، منحنی مرکز شفت، منحنی آبشاری یا واتر فال)
- آنالیز اربیت (لسیژوا)
- و ...

در ادامه به بررسی اجمالی چند مورد از تکنیک های فوق می پردازیم.

۲-۳-۶-۱- تحلیل مقدار کلی ارتعاشات برای پایش وضعیت

این روش به عنوان ساده ترین تکنیک برای ارزیابی وضعیت ماشین آلات دوار بکار می رود. استانداردهای مختلفی نیز برای تعیین مقادیر مجاز ارتعاشات وجود دارند که از آن جمله می توان به استاندارد ISO 10816 است اشاره کرد. با توجه به تجربه و به ترتیب از کم به زیاد، میزان ارتعاش نرمال ماشین در جهات محوری، عمودی و افقی رخ می دهد. البته این یک

قاعده سرانگشتی است و ممکن است در برخی موارد صادق نباشد، اما صحت آن در اغلب موارد به اثبات رسیده است. لذا با توجه به چگونگی تغییر این الگو می‌توان برخی از اشکالات را حتی بدون در دست داشتن منحنی فرکانسی حدس زد.

۲-۳-۶-۲- آنالیز طیف فرکانسی آنالیز FFT یا (Spectrum) برای پایش وضعیت و عیب‌یابی

این تکنیک بدون شک یکی از مهم‌ترین تکنیک‌های رایج تحلیل سیگنال ارتعاشی است که کاربرد شایانی در پایش وضعیت و تشخیص عیوب ماشین‌های دوار دارد. پس از مجموعه‌ای از پردازش‌های اولیه بر روی سیگنال ارتعاشات، برای به دست آوردن منحنی طیف فرکانسی از الگوریتم FFT^۱ یا تبدیل فوریه سریع استفاده می‌گردد. لذا به منحنی فرکانسی، منحنی FFT نیز گفته می‌شود.

به طور کلی عیوب مختلف، منجر به ایجاد طیف‌های فرکانسی خاص خود می‌شوند که با در دست داشتن منحنی عیوب مختلف و مقایسه با منحنی اسپکتروم به دست آمده، می‌توان عیب احتمالی دستگاه را شناسایی کرد.

معمولاً لرزش اندازه‌گیری شده از روی ماشین، یک سیگنال پیچیده و ترکیبی از چندین سیگنال ارتعاشی با فرکانس‌های مختلف است. آنالیز فرکانسی که به آن آنالیز FFT یا اسپکتروم نیز می‌گویند، یک فرآیند پردازش سیگنال است که به کمک آن محتوای فرکانسی سیگنال ارتعاشی به دست می‌آید. در منحنی‌های FFT، محور افقی فرکانس و محور عمودی دامنه ارتعاش را نشان می‌دهد. همانطور که گفته شد، در بسیاری از عیوب، فرکانس ارتعاشات ایجاد شده با دور ماشین ارتباط دارد و در واقع هارمونیک‌ها و یا به عبارت دیگر مضارب صحیحی از دور ماشین در منحنی FFT دیده می‌شود. این مضارب را به شکل $1xRPM$ ، $2xRPM$ ، $3xRPM$ و ... نشان می‌دهند.

جداول زیادی وجود دارد که مشخصات فرکانسی عیوب رایج را بیان نموده که یک نمونه ساده شده از این جداول را در صفحه بعد (جدول ۵-۱) می‌بینید. ردیف اول نوع عیب، ردیف دوم فرکانس‌های مربوطه و ردیف سوم جهتی که ارتعاشات در آن بالاتر است را نشان می‌دهد.

^۱ Fast Fourier Transform

جدول (۱-۲) مشخصات فرکانسی برخی عیوب متداول

نوع عیب	فرکانس عیب و نسبت آن با دور ماشین	جهت غالب و رفتار دامنه ارتعاشات
نامیزانی جرمی (Unbalance)	1 x RPM	شعاعی - ارتعاشات با دامنه ثابت
شفت خمیده	1 x RPM (and 2 x RPM)	ارتعاشات بالا در جهت محوری
خرابی بیرینگهای غلتشی (Rolling Element Bearing)	فرکانسهای چهارگانه بیرینگهای غلتشی	اثر نامحسوس بر روی دامنه کلی ارتعاش
سایش بیرینگهای لغزشی (Journal Bearing)	1 x RPM	شعاعی
ناهمراستایی کوپلینگ (Misalignment)	1~3 x RPM	ارتعاش Radial بالا برای ناهم محوری offset و ارتعاشات Axial بالا برای ناهم محوری Angular
خرابی تسمه	1~3 x Belt RPM	ارتعاشات بالا در جهت اتصال مرکز دو پولی
چرخش روغن	0.42~0.48 x RPM	ارتعاشات ناپایدار در جهت شعاعی
اشکالات چرخ دنده‌ها	فرکانس درگیری چرخ دنده‌ها (GMF)	با توجه به جهت بار غالب چرخ دنده (شعاعی یا محوری) تعیین می‌شود.
لقی مکانیکی ساختاری	1 x RPM	
تشدید یا رزونانس	فرکانسهای خاص هر سیستم	ارتعاشات با دامنه بسیار بالا

۲-۳-۶-۳- تحلیل شکل موج زمانی ارتعاش و کاربرد آن برای مراقبت وضعیت و عیب یابی

شکل موج ارتعاشات، در واقع سیگنال ارتعاشات بدون تقریباً هیچگونه پردازشی است و لذا در تحلیل دینامیکی ماشین از اهمیت خاصی برخوردار است. در واقع برخی عیوب نظیر شکستگی چرخ دنده‌ها، عیوبی که پالس^۱ ایجاد می‌کنند، ارتعاشات ضربانی^۲، پدیده مدولاسیون و ... از طریق تحلیل شکل موج لرزش آسان تر تشخیص داده می‌شوند.

^۱ Pulse

^۲ Beat

۲-۳-۶-۴- آنالیز زاویه فاز و کاربرد آن برای تشخیص عیوب تجهیزات دوار

از طریق مقایسه مقادیر زاویه فاز ارتعاش در نقاط و جهات مختلف اندازه‌گیری بر روی ماشین یا هر سازه دیگری، می‌توان شمایی از چگونگی حرکت اجزاء مختلف آن نسبت به یکدیگر به دست آورد. در برخی موارد، مشخصات فرکانسی لرزش ناشی از عیوب مختلف، مشابه یکدیگر می‌باشد و لذا تمایز بین این عیوب تنها از طریق منحنی اسپکتروم امکان پذیر نخواهد بود. در اینگونه موارد می‌بایست از سایر مشخصات سیگنال ارتعاشی (لرزش) مانند زاویه فاز برای تفکیک عیوب از هم استفاده کرد، چون علی‌رغم تشابه منحنی‌های فرکانسی (اسپکتروم)، الگوی زاویه فاز در مورد اشکالات مختلف، متمایز می‌باشد. به طور کلی برخی از کاربردهای زاویه فاز عبارتند از:

- تشخیص ترک در شفت
- بالانس دینامیکی
- تشخیص رزونانس و سرعت بحرانی
- به دست آوردن شکل مودها
- تشخیص نامیزانی جرمی، میس‌الایمنت و شفت خمیده از یکدیگر

۲-۳-۷- امکانات مورد نیاز برای اجرای برنامه پایش وضعیت (CM) مبتنی بر ارتعاش سنجی

حداقل امکاناتی که برای پیاده کردن برنامه مراقبت وضعیت بر مبنای ارتعاش‌سنجی مورد نیاز هستند، عبارتند از:

- انواع حسگرهای^۱ ارتعاش‌سنجی
- انواع تجهیزات داده‌برداری^۲
- نرم‌افزار پردازش و مدیریت اطلاعات

^۱ Sensor

^۲ Data Collector

۲-۳-۸- انواع سنسورهای ارتعاش سنجی

سنسور ارتعاش سنجی اولین وسیله مورد نیاز برای اندازه گیری ارتعاشات و ابزاری است که حرکت ارتعاشی را حس کرده و آن را به یک سیگنال الکتریکی AC متناسب با حرکت ارتعاشی، تبدیل می کند.

با تبدیل ارتعاشات به سیگنال الکتریکی، امکان ذخیره سازی، انجام پردازشهای بعدی و نیز مشاهده سیگنال از طریق دستگاه های الکترونیکی (تجهیزات داده برداری) فراهم می شود.

به طور کلی با توجه به مکانیزم کاری و پارامتر اصلی اندازه گیری، سنسورهای ارتعاش سنجی در سه گروه دسته بندی می شوند:

- شتاب سنج

- سرعت سنج

- جابجایی سنج

نکاتی که درباره سنسورها حایز اهمیت هستند، عبارتند از:

- نوع سنسور (شتاب سنج ، سرعت سنج ، جا به جایی سنج)

- انتخاب صحیح سنسور با توجه به مشخصات سنسور (حساسیت، پاسخ فرکانسی، رنج دینامیکی، رنج اندازه گیری،

ابعاد، وزن، دمای کاری، نوع کانکتور، جهت اندازه گیری، نوع تغذیه سنسور، ...)

- نصب صحیح سنسور

- وضعیت مناسب اتصالات سنسور و کابل آن

- قیمت سنسور

نکاتی که راجع به هر سنسور باید بدانیم عبارت اند از:

- جهات اندازه گیری

چگونگی اتصال کابل به سنسور

روش نصب سنسور

اندازه و ابعاد

وزن

پاسخ فرکانسی

روشهای نصب و حساسیت به نحوه نصب

تأثیر پذیری از محیط کاری (دما، رطوبت، ..)

حساسیت اندازه گیری

رنج دینامیکی

بازه اندازه گیری

اصولاً این اطلاعات در Data Sheet هر سنسور گنجانده می شوند. درباره موضوع جهات اندازه گیری باید گفت که اغلب سنسورها فقط در یک جهت ارتعاشات را حس می کنند؛ اما در حال حاضر انواعی از شتاب سنج در بازار موجود است که همزمان ارتعاشات را در سه جهت اندازه گیری می کنند.

چگونگی اتصال کابل به سنسور: دو نوع رایج عبارتند از اتصال از کنار^۱ و اتصال از بالا^۲.

روش نصب و نیز اندازه سنسور با توجه به کاربرد مدنظر و فضای در دسترس تعیین می شود؛ مثلاً ممکن است در برخی از کاربردها نیاز به یک سنسور با اندازه کوچک داشته باشیم و یا در برخی کاربردها ارتفاع سنسور اهمیت داشته باشد. وزن سنسور نیز ممکن است در برخی مواقع فاکتور مهمی به شمار رود.

درباره پاسخ فرکانسی سنسور باید گفت که سنسورها نیز مانند هر مدار الکترونیکی دیگر، دارای فرکانس تشدید یا رزونانس هستند که در مورد شتاب سنجها این فرکانس در محدوده بالا (مثلاً حدود ۴۰ تا ۵۰ کیلوهرتز) قرار می گیرد. به طور کلی رفتار دینامیکی سنسور در یک محدوده فرکانسی گسترده، در منحنی پاسخ فرکانسی آن قابل مشاهده است.

منظور از حساسیت اندازه گیری، این است که به ازای یک ورودی مشخص (مثلاً ارتعاشاتی معادل ۱۰ mm/s، سنسور چه مقدار بار الکتریکی (بر حسب کولومب یا میلی ولت) تولید خواهد کرد. مقدار حساسیت سنسورها معمولاً بر حسب "میلی ولت تقسیم بر واحد اندازه گیری" بیان می شود. مثلاً حساسیت اغلب شتاب سنجهای معمولی ۱۰۰ mV/g می باشد.

¹ Side Connector

² Top Connector

منظور از رنج دینامیکی تفاوت میان حداکثر و حداقل دامنه‌ای است که سنسور قادر به دریافت آن است و معمولاً بر حسب dB بیان می‌شود. همچنین بازه اندازه‌گیری، بیانگر محدوده حداقل و حداکثری از واحد اندازه‌گیری است که سنسور مربوطه می‌تواند دریافت کند.

۲-۳-۸-۱- مزایا و معایب انواع سنسورهای شتاب سنج، سرعت سنج و جا به جایی سنج

شتاب سنج مزایا

نصب آسان

پاسخ فرکانسی مطلوب در یک محدوده گسترده

اندازه کوچک و وزن کم

استحکام بالا و بدون قطعه متحرک

قابلیت تحمل دماهای بالا (مستلزم طراحی خاص)

سیگنال خروجی قوی در محدوده فرکانسهای بالا

معایب

کالیبره کردن آن دشوار است

هزینه تأمین بالا (گرانقیمت)

نیاز به منبع تغذیه بیرونی

نیاز به تطابق امپدانسی با دستگاه اندازه‌گیری

بسیار حساس و نیازمند استفاده از فیلترینگ

سرعت سنج

مزایا

نصب آسان

سیگنال خروجی قوی در محدوده فرکانسهای میانی

قابلیت تحمل دماهای بالا (مستلزم طراحی خاص)

عدم نیاز به منبع تغذیه بیرونی

معایب

کالیبره کردن آن دشوار است

حساسیت جانبی (حساسیت در غیر از جهت اندازه گیری) بالا در مواقعی که مقدار ارتعاشات بالاست

حساس به میدانهای مغناطیسی موجود در محیط (مثلاً اطراف موتورهای الکتریکی فشار قوی)

اندازه بزرگ و وزن بالا

پاسخ فرکانسی نامناسب در محدوده فرکانسهای پایین

دارای قطعات متحرک و در معرض فرسودگی تدریجی

جابجایی سنج

مزایا

اندازه گیری مستقیم حرکت شفت که معمولاً سر منشأ اصلی بسیاری از ارتعاشات است بدون نیاز به تماس با شفت و در

نتیجه حذف مشکلات و خطاهای ناشی از محل تماس

استحکام بالا و بدون قطعه متحرک

قیمت مناسب

قابل استفاده برای اندازه گیری سرعت دورانی و نیز زاویه فاز

پاسخ فرکانسی مطلوب در فرکانسهای پایین

اندازه کوچک

قابلیت تحمل محیطهای گوناگون

کالیبراسیون آن آسان است

خروجی قوی با امپدانس پایین بسیار حساس به انواع Run out شفت (مکانیکی و الکتریکی) و انواع خرابی سطحی

(خراش)

معایب

حساس به جنس شفت

نیاز به منبع تغذیه بیرونی

۲-۴- ترموگرافی (آنالیز حرارتی)

۲-۴-۱- مقدمه

یکی دیگر از تکنیک‌های متداول و پرکاربرد پایش وضعیت که نسبت به سایر تکنیک‌ها، ساده‌تر، ارزان‌تر و در عین حال بسیار کاربردی می‌باشد، ترموگرافی یا آنالیز حرارتی می‌باشد.

به طور کلی هر جسمی که دمای آن بیش‌تر از صفر مطلق باشد، از خود گرما گسیل می‌کند. گرمای گسیل شده از سطح اجسام به صورت امواج مادون قرمز می‌باشد که توسط چشم غیر مسلح رویت نمی‌شود، اما می‌توان با استفاده از دوربین‌های مخصوص و آشکار ساز، این موضوع را مشاهده کرد.

استفاده از این روش بر این اصل استوار است که اجزاء یک سیستم، هنگامی که به طرز صحیح کار نکنند، باعث افزایش دما می‌شوند. از آنالیزهای حرارتی می‌توان جهت شناسائی و تشخیص عیوبی مانند اتصالات الکتریکی نامناسب، شل بودن قطعات و تجهیزات، تغییرات متالورژی، بار بیش از حد، خنک کاری نامناسب، ولتاژ نامناسب، اتصال و رسانائی نامناسب، کثیف بودن تجهیزات، وجود آلودگی محیطی، اکسیده شدن اتصالات، ظرفیت نامناسب، خوردگی و فرسایش خارجی، عدم هم‌محوری و ارتعاشات بیش از حد و بسیاری عیوب دیگر که در نهایت باعث معیوب شدن قطعات و تجهیزات می‌گردند، استفاده نمود.

۲-۴-۲- کاربرد ترموگرافی در صنایع مختلف

۲-۴-۲-۱- ترموگرافی و بازرسی تجهیزات الکتریکی

معمولاً کاربرد ترموگرافی در بازرسی تجهیزات الکتریکی به عنوان یکی از کاربردهای اصلی این تجهیزات معرفی می‌شود. افزایش دما در تجهیزات الکتریکی به خصوص در اتصالات، نامطلوب بوده که این موضوع با روش ترموگرافی قابل تشخیص است. معمولاً این گونه نقص‌ها در تصاویر حرارتی به صورت نقاط داغ دیده می‌شود. اغلب نقاط داغ در نتیجه افزایش مقاومت

در یک مدار، بارگزاری بیش از حد یا عیب عایقها به وجودمی آید. به طور مثال اتصالات ناقص، اکسید یا خورده شده با افزایش مقاومت باعث ایجاد نقاط داغ می شوند.

۲-۲-۴-۲- ترموگرافی در بازرسی تجهیزات مکانیکی

وجود عیوبی مختلف مانند ناهم محوری، سایس بیش از حد، مشکل روانکاری و غیره می تواند باعث افزایش دمای ماشین آلات دوار مکانیکی شود. با توجه به الگوی حرارتی تشکیل شده می توان حتی به دقت در برخی موارد علت این افزایش حرارت را مشخص کرد و یا حدس های خوبی را مطرح نمود که با کمک سایر روش های پایش وضعیت می تواند به عیب یابی تجهیز منجر شود. اندازه گیری دمای بدنه موتورهای الکتریکی و یاتاقان های آن و نیز تسمه نقاله ها یکی از پرکاربردترین کاربردهای ترموگرافی در تجهیزات مکانیکی است.

۲-۲-۴-۳- کاربرد ترموگرافی در بازرسی کوره ها و مواد نسوز

یکی دیگر از کاربردهای مهم گرمانگاری، استفاده آن در بازرسی کوره ها است. بررسی عایق بندی درزها، تلفات حرارتی و افت حرارت، بررسی توزیع داخل کوره با استفاده از دوربین های خاص، بررسی میزان افت گرما از راه دیواره و از همه مهمتر بررسی میزان خرابی و زوال آجرهای نسوز در کوره های خاص از جمله کاربردهای این روش است.

جدول (۲-۲) برخی از مهم ترین کاربردهای ترموگرافی در صنایع مختلف به عنوان یکی از تکنیک های پایش وضعیت را نشان می دهد.

جدول (۲-۲) کاربرد ترموگرافی در پایش وضعیت صنایع مختلف

گروه	نام تجهیزات	بخشهای مورد نظر برای تصویربرداری
تجهیزات الکتریکی	سوئیچ گیر و MCC	اتصالات
	خطوط فشار قوی	اتصالات
	پست برق	ترانسفورماتورها (بدنه، سیستم خنک کاری، تب چنجرها، اتصالات، رله ها و بریکرها (۰.۰۰))
تجهیزات فرآیندی	پایپینگ و اجزاء آن	وضعیت عایق، ولوها، تله های بخار، تشخیص سایدگی و خوردگی لوله ها
	تجهیزات انتقال حرارت	کولرها و هیترها، برجهای خنک کن، بویلرها، مشعلها

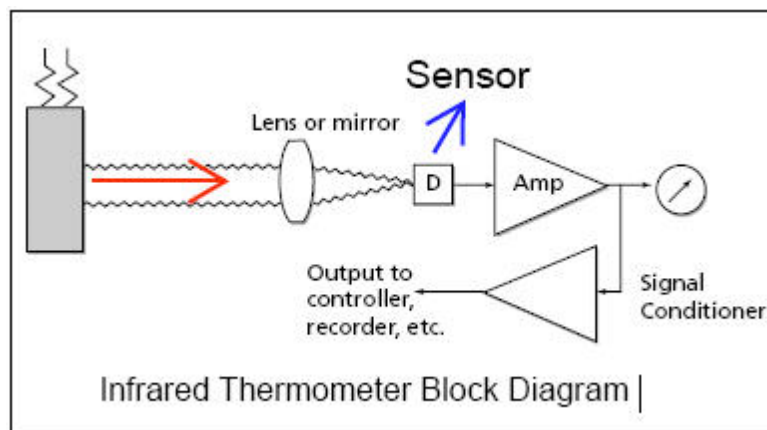
نام تجهیزات	بخش‌های مورد نظر برای تصویربرداری	گروه
الکتروموتور	هوزینگ بیرینگ ها، بدنه موتور	تجهیزات دوار
پمپ، فن، گیربکس	هوزینگ بیرینگ	

۲-۴-۳- امکان‌ات مورد نیاز برای ترموگرافی

برای استفاده از تکنیک ترموگرافی باید از ابزارهای مخصوص شامل دماسنج غیر تماسی^۱ برای اندازه‌گیری دما و دوربین ترموگرافی^۲ برای به دست آوردن تصویری گویا از وضعیت حرارتی تجهیز، استفاده نمود.

۲-۴-۳-۱- دماسنج غیر تماسی یا پایرومتر^۳

دماسنج غیر تماسی ابزاری است که به صورت غیر تماسی انرژی تابشی از سوژه را دریافت و با توجه به مقدار آن، دما یا درجه حرارت سوژه‌ای که به طرف آن نشانه روی شده را اعلام میکند. این دماسنج‌ها دارای یک لنز هستند که انرژی گسیل شده از میدان دید خود را روی یک عدد سنسور متمرکز میکنند. بلوک دیاگرام ساده یک ترمومتر غیر تماسی در زیر آورده شده است.



شکل (۲-۱) بلوک دیاگرام یک دماسنج غیر تماسی

^۱Non-contact (Infrared) Temperature Measurement

^۲Thermography Camera

^۳Infrared Non-contact Thermometer or Pyrometer

۲-۴-۳-۲- دوربین ترموگرافی^۱

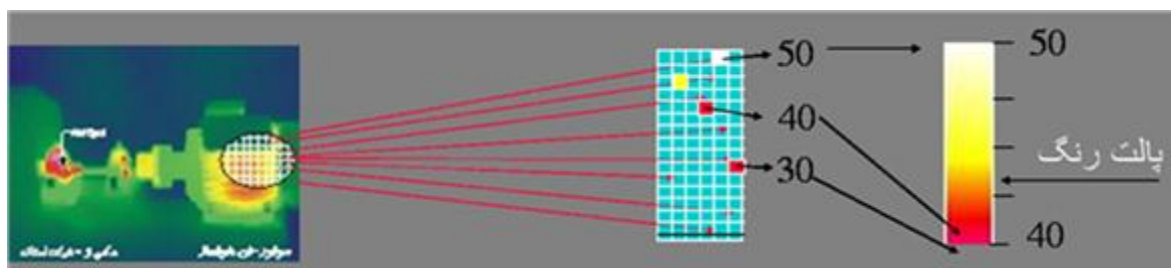
اصول کار در دوربین ترموگرافی مشابه ترمومتر غیرتماسی است که در فوق به آن اشاره شد، با این تفاوت که در دوربین ترموگرافی بجای یک سنسور، از هزاران سنسور استفاده میشود که هر یک از سنسورها دمای بخش کوچکی از میدان دید لنز دوربین را اندازه گیری میکند. این سنسورها روی صفحه ای که به آن دیتکتور میگویند به صورت سطری/ستونی در کنار هم چیده شده اند.

برای مثال در دوربینی که در مشخصات فنی آن نوع دیتکتور 320×240 پیکسل قید شده تعداد سنسورها $320 \times 240 = 76,800$ عدد است.

بدین ترتیب دوربین ترموگرافی، اساساً فقط دمای سوژه یا میدان دید خود را اندازه گیری میکند اما نه فقط دمای یک نقطه بلکه بسته به تعداد سنسورها دمای هزاران هزار نقطه و آنهم در هر کسری از ثانیه. نتیجه اندازه گیری در جدولی با تعداد خانه هائی برابر تعداد سنسور ها، مثلاً 320×240 خانه، ثبت میشود.

دوربین بعد از خواندن دما به هر دما رنگی را اختصاص میدهد و بدین ترتیب به هریک از خانه های جدول دمای فوق، رنگی اختصاص مییابد. در نهایت جدول رنگها به صفحه نمایش ارسال میشود و آنچه ما در دوربین میبینیم در واقع یک جدول دماست که هر یک از خانه های آن بجای دمای اندازه گیری شده توسط سنسور مربوطه رنگ اختصاص داده شده به آن را منعکس میکند.

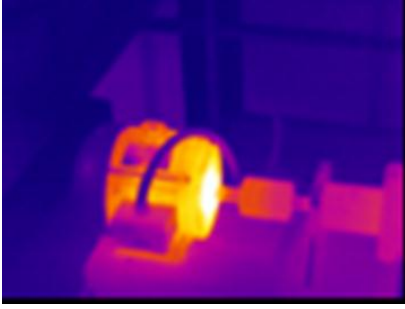

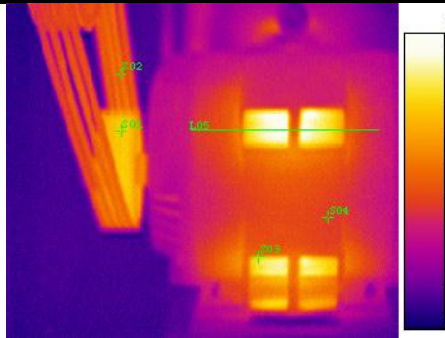
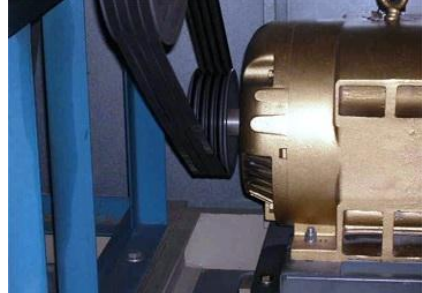
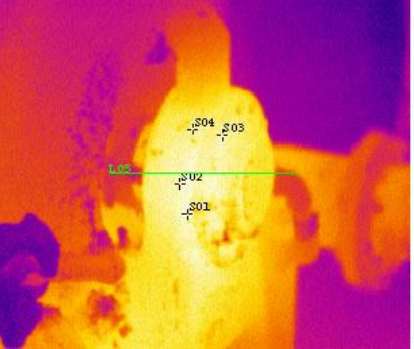

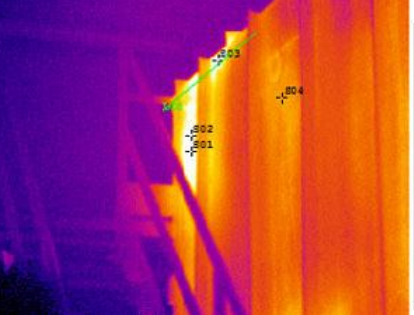

شکل زیر اساس کار دوربین ترموگرافی را نشان میدهد.

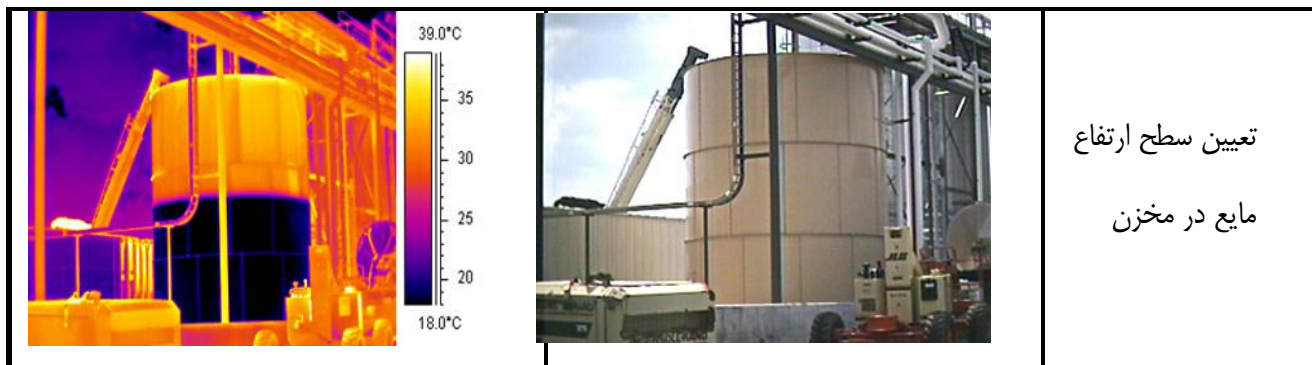


شکل (۲-۲) اساس کار یک دوربین ترموگرافی

¹ Thermograohy Camera

۲-۴-۴- نمونه هایی از تصاویر ترموگرافی در تجهیزات مختلف

تصویر حرارتی	تصویر معمولی	شرح
		<p>دمای غیرعادی بیرینگ موتور سمت کوپلینگ</p>
		<p>داغ شدن پولی به دلیل لغزش تسمه</p>
		<p>وجود اشکال از ناحیه بیرینگ سر آزاد</p>
		<p>بوiler آسیب دیده از ناحیه سمت چپ تصویر.</p>



شکل (۲-۳) نمونه‌هایی از کاربرد ترموگرافی در تجهیزات مختلف

۲-۵- پایش انتشار امواج فراصوت^۱ و آنالیز صوتی

۲-۵-۱- مقدمه

یکی دیگر از روش‌های متداول و پرکاربرد پایش وضعیت تجهیزات در صنایع مختلف، استفاده از تکنیک آنالیز امواج فراصوت منتشر شده از تجهیزات می‌باشد.

به طور کلی بسیاری از عیوب باعث ایجاد و انتشار امواج صوتی می‌شوند که فرکانس برخی از آن‌ها فراتر از محدوده شنوایی انسان، که اصوات با فرکانس بین 20Hz تا 20000Hz می‌باشد، است و بنابراین توسط گوش قابل شنیدن نمی‌باشد؛ برخی دیگر نیز در محدوده شنوایی انسان می‌باشد که توسط گوش شنیده می‌شود.

برای مثال وجود ترک در مخازن تحت فشار، وجود نشتی در لوله‌های با فشار بالا و شیرها و ... باعث ایجاد امواج فراصوت و انتشار آن شده که به کمک انواع سنسورهای موجود، تشخیص داده شده و با تحلیل ویژگی‌های آنها، نوع عیب قابل شناسایی است.

یکی از مزیت‌های مهم تکنیک آنالیز امواج فراصوت نسبت به سایر روش‌ها، تشخیص زودتر و در نتیجه انجام اقدامات بعدی جهت جلوگیری از ایجاد صدمات و خسارات زیاد به تجهیزات و سیستم می‌باشد. چراکه امواج فراصوت، می‌تواند عیوب را در مراحل اولیه پیشرفت تشخیص داده و هشدار دهد.

¹ Ultrasonic Monitoring

همچنین با توجه به شدت امواج، می‌توان محل عیب را با دقت قابل ملاحظه‌ای تعیین کرد؛ زیرا با توجه به وجود دمپینگ (میرایی)، با دور شدن از منبع اصلی، امواج آلتراسونیک به سرعت میرا می‌شوند.

جدول زیر برخی عیوب قابل شناسایی توسط این روش را در صنایع مختلف نشان می‌دهد.

جدول (۲-۳) عیوب قابل شناسایی توسط آنالیز امواج فراصوت

عیوب قابل شناسایی	نوع تجهیزات
خرابی بیرینگ‌های غلتشی، برخورد، (Rubbing) خرابی چرخ دنده‌ها و ...	تجهیزات مکانیکی دوار
انواع نشتی‌های جریان (آرک، کورونا، ترکیب)	تجهیزات فرآیندی و نیروگاهی
نشتی داخلی ولوها (پسینگ)، خرابی تله‌های بخار، نشتی از خطوط و مخازن هوای فشرده، نشتی از مخازن تحت فشار و یا به مخازن تحت خلأ و ...	تجهیزات الکتریکی

۲-۵-۲- انواع امواج فراصوت منتشر شده

امواج فراصوت با توجه به محیطی که در آن منتشر می‌شوند، به دو دسته زیر تقسیم بندی می‌شوند:

۱- امواج منتقل شده توسط ساختار تجهیز^۱

۲- امواج منتقل شده توسط هوا^۲

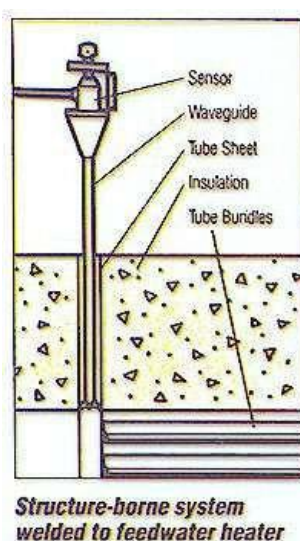
۲-۵-۲-۱- امواج منتقل شده توسط ساختار تجهیز

هنگامی که جریان سیال با فشار زیاد از درون لوله و ... به خارج نشت می‌کند، باعث ایجاد امواج فراصوت می‌شود. هرچه که ترک یا سوراخ ریز تر باشد، فرکانس موج منتشرشده بیشتر است و هرچه که ترک یا سوراخ بزرگ تر باشد، فرکانس موج پایین تر آمده و باعث ایجاد سر و صدا می‌شود.

¹ Structure Borne Waves

² Air Borne Waves

امواج ایجاد شده از طریق بدنه و ساختار تجهیز، منتقل می‌شوند و در اثر ارتعاشات مکانیکی به وجود آمده در بدنه و ساختار، ممکن است کمی فرکانس موج تغییر کرده و نتایج بسیار دقیقی را به دست ندهد. در این روش مطابق شکل ۴-۱، سنسور دستگاه، روی بدنه دستگاه قرار می‌گیرد و امواج فراصوت را به دستگاه می‌فرستد و دستگاه نیز آن را به صوتی در محدوده شنوایی انسان تبدیل می‌کند. لذا اپراتور به کمک دستگاه آنالیز کننده و نیز شنیدن صدای عیب، به عیب احتمالی تجهیز پی می‌برد.

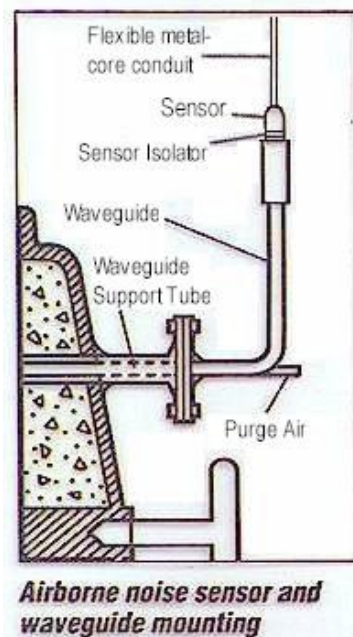


شکل (۲-۴) شماتیک یک سیستم structure borne

۲-۲-۵-۲- امواج منتقل شده توسط هوا^۱

در این روش سنسور درون تجهیز نصب شده و نیز دارای هادی امواج است که امواج فراصوت ایجاد شده را از طریق هوا به سنسور منتقل کرده و لذا مانع تاثیر نامطلوب ارتعاشات بدنه دستگاه بر فرکانس موج می‌باشد. شماتیک سیستم فوق در شکل ۴-۲ قابل مشاهده است.

¹ Air Borne Waves



شکل (۲-۵) شماتیک سیستم air borne

۲-۵-۳- آنالیز صدا

روش آنالیز صدا در پایش وضعیت تجهیزات، مشابه روش پایش امواج فراصوت می باشد، با این تفاوت که در این حالت، صوت ایجاد شده توسط عیوب، در محدوده شنوایی انسان بوده و اپراتور با استفاده از هدفون های مخصوص و نیز آنالیز کننده امواج، به بررسی تجهیز پرداخته و عیوب احتمالی را شناسایی می کند.

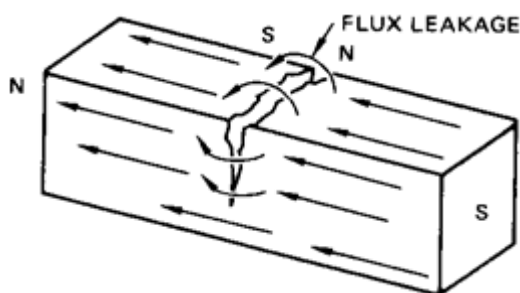
۲-۶- آزمون ذرات مغناطیسی^۱

۲-۶-۱- مقدمه

یکی دیگر از تکنیک های بازرسی تجهیزات، آزمون ذرات مغناطیسی می باشد که البته تنها برای مواد فرومغناطیسی قابل اجرا است و برای تجهیزاتی که از مواد غیرفرومغناطیس ساخته شده باشند، قابل استفاده نیست.

^۱ Magnetic Particle Test

در این روش ترک‌های سطحی و نیز ترک‌هایی که فاصله کمی از سطح دارند قابل شناسایی است. به منظور اجرای تست، یک میدان مغناطیسی با شدت مناسب در جسم برقرار می‌شود؛ چنانچه در سطح یا زیر سطح، درجهت غیر موازی بر امتداد انتشار خطوط مغناطیسی، ناپیوستگی وجود داشته باشد به دلیل اثر پوسته، نشت میدان مغناطیسی و اینکه ناپیوستگی، دو سطح با قطب‌های غیر همنام می‌باشند این نشتی به شکل پل مغناطیسی در محل ناپیوستگی بوجود می‌آید.



شکل (۲-۶) نشت میدان مغناطیسی در طول ترک (پل مغناطیسی)

اگر ذرات مغناطیسی روی چنین سطحی پاشیده شود، ذرات جذب میدان نشتی (پل مغناطیسی) در محل ناپیوستگی می‌شوند و ترک را قابل رویت می‌کند.

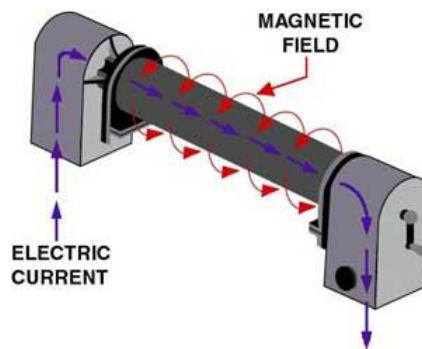
۲-۶-۲- اثر راستای میدان مغناطیسی بر نمایش ترک

همان‌طور که پیش از این ذکر شد، در تکنیک ذرات مغناطیسی، تنها عیوب و ترک‌هایی که در راستای عمود بر راستای میدان مغناطیسی باشند، قابل مشاهده و شناسایی هستند. بنابراین در بسیاری از موارد، برای شناسایی کامل عیوب قطعه، به اجرای چندباره تکنیک نیاز است تا انواع عیوب محوری و عرضی مشخص شوند.

در ادامه به بررسی نحوه ایجاد میدان‌های محوری و دوار پرداخته می‌شود:

۲-۶-۳- میدان مغناطیسی دوار

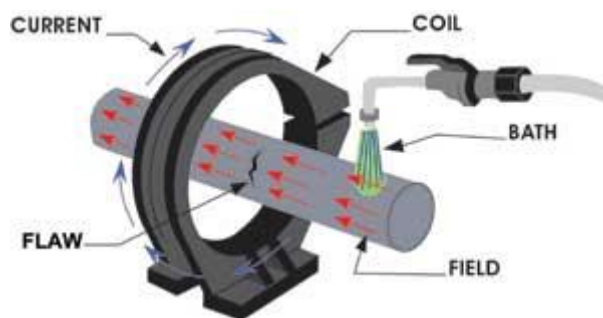
جریانی که از یک ماده رسانای مستقیم مثل سیم یا میله میگذرد؛ در حول آن میدان مغناطیسی مدور ایجاد می‌کند و اگر رسانا از نوع فرومغناطیسی باشد، جریان الکتریکی در درون آن نیز ایجاد میدان خواهد کرد. بنابراین قطعه‌ای که به روش فوق مغناطیس شود دارای میدانی مدور مطابق شکل خواهد بود. در این حالت ترک‌های طولی قابل شناسایی است.



شکل (۲-۷) میدان مغناطیسی دوار

۲-۶-۳-۱- میدان مغناطیسی محوری^۱

در این حالت رسانای جریان به صورت سیم پیچی مرکب از یک یا چند دور می‌باشد که قطعه را احاطه کرده و جریان گذرا از آن، در قطعه میدانی خطی مطابق شکل ایجاد می‌کند. در این حالت ترک‌های عرضی قابل شناسایی است.



شکل (۲-۸) میدان مغناطیسی محوری

^۱ Axial

۲-۶-۴- امکانات مورد نیاز برای اجرای تست ذرات مغناطیسی

۲-۶-۴-۱- ذرات مغناطیسی

ذرات مغناطیسی دانه‌های بسیار ریز پودر آهن نرم هستند (در حدود ۳ تا ۲۰۰ میکرون) و قابلیت جذب شدن توسط میدان مغناطیسی را دارند. ذرات مغناطیسی مورد نیاز برای بازرسی را میتوان از هر ماده فرومغناطیسی دارای پسماند کم تولید نمود. این ذرات معمولاً از پودر نرم اکسیدها و یا فلزات مورد نظر انتخاب شده و بسته به نحوه اعمال آنها به دو گروه تر و خشک تقسیم می‌شوند. در حالیکه ذرات خشک در هوا یا گاز منتقل می‌شوند، ذرات تر در دوغابی از یک مایع ناقل به نمونه عرضه می‌گردند.

برای پاشیدن پودر از یک دمنده مکانیکی پودر یا افشانک لاستیکی استفاده می‌شود. در اعمال پودر بر سطح قطعه باید دقت لازم معمول شده و از پاشیدن مستقیم آن با فشار باید پرهیز شود، زیرا در این شرایط دانه‌های پودر، آزادی جذب شدن بوسیله تمام میدانهای نشتی را نخواهند داشت. از این جهت سعی می‌شود دانه‌ها بصورت ابری یکنواخت به سطح قطعه مغناطیس شده نزدیک شوند.

پودر تر معمولاً برای تجهیزات ثابت مورد استفاده قرار می‌گیرد. مایع ناقل یک فرآورده نفتی سبک مانند کروزن است، هر چند می‌توان از آب هم استفاده نمود. ذرات معمولاً در رنگهای سیاه یا قرمز و یا پودرهای آبی و یا زرد متمایل به سبز دارای خاصیت فلورسانس عرضه می‌شوند. روش بازرسی پودر تر، به خصوص هنگامی که از پودر خاصیت فلورسانس و نور فرابنفش استفاده شود، دارای حساسیت بسیار بالائی خواهد بود.

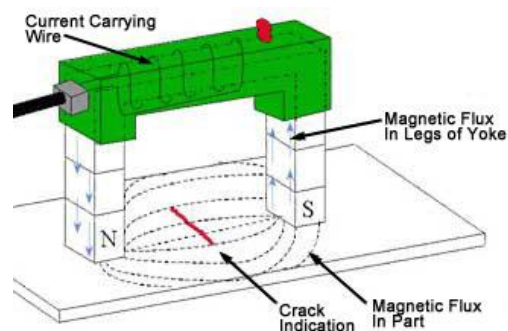
۲-۶-۵- ابزار های ایجاد میدان مغناطیسی

۲-۶-۵-۱- آهنربای دائمی^۱

آهنربای دائمی بین دو قطب خود یک میدان مغناطیسی طولی ایجاد می کند. نوع جدید آن آهنربائی نعلی شکل است که بازوهای آن قابل تنظیم و انتهای قطب آن نیز از نظر هندسی قابل تغییر است. قابلیت عیب یابی آن وقتی که عیوب عمود بر فلو (۹۰ درجه) باشد مطلوب است.

۲-۶-۵-۲- آهنربای الکتریکی^۲

برای کاهش اتلاف جریان سرگردان، آهنربای الکتریکی را از ورقهای نرم آهن می سازند. مخصوصاً اگر از جریان متناوب مورد استفاده قرار گیرد. پایه ها دارای مفصل هستند تا در سطوح ناهموار نیز قادر به ایجاد تماس باشند. این آهنربای الکتریکی یک میدان طولی ایجاد می کند.



شکل (۲-۹) آهنربای الکتریکی قابل حمل

^۱ Permenant Magnet

^۲ Yoke

۲-۶-۵-۲-۱- کوئل^۱

یک رسانا می‌باشد که به صورت حلقه درآمده و با عبور جریان الکتریکی از درون آن، میدان طولی ایجاد می‌کند.



شکل (۲-۱۰) کوئل (Coil)

مزایا و معایب استفاده از تست ذرات مغناطیسی

مزایا:

- قابلیت کار با اجسام با اشکال غیرمعمول
- سرعت عمل در اجرای تست و به دست آمدن مستقیم نتیجه
- مقرون به صرفه نسبت به سایر روش‌های بازرسی
- دارای تجهیزات قابل حمل و نقل آسان

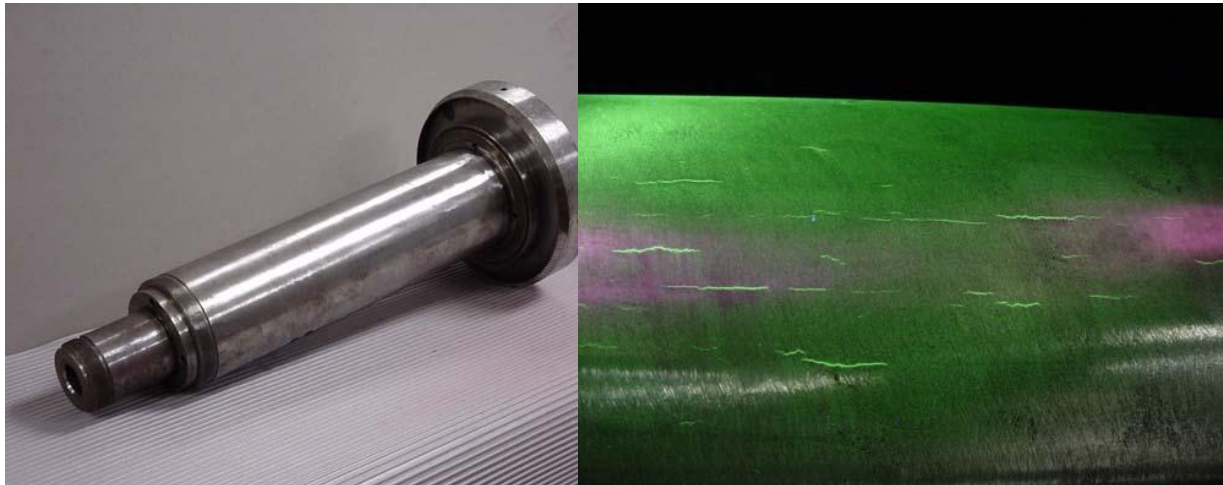
معایب:

- فقط بر روی مواد فرو مغناطیس قابل اجرا است.
- تنها شناسایی عیوب سطحی و در عمق کم از سطح
- نیاز به تمیزکاری بعد از اجرای تست

^۱ Coil

نمونه هایی از بازرسی به روش تست ذرات مغناطیسی

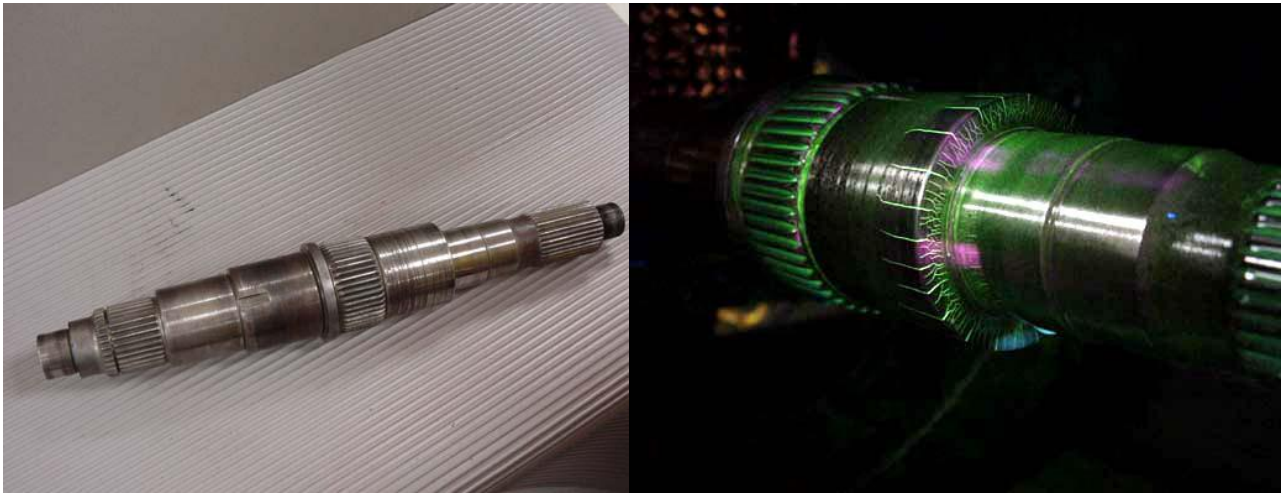
در زیر تصاویر چند مورد تست ذرات مغناطیسی آورده شده است.



شکل (۲-۱۱)

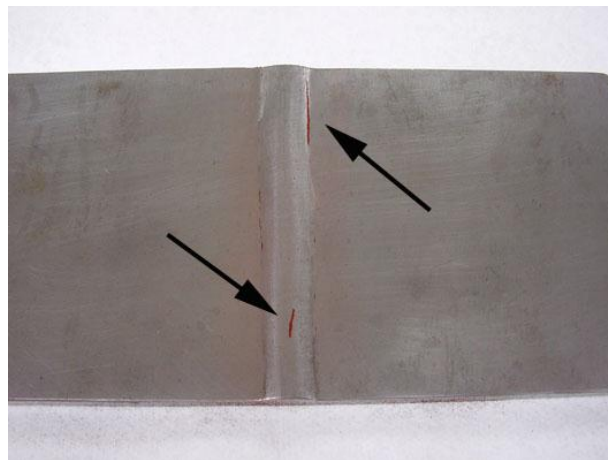


شکل (۲-۱۲)

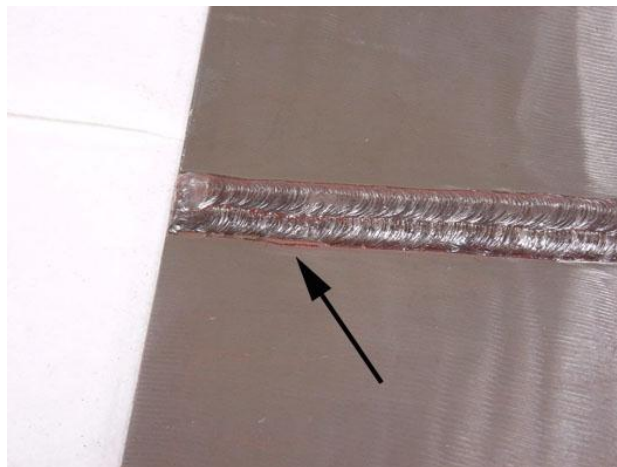


شکل (۲-۱۳)

شکل (۲-۱۱) و (۲-۱۲) و (۲-۱۳) نمونه‌های تست ذرات مغناطیسی با پودر تر و آنسکارسازی با فلونورسنت



شکل (۲-۱۴)



شکل (۲-۱۵)

شکل (۲-۱۴) و (۲-۱۵) نمونه‌های تست ذرات مغناطیسی با پودر خشک

۲-۷-: بازرسی با اشعه ایکس (رادیوگرافی)^۱

۲-۷-۱- مقدمه

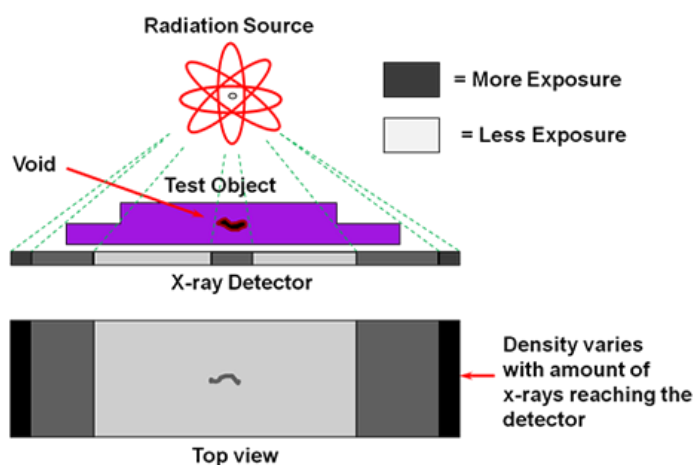
یکی دیگر از تکنیک‌های مفید و نوین برای بازرسی و تشخیص عیوب تجهیزات، استفاده از تست رادیوگرافی با اشعه پرنرژی ایکس، گاما یا پرتو آلفا می‌باشد.

در این روش از پرتوهای با قابلیت نفوذ بالا برای نفوذ به داخل محیط مادی مورد آزمایش و مقدار جذب متفاوت این پرتوها در حین عبور از محیط‌های مختلف استفاده می‌شود. بخشی از پرتو که در حین عبور از محیط مادی جذب می‌شود به ضخامت، چگالی و عدد اتمی ماده و هم‌چنین طول موج پرتو یا انرژی فوتون‌های عبوری بستگی دارد. با افزایش ضخامت و چگالی محیط مادی، جذب پرتو بیشتر می‌شود. بنابراین در صورت وجود عیب یا ناهمگنی و تغییر ضخامت در قطعه میزان پرتو جذب شده در نقاط مختلف متفاوت خواهد بود. از این رو برای تشخیص و شناسایی عیب در قطعه باید به نحوی این غیر یکنواختی حاصل از مقدار پرتو جذب شده پس از عبور از درون قطعه را آشکار ساخت. این آشکار سازی می‌تواند با استفاده از روش‌های مختلفی انجام گیرد. در تست‌های غیر مخرب در رادیوگرافی آشکار سازی عیب یا ناهمگنی بیشتر با عبور دادن

^۱ X-ray or Radiography Inspection

پرتوهای ایکس یا گاما از درون قطعه و بررسی اثر حاصل از آن بر روی فیلم انجام می‌گیرد. این فیلم رادیوگرافی را به طور اختصار رادیوگراف می‌نامند.

در تست رادیوگرافی معمول، یک جسم توسط اشعه ایکس یا اشعه گاما پرتو دهی می‌شود و قسمتی از تشعشع که به وسیله جسم جذب نشده است، به یک برگه فیلم برخورد می‌کند. اشعه جذب نشده به فیلم برخورد می‌کند و اثری (شبیه به اثر نور در فیلم عکاسی) روی فیلم می‌گذارد. با ظهور فیلم، یک شکل دو بعدی که به صورت نقاط تیره و روشن می‌باشد. پدید می‌آید. در اثر تغییر در دانسیته یا ضخامت یا ترکیبات جسم مورد آزمایش، تغییراتی در شدت اشعه عبور کرده به وجود می‌آید و در نهایت دانسیته عکس به دست آمده تغییر می‌کند. ارزیابی فیلم بر اساس اختلاف در دانسیته فیلم با مشخصات معلوم یا در اثر حضور عیوب در جسم مورد آزمایش انجام می‌شود و از این طریق می‌توان به عیوب قطعه پی برد.



شکل (۲-۱۶) شماتیک اصول تست رادیوگرافی

۲-۷-۲- موارد کاربرد آزمون رادیوگرافی

این روش یکی از پر کاربردترین روش‌های تست‌های غیر مخرب برای ردیابی عیوب داخلی مانند حفره‌های گازی است. عیوب صفحه‌ای نیز می‌توانند با جهت‌گیری مناسب توسط رادیوگرافی ردیابی شوند. این روش هم‌چنین برای پیدا کردن تغییرات ترکیب در مواد، ضخامت سنجی، تعیین محل قطعات اضافی یا معیوب که در داخل دستگاه‌ها وجود دارند و از دید پنهان هستند استفاده می‌شود.

مزیت اولیه استفاده از پرتوهای یونیزه کننده در تست رادیوگرافی این است که می توان با استفاده از این پرتوها در اجسام با اشکال مختلف و اندازه های میکرونی قطعات الکترونیکی تا گلوله های بسیار بزرگ یا ساختارهای نیروگاهی را مورد بررسی قرار داد. تجهیزات مختلف با اشکال متفاوت که توسط این تشعشعات مورد بازرسی قرار می گیرند محدوده وسیعی از محصولات ریخته گری، جوشکاری، کامپوزیت ها و قطعات سر هم بندی و جمع شده را در بر می گیرند.

۲-۷-۳- فیلم های رادیوگرافی

به طور کلی فیلم یک لایه ژلاتین شفاف است که روی ترکیب نقره کشیده می شود و هر دوی آن ها روی یک صفحه شفاف قابل انعطاف قرار گرفته اند. وجود ترکیب در دو طرف صفحه شفاف (۲۵ میکرون) باعث دو برابر شدن میزان حساسیت اشعه تابیده به ترکیب نقره می شود و سرعت را افزایش می دهد. وقتی که بیشترین مقدار نمایش جزئیات مورد نیاز باشد، از فیلم با پوشش نقره یک طرفه استفاده می کنند.

زمانی که اشعه ایکس و گاما به دانه های نقره برخورد می کنند تغییری در ساختار فیزیکی دانه ها به وجود می آید؛ این تغییر به صورتی است که با روش های معمول فیزیکی نمی توان آن را تشخیص داد. با وجود این وقتی که فیلم تابش داده شده به وسیله محلول شیمیایی مورد واکنش قرار می گیرد، نقره فلزی سیاه روی آن به وجود می آید. این نقره در ژلاتین روی سطح فیلم به صورت ذرات معلق وجود دارد و یک تصویر از جسم مورد آزمایش تولید می کند.

انتخاب فیلم رادیوگرافی برای هر قطعه بستگی به ضخامت و جنس قطعه و محدوده ولتاژ دستگاه اشعه ایکس دارد، به علاوه عواملی مانند نیاز به رادیوگرافی با کیفیت بالا یا زمان تابش کم، در نظر گرفته می شود. در صورتی که کیفیت بالا، فاکتور تعیین کننده باشد یک فیلم با سرعت کمتر یا فیلم دانه ریز باید مورد استفاده قرار گیرد؛ در صورتی که زمان تابش کم ضروری باشد یک فیلم با سرعت بالاتر (یا ترکیبی از فیلم و صفحات شدت دهنده) می تواند مورد استفاده قرار بگیرد. فیلم ها می توانند با یا بدون صفحات سربی، با توجه به ضخامت و شکل قطعه مورد آزمایش مورد استفاده قرار بگیرند.

همچنین صفحات شدت دهنده فلوروسنت در مواردی که بیشترین سرعت ممکن مورد نیاز می باشد مورد استفاده قرار می گیرند.

۲-۷-۴- مزایا و معایب تست رادیوگرافی

مزایا:

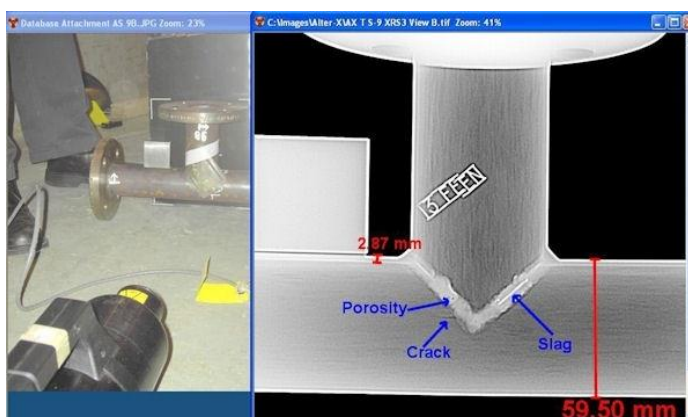
- امکان تشخیص عیوب سطحی و زیر سطحی
- بدون محدودیت در جنس یا چگالی ماده
- نیاز به کم‌ترین آماده‌سازی سطح
- امکان بازرسی اجزا با اشکال غیر معمول و مونتاژ شده
- حساس به تغییرات ضخامت، خوردگی، حفره، ترک و تغییر چگالی ماده

معایب:

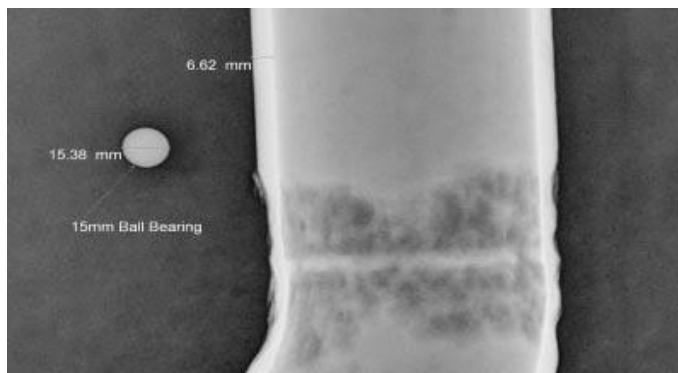
- ملاحظات ایمنی برای جلوگیری از آسیب توسط اشعه ایکس
- نیاز به تخصص بالا در اجرای تست و تفسیر نتایج
- نیاز به به کارگیری روش‌های جانبی برای تعیین عمق نقص در ماده

۲-۷-۵- نمونه‌های استفاده از رادیوگرافی

در زیر چند مورد از به کارگیری تکنیک رادیوگرافی در تشخیص عیوب قطعات، قابل مشاهده است.



شکل (۲-۱۷) وجود ترک و نقص در جوش در شکل قابل مشاهده است.



شکل (۲-۱۸) وجود نقص در لوله

۲-۸-۱-۲ بازرسی به روش مایعات نافذ^۱

۲-۸-۱-۲-۱ مقدمه

یکی از روش‌های قدیمی و مفید برای بازرسی و تشخیص عیوبی مانند ترک در قطعات، روش تست مایعات نافذ می‌باشد. از این روش برای آشکارسازی عیوبی که به سطح قطعه راه دارند، از قبیل انواع ترک‌ها، شکاف‌ها و تاخوردگی‌ها در قطعات با هر شکل و اندازه استفاده می‌شود.

اساس این تست بر پایه خاصیت مویینگی مایعات استوار است. خاصیت مویینگی یک مایع هنگام تماس سطح آن با یک ماده جامد مشهود خواهد شد. در تست مایعات نافذ با نمایان کردن این خاصیت بر روی سطوح مواد و آشکار کردن نتایج آن، وجود و شدت عیوب و ناپیوستگی‌های سطحی نمایان می‌گردد.

۲-۸-۱-۲-۲ کاربرد های تست مایعات نافذ

تست مایع نافذ به دلیل سادگی و عدم محدودیت آن از لحاظ جنس قطعه، کاربرد گسترده‌ای دارد. این روش به عنوان کنترل کیفیت محصولات روش‌های مختلف تولید در حین فرآیند تولید و پس از آن توسط تولیدکنندگان و در تعمیر و نگهداری، سرویس‌های منظم و برای جستجوی ترک‌های خستگی و غیره و هم‌چنین بازرسی‌ها از لحاظ حفظ نکات ایمنی توسط مصرف‌کنندگان به کار می‌رود.

^۱ Liquid Penetrant Test

نمونه‌های قطعاتی که با استفاده از این روش کنترل و بازرسی می‌شوند عبارتند از دیسک‌ها، پره‌های توربین، چرخ‌های هواپیما، بسیاری از قطعات حساس خودروها و لوکوموتیوهای قطار، مثل پیستون‌ها و سرسیلندرها قبل از مونتاژ. همچنین در بازرسی تجهیزات به منظور پیش‌بینی و تشخیص عیوب و تعمیر و نگهداری نیز استفاده می‌شود.

۲-۸-۳- مزایا و معایب تست مایعات نافذ

مزایا:

- کاربرد آسان و ارزان
- بدون محدودیت در جنس ماده (به جز مواد با سطوح متخلخل)
- نمایش محل دقیق عیب و اندازه آن

معایب:

- تنها عیوبی که به سطح راه دارند را شناسایی می‌کند.
- نیاز به تمیزکاری و آماده‌سازی اولیه سطح
- سطح جسم باید صاف و غیر متخلخل باشد
- نیاز به تمیزکاری سطح جسم بعد از انجام بازرسی

۲-۸-۴- مراحل اجرای تست مایعات نافذ

به طور کلی برای اجرای بازرسی به روش مایعات نافذ، اجرای مراحل زیر ضروری است:

- ۱- پاکسازی سطح قطعه
- ۲- پوشش دهی سطح قطعه با مایع نافذ و یا غوطه‌ور کردن قطعه در مایع نافذ
- ۳- تمیز کردن مایع نافذ باقیمانده از روی سطح قطعه
- ۴- پوشش دهی سطح قطعه با ماده ظاهر کننده
- ۵- مشاهده و بازرسی سطح قطعه



شکل (۲-۱۹) مراحل اجرای تست مایعات نافذ

۲-۸-۴-۱- پاکسازی سطح قطعه

ابتدا سطح قطعه باید کاملاً تمیز شود؛ به گونه‌ای که عاری از هر نوع آلودگی‌های سطحی، مانند روغن، چربی، رنگ و دیگر پوشش‌های پلیمری باشد. از آنجا که این آلودگی‌ها می‌توانند موانعی را برای نفوذ مایع نافذ به داخل عیب باشند، دقت این آزمایش به تمیزی سطح قطعه مورد بررسی بستگی دارد.

تمیز کردن قطعه می‌تواند از طریق مکانیکی یا شستشو با استفاده از ماده‌ی شیمیایی یا هر دو با هم باشد. به طوری که مایع نافذ بتواند به راحتی به داخل عیب نفوذ کند یا در صورت کوچک بودن قطعات، ریختن آن‌ها در یک سبد و غوطه‌ور کردن سبد در یک مایع حلال نیز می‌تواند انجام گیرد. در انتخاب روش پاکسازی سطح قطعه باید دقت کافی به عمل آید که در حین فرآیند تمیز کردن به ویژه در روش مکانیکی به هر علتی راه نفوذ مایع به داخل ترک بسته نشود.

۲-۸-۴-۲- پوشش دهی سطح قطعه با مایع نافذ و یا غوطه‌ور کردن قطعه در مایع نافذ

در این مرحله معمولاً سطح قطعه را با استفاده از پیستوله، قلم مو، اسپری و در مواردی غوطه‌وری و یا از طریق الکترواستاتیکی با مایع نافذ می‌پوشانند. در هر صورت مایع نافذ باید به صورت لایه‌ی نازکی تمامی سطح قطعه را به طور کامل بپوشاند. زمان لازم برای نفوذ باید به صورتی باشد که لایه‌ی نازکی از مایع، تمامی سطح قطعه را به طور کامل بپوشاند. زمان لازم برای نفوذ، به نوع مایع، درجه حرارت، جنس قطعه، نوع و اندازه عیب موجود در قطعه بستگی دارد. معمولاً این زمان بین ۵ تا ۳۰

دقیقه به طول می‌انجامد. زمان نفوذ با ازدیاد دما کاهش می‌یابد، زیرا که میزان نفوذپذیری افزایش می‌یابد و از طرفی گرم کردن قطعه سبب بازتر شدن ترک و راحت‌تر انجام گرفتن فرآیند نفوذ مایع به داخل آن می‌شود. در مواردی که مایع نافذ را به منظور افزایش نفوذپذیری گرم می‌کنند باید دقت لازم انجام گیرد، که دمای مایع به نقطه اشتعال آن نرسد. از این جهت است که عرضه‌کنندگان مایعات نافذ باید محدوده دمای کاربرد و یا دمای اشتعال تولیدات خود را با دیگر مشخصات آن‌ها ارائه دهند.

۲-۸-۴-۳- تمیز کردن مایع نافذ باقیمانده از روی سطح قطعه

پس از گذشت مدت زمان نفوذ باید سطح قطعه با آب و یا حلال‌های مناسب دیگر شستشو و با جریان هوای گرم خشک شود. شستشو با محلول‌هایی که به این منظور به کار می‌رود باید با دقت زیاد انجام گیرد و زمان شستشو نباید زیادتر از حد لازم به طول انجامد، زیرا که در صورتی که مدت زمان شستشو بیش از حد طولانی شود ممکن است باعث خروج مایع نافذ از شکاف یا ترک شود. موقعی که از مایع نافذ همراه با ماده فلورسنت استفاده می‌شود پس از گذشت مدت زمان لازم برای نفوذ باید مایع نافذ روی سطح قطعه را با پاشش آب بر روی آن و یا با دستمال کاملاً تمیز به طور کامل و مطمئن بر طرف کنند.

۲-۸-۴-۴- پوشش دهی سطح قطعه با ماده ظاهر کننده

پس از شستشو و خشک کردن سطح قطعه، آن را با لایه نازکی از ماده مناسبی به نام ماده ظاهر ساز پوشش می‌دهند. این ماده باید بتواند مایع نافذ را که در ترک‌های قطعه نفوذ کرده به خود جذب کند. این ماده می‌تواند به صورت خشک و یا تر باشد. فرآیند پوشش دهی سطح قطعه با ماده ظاهر ساز می‌تواند به صورت‌های مختلفی از قبیل پاشش، غوطه‌وری و الکترواستاتیکی صورت گیرد.

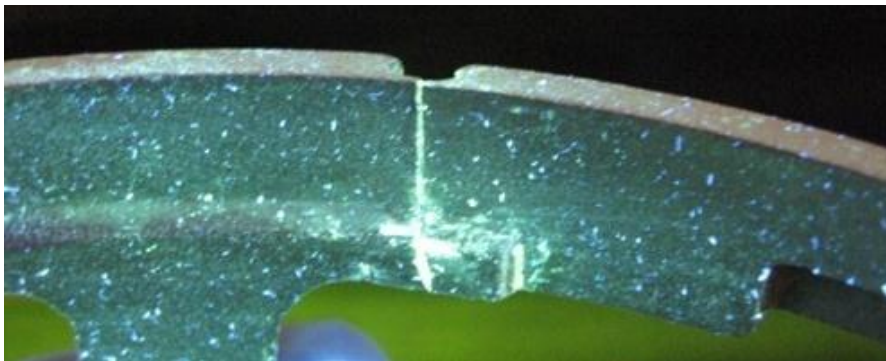
ماده‌ی ظاهر ساز پس از خشک شدن، مایع نافذ درون ترک و یا هر نوع ناپیوستگی دیگر را به خود جذب و با تغییر رنگی که در محلی از پوشش سطح در مقایسه با دیگر نقاط آن رخ می‌دهد، محل عیب مشخص می‌شود. ضخامت ماده ظاهر ساز باید تا آنجا که ممکن است نازک انتخاب شود، زیرا که در مورد عیب‌های بسیار ریز مایع نافذ به اندازه‌ی نیست که بتواند از لایه‌ی ضخیم ظاهر ساز عبور کرده و به سطح آن برسد و منجر به تغییر رنگ در محل‌ها و پدیدار شدن آن عیوب شود.

۲-۸-۴-۵- مشاهده و بازرسی سطح قطعه

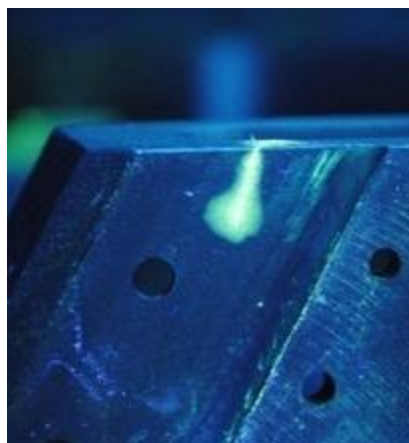
پس از گذشت زمان لازم برای جذب مایع نافذ به وسیله ی ماده ی ظاهر ساز ، سطح قطعه مورد بازرسی قرار می گیرد. زمانی که از مایع رنگی استفاده می شود بازرسی باید با استفاده از نور مرئی روزانه یا نور مصنوعی کافی انجام گیرد. در مواردی که از مایع نافذ با ماده فلورسنت استفاده می شود، بازرسی و مشاهده قطعه در زیر نور ماوراء بنفش انجام می گیرد که به این ترتیب دقت آزمایش برای شناسایی ترک های ریز تر افزایش می یابد.

۲-۸-۵- نمونه های کاربرد تست مایعات نافذ در تشخیص عیوب

در زیر چند مورد از به کارگیری تکنیک مایعات نافذ در تشخیص عیوب قطعات، قابل مشاهده است.



شکل (۲-۲۰)



شکل (۲-۲۱)



شکل (۲-۲۲)

شکل (۲-۲۰) و (۲-۲۱) و (۲-۲۲) نمونه کاربرد تست مایعات نافذ در تشخیص عیوب

۲-۹- آنالیز عملکرد^۱

آنالیز کارایی^۲ یکی از تکنیک‌های مهم مانیتورینگ و پایش وضعیت است که برای انواع مختلف ماشین‌آلات و به ویژه تجهیزاتی که در واحدهای فرآیندی به کار می‌روند، کاربرد دارد.

جمع‌آوری اطلاعات اولیه (مانند دبی، دما، فشار و ...) به کمک انواع گیج‌ها، نشانگرها، سنسورها و ترانس‌میترها صورت می‌پذیرد. برخی از این وسایل اندازه‌گیری دارای نشان‌دهنده در محل هستند و اطلاعات برخی دیگر از طریق سیستم کنترل مرکزی قابل دستیابی است.

پارامترهای بیان‌کننده کارایی ماشین (نظیر راندمان، هد تولیدی و ...) به کمک فرمولها و روابط ریاضی و بر اساس اطلاعات اولیه محاسبه می‌شوند.

با تقریب زدن مقادیر پارامترهای بیان‌کننده کارایی ماشین در طول عمر آن، هرگونه انحراف از وضعیت نرمال مشخص شده و می‌توان با انجام اقدام اصلاحی، وضعیت را نرمال نمود.

این تکنیک به ویژه برای توربینها، پمپها، فنها، مبدل‌های حرارتی، بویلرها و ... از اهمیت خاصی برخوردار است.

به عنوان مثالی از اهمیت روش آنالیز عملکرد می توان به پمپ که یکی از اجزای اصلی یک چرخه تولید قدرت در نیروگاه ها می باشد اشاره کرد. با استفاده از سایر تکنیک های پایش وضعیت مانند آنالیز ارتعاشات و ترموگرافی، می توان به ترتیب به وضعیت مکانیکی و وضعیت حرارتی الکتروموتور پمپ و یاتاقان ها پی برد، اما هیچ یک نشانی از راندمان پمپ به دست نمی ده؛ در صورتی که گاهی ممکن است در صورت وجود مشکل ، بازده پمپ به کمتر از ۵۰ درصد نیز کاهش یابد که این باعث کاهش بازده کلی سیستم می شود.

به طور کلی ، آنالیز عملکرد باید شامل تمام فرآیند ها و تجهیزاتی که می توانند بر بازده کلی سیستم اثر بگذارند شود. آنالیز عملکرد به دو صورت دستی و استفاده از سیستم های پردازش اطلاعات قابل اجرا است که امروزه با پیشرفت کامپیوتر ها و تولید نرم افزار های مناسب ، می توان با استفاده از این نرم افزار ها و سنسور های تعبیه شده در قسمت های مختلف برای اندازه گیری پارامترهای موثر مانند فشار، دما، دبی و ... ، به طور دائمی بازده سیستم و اجزای مختلف آن را در نظر داشت

بدین ترتیب در صورت کاهش بازده از حد نرمال، می توان به وجود مشکل در سیستم پی برده و به بررسی و رفع عیب پرداخت.

فصل سوم:

تعیین مهمترین فناوریهای حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و

تهیه درخت موضوع

۳-۱- مقدمه

همانگونه که پیشتر اشاره گردید، موضوع بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات از جمله گسترده‌ترین موضوعات مهندسی می‌باشد که طیف وسیعی از انواع علم مدیریتی و فناوریانه را در بر می‌گیرد. آنچه تا کنون به آن اشاره گردید به اختصار برخی از موضوعات حوزه سیستمی بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات را در فصل اول و برخی از فناوری‌های پایش وضعیت را در فصل دوم معرفی شدند.

تعیین مهمترین فناوریهای حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و تهیه درخت موضوع از جمله اهداف مرحله دوم این طرح می‌باشد. با توجه به گستردگی موضوعات این حوزه لاجرم ارائه درخت موضوع فناوریهای بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات به سه حوزه (۱) قابلیت اطمینان (۲) افزایش راندمان و (۳) افزایش عمر محدود گردید. بدیهی است که حوزه بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات بسیار فراتر از این سه حوزه می‌باشد که حسب مورد به آنها پرداخته خواهد شد. در ادامه این درخت موضوع این سه طرح به اجمال معرفی می‌گردد.

۳-۲- بررسی کلی موضوع مهندسی قابلیت اطمینان و ارتباط آن با حوزه O & M

پیشگیری از شکست‌ها و درک چرایی و چگونگی شکست، مستلزم آگاهی و شناخت از فیزیک شکست است. شناخت فیزیک و مکانیزم شکست برای به حداقل رساندن وقوع شکست ضروری است. به طور کلی، اکثر مکانیزم‌های شکست، تأثیر آنها و روند تخریب در یک طراحی خاص به خوبی شناخته نشده است. بر این اساس، پیش بینی شکست قطعی نیست و در حقیقت یک فرایند احتمالی است. بنابراین تجزیه و تحلیل قابلیت اطمینان، چه با استفاده از فیزیک شکست یا داده‌های ثبت شده از شکست‌های قبلی، یک فرایند احتمالاتی است. که نیازمند استفاده از دانش متناسب با آن می‌باشد. مسائل مربوط به بررسی شکست‌ها و فرآیند محاسبه احتمال وقوع آنها، محدوده دانش مهندسی قابلیت اطمینان است.

در مطالعات و آنالیزهای موضوعات مربوط به نیروگاهها، شرکت‌ها، دانشگاهها و مراکز پژوهشی معتبر و بزرگ جهانی در کشورهای صنعتی، موضوع مهندسی قابلیت اطمینان و بکارگیری مدل‌های احتمالاتی از جایگاه ویژه و منحصر بفردی برخوردار بوده و دانش این حوزه در این کشورها به سرعت در حال توسعه و پیشرفت می‌باشد. مهندسی قابلیت اطمینان و روش‌ها و بخش‌های مختلف و متنوع آن با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌ها و رفتارهای آماری پارامترهای مؤثر در عملکرد سیستم‌ها و با

نگرش آماری و احتمالاتی به معادلات حاکم بر مسائل و سیستم‌ها و ایجاد مدل‌های احتمالاتی جامع برای سیستم‌ها، دارای توانایی و قابلیت بالا در تحلیل مسائل و سیستم‌های پیچیده و حساسی نظیر اجزا و سیستم‌های نیروگاهی می‌باشد. لذا توجه و بهره‌گیری از این حوزه در پیشبرد طرح‌های مختلف O & M واحدهای نیروگاهی کشور و ارتقاء ظرفیت و قابلیت طرح‌ها و نهایتاً در کارایی نتایج طرح‌ها نقش کلیدی ایفا می‌نماید.

۳-۲-۱- مبانی قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان توانایی (قابلیت) یک سیستم یا جزء برای عملکرد تحت شرایط معین شده برای یک بازه زمانی مشخص می‌باشد. به تبع این تعریف، مهندسی قابلیت اطمینان^۱ زمینه‌ای از مهندسی است که بر قابلیت اعتماد^۲ در مدیریت چرخه عمر^۳ محصول تأکید می‌نماید.

۳-۲-۱-۱- قابلیت اعتماد:

در مهندسی سیستم، قابلیت اعتماد یک معیار برای قابلیت دسترسی^۴، قابلیت اطمینان^۵، و قابلیت تعمیر^۶ آن می‌باشد. همچنین می‌تواند دربرگیرنده مکانیزم‌های طراحی شده برای افزایش و حفظ قابلیت اعتماد یک سیستم نیز باشد. همچنین قابلیت اعتماد می‌تواند علاوه بر معیار قابلیت اطمینان سیستم در برگیرنده موارد دیگری نظیر ایمنی^۷ و یکپارچگی^۸ نیز باشد. در این زمینه مطالعات مستمر انجام شده توسط چند کمپانی معتبر و بزرگ نفتی در جهان بر روی قابلیت اطمینان، قابلیت دسترسی، قابلیت تعمیر و ایمنی (RAMS) تجهیزات اکتشاف و تولید صنایع نفت و گاز نمونه‌ای از کارهای انجام یافته قابل توجه می‌باشد که منجر به انتشار چندین نسخه هندبوک OREDA از سال ۱۹۸۴ گردیده است.

^۱ Reliability Engineering

^۲ Dependability

^۳ Lifecycle Management

^۴ Availability

^۵ Reliability

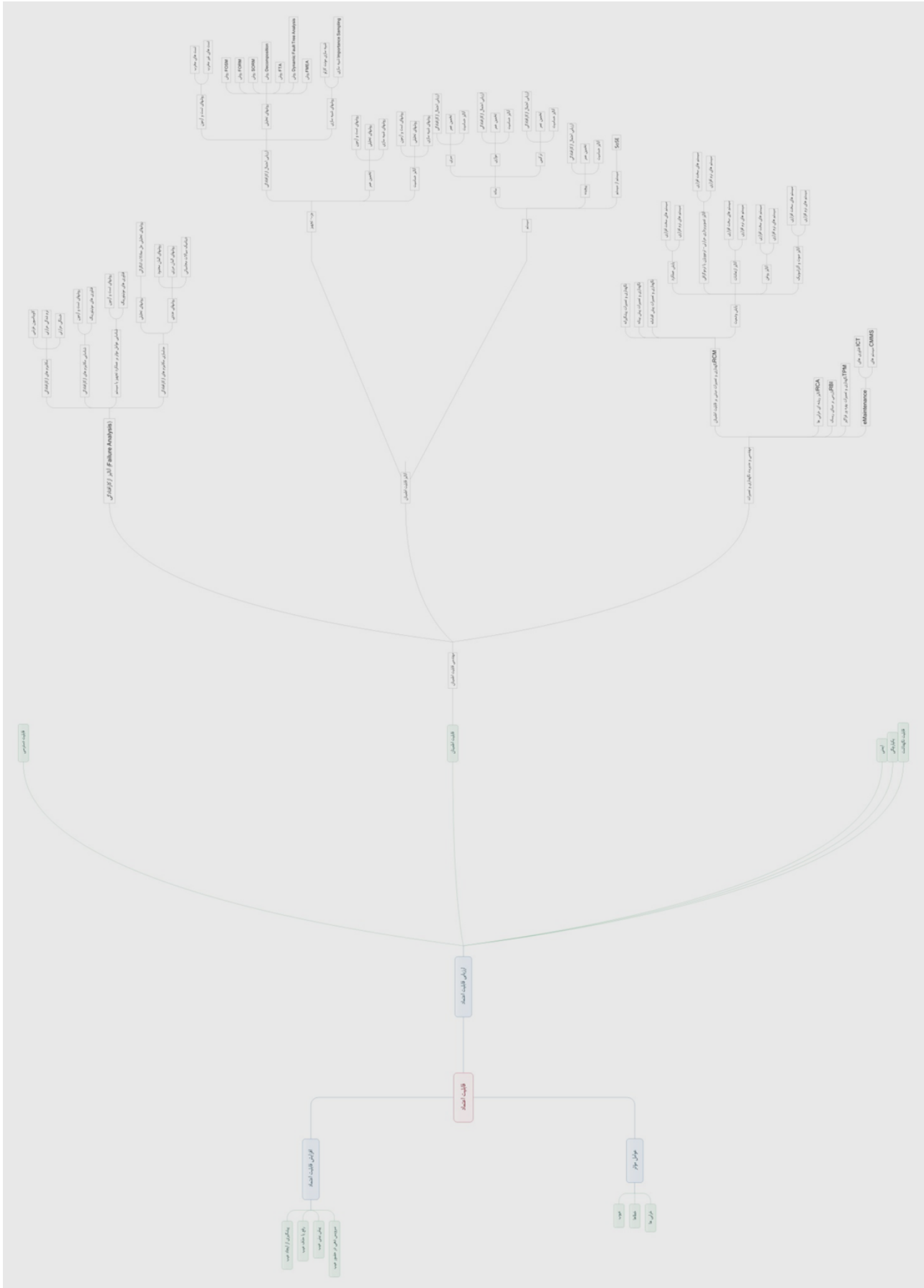
^۶ Maintainability

^۷ Safety

^۸ Integrity

۳-۳-درخت موضوع قابلیت اطمینان

به منظور ارائه یک تصویر کلی از محدوده مسائل و موضوعات مرتبط و مورد بررسی در مهندسی قابلیت اطمینان، درخت موضوع مهندسی قابلیت اطمینان در شکل شماره (۳-۱) ترسیم گردیده است.



شکل (۳-۱) درخت موضوع قابلیت اطمینان

در این درخت قابلیت اعتماد به عنوان مفهومی دربرگیرنده قابلیت دسترسی، قابلیت اطمینان، ایمنی، یکپارچگی، قابلیت نگهداشت (تعمیرپذیری) به منظور ارزیابی قابلیت اعتماد در نظر گرفته شده است. از سوی دیگر افزایش قابلیت اعتماد بصورت یک شاخه اصلی در این درخت در نظر گرفته شده است. در این شاخه برای افزایش قابلیت اعتماد چهار رویکرد معرفی گردیده است:

- پیشگیری از ایجاد عیب
- رفع یا حذف عیب
- پیش بینی عیب
- سرویس دهی در حضور عیب

در شاخه اصلی سوم عوامل مؤثر در قابلیت اطمینان معرفی گردیده است:

- عیوب
- خطاها
- خرابی‌ها

در خصوص شاخه اول (ارزیابی قابلیت اطمینان) نیز همانگونه مشاهده می‌شود سرشاخه‌ها به مجموعه گسترده‌ای از روشها یا فناوریها منتهی شده است.

۳-۳-۱- عوامل مؤثر بر قابلیت اطمینان

طراحی، بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و آموزش اصول مهندسی قابلیت اطمینان را می‌توان به عنوان عوامل اصلی مؤثر بر قابلیت اطمینان سیستم یا جزء در نظر گرفت که در ادامه بطور اجمالی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۳-۳-۱-۱- طراحی

یکی از مسائل مهم در طراحی این است که هر چه تعداد عناصر و قطعات بکار رفته در یک سیستم بیشتر باشد دستیابی به یک مقدار قابلیت اطمینان مورد نیاز سخت‌تر می‌شود. همچنین چگونگی ارتباط منطقی عناصر و زیربخش‌ها با یکدیگر نیز در

قابلیت اطمینان کل مجموعه مؤثر است. اینکه جزء‌ها از نظر عملکردی با یکدیگر سری یا موازی قرار گرفته باشند در مقدار قابلیت اطمینان سیستم تأثیر گذار خواهد بود. در هنگام طراحی، پس از آنکه طرح تکمیل شد باید سیستم را مورد بررسی قرار داد و قطعات و بخش‌هایی را که در قابلیت اطمینان تأثیر زیادی دارند شناسایی نمود و بر روی قابلیت اطمینان آنها کار کرد. از آنجا که خدمات پس از تولید و تعمیر پارامتر مهمی در قابلیت اطمینان قطعات و سیستم‌های قابل تعمیر است، طراحی باید به گونه‌ای باشد که تعمیر و خدمات پس از تولید آن براحتی صورت پذیرد. در طراحی می‌توان به گونه‌ای عمل کرد که سیستم طراحی شده در شرایط محیطی مختلف کار کند. گرچه قابلیت اطمینان برای شرایط مجاز محیطی محاسبه می‌گردد، اما اگر بتوان طراحی را به گونه‌ای انجام داد که سیستم تحت شرایط گوناگون محیطی و در محدوده وسیعتری از درجه حرارت و رطوبت و سایر عوامل کار کند، طرح مطلوب‌تر خواهد بود. بنابراین بهتر است طراح، سیستم را در برابر عوامل محیطی، حفاظت شده طراحی کند.

۳-۱-۳-۲- بهره‌برداری

بهره‌برداری یا فرآیند تولید، دومین عامل مهم تأثیرگذار در قابلیت اطمینان محصول است. در فرآیند تولید باید تکنیک‌های کنترل کیفیت بکار گرفته شود تا ریسک تولید و معایبی که ضمن آن اتفاق می‌افتد حداقل شود. وظیفه مهندسان قابلیت اطمینان در قبال تولید محصول برق، فراهم آوردن نیازمندیهای قابلیت اطمینان برای آن، تهیه یک برنامه پویا و مؤثر قابلیت اطمینان و به کارگیری مناسب ابزار، تحلیلها و مهارتهای مربوطه است، بگونه‌ای که مطمئن شود برق تولیدی همه نیازمندیهای لازم (مطابق استاندارد و نیاز مشتری) از جمله مستمر و پایا بودن را دارد و سیستم نیز قابلیت اطمینان مشخص شده را در زمان مأموریت دارا می‌باشد.

۳-۱-۳-۳- نگهداری و تعمیرات

صد در صد نبودن قابلیت اطمینان موجب می‌شود قبل از اتمام عمر مفید، سیستم یا جزء دچار عیب شوند. بنابراین نگهداری و تعمیرات دارای نقش کلیدی در این زمینه است. برای قطعات تعمیرپذیر، نگهداری و تعمیرات یکی از عوامل مؤثر در قابلیت اطمینان است. مدت زمان صرف شده برای تعمیر و کیفیت تعمیر دو پارامتر اساسی در تعمیر می‌باشند. لازم به تأکید است که تعمیر یک جزء یا سیستم با جایگزینی آن با جزء یا سیستم نو تفاوت دارد.

۳-۳-۱-۴- آموزش اصول مهندسی قابلیت اطمینان

حتی اگر همه عوامل فوق دست به دست هم دهند و به خوبی عمل نمایند هنوز برای ضمانت قابلیت اطمینان سیستم کافی نیستند، حلقه گمشده زنجیر، آموزش اصول مهندسی قابلیت اطمینان به تمامی رده های سازمان و منابع انسانی آن است، که شامل همه سطوح مدیریتی، مهندسان و تکنسین های شاغل در قسمتهای مختلف می باشد. این آموزش می تواند در قالب آموزش جامع دانشگاهی با عنوان رشته مهندسی قابلیت اطمینان و یا در قالب دوره ها و کارگاههای آموزش اصول مهندسی قابلیت اطمینان در سطوح مختلف مقدماتی، متوسط و پیشرفته صورت پذیرد.

دوره های مذکور باید بنیانهایی اساسی قابلیت اطمینان را پوشش دهد ضمن اینکه به طور عملی نقش قابلیت اطمینان را در حل نمودن مسائل با به کارگیری مهارتها و ابزارهای مناسب از جمله ابزارهای آماری و احتمالاتی روشن نماید. نیروی انسانی سازمان باید مفهوم و ارزش هزینه های گزاف عدم وجود قابلیت اطمینان لازم را به خوبی دریابد که بطور کلی عبارت است از

- کاهش منافع و توقف تولید ثروت
- اتلاف هزینه ها بصورت‌های تعمیراتی، بالا سری و پایین سری
- کاهش کیفیت محصول برق
- کاهش سطح ایمنی نیروی انسانی و فرآیندها
- افزایش آلودگی ها و آلاینده های زیست محیطی.

۳-۳-۲- شناخت خرابی (از کار افتادگی)

در رابطه با موضوع قابلیت اطمینان موضوع خرابی یکی از بخش های اساسی و مهم می باشد. در این خصوص بررسی مکانیزم یا مکانیزم های خرابی، اثرات مکانیزم های از کار افتادگی بر روی یکدیگر و روابط آنها با هم، معیارهای از کارافتادگی، پیش بینی خرابی و سایر موارد مرتبط با آنالیز خرابی باید مورد توجه و تحلیل قرار گیرد.

۳-۳-۳- تکنیک های مهندسی قابلیت اطمینان

مهندسی قابلیت اطمینان دانشی دربرگیرنده حوزه ها و موضوعات زیر می باشد:

- درک رابطه طراحی و قابلیت اطمینان و در گام بعدی آشنایی با طراحی مبتنی بر قابلیت اطمینان (RBD)

- آنالیزهای خرابی
- تحلیل های سیالاتی و حرارتی
- آنالیزهای آماری و احتمالاتی
- مهندسی نگهداری و تعمیرات
- مفاهیم قابلیت تعمیر (تعمیرپذیری) و قابلیت در دسترس بودن و روابط آن با قابلیت اطمینان
- تحلیل های اقتصادی و نیز مباحث مدیریتی

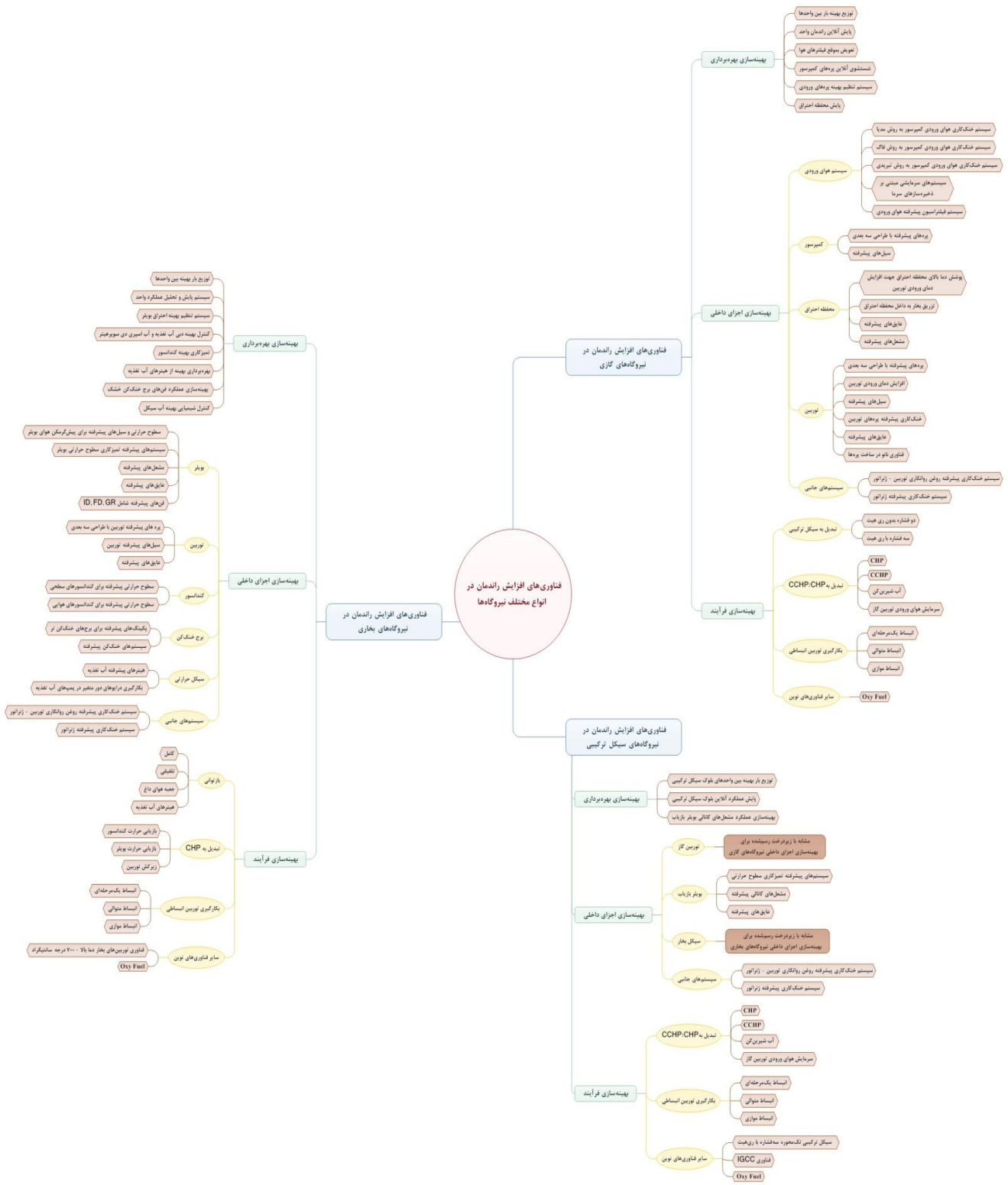
۳-۳-۴- سازمان های حرفه ای برای مهندسی قابلیت اطمینان

چندین سازمان حرفه ای برای مهندسی قابلیت اطمینان تشکیل شده است که از آن جمله می توان از انجمن های زیر یاد کرد:

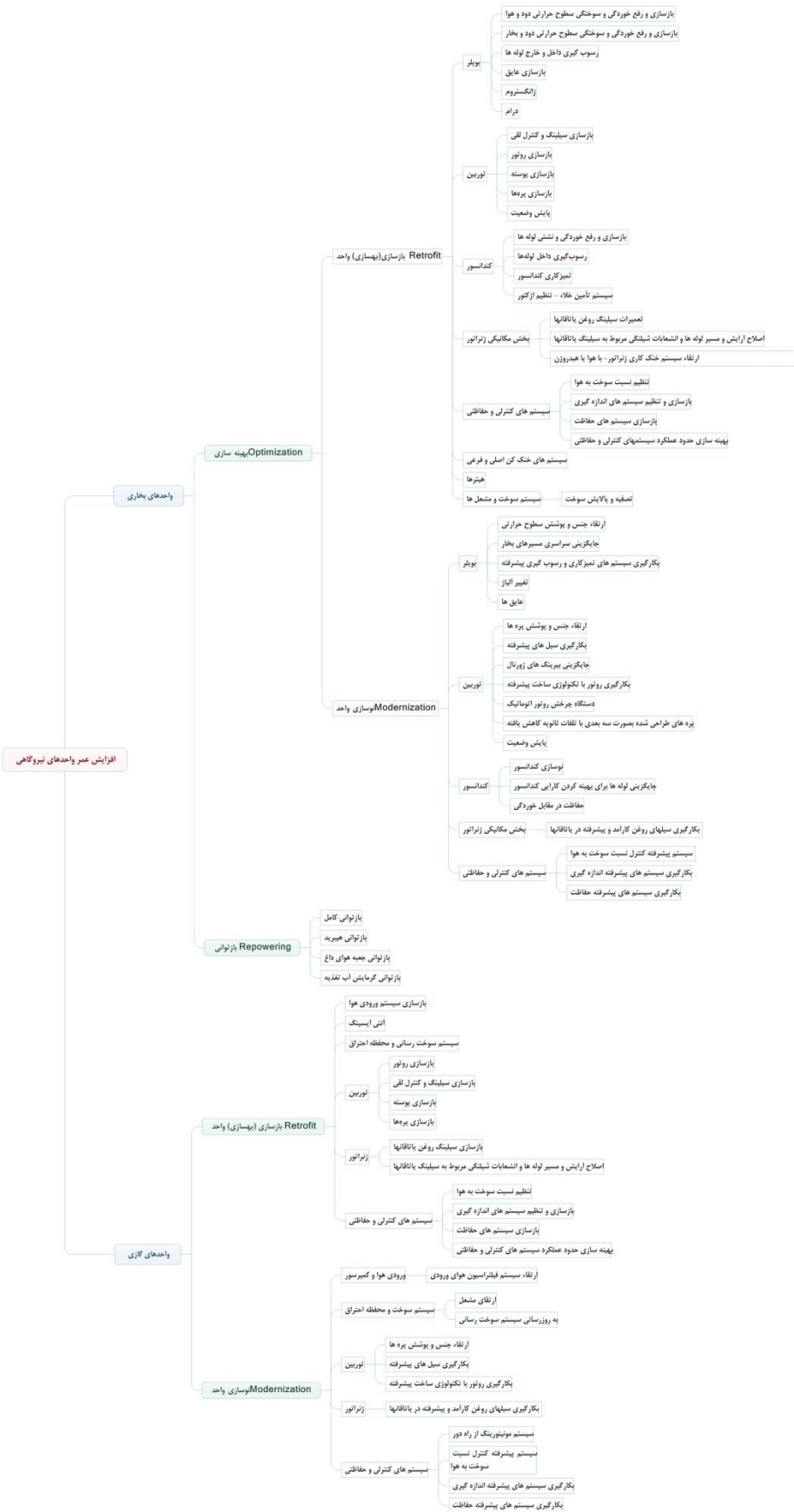
- انجمن قابلیت اطمینان IEEE
- انجمن مهندسان قابلیت اطمینان SRE

۳-۴- ارتباط حوزه O & M با طرح های کلان و راهبردی افزایش راندمان و افزایش عمر

با توجه به وجود ارتباط تنگاتنگ موضوعاتی نظیر افزایش راندمان و عمر واحدهای نیروگاهی با حوزه O & M، توجه به این ارتباط و شفاف سازی آن حائز اهمیت می باشد. در این راستا در بالا توضیحاتی در خصوص موضوع مهندسی قابلیت اطمینان ارائه گردید. اما با توجه به وجود ارتباط نزدیک چند طرح کلان جاری پژوهشگاه نیرو با حوزه O & M از جمله دو طرح کلان و راهبردی افزایش راندمان و افزایش عمر واحدهای نیروگاهی، در ادامه درخت های فناوری مربوط به افزایش عمر و افزایش راندمان واحدهای نیروگاهی ارائه شده است. بدیهی است که حوزه بهره برداری، نگهداری و تعمیرات فراتر از سه طرح پیش گفته بوده که در صورت لزوم به آنها پرداخته خواهد شد.



شکل (۲-۳) درخت فناوری افزایش راندمان واحدهای نیروگاهی



شکل (۳-۳) درخت فناوری افزایش عمر واحدهای نیروگاهی

فصل چهارم :

مروری بر آینده پژوهی در بخش تولید صنعت برق و ارتباط آن با حوزه
بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها

۴-۱- مقدمه

اشتیاق بشر برای دانستن درباره آینده از عهد باستان وجود داشته است پیشگویان و کاهن‌ها نمونه‌هایی از کسانی هستند که در گذشته تلاش داشتند به نحوی به این اشتیاق در نزد خاص و عام پاسخ دهند. اولین نشانه‌های جدی تر توجه بشر به آینده در عصر روشنگری دیده می‌شود، عصری که بشر باور داشت که علوم برای هر چیزی راه حلی خواهند یافت. قوانین نیوتن در مورد حرکت، درک و تحلیل بسیاری از پدیده‌ها را ممکن ساخته بود. در اثر رشد شتابان علوم در این دوره، متفکرین عصر روشنگری واقعا به این نتیجه رسیده بودند که تنها زمان می‌خواهد تا همه قوانین و قواعد جامعه و محیط پیرامون بشر معلوم و آشکار شود.

برگزاری نمایشگاهی در سال ۱۸۹۳ که در آن اختراعات و ابداعات شگفت‌انگیزی نظیر تلفن، لامپ برق و کینتوسکوپ (اولین دوربین فیلمبرداری) معرفی شد، باعث هیجان عمومی گردید. در همان روزها یک نشریه مطرح، فراخوانی از ۷۴ شخصیت برجسته آن روزگار اعلام می‌کند و از آنان می‌خواهد که در مورد قرن بعدی پیش‌بینی‌هایی بعمل آورند. بعدها معلوم شد که پیش‌بینی‌های آنان تا حد زیادی خوش‌بینانه بوده و در ضمن، تقریباً هیچیک از رخدادهای مهم قرن بیستم نظیر اختراع اتومبیل، رادیو و تلویزیون، بروز دو جنگ جهانی، کشف انرژی اتمی، پرواز به فضا و البته ظهور کامپیوتر در فهرست آینده‌نگاری آنان یافت نمی‌شد.

اولین فعالیت آینده‌پژوهی در قالب یک تحلیل علمی در سالهای ۱۹۳۰ تا ۱۹۳۳ توسط یک گروه محققین در آمریکا انجام شد. این گروه برای اولین بار متدولوژی‌های علمی نظیر برون‌یابی^۱ و بررسی‌های علمی را در مورد روندهای اجتماعی روز آمریکا به انجام رسانده و ضمن انتشار اولین کاتالوگ روندها در آن کشور، موفق به آینده‌بینی‌های مهمی از جمله افزایش نرخ مهاجرت و ازدیاد طلاق شد. همچنین بلافاصله پس از جنگ جهانی دوم، و به دنبال تجزیه و تحلیل تکنولوژی‌های مورد استفاده در آلمان و ژاپن، متدهای نوینی برای آینده‌پژوهی ابداع شد و در نتیجه آن دستاوردهای تکنولوژی مهم دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ شامل رادار، موشک‌های بالیستیک قاره پیما و حمل و نقل هوایی از قبل پیش‌بینی شد.

^۱ Extrapolation

عامل دیگری که باعث رشد آینده پژوهی شد، تحول در طراحی و ساخت تسلیحات نظامی بود. در سالهای جنگ دوم جهانی، تانک‌ها، هواپیماها و کشتی‌ها در مدت زمان نسبتاً کوتاهی طراحی، تکمیل و ساخته می‌شدند. اما بعدها با پیچیده‌تر شدن انواع تسلیحات (موشک‌های قاره پیما، زیر دریایی‌های هسته‌ای و...)، کار برنامه ریزان صنایع نظامی دشوار شد، بدین معنی که مدت زیادی مثلاً ده سال از شروع طراحی تا ساخته شدن نخستین نمونه محصول بطول می‌انجامید. در نتیجه تکنولوژی بکارگرفته شده در ابتدای طراحی، در طول پیشرفت پروژه دچار تغییرات اساسی شده و اغلب در برهه ساخت نمونه نخستین، از رده خارج محسوب می‌شد.

در سال ۱۹۶۴ نیاز به پیش بینی تکنولوژی، منجر به انجام یک پروژه شد. پیش بینی تکنولوژی‌های نوظهور در یکصد سال آینده از جمله اهداف این طرح بود. بررسی آنان شش مقوله "تحولات مهم علمی"، "کنترل جمعیت"، "اتوماسیون"، "پیشرفت در زمینه علوم فضایی"، "جلوگیری از جنگ" و "سیستم‌های تسلیحاتی" را شامل می‌شد.

آینده پژوهی بمثابه یک فعالیت عمومی از دهه شصت آغاز شد. Bertrand de Jouvenel اولین مطالعه نظری در مورد آینده را بنام "هنر گمان" را نوشت. او در این زمینه با اشاره به این که "هیچ واقعیتی در مورد آینده وجود ندارد"، نتیجه گرفت که یافتن مدارک و استنتاجات برای آینده، نیازمند روش‌هایی غیر متداول می‌باشد. هوشیاری نسبت به زمینه‌های آینده پژوهی از همین زمان آغاز شد. باز این دهه ۶۰ بود که در آن آینده پژوهی به عنوان یکی از رشته‌های جدید علوم پایه ریزی شد. اولین دوره آموزشی آینده پژوهی در سال ۱۹۶۳ توسط Jim Dator در انستیتو پلی تکنیک ویرجینیا تدریس شد. دو سازمان معتبر آینده پژوهی جهان یعنی انجمن آینده دنیا^۱ یا WFS و همچنین فدراسیون جهانی آینده پژوهی^۲ یا WFSF، در همین دوران به ترتیب در سالهای ۱۹۶۷ در آمریکا و ۱۹۷۳ در پاریس تأسیس شدند. روشهای متعددی در زمینه آینده پژوهی به وجود آمده است که از جمله آنها به (۱) دلفی^۳، (۲) واکاوی روندها^۴، (۳) تجزیه و تحلیل پیش رانها^۵، (۴) سناریو پردازی^۶، (۵) - چشم انداز سازی^۷، (۶) نقشه

¹ World Futures Society

² World Futures Studies Federation

³ Delphi

⁴ Trend Analysis

⁵ Drivers Analysis

⁶ Scenario

⁷ Visioning

راه^۱، ۷) پس نگری^۲، ۸) مدل‌سازی و ۹) شبیه‌سازی اشاره کرد. این روشها در گزارش تفصیلی معرفی شده‌اند.

۴-۲- بررسی مستندات آینده‌پژوهی در صنعت برق

در این بخش به بررسی مستندات آینده‌پژوهی در صنعت برق و ارتباط آن با حوزه بهره برداری، نگهداری و تعمیرات پرداخته می‌شود.

۴-۲-۱- مقاله "آینده پژوهی و صنعت برق ایران"

در این مطالعه از روش سناریو نویسی به عنوان ابزاری پژوهش آینده استفاده شده است، در روش پیش گفته از نظرات کارشناسان متخصص صنعت مربوطه امثال مهندس بیژن زنگنه، دکتر علی محمد رنجبر، دکتر عباس ملکی، دکتر هاشم اورعی میر زمانی و مهندس جواد جوادی‌پور استفاده شده است. در طراحی سناریو برای هر موضوعی ابتدا تاثیرپذیری آن موضوع در اثر عوامل خارجی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در تحقیق پیش گفته، در نوشتن سناریو برای صنعت برق ایران تحریم، خصوصی سازی، یارانه، محیط زیست و انرژی‌های نو از مهم‌ترین نیروهای پیش‌رانی هستند که صنعت برق را در سال‌های بعدی دستخوش تغییر قرار خواهند داد. قابل ذکر است که در مطالعه پیش گفته، به منظور تحلیل آینده صنعت برق ایران، چهار سناریو در نظر گرفته شده است: ۱) LED (۲) لامپ مهتابی (۳) لامپ التهایبی (۴) چراغ گردسوز در ادامه به معرفی چهار سناریوی پیش گفته پرداخته می‌شود.

الف) سناریوی اول (LED)

این سناریو حول ۶ محور اساسی بنا نهاده شده است که عبارتند از:

۱- فضای باز اقتصادی و حذف یا کاهش قابل ملاحظه تحریم‌ها

در این سناریو ایران در مورد برنامه هسته‌ای با غرب به توافق می‌رسد، لذا تحریم‌ها کاهش یافته یا به کلی حذف می‌شوند. در نتیجه ایران با جذب سرمایه‌گذاران خارجی به ساخت نیروگاهها با بازدهی بالا و به روز بپردازد. همچنین به شبکه‌های برق کشورهای منطقه متصل خواهد شد، علی‌الخصوص ترکیه به سبب اتصال به بازار برق اروپا یک گزینه بسیار مناسب است. در

¹ Road map

² Back Casting

این سناریو تا سال ۱۴۰۴ نیروگاه‌های بخاری تنها حدود ۱۰٪ برق کشور را تامین خواهند کرد و نیروگاه‌های گازی، سیکل ترکیبی و هسته‌ای جایگزین آنها می‌شوند. شایان ذکر است که در این سناریو به سبب تعامل مناسب ایران و غرب، نیروگاه‌های هسته‌ای مطابق با استاندارد جهانی ساخته شده و جایگزین نیروگاه‌های حرارتی می‌شوند و سالانه به طور متوسط ۵۰۰ مگاوات نیروگاه هسته‌ای به ظرفیت تولید برق اضافه می‌گردد لذا به دلیل بازده بالای این نیروگاهها سالیانه به طور متوسط بازدهی نیروگاه‌های متمرکز ایران تا سال ۱۴۰۴ حدود ۱٪ افزایش می‌یابد.

۲- حذف یارانه‌ها

با حذف یارانه سوخت در کشور، کلیه مصرف‌کنندگان برق به سمت مصرف بهینه سوق داده می‌شوند و همین امر سبب رشد و شکوفایی بیشتر کشور می‌گردد. از طرفی با واقعی شدن قیمت برق بسیاری از مصرف‌کنندگان به سمت استفاده از لوازم با بازدهی بالا رفته و لذا سیستم برق ایران به طور کلی پر بازده‌تر می‌شود. واحدهای تولید همزمان برق و حرارت به سبب بازدهی بالا در این سناریو به شدت رشد می‌کنند.

۳- خصوصی‌سازی

در این سناریو صنعت برق ایران همراستا با کشورهای پیشرفته فرایند خصوصی‌سازی را شروع کرده و تولید برق را خصوصی می‌کند. خصوصی‌سازی در بستر مناسب و به دور از غرض‌ورزی‌های سیاسی ضمن افزایش راندمان کلی شبکه برق، پدیده برق دزدی را به شدت کاهش می‌دهد. چرا که با ایجاد شرکت‌های خصوصی فروش برق، خصوصا در بخش توزیع، نظارت بر کمینه کردن تلفاتی از این دست بیشینه می‌شود. با انجام خصوصی‌سازی در کشور نیروگاه‌ها به روز شده و بازدهی تولید برق افزایش می‌یابد.

۴- افزایش نفوذ تولید پراکنده برق و استفاده از انرژی‌های نو

تلفات انتقال برق در ایران به سبب کهنه بودن سیستم انتقال و توزیع در حدود ۲۵٪ است. این تلفات در کشوری نظیر آلمان به دلیل استفاده از تولیدات پراکنده و سیستم استاندارد انتقال ۴٪ و برای نیروژ ۵٪ است. در این سناریو به دلیل افزایش قیمت حامل‌های انرژی و برق از یک سو و از طرف دیگر به سبب تلفات بسیار زیاد بخش انتقال خصوصا توزیع در سیستم برق کشور، و همچنین اهتمام و توجه دولت به گسترش این نوع انرژی بسیاری از سرمایه‌گذاران به سمت تولید برق به صورت پراکنده در نزدیکی مصرف‌کننده می‌روند، در این حالت تلفات سرسام‌آور انتقال حذف شده و برق با کیفیت بهتری به دست

مشتری می‌رسد. ایران به سبب داشتن شبکه گاز در کشور به شدت مستعد استفاده از این نیروگاه‌های کوچک تولید همزمان برق و حرارت است، در این سناریو این نیروگاه‌ها رشد چشم‌گیری می‌کنند. از طرفی با وضع سیاست‌های تشویقی برای سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و پتانسیل ایران در بهره‌مندی از این منابع انرژی نظیر باد و خورشید رشد گسترده‌ای در این زمینه در کشور ایجاد شده و حدود ۵٪ انرژی برق ایران در پایان سال ۱۴۰۴ از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر تامین می‌شود.

۵- وضع قوانین لازم‌الاجرا در راستای کاهش گازهای گلخانه‌ای

در این سناریو ایران مجبور به اجرای قوانین بین‌المللی زیست محیطی مثل پیوستن به بازار جهانی کربن می‌شود و همچنین با وضع قوانین بسیار محکمی با کارخانه‌ها و صنایع و تولیدکنندگان برق که گازهای گلخانه‌ای تولید می‌کنند برخورد می‌کند. این قوانین اگر چه برای دولت ایجاد فشارهایی را خواهد کرد ولی در نهایت سبب سوق دادن تولیدکنندگان به استفاده از انرژی‌های پاک و کاهش آلودگی کشور می‌شود. در این سناریو با اختصاص درصدی از درآمدهای نفتی برای تولیدکنندگان برق از طریق انرژی‌های نو و سوخت‌های پاک کشور به سمت یک کشور با آلودگی کمتر و سبز خواهد رفت. با توجه به زمینه‌های بروز سناریو LED، کشور در پایان سال ۱۴۰۴ به ظرفیت تولید ۱۰۰۰۰۰ مگاوات می‌رسد و به یک کشور پیشرفته در مقوله تولید انرژی الکتریکی بدل می‌گردد.

۶- توفیق کشور در بخش تحقیقات

در این سناریو به جهت واقعی شدن قیمت برق درآمد وزارت نیرو افزایش چشم‌گیر خواهد داشت، در نتیجه این درآمد، مدیران صنعت برق کشور با افزایش بودجه نهادهای تحقیقات و توسعه و توجه و نظارت بیشتر بر این قسمت‌ها؛ ضمن فراهم آوردن بستر مناسب، خوراک ارتقاء بخش صنعت را نیز تامین می‌کنند.

ب) سناریوی دوم: لامپ مهتابی

۱- ادامه بحران هسته‌ای و افزایش تحریم‌ها

در این سناریو به دلیل تحریم‌ها ایران مجبور به افزایش ارتباطات و گسترش روابط با کشورهای نظیر ترکیه و برزیل خواهد بود و از طریق این کشورها علی‌الخصوص ترکیه با غرب در ارتباط غیر مستقیم خواهد بود و از تجربیات این کشورها در مورد سیستم‌های برق مدرن بهره‌وری خواهد کرد.

۲- مدیریت صحیح منابع انسانی و غلبه شایسته‌سالاری بر غوغاسالاری

در این سناریو اگر چه تحریم ایران فشارهای گوناگونی را به همه بخش‌های کشور مخصوصاً صنعت برق وارد خواهد کرد، ولی به دلیل مدیریت صحیح بحران و استفاده از متخصصین امور در همه بخش‌ها به طور کلی و صنعت برق به طور خاص، کشور روند رو به رشدی خواهد داشت.

۳- خصوصی‌سازی

در این سناریو به دلیل تغییر فضای مدیریتی کشور و عقلانیت حاکم، دولت با بهبود فضای کسب و کار و سرمایه‌گذاری، افزایش امنیت اقتصادی و ایجاد فضای آرام برای سرمایه‌گذاران، حذف رفتارهای نابرابر و تبعیض‌آمیز نظام بانکی و دستگاه‌های مالیاتی با بنگاه‌های خصوصی، نهادسازی در بخش‌های خصوصی، توانمندی بخش‌های خصوصی و تعاونی و بالاخره ایجاد عزم ملی در بین مدیران و مسئولان و بدنه دولت در خصوص ضرورت توسعه بخش‌های خصوصی و تعاونی به ارتقاء این بخش در همه جنبه‌ها کمک می‌کند. در بخش نیرو هم دولت با فراهم آوردن بسترهای حمایتی از بخش خصوصی هم به رشد تولیدات پراکنده کمک می‌کند و هم به تحقق سیاست‌های کلی اصل ۴۴. در این سناریو در انتهای سال ۱۴۰۴، ۸۰ درصد نیروگاه‌ها و تمامی بخش توزیع خصوصی شده‌اند، از طرفی با توجه به حمایت‌های ذکر شده دولت تولیدات پراکنده برق نیز افزایش می‌یابند. در این سناریو گسترش بخش خصوصی سبب رونق بازار اقتصادی کشور می‌شود.

۴- حذف یارانه

دز این سناریو درآمدی که از حذف یارانه‌ها عاید وزارت نیرو می‌شود صرف بهسازی زیر ساخت‌های برق نظیر ارتقاء سیستم انتقال، ایجاد سایت‌های تولید پراکنده برق جهت واگذاری به صاحبان سرمایه و حمایت سرمایه‌گذاران بخش خصوصی صنعت برق می‌گردد.

۵- انرژی‌های نو و محیط زیست

در این سناریو به جهت آینده این نوع انرژی سرمایه‌گذاری‌هایی در این زمینه انجام می‌شود. اگر چه به دلیل تحریم‌های گوناگون صنعت برق از تکنولوژی‌های روز بی بهره خواهد بود ولی با افزایش بودجه نهادهای تحقیقاتی گام‌هایی هر چند کوچک در این راستا برداشته می‌شود، و این دانش در کشور تا حدی بومی می‌شود. با توجه به ظرفیت کشور در استفاده از انرژی بادی این بخش از انرژی‌های نو در کشور در مقایسه با سایرین پیشرفت بیشتری داشته و در سال ۱۴۰۴ حدود ۱-۲٪ برق کشور از

این طریق تامین می‌شود. در این سناریو کشور به جهت آلودگی شهرهای بزرگ مجبور به وضع قوانین سختی خصوصا در حوزه صنایع می‌شود که اگر چه با نارضایتی صنایع انرژی بر همراه خواهد بود ولی در نهایت با ارتقاء شاخص‌های زیست محیطی کمک شایانی خواهد کرد.

ج) سناریوی سوم: لامپ‌التهابی

۱- عدم توفیق کشور در بخش تحقیقات و پژوهش

با ادامه سیاست فعلی کشور در حوزه نیرو، متخصصان برق با علم و تکنولوژی روز دنیا آشنایی پیدا نمی‌کنند، روش سنتی و کم‌بازده کماکان در بخش نیرو جایگاه خود را حفظ کرده و روش‌های نوین به دلیل عدم سرمایه‌گذاری مناسب پیشرفت چندانی نداشته‌اند. بخش تحقیقات و توسعه نیز به جای تامین خوراک موردنیاز جهت ارتقاء صنعت برق به دلیل عدم مدیریت صحیح کماکان با بازدهی پایین به فعالیت ادامه می‌دهد و نقش چندانی در رشد و ارتقاء صنعت برق ندارد.

۲- خصوصی سازی

در این سناریو خصوصی‌سازی در کشور انجام می‌گیرد ولی ناقص و با ضمانت اجرای ضعیف. به دلیل عدم وجود سیاست‌های لازم‌الاجرا در دولت‌های مختلف و تفاوت سلیقه در دولت بعدی معمولا سیاست‌های قبلی مدام تغییر کرده و هزینه‌های اضافی به دولت و وزارت نیرو تحمیل می‌شود. تا سال ۱۴۰۴ حدود ۸۰٪ نیروگاه‌ها کشور خصوصی می‌شوند ولی رشد و ارتقاء نیروگاه‌های کشور به دلیل ضعف قوانین خصوصی‌سازی به کندی صورت می‌گیرد و نهایتا بازدهی تغییر چندان محسوسی نمی‌کند.

۳- حذف یارانه انرژی

در این سناریو درآمد ناشی از حذف یارانه در پروژه‌های بدون مطالعه و امکان‌سنجی نشده هزینه می‌شود که این سبب هدر رفتن درصد بالایی از این درآمد می‌گردد گر چه در نهایت رشد و توسعه صنعت برق در سال ۱۴۰۴ قابل صرف نظر کردن نیست ولی مدیریت صحیحی روی منابع مالی انجام نمی‌شود. در این سناریو هزینه اختصاص داده شده به بخش تحقیق و توسعه افزایش چندانی نمی‌یابد. با توجه به افزایش قیمت و واقعی شدن قیمت برق و حامل‌های انرژی مصرف برق کشور خصوصا در قسمت خانوادگی کاهش می‌یابد و شدت انرژی در کشور روند نزولی خود را شروع می‌کند. در این سناریو افزایش درآمد وزارت نیرو در اثر حذف یارانه برق، نوسازی بخش توزیع به صورت مناسبی انجام می‌پذیرد و تا حد مناسبی تلفات بخش توزیع کاهش می‌یابد.

۴- نفوذ تکنولوژی‌های تولید پراکنده و استفاده از انرژی‌های نو

قوانین گوناگون در زمینه افزایش و گسترش استفاده از انرژی‌های نو در کشور وضع می‌شود ولی به دلیل عدم وجود ساختارهای زیر بنایی در کشور به کندی پیش می‌رود. قوانین به مرور و در اثر افزایش تجربه و با سعی و خطا اصلاح می‌شوند. وزارت نیرو به کمتر از ۵٪ تعهدات خود در زمینه افزایش سهم انرژی‌های نو در تولید برق کشور عمل می‌کند و در پایان سال ۱۴۰۴ کمتر از ۱٪ برق کشور از این طریق تامین می‌شود. در این سناریو تولیدات پراکنده مبتنی بر سوخت فسیلی پاک (گاز) نسبت به سایر تولیدات پراکنده افزایش چشم‌گیری پیدا می‌کنند. دلیل این گسترش نیز افزایش تسهیلات وزارت نیرو برای واحدهای تولید پراکنده با سوخت گاز طبیعی و بالا رفتن قیمت برق در اثر حذف یارانه این حامل انرژی است.

۵- وضع قوانین در جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای

افزایش آلودگی کشور را مجاب به وضع قوانینی در جهت کاهش گازهای آلاینده می‌کند. به دلیل خصوصی‌سازی بخشی از نیروگاه‌ها و مجاب شدن آنها به کاهش تولید گاز گلخانه‌ای، وضع این قوانین سبب تشویق مالکان نیروگاه‌ها به افزایش بازدهی واحدهای تولید برق و به روز کردن آنها می‌شود. گر چه این قوانین به صورت مصرانه از طرف دولت پیگیری نمی‌شود ولی در نهایت تا سال ۱۴۰۴ تولید گازهای آلاینده کاهش می‌یابد گر چه این کاهش چشم‌گیر نیست.

د) سناریوی چهارم: چراغ گردسوز

۱- خصوصی‌سازی

در این سناریو هم روند خصوصی‌سازی در کشور کلید می‌خورد، ولی نیروگاه‌ها از دست وزارت نیرو خارج شده و به سایر ارگان دولتی یا اشخاص فاقد صلاحیت واگذار می‌شود، در واقع نیروگاه‌ها به جای خصوصی شدن شبه دولتی می‌شوند. به دلیل عدم اهلیت قشر صاحب نیروگاه‌های خصوصی و عدم مدیریت صحیح بازدهی نیروگاه‌ها بعضاً افت می‌کند به طوری که تا پایان سال ۱۴۰۴ بازدهی کل شبکه افت می‌کند. با توجه به عدم توفیق بخش خصوصی در نیروگاه‌های کشور و بخش توزیع و عدم مقابله جدی کشور با پدیده برق دزدی و از طرفی کهنه و فرسوده ماندن سیستم توزیع برق ایران تلفات این بخش سال به سال افزایش می‌یابد.

۲- بخش نیروی انسانی و تحقیق و توسعه

به دلیل افزایش تحریم‌ها و نبود فضای مناسب سیاسی اجتماعی و عدم وجود سیاست تشویقی برای متخصصان صنعت برق مهاجرت قشر نخبه روز به روز گسترش می‌یابد لذا بخش نیرو با کمبود متخصص روبرو می‌شود. از طرفی نبود فضای مناسب تحقیق و توسعه سبب کاهش چشم‌گیر خروجی مراکز پژوهشی نظیر پژوهشگاه نیرو، سایا و سانا می‌شود به طوری که بودجه اختصاصی به آنها به دلیل بازدهی پایین کاهش می‌یابد.

۳- عدم حذف یارانه‌های برق و حامل‌های انرژی

به دلیل عدم وجود مدیریت یک پارچه و قوی بر بخش انرژی کشور، سیاست‌های یارانه‌ای دولت ناکارآمد و غلط خواهد بود. قیمت حامل‌های انرژی به صورت دستوری تنظیم می‌شود که این امر الگوی غلط برای مصرف‌کنندگان را تشدید می‌کند و انرژی با توجه به قیمت آن کالایی بی‌ارزشی تلقی می‌شود. در واقع دولت با ارایه یارانه به بهانه حمایت از مصرف‌کننده در بخش انرژی زمینه‌ساز تلفات بالای انرژی می‌شود. گرچه همین سیاست‌ها نیز در بعضی اوقات به ضرر بخش زیادی مصرف‌کنندگان است. مثلا در صورت قطعی برق در نقاطی از کشور سایر مصرف‌کنندگان به دلیل پایین بودن قیمت برق از کاهش و بهینه‌سازی مصرف خودداری می‌کنند.

از طرفی با توجه به ثابت نگاه داشتن قیمت برق و اختصاص یارانه زیادی به آن، سازمان‌های نظیر توانیر با کمبود بودجه مواجه می‌شوند و در پرداخت هزینه شرکت‌های خصوصی و نیمه خصوصی همکار با خود دچار مشکل می‌شوند و در نهایت این شرکت‌های کوچک هستند که با مشکلات مالی و احتمالا ورشکستگی روبرو می‌شوند. در حال حاضر شرکت توانیر ۶ میلیارد دلار به شرکت‌ها پیمانکار بدهکار است. که یکی از مهمترین عوامل دخیل در این رقم بالا همین سیاست‌های نادرست در حوزه قیمت‌گذاری است.

لذا مصرف انرژی در این سناریو شدت بیشتری به خود می‌گیرد، و شدت انرژی نیز روند رو به رشد خود را حفظ می‌کند که این خود تهدیدی جدی برای تامین انرژی نسل‌های آتی تلقی می‌شود. به دلیل بی‌ارزش بودن حامل‌های انرژی، نیروگاه‌ها و صنایع نیز از انجام پروژه بهینه‌سازی امتناع می‌کنند که این امر سبب آسیب سایر بخش‌ها نظیر کارخانه‌های پربازده و حتی مصرف‌کنندگان مناطقی است که شبکه در آنجا ضعیف است. لذا در این سناریو پروژه افزایش بازدهی نیروگاه‌ها و کارخانه‌ها رسماً منتفی است تلفات شبکه نیز در این سناریو رشد خود را کماکان خواهد داشت. ایران حدود ۱۱ میلیارد دلار در سال ۱۳۸۸

هزینه به یارانه برق اختصاص داده است که این رقم در این سناریو هر ساله افزایش یافته و در سال ۱۴۰۴ به حدود ۲۰ میلیارد دلار خواهد رسید.

۴- انرژی‌های نو و تولیدات پراکنده

در این سناریو از یک طرف کشور به سبب تحریم توانایی بهره‌مندی از تکنولوژی‌های روز در زمینه انرژی‌های نو را ندارد و از طرف دیگر به دلیل فقدان متخصصین برق و نبود بستر مناسب جهت تحقیق و توسعه به توفیقی در این زمینه دست پیدا نمی‌کند. اتکای بسیار زیاد به منابع سوخت فسیلی برای تولید برق، و تخصیص منابع هنگفت به عنوان یارانه حامل‌های انرژی فسیلی سبب بی‌رقیب شدن این منابع انرژی و عدم سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های نو می‌شود. از طرفی نبود مشوق‌ها دولتی و کم‌اهمیت جلوه دادن انرژی‌های نو از یک سو و ارزان بودن قیمت برق از سوی دیگر سبب عدم توجه صاحبان سرمایه به این نوع انرژی شده به طوری که در سال ۱۴۰۴ تقریباً ۰٪ برق کشور از طریق انرژی‌های نو و تولید پراکنده تامین می‌شود.

۵- محیط زیست

اتکای بیش از حد به منابع سوخت فسیلی برای تامین برق از یک سو و فناوری با راندمان پایین برای تولید برق از سوی دیگر به روند رو به رشد آلاینده‌ها منجر می‌شود. از طرفی به دلیل تلفات بالای سیستم انتقال و توزیع به میزان چندین برابر حد استانداردهای جهانی خود به خود سبب افزایش آلاینده‌های زیست محیطی در کشور می‌شود. در این سناریو کشور در جهت کاهش آلاینده‌ها اقدام مثبتی نمی‌کند و آلاینده‌ها در کشور افزایش می‌یابند. شدت تولید گاز دی‌اکسید کربن هم به دلیل عدم بهینه‌سازی نیروگاه‌ها و عدم توفیق در بخش انرژی‌های نو به صورت چشم‌گیری زیاد می‌شود. با توجه به مطالب ذکر شده، در این سناریو شبکه برق ایران به دلیل عدم رشد بخش صنعتی در کشور افزایش ظرفیت تولید به بخش خانگی مربوط می‌گردد.

۴-۲-۲- بررسی کتاب "مسیر آینده فناوری برق مواجهه با چالش‌های قرن ۲۱" و سایر مراجع

مسیر آینده فناوری برق، چشم انداز جمع‌کثیری از متخصصین این صنعت در ارتباط با فرصت‌های برق برای خدمت به جامعه در قرن بیست و یکم، از طریق پیشرفت علوم و فناوری را ارائه می‌نماید. این اثر یک سند زنده و متعلق به کلیه ذینفعان در حوزه برق بوده و تصمیم بر بازنگری آن در فواصل زمانی معین می‌باشد.

پروژه مسیر آینده فناوری برق در سال ۱۹۹۷ شروع گردید. اگر چه هدایت کار بر عهده EPRI بود، ولی ۲۰۰ موسسه - شامل شرکت‌های انرژی، سازندگان تجهیزات، دفاتر دولتی، آزمایشگاه‌های تحقیقاتی، دانشگاه‌ها، بنیادها، موسسات مهندسی و مشاوره، انجمن تجاری، گروه‌های مالی و زیست محیطی - در شکل‌دهی به چشم‌انداز ترسیم شده و توسعه نتایج مستند شده در گزارش اولیه پروژه در سال ۱۹۹۹ مشارکت داشتند. مسیر آینده فناوری برق حول پنج مقصد اصلی، بعنوان نقطه عطف حیاتی در مسیر دستیابی به اقتصاد انرژی جهانی و پایدار تا سال ۲۰۵۰، شکل گرفت. این پنج مقصد عبارتند از: (۱) تقویت زیر ساخت تحویل برق، (۲) توانمندسازی جامعه دیجیتال، (۳) افزایش بهره‌وری و رشد اقتصادی، (۴) حل تضاد کربن / انرژی، (۵) مدیریت چالش توسعه پایدار در جهان.

این ویرایش از مسیر آینده (۲۰۰۳)، با طراحی دقیق‌تری برای ساخت مسیر رسیدن به پنج مقصد گفته شده آغاز می‌گردد. تلاش رسمی برای توسعه کمی و کیفی "مسیر آینده" در اوایل ۲۰۰۲ با تعیین چالش‌های اساسی که بایستی با تحقیق و توسعه با آنها مواجه گردید، شروع شد. گروه‌های تعیین شده، روی ۱۴ "چالش محدود کننده" کار کردند. چالش‌های گسترده‌ای که بیانگر نیاز به پیشرفت‌های وسیع فنی برای تحقق نیاز جامعه به برق و خدمات مبتنی بر برق در قرن جدید بودند. این کار شامل طراحی برنامه‌های خاص تحقیق و توسعه، جهت نشان دادن شکاف توانمندی بحرانی در دانش و فناوری، برای هر یک از چالش‌های محدود کننده، گردید.

در این پروژه روش انجام فرآیند برای مطالعه پژوهی، شناسایی موقعیت فعلی و فرصت‌های آتی، تبیین شکاف‌های علمی و فنی برای رسیدن به مقاصد، فهرست کاملی از تحقیقات برای برطرف کردن شکاف‌ها، بررسی برای ایجاد زمینه‌های مناسب برای حضور بخش‌های دولتی و خصوصی، انتقال یافته‌های پروژه به دست‌اندرکاران، اجرای پیشنهادهای طرح در بخش‌های دولتی و خصوصی و به روز کردن نتایج پروژه با تغییر اهداف و الویت‌ها می‌باشد. از نتایج مورد انتظار این پروژه می‌توان به داشتن یک چشم‌انداز برای برق اشاره کرد تا از آن طریق بتوان مقاصد را در آینده مشخص و برای توسعه سیستم برق جهت نیل به آن اهداف برنامه ریزی نمود. چشم‌انداز برق و نتایج آن در جامعه آتی بشری به خاطر دقت و انعطاف‌پذیری ذاتی اش پیش‌زمینه‌گذار از جامعه صنعتی به اطلاعاتی است.

اهداف و مقاصد آینده صنعت برق به عنوان یک پروژه جهانی انجام شده و اولین مقصد تقویت زیرساخت مناسب برای تحویل مطلوب انرژی است که شامل یک سیستم پیشرفته برای تحویل انرژی الکتریکی با تامین ظرفیت انتقال و توزیع بیشتر، و با

کنترل‌کننده‌های هوشمندتر، برای پشتیبانی از فعالیت بازار برق به صورت پویا، و اصلاح سریع قطعی‌های مکرر برق، بلایای طبیعی و حملات تروریستی بالقوه است.

دومین مقصد توانا ساختن جامعه دیجیتال است که استراتژی‌های این مقصد شامل یک سیستم برق نسل جدید، برای تحویل برق با کیفیت بالا، و قابلیت اطمینان لازم، برای استفاده از ابزارهای دیجیتال پیشرفته و تلفیق کامل سیستم برق با سیستم مخابرات، برای ایجاد شبکه انرژی قرن بیست و یکم است.

مقصد سوم، افزایش توانمندی و بهره‌وری است و استراتژی‌هایی که در این قسمت وجود دارد، سرمایه‌گذاری لازم در تحقیق و توسعه، کاربردهای جدید و گسترده شبکه انرژی به منظور بهبود کمی و کیفی نیروی انسانی متخصص در تمام بخش‌های اقتصاد است.

مقصد چهارم، حل مشکل انرژی کربن است که چالش‌ها و فن‌آوری‌هایش نیز تعیین شده است. استراتژی‌های این مقصد شامل فناوری تولید برق پاکیزه، و کم هزینه به همراه گزینه عملی مهار، انتقال و انبارش CO₂ است.

مقصد پنجم مدیریت چالش توسعه پایدار در جهان است که شامل دسترسی جهانی به برق ارزان، گزینه‌های تولید و انتقال و تحویل برق مطمئن و سالم از لحاظ زیست محیطی است.

این یک توصیف کلی از مسیر توسعه برق است که پیش‌بینی شده بود تقویت زیرساخت تحویل برق در آن تا سال ۲۰۰۳ انجام شود. البته این امر یک مقداری عقب افتاد در سال ۲۰۰۵ این کار انجام شد. بدین ترتیب که تا سال ۲۰۰۵ مسئله شبکه‌های اطلاع‌رسانی مشتری مدار، در سال ۲۰۱۰ تقویت اقتصادی و رشد بهره‌وری، در سال ۲۰۱۵ حل چالش کربن/ انرژی و بالاخره مدیریت چالش توسعه پایدار در سال ۲۰۲۵ قرار بود اتفاق بیافتد.

پیشنهاد استراتژی تحقیق و توسعه آینده صنعت برق، عمدتاً از یک سری مطالعات ۱۴ موضوعی که در سال ۲۰۰۲، توسط گروهی متشکل از کارشناسان ارشد فنی EPRI، مشاوران و منتقدانی از دیگر سازمان‌ها، انجام شده، سرچشمه می‌گیرد. این مطالعات موضوعی که چالش‌های محدود کننده نام گرفت، بر اساس تلاش وسیعی که در صنعت و با رهبری EPRI، جهت شناخت ملاحظات مهم از دسترسی مردم جهان به بهترین خدمات برق انجام شده شکل گرفت. در ادامه به "چالش‌های محدود کننده" مربوط به تولید انرژی الکتریکی پرداخته می‌شود.

۴-۲-۳- آینده و چالش‌های صنعت برق

۴-۲-۳-۱- ارزش‌گذاری به فناوری‌های ذخیره‌سازی انرژی

فناوری‌های پیشرفته ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی، تغییر ماهیت بازار را نوید می‌دهند. آنها به تولید کنندگان برق، انعطاف‌پذیری عملیاتی و مالی بیشتری می‌دهند، اپراتورهای شبکه را در جهت رفع گلوگاه‌ها و حالات گذرا توانمند می‌سازند، و منابع قدرت تجدیدپذیر غیر دائمی را ارتقاء می‌دهند.

بر خلاف دیگر اشکال انرژی، برق را نمی‌توان به راحتی هنگامی که تقاضا برای آن کم است، بسته‌بندی نمود و یا انبار کرد و پس از آن، آن را برای پاسخ به تقاضای مصرف کنندگان توزیع نمود. بدون یک "انبار"، شرکت‌های برق قابلیت انعطاف کمی در مدیریت تولید و تحویل برق دارند. همچنین به منابع تجدیدپذیر غیر دائمی - همانند نور خورشید و باد - برای تامین برق مداوم نمی‌توان متکی نمود. این به این دلیل است بسیاری از گزینه‌های ذخیره‌سازی (به جز پمپ آبی و هوای فشرده) نسبتاً اثبات نشده‌اند، محاسبه ارزش آنها پیچیده است، و به خوبی درک نشده‌اند. همچنین عدم قطعیت‌ها در زمینه تغییر قوانین نظارتی، گزینه‌های ذخیره‌سازی را برای بیشتر سرمایه‌گذاران، پرمخاطره ساخته است.

مهم‌ترین نیازهای تحقیق و توسعه، در جهت بهره‌بردار از ارزش استراتژیک ذخیره‌سازی انرژی عبارتند از:

- ۱- ارزش‌گذاری به گزینه‌های ذخیره‌سازی در بازار امریکای شمالی
- ۲- بهبود هزینه و عملکرد اجزاء و سیستم‌های ذخیره‌سازی یکپارچه
- ۳- تاثیر هزینه و عملکرد گزینه‌های ذخیره‌سازی ملی، نمایش و اجرای طرح‌ها
- ۴- تبادل نتایج تحقیق و توسعه با ذینفعان مناسب در صنعت شرکت‌های خدمات رفاهی

۴-۲-۳-۲- پیشرفت در فناوری‌های پایه (توانمندساز)

فناوری‌های پایه و توانمندساز، همانند بیوتکنولوژی، مواد هوشمند، فناوری‌های نانو، فناوری اطلاعات و حس‌گرها، پایه و اساس پیشرفت‌های جدید، تحول در سیستم برق، و دیگر زیربناهای فنی مهم جامعه مدرن خواهند شد. اعتبارات مورد نیاز به منظور انجام پروژه‌های تحقیق و توسعه لازم در جهت توسعه نسل جدید فناوری‌های پایه طی ۱۰ سال آینده سالانه نیازمند ۱ میلیارد دلار می‌باشند.

مهمترین نیازهای تحقیق و توسعه برای پیشرفت در فناوری‌های پایه عبارتند از:

۱- مواد هوشمند

۲- فناوری نانو

۳- بیوتکنولوژی و بیومیمتیک

۴- فناوری اطلاعات

۵- حسگرها

۴-۲-۳- تقویت استراتژی گزینه‌های نیروگاهی

وجود یک استراتژی جامع از گزینه‌های مختلف نیروگاهی برای تضمین برق با قیمت منطقی و مناسب در جهت حمایت از رشد اقتصادی، کیفیت زندگی، و حفاظت زیست محیطی، مهم و حیاتی است. گزینه‌های نیروگاهی با سوخت فسیلی که مهار آلاینده‌ها را تسهیل نموده و یا اینکه هیچ گونه آلاینده‌ای ندارند، بهترین استفاده را از منابع سوختی موجود، ممکن می‌نمایند. گزینه‌های انرژی تجدیدپذیر به همراه گزینه‌های ذخیره‌سازی، ماهیت غیر دائمی بودن بسیاری از سوخت‌های تجدیدپذیر را مدیریت می‌کنند. نسل بعدی فناوری‌های نیروگاه‌های هسته‌ای، عملکرد و ایمنی این سیستم‌ها را بهبود بخشیده، در حالی که میزان انتشار آلاینده‌ها صفر می‌باشند. فناوری‌های مربوط به منابع غیرمتمرکز انرژی (DER)، انعطاف‌پذیری سیستم قدرت را افزایش می‌دهند.

برای بیان مناسب شک و تردیدها در زمینه تامین سوخت، بی‌ثباتی قیمت‌ها، امنیت انرژی، و پایداری جهانی، استراتژی جهانی تولید برق بایستی شامل گروه وسیعی از منابع انرژی، از جمله سوخت‌های فسیلی، تجدیدپذیر، آبی و هسته‌ای باشد.

منابع تجدیدپذیر - همانند خورشید، باد و بیوماس - تقریباً پایان‌ناپذیر و به طور کلی امکان تولید انرژی بدون ایجاد آلودگی را فراهم می‌سازند. علاوه بر این، گنجاندن منابع انرژی تجدیدپذیر و انرژی هسته‌ای در استراتژی نیروگاهی، مدیریت ریسک نوسانات بهای سوخت‌های فسیلی را امکان‌پذیر می‌نماید. فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر (از جمله فناوری‌های جدید انرژی با تأثیرات زیست محیطی پائین) می‌توانند در ظرفیت‌های پایین متناسب با الگوی بار و نیاز منطقه ساخته شده و با استفاده از منابع سوخت محلی موجود، به مناطق، ایالت‌ها و ملت‌ها اجازه دهند تا از نظر انرژی، خود کفا شده و به سطحی پایدار برسند.

یک برنامه تهاجمی برای کاهش میزان انتشار CO₂، بایستی گزینه‌های برق هسته‌ای را در برگیرد. طی کوتاه مدت، انواع مختلفی از منابع انرژی غیر متمرکز، انعطاف‌پذیری نیروگاهی را ایجاد کرده و به برخی از مصرف‌کنندگان کمک می‌کنند تا از

برق با کیفیت و قابل اطمینان بالاتر استفاده نمایند. اعتبارات موردنیاز به منظور انجام پروژه‌های تحقیق و توسعه لازم در جهت افزایش گزینه‌های نیروگاهی موجود و توسعه گزینه‌های جدید طی ۱۰ سال آینده به حدود ۲/۳ میلیارد دلار است. مهمترین نیازهای تحقیق و توسعه برای حفظ و تقویت استراتژی گزینه‌های نیروگاهی عبارتند از:

- ۱- گزینه‌های کارآمد با آلاینده‌گی کم برای نیروگاه‌های سوخت فسیلی
- ۲- حفظ و بهبود گزینه‌های قدرت هسته‌ای
- ۳- استفاده از هیدروژن به عنوان حامل انرژی
- ۴- پیشرفت در زمینه عملکرد انرژی‌های تجدیدپذیر، برای بهبود ارزش تجاری آنها
- ۵- بهبود هزینه و کارایی پیل‌های سوختی و دیگر گزینه‌های منابع تولید غیر متمرکز

۴-۲-۳-۴- فناوری‌های تسخیر و ذخیره‌سازی کربن

اعتبارات لازم به منظور پروژه‌های تحقیق و توسعه در جهت توسعه فناوری‌های جداسازی کربن طی ۱۰ سال آینده، سالانه حداقل ۳۰۰ میلیون دلار می‌باشد.

مهمترین نیازهای تحقیق و توسعه برای تسخیر و ذخیره‌سازی کربن عبارتند از:

- ۱- مفاهیم پیشرفته تحقیق و توسعه
- ۲- ارایه مقدماتی و کامل جداسازی مستقیم
- ۳- موضوعات اجتماعی، حقوقی و نظارتی
- ۴- پایداری دفن کربن

فصل پنجم :

رویکردهای نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

۵-۱- مقدمه

بر اساس تحولات صورت گرفته در حوزه‌های گوناگون صنعت به صورت عام و صنعت برق به صورت خاص، رویکردهای نوینی در این حوزه متولد شده‌اند که تعمیرات الکترونیکی^۱، مدیریت دارایی‌های فیزیکی. مهندسی قابلیت اطمینان از آن جمله‌اند. در این بخش از گزارش موضوعات مذکور به صورت اجمالی معرفی می‌گردد.

۵-۲- بررسی و معرفی کلی تعمیرات الکترونیکی

در یک دهه اخیر سرعت پیشرفت تکنولوژی بسیار زیاد بوده است، به طوری که بسیاری از فعالیتهای نرم افزاری و سخت افزاری از قبیل طراحی کارخانجات و بازاریابی خدمات محصول و نگهداری بر پایه وب در حال گسترش است. این رقابت باعث شده که تولید کارخانه‌ها به سمت محصولات با کیفیت بالاتر و تولیدات عینی‌تر و ملموس‌تر از لحاظ مشتری هدایت شوند. با وجود اینترنت تولید سنتی به سمت تولید الکترونیکی^۲ و کارخانه الکترونیکی^۳ و تامین الکترونیکی^۴ تغییر یافته است. بدین ترتیب بسیاری از تولیدات از حالت منطقه‌ای به حالت جهانی تغییر وضعیت یافته است. تجارت الکترونیکی و فرا منطقه‌ای، سرمایه‌گذاری الکترونیکی، جهانی و استفاده از تجهیزات اتوماتیک از تبعات این تغییرات است. در این راستا قیمت محصولات، مدیریت زمان، بهینه‌سازی ماشین‌های تولیدی در ارزش‌های شرکت‌های تولید کننده موثر هستند. با استفاده از نگهداری الکترونیکی می‌توان عمر باقیمانده و زمان خرابی ماشین‌ها را پیشگویی نمود. نگهداری الکترونیک رابطه مستقیمی با تولید کارخانه الکترونیک دارد و کارخانه الکترونیک با کمک تجارت الکترونیک باعث افزایش تقاضا می‌شود. مدیریت دانش در این فرایند بسیار پر اهمیت است بطوری که هر گونه حادثه ای ثبت و اقدامات پیشگیرانه مرتبط با آن به سایر بخشهای مرتبط ارسال می‌گردد

توسعه اینترنت و شبکه‌های بی سیم امکان جدیدی در نگهداری و تعمیرات دارایی‌ها ایجاد نموده است که eMaintenance نامیده می‌شود و به صورت زیر تعریف می‌گردد:

¹ eMaintenance

² E-manufacturing

³ E-factory

⁴E-Supply Chain Management

"شبکه‌ای که کاربردهای مختلف و متنوع نگهداری و تعمیرات و قابلیت اطمینان را به منظور جمع‌آوری و ارائه اطلاعات دارایی‌ها هر جا که لازم باشد، یکپارچه و هماهنگ می‌نماید".

راه حل‌های eMaintenance به طور معمول پاسخ‌هایی به این سؤالات ارائه می‌نماید: [۶]

- کدام تجهیز نیاز به نگهداری و تعمیرات دارد؟
- چه زمانی نگهداری و تعمیرات نیاز است؟
- چه کسی سیستم نگهداری و تعمیرات را مدیریت می‌کند؟

مفهوم eMaintenance اصول موجود نگهداری و تعمیرات از راه دور را با خدمات و سرویس‌های وب و روش‌های مدرن e-collaboration یکپارچه می‌نماید. همکاری و مشارکت به ما اجازه اشتراک و تبادل نه تنها اطلاعات بلکه دانش و هوش الکترونیکی را نیز می‌دهد. [۷]. در این راستا با پیدایش و ظهور استفاده و بهره‌برداری از eMaintenance، قرن ۲۱ شاهد کاربرد گسترده فناوری ارتباطات و اطلاعات در این حوزه بوده است. eMaintenance مجهز به سیستم‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری همراه با شبکه‌های بی‌سیم، برای مراقبت از کارخانجات و ماشین‌آلات در طول کل چرخه عمرشان مورد استفاده قرار می‌گیرد. امروزه eMaintenance در کشورهای پیشرفته، بیشتر زمینه‌های صنعتی همچون حمل و نقل، انرژی، تولید و فرایندهای صنعتی مورد استفاده و بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

یکی از اهداف اصلی eMaintenance "هم‌راستا نمودن فرایند نگهداری و تعمیرات با فرایندهای بهره‌برداری و کسب و کار برای دستیابی به اهداف سازمانی" می‌باشد. eMaintenance سطوح مختلف دارای ارتباط تنگاتنگ در یک سازمان را بوسیله فراهم نمودن یک زیرساخت مؤثر و کارآمد برای اقدامات و فرایندهای تصمیم‌سازی، تسهیل و پشتیبانی می‌نماید.

۵-۳- مدیریت دارایی‌های فیزیکی

از دهه سی قرن بیستم که آغاز اجرای سیستم‌های تعمیرات و نگهداری در واحدهای تولیدی بشمار می‌رود سیر تحولات در روشهای بکارگیری تعمیرات و نگهداری به سه دوره تقسیم می‌گردد. [۸]

دوره اول

سیستم نگهداری و تعمیرات بهنگام بروز توقف^۱ در این دوره مورد استفاده قرار می‌گرفته است. [۹]

دوره دوم

در جریان جنگ جهانی دوم با توجه به شرایط بوجود آمده و احتیاج مبرم به تولیدات صنعتی و بویژه در بخش نظامی و تلاش در جهت کاهش میزان توقفات تولیدات تعمیرات و نگهداری دست خوش تحولات عمیقی گردید. دهه پنجاه قرن بیستم دوره رونق طراحی‌های صنعتی و ساخت ماشین‌آلات مکانیزه بود. [۹]

بر همین اساس با توجه به سیر صعودی مکانیزه شدن سیستم‌های تولیدی مبحث شکست و از کار افتادگی ماشین‌آلات از اهمیت بیشتری برخوردار گردید. افزایش خرابی‌های تجهیزات و زمانهای توقف خط تولید، میزان تولیدات و همچنین کیفیت آنها را متأثر ساخت بگونه‌ای که باعث ایجاد بحران در سازمانهای تولیدی شد. این مساله باعث اجرای روش تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه^۲ در آمریکا گردید. روش شناسی مهندسی قابلیت اطمینان نقش بسیار حیاتی در تحلیل حوادث دستگاهها و خرابی‌ها و نحوه عیوب داشته که به عنوان تعیین کننده زمانبندی (PM) شناخته شده است. [۱۰]

معرفی سیستم نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر^۳ در دهه ۱۹۷۰ از سوی صنایع ژاپنی را میتوان بعنوان آخرین دستاورد در دوره دوم تحولات نگهداری و تعمیرات نامید. سیستم (TPM) در حقیقت همان سیستم تعمیرات و نگهداری بهره‌ور به شیوه آمریکا است که در جهت سازگاری با شرایط صنعتی ژاپن در آن بهبودهایی داده شده است. ابتکار محوری و حساس در اصول (TPM) این است که اپراتورها خودشان به امور اصلی و اولیه نگهداری و تعمیرات ماشینهای خودشان می‌پردازند. [۹]

دوره سوم

میزان افزایش سرمایه‌گذاری بر روی ماشین‌آلات صنعتی و اتوماسیون از یکسو و افزایش ارزش مالی و اقتصادی آنها از سوی دیگر منجر به آن شد که مدیران و صاحبان صنایع به فکر راه کارهایی منطقی که قادر به پیشینه‌سازی طول عمر مفید تجهیزات تولیدی خویش و طولانی کردن چرخه عمر اقتصادی آنها شود بیفتند. افزایش میزان اثربخشی ماشین‌آلات، بهبود

¹ Breakdown Maintenance-BM

² Preventive Maintenance-PM

³ Total Productive Maintenance-TPM

کیفیت محصولات در کنار کاهش هزینه‌های نت و عدم خسارت به محیط زیست از جمله مواردی بود که باعث ایجاد تحولی جدید در زمینه نگهداری و تعمیرات گردید.

دستاوردهای جدید نت در این دوره عبارتند از:

- معرفی سیستم نگهداری و تعمیرات برپایه شرایط کارکرد ماشین‌آلات و ترویج استفاده از روشهای آنالیز لرزش، حرارت سنجی و ...
- معرفی و بکارگیری انواع روشهای تجزیه و تحلیل خرابیهای ماشین‌آلات
- طراحی تجهیزات با تاکید بیشتر بر قابلیت اطمینان و قابلیت تعمیر
- تحول اساسی در تفکر سازمانی به سمت مشارکت و گروههای کاری
- معرفی سیستم نگهداری و تعمیرات موثر
- معرفی روش نت مبتنی بر قابلیت اطمینان بعنوان روشی جامع جهت تصمیم‌گیری در استفاده صحیح از انواع سیستمهای نگهداری و تعمیرات موجود. [۹]

نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM) فرآیندی است که نیازهای نگهداری و تعمیرات تجهیزات و ماشین‌آلات را در شرایط کاری تعیین می‌کند تا هر یک از این تجهیزات به بهترین نحو وظایف اصلی خود را انجام دهند. پایش تجهیزات^۱ نقش اساسی و مهم در این فرآیند و استراتژی بعهده دارد. [۱۱]

موفقیت اجرای یک سیستم تعمیرات بر اساس قابلیت اطمینان (RCM) در گرو داشتن یک گروه قوی پایش تجهیزات (CM) می‌باشد. به همین ترتیب داشتن یک گروه قوی و کارآمد پایش تجهیزات در گرو داشتن تجهیزات اندازه‌گیری به روز و مدرن و همچنین علم و تجربه کافی نیروی انسانی جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده و همچنین شناخت کامل تجهیز می‌باشد. [۹]

عبارت "مدیریت دارایی" در صنایع در خلال خصوص سازی صنعت آب و فاضلاب بریتانیا، استرالیا و نیوزلند در دهه ۱۹۸۰ مطرح گردید. بخش خصوصی برای تعیین قیمت واقعی تأسیسات صنعت مذکور و تعیین حداکثر نرخ بازگشت سرمایه در هنگام خرید مجبور به توسعه طرحهای مدیریت دارایی بود. در آمریکا نیز از میانه دهه ۱۹۸۰ از مدیریت دارایی در صنایع نظامی و

^۱ Condition Monitoring

حمل و نقل استفاده شده و در این میان سازمان بزرگراه‌های فدرال آمریکا نقش اصلی را در توسعه مدیریت دارایی داشته است بطوریکه همکاری آن با دپارتمان حمل و نقل ایالتی آمریکا به تأسیس اداره مدیریت دارایی منجر شد. در دو دهه اخیر مدیریت دارایی به سرعت در دنیا توسعه و رونق پیدا نموده و با تلفیق و ترکیب با تکنولوژی‌های روز دنیا بویژه فناوری اطلاعات کارآمدتر گردیده است.

مدیریت دارایی‌های فیزیکی ادامه روند تکاملی نگهداری و تعمیرات است که به مرور زمان رشد یافته و امروزه به صورت یک شاخه مدیریتی پویا در آمده است که سعی دارد با بکارگیری

- استراتژی‌های کلان،

- روش‌های مدیریت منابع انسانی،

- مدیریت خرید تجهیزات،

- بهره‌برداری،

- نگهداشت،

- تأمین قطعه،

- اندازه‌گیری عملکرد،

- ریسک و ...

حداکثر ارزش ممکن را در بلندمدت از دارایی‌های سازمان به دست آورد. این شاخه چنان اهمیتی یافته است که امروزه شرکت‌های مشاوره استراتژیک برتر دنیا مانند مکینزی به طور مجزا به ارائه مشاوره در این زمینه می‌پردازند.

۵-۳-۱- سوابق بکارگیری PAM در صنعت برق ایران و جهان

سوابق جهانی

◀ در کره جنوبی برق هسته‌ای و غیر هسته‌ای (بخاری، گازی، آبی و ...) بصورت یکپارچه مدیریت می‌گردد. در شرکت

برق آبی و هسته‌ای کره جنوبی (KHNP)^۱ استراتژی‌های مدیریت دارایی‌های فیزیکی تدوین گردیده است. [۱۲]

^۱ Korea Hydro and Nuclear Power Corporation (KHNP), Korea

در آمریکا نیز صنعت برق هسته‌ای و غیر هسته‌ای و نیز صنعت نفت و گاز بصورت یکپارچه توسط دپارتمان انرژی آمریکا (DOE) مدیریت می‌گردد. بررسی‌های انجام یافته نشان می‌دهد که مدیریت دارایی‌های فیزیکی به عنوان یک برنامه استراتژیک در این دپارتمان دنبال می‌گردد.

سوابق داخلی

- ◀ اجرای پروژه مدیریت دارایی‌های فیزیکی^۱ در شرکت توزیع نیروی برق مشهد (برای اولین بار در سطح شرکت‌های توزیع) شد. در اوایل خرداد ماه سال ۱۳۹۳ برای اولین بار در سطح شرکت‌های توزیع، قرارداد پروژه مدیریت دارایی‌های فیزیکی در توزیع برق مشهد منعقد گردید.
- ◀ تصویب سند نظامنامه مدیریت دارایی‌های فیزیکی توسط وزیر نفت برای نخستین بار در صنعت نفت ایران.

۵-۳-۲- استانداردهای PAM و زیرساختهای لازم برای طراحی این فرایند در بخش تولید صنعت برق

اولین استاندارد در زمینه مدیریت داراییهای فیزیکی استاندارد PAS 55 ویرایش ۲۰۰۸ می‌باشد که در دو بخش ارائه گردیده است. بخش اول به تعریف مبانی، تعاریف، الزامات و مشخصات یک مدیریت داراییهای بهینه می‌پردازد. بخش دوم دستورالعملی برای بکارگیری و اجرای الزامات بخش اول (PAS 55-1) می‌باشد. با این حال باید توجه داشت که هدف بخش دوم صرفاً ارائه راهنمایی است و هیچ الزام دیگری بر الزامات موجود در بخش اول اضافه نمی‌کند.

در سال ۲۰۱۴ استاندارد ISO 55000 به عنوان اولین استاندارد جامع و خاص جهانی در زمینه مدیریت دارایی‌های فیزیکی به تصویب رسید. استاندارد ISO 55000 به استاندارد بریتانیایی PAS 55 شباهت زیادی دارد. البته به دلیل اینکه این استاندارد، استاندارد بین‌المللی است جزئیات بیان شده در استاندارد PAS 55 را ندارد و به نوعی در سطحی بالاتر نوشته شده است. یکی از نقاط قوت این استاندارد این است که سازمان‌هایی که قبلاً می‌توانستند گواهینامه ایزو صادر نمایند، اگر بخواهند بدون تسلط بر حوزه مدیریت دارایی‌های فیزیکی در موضوع ایزو ۵۵۰۰۰ ورود کنند، با منع قانونی رو به رو خواهند شد. بر طبق این استاندارد، تنها شرکت‌هایی حق صدور گواهینامه دارند که علاوه بر صلاحیت‌های عمومی قبلی، در زمینه مدیریت دارایی‌های

فیزیکی نیز تخصص داشته باشند. [۱۳]

¹ Asset Management

بخش اول (استاندارد ISO 55000:2014) به بیان دورنما، اصول و اصطلاحات مدیریت دارایی‌ها می‌پردازد. بخش دوم (استاندارد ISO 55001:2014) الزامات سیستم مدیریت دارایی‌ها را بیان می‌نماید و بخش سوم (استاندارد ISO 55002:2014) دستورالعملی برای استفاده از استاندارد ISO 55001:2014 ارائه می‌نماید.

[۱۴]، [۱۵]، [۱۶]

۵-۳-۳- ارتباط PAM با بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

بهره‌گیری از استانداردهای مدیریت دارایی فیزیکی می‌تواند بهبود و ارتقاء بهره‌برداری و تعمیرات را به دنبال داشته باشد. برای این منظور چنانچه بتوان استانداردهای ISO 55000، ISO 55001 و ISO 55002 را بصورت یک ابزار مناسب برای طی نمودن مسیر بهبود درآورد آنگاه با دنبال نمودن این مسیر، بهبود و ارتقاء مورد نظر حاصل شده و عملکرد بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات در کلاس جهانی بدست می‌آید. در این راستا تهیه یک spread sheet حاوی بندهای اصلی و فرعی استاندارد ISO 55001 با رعایت توالی و ارتباطات متقابل بندها و نیز با لحاظ نمودن دستورالعمل معرفی شده در استاندارد ISO 55002، یکی از راهکارهای مناسب برای تبدیل استانداردهای مدیریت دارایی مذکور به یک ابزار مناسب برای طی نمودن مسیر بهبود می‌باشد. بنابراین تهیه یک Spread Sheet با ویژگی‌های مذکور کاملاً مفید خواهد بود. لازم به ذکر است که شاخص‌های کنترل فرایند و کنترل نتایج KPI (شاخص‌های کلیدی عملکردی) نقش اساسی در ارزیابی عملکرد واحدهای O&M دارند.

۵-۳-۴- برنامه ریزی پروژه پیاده‌سازی سیستم مدیریت دارایی‌های فیزیکی

خدمات و کارهای مختلف یک پروژه پیاده‌سازی مدیریت دارایی‌های فیزیکی را می‌توان به بخش‌های قابل اداره و کنترل، بصورت زیر تقسیم نمود:

- مدیریت پروژه
- فنی
- بهبود فرآیند کسب و کار
- آموزش

– پشتیبانی پیاده‌سازی

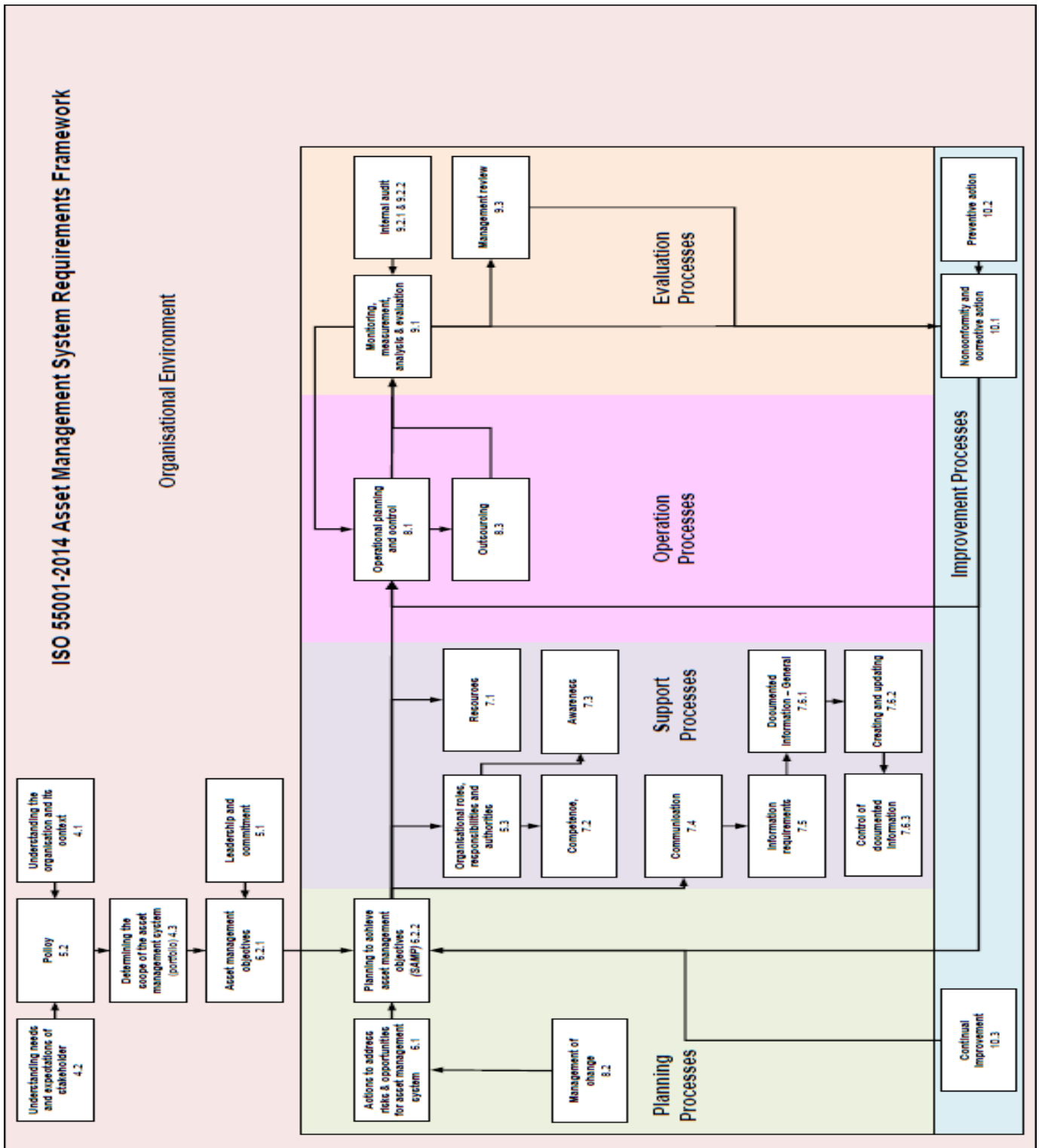
۵-۳-۵- مدل‌های تعالی نت

برای رسیدن به اهداف مدیریت‌داری‌های فیزیکی استفاده از مدل‌های تعالی نت در پیاده‌سازی سیستم مدیریت‌داری‌های فیزیکی اجتناب ناپذیر می‌باشد. در این میان مدل‌های تعالی نت گوناگونی ارائه شده‌اند. مشهورترین این مدل‌ها مدل تری وایرمن و مدل جان کمبل می‌باشد که مدل تری وایرمن هرم قابلیت اطمینان را ارائه نموده و مدل جان کمبل نیز مدل آپ تایم معروف می‌باشد.

اما باید توجه نمود که در برخی منابع نقدهایی به مدل‌های تعالی نت برای پیاده‌سازی سیستم مدیریت‌داری‌های فیزیکی در ایران وارد شده و مدل‌های دیگری نظیر مدل تعالی مدیریت دانش نگهداری تجهیزات (MKMS) پیشنهاد گردیده است. لیکن با ارزیابی کلی از مباحث فوق و با لحاظ نمودن تمامی جوانب لازم در انتخاب یک مدل تعالی از جمله استراتژی نگر بودن مدل، وابسته نبودن به یک شخص خاص و سیستماتیک بودن پشتیبانی و به روز شدن آن، به نظر می‌رسد که مدل آپ تایم جان کمبل مطمئن‌ترین مدل برای بکارگیری در پیاده‌سازی سیستم مدیریت‌داری‌های فیزیکی در صنعت برق کشورمان می‌باشد.

۵-۳-۶- چارچوب الزامات سیستم مدیریت‌داری‌های فیزیکی ISO 55001:2014

شکل (۵-۱) چارچوب الزامات بیان شده در استاندارد ISO 55001:2014 و ارتباط بین بندهای مختلف استاندارد را نشان می‌دهد. [۱۷]



شکل (۴-۱) چارچوب الزامات بیان شده در استاندارد ISO 55001:2014 و ارتباط بین بندهای مختلف استاندارد [۱۷]

۵-۳-۷- رنوس برخی موضوعات تکنیکی مرتبط با حوزه مدیریت داراییهای فیزیکی

در پیوست الف استاندارد ISO 55000-55000 موضوعات مرتبط با مدیریت دارایی‌ها که در استانداردهای ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی منتشر شده اند ارائه گردیده است. البته در همان جا ذکر شده که موضوعات ذکر شده محدود به این موارد نیستند:

[۱۴]، [۱۵]، [۱۶]

فصل ششم :

جمع بندی و نتیجه گیری

در یک جمع‌بندی کلی اهم نتایج به دست آمده از این مرحله از گزارش به شرح زیر قابل جمع‌بندی می‌باشد:

- ❖ آینده صنعت برق ایران در گرو اتخاذ استراتژی و برنامه‌ریزی لازم به منظور تأمین منابع مالی، رفع مشکلات زیرساختی صنعت، استفاده از ابزارها و وسایل مدرن برای کنترل مناسب‌تر آن، توجه به محیط زیست و کاهش اثرات آلاینده‌های نیروگاه‌ها، توانمندسازی نیروی انسانی در توسعه و بهره‌برداری از صنعت برق و نیز پایش یک برنامه جدی برای اصلاح تدریجی نابسامانی‌های موجود می‌باشد. در این راستا تقویت بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نقش بسیار کلیدی بوده و در تمامی موارد پیش‌گفته نقش اساسی ایفا می‌نماید.
- ❖ با توجه به بروز فاصله عمیقی که بین رویکردهای و فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات صنعت برق کشور با صنعت برق در دنیا ایجاد شده است. باید سند راهبردی که بر اساس مطالعات حاضر تهیه می‌شود در کوتاه مدت به راه‌حلهای متناسب با شرایط نیروگاهها در حال حاضر پرداخته و از ارائه راهکارهای نامتجانس با وضعیت فعلی اجتناب گردد. در مقابل در برنامه ریزی بلند مدت باید حداکثر تلاش جهت پر کردن این فاصله عمیق صورت پذیرفته و از حالت انفعالی خارج گردد. بدیهی است این نقشه راه کمک قابل توجهی به تحقق این موضوع خواهد نمود.
- ❖ با توجه به توسعه تحولات صورت گرفته در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات، همگرا شدن این حوزه با تحولات صورت گرفته ضروری می‌باشد. رویکردهای نوین این حوزه نظیر تعمیرات الکترونیکی^۱، مدیریت دارایی‌های فیزیکی (PAM)، سیستم‌های جامع مدیریت بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات (POMMS) و به تبع آن توسعه فناوری‌های مربوطه نظیر استفاده از سیستم‌های پایش وضعیت، تجهیزات پایش و اندازه‌گیری عملکرد بلادرنگ از جمله مهمترین سرفصلهای مورد توجه در این حوزه می‌باشد.
- ❖ آینده پژوهی در حوزه تولید برق حاکی از آن است که تحولات گسترده‌ای در این حوزه در آینده صورت خواهد گرفت. متولد شدن فناوری‌هایی نظیر تجهیز نیروگاهها به سیستمهای بازیافت CO₂، توسعه فناوری‌های گازی سازی (IGCC)، متولد شدن نیروگاههای با آلودگی صفر از جمله این تحولات است. پاسخگویی به این نیازها در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در بلند مدت باید مورد توجه قرار گیرد.

¹ eMaintenance

❖ موضوع تحلیلهای قابلیت اطمینان و بهینه سازی عملکرد واحدهای نیروگاهی با هدف تامین برق مطمئن و اقتصادی از جمله موضوعاتی است که در بسیاری از کشورهای دنیا حوزه بهره برداری، نگهداری و تعمیرات را به شدت تحت تاثیر خود قرار داده است. توسعه این موضوع در بخش تولید صنعت برق ازجمله مواردی است که ضرورت آن بخوبی احساس می گردد به گونه ای که این موضوع در کشور ما تحت عنوان به کارگیری فناوری های نوین مصداق پیدا می نماید.

❖ با شفاف شدن رویکردهای سیستمی و درختههای فناوری حوزه های گوناگون بهره برداری، نگهداری و تعمیرات می توان برای پر کردن خلا ایجاد شده در این حوزه برنامه ریزی نمود. در این راستا تهیه نظامنامه ای که مباحث ساختاری را در بخش تولید صنعت برق دنبال نموده و سرفصلهای فناورانه را حمایت نماید، بسیار ضروری است. به همین دلیل تهیه نظامنامه در این طرح کلان مقدم بر نگاه فناورانه به این موضوع می باشد. اگرچه در تهیه این سند تلاش می گردد این دو موضوع همراه هم مورد توجه قرار گیرد.

❖ در مراحل بعد بر اساس مطالعات این دو مرحله، نسبت به تهیه سند راهبردی و نقشه راه این حوزه اقدام خواهد شد.

منابع و مراجع

- [۱] مدیریت برنامه‌ریزی سیستم‌های نگهداری و تعمیرات؛ سامان رضایی، ایمان آقامیری؛ انتشارات شریف؛ ۱۳۹۱.
- [۲] ارائه یک چارچوب دانش برای نگهداری و تعمیرات مبتنی بر ریسک (RBM)، مطالعه موردی: سیستم تهویه مطبوع، محمود شفیع، محمد سعیدی مهرآباد، سیدعلیرضا میر محمد صادقی؛ نخستین کنگره بین‌المللی مدیریت ریسک، ۱۳۸۶.
- [۳] نگهداری و تعمیرات جامع بهره‌ور، حسین توکلی، سومین کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات، ۱۳۸۴.
- [۴] <http://cmmsrajabpour.blogfa.com/post/16>
- [۵] کاهش هزینه‌های تعمیراتی با بکارگیری نظام جامع تعمیر و نگهداری، حسین بلوری، انتشارات پلیکان، ۱۳۹۱.
- [۶] E-maintenance, Holmberg K. et al. 2010, Springer.
- [۷] Han and Yang 2006, Muller et al. 2008.
- [۸] W, Christopher, Preventive Diplomacy, Stanford University, 1999.
- [۹] بررسی اجمالی عوامل موثر در یک سیستم پایش تجهیزات و بررسی یک نمونه عملی در بهبود وضعیت عملکرد دو تجهیز در پتروشیمی جم، حمید رضا عابدینی، چهارمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب‌یابی ماشین‌آلات، ایران، تهران، دانشگاه صنعتی شریف، اسفند ۱۳۸۸.
- [۱۰] ع، احمدی، نظام نوین تعمیر و نگهداشت در مجتمع‌های صنعتی جلد سوم، نشر پورشاد، ۱۳۸۵.
- [۱۱] J, Moubray, Reliability Centered Maintenance, Butterworth-Heinemann, 2nd Edition.
- [۱۲] STRATEGIES FOR PHYSICSL ASSET MANAGEMENT IN KHNP, W. Lee, S. Moh, S. Min and B. Yang, WCEAM 2006 Paper 156.
- [۱۳] مجموعه ایزو ۵۵۰۰۰؛ مدیریت دارایی‌ها، مترجمان: دکتر علی زواشکیانی، محسن ربیعی.
- [۱۴] INTERNATIONAL STANDARD, ISO 55000, First edition 2014-01-15.
- [۱۵] INTERNATIONAL STANDARD, ISO 55001, First edition 2014-01-15.
- [۱۶] INTERNATIONAL STANDARD, ISO 55002, First edition 2014-01-15.

[۱۷] How to Build Your ISO 55001 Asset Management System Quickly and make ISO 55001 Certification Easy, Mike Sondalini, Lifetime Reliability Solutions HQ.

فهرست

فصل ۱- چشم‌انداز و اهداف کلان.....	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۱-۲- مرور ادبیات: مفاهیم و روش‌های تدوین چشم‌انداز	۱
۱-۳- روش تدوین اهداف کلان	۷
۱-۴- فرآیند تدوین بیانیه چشم‌انداز فناوری‌های بهره برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور	۱۳
۱-۵- فرآیند تدوین اهداف کلان بهره برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	۱۷
۱-۶- جمع بندی	۱۹
فصل ۲- راهبردهای کلان فناوری.....	۲۰
۲-۱- مقدمه	۲۰
۲-۲- مفاهیم و روش اولویت‌بندی فناوری.....	۲۰
۲-۳- مفاهیم و روش‌های اکتساب فناوری	۲۵
۲-۴- فرآیند انتخاب نیازهای فناورانه حوزه بهره برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	۲۷
۲-۴-۱- شناسایی نیازهای فناورانه	۲۷
۲-۴-۲- اولویت‌بندی نیازهای فناورانه شناسایی شده	۳۰
۲-۵- اکتساب فناوری	۳۴
۲-۶- جمع بندی	۳۸
فصل ۳- جمع‌بندی گزارش.....	۳۹
مراجع	۴۳
پیوست	۴۱

فهرست شکلها

- شکل ۱-۱- فرآیند تدوین چشم‌انداز..... ۴
- شکل ۲-۱- ویژگی‌های اهداف کلان..... ۹
- شکل ۳-۱- روش تدوین اهداف کلان..... ۱۲
- شکل ۴-۱- فرآیند کلی تدوین بیانیه چشم‌انداز بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها..... ۱۳
- شکل ۵-۱- نمایش ابعاد مختلف چشم‌انداز بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها..... ۱۷
- شکل ۱-۲- ارزیابی ماتریس جذابیت (مطلوبیت) و توانمندی (امکان‌پذیری)..... ۲۱
- شکل ۲-۲- ماتریس جذابیت - توانمندی (امکان‌پذیری)..... ۲۳
- شکل ۳-۲- تقسیم‌بندی ماتریس جذابیت-توانمندی..... ۲۴
- شکل ۴-۲- نظرات خبرگان پیرامون جذابیت نیازهای فناورانه..... ۳۲

فهرست جداول

جدول ۱-۱- جمع‌بندی ابعاد و گزینه‌های پیشنهادی در تدوین بیانیه چشم‌انداز بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها.....	۱۵
جدول ۱-۲- لیست خبرگان.....	۱۶
جدول ۱-۲- لیست اولیه نیازهای فناوریانه حوزه O&M.....	۲۷
جدول ۲-۲- لیست نهایی نیازهای فناوریانه حوزه O&M.....	۲۸
جدول ۳-۲- معیارهای سنجش جذابیت و اولویت‌بندی نیازهای فناوریانه حوزه O&M.....	۳۰
جدول ۴-۲- وزن معیارهای سنجش جذابیت و اولویت‌بندی نیازهای فناوریانه حوزه O&M.....	۳۱
جدول ۵-۲- لیست نهایی نیازهای فناوریانه حوزه O&M.....	۳۲
جدول ۶-۲- ارزیابی وضعیت نیازهای فناوریانه اولویت دار بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها از حیث معیارهای اکتساب فناوری.....	۳۵
جدول ۷-۲- سبک اکتساب پیشنهادی برای هر یک از نیازهای فناوریانه اولویت دار بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات.....
نیروگاهها.....	۳۷

فصل ۱- چشم‌انداز و اهداف کلان

۱-۱- مقدمه

در این فصل، پس از بیان مفاهیم و روش تدوین چشم‌انداز و اهداف کلان، فرآیند تدوین بیانیه چشم‌انداز و اهداف کلان در سند راهبردی بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور به عنوان بخش ابتدایی فاز تدوین ارکان جهت‌ساز تشریح خواهند شد. در این راستا ابعاد شکل دهنده به چشم‌انداز و اهداف کلان معرفی شده، سپس گزینه‌های قابل ذکر برای هر یک از ابعاد، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته و سرانجام با استفاده از نظرات خبرگان، ابعاد مورد نظر تعیین وضعیت می‌شوند. با مشخص شدن وضعیت هر یک از ابعاد سازنده بیانیه چشم‌انداز و اهداف کلان، مفاد مربوط به هر یک از آن‌ها قابل ارائه خواهند بود و به این ترتیب بیانیه چشم‌انداز و عناوین اهداف کلان به همراه تفسیر آن‌ها در این فصل مورد اشاره قرار خواهند گرفت.

۱-۲- مرور ادبیات: مفاهیم و روش‌های تدوین چشم‌انداز

چشم‌انداز عبارت است از تصویر مطلوب (شفاف، واقعی، جذاب و قابل قبول) و آرمان قابل دستیابی در حوزه فناوری که در یک افق زمانی بلندمدت و متناسب با مبانی ارزشی جامعه تعیین می‌گردد. به عبارت دیگر چشم‌انداز، بیان صریح سرنوشتی است که فناوری به سوی آن حرکت می‌کند و تصویر آینده‌ای است که کشور در جستجوی خلق آن است.

چشم‌انداز تصویری از وضعیت یک کشور است، زمانی که به اهداف و راهبردهای خود در یک بازه‌ی زمانی دست یافته باشد. این چشم‌انداز در قالب یک بیانیه به نحوی تنظیم می‌شود که چالش‌های راهبردی و هدف‌های تعیین شده کیفی در سند، ارتباط مستقیم و معناداری با یکدیگر داشته باشند؛ نیازهای جامعه را در آینده و حال، به‌عنوان 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 عبارت‌پردازی سند استفاده نماید.

چشم‌انداز توسعه فناوری اگر به صورت دقیق، جامع و آینده‌نگر تعریف شده باشد، می‌تواند مسیر توسعه فناوری را همواره هدفمند و جهت دار نماید و مانند چراغی در افق بلندمدت، فراروی کنش‌گران مختلف (دولت، صنعت، دانشگاه) قرار گیرد.

آگاهی کامل سیاست‌گذاران به چشم‌انداز توسعه فناوری نیز می‌تواند آن‌ها را در اتخاذ تصمیمات کلیدی و سیاست‌های اثرگذار یاری دهد.

اکثر مدل‌های تدوین راهبرد ملی دارای گام تدوین چشم‌انداز مشخص و صریح می‌باشند. لکن برخی مدل‌ها نیز وجود دارند که به مراتب به وجود چنین عنصری در برنامه‌ریزی راهبردی ملی اشاره نکرده ولی به تدوین اهداف بلندمدت پرداخته‌اند. ضرورت تدوین چشم‌انداز در اسناد ملی توسعه فناوری از این بابت است که تعهد، انگیزه، هیجان و انرژی را در میان کنش‌گران دخیل در توسعه فناوری افزایش داده و مقصدی را برای رسیدن، ترسیم نمایند. 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 براساس مدل‌های مختلفی (به‌عنوان بخشی از فرآیند تدوین برنامه راهبردی توسعه) 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، بررسی می‌گردند.

• مدل دیوید

براساس 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 مؤسسه حسابداری مدیریت عبارتست از: «رهبری جهانی در آموزش، تأییدکننده و گواهی‌دهنده، و اجرای حسابداری مدیریت و مدیریت مالی».

براساس نظر دیوید، چشم‌انداز به‌عنوان یکی از فرآیندهای ابتدایی در تدوین راهبرد، به‌عنوان ورودی‌های اولیه و عناصر بالادست در تمام قدم‌های این فرآیند نقش ایفا می‌نماید. تدوین چشم‌انداز نیز با بررسی محیط داخل و خارج و نیز با دریافت بازخورد از تمام مراحل برنامه‌ریزی راهبردی صورت می‌پذیرد. [۱]

• مدل پاتریک لوئیس

چشم‌انداز 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 می‌باشد 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. [۲]

• مدل آلیسون

در این مدل، چشم‌انداز تصویر راهنمای موفقیت است. 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 مأموریت 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 مؤثر 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. [۳]

• مدل مک‌میلان

چشم‌انداز تصویر ذهنی قوی از آنچه که ما در آینده می‌خواهیم بشویم، می‌باشد. چشم‌انداز ریشه در واقعیت دارد، اما روی آینده تمرکز می‌نماید. تدوین چشم‌انداز، فرآیندی شامل روشن نمودن ارزش‌ها، تمرکز بر روی مأموریت و گسترش افق با استفاده از

بیانیه چشم‌انداز است. تدوین چشم‌انداز، راه و روش‌های خلاقانه برای چالش‌های کسب و کار فراهم می‌آورد و جرعه ارزیابی و یادگیری پیوسته در سازمان را بوجود می‌آورد.

از نظر وی دلایل تدوین چشم‌انداز سازمان عبارتند از: هماهنگی و متناسب کردن کار افراد مختلف، کمک به همه برای تصمیم‌گیری، ایجاد اصول و پایه‌ای برای برنامه ریزی کسب و کار، به چالش کشیدن اوضاع راحت و غیر ایده‌آل شرایط فعلی، و ایجاد رفتارهای متجانس و موافق در افراد به صورت قابل توجه. [۲]

با بررسی مدل‌های تدوین چشم‌انداز بنگاهی و نیز کسب آگاهی از مطالعات تطبیقی صورت پذیرفته، ترسیم افق چشم‌انداز در پنج مرحله مطابق با شکل زیر به انجام می‌رسد:



شکل ۱-۱ - فرآیند تدوین چشم‌انداز

• جمع‌آوری ورودی‌های اولیه ترسیم چشم‌انداز

جمع‌آوری ورودی‌های لازم برای ترسیم چشم‌انداز از راه‌های زیر صورت می‌پذیرد:

✓ بررسی اسناد بالادستی: پیش از شروع هر بحث دیگر تدوین چشم‌انداز، ضروری است تا با بررسی اسناد بالادستی، طرح‌ها و راهبردهای کلان تدوین شده در سطوح بالاتر، و اصول ارزشی توسعه فناوری موجود در جامعه، تصویری از بستر فعلی و نگاه‌های آینده پیرامون فناوری حاصل گردد. این تصویر در شکل - دادن به مؤلفه‌های چشم‌انداز نقش مهمی بر عهده دارد.

✓ نظرسنجی متخصصین: بیان یک نتیجه بر پایه یک مجموعه شواهد یا انتظارات از آینده که از اطلاعات و منطق افراد آشنا با موضوع مورد نظر حاصل می‌شود، یکی دیگر از راه‌های تأمین ورودی‌های لازم برای ترسیم افق چشم‌انداز است. اندیشه‌ها و تفکرات خبرگان حوزه فناوری از آینده پیش رو سهم قابل توجهی در ترسیم چشم‌انداز دارد.

✓ مطالعات الگوبرداری: استفاده از تجارب دیگر کشورها در زمینه توسعه فناوری‌های راهبردی روشی دیگر در ترسیم چشم‌انداز است. در این زمینه می‌توان از آینده‌های ترسیم شده در سایر کشورها، مانند هدف- گذاری‌های بلندمدت، حوزه‌های کاربردی قابل تأکید، و غیره برای تعیین افق چشم‌انداز داخلی بهره برد.

• تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز

بیانیه اولیه چشم‌انداز توسط تحلیل‌گران و مشاوران تهیه می‌شود. در این مرحله بر مبنای ورودی‌های حاصل از مراحل قبل (هوشمندی فناوری، اطلاعات اولیه)، به ترسیم افق چشم‌انداز پرداخته می‌شود. با بررسی مدل‌های تدوین چشم‌انداز بنگاهی و نیز با بهره‌گیری از مطالعات تطبیقی تدوین چشم‌انداز، لازم است تا به مؤلفه‌های ضروری چشم‌انداز و نیز ویژگی‌های افق چشم‌انداز در سطح ملی توجه شود. بر این اساس، ویژگی‌های یک چشم‌انداز توسعه فناوری در سطح ملی به شرح زیر است:

✓ تدوین چشم‌انداز باید با بررسی محیط داخل و خارج و با نیز دریافت بازخورد از تمام مراحل برنامه‌ریزی راهبردی صورت گیرد.

✓ چشم‌انداز باید به تصویری شفاف و مورد تأیید 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 مؤلفه‌های زیر باشد^۱:

✓ 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

✓ توجه به سطح رقابت‌پذیری فناوری تولیدی

✓ تعیین حوزه‌ی کاربرد فناوری

✓ اشاره به نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، و زیست‌محیطی حاصل از توسعه

✓ تعریف کلی حوزه فعالیت (طراحی، تولید، بکارگیری)

• تأیید و نهایی‌سازی بیانیه اولیه چشم‌انداز

چشم‌انداز تعریف شده توسط تحلیل‌گران و مشاوران در مرحله قبل باید برای نهایی شدن به تأیید کمیته راهبری مسئول توسعه فناوری، متشکل از خبرگان صنعت، دولت و دانشگاه برسد. این تأیید علاوه بر نمایش صحت آینده ترسیم شده، به همگرا شدن نظرات خبرگان در مورد هریک از مؤلفه‌های آینده فناوری نیز منجر می‌شود.

• دریافت بازخورد از سایر مراحل

ترسیم چشم‌انداز باید در تعامل با گام‌های بعدی صورت پذیرد. به عبارت دیگر، چشم‌انداز تعریف شده در این بخش بدون دریافت بازخورد از سایر گام‌ها می‌تواند ماهیتی خارج از واقعیت و غیرعملیاتی داشته باشد. بنابراین در این گام لازم است تا چشم‌انداز اولیه تعریف شده با انجام هر گام (تعیین راهبردهای کلان، تحلیل عملکرد، و وضع سیاست‌ها) مورد بازنگری قرار گرفته و تغییرات لازم در مؤلفه‌های آن صورت پذیرد. [۲]

^۱ یک بیانیه چشم‌انداز لزوماً دربرگیرنده‌ی تمام این مؤلفه‌ها با هم نیست. این‌ها درحقیقت مجموعه مؤلفه‌هایی هستند که وجود بعضی از آن‌ها مانند افق چشم‌انداز در بیانیه ضروری و اشاره به بعضی دیگر مانند جایگاه فناوری اختیاری است.

۱-۳- روش تدوین اهداف کلان

یکی دیگر از گام‌های اساسی در تعیین ارکان جهت‌ساز، تدوین اهداف توسعه در راستای چشم‌انداز تعریف شده است. این هدف-گذاری در سطح کلان به‌منظور شفاف نمودن مسیر نیل به چشم‌انداز انجام می‌گیرد. در حقیقت اهداف مذکور، پاسخگوی یک سؤال اساسی است با عنوان "برای رسیدن به چشم‌انداز در افق زمانی تعیین شده، به چه مقاصدی باید دست یافت؟". با تعیین این اهداف در مسیر دستیابی به چشم‌انداز، کنش‌گران دخیل در نظام توسعه فناوری، اهداف بلندمدتی را دنبال می‌کنند و در نتیجه، برنامه‌ریزی‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و فعالیت‌های خود را براساس آن به‌صورت دقیق‌تر و با جزئیات بیشتر انجام دهند.

در روش‌شناسی پیشنهادی برای تدوین اسناد توسعه فناوری، تدوین اهداف با تلفیق دو رویکرد بالا-به-پایین و پایین-به-بالا صورت می‌پذیرد. رویکرد بالا-به-پایین رویکردی هدف‌محور است که به دنبال ترسیم یک آینده مطلوب برای توسعه فناوری است. در طرف مقابل، رویکرد پایین-به-بالا نگاهی مسئله‌محور^۱ به توسعه فناوری دارد. با استفاده از این رویکرد ترکیبی، از یک طرف همراستایی اهداف با چشم‌اندازهای کلان ملی و سایر ارکان جهت‌ساز بالادستی حفظ شده، و از طرف دیگر، تمام مسایل و مشکلات موجود در مسیر توسعه فناوری نیز مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند.

در منابع برنامه‌ریزی راهبردی در سطح بنگاه، مطالعات مختلفی با موضوعیت تدوین حوزه‌های اهداف تعیین شده است. در زیر به‌طور خلاصه به بررسی این مدل‌ها پرداخته می‌شود:

• حوزه‌های اهداف در مدل کارت امتیازی متوازن [۴]

- ✓ منظر مالی (سودآوری، رشد در آمد، و افزایش بهره‌وری)
- ✓ منظر مشتری (تعین مشتریان مخاطب، تعیین ارزش‌های پیشنهادی بنگاه با توجه به مشتریان)
- ✓ منظر فرایندهای داخلی (روابط با تأمین کنندگان، تصمیم‌گیری درمورد توسعه محصولات و خدمات جدید، خدمات پس از فروش، و مهندسی مجدد فرایندهای تولید)
- ✓ منظر یادگیری و رشد (رضایت کارکنان، فضای مناسب کاری، دسترسی به سیستم‌های اطلاعاتی لازم، برنامه‌های آموزش کارکنان)

^۱ Issue-based

• 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 (بالا بردن توان نوآوری و طراحی محصول)

✓ بهره‌وری (بهبود کیفیت محصولات تولیدی، افزایش بهره‌وری واحدهای تولیدی و خدماتی شرکت)

✓ منابع مالی (استفاده بهینه از منابع مالی شرکت و خارج از شرکت برای 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) [۲]

• حوزه‌های اهداف براساس مدل دکتر اعرابی

✓ 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 (سرمايه‌گذاري در نیروی انسانی و ظرفیت‌سازی)

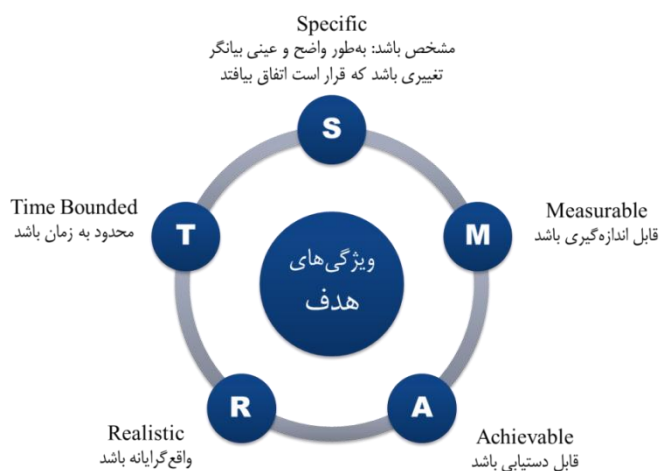
✓ روابط کارکنان

✓ رهبری فناورانه

✓ مسئولیت اجتماعی (جلب رضایت، اعتماد و مشارکت خدمت‌گیرندگان) [۵]

علاوه بر حوزه‌های هدف ذکر شده، ویژگی‌هایی نیز برای اهداف در سطح بنگاه در ادبیات اشاره شده است. این ویژگی‌ها عبارتند از:

- ✓ قابل کاربرد بودن،
- ✓ قابل اندازه‌گیری بودن،
- ✓ در نظر داشتن محدودیت منابع،
- ✓ قابل دستیابی بودن،
- ✓ مشخص بودن،
- ✓ قابلیت انعطاف داشتن،
- ✓ واقع‌گرایانه بودن،
- ✓ قابل قبول بودن،
- ✓ و محدود به زمان بودن. [۲]



شکل ۱-۲- ویژگی‌های اهداف کلان

با در نظر داشتن مدل‌های هدف‌گذاری بنگاهی و نیز با کسب بینش از مطالعات موردی صورت پذیرفته، می‌توان به معرفی گام‌های ضروری در تدوین اهداف پرداخت. روش پیشنهادی زیر می‌تواند برای تدوین اهداف کلان در توسعه فناوری مورد استفاده قرار گیرد:

• دریافت ورودی از نظرات خبرگان همراستا با چشم‌انداز، اصول ارزشی و هوشمندی فناوری

در ابتدا لازم است تا از نظرات خبرگان پیرامون اهداف کلان توسعه فناوری استفاده شود. این کار با برگزاری پنل‌های خبرگی و بحث گروهی میان متخصصین، در چارچوب نتایج حاصل از هوشمندی فناوری (روندهای رشد و توسعه فناوری در آینده)، تأکید بر مؤلفه‌های موجود در چشم‌انداز، و در نظر داشتن اصول ارزشی صورت می‌گیرد. در مجموع می‌توان این‌طور بیان نمود که اهداف ترجمه چشم‌انداز در ابعاد مختلف هستند.

• تدوین اولیه اهداف کلان بر اساس اطلاعات ورودی

با توجه به نظرات جمع‌آوری شده متخصصین پیرامون اهداف کلان، در این مرحله لازم است تا تحلیل‌گران به پالایش این نتایج با در نظر داشتن دو محور حوزه‌های هدف و ویژگی‌های هدف بپردازند. به عبارت دیگر، تحلیل‌گران نظرات خبرگان را در حوزه‌های هدف دسته‌بندی نموده و با در نظر داشتن ویژگی‌های ضروری، آن‌ها را بازنویسی می‌کنند.

حوزه‌های اهداف به معرفی ابعادی می‌پردازند که لازم است تا به آن‌ها پرداخته شود. اگرچه این حوزه‌ها در هر مورد مطالعاتی دارای تفاوت‌ها و دسته‌بندی‌های مختلفی می‌باشند، اما می‌توان یک حالت عمومی برای این حوزه‌ها ارائه نمود. این دسته‌بندی تنها به منظور سامان‌دهی ذهنی برنامه‌ریزان در تدوین اهداف اسناد راهبردی است و الزامی در پوشش همه‌جانبه آن‌ها در هر مورد مطالعاتی به وجود نمی‌آورد. به طور کلی چهار حوزه زیر را می‌توان 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

✓ ظرفیت‌سازی: رشد و پیشرفت دانش فناوری، توسعه نیروی انسانی متخصص، بهره‌برداری و عملیاتی

نمودن دانش به فناوری

✓ مسئولیت اجتماعی: در نظرگیری مسایل زیست‌محیطی، بهبود سطح رفاه اجتماعی، بالابردن رشد

اقتصادی، مشروعیت‌بخشی

✓ نوآوری: بالا بردن توان نوآوری و طراحی محصول و فرآیند

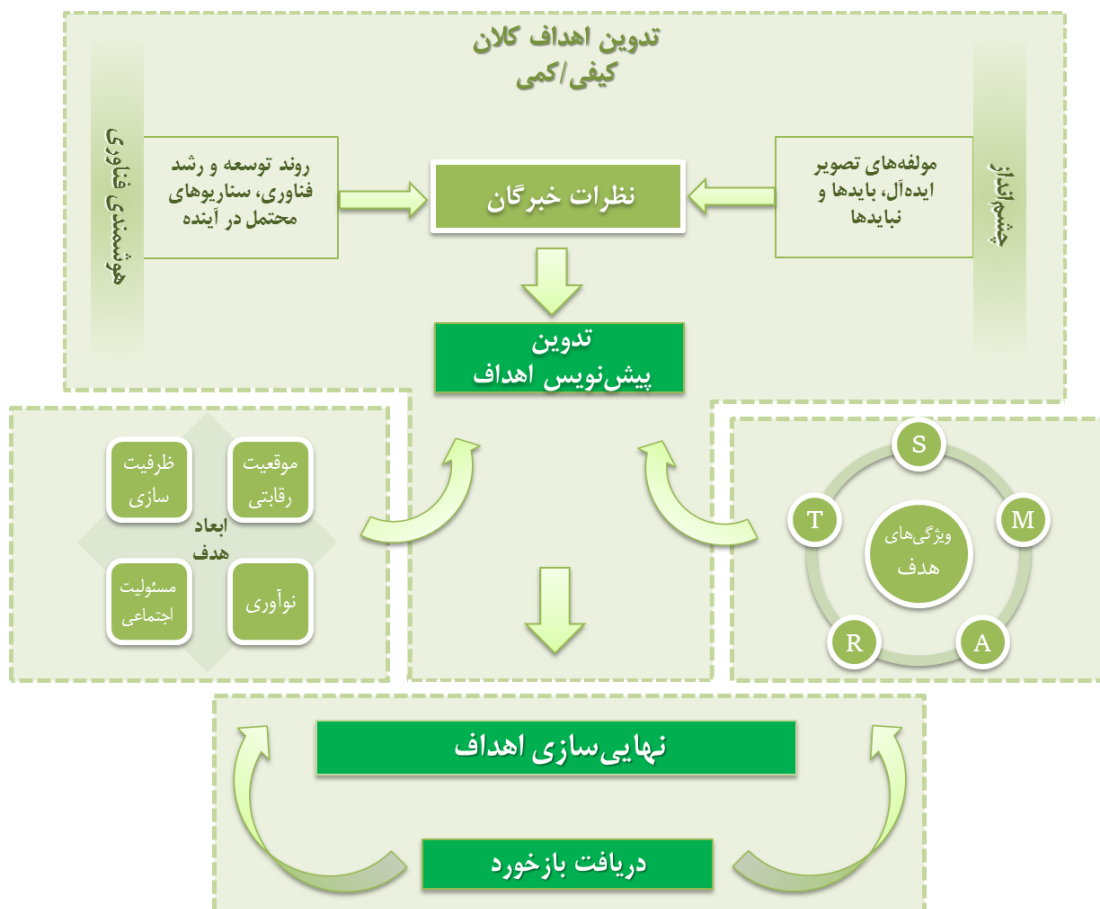
• تأیید و نهایی‌سازی اهداف کلان

اهداف کلان، راهنماهای توسعه در سایر مراحل خواهند بود. بنابراین، اهداف اولیه طراحی شده برای نهایی شدن نیازمند تأیید دوباره افراد متخصص هستند. اجرای این مرحله به کاهش خطای ناشی از بازنویسی و پالایش اهداف توسط تحلیل‌گران کمک می‌کند.

• دریافت بازخورد

از آنجا که تدوین گام‌های مختلف سند در یک فرآیند تعاملی به‌وقوع می‌پیوندد، اهداف کلان تدوین شده در 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 ۱-۳ نمایش گرافیکی مراحل تدوین اهداف کلان را به‌طور خلاصه به‌نمایش می‌گذارد. [۲]

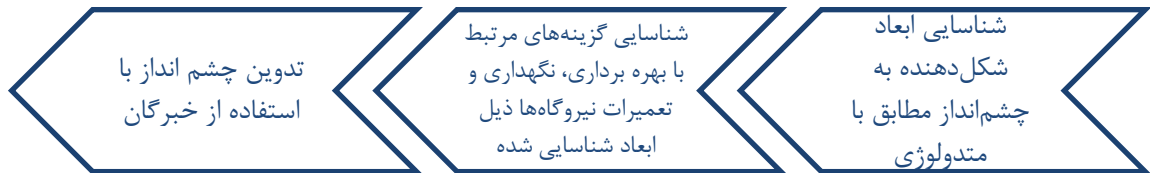


شکل ۱-۳- روش تدوین اهداف کلان

۱-۴- فرآیند تدوین بیانیه چشم‌انداز فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

نیروگاه‌های کشور

فرآیند تدوین چشم‌انداز در این پروژه تفاوت ماهوی با فرآیند تشریح شده در فصل پیش نداشته و شامل دو بخش خواهد بود ابتدا ابعاد شکل دهنده به بیانیه چشم‌انداز و گزینه‌های قابل طرح در هر یک از ابعاد شناسایی شده و سپس در موارد مقتضی نظرات خبرگان در ارتباط با ابعاد مذکور دریافت می‌شود.



شکل ۱-۴- فرآیند کلی تدوین بیانیه چشم‌انداز بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها

مطابق با مراحل پیش گفته در فصل اول، ابعاد سازنده بیانیه چشم‌انداز با توجه به ویژگی‌های موضوع بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها به طور اجمالی شامل افق زمانی چشم‌انداز، اهداف ذکر شده در اسناد بالادستی، حوزه کاربرد، نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی حاصل از توسعه فناوری و حوزه فعالیت می‌باشند. در ادامه به هر یک از ابعاد مرتبط با چشم‌انداز بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها پرداخته می‌شود.

• افق زمانی چشم‌انداز

مطابق با آنچه در بخش ابعاد موضوع و محدوده مطالعات مورد اشاره قرار گرفت، به منظور دستیابی به اهداف کلان سند چشم‌انداز در افق ۱۴۰۴، یک افق زمانی بلندمدت ۱۰ ساله در این مطالعه در نظر گرفته خواهد شد. بنابراین افق زمانی چشم‌انداز، افق ۱۴۰۴ خواهد بود.

• حوزه کاربرد

همانطور که پیش از این در بخش ابعاد موضوع و محدوده مطالعات اشاره شد، محدوده مطالعه در سطح ملی بوده و انواع نیروگاه‌های حرارتی کشور شامل گازی، بخاری و سیکل ترکیبی را شامل می‌گردد. نیروگاه‌های تجدیدپذیر شامل نیروگاه‌های برقی، خورشیدی، بادی و زمین گرمایی و نیز نیروگاه‌های هسته‌ای و دیزلی در این پروژه مورد توجه قرار نمی‌گیرند. این

مطالعه نیروگاه‌های جدید که در طی افق زمانی مورد مطالعه احداث خواهند گردید را دربر نمی‌گیرد. فناوری‌های نوین نیروگاهی در پروژه‌های مستقلی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

در نتیجه مطابق این محدوده مطالعه، سه گزینه برای حوزه کاربرد قابل طرح می‌باشند که عبارتند از:

✓ کل نیروگاه‌های حرارتی کشور

✓ کل نیروگاه‌های حرارتی بخش تولید صنعت برق

✓ کل نیروگاه‌های بخش تولید صنعت برق

• اهداف ذکر شده در اسناد بالادستی

با توجه به اینکه در تدوین چشم انداز باید به اهداف ذکر شده در اسناد بالادستی توجه شود و در جهت تحقق آن اهداف باید حرکت نمود. همانطور که در گزارش فاز اول این پروژه پژوهشی تشریح گردید، اهداف اسناد بالادستی مربوط به بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های حرارتی به شرح ذیل است:

✓ افزایش قابلیت اطمینان نیروگاهها

✓ افزایش دسترسی نیروگاهها و کاهش خروج اضطراری واحدهای نیروگاهی

✓ کاهش هزینه‌های بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات

✓ صادرات خدمات فنی و مهندسی

✓ بهبود برنامه‌های نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه نیروگاههای تولید برق کشور و تجهیز نیروگاههای

قدیمی به سیستم‌های مانیتورینگ

• نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، و زیست‌محیطی حاصل از توسعه

توسعه بهره‌بردار و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های حرارتی از نگاه سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی نتایجی از قبیل تأمین مطمئن و اقتصادی انرژی الکتریکی، کاهش بهای تمام شده برق، کاهش آثار زیست محیطی به وسیله مصرف بهینه سوخت، اثر مثبت بر تراز تجاری انرژی و امنیت عرضه انرژی الکتریکی را به همراه خواهد داشت.

• حوزه فعالیت

حوزه فعالیت یا به عبارت دیگر سطح توانمندی مطلوب کشور در زمینه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های حرارتی شامل سطوح توانمندی از سطح به‌کارگیری فناوری‌های مناسب در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و بومی‌سازی فناوری‌های دارای اولویت در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات می‌باشد. در این جا منظور از بومی‌سازی، توسعه درونزای حوزه‌های فناوری دارای اولویتی است که کشور در افق برنامه امکان توسعه آن‌ها را دارد. در پایان می‌توان ابعاد فوق و گزینه‌های مربوطه را در قالب جدول ۱-۱ جمع‌بندی نمود.

جدول ۱-۱- جمع‌بندی ابعاد و گزینه‌های پیشنهادی در تدوین بیانیه چشم‌انداز بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها

ابعاد چشم‌انداز	گزینه‌های پیشنهادی برای حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها
افق برنامه‌ریزی	۱۴۰۴
ذکر اهداف بالادستی تعیین شده در اسناد قبلی	<ul style="list-style-type: none"> ✓ افزایش قابلیت اطمینان نیروگاه‌ها، ✓ افزایش دسترسی نیروگاه‌ها و کاهش خروج اضطراری واحدهای نیروگاهی ✓ کاهش هزینه‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ✓ صادرات خدمات فنی و مهندسی ✓ بهبود برنامه‌های نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه نیروگاه‌های تولید برق کشور و تجهیز نیروگاه‌های قدیمی به سیستم‌های مانیتورینگ
نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، و زیست‌محیطی حاصل از توسعه	<ul style="list-style-type: none"> ✓ تامین مطمئن و اقتصادی انرژی الکتریکی برای کشور ✓ کاهش بهای تمام شده برق ✓ کاهش آثار زیست‌محیطی به وسیله مصرف بهینه سوخت ✓ اثر مثبت بر تراز تجاری انرژی ✓ امنیت عرضه انرژی الکتریکی
حوزه‌ی کاربرد فناوری	<ul style="list-style-type: none"> ✓ کل نیروگاه‌های حرارتی کشور ✓ کل نیروگاه‌های حرارتی بخش تولید صنعت برق ✓ کل نیروگاه‌های بخش تولید صنعت برق
تعریف کلی حوزه فعالیت (طراحی، تولید، بکارگیری)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ به کارگیری فناوری‌های مناسب در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ✓ بومی‌سازی فناوری‌های دارای الویت در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

ابعاد چشم‌انداز بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها پس از بحث با خبرگان این حوزه (جدول ۱-۲) در جلسه کمیته راهبری طرح مورد بحث قرار گرفت و در نهایت با اعمال نظرات ایشان، بیانیه چشم‌انداز بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها تدوین گردید. این بیانیه عبارتست از:

" با الهام از اهداف سند چشم‌انداز وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴ و در راستای تامین مطمئن و اقتصادی انرژی الکتریکی، حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های حرارتی بخش تولید صنعت برق، دارای نظام مدون مبتنی بر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در تراز بین‌المللی بوده و کشور در به‌کارگیری و بومی‌سازی فناوری‌های این حوزه توانمند خواهد بود."

لازم به ذکر است عبارت بومی‌سازی فناوری در بیانیه چشم‌انداز شامل برخی از فناوری‌های اولویت‌دار می‌باشد و همه فناوری‌ها را در بر نخواهد گرفت. ضمن آنکه منظور توانمندی کشور در این فناوری‌ها در افق ۱۴۰۴ توانمندی بالفعل می‌باشد نه توانمندی بالقوه.

جدول ۱-۲- لیست خبرگان

نام خبرگان	مسئولیت
دکتر مجید یادآور نیک روش	عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی
جناب آقای دکتر علی زواشکیانی	عضو هیئت علمی دانشگاه تورنتو
مهندس غلامرضا مهرداد	مدیر کل دفتر پشتیبانی فنی تولید شرکت توانیر
مهندس فریبرز تیموری	مدیر عامل شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران
مهندس عبدالرضا شیرمحمدی	مدیر عامل شرکت مدیریت تولید برق بعثت
مهندس خسرو قییم	مدیر امور فنی و مهندسی شرکت مپنا
مهندس فردنیا	کارشناس امور فنی و مهندسی شرکت مپنا
مهندس کیومرث مسعودی	مدیر کارشناسان شرکت البرز تدبیرکاران
مهندس هوشنگ رستمیان	مدیر عامل شرکت رازک پژوهش
مهندس علیرضا اصل عربی سردودی	مدیر کل راهبری نظام نگهداری و تعمیرات (نت) صنعت نفت

شکل ۱-۵ اجزای مختلف بیانیه چشم‌انداز را به تصویر می‌کشد.

با الهام از اهداف سند چشم‌انداز وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴^۲ و در راستای

تامین مطمئن و اقتصادی انرژی الکتریکی، حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

نیروگاه‌های حرارتی بخش تولید صنعت برق، دارای نظام مدون مبتنی بر رویکرد مدیریت

دارایی‌های فیزیکی در تراز بین‌المللی بوده و کشور در به‌کارگیری و بومی‌سازی فناوری‌های این

حوزه توانمند خواهد بود.

۱- توجه به اسناد بالادست ۲- افق زمانی ۳- نتایج کلی ۴- حوزه کاربرد فناوری ۵- سطح فعالیت

شکل ۱-۵- نمایش ابعاد مختلف چشم‌انداز بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها

۱-۵- فرآیند تدوین اهداف کلان بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها

با تأکید بر مؤلفه‌های موجود در بیانیه چشم‌انداز می‌توان اهداف کلان را تدوین نمود. به عبارت دیگر اهداف کلان، ترجمه چشم‌انداز در ابعاد مختلف هستند.

با توجه به مطالب فصل پیشین چهار حوزه زیر را می‌توان به‌عنوان ابعاد ضروری تدوین اهداف کلان توسعه فناوری در سطح ملی در نظر داشت:

- موقعیت رقابتی: میزان موفقیت در تسلط نسبی بر بازار، درآمد کل، سهم بازار، سهم صادرات
- ظرفیت‌سازی: رشد و پیشرفت دانش فناوری، توسعه نیروی انسانی متخصص، بهره‌برداری و عملیاتی نمودن دانش به فناوری

- مسئولیت اجتماعی: در نظرگیری مسایل زیست‌محیطی، بهبود سطح رفاه اجتماعی، بالابردن رشد اقتصادی، مشروعیت بخشی

- نوآوری: بالابردن توان نوآوری و طراحی محصول و فرآیند

با توجه به ویژگی‌های پروژه و چشم‌انداز این حوزه که ناظر بر عدم تمرکز بر جنبه‌های رقابتی می‌باشد بعد اول به موقعیت عملکردی (به جای موقعیت رقابتی) تغییر یافت و اهداف اولیه‌ای با توجه به نظرات تیم فنی پروژه مطرح شده است. در این بعد مهم‌ترین اهدافی که نیازمند نظرخواهی از خبرگان می‌باشند ناظر بر تبیین رویکردهایی جهت تحقق توسعه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها در افق چشم‌انداز می‌باشند.

از میان ابعاد دیگر نیز تنها موضوع ظرفیت‌سازی برای رشد فناوری حائز اهمیت می‌باشد. این امر به دلیل آن است که در چشم‌انداز علاوه بر نظام مدون مبتنی بر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی، بر به کارگیری و بومی‌سازی فناوری نیز تأکید شده است. در نتیجه اهداف کلان این حوزه نیز می‌بایست مشخص شوند. همچنین در ابعاد مسئولیت اجتماعی، اهدافی بدیهی مانند کاهش آلاینده‌های زیست محیطی، قابل طرح می‌باشند که با توجه به این که این موارد نتیجه وضعی تحقق اهداف مربوط به بخش عملکردی می‌باشند، مورد پرسش واقع نشده‌اند.

از سوی دیگر با توجه به چشم‌انداز تدوین شده که ناظر بر به کارگیری و بومی‌سازی فناوری‌های افزایش راندمان می‌باشد و در نتیجه مفهوم نوآوری در آن، در معنای رادیکال آن نیست، بُعد ارتقاء توان نوآوری از حیث تعریف اهداف کلان دارای مشابهت با بُعد ظرفیت‌سازی برای رشد فناوری در این حوزه بوده و بر این اساس در فرآیند تدوین اهداف کلان مورد بحث واقع نخواهد شد.

جهت تدوین اهداف کلان، طی جلسه‌ای با استفاده از نظرات خبرگان، اهداف کلان در راستای چشم‌انداز بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های حرارتی در افق زمانی ۱۴۰۴، به صورت زیر تعریف شده‌اند:

- تحقق تعالی بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق متناسب با بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در تراز بین‌المللی.
- تسهیل تولید برق مطمئن و اقتصادی از طریق توسعه مدیریت و فناوری‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات.
- بسط و توسعه اقدامات موثر و راهبردی و فناوری‌های دانش محور حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات با تأکید بر نقش بخش خصوصی.
- افزایش توانمندی‌های فناورانه حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات با رویکرد صادرات خدمات حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات با تأکید بر توانمندسازی بخش خصوصی.

• ایجاد و گسترش ظرفیتهای بکارگیری و بهره‌برداری از فناوری نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در داخل و خارج از کشور با ایجاد و بهره‌گیری از ساز و کارهای مناسب.

• تحقق توسعه توانمندی در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها از طریق:

✓ تخصیص بودجه تحقیقاتی مشخص سالیانه برای سرمایه‌گذاری در حوزه پژوهش برای توسعه مدیریت و

فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها.

✓ حمایت از شرکت‌های دانش بنیان در حوزه توسعه مدیریت و فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و

تعمیرات نیروگاههای کشور.

قابل توجه است که از اهداف بالا، دو هدف اول متناسب با بعد موقعیت عملکردی اهداف کلان، و سایرین متناسب با بعد ظرفیت سازی هستند.

۱-۶- جمع بندی

در این فصل پس از مرور مفاهیم و روش‌های تدوین چشم‌انداز و اهداف کلان، براساس بررسی اسناد بالادستی و نظرات خبرگان، چشم‌انداز بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های حرارتی کشور تدوین و بیان گردید ضمن توسعه یک نظام مدون مبتنی بر رویکرد مدیریت دارایی فیزیکی در سطح نیروگاه‌ها، توانمندی فناوری متناسب با این نظام ارتقا یابد، در ادامه نیز براساس نظرات خبرگان اهداف کلان تعیین شدند.

فصل ۲- راهبردهای کلان فناوری

۲-۱- مقدمه

در این فصل پس از بیان مفاهیم و روش انتخاب و اکتساب فناوری، فرآیند انتخاب فناوری‌های حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های حرارتی، تشریح شده و اولویت‌های فناوری مشخص خواهند شد. پس از آن روش اکتساب فناوری‌های منتخب تشریح خواهند گردید. لازم به ذکر است مکانیسم انتخاب فناوری‌ها در این حوزه مبتنی بر فرآیند خاصی است که با توجه به اقتضات این حوزه تدوین شده است، این اقتضات ناشی از نوع نگاه به فناوری در این حوزه به عنوان پشتیبان نظام مطلوب نگهداری و تعمیرات مطابق با چشم‌انداز و اهداف ترسیم شده می‌باشند. بنابراین به جای استفاده از عبارت "فناوری" از عبارت "نیازهای فناورانه" استفاده خواهد شد.

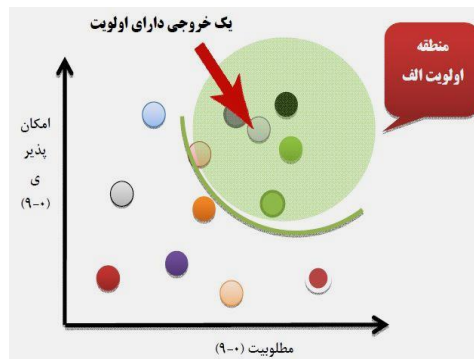
۲-۲- مفاهیم و روش اولویت‌بندی فناوری

تعیین اولویت‌های توسعه و انتخاب حوزه‌های برگزیده فناوری در قالب راهبرد پورتفولیو به انجام می‌رسد. زمانی که انتخاب اولویت‌ها مورد نظر است، روش فناوری‌های حیاتی یا کلیدی، یک رویکرد ارزشمند و مفید جهت ارزیابی حوزه‌های تحقیقاتی و فناوری‌های مختلف به شمار می‌رود. در این روش با اندازه‌گیری میزان اهمیت یا کلیدی بودن هر حوزه، فهرستی از حوزه‌های مهم و کلیدی فناورانه برای سرمایه‌گذاری و توسعه مشخص می‌گردد. نوع سؤالاتی که معمولاً جهت شناسایی فناوری‌های کلیدی پرسیده می‌شود از این قبیل است:

- حوزه‌های کلیدی فناوری برای توسعه کدامند؟
- فناوری‌های حیاتی که باید به وسیله منابع عمومی حمایت شوند، کدامند؟
- چه معیارهایی باید به منظور انتخاب فناوری‌های حیاتی به کار گرفته شوند؟
- شاخص‌های اندازه‌گیری هر معیار چیست؟
- براساس معیارهای انتخاب شده، فناوری‌های اولویت‌دار برای توسعه و سرمایه‌گذاری کدامند؟

از آنجا که هدف راهبرد پورتفولیو اولویت‌بندی حوزه‌های فناورانه است، باید از روشی استفاده شود که قادر به برآوردن این مؤلفه باشد. از میان روش‌های مختلف، روش فناوری‌های حیاتی که به انتخاب فناوری‌های مهم با دو معیار جذابیت و امکان‌پذیری می‌پردازد، کاربرد فراوانی دارد.

در این روش پیشنهادی، تعیین فناوری‌های برگزیده با استفاده از ماتریس دو بعدی جذابیت-توانمندی^۱ صورت می‌پذیرد. (۵) واضح و مبرهن است که در هر سطح از شاخص‌ها و معیارهای خاص خود برای ارزیابی جذابیت (مطلوبیت) و یا توانمندی (امکان‌پذیری) استفاده خواهد شد.



شکل ۲-۱- ارزیابی ماتریس جذابیت (مطلوبیت) و توانمندی (امکان‌پذیری)

در این روش، بر اساس دو دسته معیار جذابیت و توانمندی به مقایسه میان گزینه‌های مختلف پرداخته می‌شود. معیارهای جذابیت بیان‌کننده ابعاد ذاتی از گزینه‌ها است که برای سیاست‌گذار دارای مطلوبیت هستند. در مقابل، معیارهای توانمندی به دنبال ارزیابی پتانسیل‌های موجود در برگزیدن هریک از گزینه‌هاست. در این روش می‌توان هر یک از حوزه‌های فناوری را از نظر جذابیت و توانمندی، در ماتریس در نظر گرفت و حوزه‌های دارای جایگاه مناسب را انتخاب نمود.

برای ارزیابی جذابیت فناوری‌ها به طور معمول می‌بایست معیارهایی تعیین شوند که به عنوان نمونه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

• اشتغال‌زایی

• ایجاد بازار برای مواد خام

¹ Bi-dimensional matrix of attractiveness-capability

- پتانسیل برای صادرات

- غرور ملی

- جلوگیری از خروج ارز

- صرفه‌جویی در هزینه‌های نیروی کار

مفهوم توانمندی نیز در ماتریس اولویت‌بندی بیانگر مجموع توانمندی‌های بالقوه و بالفعل، در سطح ملی، و در زمینه‌ی توسعه فناوری است. برای انجام فرآیند ارزیابی توانمندی فناوریانه مدل‌های مختلفی توسعه داده شده است بسیاری از مدل‌های موجود نیازمند ورود اطلاعات با میزان جزئیات فراوان هستند. در قبال دریافت این ورودی‌ها، مدل‌های بیان شده خروجی‌های مختلفی را به تحلیل‌گر ارائه می‌نمایند. به‌منظور کاستن از حجم ورودی‌های موردنیاز روش پیشنهادی و جلوگیری از تولید اطلاعات غیرضروری، لازم است تا مدلی انتخاب شود که با خروجی‌های موردنیاز معیار توانمندی در ماتریس اولویت‌بندی هم‌خوان باشد. برخی از محققان به ارائه‌ی مدل‌های ارزیابی توانمندی بر مبنای سطوح توانمندی فناوریانه پرداخته‌اند که می‌توانند مبنایی برای ارزیابی توانمندی‌های فناوریانه در سطح ملی قرار گیرد. به این منظور برای شناسایی عمق توسعه‌ی فناوریانه سطوح زیر را معرفی کرده‌اند:

✓ سطح صفر: (مصرف^۱) هیچ توسعه‌ای در کشور رخ نمی‌دهد. اگر فناوری وجود داشته باشد، به‌صورت محصول نهایی وارد شده است.

✓ سطح ۱: (مونتاژ) مونتاژ ساده‌ی قطعات؛ نوآوری محصول یا فرایند کم یا اصلاً صورت نمی‌گیرد.

✓ سطح ۲: (تطبیق) توسعه یا تولید نسبتاً پیچیده‌ای با همکاری گسترده خارجی، احتمالاً از طریق کسب لیسانس انجام می‌شود. ممکن است فعالیت‌هایی برای وفق دادن فناوری با شرایط داخلی صورت گیرد.

✓ سطح ۳: (درحال ترقی دادن^۲) شرکت‌های محلی فعالانه درگیر ترقی دادن برخی از مراحل توسعه (لزوماً نه تمامی مراحل) فناوری نسبتاً جدید هستند. به عنوان مثال ممکن است تحقیقات پایه و طراحی

¹ Use

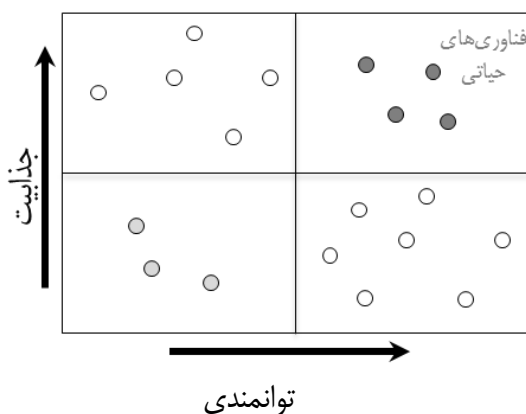
² Advancing

محصول در خارج صورت بگیرد، ولی شرکت‌های محلی در نوآوری فرایند و سایر مراحل پس از طراحی فعال باشند.

✓ سطح ۴: (جامع) تحقیقات پایه، تحقیقات کاربردی، طراحی و توسعه، نوآوری در فرایند و تولید نهایی در داخل کشور انجام می‌شود. فناوری‌ها و خدمات حامی اغلب در داخل کشور هستند. در این حالت کشور کاملاً قادر به انجام کلیه مراحل است ولی ممکن است بنابه دلایل اقتصادی یا سیاسی نتایج مرحله‌ای از توسعه را از کشور دیگری کسب نماید.

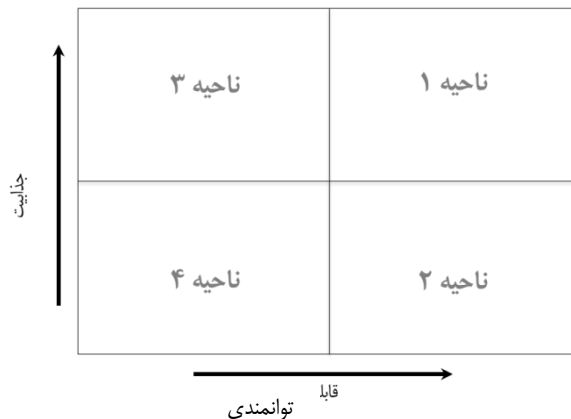
در مدل دیگری به منظور ارزیابی توانمندی فناورانه، ابتدا سطح مورد انتظار (ایده‌آل) از تسلط به فناوری مشخص گردیده و سطح تسلط فعلی نسبت به آن سنجیده می‌شود. مقایسه این دو سطح از توانمندی، بیانگر شکاف فناورانه کشور در آن حوزه می‌باشد.

در نهایت پس از ارزیابی جذابیت و ارزیابی توانمندی در فناوری‌های شناسایی شده، ماتریسی مطابق با شکل زیر تدوین شده و تحلیل‌های مربوطه براساس آن انجام می‌گیرد.



شکل ۲-۲- ماتریس جذابیت- توانمندی (امکان‌پذیری)

در این ماتریس، نحوه و موقعیت ترسیم خطوط متقاطع، بسته به موضوع مورد مطالعه متفاوت بوده و بستگی به موقعیت مکانی فناوری‌های مختلف در ماتریس دارد. پس از تقسیم‌بندی نواحی ماتریس، چهار ناحیه ۱، ۲، ۳، و ۴ ایجاد می‌شود. هر ناحیه تصمیمات راهبردی متفاوتی را نسبت به فناوری‌ها و زیرفناوری‌های قرار گرفته در آن اعمال می‌نماید. معمولاً ترتیب اولویت-دهی حوزه‌های فناورانه در این ماتریس به ترتیب نواحی ۱، ۲، ۳ و ۴ است.



شکل ۲-۳- تقسیم‌بندی ماتریس جاذبیت-توانمندی

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 جاذبیت بالایی برخوردار هستند. در این زمینه دولت بایستی حمایت‌های لازم را در توسعه حوزه‌های فناوریانه به‌عمل بیاورد.
 - ناحیه ۲ شامل حوزه‌هایی از فناوری است که در ظرف ۵ سال آینده قابلیت ساخت آنها در کشور می‌تواند فراهم شود، اما جاذبیت آنها پایین است. در این رابطه، لزومی به حمایت دولت در توسعه این بخش‌ها نیست و با فراهم آمدن توانمندی، توسعه این حوزه‌ها نیز به‌وقوع می‌پیوندد.
 - ناحیه ۳ مشتمل بر حوزه‌هایی می‌شود که اگر چه جاذبیت بالایی دارند اما تا ۵ سال آینده امکان ساخت بومی آنها در کشور ایجاد نخواهد شد. در این حوزه‌ها، دولت باید با پیروی هوشمندانه، به‌دنبال کردن پیشروان فناوری پرداخته تا در آینده دور، امکان تولید بومی آنها نیز محقق شود.
 - ناحیه ۴ نیز بخش‌هایی را در بر دارد که نه جاذبیت بالایی دارند و نه امکان ساخت آنها ظرف ۵ سال آینده ایجاد شدنی است. این حوزه‌ها از حیطة‌ی تمرکز خارج هستند.
- حوزه‌هایی که با توجه به این اولویت‌دهی و نیز نظر تصمیم‌گیران در نواحی قابل قبول قرار می‌گیرند، به عنوان اجزای برگزیده برای توسعه انتخاب می‌شوند.

۲-۳- مفاهیم و روش‌های اکتساب فناوری

در هر یک از حوزه‌های فناوری‌های اولویت‌بندی شده، یکی از سه سبک تحقیق و توسعه داخلی، همکاری فناوری‌ها و خرید فناوری‌ها برای توسعه فناوری انتخاب می‌گردد. تحقیق و توسعه داخلی متکی بر روش‌های آزمایشات و تحقیقات پایه‌ای می‌باشد. اما سبک‌های همکاری فناوری‌ها و خرید فناوری‌ها مفهومی است که می‌تواند از روش‌های مختلف به انجام برسد. چهارده روش مختلف برای این حوزه وجود دارند که عبارتند از:

- تملک شرکتی^۱: بنگاهی یک بنگاه دیگر را به تملک خود در می‌آورد تا بتواند به فناوری یا شایستگی فناوری‌ها مورد نظر دست یابد.
- تملک آموزشی^۲: بنگاهی جهت اکتساب فناوری، متخصصین مربوطه را استخدام و یا شرکت کوچک دیگر را به منظور در اختیار گرفتن افراد برخوردار از توانمندی‌های فناوری‌ها و یا شایستگی‌های مدیریتی خریداری می‌کند.
- ادغام^۳: در این روش بنگاه با بنگاهی دیگری که دارای فناوری و یا شایستگی فناوری‌ها مورد نظر می‌باشد ادغام شده و بنگاه جدیدی از ادغام این دو مورد به وجود می‌آید.
- خرید حق امتیاز^۴: شرکت امتیاز تولید فناوری خاصی را به دست می‌آورد.
- مشارکت با سهام^۵: در این روش شرکت اول سهام شرکت دوم را که دارای فناوری یا شایستگی فناوری‌ها بوده می‌خرد ولی بر آن کنترل مدیریتی ندارد.
- سرمایه‌گذاری مشترک^۶: شرکت‌ها از طریق سهام، سرمایه‌گذاری مشترک رسمی صورت داده و شرکت سومی به وجود می‌آید و هدف مشخص نوآوری فناوری دنبال می‌شود.

¹ Acquisition

² Educational Acquisition

³ Merger

⁴ Licensing

⁵ Minority Equity

⁶ Joint Venture

• تحقیق و توسعه مشترک^۱: یک شرکت با شرکت‌های دیگر توافق می‌کند که مشترکاً روی یک فناوری و یا حوزه فناوریانه فعالیت نمایند و هیچ‌گونه شراکتی در مالکیت به وجود نمی‌آید.

• قرارداد تحقیق و توسعه^۲: شرکت می‌پذیرد که مؤسسات تحقیقاتی، دانشگاه و یا شرکت‌های نوآور کوچک در زمینه فناوری مشخص تحقیق نموده و هزینه‌های آن‌را بپردازد.

• سرمایه‌گذاری در تحقیقات^۳: شرکت در زمینه تحقیقات اکتشافی در مؤسسات تحقیقاتی، دانشگاه یا شرکت‌های کوچک نوآور سرمایه‌گذاری نموده و فرصت‌ها و ایده‌ها را دنبال می‌نماید.

• اتحاد^۴: شرکت منابع فناوریانه را با شرکت‌های دیگر به اشتراک گذاشته و نیل به هدف کلی نوآوری فناوریانه را تعقیب می‌کند.

• کنسرسیوم^۵: چندین مؤسسه و شرکت مشترکاً تلاش می‌کنند به هدف کلی نوآوری فناوریانه نایل شوند.

• ایجاد شبکه^۶: شرکت شبکه‌ای از روابط را برقرار می‌سازد تا در همراهی با شتاب نوآوری فناوریانه قرار داشته و فرصت‌ها و روندهای تکاملی را دنبال نماید.

• برون‌سپاری^۷: بنگاه فعالیت‌های فناوریانه 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.

انتخاب هر یک از سبک‌های مذکور متاثر از وضعیت فناوری از جهت معیارهایی چون چرخه عمر فناوری، حجم بازار پیش رو و شکاف فناوریانه بوده و برای تعیین یک روش از میان روش‌های سبک همکاری از معیارهای دیگری چون هزینه، ریسک و زمان دستیابی به فناوری نیز می‌توان استفاده نمود.

¹ Joint R&D

² R&D Contract

³ Research Funding

⁴ Alliance

⁵ Consortium

⁶ Networking

⁷ Outsourcing

علاوه بر سه سبک فوق، مجموعه‌ای از روش‌های اکتساب غیر رسمی نیز مطرح می‌باشند که قابلیت پیشنهاد در موارد خاص را دارند روش‌هایی از قبیل مهندسی معکوس، استخدام پرسنل فنی، تأسیس مراکز تحقیقاتی در کشورهای صاحب فناوری، جاسوسی صنعتی و

۲-۴- فرآیند انتخاب نیازهای فناورانه حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها

پس از شناخت چشم‌انداز و اهداف کلان حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها، به تدوین راهبرد توسعه فناوری این حوزه پرداخته می‌شود. مبتنی بر منطق ارزیابی جذابیت و امکان‌پذیری، ابتدا جذابیت فناوری بررسی شده و معیار توانمندی برای بخش اکتساب فناوری به کار گرفته خواهد شد.

۲-۴-۱- شناسایی نیازهای فناورانه

به منظور شناسایی نیازهای فناورانه این حوزه، تیم پروژه اقدام به طراحی پرسشنامه‌ای با عنوان "پرسشنامه شناسایی فناوری‌های کلیدی بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها" نمود. و بر اساس نتایج این پرسشنامه ۳۶ نیاز فناورانه این حوزه شناسایی گردید که عبارتند از:

جدول ۲-۱- لیست اولیه نیازهای فناورانه حوزه O&M

ردیف	لیست اولیه نیازهای فناورانه حوزه O&M
۱	پایش عملکرد (Performance Monitoring) و عیب‌یابی
۲	ترمو گرافی و عیب‌یابی
۳	آنالیز ارتعاشات و عیب‌یابی
۴	آنالیز روغن و عیب‌یابی
۵	آنالیز صوت و عیب‌یابی
۶	تخمین عمر مبتنی بر آزمون‌های تجربی
۷	تخمین عمر بر اساس تحلیل
۸	تخمین عمر بر اساس شبیه‌سازی
۹	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای آزمون‌های تجربی
۱۰	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای تحلیل (FTA, FMEA, FORM, SORM,)

ردیف	لیست اولیه نیازهای فناورانه حوزه O&M
	(Decomposition)
۱۱	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای شبیه‌سازی مونت کارلو و Importance Sampling
۱۲	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک آزمون
۱۳	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک مانتیورینگ
۱۴	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خستگی مکانیکی و حرارتی
۱۵	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خزش
۱۶	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های تحلیلی
۱۷	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های عددی
۱۸	تحلیل قابلیت اطمینان و دسترسی در نیروگاه‌های حرارتی
۱۹	استفاده از فناوری‌های CBM در نگهداشت نیروگاه‌ها
۲۰	استفاده از فناوری‌های CMMS در بهره‌برداری و نگهداشت نیروگاه‌ها
۲۱	به‌کارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی (PAM) در بهره‌برداری و نگهداشت نیروگاه‌ها
۲۲	به‌کارگیری رویکرد RCM در بهره‌برداری و نگهداشت نیروگاه‌ها
۲۳	توسعه فناوری Terotechnology و به‌کارگیری آن‌ها در بهره‌برداری و نگهداشت و تعمیرات نیروگاه‌ها
۲۴	به‌کارگیری رویکرد TPM در نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها
۲۵	توسعه فناوری‌های RBI و RBM و به‌کارگیری آن‌ها در بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها
۲۶	توسعه فناوری RBD در طراحی نیروگاه‌ها
۲۷	توسعه فناوری‌های سیمولاتورهای آموزشی و مهندسی در بخش تولید صنعت برق
۲۸	توسعه فناوری‌های نوین نوین اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات در واحدهای نیروگاهی
۲۹	توسعه فناوری‌های مرتبط با تهیه نرم‌افزارهای کاربردی در بخش بهره‌برداری و نگهداشت نیروگاه‌ها
۳۰	توسعه فناوری‌های مرتبط با آزمایشگاه‌های مرجع و غیر مرجع حوزه بهره‌برداری و نگهداشت بخش تولید
۳۱	توسعه فناوری‌های پوشش‌دهی پره‌های واحدهای گازی و بخاری
۳۲	توسعه فناوری‌های نانو در حوزه بهره‌برداری و نگهداشت نیروگاه‌ها
۳۳	توسعه فناوری‌های کنترل آلودگی هوا، آب و خاک در بخش تولید
۳۴	توسعه فناوری‌های کنترل خوردگی در بخش تولید
۳۵	توسعه فناوری‌های کنترل فرایند و کنترل اتوماتیک در بخش تولید
۳۶	توسعه فناوری‌های استانداردسازی بهره‌برداری و کنترل واحدهای بزرگ

سپس در ادامه، این لیست در جلسات کمیته راهبری به اعضای این کمیته ارائه گردید و پس از اعمال نظرات اعضای محترم کمیته راهبری و حذف و اضافه نمودن برخی از نیازهای فناورانه این حوزه، لیست نهایی نیازهای فناورانه تهیه گردید. این نیازها عبارتند از:

جدول ۲-۲- لیست نهایی نیازهای فناورانه حوزه O&M

ردیف	لیست نیازهای فناورانه
------	-----------------------

ردیف	لیست نیازهای فناورانه
۱	پایش عملکرد (Performance Monitoring) و عیب‌یابی
۲	ترمو گرافی و عیب‌یابی
۳	آنالیز ارتعاشات و عیب‌یابی
۴	آنالیز روغن و عیب‌یابی
۵	آنالیز صوت و عیب‌یابی
۶	تخمین عمر مبتنی بر آزمون‌های تجربی
۷	تخمین عمر بر اساس تحلیل
۸	تخمین عمر بر اساس شبیه‌سازی
۹	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای آزمون‌های تجربی
۱۰	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای تحلیل (FTA, FMEA, FORM, SORM, Decomposition)
۱۱	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای شبیه‌سازی مونت کارلو و Importance Sampling
۱۲	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک آزمون
۱۳	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک مانیتورینگ
۱۴	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خستگی مکانیکی و حرارتی
۱۵	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خزش
۱۶	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های تحلیلی
۱۷	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های عددی
۱۸	تحلیل قابلیت اطمینان و دسترسی در نیروگاه‌های حرارتی
۱۹	استفاده از فناوری‌های CBM در نگهداشت نیروگاه‌ها
۲۰	استفاده از فناوری‌های CMMS در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها
۲۱	به کارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی (PAM) در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها
۲۲	به کارگیری رویکرد RCM در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها
۲۳	توسعه فناوری Terotechnology و eMaintenance و بکارگیری آن‌ها در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها
۲۴	به کارگیری رویکرد TPM در بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها
۲۵	توسعه فناوری‌های RBI و RBM و بکارگیری آن‌ها در بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها
۲۶	توسعه فناوری RBD در طراحی نیروگاه‌ها
۲۷	توسعه فناوری‌های سیمولاتورهای آموزشی و مهندسی در بخش تولید صنعت برق
۲۸	توسعه فناوری‌های نوین اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات در واحدهای نیروگاهی

ردیف	لیست نیازهای فناورانه
۲۹	توسعه فناوری‌های مرتبط با تهیه نرم‌افزارهای کاربردی در بخش بهره‌برداری، نگهداری، و تعمیرات نیروگاه‌ها
۳۰	توسعه فناوری‌های مرتبط با آزمایشگاه‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید
۳۱	توسعه فناوری‌های استانداردسازی بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی توسعه
۳۲	اجرای آموزش‌های تخصصی و تربیت نفرات عیب یاب (Fact Finder) از بین نفرات تعمیراتی
۳۳	تحلیل هزینه‌های مالکیت (Ownership Cost)
۳۴	تحلیل هزینه/فایده تولید برق (Cost/Benefit Analysis)
۳۵	کالیبراسیون و بازرسی فنی

۲-۴-۲- اولویت‌بندی نیازهای فناورانه شناسایی شده

پس از شناسایی نیازهای فناورانه حال نوبت آن است تا اولویت توسعه فناوری‌ها تعیین شود. بر این اساس تیم پروژه اقدام به طراحی پرسشنامه‌ای با عنوان "پرسشنامه اولویت‌بندی نیازهای فناورانه در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها" نمود که در آن از خبرگان خواسته شد نیازهای فناورانه شناسایی شده را بر اساس ۴ معیار اصلی ذیل اولویت‌بندی نمایند. لازم به ذکر است که معیارهای اولویت‌بندی در یکی از جلسات کمیته راهبری و با نظر ایشان نهایی و انتخاب شده است. این معیارها عبارتند از:

۱. گسترده‌گی کاربرد
۲. ارزش مالی با به کارگیری فناوری در بخش تولید صنعت برق
۳. تأثیر بر کاهش ریسک و افزایش قابلیت دسترسی نیروگاه‌های کشور
۴. تأثیر بر کاهش قیمت تمام شده برق نیروگاه‌ها

جدول ۲-۳- معیارهای سنجش جذابیت و اولویت‌بندی نیازهای فناورانه حوزه O&M

معیار
گسترده‌گی کاربرد
ارزش مالی با به کارگیری فناوری در بخش تولید صنعت برق

معیار

تأثیر بر کاهش ریسک و افزایش قابلیت دسترسی نیروگاه‌های کشور

تأثیر بر کاهش قیمت تمام شده برق نیروگاه‌ها

با توجه به نظرات خبرگان، وزن هر یک از معیارها مشخص گردید که در قالب جدول ذیل ارائه شده است.

جدول ۲-۴ - وزن معیارهای سنجش جذابیت و اولویت‌بندی نیازهای فناورانه حوزه O&M

میزان اهمیت (۱-۱۰)	معیار
۶,۹	گسترده‌گی کاربرد
۷,۶	ارزش مالی با به کارگیری فناوری در بخش تولید صنعت برق
۸,۶	تأثیر بر کاهش ریسک و افزایش قابلیت دسترسی نیروگاه‌های کشور
۶,۹	تأثیر بر کاهش قیمت تمام شده برق نیروگاه‌ها

همچنین نظرات خبرگان پیرامون وضعیت هر یک از نیازهای فناورانه در هر یک معیارها بر اساس پرسشنامه ارسالی اخذ گردید.

شکل ذیل بخشی از این فرایند را نشان می‌دهد.

ردیف	A	B	C	D	E	F
1	نیازهای فناورانه	گسترده‌گی کاربرد	ارزش مالی	تأثیر بر افزایش قابلیت دسترسی	تأثیر بر کاهش قیمت تمام شده	
2	وزن شاخص	۸	۶	۱۰	۴	
3	پایش عملکرد و عیب‌یابی	۹	۷	۸	۷	
4	ترمو گرافی و عیب‌یابی	۶	۷	۸	۵	
5	آنالیز ارتعاشات و عیب‌یابی	۵	۷	۷	۴	
6	آنالیز روغن و عیب‌یابی	۶	۶	۶	۵	
7	آنالیز صوت و عیب‌یابی	۳	۶	۶	۳	
8	تخمین عمر مبتنی بر آزمون‌های تجربی	۴	۴	۴	۳	
9	تخمین عمر بر اساس تحلیل	۵	۴	۴	۴	
10	تخمین عمر بر اساس شبیه‌سازی	۴	۴	۴	۳	
11	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای آزمون‌های تجربی	۴	۴	۴	۳	
12	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای تحلیل (FTA, FMEA, FORM, SORM, Decomposition)	۵	۴	۴	۴	
13	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای شبیه‌سازی مونت کارلو و Importance Sampling	۴	۴	۴	۳	
14	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک آزمون	۶	۴	۴	۵	
15	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک ماینتورینگ	۶	۴	۴	۵	
16	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خستگی مکانیکی و	۳	۴	۴	۳	

شکل ۲-۴- نظرات خبرگان پیرامون جذابیت نیازهای فناورانه

در پایان با توجه به وزن هر یک از معیارها و نظرات خبرگان پیرامون میزان جذابیت هر یک از گزینه‌ها در هر معیار، اولویت‌بندی نیازهای فناورانه مشخص گردید. نتایج کار در قالب جدول ذیل قابل مشاهده است.

جدول ۲-۵- لیست نهایی نیازهای فناورانه حوزه O&M

رتبه	لیست نیازهای فناورانه	امتیاز
۱	استفاده از فناوری‌های CBM در نگهداشت نیروگاه‌ها	7.62
۲	توسعه فناوری‌های استانداردسازی بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی توسعه	7.49
۳	به کارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی (PAM) در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات	7.49
۴	استفاده از فناوری‌های CMMS در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	7.36
۵	پایش عملکرد و عیب‌یابی	7.34
۶	آنالیز ارتعاشات و عیب‌یابی	7.28
۷	به کارگیری رویکرد RCM در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	7.25
۸	کالیبراسیون و بازرسی فنی	7.08
۹	تحلیل هزینه/فایده تولید برق (Cost/Benefit Analysis)	7.02

ردیف	لیست نیازهای فناورانه	امتیاز
۱۰	توسعه فناوری‌های نوین اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات در واحدهای نیروگاهی	6.91
۱۱	اجرای آموزش‌های تخصصی و تربیت نفرات عیب‌یاب (Fact Finder) از بین نفرات تعمیراتی	6.80
۱۲	توسعه فناوری‌های RBI و RBM و بکارگیری آن‌ها در بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	6.69
۱۳	توسعه فناوری‌های مرتبط با تهیه نرم‌افزارهای کاربردی در بخش بهره‌برداري، نگهداری، و تعمیرات	6.68
۱۴	تحلیل هزینه‌های مالکیت (Ownership Cost)	6.66
۱۵	تحلیل قابلیت اطمینان و دسترسی در نیروگاه‌های حرارتی	6.54
۱۶	ترمو گرافی و عیب‌یابی	6.35
۱۷	توسعه فناوری‌های سیمولاتورهای آموزشی و مهندسی در بخش تولید صنعت برق	5.99
۱۸	آنالیز روغن و عیب‌یابی	5.89
۱۹	توسعه فناوری‌های مرتبط با آزمایشگاه‌های حوزه بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات بخش تولید	5.87
۲۰	توسعه فناوری RBD در طراحی نیروگاه‌ها	5.78
۲۱	تخمین عمر مبتنی بر آزمون‌های تجربی	5.716
۲۲	توسعه فناوری Terotechnology و eMaintenance و بکارگیری آن‌ها در بهره‌برداري و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	5.69
۲۳	به‌کارگیری رویکرد TPM در بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	5.59
۲۴	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک مانیتورینگ	5.58
۲۵	تخمین عمر بر اساس تحلیل	5.35
۲۶	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک آزمون	5.32
۲۷	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای آزمون‌های تجربی	5.26
۲۸	تخمین عمر بر اساس شبیه‌سازی	5.11
۲۹	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای تحلیل (FTA, FMEA, FORM, SORM,) (Decomposition)	5.10
۳۰	آنالیز صوت و عیب‌یابی	5.03
۳۱	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های تحلیلی	4.91
۳۲	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای شبیه‌سازی مونت کارلو و Importance Sampling	4.85
۳۳	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خستگی مکانیکی و حرارتی	4.76
۳۴	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خزش	4.64
۳۵	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های عددی	4.42

۲-۵- اکتساب فناوری

پس از شناسایی نیازهای فناورانه اولویت‌دار، لازم است نحوه تامین و اکتساب این فناوری‌ها مشخص گردد، به طور کلی سه سبک اکتساب فناوری رسمی و رایج وجود دارند که عبارتند از "توسعه درونزا (بهره‌گیری از توانمندی داخلی)"، "همکاری فناورانه" و "خرید فناوری" که از این میان سبک همکاری فناوری شامل طیف وسیعی از روش‌ها می‌گردد که در بخش ۲-۳ تشریح شدند. این که یک فناوری براساس کدام یک از سبک‌های فوق تامین شود، بستگی به معیارهای گوناگونی دارد. بر این اساس سه معیار چرخه عمر فناوری، میزان به کارگیری (حجم بازار) و شکاف فناوری، جهت تعیین سبک اکتساب فناوری به کار گرفته خواهند شد.

چرخه عمر فناوری شامل مراحل معرفی، رشد و بلوغ و زوال می‌باشد که هر کدام بر تعیین سبک اکتساب فناوری، تاثیرگذار می‌باشند. به طوری که برای فناوری‌های نوظهور و در حال معرفی، امکان خرید و همکاری فناورانه از نوع تجاری آن وجود ندارد و برای فناوری‌های رو به زوال که به نوعی جانشین آن‌ها در حال ظهور می‌باشد، نیز انتخاب سبک‌های تحقیق و توسعه و همکاری فناوری منطقی نیستند. در مراحل رشد و یا بلوغ نیز برای تعیین سبک اکتساب لازم است فاکتورهای بعدی مورد بررسی قرار گیرند. معیار حجم بازار نیز گستره نیاز و تقاضای داخلی برای محصول منتج از توسعه فناوری را ارزیابی نموده و در صورتی که مقدار آن (از حیث ارزش مالی) قابل توجه نبوده و در نتیجه توسعه توانمندی در آن به صرفه نباشد، سبک خرید محصول پیشنهاد می‌گردد. اما در صورت قابل توجه بودن این مقدار، سبک خرید فناوری را نادیده گرفته و جهت تعیین سبک اکتساب از میان توسعه درونزا و همکاری فناوری، لازم است فاکتور شکاف فناوری مورد بررسی قرار گیرد. در صورتی که توانمندی فناوری مناسبی وجود داشته باشد و شکاف فناوری در افق برنامه‌ریزی قابل پوشش باشد، سبک توسعه درونزا و در غیر این صورت سبک همکاری فناوری پیشنهاد می‌گردد.

تعیین وضعیت نیازهای فناورانه حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها، از حیث سه معیار فوق، با توجه به تعداد بالای نیازهای شناسایی شده و نیز نبود یا کمبود اطلاعات کار بسیار دشواری است (برای مثال تعیین دقیق حجم بازار برای بسیاری از نیازهای فناورانه به دلیل نبود اطلاعات غیر ممکن است) و بنابراین تیم پروژه وضعیت این نیازهای فناورانه را در دو معیار حجم بازار و شکاف فناورانه به صورت کیفی و بر اساس نظر

جدول ۲-۶- ارزیابی وضعیت نیازهای فناورانه اولویت‌دار بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها از حیث معیارهای اکتساب

فناوری

ردیف	لیست نیازهای فناورانه	چرخه عمر فناوری	حجم بازار	شکاف فناورانه
۱	استفاده از فناوری‌های CBM در نگهداشت نیروگاه‌ها	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۲	توسعه فناوری‌های استانداردسازی بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی توسعه	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	کم
۳	به کارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی (PAM) در بهره‌بردار و نگهداری و تعمیرات	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۴	استفاده از فناوری‌های CMMS در بهره‌بردار و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۵	پایش عملکرد و عیب‌یابی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۶	آنالیز ارتعاشات و عیب‌یابی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	کم
۷	به کارگیری رویکرد RCM در بهره‌بردار و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۸	کالیبراسیون و بازرسی فنی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۹	تحلیل هزینه/فایده تولید برق (Cost/Benefit Analysis)	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	کم
۱۰	توسعه فناوری‌های نوین اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات در واحدهای نیروگاهی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۱۱	اجرای آموزش‌های تخصصی و تربیت نفرات عیب‌یاب (Fact Finder) از بین نفرات تعمیراتی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۱۲	توسعه فناوری‌های RBI و RBM و بکارگیری آن‌ها در بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	زیاد
۱۳	توسعه فناوری‌های مرتبط با تهیه نرم‌افزارهای کاربردی در بخش بهره‌بردار، نگهداری، و تعمیرات	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۱۴	تحلیل هزینه‌های مالکیت (Ownership Cost)	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	کم
۱۵	تحلیل قابلیت اطمینان و دسترسی در نیروگاه‌های حرارتی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۱۶	ترمو گرافی و عیب‌یابی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۱۷	توسعه فناوری‌های سیمولاتورهای آموزشی و مهندسی در بخش تولید صنعت برق	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۱۸	آنالیز روغن و عیب‌یابی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	کم
۱۹	توسعه فناوری‌های مرتبط با آزمایشگاه‌های حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات بخش تولید	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۲۰	توسعه فناوری RBD در طراحی نیروگاه‌ها	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	زیاد
۲۱	تخمین عمر مبتنی بر آزمون‌های تجربی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	کم
۲۲	توسعه فناوری Terotechnology و eMaintenance و بکارگیری آن‌ها در بهره‌بردار و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	زیاد
۲۳	به کارگیری رویکرد TPM در بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۲۴	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک مانیتورینگ	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۲۵	تخمین عمر بر اساس تحلیل	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	کم
۲۶	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک آزمون	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۲۷	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای آزمون‌های تجربی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط

ردیف	لیست نیازهای فناورانه	چرخه عمر فناوری	حجم بازار	شکاف فناورانه
۲۸	تخمین عمر بر اساس شبیه‌سازی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۲۹	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای تحلیل (FTA, FMEA, FORM, SORM, (Decomposition	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	زیاد
۳۰	آنالیز صوت و عیب‌یابی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۳۱	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های تحلیلی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۳۲	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای شبیه‌سازی مونت کارلو و Importance Sampling	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	زیاد
۳۳	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خستگی مکانیکی و حرارتی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۳۴	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خزش	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۳۵	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های عددی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	زیاد

همانطور که پیشتر تشریح گردید، به منظور شناسایی نیازهای اولویت دار این حوزه از دو معیار "گسترده‌گی کاربرد" و "ارزش مالی" با به کارگیری فناوری در بخش تولید صنعت برق استفاده گردید. بنابراین این امر نشان‌دهنده حجم بازار بالای هر یک از این نیازهای فناورانه می‌باشد، اما با این وجود، وضعیت حجم بازار هر یک از نیازهای فناورانه در جلسات کمیته راهبری مطرح گردید و مورد تأیید این اعضا قرار گرفت.

به دلیل وجود حجم بازار زیاد هر یک از نیازهای فناورانه، سبک خرید از میان گزینه‌های سبک اکتساب حذف گردید و دو گزینه توسعه درون‌زای فناوری و همکاری‌های تکنولوژیک به عنوان دو سبک اکتساب قابل بررسی انتخاب گردید. براین اساس راهبرد اصلی توسعه فناوری‌های حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها در برخی از موارد، استفاده از دانش موجود در کشور (تحقیق و توسعه درونزا)، در برخی از موارد همکاری فناورانه (استفاده از توان و دانش فنی کشورهای دیگر در روند توسعه فناوری) و در برخی از موارد انتقال دانش فنی در کوتاه مدت و بومی‌سازی (تحقیق و توسعه درونزا) در درازمدت می‌باشد. جدول ذیل سبک اکتساب برای هر یک از نیازهای فناورانه را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۷- سبک اکتساب پیشنهادی برای هر یک از نیازهای فناوری‌های اولویت‌دار بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها

ردیف	لیست نیازهای فناوری‌ها	سبک اکتساب پیشنهادی
۱	استفاده از فناوری‌های CBM در نگهداشت نیروگاهها	همکاری فناوری‌ها
۲	توسعه فناوری‌های استانداردسازی بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی توسعه	تحقیق و توسعه درونزا
۳	به کارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی (PAM) در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات	همکاری فناوری‌ها
۴	استفاده از فناوری‌های CMMS در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاهها	همکاری فناوری‌ها
۵	پایش عملکرد و عیب‌یابی	همکاری فناوری‌ها
۶	آنالیز ارتعاشات و عیب‌یابی	تحقیق و توسعه درونزا
۷	به کارگیری رویکرد RCM در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاهها	همکاری فناوری‌ها
۸	کالیبراسیون و بازرسی فنی	همکاری فناوری‌ها
۹	تحلیل هزینه/فایده تولید برق (Cost/Benefit Analysis)	تحقیق و توسعه درونزا
۱۰	توسعه فناوری‌های نوین اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات در واحدهای نیروگاهی	همکاری فناوری‌ها
۱۱	اجرای آموزش‌های تخصصی و تربیت نفرات عیب‌یاب (Fact Finder) از بین نفرات تعمیراتی	همکاری فناوری‌ها
۱۲	توسعه فناوری‌های RBI و RBM و بکارگیری آن‌ها در بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها	انتقال دانش و در ادامه بومی‌سازی
۱۳	توسعه فناوری‌های مرتبط با تهیه نرم‌افزارهای کاربردی در بخش بهره‌برداری، نگهداری، و تعمیرات	همکاری فناوری‌ها
۱۴	تحلیل هزینه‌های مالکیت (Ownership Cost)	تحقیق و توسعه درونزا
۱۵	تحلیل قابلیت اطمینان و دسترسی در نیروگاه‌های حرارتی	همکاری فناوری‌ها
۱۶	ترمو گرافی و عیب‌یابی	همکاری فناوری‌ها
۱۷	توسعه فناوری‌های سیمولاتورهای آموزشی و مهندسی در بخش تولید صنعت برق	همکاری فناوری‌ها
۱۸	آنالیز روغن و عیب‌یابی	تحقیق و توسعه درونزا
۱۹	توسعه فناوری‌های مرتبط با آزمایشگاه‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید	همکاری فناوری‌ها
۲۰	توسعه فناوری RBD در طراحی نیروگاهها	انتقال دانش و در ادامه بومی‌سازی
۲۱	تخمین عمر مبتنی بر آزمون‌های تجربی	تحقیق و توسعه درونزا
۲۲	توسعه فناوری Terotechnology و eMaintenance و بکارگیری آن‌ها در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاهها	انتقال دانش و در ادامه بومی‌سازی

ردیف	لیست نیازهای فناورانه	سبک اکتساب پیشنهادی
۲۳	به کارگیری رویکرد TPM در بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	همکاری فناورانه
۲۴	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک مانیتورینگ	همکاری فناورانه
۲۵	تخمین عمر بر اساس تحلیل	تحقیق و توسعه درونزا
۲۶	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک آزمون	همکاری فناورانه
۲۷	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای آزمون‌های تجربی	همکاری فناورانه
۲۸	تخمین عمر بر اساس شبیه‌سازی	همکاری فناورانه
۲۹	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای تحلیل (FTA, FMEA, FORM, SORM, (Decomposition	انتقال دانش و در ادامه بومی‌سازی
۳۰	آنالیز صوت و عیب‌یابی	همکاری فناورانه
۳۱	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های تحلیلی	همکاری فناورانه
۳۲	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای شبیه‌سازی مونت کارلو و Importance Sampling	انتقال دانش و در ادامه بومی‌سازی
۳۳	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خستگی مکانیکی و حرارتی	همکاری فناورانه
۳۴	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خزش	همکاری فناورانه
۳۵	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های عددی	انتقال دانش و در ادامه بومی‌سازی

۲-۶- جمع بندی

در این فصل پس از بررسی ادبیات و مفاهیم راهبرد فناوری، راهبرد فناوری بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های حرارتی شامل نیازهای فناورانه اولویت‌دار و سبک اکتساب تشریح گردید. در این جهت در راستای چشم‌انداز و اهداف کلان، با استفاده از نظرات خبرگان ۳۵ نیاز فناورانه به عنوان اولویت‌های توسعه در نظر گرفته شدند و در ادامه سبک کلی اکتساب این نیازهای فناورانه طبق منطق مشخصی و براساس معیارهای چرخه عمر فناوری، میزان به کارگیری (حجم بازار) و شکاف فناوری، تعیین گردید.

فصل ۳- جمع‌بندی گزارش

در این گزارش پس از بررسی ادبیات مرتبط با موضوع تدوین چشم‌انداز و اهداف کلان، چشم‌انداز و اهداف کلان پیشنهادی حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات معرفی گردید. بیانیه چشم‌انداز پیشنهادی این حوزه عبارتست از:

با الهام از اهداف سند چشم‌انداز وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴ و در راستای

تامین مطمئن و اقتصادی انرژی الکتریکی، حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

نیروگاه‌های حرارتی بخش تولید صنعت برق، دارای نظام مدون مبتنی بر رویکرد مدیریت

دارایی‌های فیزیکی در تراز بین‌المللی بوده و کشور در به‌کارگیری و بومی‌سازی فناوری‌های این

حوزه توانمند خواهد بود.

۱- توجه به اسناد بالادست ۲- افق زمانی ۳- نتایج کلی ۴- حوزه کاربرد فناوری ۵- سطح فعالیت

همچنین اهداف کلان پیشنهادی در جهت دستیابی به چشم‌انداز این حوزه عبارتند از:

- تحقق تعالی بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق متناسب با بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در تراز بین‌المللی.
- تسهیل تولید برق مطمئن و اقتصادی از طریق توسعه مدیریت و فناوری‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات.
- بسط و توسعه اقدامات موثر و راهبردی و فناوری‌های دانش محور حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات با تأکید بر نقش بخش خصوصی.

- افزایش توانمندی‌های فناورانه حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات با رویکرد صادرات خدمات حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات با تأکید بر توانمندسازی بخش خصوصی.
- ایجاد و گسترش ظرفیتهای بکارگیری و بهره‌برداری از فناوری نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در داخل و خارج از کشور با ایجاد و بهره‌گیری از ساز و کارهای مناسب.
- تحقق توسعه توانمندی در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها از طریق:
 - ✓ تخصیص بودجه تحقیقاتی مشخص سالیانه برای سرمایه‌گذاری در حوزه پژوهش برای توسعه مدیریت و فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها.
 - ✓ حمایت از شرکت‌های دانش بنیان در حوزه توسعه مدیریت و فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاههای کشور.

در ادامه و بر اساس بررسی‌های انجام شده ۳۵ نیاز فناورانه اولویت‌دار این حوزه شناسایی گردید که عبارتند از:

۱. استفاده از فناوری‌های CBM در نگهداشت نیروگاهها
۲. توسعه فناوری‌های استانداردسازی بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی توسعه
۳. به کارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی (PAM) در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات
۴. استفاده از فناوری‌های CMMS در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاهها
۵. پایش عملکرد و عیب‌یابی
۶. آنالیز ارتعاشات و عیب‌یابی
۷. به کارگیری رویکرد RCM در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاهها
۸. کالیبراسیون و بازرسی فنی
۹. تحلیل هزینه/فایده تولید برق (Cost/Benefit Analysis)
۱۰. توسعه فناوری‌های نوین اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات در واحدهای نیروگاهی
۱۱. اجرای آموزش‌های تخصصی و تربیت نفرات عیب‌یاب (Fact Finder) از بین نفرات تعمیراتی
۱۲. توسعه فناوری‌های RBI و RBM و بکارگیری آنها در بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها

۱۳. توسعه فناوری‌های مرتبط با تهیه نرم‌افزارهای کاربردی در بخش بهره‌برداری، نگهداری، و تعمیرات

۱۴. تحلیل هزینه‌های مالکیت (Ownership Cost)

۱۵. تحلیل قابلیت اطمینان و دسترسی در نیروگاه‌های حرارتی

۱۶. ترمو گرافی و عیب‌یابی

۱۷. توسعه فناوری‌های سیمولاتورهای آموزشی و مهندسی در بخش تولید صنعت برق

۱۸. آنالیز روغن و عیب‌یابی

۱۹. توسعه فناوری‌های مرتبط با آزمایشگاه‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید

۲۰. توسعه فناوری RBD در طراحی نیروگاه‌ها

۲۱. تخمین عمر مبتنی بر آزمون‌های تجربی

۲۲. توسعه فناوری Terotechnology و eMaintenance و بکارگیری آن‌ها در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات

نیروگاه‌ها

۲۳. به کارگیری رویکرد TPM در بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها

۲۴. تحلیل علل از کار افتادگی به کمک مانیتورینگ

۲۵. تخمین عمر بر اساس تحلیل

۲۶. تحلیل علل از کار افتادگی به کمک آزمون

۲۷. ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای آزمون‌های تجربی

۲۸. تخمین عمر بر اساس شبیه‌سازی

۲۹. ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای تحلیل (FTA, FMEA, FORM, SORM,)

(Decomposition)

۳۰. آنالیز صوت و عیب‌یابی

۳۱. تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های تحلیلی

۳۲. ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای شبیه‌سازی مونت کارلو و Importance Sampling

۳۳. تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خستگی مکانیکی و حرارتی

۳۴. تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خزش

۳۵. تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های عددی

سپس با استفاده از سه معیار چرخه عمر فناوری، حجم بازار و میزان شکاف فناورانه وضعیت سبک اکتساب این نیازهای فناورانه اولویت‌دار تعیین گردید. بر این اساس دو گزینه توسعه درون‌زای فناوری و همکاری‌های تکنولوژیک به عنوان دو سبک اکتساب قابل بررسی انتخاب گردید؛ و راهبرد اصلی توسعه فناوری‌های حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها در برخی از موارد، استفاده از دانش موجود در کشور (تحقیق و توسعه درون‌زا)، در برخی از موارد همکاری فناورانه (استفاده از توان و دانش فنی کشورهای دیگر در روند توسعه فناوری) و در برخی از موارد انتقال دانش فنی در کوتاه مدت و بومی‌سازی (تحقیق و توسعه درون‌زا) در درازمدت تعیین گردید.

مراجع

1. **Chiesa, V and Manzini, R.** :Organizing for technological collaborations: a managerial perspective. R&D Management, 1998. pp. 199-212.
2. **Allison, M., and Kaye, J.** Strategic Planning for Nonprofit Organizations. 1998.
3. **Kaplan, R.S. and Norton, D.P.** The balanced scorecard: translating strategy into action. United states of America : Harvard Business Press, 1996.
۴. **دیوید، فرد آر،** ترجمه دکتر علی پارسائیان و دکتر سید محمد اعرابی. مدیریت استراتژیک. تهران : دفتر پژوهش‌های فرهنگی، ۱۳۸۱.
۵. **مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.** روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی. تهران : در دست چاپ، ۱۳۹۲.
6. **Ergas, H.,** 2005. 3 The importance of technology policy. Economic policy and technological performance, 51.
7. **Cantner, U., Pyka, A.,** 2001. Classifying technology policy from an evolutionary perspective. Res. Pol. 30, 759-775.
8. **Serkisian, A.,** 2005. Technology policy, principles and concepts. Center of New Industries, Tehran.
9. **Lall, S.,** 1992. Technological capabilities and industrialization. World Development 20, 165-186.
10. **Porter, M.E.,** 1985. Competitive advantage. Free Press New York.
11. **Chiesa, V.,** 2001. R & D strategy and organization: managing technical change in dynamic contexts. Imperial College Pr.
12. **Chiang, J.T.,** 1991. From mission-oriented to diffusion-oriented paradigm: the new trend of US industrial technology policy. Technovation 11, 339-356.
13. **Chiang, J.T.,** 1991. Government funding strategy in technology programs. Technological Forecasting and Social Change 39, 391-395.
14. **Chiang, J.T.,** 1998. High-technology targeting: its modes' strategies and paradigms. Technology in Society 20, 1-23.

پیوست شماره ۱:

پرسشنامه اولویت‌بندی نیازهای فناورانه

در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و

تعمیرات نیروگاه‌ها



پرسشنامه اولویت‌بندی نیازهای
فناورانه در حوزه بهره‌برداری،
نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها

سند راهبردی و نقشه راه فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها

۱۳۹۴



به نام خدا

با سلام و احترام

فرهیخته گرامی؛

به استحضار می‌رساند در تداوم فعالیتهای صورت گرفته در راستای الویت بندی نیازهای بخش تولید در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات پس از بررسی اولیه پرسشنامه تکمیل شده قبلی مقرر گردید بر اساس شاخص‌های چهار گانه (۱) گستردگی کاربرد، (۲) ارزش مالی به کارگیری سیستم، فناوری یا رویکرد مورد توجه در بخش تولید صنعت برق، (۳) تأثیر به کارگیری سیستم، فناوری یا رویکرد مورد توجه بر کاهش ریسک و افزایش قابلیت دسترسی نیروگاه‌های کشور و (۴) تأثیر بر کاهش قیمت تمام شده برق نیروگاه‌ها موارد ۳۱ گانه قبلی امتیاز دهی و الویت بندی گردد. در این راستا به منظور اولویت‌بندی نیازهای فناورانه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها در کشور پرسشنامه‌ای تکمیلی حاضر تهیه شده است. مستدعی است در تکمیل این پرسشنامه دقت لازم را مبذول فرمایید. در صورت وجود هرگونه ابهام با جناب آقای مهندس فراهانی به شماره تماس ۸۸۵۷۸۳۷۶ تماس حاصل فرمایید.

خواهشمند است با توجه به فوریت موضوع حداکثر ظرف تا تاریخ ۹۴/۴/۱۴ پرسشنامه تکمیل شده را به مرکز توسعه فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی (efarahani@nri.ac.ir) ارسال نمایید.

با تشکر

پژوهشکده تولید نیرو

نشانی: آدرس: تهران، شهرک قدس، انتهای بلوار شهید دادمان - پژوهشگاه نیرو - پژوهشکده تولید نیرو - مرکز توسعه فناوری‌های بهره‌برداری،

نگهداری و تعمیرات، شماره تلفن ۸۸۵۷۸۳۷۶، دورنگار: ۸۸۵۹۰۱۷۱ و پست الکترونیکی efarahani@nri.ac.ir



۴۷

سند راهبردی و نقشه راه فناوری‌های نوین بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور

ویرایش اول، مهر ۱۳۹۴

فاز ۳: تدوین ارکان جهت ساز

اطلاعات خبرگان محترم:

پست سازمانی:

نام و نام خانوادگی تکمیل کننده فرم:

شماره تماس:

تحصیلات/ تخصص:

آدرس پست الکترونیک:

تجربیات قبلی (در صورت امکان) به صورت خلاصه ضمیمه گردد

یکی از نگرانی‌ها و دغدغه‌های بخش تولید صنعت برق در شرایط فعلی غفلت از نگهداری، تعمیرات و بهره‌برداری بهینه نیروگاه‌های دولتی و عدم توجه کافی به این مقوله در نیروگاه‌های واگذار شده به بخش خصوصی می‌باشد. در سالهای اخیر در پاره‌ای از موارد در زمینه بهبود سیستم نگهداری، تعمیرات و بهره‌برداری در بخش تولید صنعت برق اقدامات شایسته‌ای صورت گرفته است، اما اقدامات پیش‌گفته همچنان ناکافی می‌باشد.

در راستای پاسخگویی به نیازهای بخش تولید صنعت برق، شناسایی دقیق سیستم جامع نگهداری و تعمیرات و بهره‌برداری مدرن، ارائه تصویری از آینده این فناوری در افق میان‌مدت و بلندمدت، تعیین و برنامه‌ریزی برای ایجاد زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری لازم برای توسعه سیستم جاری به سیستم مدرن مورد اشاره، بومی کردن سیستم مدرن بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بر اساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های کشور و نهایتاً اجرایی کردن آن از جمله اقداماتی است که باید در قالب یک نقشه راه مورد توجه قرار گیرد. در راستای تامین اهداف مورد اشاره، طرح حاضر مورد توجه قرار گرفته است. اجرای این طرح در ابعاد ملی می‌تواند پاسخگوی بخش مهمی از نیازهای بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در حوزه تولید صنعت برق باشد.

پرسشنامه حاضر بخشی از فرآیند شناسایی نیازهای فناورانه در سند راهبردی و نقشه راه فناوری‌های بهره‌برداری،

نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها می‌باشد که طی آن براساس ارزیابی جذابیت فناوری می‌توان به شناسایی فناوری‌های اولویت‌دار در این حوزه پرداخت. این مرحله براساس معیارهای معینی در پی انتخاب فناوری می‌باشد. این معیارها عبارتند از:

۱. گستردگی کاربرد
۲. ارزش مالی با به کارگیری فناوری در بخش تولید صنعت برق
۳. تأثیر بر کاهش ریسک و افزایش قابلیت دسترسی نیروگاه‌های کشور
۴. تأثیر بر کاهش قیمت تمام شده برق نیروگاه‌ها

برای نیل به این هدف، در مرحله اول لازم است میزان اهمیت هر یک از معیارها مشخص شود. لذا خواهشمند است براساس مقیاس زیر، رقمی را برای نشان دادن اهمیت هر یک از معیارها مشخص فرمایید.



میزان اهمیت (۱-۱۰)	معیار
	گسترده‌گی کاربرد
	ارزش مالی با به کارگیری فناوری در بخش تولید صنعت برق
	تأثیر بر کاهش ریسک و افزایش قابلیت دسترسی نیروگاه‌های کشور
	تأثیر بر کاهش قیمت تمام شده برق نیروگاه‌ها

پس از تعیین وزن هر یک از معیارها، حال نوبت آن است که وضعیت هر یک از نیازهای فناوری‌های فناورانه، در هر یک از این معیارها تعیین شود. لازم به ذکر است وضعیت هر نیاز فناورانه در هر یک از معیارها نیز می‌بایست براساس مقیاس قبل مشخص شود و در تخصیص اعداد می‌بایست وضعیت دیگر گزینه‌ها را مد نظر قرار داده و با توجه به شرایط دیگر گزینه‌ها و مقایسه آن‌ها نسبت به یکدیگر، وضعیت گزینه مورد نظر را تعیین نمود.



ردیف	لیست نیازهای فناورانه	گسترده‌گی کاربرد	ارزش مالی	تأثیر بر کاهش ریسک و افزایش قابلیت دسترسی	تأثیر بر کاهش قیمت تمام شده برق
۱	پایش عملکرد (Performance Monitoring) و عیب‌یابی				
۲	ترمو گرافی و عیب‌یابی				
۳	آنالیز ارتعاشات و عیب‌یابی				
۴	آنالیز روغن و عیب‌یابی				
۵	آنالیز صوت و عیب‌یابی				
۶	تخمین عمر مبتنی بر آزمون‌های تجربی				
۷	تخمین عمر بر اساس تحلیل				
۸	تخمین عمر بر اساس شبیه‌سازی				
۹	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای آزمون‌های تجربی				
۱۰	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای تحلیل (FTA, FMEA, FORM, SORM, Decomposition)				
۱۱	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای شبیه‌سازی مونت کارلو و Importance Sampling				
۱۲	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک آزمون				
۱۳	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک مانیتورینگ				
۱۴	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خستگی مکانیکی و حرارتی				

ردیف	لیست نیازهای فناورانه	گسترده‌گی کاربرد	ارزش مالی	تأثیر بر کاهش ریسک و افزایش قابلیت دسترسی	تأثیر بر کاهش قیمت تمام شده برق
۱۵	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خزش				
۱۶	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های تحلیلی				
۱۷	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های عددی				
۱۸	تحلیل قابلیت اطمینان و دسترسی در نیروگاه‌های حرارتی				
۱۹	استفاده از فناوری‌های CBM در نگهداشت نیروگاه‌ها				
۲۰	استفاده از فناوری‌های CMMS در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها				
۲۱	به کارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی (PAM) در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها				
۲۲	به کارگیری رویکرد RCM در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها				
۲۳	توسعه فناوری Terotechnology و eMaintenance و بکارگیری آن‌ها در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها				
۲۴	به کارگیری رویکرد TPM در بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها				
۲۵	توسعه فناوری‌های RBI و RBM و بکارگیری آن‌ها در بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها				
۲۶	توسعه فناوری RBD در طراحی نیروگاه‌ها				
۲۷	توسعه فناوری‌های سیمولاتورهای آموزشی و مهندسی در بخش تولید صنعت برق				
۲۸	توسعه فناوری‌های نوین اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات در واحدهای نیروگاهی				



ردیف	لیست نیازهای فناورانه	گسترده‌گی کاربرد	ارزش مالی	تأثیر بر کاهش ریسک و افزایش قابلیت دسترسی	تأثیر بر کاهش قیمت تمام شده برق
۲۹	توسعه فناوری‌های مرتبط با تهیه نرم‌افزارهای کاربردی در بخش بهره‌برداری، نگهداری، و تعمیرات نیروگاه‌ها				
۳۰	توسعه فناوری‌های مرتبط با آزمایشگاه‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید				
۳۱	توسعه فناوری‌های استانداردسازی بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی توسعه				
۳۲	تحلیل هزینه‌های مالکیت (Ownership Cost)				
۳۳	تحلیل هزینه/فایده تولید برق (Cost/Benefit Analysis)				
۳۴	کالیبراسیون و بازرسی فنی				
۳۵	اجرای آموزش‌های تخصصی و تربیت نفرات عیب‌یاب (Fact Finder) از بین نفرات تعمیراتی				

از حسن توجه و همکاریتان کمال تشکر را داریم.

فهرست مطالب

۱- مرور ادبیات	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- تعاریف و مفاهیم سیاست‌گذاری	۱
۳-۱- ویژگی‌ها و اصول تدوین سیاست‌های کلان	۳
۴-۱- طراحی سیاست‌های کلان	۶
۵-۱- فرآیند تدوین سیاست	۸
۶-۱- نظام نوآوری فناورانه	۹
۷-۱- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری	۲۳
۲- تدوین سیاستها و اقدامات پشتیبان	۲۳
۱-۲- مقدمه	۲۳
۲-۲- شناسایی موانع و چالش‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهی	۲۳
۳-۲- تدوین اقدامات و سیاست‌های پشتیبان	۲۶
۱-۳-۲- مقدمه	۲۶
۲-۳-۲- برنامه‌ها و اقدامات سیاستی پیشنهادی	۲۷
۳- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری	۳۳
مراجع	۳۴

فهرست شکلها

شکل ۱- چارچوب طراحی سیاستهای کلان ۷

شکل ۲- طبقه بندی چالشهای پیش روی توسعه فناوری ۲۴

فهرست جداول

- جدول ۱- فهرست کارکردهای ارائه شده توسط محققان مختلف در طول زمان ۱۳
- جدول ۲- کارکردهای پیشنهادی برگرفته از (BERGEK ET AL, 2009; HEKKERT AND NEGRO, 2008; .., 2010) (SUURS ET AL., 2010) ۱۵
- جدول ۳- کارکردهای نظام نوآوری و شاخص‌های کمی و کیفی ۲۱
- جدول ۴- لیست و مشخصات خبرگان ۲۴
- جدول ۵- لیست موانع و چالشهای اصلی توسعه فناوری بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها ۲۵
- جدول ۶- طبقه بندی چالشهای پیش روی توسعه فناوریهای بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها ۲۶

۱- مرور ادبیات

۱-۱- مقدمه

پیش از شناسایی چالش‌های پیش روی، تبیین سیاست‌ها و اقدامات فنی نیاز است تا ادبیات این حوزه مورد بررسی قرار گیرد و بر اساس آن مدل استفاده در این پروژه مشخص گردد. بر این اساس در این بخش ادبیات مورد استفاده در این گزارش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۲- تعاریف و مفاهیم سیاست‌گذاری

برای سیاست یا خطی‌مشی تعاریف متعددی ارائه شده است. در اینجا به عنوان نمونه به چند مورد از آن‌ها اشاره می‌شود: (۵) سیاست عبارت است از تصمیم بسیط و از پیش گرفته شده‌ای که برای هدایت یا جایگزینی تصمیم‌گیری‌های تکراری در مدیریت بکار برده می‌شود.

سیاست نوعی تصمیم است؛ تصمیمی اولیه، کلی، بنیادی و فراگیر که پس از جمع‌بندی افکار و تصمیمات فراوان دیگر اتخاذ می‌شود. سیاست یک تصمیم عام است و در عین حال با تصمیمات جزئی رابطه همپوشانی دارد. این دو باید مؤید یکدیگر باشند. به عبارت دیگر، باید در طول و نه در عرض یکدیگر باشند.

سیاست، قاعده کلی اجرای عملیات است و به مدیریت ویژگی عملی داده، آن را از حوزه نظری و ذهنی به حوزه عملیاتی وارد می‌کند.

سیاست، قانون انتخاب یا گزینش راه و سپس اتخاذ تصمیم است.

سیاست، حاصل و نتیجه مطالعات و تصمیم‌های مدیران عالی سازمان و جامعه برای تخصیص منابع و امکانات با آینده‌نگری‌های معقول است.

با در نظر داشتن این تعاریف موجود در ادبیات، سیاست‌های کلان را می‌توان به صورت زیر تعریف نمود:

سیاست‌های کلان سیاست‌هایی هستند که با داشتن رویکردی تنظیم‌گرا، به دنبال بهبود شرایط کلان اقتصادی اجتماعی بدون توجه به ملاحظات فناورانه خاص است. این سیاست‌ها دارای اثرگذاری بر کلیه حوزه‌ها و بخش‌های نظام توسعه فناوری بوده و به فراهم‌آوری بسترهای لازم جهت پیاده‌سازی، انسجام و کارایی راهبردهای فناوری اتخاذ شده کمک می‌کند. نتیجه این حمایت، تسهیل توسعه فناوری است.

به‌منظور روشن‌تر شدن جایگاه سیاست‌های کلان در میان سایر حوزه‌های سیاستی که در ادبیات به کار می‌رود، لازم است تا در این جا تعاریف مختصری از سیاست صنعتی و سیاست فناوری ارائه گردد:

اولین مفهوم سیاست صنعتی است. سیاست صنعتی عبارت است از تمام انواع مداخلات دولت که به صورتی هماهنگ و آگاهانه برای تسهیل فرآیند توسعه صنعتی در سطح ملی انجام می‌شود. هر دخالتی در بازارهای سرمایه، نیروی کار، مهارت و فناوری یا ایجاد تغییرات نهادی که موجب تقویت توسعه صنعتی می‌شود، سیاست صنعتی تلقی می‌شود. این دخالت‌ها از جانب دولت و در سطح ملی به‌وقوع می‌پیوندد. سیاست صنعتی با تعابیر و معانی متفاوتی در ادبیات موجود به کار رفته است. زمانی که جهت‌گیری "بازاری" صنایع (جهت‌گیری درونی یا بیرونی) مورد نظر بوده، سیاست صنعتی به سیاست تجاری تقلیل یافته است. در برخی از موارد نیز سیاست صنعتی به معنای تعیین اولویت در صنایع است. سیاست صنعتی در قالب سه نوع سیاست افقی، عمودی و کارکردی تقسیم‌بندی می‌شود. مشخص است که این تعریف بسیار عام بوده و در مجموع شامل تمامی راهبردها و سیاست‌های کلان می‌شود. به عبارت دیگر در تعریف سیاست صنعتی، هرگاه سیاست عمودی یا تعیین اولویت در صنایع مد نظر است، با توجه به تعاریف معمول، منظور راهبرد توسعه صنعتی است، و هرگاه سیاست افقی یا کارکردی مدنظر است، منظور سیاست‌های کلان است.

دومین مفهوم سیاست فناوری است. بر اساس تعریف موری^۱ (۱۹۹۵)، سیاست فناوری را باید به صورت سیاست‌هایی تعریف کرد که مقصود آن‌ها تأثیرگذاری بر تصمیمات شرکت‌ها در مورد توسعه، تجاری‌سازی یا اتخاذ فناوری‌های جدید است. به اعتقاد وی، قصد یا نیت در این تعریف مهم است، زیرا دامنه‌ی سیاست‌هایی که بر تصمیمات شرکت‌ها در مورد نوآوری و اتخاذ فناوری‌ها تأثیر می‌گذارند، شامل سیاست‌های اقتصاد کلان، سیاست‌های تنظیمی و سایر ابزارهای اجرای سیاست‌ها نیز می‌-

^۱ Mowery

شوند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در این تعریف سیاست فناوری سیاست‌هایی هستند که بر اتخاذ، تطابق، اشاعه، توسعه، تولید و تجاری‌سازی دانش فناورانه تأثیر دارند.

در کنار این دو مفهوم، مفهوم سیاست‌های کلان قرار می‌گیرند که ماهیتی متمایز از دو تعریف ارائه شده دارند. سیاست‌های کلان مفهومی نزدیک به راهبردها است. راهبرد، راه رسیدن به اهداف تعیین شده است. این راه در حقیقت منتخبی از گزینه‌های جایگزین است. عملکرد یک راهبرد با میزان محقق شدن هدف مذکور سنجیده می‌شود. در طرف مقابل، سیاست چارچوبی است که کیفیت رسیدن به هدف را تعریف می‌کند. این چارچوب دربرگیرنده‌ی ملاحظات لازم در طراحی و اجرای راهبردهای توسعه است. این ملاحظات مشتمل بر اهداف کلان تعیین شده از یک طرف و اصول تدوین سیاست از طرف دیگر است. سیاست‌های کلان با ارائه‌ی راهنماهای کلی بر مبنای این ملاحظات، (۱) به یکپارچگی و رفع تناقضات راهبردها در مسیر دستیابی به اهداف کمک می‌کند، (۲) مسیر اجرای راهبردها را تسهیل می‌کند، (۳) به‌عنوان یک راهنما در جهت‌دهی به راهبردها نقش ایفا می‌کند.

۱-۳- ویژگی‌ها و اصول تدوین سیاست‌های کلان

به‌منظور اطمینان حاصل کردن از اثرگذاری سیاست‌های کلان، لازم است تا از رهنمون‌هایی به‌هنگام طراحی این سیاست‌ها استفاده شود [۱]. در حقیقت اینها ویژگی‌هایی هستند که سیاست‌های کلان باید با در نظر گرفتن آن‌ها طراحی شوند:

دارا بودن هدف‌های کلی و فراگیر: هدف‌های کلی، بخش اصلی سیاست‌های کلان را تشکیل می‌دهند و تصمیم‌گیرندگان در انتخاب سیاست‌ها، از آن‌ها بهره‌برداران می‌برند. به‌عنوان مثال اهدافی چون استقلال و آزادی، حفظ تمامیت ارضی کشور، توسعه اقتصادی و غیره در سیاست‌های کلان، اجزای اصلی و عمده را تشکیل می‌دهند.

تعیین حد و مرز سایر ابعاد ارکان جهت‌ساز و نیز برنامه اقدامات و سیاست‌ها: سیاست‌های کلان باید تعیین‌کننده حد و مرز سایر ابعاد توسعه باشند. به‌عبارت دیگر، باید حیطه ارکان جهت‌ساز و خرد در سیاست‌های کلان معین شود.

تعیین اولویت زمانی برنامه اقدامات و سیاست‌ها: سیاست‌های کلان، تعیین‌کننده اهداف زمانی سایر ابعاد توسعه می‌باشند. این بعد سیاست کلان، مشخص می‌کند که چه بخش‌هایی از برنامه اقدامات و سیاست‌ها باید بلافاصله عملی گردند و چه بخش‌هایی باید به مرور زمان به انجام رسند. به‌عبارت دیگر، سیاست‌های کلان، تعیین‌کننده زمان مناسب‌تری است که باید

اقدامات و سیاست‌های اجرایی در آن زمان اجرا گردند. در این راه مسائلی مانند حساسیت‌های سیاسی، بحرانی بودن اوضاع اجتماعی، احتیاج فوری به برآوردن یک نیاز و آماده نمودن جامعه برای پذیرش بعضی از مسائل، بر مهلت زمانی اولویت‌ها و برنامه‌ها تأثیر می‌گذارد.

تعیین میزان ریسک‌پذیری: این جنبه از سیاست‌های کلان، میزان مخاطره و ریسکی را معین می‌سازد که در ارکان جهت‌ساز و برنامه اقدامات و سیاست‌ها می‌تواند مورد قبول باشد. این خصوصیات سیاست‌ها به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا میزان معقول ریسک را در برنامه‌های مورد نظر خود دریابند. مسلماً برنامه‌های توسعه‌ای که تغییرات عمده‌ای را در بردارند، نسبت به برنامه‌هایی که هدفشان تغییرات جزئی است مخاطره بیشتری را به دنبال خواهند داشت.

طراحی پیش‌فرض‌های مربوط به آینده: مسلماً وضعیت فعلی قابل‌تعمیم به بسیاری از شرایط آتی نخواهد بود و خط مشی‌های آینده، باید خصوصیات خاص زمانی خود را داشته باشد. در این وجه از خط مشی‌های فراگیر، پیش‌فرض‌هایی که در مورد آینده طراحی شده است و خط مشی‌های عمومی که باید از آن‌ها تبعیت کنند، مشخص می‌گردند.

ایجاد بنیادهای نظری برای تدوین برنامه اقدامات و سیاست‌ها: سیاست‌های کلان می‌توانند در برگزیده بنیادهای نظری سایر جهت‌گیری‌های باشند. نظریه‌های سیاسی، تئوری‌های مدیریت، تئوری‌های رفتاری و سایر تئوری‌های مربوط، می‌توانند اساس توسعه فناوری در سطوح خردتر را تشکیل دهند و در سیاست‌های کلان بیان شوند.

پایداری سیاست‌ها: یکی از خصوصیات عمده ارکان جهت‌ساز، عمر نسبتاً طولانی آن است. سیاست‌های کلان باید به‌گونه‌ای طراحی و وضع شوند که از انعطاف کافی برخوردار بوده، پویایی لازم را حفظ کنند و زمان نسبتاً درازی، قابلیت کاربرد و استفاده داشته باشند. سیاست‌های کلان باید بتواند با محیط متغیر و متحول افراد خود تطبیق یافته، به نیازهای گوناگونی در طول زمان پاسخ دهد. همچنین بر طبق این اصل، مداخله‌ی موقت دولت نسبت به مداخله‌ی آزاد ارجحیت دارد. اقدامات حمایتی تنها باید زمانی انجام گیرد که تأثیرات بلندمدتی فراتر از زمان اقدامات حمایتی داشته باشد. اساساً مداخلاتی منجر به پایداری در یک نظام می‌شود که فارغ از کنترل کامل بر تمام ابعاد توسعه، بر دخالت راهبردی دولت‌ها تأکید دارد. بنابراین در کلیه برنامه‌ریزی‌ها لازم است تا از این اصل در قالب سیاست‌های کلان استفاده شود.

آینده‌نگری، واقع‌بینی: سیاست‌های کلان به آینده نظر دارند و می‌کوشد تا با توجه به واقعیت‌های موجود، خطوط کلی و جهت‌گیری‌های اساسی مسیر توسعه فناوری را معین سازند. بنابراین، قدرت پیش‌بینی در تعیین این سیاست‌ها نقش مهمی

را ایفا می‌کند و پیش‌بینی‌های صحیح، به آن‌ها اعتبار می‌بخشند. سیاست‌های کلان در آینده‌نگری باید واقعیت‌های زمان و مکان را در نظر بگیرند و از بزرگ‌دیدن یا نادیده‌انگاشتن امکانات موجود، بر حذر باشند.

هدف‌داری: یکی دیگر از خصوصیات سیاست‌های کلان، هدف‌دار بودن آن است، سیاست‌های کلان به‌طور ارادی و از روی قصد و نیت قبلی، تنظیم و وضع می‌گردند و هدف معینی را دنبال می‌کنند. بنابراین این سیاست‌ها، موضوعاتی اتفاقی و تصادفی نیستند و رسوم و آداب و عادات اجتماعی، محتوای آن‌ها را تشکیل نمی‌دهد. اگرچه این عوامل در شکل‌گیری آن‌ها تأثیر فراوانی دارد.

توجه به توسعه شبکه و مراکز توانمندی: توسعه شبکه و مراکز توانمندی می‌تواند باعث افزایش کارایی نظام ملی نوآوری گردد. طبق این مفهوم، هر کنش‌گر در نظام ملی نوآوری یک کشور می‌تواند به‌عنوان یک مرکز توانمندی عمل کند که شرکت‌های نوآور، سازمان‌های تحقیقاتی، و نهادهای دولتی را به‌هم ارتباط می‌دهد. توجه ویژه در دهه اخیر بر مفهوم شبکه و شبکه‌سازی برای خلق و انتشار نوآوری نیز مؤید همین مطلب است. بر همین اساس، لازم است تا سیاست‌هایی در سطح کلان وجود داشته باشند که بر این مفهوم به‌عنوان یک اصل مهم که در کلیه اقدامات و برنامه‌ها و اقدامات بر آن توجه شود، در نظر گرفته شود.

اصل سازمان‌های تحقیقاتی یادگیرنده: این اصل بر این موضوع تأکید دارد که سازمان‌های تحقیقاتی نیازمند میزان قابل ملاحظه‌ای انعطاف‌پذیری سازمانی و مدیریتی برای پردازش تجارب کسب شده و اطلاعات جدید و برآورده ساختن اهداف تحقیق که طی توسعه اقتصادی تغییر می‌کنند، می‌باشند. بر این اساس، کلیه کنش‌گران لازم است تا از انعطاف‌پذیری بالا در محیط توسعه فناوری برخوردار باشند. این انعطاف‌پذیری را می‌توان ایزاری برای غلبه بر اینرسی و لختی به وجود آمده از نظام‌های فنی و اجتماعی موجود به شمار آورد. در صورت وجود این اینرسی، کلیه اقدامات و برنامه‌ها در سطوح پایین‌تر بدون نتیجه باقی خواهد ماند و تغییر در ماهیت کلان نظام به‌وجود نمی‌آید. بنابراین ضرورت وجود سیاست‌های کلانی که با رعایت این اصل با ترویج انعطاف‌پذیری بر اینرسی موجود غلبه نمایند احساس می‌شود.

اصل رقابت: رقابت مستلزم این است که دولت‌ها از چارچوب‌های قانونی و تنظیمی مبتنی بر بازار برای بهبود رقابت بین کنش‌گران نظام نوآوری ملی استفاده نمایند. تمرکز بر این چارچوب‌های مبتنی بر بازار بیشتر نگاهی است که در مکتب اقتصادی نئوکلاسیک بر آن تأکید می‌گردد. اما از نگاه سایر مکاتب اقتصادی (مانند نهادگرا)، اتکا تنها بر شکل‌دهی به بازار

در شرایطی که زیرساخت‌هایی ابتدایی و بنیادین نوآوری ضعیف است، شاید نتواند برآورده کننده شرایط رقابت کامل باشد. بنابراین رقابت برای ایجاد شرایط نوآوری (نه فقط تنظیم بازار) می‌تواند موضوع سیاست‌های کلان باشد.

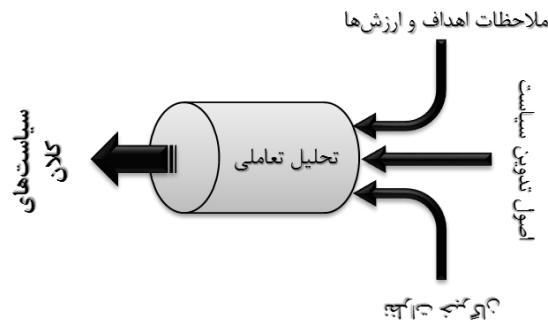
اصل سازمان‌های تحقیقاتی ناب: این اصل بر دوری جستن از مشکلات بروکراتیک تأکید دارد. خصوصاً رویه‌های اداری وقت‌گیر که مانع تحقیق، بهره‌بردار، و کاربرد نتایج تحقیق می‌شود.

اصل ارزیابی مستمر: گذشت زمان منجر به ایجاد تغییرات در محیط توسعه فناوری می‌گردد. این تغییرات ضرورتی برای بازنگری در اهداف و اقدامات به‌وجود می‌آورند. بر این اساس، در قالب سیاست‌های کلان ضروری است تا بر مفهوم تغییر و پویایی که جزء جدایی‌ناپذیر محیط توسعه است، تأکید گردد.

اصل تکمیل‌کنندگی: توانایی سطوح مختلف دولت در حل مشکلات، تعیین‌کننده‌ی نحوه‌ی تخصیص توانمندی‌های سیاستی و مسئولیت‌های دولتی می‌باشد. بنابراین، هر واحد تصمیم‌گیری سیاستی تنها برای وظایفی مسئولیت نشان می‌دهد که نمی‌تواند توسط نهادهای دولتی یا خصوصی زیردست برعهده گرفته شود. با تحقق اصل تکمیل‌کنندگی، اقدامات بخش خصوصی تقویت خواهد شد.

۱-۴- طراحی سیاست‌های کلان

به‌منظور طراحی سیاست‌های کلان ضروری است تا چارچوبی توسعه داده شود. این چارچوب به طراحی سیاست‌های هماهنگ با ویژگی‌های ذکر شده در قسمت‌های قبلی می‌پردازد. از آن‌جا که نظرات خبرگان (مشمول بر سیاستگذاران) در اتخاذ سیاست‌های کلان، وزن قابل توجهی دارد، بخش گسترده‌ای از چارچوب پیشنهادی نیز متکی بر جمع‌آوری نظرات کارشناسی است. این چارچوب از سه بخش ورودی، عملگر، و خروجی تشکیل شده است:



شکل ۱- چارچوب طراحی سیاست‌های کلان

ورودی

ورودی مشکل از سه جزء نظرات خبرگان، اصول تدوین سیاست، و ملاحظات اهداف کلان توسعه است. از آنجا که سیاست‌های کلان مفاهیمی کاملاً وابسته به موضوع و پیشینه بستر عملیاتی تحقیق هستند، بخش عمده‌ای از طراحی آن‌ها متکی بر نظراتی است که افراد درگیر در فرآیندهای عملیاتی موضوع مورد مطالعه منعکس می‌کنند. در چنین شرایطی، ارائه یک قالب از پیش تعیین شده که بتواند به‌طور مستقل از نظرات افراد به تولید سیاست‌ها بپردازد ممکن نخواهد بود.

بر این اساس، اولین ورودی در طراحی سیاست‌های کلان نظرسنجی خبرگان خواهد بود. در تشخیص اینکه چه خبرگانی باید در فرآیند تدوین سیاست‌های کلان مشارکت داشته باشند، سه عنصر اختیار، تخصص و نظم می‌تواند راهنما باشند. اختیار به سیاست مشروعیت می‌دهد. بنابراین هویت‌هایی ممکن است به دلیل داشتن اختیاراتی در فرآیند سیاست‌گذاری دخیل شوند. یکی از خصوصیات هر حوزه سیاست‌گذاری فناوری وجود گروهی از متخصصان فنی در آن حوزه است. بدون وجود متخصصانی که مسئله را تشخیص دهند و راه‌حل‌هایی پیشنهاد کنند، نمی‌توان سیاست‌های اثربخش و کارا ارائه داد. سیاست مشتمل بر ایجاد نظم و درک مشترک است. بنابراین ممکن است هویت‌هایی که به نوعی می‌توانند بر سیاست اثرگذار باشند یا از آن تأثیر بپذیرند، برای ایجاد نظم و درک مشترک در سیاست دخیل شوند [۲]. والت و گیلسون (۱۹۹۴) مجموعه این خبرگان را در قالب پنج گروهی کلیدی زیر برمی‌شمرد:

تکنوکرات‌ها شامل دانشمندان، دانشگاهیان، و سایر متخصصانی که برای تشخیص میزان و ماهیت مسئله، همچنین تحلیل فنی علل و راه‌حل‌ها اطلاعات ارائه می‌کنند.

بروکرات‌ها علاقه‌مند به استفاده از ساختار دولت‌اند، به‌گونه‌ای که به بهترین شکل برای مورد خطاب قرار دادن موضوعات مناسب باشد، و اغلب در پی حفظ یا توسعه بروکراسی موجود باشند.

گروه‌های ذی‌نفع به‌طور عمده برای نمایندگی درباره نگرانی‌های گروه‌های خاصی از مردم تشکیل می‌شوند. آن‌ها درصد این هستند که اطمینان حاصل کنند نظرات گروه‌های ذی‌نفع شنیده شده و در تصمیمات سیاست در نظر گرفته می‌شوند. سیاست‌مداران که معمولاً تصمیم‌گیران نهایی هستند.

اهدانندگان که اغلب نقشی مهم در تدوین یا اجرای سیاست دارند. آن‌ها ممکن است فرآیند را با وجوه مالی، کمک فنی، ارائه پیشنهادات و رهنمون‌هایی حمایت کنند و تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر اجرا از طریق تصمیمات تأمین مالی خود دارند.

علاوه توجه بر نظرات خبرگان، باید توجه نمود که توسعه فناوری به‌خودی خود هدف نیست و کلیه سیاست‌های کلان در پی بهبود قابلیت رقابت، شکل‌دهی اقتصاد و در نهایت ایجاد رشد اقتصادی هستند. بنابراین، باید در تدوین سیاست‌های کلان به اهداف سطح بالایی که انتظار می‌رود سیاست‌ها آن‌را برآورده کنند توجه کافی مبذول شود. این موضوع ضرورت در نظر گرفتن اهداف کلان به‌عنوان یکی از ورودی‌های طراحی سیاست‌های کلان را نشان می‌دهد. نکته‌ی دیگری که برای اطمینان از انسجام و هماهنگی سیاست‌ها باید در طراحی سیاست‌های کلان در نظر گرفته شود، توجه به یکسری اصول در تدوین سیاست‌ها است. تخطی از این اصول می‌تواند تأثیر سوء بر اثربخشی سیاست‌ها داشته باشد. این سه را می‌توان اجزایی دانست که سیاست‌های کلان باید بر اساس آن‌ها تدوین می‌شوند.

۱-۵- فرآیند تدوین سیاست

عملیاتی است که بر روی ورودی‌های چارچوب ارائه شده صورت گرفته و آن‌ها را به سیاست‌های کلان تبدیل می‌کند. این عملیات عمدتاً مبتنی بر انجام تحلیل‌های تعاملی^۱ میان تحلیل‌گران است. در این جا فعالیت‌ها بیشتر در جهت مذاکره، ایجاد ائتلاف و درک مشترک می‌باشد. باید در نظر داشت که دو بعد راهبردهای کلان و سیاست‌های کلان جایگزین یکدیگر نبوده، بلکه تکمیل‌کننده یکدیگرند.

خروجی

خروجی این چارچوب، سیاست‌هایی کلان تنظیم‌گر برای تسهیل فرآیندهای توسعه فناوری است. این سیاست‌ها، سیاست‌هایی قابل انعطاف هستند. به‌عبارت دیگر، طی زمان و با توجه به یادگیری، تغییر و تطابق با محیط پیرامون، سیاست‌های کلان هم

^۱ Interactive analysis

در بلندمدت دستخوش تغییر می‌شوند. به‌طور کلی سیاست‌ها مقوله‌ای مرتبط با آینده هستند. اگر آینده به‌طور دقیق قابل پیش‌بینی بود، سیاست‌های ارجح می‌توانستند از طریق بررسی آینده‌های ممکن حاصل از اجرای هر سیاست و انتخاب مطلوب‌ترین نتایج تعیین شوند. برای بیشتر سیستم‌های مورد توجه امروز، چنین پیش‌بینی‌هایی ممکن نیست. حتی بهترین مدل‌ها نیز نمی‌تواند جزئیات رفتار سیستم را پیش‌بینی نماید. بنابراین رویکرد کلاسیک انتخاب یک سیاست بر مبنای نتایج یک مدل بهترین تخمین دیگر نمی‌تواند معتبر باشد [۳]. با توجه به اینکه سیاست‌ها باید نوعاً طی زمان اجرا و تغییر یابند، سیاست‌های مبتنی بر تحلیل ایستا در یک نقطه از زمان بسیار غیر واقع‌بینانه خواهد بود. بنابراین، استعاره مناسب برای یک سیاست تعادل است تا بهینه‌سازی. بسیاری از سیاست‌ها باید علی‌رغم وجود عدم اطمینان درباره آینده تدوین شوند. هنگامی که تعدادی زیادی سناریو ممکن برای آینده وجود دارند، ایجاد یک سیاست واحد که در تمامی آن‌ها خوب عمل کند احتمال غیرممکن خواهد بود.

۱-۶- نظام نوآوری فناورانه

نظام‌های نوآوری فناورانه^۱ 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 (۱۹۹۱) درباره نوآوری شکل گرفته است که مهمترین محرک‌های خلق، انتشار، و بهره‌برداری از نوآوری‌های فناورانه را در تعاملات نظام‌مند کنش‌گران، تحت زیرساخت‌های نهادی می‌داند. این برداشت از گسترش نوآوری فناورانه با الهام از تئوری بلوک‌های توسعه^۲ (Dahmén, 1988) و نیز در ارتباط با رویکردهای نظام ملی نوآوری^۳ (Freeman, 1988; Nelson, 1988) و نظام بخشی نوآوری^۴ (Breschi and Malerba, 1997) است.

از زمان توسعه اولیه این رویکرد در سال ۱۹۹۱، تغییرات مختلف و بهبودهای متفاوتی در مفهوم و ابزارهای عملیاتی آن صورت پذیرفته است. تمرکز بر فناوری‌های مشخص^۵ به جای تمرکز بر فناوری‌های عمومی و گسترده^۶، تاکید بر وقوع نوآوری‌های بنیادین به‌عنوان محرک گذارهای اجتماعی-فنی به‌جای تاکید بر نوآوری فناورانه به‌عنوان ابزاری در ایجاد رشد اقتصادی، و

¹ Technological innovation systems (TIS)

² Development blocks

³ National innovation systems (NIS)

⁴ Sectoral innovation systems (SIS)

⁵ Specific technology

⁶ Generic technology

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 محرک‌های 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^۱، 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.

به‌کار 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^۲ یاد می‌گردد. بر این اساس، کارلسون و استنکوویتز (۱۹۹۱) این مفهوم را به‌صورت زیر تعریف می‌کنند:

شبکه‌ای پویا از عوامل که در یک حوزه‌ی اقتصادی/صنعتی خاص باهم در تعامل بوده، تحت مجموعه‌ای از زیرساخت‌های نهادی 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 به‌معنای مواد، سخت‌افزارها، و نرم‌افزارهایی است که به شکل مستقیم در فرایند توسعه بکار می‌روند، و هم به‌شکل دانشی است که چه به شکل عمومی و یا نهفته در محصول وجود دارد (Bergek et al., 2008).

نظام نوآوری فناورانه علی‌رغم دارا بودن ویژگی‌های مشترک با سایر رویکردهای نظام نوآوری، دارای دو ویژگی متمایزکننده از آن‌هاست (Suurs and Hekkert, 2009):

¹ Systemic failures

^۲ این اصطلاح توسط محققین مختلف به‌گونه‌های متفاوت بکار گرفته شده است. Carlsson and Stankiewicz (۱۹۹۱) اصطلاح سیستم‌های تکنولوژیکی را بکار برده‌اند و محققان سوئدی

نیز واژه نظام نوآوری تکنولوژی محور را برگزیده‌اند.

- تاکید بر نقش شایستگی اقتصادی، به معنی توانایی در توسعه و بهره‌بردار از فرصت‌های جدید کسب‌وکار در ایجاد نوآوری فناورانه. بر این اساس، بهره‌بردار و ترکیب دانش‌های موجود جز جدایی ناپذیر نوآوری فناورانه می‌باشد. در حقیقت بر خلاف سایر رویکردها که تفکری کلان از نوآوری داشتند، این ویژگی بر اهمیت نیروهای کارآفرین به-عنوان منابع نوآوری تاکید دارد.
 - تاکید جدی بر پویایی سیستم. تمرکز بر نقش کارآفرینان در این رویکرد، زمینه را برای بررسی روند شکل‌گیری این سیستم در طول زمان آماده کرده تا از این طریق روند پویایی در نظر گرفته شود.
- در بکارگیری نظام نوآوری فناورانه، در نظرگیری چهار فرض اساسی ضروری است (Carlsson et al., 2002):
- 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 بهره‌بردار از فرصت‌های فناورانه صورت پذیرد. به عبارت دیگر، بالابردن توانایی جذب اهمیت بیشتری از توانایی تولید فناوری جدید دارد.
 - هر بازیگر در چارچوب خردپذیری محدود^۱ عمل میکند. به عبارت دیگر، بازیگران این نظام خردپذیر هستند، اما با محدودیت‌هایی از جنس توانایی‌ها و اطلاعات روبه‌رو هستند.
- در کنار رویکرد نظام نوآوری فناورانه، مفهوم بلوک‌های شایستگی^۲ قرار می‌گیرد. بلوک‌های شایستگی از جانب طرف تقاضا (محصول یا بازار) و به عنوان مجموع زیرساخت‌های لازم برای ساخت، انتخاب، تشخیص دادن، انتشار و بهره‌بردار از ایده-های جدید در خوشه‌هایی از بنگاه‌ها تعریف می‌گردد. نمونه‌ای از تحلیل با این رویکرد را می‌توان در بلوک شایستگی برای نظام

1 Bounded rationality

2 Competence block

سلامت کشور سوئد جستجو نمود که در آن اجزای تشکیل‌دهنده‌ی نظام‌های نوآوری فناوری مختلف محصولات و فناوری‌های لازم بخش سلامت را تامین میکنند، به‌تصویر کشیده شده است.

۱-۶-۱- شناخت کارکردی نظام نوآوری

نظام‌های نوآوری فناورانه را می‌توان به‌عنوان رویکردی برای تحلیل تغییرات فناورانه به‌کار برد (Hekkert and Negro, 2009). از آنجایی که تنها با تحلیل ساختاری نظام‌های فنی-اجتماعی نمی‌توان تمام جوانب تغییرات فناورانه را در نظر گرفت، این رویکرد می‌بایست فراهم‌آورنده‌ی چارچوبی برای تحلیل کارکردی^۱ نظام‌های فنی-اجتماعی باشد. ادکوئیست (۲۰۰۴) دنبال کردن فرایندهای نوآوری و یا به تعبیری دیگر، توسعه، انتشار و به‌کارگیری 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.^۲

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.

جدول ۱- فهرست کارکردهای ارائه شده توسط محققان مختلف در طول زمان

کارکردها				مراجع			
حمایت از سوی گروه‌های پشتیبان	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت دهی به جستجو	انتشار دانش	توسعه دانش	فعالیت‌های کآفرینی	(Suurs and Hekkert, 2009; Suurs et al., 2010; Suurs et al., 2009)
ایجاد مشروعیت	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت دهی به جستجو	انتشار دانش	توسعه دانش	فعالیت‌های کآفرینی	(Van Alphen et al., 2009b)
مشروعیت‌بخشی	تامین و تخصیص منابع	ایجاد بازار	جهت دهی به جستجو	انتشار دانش	خلق دانش	فعالیت‌های کآفرینی	(van Alphen et al., 2009a)
توسعه اثرات جانبی مثبت	مشروعیت‌بخشی	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	تأثیرگذاری بر جهت‌دهی تصمیمات	توسعه و انتشار دانش	آزمایش‌های کارآفرینی	(Bergek et al., 2008b; Jacobsson, 2008)
ایجاد مشروعیت/غلبه بر مقاومت در برابر تغییر	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت دهی به جستجو	انتشار دانش از طریق شبکه‌ها	توسعه دانش	فعالیت‌های کارآفرینی	(Alkemade et al., 2007; Hekkert and Negro, 2009; Hekkert et al., 2007a; Negro et al., 2008)
حمایت از سوی گروه‌های پشتیبان	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت دهی به جستجو	انتشار دانش از طریق شبکه‌ها	توسعه دانش	فعالیت‌های کآفرینی	(Negro et al., 2007)
	تامین مالی فرایند نوآوری	شکل‌دهی بازار محصول جدید	تامین حداقل‌های کیفی	شبکه‌سازی	تحقیق و توسعه	مزیت‌سازی	(Edquist, 2005)
	فعالیت‌های حمایتی		ایجاد و تغییر ساختار صنعتی			فراهم کردن خدمات مشاوره‌ای	
هموار کردن ایجاد	تامین منابع	هموار کردن	هدایت فرایند جستجو			ایجاد دانش جدید	(Jacobsson and Bergek,

اثرات جانبی مثبت		شکل‌گیری بازار					2004)
		آموزش	مصرف نهایی	ارتباط	تحقیق	اجرا	(Liu and White, 2001)
مشروعیت‌بخشی فناوری و بنگاه	ایجاد نیروی انسانی	ایجاد بازار و انتشار دانش بازار	هدایت تکنولوژی	افزایش شبکه‌سازی	انجام تحقیقات بازار	ایجاد و انتشار محصول جدید	(Rickne, 2000b)
	حمایت هموارسازی تامین مالی					ایجاد و انتشار فرصت نوآورانه	
غلبه بر مقاومت در برابر تغییر	تامین منابع	ایجاد و شبیه‌سازی بازار	کاستن از عدم تعیین	هموارسازی تبادل دانش و اطلاعات			(Johnson, 1998)
		تامین مشوق‌ها برای بنگاه‌ها	هدایت فرایند جستجو				
			شناسایی پتانسیل‌های توسعه				

اخیرا جاکوبسون و برگگ (۲۰۱۲) 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. این کارکردها در جدول ذیل ارائه شده است.

جدول ۲- کارکردهای پیشنهادی برگرفته از (Bergek et al., 2008; Hekkert and Negro, 2009; Suurs et al., 2010)

کارکرد	توصیف
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.
خلق دانش	دربرگیرنده‌ی فعالیت‌های یادگیری است که به‌طور عمده بر دانش فنی فناوری و به‌میزان کمتر، بر بازار، شبکه‌ها و مصرف‌کننده‌های آن تمرکز دارد. این فرایند یادگیری، به اقسام گوناگونی می‌تواند واقع شود. یادگیری کتابخانه‌ای و یادگیری درحین انجام کار از انواع مهم این دسته از فعالیت‌ها هستند.
انتشار دانش	دربرگیرنده‌ی فعالیت‌هایی است با هدف پراکنده‌سازی ^۱ و به‌اشتراک‌گذاری ^۲ دانش و اطلاعات انجام می‌شوند. بنابراین، مهمترین نقش کارکرد انتشار دانش، ایجاد یادگیری تاملی است. وجود روابط و در حالت پیچیده‌تر، شبکه‌هایی از بازیگران از پیش‌نیازهای این کارکرد به‌شمار می‌رود.
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.
شکل‌گیری بازار	شامل فعالیت‌هایی (مانند حمایت‌های مالی از کاربرد فناوری نوظهور) است که با ارائه‌ی امتیازاتی منجر به ایجاد تقاضا برای فناوری می‌گردد.
تأمین منابع	شامل تخصیص سرمایه‌های مالی، انسانی، مکمل و مواد مورد نیاز 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.
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.

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 اول سیستم شناسایی کرده‌اند^۳. بنابراین می‌توان به کارکردهای سیستم به‌عنوان زیرکارکردهای کارکرد اصلی آن نگریست. این کارکردها عوامل فرایندی مؤثر بر توسعه‌ی تکنولوژی محسوب می‌شوند. همچنین، کارکردهای سیستم برابندی از فعالیت‌های

1 Dissemination

2 Sharing

^۳ هنگامی که گفته می‌شود کارکردها در سطح اول سیستم تعریف شده‌اند، کارکرد کلی سیستم به‌صورت پیش‌فرض در سطح صفر سیستم تعریف شده است.

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، تامین منابع موردنیاز، شکل‌دهی به بازار، و مشروعیت‌بخشی کارکردهای اصلی یک نظام نوآوری است. برای اینکه بتوان به شناسایی موانع و محرک‌های موجود در انجام فعالیت در هر کارکرد پرداخت، لازم است تا در ابتدا شاخص‌هایی برای هر کارکرد استخراج نمود. بر اساس این شاخص‌ها، در فاز بعدی پرسش‌هایی (با محوریت قرار دادن هر شاخص و زیرکارکرد) 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 در زمینه‌ی 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. درحقیقت، کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی نقطه‌ی جدایش نظام تکنولوژیکی نوآوری از یک سیستم تحقیق و توسعه است. مثال‌هایی از فعالیت‌های مربوط به این کارکرد، ساخت نمونه‌های اولیه از فناوری با هدف فروش یا نمایش آن و برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی از آن است. کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی را می‌توان در بخش خصوصی و از طریق شرکت‌های انتفاعی و نیز از طریق بازیگران موجود در بخش دولتی تحقق بخشید. بنابراین، بسته به نیاز فناوری و توانایی بازیگران می‌توان از قابلیت‌های هر دو بخش بهره برد. شرکت‌های انتفاعی دخیل در تحقق این کارکرد را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد. گروه اول، شرکت‌کننده‌های جدیدی هستند که از فرصت 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 به‌میزان کمتر، بر بازار، شبکه‌ها و مصرف‌کننده‌های آن تمرکز دارد. این فرایند یادگیری، به اقسام گوناگونی می‌تواند واقع شود. یادگیری کتابخانه‌ای و یادگیری درحین انجام کار از انواع مهم این دسته از فعالیت‌ها هستند. کارکرد خلق دانش را باید به‌عنوان پیش‌نیازی ضروری برای توسعه فناوری در نظر گرفت. در بستر 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 می‌تواند منبع داخلی یا خارجی داشته باشند. به‌بیان بهتر می‌توان گفت که توسعه‌ی دانش، می‌تواند توسط فعالیت‌هایی بصورت 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 به‌شمار می‌رود. مهمترین نقش یک شبکه، آسان‌سازی تبادل اطلاعات در بین بازیگران است. کارکرد انتشار دانش، شامل این تعاملات موجود میان بازیگران است. فعالیت‌های مربوط به انتشار دانش، توسط 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 غیرفنی (مانند بازار)
- فراهم‌آوری بسترهای لازم برای اطلاع‌رسانی در رابطه با دانسته‌های موجود (بدانیم که چه می‌دانیم) مانند فراهم‌آوری پایگاه‌های اطلاعاتی یکپارچه
- میزان فعالیت شبکه‌های دانشی موجود
- برگزاری کنفرانس‌ها، کارگاه‌های آموزشی
- پیمان‌ها و توافق‌نامه‌های بین بازیگران با هدف تبادل دانش

د) جهت‌دهی به سیستم

به‌علت محدود بودن منابع در دسترس، می‌بایست از میان گزینه‌های مختلف فناورانه موجود دست به انتخاب زد. بدون انجام این کار، نیاز و انتظارات بازیگران از روند توسعه ناشناخته باقی مانده و منابع در دامنه‌ی وسیعی از گزینه‌ها پراکنده شده و به‌هدر می‌رود. برای جلوگیری از هدررفت 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 به هدر رفته و تمام گزینه‌های توسعه، ناموفق باقی می‌ماند. همچنین، رفع مشکلات موجود در کارکردهای دیگر نظام نیز می‌تواند در قالب این کارکرد انجام شود. این کارکرد می‌تواند توسط بازیگران مختلفی از جمله صنعت، دولت و بازار تحقق پیدا کند.

نمونه‌هایی از رخدادهای موثر بر تحقق این کارکرد، به شرح زیر است:

- هدف‌گذاری‌های انجام شده در زمینه فناوری
- استانداردهای تدوین شده در زمینه مطالعات و جهت‌دهی‌های مناسب
- قوانین وضع شده در زمینه فناوری (تسهیل‌گر، تنظیم‌گر، سیاست‌ها)
- حرکت‌های جمعی از سوی تعدادی از بازیگران در 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 تولیدشده 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، به‌میزان زیادی با کارکرد جهت‌دهی فرایندهای تحقیقاتی شباهت دارد. بزرگترین تفاوت بین آن‌ها این است که در کارکرد حمایت از سوی نهادهای پشتیبان، قواعد موجود در نظام تکنولوژیکی نوآوری تغییر نمی‌کنند. این کارکرد تنها به متقاعدسازی نهادهای پشتیبان می‌پردازد. سپس، رسمیت‌بخشیدن به فناوری از طریق وضع قواعد جدید، توسط نهادهای پشتیبان صورت می‌پذیرد. فعالیت وضع قوانینی در حمایت از فناوری نیز مربوط به کارکردهای دیگر (مانند جهت‌دهی فرایندهای تحقیقاتی و 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 NGOها)

- 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، سوالات مطرح شده در فاز دو از جامعیت برخوردار می‌گردند. به‌زور خلاصه، کلیه زیرکارکردها را می‌توان در قالب جدول صفحه بعد به‌نمایش گذاشت:

جدول ۳- کارکردهای نظام نوآوری و شاخص‌های کمی و کیفی

عامل	زیرعامل	شاخص‌های کیفی	شاخص‌های کمی	
فعالیت‌های کارآفرینانه	ایجاد فرصت‌های جدید	تعداد پروژه‌های انجام شده با هدف تجاری‌سازی	تعداد شرکت‌های ثبت شده در زمینه فناوری	
			ورود شرکت‌های موجود به عرصه فناوری	
			حجم سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر انجام شده	
			برگزاری نمایشگاه تکنولوژی	
توسعه‌ی دانش	نمایش فرصت‌های جدید	انجام پروژه‌های نمایشی		
	فنی	تعداد مقالات ISI منتشر شده در زمینه تکنولوژی	تعداد حق اختراعات ثبت شده به صورت بین‌المللی 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 مطالعه‌ی بازار	
			تعداد مطالعات امکان‌سنجی انجام شده	
	انتشار دانش	فنی	تعداد فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نوآورانه مشترک صورت پذیرفته میان واحدهای مختلف (با هدف تسهیم 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 تحصیل‌کرده دانشگاهی با محوریت تکنولوژی	
			تعداد گزارش‌های منتشر شده در رابطه با مطالعه‌ی بازار	

عامل	زیرعامل	شاخص‌های کیفی	شاخص‌های کمی	
جهت‌دهی به سیستم	رسمی (وضع نهادها)	قانون گذاری در رابطه با تکنولوژی	تعداد مطالعات امکان‌سنجی منتشر شده	
	غیررسمی (شکل‌گیری انتظارات)	وضع چشم‌اندازهای جدید برای توسعه‌ی تکنولوژی و یا موارد دیگر که بر تکنولوژی اثرگذارند	استانداردهای تدوین شده	
	شکل‌گیری بازار	شفاف‌سازی تقاضای کاربران اصلی	شکل‌گیری محرک‌هایی برای توسعه‌ی تکنولوژی یا نوع خاصی از آن (مانند ارزان شدن قیمت منابع مصرفی تکنولوژی)	تعداد و تنوع کاربران موجود برای تکنولوژی
		رشد تکنولوژی در کشورهای دیگر	ایجاد تغییر در عوامل کلان اثرگذار بر سیستم (مانند تغییرات آب و هوایی)	تعداد و تنوع نهادهای تنظیم‌شده برای شکل‌دهی به بازار
شناسایی مرحله‌ی بلوغ (دوره‌ی عمر) بازار		شکل‌گیری انتظاراتی درباره‌ی آینده‌ی تکنولوژی	کمک‌های بلاعوض دولتی (بارانه)	
بسیج منابع	مالی	سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی در گسترش فناوری	سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی در گسترش فناوری	
	انسانی	در دسترس بودن نیروی انسانی فنی در رابطه با تکنولوژی موردنظر	در دسترس بودن نیروی انسانی فنی در رابطه با تکنولوژی موردنظر	
	مواد	تأمین مواد اولیه‌ی مورد نیاز برای توسعه‌ی تکنولوژی از خارج از کشور	تأمین مواد اولیه‌ی مورد نیاز برای توسعه‌ی تکنولوژی از خارج از کشور	
	دارایی‌های مکمل	توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز تکنولوژی و محصولات و خدمات مکمل	توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز تکنولوژی و محصولات و خدمات مکمل	
مشروعیت بخشی	میزان هم‌گرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری تکنولوژیک در حال توسعه	میزان هم‌گرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری تکنولوژیک در حال توسعه	میزان هم‌گرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری تکنولوژیک در حال توسعه	
		میزان مشروعیت سرمایه‌گذاری در توسعه‌ی تکنولوژی و محصولات مربوط به آن	میزان مشروعیت سرمایه‌گذاری در توسعه‌ی تکنولوژی و محصولات مربوط به آن	
	رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از تکنولوژی اعمال نفوذ گروه‌های پشتیبان	رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از تکنولوژی	رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از تکنولوژی	رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از تکنولوژی
		اعمال نفوذ گروه‌های پشتیبان	اعمال نفوذ گروه‌های پشتیبان	اعمال نفوذ گروه‌های پشتیبان

عامل	زیرعامل	شاخص‌های کیفی	شاخص‌های کمی
		تکنولوژی در بخش‌های مختلف دولت و صنعت	
		میزان حمایت از تکنولوژی موردنظر در رسانه‌ها	

۱-۷- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این فصل پس از بیان تعاریف و مفاهیم تدوین سیاست‌های کلان، به بیان ویژگی‌ها و اصول تدوین سیاست‌های کلان پرداخته شد. سپس چارچوبی جهت طراحی سیاست‌های کلان ارائه گردید. در این چارچوب نظرات خبرگان، اصول تدوین سیاست و ملاحظات اهداف کلان توسعه به عنوان ورودی تدوین سیاست‌های توسعه در نظر گرفته می‌شود.

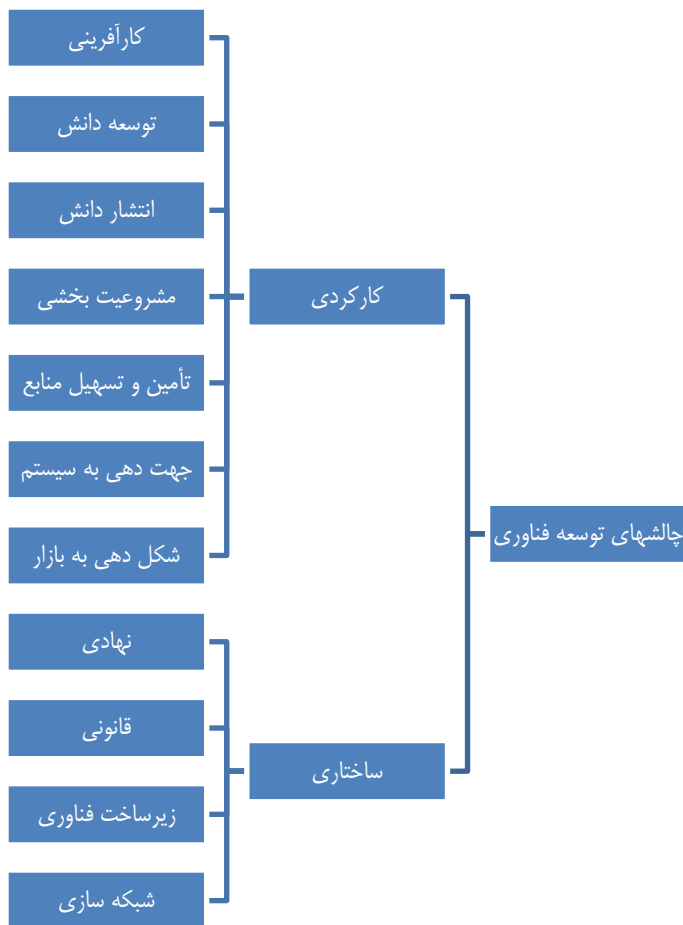
۲- تدوین سیاست‌ها و اقدامات پشتیبان

۱-۸- مقدمه

در این بخش تلاش می‌شود به منظور دستیابی به چشم‌انداز و اهداف کلان، اقدامات و سیاست‌های پشتیبان تحقق ارکان جهت‌ساز تعیین شود. به منظور تدوین اقدامات سیاستی در گام نخست می‌بایست موانع و چالش‌های پیشروی این حوزه شناسایی شده و بر اساس آن اقدامات سیاستی لازم در جهت برطرف‌سازی موانع شناسایی شده ارائه شود.

۱-۹- شناسایی موانع و چالش‌های بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاهی

در بررسی چالش‌های توسعه، به طور کلی چالش‌ها در دو گروه کارکردی و ساختاری قرار می‌گیرند. چالش‌های کارکردی به ۷ دسته کارآفرینی، توسعه دانش، انتشار دانش، مشروعیت بخشی، تأمین و تسهیل منابع، جهت‌دهی به سیستم و شکل‌دهی به بازار و چالش‌های ساختاری به ۴ دسته نهادی، قانونی، زیر ساخت فناوری و شبکه سازی تقسیم می‌شوند. شکل ۲ طبقه‌بندی چالش‌های فناوری را نمایش می‌دهد.



شکل ۲- طبقه‌بندی چالش‌های پیش روی توسعه فناوری

استفاده از طبقه‌بندی باعث سهولت و افزایش دقت در شناسایی چالش‌ها می‌شود. با استفاده از طبقه‌بندی فوق‌الذکر، مصاحبه‌ای با خبرگان انجام شد و پانزده چالش به عنوان چالش‌های اصلی پیش روی توسعه فناوری‌های بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها شناسایی شدند. لیست خبرگان مورد مصاحبه قرار گرفته در جدول ذیل قابل مشاهده است.

جدول ۴- لیست و مشخصات خبرگان

ردیف	لیست خبرگان	سمت و محل خدمت
۱	مهندس فریبرز تیموری	مدیرعامل شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران
۲	مهندس خسرو قییم	مدیر امور فنی و مهندسی شرکت مپنا
۳	مهندس فردنیا	کارشناس امور فنی و مهندسی شرکت مپنا
۴	مهندس غلامرضا مهرداد	مدیر کل دفتر پشتیبانی فنی تولید شرکت توانیر
۵	مهندس عبدالرضا شیرمحمدی	مدیرعامل شرکت مدیریت تولید برق بعثت

ردیف	لیست خبرگان	سمت و محل خدمت
۶	مهندس کیومرث مسعودی	مدیر کارشناسان شرکت البرز تدبیرکاران
۷	مهندس هوشنگ رستمیان	مدیرعامل شرکت رازک پژوهش
۸	دکتر علی زواشکیانی	عضو هیئت علمی دانشگاه تورنتو
۹	مهندس علی‌رضا اصل عربی	مدیر کل راهبری نظام نگهداری و تعمیرات صنعت نفت
۱۰	دکتر مجید یادآور نیک روش	عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی

همانطور که ذکر شد ایشان پانزده چالش را به عنوان چالش‌های اصلی پیش روی توسعه فناوری‌های بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات شناسائی کردند. مشروح این چالشها در جدول ذیل قابل مشاهده است.

جدول ۵- لیست موانع و چالش‌های اصلی توسعه فناوری بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها

ردیف	لیست موانع و چالش‌های اصلی
۱	کمبود سیاستها، قوانین، مقررات و ضوابط اجرایی و استانداردها در این حوزه
۲	عدم وجود نظام آموزشی منسجم و کارآمد برای پرسنل O & M و نیروگاهها و شرکت های تعمیراتی
۳	ناکارآمدی نظام احراز صلاحیت حرفه ای افراد و شرکت های ارائه خدمات O & M
۴	کمبود منابع و مشوق‌های مالی
۵	عدم وجود زیرساختها و ثبات کافی در تامین خدمات مورد نیاز حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات
۶	عدم هماهنگی بازیگران حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاهها و تحلیل رفتن متولی این حوزه در توانیر
۷	دچار شدن به روزمرگی و عدم وجود تفکر درازمدت در برنامه‌ریزی‌ها
۸	وجود نگاه تولید محور و ظرفیت محور در میان مدیران و عدم وجود دید نقطه سر به سری و بازگشت سرمایه ای
۹	عدم وجود یا ناکارآمدی واحدهای R & D در این حوزه
۱۰	بکارگیری افراد فاقد صلاحیت لازم در نیروگاهها
۱۱	عدم رعایت مالکیت معنوی
۱۲	عدم رعایت نقش دولت و بخش خصوصی در تعادل با یکدیگر
۱۳	عدم دنبال کردن فعالیتهای بر اساس یک نقشه راه کارآمد

ردیف	لیست موانع و چالش‌های اصلی
۱۴	عدم حمایت ساختار یافته از بخش خصوصی در توسعه تکنولوژی فناوری‌های حوزه O&M
۱۵	عدم وجود یک مرکز متولی حوزه و ایفا نقش در مدیریت توسعه فناوری و تسهیل ارائه خدمات به این حوزه

چالش‌های ذکر شده در پنل خبرگان با حضور خبرگان ذکر شده در جدول ۴ مطرح شد. ایشان این پانزده چالش را ذیل ۵ چالش اصلی دسته‌بندی نمودند. همانطور که مشخص است ۳ چالش مربوط به چالش‌های کارکردی و ۲ چالش مربوط به چالش‌های ساختاری است. مهمترین چالش‌های پیش رو توسعه فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها، در جدول ۶ قابل مشاهده است.

جدول ۶- طبقه‌بندی چالش‌های پیش روی توسعه فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها

طبقه‌بندی	چالش توسعه فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها
نهادی	عدم هماهنگی بازیگران حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها و تحلیل رفتن متولی این حوزه در توانیر
تأمین و تسهیل منابع	کمبود منابع و مشوق‌های مالی
قانونی	کمبود قوانین، مقررات و استانداردها
زیرساخت فناوری	عدم وجود زیرساختها و ثبات کافی در تامین خدمات مورد نیاز حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات
انتشار دانش	کمبود آموزش‌های تخصصی

۱-۱۰-۱- تدوین اقدامات و سیاست‌های پشتیبان

۱-۱۰-۱- مقدمه

پس از شناسایی چالش‌ها و موانع موجود بر سر راه توسعه بخش O&M، حال نوبت آن است تا سیاست‌ها و اقدامات مورد نیاز در جهت توسعه این بخش تدوین گردد. برای نیل به این هدف می‌بایست از چندین ورودی استفاده کرده و سیاست‌ها را تدوین

نمود. از یک سمت همانطور که در گزارش فاز سوم اشاره گردید، تعدادی از فناوری‌ها به عنوان فناوری‌های اولویت‌دار معرفی گردید که حال می‌بایست در این بخش اقدامات مورد نیاز در جهت توسعه آن‌ها در کشور انجام شود. از سمت دیگر در بخش قبل چالش‌های پیشروی این حوزه شناسایی گردید که می‌بایست در جهت برطرف‌سازی آن چالش‌ها، چاره‌اندیشی شود (نگاه پایین با بالا). از طرف دیگر در گزارش فاز سوم چشم‌انداز و اهدافی برای این حوزه ترسیم گردید که می‌بایست در جهت تحقق آن‌ها برنامه‌ها و اقداماتی را تدوین نمود (نگاه بالا به پایین). در ادامه برنامه‌ها و اقدامات سیاستی در جهت توسعه این حوزه ارائه خواهد گردید.

۱-۱۰-۲- برنامه‌ها و اقدامات سیاستی پیشنهادی

به منظور تدوین برنامه‌ها و اقدامات سیاستی، تیم فنی پروژه با بهره‌گیری از نظرات مشاور مدیریت فناوری پروژه و نیز نظرات هر یک از اعضای کمیته راهبری، در چندین نوبت پیشنویس‌هایی از برنامه‌ها و اقدامات سیاستی پیشنهادی خود را در جلسات کمیته راهبری پروژه مطرح نمود که در پایان در جلسات هشتم و نهم کمیته راهبری (در تاریخ‌های ۱۳۹۴/۰۴/۳۱ و ۱۳۹۴/۰۶/۱۰) لیست نهایی برنامه‌ها و اقدامات سیاستی پیشنهادی مورد تأیید اعضای محترم کمیته راهبری قرار گرفت. با توجه به جمع‌بندی‌های انجام شده طی جلسات مذکور مقرر گردید در تدوین برنامه‌ها و اقدامات سیاستی سه رویکرد اصلی ملاک عمل قرار گیرد:

✓ رویکرد توسعه ساختار

✓ رویکرد توسعه فناوری

✓ رویکرد برطرف‌سازی نیازهای عاجل

در واقع هر یک از این رویکردها هدفی را دنبال می‌نمودند و در جهت برآورده سازی آن اهداف مقرر گردید ۷ اقدام کلان در این حوزه انجام شود.

۱. راه اندازی مرکز مدیریت و توسعه فناوری بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و انجام وظایف

مستمر

۲. مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق

۳. حمایت و توسعه فناوریهای نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات
۴. رصد فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات
۵. محاسبه و تحلیل اقتصاد تولید برق و بهینه‌سازی آن
۶. بروز رسانی، یکسان‌سازی فرایند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی
۷. اطلس اندازه‌گیری و پایش ظرفیت، راندمان، مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آنها

جدول ذیل رویکردها، اهداف و اقدامات کلان حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات را نشان می‌دهد.

رویکرد	هدف	اقدام کلان
رویکرد توسعه ساختار	باز طراحی و ساماندهی ساختار بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در بخش تولید صنعت برق	<ul style="list-style-type: none"> ✓ راه‌اندازی مرکز مدیریت و توسعه فناوری بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی ✓ مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق
رویکرد توسعه فناوری	توسعه فناوری حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات	<ul style="list-style-type: none"> ✓ حمایت و توسعه فناوریهای نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ✓ رصد فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات
رویکرد برطرف‌سازی نیازهای عاجل	برآورده ساختن نیازهای حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات	<ul style="list-style-type: none"> ✓ اطلس اندازه‌گیری و پایش ظرفیت، راندمان، مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آنها ✓ محاسبه و تحلیل شاخص‌های فنی و اقتصادی تولید برق و بهینه‌سازی آن ✓ بروز رسانی، یکسان‌سازی فرایند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی

به منظور پیاده‌سازی این ۷ طرح کلان نیاز است تا اقدامات خرد دیگری در دستور کار قرار گیرد تا بتوان به تحقق اهداف تعیین شده امیدوار بود. این اقدامات خرد عبارتند از:

۱. طرح ۱ : تهیه اطلس اندازه‌گیری ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور و بهینه‌سازی مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی

۱.۱. پروژه : تهیه الگوی اندازه‌گیری پارامترهای مؤثر در ظرفیت و راندمان و مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی کشور و استانداردسازی آن

۱.۲. پروژه : تعیین قوانین و ضوابط اجرایی برای جاری کردن طرح اطلس ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور

۱.۳. پروژه : برنامه‌ریزی و اجرای اطلس ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور براساس الگوی استاندارد شده در پروژه مورد اشاره در بند (۱-۱)

۱.۴. پروژه : بررسی جامع مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آن

۲. طرح ۲: راه‌اندازی مرکز مدیریت توسعه فناوری بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی

۲.۱. پروژه : تکمیل مطالعات و تعیین اهداف، وظایف، ساختار و سیستم کسب و کار (Business plan) مرکز توسعه فناوری بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات به کمک مشاور

۲.۲. پروژه : اقدامات اجرایی برای راه‌اندازی و توسعه فعالیتهای مرکز توسعه فناوری بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات

۲.۳. پروژه : ارزیابی عملکرد پس از انجام طرح راه‌اندازی مرکز توسعه فناوری بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات و تعیین اقدامات اصلاحی به این منظور

۳. طرح ۳ : به کارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق

۳.۱. پروژه ایجاد سازوکار لازم برای بکارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق و انجام آن در یک نیروگاه گازی، بخاری و سیکل ترکیبی پایلوت

۳.۲. پروژه اجرای مستمر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق

۳.۳. پروژه ارزیابی عملکرد پس از انجام طرح بکارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق و تعیین اقدامات اصلاحی به این منظور

۴. طرح ۴: توسعه فناوری‌های نوین بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات در بخش تولید صنعت برق با هدف بهینه‌سازی آنها

۴,۱. پروژه: بررسی جامع وضعیت بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور و طبقه‌بندی و ارزیابی راهکارهای

بهینه‌سازی آنها

۴,۱,۱. زیر پروژه: بررسی وضعیت، مدون‌سازی و ارزیابی تصویری از فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

نیروگاه‌های کشور و تعیین راهکارهای بهبود وضعیت مذکور بر اساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های موجود

۴,۱,۲. زیر پروژه: اجرای راهکارهای مورد اشاره در بند (۴-۱-۱) در دو نیروگاه پایلوت از نسل قدیم و جدید

۴,۱,۳. زیر پروژه: تهیه قوانین، ضوابط اجرایی برای توسعه راهکارهای توسعه فناوری به دست آمده در بندهای (۴-۱-۱)

و (۴-۱-۲) به نیروگاه‌های کشور

۴,۲. پروژه تعیین چگونگی توسعه فناوری‌های مورد نیاز حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات براساس نتایج پروژه (۴-۱)

(۱)

۴,۳. پروژه طراحی و توسعه سیمولاتورهای آموزشی و مهندسی (نرم‌افزاری و سخت‌افزاری) برای واحدهای گازی، بخاری

و سیکل ترکیبی و ارزیابی خدمات به نیروگاه‌های کشور

۴,۴. پروژه توسعه فناوری CBM و عیب‌یابی و بکارگیری نتایج در یک واحد بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و

استانداردسازی و تعمیم و ترویج آن در بخش تولید صنعت برق

۴,۵. پروژه بومی‌سازی و بکارگیری رویکردهای TPM، RCM و RBM در یک نیروگاه پایلوت بخاری، گازی و سیکل

ترکیبی و تهیه استانداردهای لازم برای توسعه آن در نیروگاه‌های کشور

۴,۶. بنیان‌گذاری بانک اطلاعات اندازه‌گیری سوابق حوادث و تحلیل آنها در قالب پروژه‌های RCM، RBI

۴,۷. پروژه توسعه فناوری‌های جمع‌آوری، ثبت، تحلیل و مدیریت اطلاعات (IT) در بخش تولید صنعت برق

۴,۸. پروژه توسعه فناوری‌های تحلیل قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی با هدف بهبود فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و

تعمیرات واحدهای نیروگاه کشور

۵. طرح ۵: فراهم‌سازی امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری محاسبه و تحلیل شاخص‌های فنی و اقتصادی تولید برق در

نیروگاه‌های کشور و بهینه‌سازی آن

- ۵,۱. پروژه: محاسبه و تحلیل قیمت تمام شده تولید برق واحدهای نیروگاهی و ارایه راهکارهای بهینه‌سازی هزینه‌های مذکور و اجرای آن در یک نیروگاه گازی، بخاری و سیکل ترکیبی
- ۵,۲. پروژه: توسعه امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری توزیع اقتصادی بار بین واحدهای یک نیروگاه و اجرای آن در یک نیروگاه نمونه
- ۵,۳. پروژه: بررسی جامع تعامل بازار برق و بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آن از دید مالک
- ۵,۴. پروژه: تحلیل هزینه‌ها و منافع تولید برق از دیدگاه مالک نیروگاه در طول عمر پروژه
- ۵,۵. پروژه: تعیین و بروز نمودن ترکیب بهینه توسعه ظرفیت بخش تولید صنعت برق براساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های موجود با توجه به ملاحظات O&M
- ۶ طرح: بروزرسانی، یکسان‌سازی فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و بهینه‌سازی آنها
- ۶,۱. پروژه: همگون‌سازی و استاندارد کردن بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری و گازی و سیکل ترکیبی و پیاده‌سازی استانداردهای مصوب
- ۶,۲. پروژه: همگون‌سازی و استاندارد کردن رویه اخذ گواهی‌نامه تأیید صلاحیت بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و پیاده‌سازی استانداردهای مصوب
- ۶,۳. پروژه: همگون‌سازی شاخص‌ها و استاندارد کردن نحوه ارزیابی عملکرد واحدهای نیروگاهی و پیاده‌سازی استانداردهای مورد اشاره
- ۶,۴. پروژه: همگون‌سازی و استاندارد کردن نرم‌افزارهای بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و پیاده‌سازی استانداردهای مذکور
- ۶,۵. پروژه: همگون‌سازی و استاندارد کردن نظام آموزش پرسنل بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی

۶,۶. پروژه: یکپارچه‌سازی، تدوین و بهینه‌سازی قوانین و ضوابط اجرایی برای بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش

تولید صنعت برق

۶,۷. پروژه: بررسی و ایجاد ساز و کار برای توسعه شرکت‌ها و پیمانکاران و متخصصین صاحب صلاحیت در حوزه

بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

۷. طرح ۷: رصد فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی

۷,۱. پروژه: به کارگیری فناوری‌های نانو در بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی

۷,۲. پروژه: بررسی مبانی تئوریک و به کارگیری فناوری‌های eMaintenance، Terotechnology در یک نیروگاه

نمونه و بومی‌سازی آن

۷,۳. پروژه: بررسی به کارگیری فناوری RBD در طراحی واحدهای نیروگاهی در کشور

۳- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این گزارش چالش‌های اصلی پیش روی توسعه حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها پرداخته شد و پنج چالش زیر به عنوان چالش‌های اصلی شناخته شدند.

✓ عدم هماهنگی بازیگران حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها و تحلیل رفتن متولی این حوزه در توانیر

✓ کمبود منابع و مشوق‌های مالی

✓ کمبود قوانین، مقررات و استانداردها

✓ عدم وجود زیرساختها و ثبات کافی در تامین خدمات مورد نیاز حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

✓ کمبود آموزش‌های تخصصی

در پایان در جهت مقابله و رفع چالش‌های فوق‌الذکر و در جهت تحقق اهداف کلان دسته‌ای از سیاستها با استفاده از نظر خبرگان پیشنهاد گردید. که با توجه به سه رویکرد کلان زیر تهیه شده‌اند:

✓ رویکرد توسعه ساختار

✓ رویکرد توسعه فناوری

✓ رویکرد برطرف‌سازی نیازهای عاجل

مراجع

- [1] Ahrens, J., 2002. *Governance and the implementation of technology policy in less developed countries*. Econ. Innovation New Tech. 11, 441-476.
- [2] Colebatch H.K., 2002. *Policy*. Second edition, Open University Press, Buckingham.
- [3] Faulhaber G.R., 2000. *Emerging technologies and public policy: in Wharton on managing emerging technologies*, ed. G.S. Day, P.J.H. Schoemaker and R.E. Gunther, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- [4] Agency, International Energy. *Energy Technology Roadmaps: a guide to development and implementation*. Paris : OECD/IEA, 2014.
- [5] مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور. *روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی*. تهران : در دست چاپ.

۱۳۹۲.

- [6] <http://2rooznameh.ir/index/index.php/>

فهرست مطالب

۱-مرور ادبیات.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۱
۲-۱- مفاهیم ساختار کنشگران در توسعه فناوری.....	۱
۳-۱- نظام نوآوری فناورانه.....	۱۱
۴-۱- مرور ادبیات مرتبط با تدوین نقشه راه.....	۲۵
۱-۴-۱- مفاهیم نقشه راه.....	۲۵
۲-۴-۱- تدوین نقشه راه.....	۲۷
۵-۱- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری.....	۲۹
۲-تحلیل ساختاری و نگاشت نهادی حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور.....	۳۰
۱-۲-۱- مقدمه.....	۳۰
۲-۲- تحلیل ساختاری و نگاشت نهادی.....	۳۰
۱-۲-۲- معرفی شرکت‌ها، سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با بخش O&M در صنعت برق یا صنایع مشابه در داخل کشور.....	۳۱
۳-۲- تحلیل نگاشت نهادی.....	۷۳
۳-تدوین ره‌نگاشت توسعه فناوری‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور.....	۷۵
۱-۳- مقدمه.....	۷۵
۲-۳- معرفی طرح‌ها و تعیین زمان، هزینه و متولیان طرح‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات.....	۷۷
۱-۲-۳- مقدمه.....	۷۷
۲-۲-۳- معرفی طرح‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات.....	۷۷
۳-۲-۳- تعیین زمان، متولیان طرح‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات.....	۸۲
۴-۲-۳- ره‌نگاشت فناوری.....	۹۳

- ۳-۲-۵- شناسنامه طرح‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ۹۵
- ۳-۳- تقسیم کار ملی ۱۰۴
- ۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۱۰۷
- مراجع ۱۱۰

فهرست شکلها

- شکل ۱- نگاشت نهادی حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور ۳۱
- شکل ۲- نمایی از دستگاه بالانس اوراسپید ۵۱
- شکل ۳- چارت سازمانی مدیریت برق اصفهان ۵۶
- شکل ۴- چارت سازمانی مدیریت برق منطقه ای تهران ۵۸
- شکل ۵- چارت سازمانی معاونت راهبردی شبکه برق کشور ۵۹
- شکل ۶- نقشه راه توسعه بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور ۹۴
- شکل ۷- ساختار اجرایی در سطح ملی ۱۰۶

فهرست جداول

- جدول ۱- فهرست کارکردهای ارائه شده توسط محققان مختلف در طول زمان ۱۵
- جدول ۲- کارکردهای پیشنهادی برگرفته از (HEKKERT AND NEGRO, 2009; BERGEK ET AL., 2008) ;
..... (SUURS ET AL., 2010) ۱۷
- جدول ۳- کارکردهای نظام نوآوری و شاخص‌های کمی و کیفی ۲۳
- جدول ۴- مشخصات بالانس دینامیکی LOW SPEED ۵۰
- جدول ۵- مشخصات بالانس اوراسپید ۵۱
- شکل ۲- نمایی از دستگاه بالانس اوراسپید ۵۱
- شکل ۳- چارت سازمانی مدیریت برق اصفهان ۵۶
- شکل ۴- چارت سازمانی مدیریت برق منطقهای تهران ۵۸
- شکل ۵- چارت سازمانی معاونت راهبردی شبکه برق کشور ۵۹
- جدول ۶- لیست طرح‌های کلان حوزه O&M ۷۶
- جدول ۷- لیست پروژه‌های طرح ۱: تهیه اطلس اندازه‌گیری ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور و بهینه‌سازی
مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی ۸۳
- جدول ۸- لیست پروژه‌های طرح ۲: راه‌اندازی مرکز مدیریت توسعه فناوری بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای
نیروگاهی ۸۳
- جدول ۹- لیست پروژه‌های طرح ۳: به کارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق ۸۴
- جدول ۱۰- لیست پروژه‌های طرح ۴: توسعه فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در بخش تولید صنعت
برق با هدف بهینه‌سازی آنها ۸۵
- جدول ۱۱- لیست پروژه‌های طرح ۵: فراهم‌سازی امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری محاسبه و تحلیل شاخص‌های
فنی و اقتصادی تولید برق در نیروگاه‌های کشور و بهینه‌سازی آن ۸۶

- جدول ۱۲- لیست پروژه‌های طرح ۶: بروزرسانی، یکسان‌سازی فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای ..
بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و بهینه‌سازی آنها ۸۶
- جدول ۱۳- لیست پروژه‌های طرح ۷: رصد فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی
..... ۸۷
- جدول ۱۴- زمان و تقدم- تأخر پروژه‌های طرح ۱ ۸۷
- جدول ۱۵- زمان و تقدم- تأخر پروژه‌های طرح ۲ ۸۸
- جدول ۱۶- زمان و تقدم- تأخر پروژه‌های طرح ۳ ۹۰
- جدول ۱۷- زمان و تقدم- تأخر پروژه‌های طرح ۴ ۹۰
- جدول ۱۸- زمان و تقدم- تأخر پروژه‌های طرح ۵ ۹۱
- جدول ۱۹- زمان و تقدم- تأخر پروژه‌های طرح ۶ ۹۲
- جدول ۲۰- زمان و تقدم- تأخر پروژه‌های طرح ۷ ۹۲

۱- مرور ادبیات

۱-۱- مقدمه

در این بخش تلاش می‌شود متناسب با نوع محتویات گزارش ادبیات مربوطه ارائه گردد. بنابراین ادبیات مربوطه به ساختار کنشگران و نیز نظام نوآوری فناورانه مورد بحث قرار گرفته است.

۱-۲- مفاهیم ساختار کنشگران در توسعه فناوری

کنشگران یکی از سه مؤلفه‌ی ساختاری در توسعه فناوری می‌باشد که با انجام فعالیت، بر فرآیند خلق، انتشار و بهره‌بردار 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 بروندهای یک سیستم تأثیر بگذارد و یا از خروجی‌ها و بروندهای 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 [4]. 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 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^۱ (شناخت کنشگران پیرامون یک واحد تحلیل از روی ارتباطات با سایر کنشگران) توصیه شده است [5].

^۱-Snowball method

در این گزارش کنش‌گران به چهار دسته اصلی تقسیم می‌شوند.

الف) سیاست‌گذار^۱

یک 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. لذا به نظر می‌رسد بررسی ویژگی‌های فرآیند سیاست‌گذاری مناسب، مفید واقع شود. در ادامه، ده ویژگی برای فرآیند مذکور آورده شده است:

- نگاه رو به جلو^۲: واضح است که فرآیند سیاست‌گذاری، پیامدهایی که سیاست برای دستیابی به آن طراحی شده است را تعریف می‌کند. لذا به طور معمول، در این فرآیند باید نگاهی بلند مدت (حداقل پنج ساله) بر اساس روندهای آماری و پیش‌بینی‌های اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و فرهنگی وجود داشته باشد. نکات زیر رویکرد نگاه رو به جلو را واضح‌تر می‌سازد:

- ✓ بیان پیامدهای مطلوب در مراحل اولیه
- ✓ طراحی سناریو یا پیشامدهای احتمالی
- ✓ لحاظ کردن استراتژی بلند مدت اجرایی

✓ استفاده از برنامه آینده‌نگاری^۳ و یا دیگر روش‌های پیش‌بینی

- نگاه بیرون‌گرا^۴: فرآیند سیاست‌گذاری تاثیر عوامل را در سطوح منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی در نظر می‌گیرد و از تجارب دیگر مناطق یا کشورها استفاده می‌کند. نکات زیر رویکرد بیرون‌گرایی را نشان می‌دهد:

✓ استفاده از مکانیسم‌های OECD، EU و غیره

¹- policy-maker

²- looking forward

³- foresight program

⁴- outward looking

✓ استفاده از تجارب دیگر کشورها در برخورد با مسئله‌ای خاص

✓ تشخیص نوسانات در کشور

• نوآور، منعطف و خلاق: فرآیند سیاست‌گذاری در برخورد با مسائل منعطف می‌باشد و ایده‌های نوین را تشویق می‌کند. ریسک‌ها شناسایی می‌شوند و به طور فعال مدیریت می‌شوند. نکات زیر یک رویکرد خلاق، نوآور و منعطف را نشان می‌دهد:

✓ استفاده از جایگزین‌ها برای روش‌های معمولی کاری (مانند جلسات طوفان فکری)

✓ تعریف موفقیت بر حسب پیامدهای شناسایی شده

✓ ارزشیابی و مدیریت هوشیارانه ریسک

✓ حرکت به سمت ایجاد ساختارهای مدیریتی که ایده‌های جدید و کارهای گروهی را ارتقا می‌دهند

• مبتنی بر شواهد^۱: توصیه‌ها و تصمیمات سیاست‌گذاران بر اساس بهترین شواهد موجود و حوزه وسیعی از منابع می‌باشد که تمامی ذینفعان کلیدی در مراحل اولیه دخالت داده می‌شوند. نکات کلیدی رویکرد مبتنی بر شواهد در سیاست‌گذاری شامل:

✓ مرور تحقیقات موجود

✓ انجام تحقیقات جدید

✓ مشاوره با متخصصین مربوطه و/ یا استفاده از مشاورین داخلی و خارجی

✓ لحاظ کردن دامنه وسیعی از گزینه‌های ارزیابی شده و مناسب

• فراگیر^۲: فرآیند سیاست‌گذاری، میزان اثرگذاری سیاست و سهم آن در برآورده‌سازی نیازهای مردم به طور مستقیم و یا غیر مستقیم را در نظر می‌گیرد. یک رویکرد فراگیر، ممکن است شامل جنبه‌های زیر باشد:

^۱- evidence-based

^۲- inclusive

✓ رایزنی با مسئولین پیاده ساز / ارائه‌کننده خدمت

✓ رایزنی با موجودیت‌های تأثیرپذیر از سیاست

✓ انجام ارزشیابی اثر

✓ گرفتن بازخورد از دریافت‌کنندگان یا ارائه‌دهندگان

• پیوسته و کل نگر^۱: فرآیند، نگاهی جامع دارد و فراتر از مرزهای سازمانی حرکت می‌کند. از اینرو، اهداف استراتژیک اداری را در نظر می‌گیرد. در کل می‌توان بیان کرد که هدف عمده، ایجاد پایه‌ای اخلاقی و قانونی برای سیاست می‌باشد و ملاحظات ساختارهای سازمانی و مدیریت صحیح در نظر گرفته می‌شود. نکات زیر، رویکرد کل نگر و پیوسته را نشان می‌دهند:

✓ تعریف اهداف افقی^۲ در مراحل اولیه

✓ تعریف واضح از تنظیمات کاری مشترک با دیگر بخش‌ها

✓ شناسایی دقیق موانع این رویکرد به انضمام استراتژی‌های غلبه بر آن

• یادگیری از تجربیات^۳: به معنای کسب تجربه از روش‌هایی است که کارآمد شناخته شده‌اند و یا عدم کارایی‌شان به اثبات رسیده است. رویکرد یادگیری برای بهبود سیاست شامل جنبه‌های زیر می‌باشد:

✓ جمع‌آوری اطلاعات درباره نمونه‌های عملی منتشر شده

✓ تمیز دادن میان شکست سیاست برای اثرگذاری بر مشکلات و شکست عملیاتی / مدیریتی پیاده‌سازی

سیاست

• ارتباطات: فرآیند سیاست‌گذاری، چگونگی ارتباط سیاست با مردم را در نظر می‌گیرد. موارد زیر در ایجاد ارتباط مؤثر

سیاست سهم قابل توجهی دارند:

¹- joined-up

²- cross-cutting objectives

³- learn lessons

✓ آماده‌سازی و پیاده‌سازی استراتژی ارتباطات / ارائه

✓ ارائه خدمات اطلاعاتی اجرایی از مراحل اولیه

• ارزیابی: ارزیابی سیستماتیک اثربخشی سیاست در فرآیند سیاست‌گذاری وجود دارد. رویکردهای سیاست‌گذاری که تعهد به ارزیابی را نشان می‌دهند، شامل:

✓ تعریفی واضح از هدف ارزیابی مجموعه

✓ تعریف معیارهای موفقیت

✓ تعیین ابزارهای ارزیابی از مراحل اولیه

✓ استفاده از آزمایشات^۱ به منظور اثرگذاری بر پیامد نهایی

• بازنگری^۲: سیاست‌های موجود باید به طور مستمر بازنگری شوند چرا که سیاست‌های طراحی شده برای حل مشکلات، باید کارایی خود را در طول زمان حفظ کنند. جنبه‌های رویکرد بازنگری برای سیاست‌گذاری شامل:

✓ برنامه بازنگری مستمر با شاخص‌های عملکرد متنوع و معنادار

✓ مکانیسم‌هایی برای فراهم کردن بازخورد از سیاست‌های تنظیم شده

✓ دور انداختن سیاست‌های شکست خورده!

ب) تنظیم‌کننده^۳

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

^۱- pilots
^۲- review
^۳-regulator

- جمع‌آوری مالیات‌ها و دیگر درآمدها و ...

به منظور درک بهتر کارکردهای تنظیم‌کننده، بررسی انواع روش‌های تنظیمی مفید خواهد بود.

انواع تنظیمات

• فرمان و کنترل^۱: تنظیم دستور و کنترل نوعاً وضع/ تحمیل استانداردهای حمایت شده توسط مصوبات قانونی است، هرگاه استانداردها سازگار نباشند. بنابراین، قانون به عنوان منع یا اجبار فعالیت‌های معینی به کار می‌رود. استانداردها می‌تواند از طریق قانون‌گذاری یا تنظیم‌کنندگانی که به واسطه فرآیند تنظیم برای تعریف قانون مشروعیت دارند، تنظیم شود. نقاط قوت چنین رویکرد مستقیمی در تنظیم این است که اغلب به طور سریع پیاده‌سازی می‌شوند، محدودیت‌های تعریف شده به طور واضح تنظیم می‌شود، و نشان می‌دهد که تنظیم‌کننده یا دولت قاطعانه عمل می‌کند. از سویی دیگر، این رویکرد می‌تواند برای فعالیت‌های تنظیمی پیچیده باشد. مشکلاتی که ممکن است به واسطه این رویکرد رخ بدهد، در دسته‌های زیر قرار می‌گیرند:

- ✓ تسخیر شدن در فرآیند تنظیم^۲: رویکرد مذکور نیازمند این است که تنظیم‌کننده و تنظیم‌شونده^۳، به ویژه برای تضمین در فراهم آوردن اطلاعات مورد نیاز تنظیم‌کننده، با یکدیگر مشارکت داشته باشند. این ارتباط نزدیک ممکن است به تسخیر شدن تنظیم‌کننده توسط تنظیم‌شونده منتهی شود و در نتیجه آن قوانینی که به نفع یک مجموعه خاص است در نظر گرفته شود نه قوانینی که رفاه عمومی را در بر گیرد.
- ✓ افراط در قانون^۴: این رویکرد اغلب به صورت پیچیده، غیر منعطف و مداخله‌گر به تصویر کشیده شده است. تدبیر در قوانین دقیق، به ویژه زمانی که یک اقتصاد در حال تغییر است، می‌تواند مشکل باشد. به علاوه، درگیری مستقیم سیاست‌گذاران می‌تواند به معنی ایجاد قوانینی در پاسخ به موقعیت‌ها یا زمینه‌های خاص باشد که اغلب در مقیاس‌های زمانی کوتاه در نظر گرفته می‌شود. لذا می‌توان بیان نمود که رویکرد مذکور همواره مؤثر و جلوتر از زمان نمی‌باشد.

¹ command and control

² -regulatory capture

³ -regulatee

⁴ -legalism

✓ تنظیم کردن استانداردها: گاهی اوقات تنظیم یک استاندارد مناسب، به عنوان مثال تعیین یک سطح معین

از آلودگی یا کارایی واقعی اهداف برای سیستم‌های توزیع و انتقال، پیچیده است.

✓ تنفیذ: پیچیدگی قوانین و این امکان که طراحی انجام شده ممکن است تمامی فعالیت‌ها را در بر نگیرد،

تنفیذ را برای تنظیم‌کننده مشکل می‌کند.

• خود-تنظیمی^۱: این رویکرد می‌تواند به عنوان نوعی از نسخه خود انجمنی^۲ رویکرد دستور و کنترل تلقی شود. در این

مورد، اغلب انجمن‌های تجاری یا کسب و کار تشکیل شده که قوانین عملکرد را ایجاد، کنترل و اجرا می‌کنند. به عنوان

یک قانون، خود تنظیمی اغلب به عنوان یک روش کسب و کار دیده می‌شود که اقدام انحصاری به منظور جلوگیری از

مداخله دولت انجام می‌دهد. مزایای این رویکرد شامل سطح بالای تعهد کسب و کارها و ماهیت جامع قوانین تنظیم

شده می‌باشد. به علاوه، این رویکرد منعطف‌تر از رویکرد دستور و کنترل بوده چرا که به قانونگذاری نیازی ندارد. از

سویی دیگر، خود تنظیمی می‌تواند به صورت یک رویکرد غیردموکراتیک، محدود به بررسی دقیق بیرونی و در معرض

سوءاستفاده توسط کسانی که با اهداف مختلف قوانین را تنظیم می‌کنند، دیده شود. در کمترین سطح، خود تنظیمی

همواره در معرض چالش‌های منتج شده از علاقه‌های بیرونی کسانی که فکر می‌کنند استانداردها و قوانین به سمت

کاهش تأثیر فعالیت‌های غیر مطلوب تنظیم نشده است، قرار دارد.

• تنظیم مبتنی بر تشویق^۳: یک تشویق، سیاست، قانون، مکانیسم قیمت، یا رویه‌ایست که به دنبال تعدیل رفتار افراد یا

شرکت‌ها به واسطه تغییر در هزینه‌ها یا سودهای حاشیه‌ای مرتبط با تصمیم یا فعالیت خاص می‌باشد. از یک سو،

می‌توان گفت که تمامی تنظیمات بر مبنای تشویق است چرا که تنظیم از طریق مفهوم پایه جرمه برای رفتارهای

"بد" و پاداش برای رفتارهای "خوب" عمل می‌کند. تنظیم مبتنی بر تشویق سعی دارد به منظور کاهش هزینه‌ها و

بهبود خدمات، برنامه سودمند با سودهای زیاد را پاداش دهد. هدف عمده این است که تنظیم‌شونده فعالیت‌های غیر

مطلوب خود را از طریق تحمیل / وضع مالیات و کمک‌های مالی محدود یا متوقف کند. برای به کارگیری این رویکرد،

گام‌های اصلی شامل انتخاب واحدهای اندازه‌گیری، تعیین خط مبنا، انتخاب اهداف برای بهبود و / یا نگهداری و سپس

¹ -self-regulation

² -do-it-yourself

³ -incentive-based regulation

اجرای تشویق‌ها و جریمه‌ها می‌باشد. یکی از انواع تنظیمات مبتنی بر تشویق، تنظیم مبتنی بر عملکرد^۱ (PBR) است که تشویق‌ها ملزم به بهبود در عملکرد مطلوب، کاهش قیمت و بهبود در کیفیت خدمات می‌باشد. به علاوه، PBR بیشتر به استانداردهای عملکرد خارجی متکی است و کمتر به فعالیت‌های خاص شرکت حساس است. مزایای PBR این است که به بهبود در بهره‌برداری شرکت‌ها، کاهش هزینه‌های نگهداری و عملیات و بهبود در پایایی سیستم کمک می‌کند. طرح تنبیه و تشویق به صورت مکانیکی عمل می‌کند. بنابراین کاهش در حوزه صلاحیت‌های تنظیمی، در مقابل امکان تسخیر در فرآیند تنظیم را کاهش می‌دهد. به علاوه این رویکرد، انعطاف‌پذیری در تصمیم‌گیری شرکت، که آیا از قانون تبعیت کند یا جریمه بپردازد، را فراهم می‌کند. اگرچه به عنوان یکی از معایب این روش، می‌توان به ایجاد قوانین بسیار پیچیده و غیر منعطف که واقعیت‌های بازار در آن لحاظ نشده است، اشاره کرد. از مفروضات اصلی این رویکرد، عقلانیت اقتصادی است که لزوماً در همه موارد یافت نمی‌شود. همچنین، گاهی اوقات پیش‌بینی تأثیر این نوع رویکرد مشکل است. به عنوان مثال، رفتار "بد"، مانند آلودگی، می‌تواند پاداش بگیرد اگر که قوانین به طور صحیح تنظیم نشده باشند.

• مکانیسم‌های مبتنی بر بازار^۲: حوزه وسیعی از مکانیسم‌های مبتنی بر بازار وجود دارند که می‌توانند برای تنظیم فعالیت‌ها مورد استفاده قرار بگیرد. تنظیمات مبتنی بر بازار می‌تواند اثربخشی هزینه‌ای را ثابت کند و مداخلات تنظیمی در عملیات روزانه شرکت‌ها را کمینه کند. انواع مکانیسم‌های معمول مبتنی بر بازار در زیر بررسی می‌شوند.

✓ قوانین رقابتی^۳: قوانینی هستند که برای کنترل رفتار شرکت‌ها ایجاد می‌شوند تا تضمین کند بازار، خدمات را با محدود کردن فعالیت‌های غیر مطلوب مانند قیمت‌گذاری تهاجمی، کمک مالی^۴، تحویل می‌دهد. قانون رقابتی می‌تواند به تنظیم از طریق دستور و کنترل ترجیح داده شود چرا که کمتر در امور شرکت‌ها مداخله می‌کند، برای سرمایه‌گذاری عمومی ارزانتر است.

✓ تنظیم به واسطه قرارداد^۵: دولت می‌تواند از قدرت خرید خود برای تعیین شرایط قراردادها با کسب و کارهای خارجی استفاده کند. شرایط قراردادی برای هدایت اهداف اجتماعی مطلوب، مانند نسبت معینی

¹ -Performance-based regulation

² - market-based regulation

³ -competitive laws

⁴ -cross-subsidization

⁵ -regulation by contract

از انرژی تجدیدپذیر در تولید کالاها، می‌تواند استفاده شود. این رویکرد، گاهی به عنوان راه حل کوتاه‌مدت، در نظر گرفته می‌شود و زمانی ارزشمند است که هدف افزایش سریع استواری فرآیند تنظیم و در زمان کوتاه است. اگرچه ترجیحاً باید تقویت شود و در نهایت با شاخص‌های تنظیمی پایدارتری جایگزین شود. افزایش تنظیم به واسطه قرارداد، نباید به عنوان یک جایگزین برای عامل‌های تنظیمی موجود لحاظ شود، بلکه باید به عنوان یک روش متمم با بهبود در اثربخشی و اعتبار تنظیم‌کننده در نظر گرفته شود. تحت رژیم تنظیم به واسطه قرارداد، یک تنظیم‌کننده به طور بالقوه باید در مذاکرات مجدد قرارداد درگیر شود و از این رو، نقش تنظیم‌کننده به طور فزاینده‌ای یک کارگزار امین یا یک بازیگر بی طرف می‌شود که بر روی ایجاد راه حل‌ها و ایجاد اجماع میان تأمین‌کنندگان خدمات، سرمایه‌گذاران و دولت متمرکز می‌شود.

✓ مجوزهای قابل فروش^۱: این رویکرد در محدود کردن انتشار دی‌اکسیدکربن بسیار مهم است. سطح معینی از انتشار قابل قبول توسط دولت تعیین شده، و به صاحبان بنگاه‌های اقتصادی فوق‌العاده‌هایی^۲ تا حد مجاز واگذار می‌شود. در مقابل صاحبان بنگاه‌های اقتصادی می‌توانند سطح انتشار را از حد تخصیص داده شده پایین‌تر قرار دهند و فوق‌العاده‌های اضافی را مبادله کنند و یا حاضر به پرداخت جریمه شوند. از لحاظ سیاسی، این رویکرد یک مکانیسم جذاب است چرا که شرکت‌ها را در تصمیم‌گیری آزاد می‌گذارد. اگرچه، موفقیت این طرح به حدودی که دولت تعیین می‌کند بستگی دارد.

✓ تنظیم بر اساس افشاگری^۳: این رویکرد نیازمند این است که تولیدکنندگان، منابع یا گنجایش محصولاتشان را بیان می‌کنند. به علاوه، این مکانیسم به مشتریان اجازه می‌دهد تا منبع مقدم را انتخاب کنند. اگرچه، در این روش فرض بر این است که مشتریان برای رسیدن به هدف مطلوب، می‌توانند انتخاب صحیح را انجام بدهند.

¹ -tradable permits

² -allowance

³ -disclosure regulation

ج) تسهیل‌کننده

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

در این راستا، ذکر نکته‌ای لازم به نظر می‌رسد که تفکیک نقش‌های تسهیل‌کنندگان و ارائه‌کنندگان برای خدمات توسعه کسب و کار^۱ ضروری است. در بسیاری از برنامه‌های توسعه‌ای، یک سازمان نقش تأمین‌کننده (ارائه مستقیم خدمات به بنگاه‌های اقتصادی) و نقش تسهیل‌کننده (تشویق دیگر شرکت‌ها برای عرضه خدمات به بنگاه‌های اقتصادی) را توأمأً 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. به علاوه، چنانچه تسهیل‌کنندگان به صورت دولتی سرمایه‌گذاری شده باشند، هنگامی که بازار توسعه پیدا می‌کند و تأمین‌کنندگان و دیگر بازیگران دائمی بازار بر کارکردهای خود مسلط شدند، باید از صحنه بازیگران بازار حذف شود. تنها حالت استثنایی زمانی است که تسهیل‌کننده فعالیت‌های خود را از طریق فروش خدمات به تأمین‌کنندگان از نظر مالی تأمین کند و در نتیجه به یک بازیگر دائمی و پایدار در بازار تبدیل شود.

د) ارائه دهنده کالا و خدمات

این دسته از بازیگران در دو حوزه خدمات آموزشی-پژوهشی و صنعتی قابل تقسیم‌بندی هستند:

➤ ارائه‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی

^۱ - business development services

تأمین‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی شامل دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسساتی هستند که در زمینه آموزش و پژوهش در حوزه فناوری‌های مربوطه فعالیت می‌کنند. این نهادها در زمینه فعالیت‌های تحقیق و توسعه نقش مهمی را می‌توانند ایفا نموده و اغلب نمونه‌های اولیه مورد نیاز صنایع از این نهادها به صنعت منتقل می‌گردد.

➤ ارائه‌کننده خدمات صنعتی (صنعتگران)

شامل بازیگرانی می‌شود که در زمینه‌های صنعتی و تولیدی مرتبط با حوزه فناوری مربوطه فعالیت می‌کنند. این کنشگران ممکن است ترکیبی از عملیات طراحی، ساخت و مونتاژ در حوزه فناوری‌های مربوطه را انجام دهند و یا ارائه‌کننده محصول یا خدمتی به سازندگان این تجهیزات باشند.

۱-۳- نظام نوآوری فناورانه

نظام‌های نوآوری فناورانه^۱ 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 (۱۹۹۱) درباره نوآوری شکل گرفته است که مهمترین محرک‌های خلق، انتشار، و بهره‌برداری از نوآوری‌های فناورانه را در تعاملات نظام‌مند کنش‌گران، تحت زیرساخت‌های نهادی می‌داند. این برداشت از گسترش نوآوری فناورانه با الهام از تئوری بلوک‌های توسعه^۲ (Dahmén, 1988) و نیز در ارتباط با رویکردهای نظام ملی نوآوری^۳ (Freeman, 1988; Nelson, 1988) و نظام بخشی نوآوری^۴ (Breschi and Malerba, 1997) است.

از زمان توسعه اولیه این رویکرد در سال ۱۹۹۱، تغییرات مختلف و بهبودهای متفاوتی در مفهوم و ابزارهای عملیاتی آن صورت پذیرفته است. تمرکز بر فناوری‌های مشخص^۵ به جای تمرکز بر فناوری‌های عمومی و گسترده^۶، تاکید بر وقوع نوآوری‌های بنیادین به‌عنوان محرک گذارهای اجتماعی-فنی به‌جای تاکید بر نوآوری فناورانه به‌عنوان ابزاری در ایجاد رشد اقتصادی، و توجه به فناوری‌های نوظهور (و غالباً پایدار) به‌جای توجه به سایر انواع فناوری، نمونه‌هایی از تغییرات و همگرایی‌هایی صورت

¹ Technological innovation systems (TIS)

² Development blocks

³ National innovation systems (NIS)

⁴ Sectoral innovation systems (SIS)

⁵ Specific technology

⁶ Generic technology

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 محرک‌های 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^۱، 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.

به‌کار 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^۲ یاد می‌گردد. بر این اساس، کارلسون و استنکوویتز (۱۹۹۱) این مفهوم را به‌صورت زیر تعریف می‌کنند:

شبکه‌ای پویا از عوامل که در یک حوزه‌ی اقتصادی/صنعتی خاص باهم در تعامل بوده، تحت مجموعه‌ای از زیرساخت‌های نهادی 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 به‌معنای مواد، سخت‌افزارها، و نرم‌افزارهایی است که به شکل مستقیم در فرایند توسعه بکار می‌روند، و هم به‌شکل دانشی است که چه به شکل عمومی و یا نهفته در محصول وجود دارد (Bergek et al., 2008).

نظام نوآوری فناورانه علی‌رغم دارا بودن ویژگی‌های مشترک با سایر رویکردهای نظام نوآوری، دارای دو ویژگی متمایزکننده از آن‌هاست (Suurs and Hekkert, 2009):

¹ Systemic failures

^۲ این اصطلاح توسط محققین مختلف به‌گونه‌های متفاوت بکار گرفته شده است. Carlsson and Stankiewicz (۱۹۹۱) اصطلاح سیستم‌های تکنولوژیکی را بکار برده‌اند و محققان سوئدی

نیز واژه نظام نوآوری تکنولوژی محور را برگزیده‌اند.

- تاکید بر نقش شایستگی اقتصادی، به‌معنی توانایی در توسعه و بهره‌بردار از فرصت‌های جدید کسب‌وکار در ایجاد نوآوری فناورانه. بر این اساس، بهره‌بردار و ترکیب دانش‌های موجود جز جدایی ناپذیر نوآوری فناورانه می‌باشد. در حقیقت بر خلاف سایر رویکردها که تفکری کلان از نوآوری داشتند، این ویژگی بر اهمیت نیروهای کارآفرین به-عنوان منابع نوآوری تاکید دارد.
 - تاکید جدی بر پویایی سیستم. تمرکز بر نقش کارآفرینان در این رویکرد، زمینه را برای بررسی روند شکل‌گیری این سیستم در طول زمان آماده کرده تا از این طریق روند پویایی در نظر گرفته شود.
- در بکارگیری نظام نوآوری فناورانه، در نظرگیری چهار فرض اساسی ضروری است (Carlsson et al., 2002):
- 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 بهره‌بردار از فرصت‌های فناورانه صورت پذیرد. به‌عبارت دیگر، بالابردن توانایی جذب اهمیت بیشتری از توانایی تولید فناوری جدید دارد.
 - هر بازیگر در چارچوب خردپذیری محدود^۱ 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^۲ قرار می‌گیرد. بلوک‌های شایستگی از جانب طرف تقاضا (محصول یا بازار) و به‌عنوان مجموع زیرساخت‌های لازم برای ساخت، انتخاب، تشخیص دادن، انتشار و بهره‌بردار از ایده-های جدید در خوشه‌هایی از بنگاه‌ها تعریف می‌گردد. نمونه‌ای از تحلیل با این رویکرد را می‌توان در بلوک شایستگی برای نظام سلامت کشور سوئد جستجو نمود که در آن اجزای تشکیل‌دهنده نظام‌های نوآوری فناوری مختلف محصولات و فناوری‌های لازم بخش سلامت را تامین میکنند، به‌تصویر کشیده شده است.

1 Bounded rationality

2 Competence block

۱-۳-۱- شناخت کارکردی نظام نوآوری

نظام‌های نوآوری فناورانه را می‌توان به‌عنوان رویکردی برای تحلیل تغییرات فناورانه به‌کار برد (Hekkert and Negro, 2009). از آن‌جایی که تنها با تحلیل ساختاری نظام‌های فنی-اجتماعی نمی‌توان تمام جوانب تغییرات فناورانه را در نظر گرفت، این رویکرد می‌بایست فراهم‌آورنده‌ی چارچوبی برای تحلیل کارکردی^۱ نظام‌های فنی-اجتماعی باشد. ادکوئیست (۲۰۰۴) دنبال‌کردن فرایندهای نوآوری و یا به تعبیری دیگر، توسعه، انتشار و به‌کارگیری 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^۲.

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.

جدول ۱- فهرست کارکردهای ارائه شده توسط محققان مختلف در طول زمان

کارکردها						مراجع
حمایت از سوی گروه- های پشتیبان	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت دهی به جستجو	انتشار دانش	توسعه دانش	فعالیت‌های کافرینی (Suurs and Hekkert, 2009; Suurs et al., 2010; Suurs et al., 2009)
ایجاد مشروعیت	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت دهی به جستجو	انتشار دانش	توسعه دانش	فعالیت‌های کافرینی (Van Alphen et al., 2009b)
مشروعیت‌بخشی	تامین و تخصیص منابع	ایجاد بازار	جهت دهی به جستجو	انتشار دانش	خلق دانش	فعالیت‌های کافرینی (van Alphen et al., 2009a)
توسعه اثرات جانبی مثبت	مشروعیت‌بخشی	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	تاثیرگذاری بر جهت‌دهی تصمیمات	توسعه و انتشار دانش	آزمایش‌های کافرینی (Bergek et al., 2008b; Jacobsson, 2008)
ایجاد مشروعیت/غلبه بر مقاومت در برابر تغییر	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت دهی به جستجو	انتشار دانش از طریق شبکه‌ها	توسعه دانش	فعالیت‌های کافرینی (Alkemade et al., 2007; Hekkert and Negro, 2009; Hekkert et al., 2007a; Negro et al., 2008)
حمایت از سوی گروه‌های پشتیبان	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت دهی به جستجو	انتشار دانش از طریق شبکه‌ها	توسعه دانش	فعالیت‌های کافرینی (Negro et al., 2007)
	تامین مالی فرایند نوآوری	شکل‌دهی بازار	تامین حداقل‌های کیفی	شبکه‌سازی	تحقیق و توسعه	
	فعالیت‌های حمایتی	محصول جدید	ایجاد و تغییر ساختار صنعتی		مزیت‌سازی	
			ایجاد و تغییر قواعد		فراهم کردن خدمات مشاوره‌ای	(Edquist, 2005)
هموار کردن ایجاد اثرات جانبی مثبت	تامین منابع	هموار کردن شکل- گیری بازار	هدایت فرایند جستجو		ایجاد دانش جدید	(Jacobsson and Bergek, 2004)

اجرا	تحقیق	ارتباط	مصرف نهایی	آموزش	
(Liu and White, 2001)	ایجاد و انشار محصول	انجام تحقیقات بازار	افزایش شبکه‌سازی	هدایت تکنولوژی	ایجاد بازار و انتشار
(Rickne, 2000b)	جدید ایجاد و انتشار فرصت			مشروعیت‌بخشی فناوری و بنگاه	ایجاد نیروی انسانی حمایت هموارسازی تامین مالی
	نوآورانه			ایجاد بازار نیروی کار	
(Johnson, 1998)		هموارسازی تبادل دانش و اطلاعات	کاستن از عدم تعیین هدایت فرایند جستجو	ایجاد و شبیه‌سازی بازار تامین مشوق‌ها برای بنگاه‌ها	تامین منابع غلبه بر مقاومت در برابر تغییر
			شناسایی پتانسیل‌های توسعه		

اخیرا جاکوبسون و برگگ (۲۰۱۲) 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. این کارکردها در جدول ذیل ارائه شده است.

جدول ۲- کارکردهای پیشنهادی برگرفته از (Bergek et al., 2008; Hekkert and Negro, 2009; Suurs et al., 2010)

کارکرد	توصیف
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.
خلق دانش	درب‌گیرنده‌ی فعالیت‌های یادگیری است که به‌طور عمده بر دانش فنی فناوری و به‌میزان کمتر، بر بازار، شبکه‌ها و مصرف‌کننده‌های آن تمرکز دارد. این فرایند یادگیری، به اقسام گوناگونی می‌تواند واقع شود. یادگیری کتابخانه‌ای و یادگیری درحین انجام کار از انواع مهم این دسته از فعالیت‌ها هستند.
انتشار دانش	درب‌گیرنده‌ی فعالیت‌هایی است با هدف پراکنده‌سازی ^۱ و به‌اشتراک‌گذاری ^۲ دانش و اطلاعات انجام می‌شوند. بنابراین، مهمترین نقش کارکرد انتشار دانش، ایجاد یادگیری تعاملی است. وجود روابط و در حالت پیچیده‌تر، شبکه‌هایی از بازیگران از پیش‌نیازهای این کارکرد به‌شمار می‌رود.
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.
شکل‌گیری بازار	شامل فعالیت‌هایی (مانند حمایت‌های مالی از کاربرد فناوری نوظهور) است که با ارائه‌ی امتیازاتی منجر به ایجاد تقاضا برای فناوری می‌گردد.
تأمین منابع	شامل تخصیص سرمایه‌های مالی، انسانی، مکمل و مواد مورد نیاز 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.
مشروعیت‌بخشی	درب‌گیرنده‌ی تمامی فعالیت‌ها با هدف غلبه بر مخالفت بازیگران ذینفع در فناوری‌های کنونی از طریق تشویق صاحبان قدرت به ایجاد آرایش جدیدی از قواعد و مقررات مربوط به نظام نوآوری فناورانه است.

همان‌طور که اشاره شد، نظام‌های نوآوری تکنولوژیک را می‌توان به‌عنوان رویکردی برای تحلیل تغییرات تکنولوژیک به‌کار برد. دنبال‌کردن 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^۱. بنابراین می‌توان به کارکردهای سیستم به‌عنوان زیرکارکردهای کارکرد اصلی آن نگریست. این کارکردها عوامل فرایندی مؤثر بر توسعه‌ی تکنولوژی محسوب می‌شوند. همچنین، کارکردهای سیستم برایندی از فعالیت‌های رخ داده در آن می‌باشند. یعنی با دسته‌بندی فعالیت‌های متجانس می‌توان کارکردهای نظام را شناسایی کرد. ارائه‌ی دسته‌بندی‌های مختلف از کارکردها نیز به‌علت وجود دسته‌بندی‌های مختلف از فعالیت‌های سیستم است.

با توجه به مطالعه ادبیاتی که در گزارش متدولوژی درباره کارکردها صورت پذیرفت، هفت کارکرد فعالیت‌هی کارآفرینی، خلق دانش، انتشار دانش، جهت‌دهی به سیستم، تامین منابع موردنیاز، شکل‌دهی به بازار، و مشروعیت‌بخشی کارکردهای اصلی یک نظام نوآوری است. برای اینکه بتوان به شناسایی موانع و محرک‌های موجود در انجام فعالیت در هر کارکرد پرداخت، لازم است تا در ابتدا شاخص‌هایی برای هر کارکرد استخراج نمود. بر اساس این شاخص‌ها، در فاز بعدی پرسش‌هایی (با محوریت قرار دادن هر شاخص و زیرکارکرد) 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 به‌همراه شاخص‌های مشخص‌کننده آن‌ها ارائه شده است.

الف) فعالیت‌های کارآفرینی

کارآفرینان، در کانون توسعه‌ی هر فناوری قرار می‌گیرند. نقش کارآفرینان، ترجمه‌ی دانش فنی موجود در زمینه‌ی 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. درحقیقت، کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی نقطه‌ی جدایش نظام تکنولوژیکی نوآوری از یک سیستم تحقیق و توسعه است. مثال‌هایی از فعالیت‌های مربوط به این کارکرد، ساخت نمونه‌های اولیه از فناوری با هدف فروش یا نمایش آن و برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی از آن است. کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی را می‌توان در بخش خصوصی و از طریق شرکت‌های انتفاعی و نیز از طریق بازیگران موجود در بخش دولتی تحقق بخشید. بنابراین، بسته به نیاز فناوری و توانایی بازیگران می‌توان از قابلیت‌های هر دو بخش بهره برد. شرکت‌های انتفاعی دخیل در تحقق این کارکرد را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد. گروه اول، شرکت-

^۱ 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 به‌میزان کمتر، بر بازار، شبکه‌ها و مصرف‌کننده‌های آن تمرکز دارد. این فرایند یادگیری، به اقسام گوناگونی می‌تواند واقع شود. یادگیری کتابخانه‌ای و یادگیری درحین انجام کار از انواع مهم این دسته از فعالیت‌ها هستند. کارکرد خلق دانش را باید به‌عنوان پیش‌نیازی ضروری برای توسعه فناوری در نظر گرفت. در بستر توسعه‌ی فناوری، افزایش نرخ خروجی در تولید دانش، می‌تواند منجر به پدیداری گزینه‌های فناوری و کاربرد بیشتري از فناوری در نظام تکنولوژیکی نوآوری شود. فعالیت‌های توسعه‌ی دانش می‌توانند منبع داخلی یا خارجی داشته باشند. به‌بیان بهتر می‌توان گفت که توسعه‌ی دانش، می‌تواند توسط فعالیت‌هایی بصورت 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 به‌شمار می‌رود. مهمترین نقش یک شبکه، آسان‌سازی تبادل اطلاعات در بین بازیگران است. کارکرد انتشار دانش، شامل این تعاملات موجود میان بازیگران است. فعالیت‌های مربوط به انتشار دانش، توسط 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 غیرفنی (مانند بازار)

- فراهم‌آوری بسترهای لازم برای اطلاع‌رسانی در رابطه با دانسته‌های موجود (بدانیم که چه می‌دانیم) مانند فراهم‌آوری

پایگاه‌های اطلاعاتی یکپارچه

- میزان فعالیت شبکه‌های دانشی موجود

- برگزاری کنفرانس‌ها، کارگاه‌های آموزشی

- پیمان‌ها و توافق‌نامه‌های بین بازیگران با هدف تبادل دانش

د) جهت‌دهی به سیستم

به‌علت محدود بودن منابع در دسترس، می‌بایست از میان گزینه‌های مختلف فناورانه موجود دست به انتخاب زد. بدون انجام این کار، نیاز و انتظارات بازیگران از روند توسعه ناشناخته باقی مانده و منابع در دامنه‌ی وسیعی از گزینه‌ها پراکنده شده و به‌هدر می‌رود. برای جلوگیری از هدررفتن 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 به هدر رفته و تمام گزینه‌های توسعه، ناموفق باقی می‌ماند. همچنین، رفع مشکلات موجود در کارکردهای دیگر نظام نیز می‌تواند در قالب این کارکرد انجام شود. این کارکرد می‌تواند توسط بازیگران مختلفی از جمله صنعت، دولت و بازار تحقق پیدا کند.

نمونه‌هایی از رخدادهای موثر بر تحقق این کارکرد، به‌شرح 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 انجام‌شده برای بازاریابی محصولات تولیدشده 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 موردنیاز
- 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، رسمیت‌بخشیدن

به فناوری از طریق وضع قواعد جدید، توسط نهادهای پشتیبان صورت می‌پذیرد. فعالیت وضع قوانینی در حمایت از فناوری نیز مربوط به کارکردهای دیگر (مانند جهت‌دهی فرایندهای تحقیقاتی و 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 NGOها)
- 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، سوالات مطرح شده در فاز دو از جامعیت برخوردار می‌گردند. به‌زور خلاصه، کلیه زیرکارکردها را می‌توان در قالب جدول صفحه بعد به‌نمایش گذاشت:

جدول ۳- کارکردهای نظام نوآوری و شاخص‌های کمی و کیفی

عامل	زیرعامل	شاخص‌های کیفی	شاخص‌های کمی	
فعالیت‌های کارآفرینانه	ایجاد فرصت‌های جدید	تعداد پروژه‌های انجام شده با هدف تجاری‌سازی	تعداد شرکت‌های ثبت شده در زمینه فناوری	
		ورود شرکت‌های موجود به عرصه فناوری	حجم سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر انجام شده	
	نمایش فرصت‌های جدید	برگزاری نمایشگاه تکنولوژی	انجام پروژه‌های نمایشی	
		تعداد مقالات ISI منتشر شده در زمینه تکنولوژی	تعداد حق اختراعات ثبت شده به صورت بین‌المللی در زمینه تکنولوژی	
توسعه‌ی دانشی	فنی	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)	

عامل	زیرعامل	شاخص‌های کیفی	شاخص‌های کمی
	غیرفنی		تعداد گزارش‌های تولید شده در رابطه با مطالعه‌ی بازار
			تعداد مطالعات امکان‌سنجی انجام شده
انتشار دانش	فنی		تعداد فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نوآورانه مشترک صورت پذیرفته میان واحدهای مختلف (با هدف تسهیم دانش)
			تعداد کنفرانس‌ها و کارگاه‌های برگزار شده در رابطه با فناوری
	غیرفنی		تعداد شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام تکنولوژیک
			اندازه‌ی شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام تکنولوژیک
	غیرفنی		میزان جابه‌جایی نیروهای تحصیل کرده دانشگاهی با محوریت تکنولوژی
			تعداد گزارش‌های منتشر شده در رابطه با مطالعه‌ی بازار
جهت‌دهی به سیستم	رسمی (وضع نهادها)		تعداد مطالعات امکان‌سنجی منتشر شده
			قانون‌گذاری در رابطه با تکنولوژی
	غیررسمی (شکل‌گیری انتظارات)		استانداردهای تدوین شده
			وضع چشم‌اندازهای جدید برای توسعه‌ی تکنولوژی و یا موارد دیگر که بر تکنولوژی اثرگذارند
			شکل‌گیری محرک‌هایی برای توسعه‌ی تکنولوژی یا نوع خاصی از آن (مانند ارزان شدن قیمت منابع مصرفی تکنولوژی)
			شفاف‌سازی تقاضای کاربران اصلی
			رشد تکنولوژی در کشورهای دیگر
			ایجاد تغییر در عوامل کلان اثرگذار بر سیستم (مانند تغییرات آب و هوایی)
			شکل‌گیری انتظاراتی درباره‌ی آینده‌ی تکنولوژی
			شفاف‌سازی پتانسیل بازار
شکل‌گیری بازار			میزان عدم قطعیت موجود در برابر تولیدکنندگان و یا سرمایه‌گذاران
			شناسایی مرحله‌ی بلوغ (دوره‌ی عمر) بازار
	مالی		تعداد و تنوع کاربران موجود برای تکنولوژی
			تعداد و تنوع نهادهای تنظیم‌شده برای شکل‌دهی به بازار
بسیج منابع			کمک‌های بلاعوض دولتی (یارانه)
			سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی در گسترش فناوری
	انسانی		در دسترس بودن نیروی انسانی فنی در رابطه با تکنولوژی موردنظر
			مواد
	دارایی‌های مکمل		تأمین مواد اولیه‌ی مورد نیاز برای توسعه‌ی تکنولوژی از خارج از کشور
			توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز تکنولوژی و محصولات و خدمات مکمل
مشروعیت‌بخشی			میزان هم‌گرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری تکنولوژیک در حال توسعه
			میزان مشروعیت سرمایه‌گذاری در توسعه‌ی

عامل	زیرعامل	شاخص‌های کیفی	شاخص‌های کمی
		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	
		میزان حمایت از تکنولوژی موردنظر در رسانه‌ها	

۱-۴- مرور ادبیات مرتبط با تدوین نقشه راه

۱-۴-۱- مفاهیم نقشه راه

ره‌نگاشت برنامه‌ای راهبردی است که به توصیف گام‌های مورد نیاز یک سازمان برای دستیابی به اهداف و خروجی‌های بیان شده، می‌پردازد. این ابزار به وضوح روابطی میان فعالیت‌ها و اولویت‌ها تصویر می‌کند تا در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت پیاده‌سازی شوند. به علاوه یک ره‌نگاشت اثربخش شامل سنجه‌ها^۱ و نقاط عطف^۲ می‌باشد به طوری که امکان پایش منظم پیشرفت به سوی اهداف غایی ره‌نگاشت، به وجود آید.

ره‌نگاشت‌ها انواع گوناگونی دارند. ره‌نگاشت‌های مختص فناوری مقصودشان حمایت از توسعه یک نوع خاصی از فناوری می‌باشد. افرادی که به طور معمول در این فرآیند همکاری می‌کنند، شامل کارشناسان فنی، سیاستگذاران، تحلیلگران انرژی و پژوهشگران دانشگاهی می‌باشند که گرد هم می‌آیند تا به طراحی اهداف عملکردی، مسیرهای کاری^۳، اولویت‌ها و چارچوب‌های زمانی برای تحقیق، توسعه، رونمایی و پیاده‌سازی^۴ یک فناوری، بپردازند.

تعریف آژانس بین‌المللی انرژی از ره‌نگاشت فناوری عبارت است از یک مجموعه پویا از نیازمندی‌های فنی، سیاستی، قانونی، مالی، بازاری و سازمانی شناسایی شده توسط کلیه ذی‌نفعان درگیر در تدوین ره‌نگاشت. تلاش‌ها بایست معطوف به تسهیم بهتر کلیه اطلاعات مرتبط با تحقیق، توسعه، رونمایی و پیاده‌سازی یک فناوری بین شرکت‌کنندگان باشد. (۴)

¹ metrics

² milestones

³ pathways

⁴ research, development, demonstration and deployment (RDD&D)

در ادامه تعاریف برخی از عبارات ارائه شده است:

- ره‌نگاشت: نوعی خاص از برنامه‌ریزی راهبردی ناظر بر طرح‌ریزی مجموعه فعالیت‌هایی است که یک سازمان می‌تواند طی چارچوب‌های زمانی خاص، برای دستیابی به اهداف و خروجی‌های بیان شده تعهد کند.
 - ره‌نگاری: فرآیند تکاملی که طی آن یک ره‌نگاشت خلق، اجرا، پایش و در صورت لزوم به‌روزرسانی می‌شود.
 - ذی‌نفعان: افراد مناسبی که در تحقق توسعه و پیاده‌سازی ره‌نگاشت ذی‌نفع‌اند، مانند نمایندگان دولت، صنعت، دانشگاه و سازمان‌های مردم‌نهاد.
 - اجرا: فرآیند عملیاتی کردن ره‌نگاشت به واسطه انجام پروژه‌ها و اقدامات معطوف به خرده فعالیت‌ها و اولویت‌ها و همچنین به واسطه پایش پیشرفت با استفاده از یک سامانه ردگیری.
- مخاطبان ره‌نگاشت بسته به نوع سندی که تدوین می‌شود تغییر می‌کنند. برای ره‌نگاشت‌های فناوری انرژی در سطح ملی، مخاطبان ممکن است شامل موارد زیر باشند:
- تصمیم‌سازان دولتی و ملی در وزارتخانه‌های انرژی، محیط زیست، صنعت، منابع طبیعی و امور زیربنایی
 - تصمیم‌سازان دولتی و ملی در وزارتخانه‌های دارایی یا امور اقتصادی
 - سیاستگذاران ایالتی/استانی و محلی و تنظیم‌گران ملی
 - تصمیم‌سازان بخش انرژی، به ویژه از صنایعی که مقادیر زیادی از انرژی را تولید یا مصرف می‌کنند (مانند صنعت برق، حوزه‌های منابع طبیعی و کشاورزی، و صنایع انرژی بر)
 - کارشناسان پیشروی علمی، مهندسی، سیاستگذاری، علوم اجتماعی و کسب و کار که مشغول در پژوهش روی فناوری‌های خاص انرژی و سیاست‌های پشتیبان و مکانیسم‌های مالی مورد نیاز برای تسریع تجاری‌سازی می‌باشند
 - سازمان‌های مردم‌نهاد درگیر در پژوهش و حمایت از انرژی پاک(۱)

۱-۴-۲- تدوین نقشه راه

در این قسمت باید به معرفی (گام‌های) روشی برای تدوین برنامه عملیاتی پرداخت. این روش پیشنهادی باید قادر باشد تا به سؤالات مختلف فرآیند توسعه فناوری که تا این مرحله مورد توجه قرار نگرفته‌اند پاسخ داده شود؛ سؤالاتی نظیر:

- برنامه‌ها برای پاسخ‌گویی به کدام اهداف تدوین و اجرا می‌شود؟
- برنامه‌ها چگونه اولویت‌ها و ملاحظات تعریف شده در راهبردها، سیاست‌ها و اقدامات را عملیاتی می‌سازند؟
- گروه‌ها یا نهادهای اصلی هدف (یعنی هویت‌هایی که این قصد تأثیرگذاری 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 از یک طرف، و نیز ارکان جهت‌ساز و برنامه اقدامات و سیاست‌های تدوین شده، در این قسمت لازم است تا روش پیشنهادی تدوین برنامه عملیاتی ارائه شود. این روش پیشنهادی متشکل از گام‌های زیر خواهد بود:

- در نظرگیری ارتباط برنامه عملیاتی با ارکان جهت‌ساز و برنامه اقدامات و سیاست‌ها: هر برنامه عملیاتی در ارتباط با یک و چند هدف بالادستی نوشته می‌شود. به عبارت دیگر، هدف اولیه یک سند توسعه فناوری در ابتدا برآورده ساختن ارکان جهت‌ساز و برنامه اقدامات و سیاست‌ها تعریف شده در مراحل قبل است. با توجه به منطقی که در فصول پیشین به‌عنوان فرآیند تدوین اسناد ملی راهبردی بیان شد، تدوین برنامه‌های عملیاتی نیز باید با توجه و در نظرگیری این فرآیند انجام گردد. برنامه‌های تدوین شده در مرحله اول باید همراستا با اهداف کلان و خرد تعریف شده در مراحل قبلی باشد. در مرحله دوم، برنامه‌های عملیاتی تدوین شده باید با راهبردها، اقدامات و سیاست‌های تدوین شده همخوان باشد. این کار را می‌توان با تحلیل موانع شناسایی شده در مرحله برنامه اقدامات و سیاست‌ها به انجام رساند. با در نظر داشتن موانع به شکل مشکلاتی که باید برای آن‌ها راه‌حل ارائه گردد، یک مشکل پیچیده به شکل آسانی حل خواهد شد، اگر علت و اثرات آن به‌طور کامل مورد تحلیل قرار گرفته باشد.

• تعیین پروژه‌ها: در این گام پروژه‌های ضروری به‌منظور برآورده کردن اهداف کلان و خرد و نیز محقق نمودن راهبردها، اقدامات و سیاست‌ها تعیین می‌شود. این پروژه‌ها، فعالیت‌هایی هستند که توسط کنش‌گران توسعه فناوری و در راستای راهبردهای کلان و سیاست‌های نوآوری تعریف می‌شود. اگر پروژه‌ها به‌طور صحیحی برنامه‌ریزی شوند، نتایج موردانتظار از انجام آن‌ها حاصل، و در نتیجه، اهداف میان‌مدت و بلندمدت نیز محقق می‌گردد. پروژه‌ها در فرآیندی توافقی و تعاملی و براساس نظر ذینفعان استخراج می‌گردد. اقداماتی تدوین شده در مراحل قبل هم راهنمای مناسبی برای طراحی پروژه‌ها هستند. به‌عبارت دیگر، برای تحقق هر اقدام یا سیاست اجرایی، وجود مجموعه‌ای از پروژه‌ها ضروری است.

• تعریف دوره‌های زمانی: هرچند پایداری و قابل پیش‌بینی بودن گام به‌عنوان نکات مثبت در بعضی از انواع برنامه‌های حمایتی برشمرده می‌شود، اما در عمل و به‌دلایل مختلف بهتر است این برنامه‌ها برای دوره‌های زمانی مشخص و محدود طراحی و اجرا شوند. از مهمترین مزایای محدود بودن زمان برنامه‌ها، می‌توان به روشن و محدود بودن بودجه موردنیاز، فراهم شدن امکانات ارزیابی بهتر نتایج و دستاوردها و امکان اصلاح، بازنگری و ایجاد تطابق بیشتر در برنامه‌ها با شرایط زمان اشاره کرد. بر این اساس، لازم است تا دوره زمانی اجرایی هر برنامه را در این گام مشخص نمود.

• 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 به‌معنی چگونگی دستیابی به منابع از طریق خرید، همکاری و یا تولید منابع موردنیاز است.

• ترسیم ره‌نگاشت برنامه عملیاتی: پس از تعریف پروژه‌ها و برنامه‌های عملیاتی، 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.

۱-۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این بخش پس از بیان تعاریف و مفاهیم نگاشت نهادی مورد نیاز برای تحلیل وضعیت ساختار و کنشگران حوزه فناوری، انواع نقش‌هایی که این کنشگران قابلیت ایفای آن‌ها را دارند در دسته‌های سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیل‌گری، آموزشی و پژوهشی، و صنعتی مورد اشاره قرار گرفتند.

همچنین ادبیات مرتبط با نظام نوآوری فناورانه تشریح گردید تا در بعد ساختاری بتوان عوامل مؤثر بر توسعه فناوری را شناسایی نمود.

در ادامه نیز ادبیات مرتبط با مفاهیم تدوین نقشه راه ارائه گردید تا بتوان از آن در جهت ترسیم نقشه راه این حوزه استفاده نمود.

۲- تحلیل ساختاری و نگاشت نهادی حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

نیروگاه‌های کشور

۱-۶- مقدمه

کنش‌گران یکی از سه مؤلفه‌ی ساختاری در توسعه فناوری می‌باشد که با انجام فعالیت، بر فرآیند خلق، انتشار و بهره‌برداری از نوآوری اثر می‌گذارد. 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 [4]. 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 مشخص نمود و در درجه دوم نیز آلترناتیوهای ساختاری که منجر به ایجاد عملکرد بالا در سیستم می‌شود را شناسایی کرد.

در این فصل تلاش می‌شود پس از تحلیل ساختار و کنشگران حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور، ضعف‌های ساختاری این حوزه شناسایی شوند.

۱-۷- تحلیل ساختاری و نگاشت نهادی

مطابق با آنچه در فصل پیش تشریح شد، به منظور تحلیل وضعیت کنشگران و تشخیص خلاهای نهادی احتمالی لازم است کنشگران در پنج نقش سیاستگذاری، تنظیم‌گری، آموزشی و پژوهشی، صنعتی و تسهیگری، شناسایی شده و در قالب نگاشت نهادی مورد تحلیل قرار گیرند. در این راستا و به منظور تحلیل ساختار حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور، کنشگران این حوزه ذیل نقش‌های مذکور، شناسایی شده و در قالب نگاشت نهادی مطابق با شکل زیر تحلیل شده‌اند.

نگاشت نهادی حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	
محیط درونی	محیط بیرونی
<p>مجمع تشخیص مصلحت نظام مجلس شورای اسلامی، ریاست جمهوری، سازمان مدیریت و برنامه ریزی، وزارت نفت، وزارت صنعت، معدن و تجارت، سازمان حفاظت محیط زیست</p>	<p>وزارت نیرو</p> <p>شرکت توانیر</p> <p>معاونت برق و انرژی وزارت نیرو</p> <p>معاونت برنامه ریزی و امور اقتصادی وزارت نیرو</p> <p>سازمان توسعه برق ایران</p>
<p>وزارت نفت، سازمان حفاظت محیط زیست</p>	<p>شرکت مدیریت شبکه برق</p> <p>انجمن صنفی نیروگاه‌های ایران (اصنا)</p>
<p>شرکت‌های تامین کننده قطعات و مواد اولیه</p>	<p>شرکت مپنا</p> <p>شرکت‌های برق منطقه ای</p> <p>شرکت‌های خصوصی بهره‌بردار</p>
<p>وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران</p>	<p>پژوهشگاه نیرو</p> <p>دانشگاه‌ها</p>
<p>مرکز همکاری‌های فناوری و نوآوری رئیس‌جمهور، صندوق نوآوری و شکوفایی، صندوق توسعه ملی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران، صندوق غیردولتی پژوهش و فناوری صنعت برق ایران</p>	<p>پژوهشگاه نیرو</p> <p>مراکز رشد (پارک‌های علم و فناوری)</p>

شکل ۱- نگاشت نهادی حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور

در ادامه تلاش می‌شود شرکت‌ها، سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با بخش O&M در صنعت برق یا صنایع مشابه در داخل کشور معرفی اجمالی شوند.

۱-۷-۱- معرفی شرکت‌ها، سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با بخش O&M در صنعت برق یا

صنایع مشابه در داخل کشور

ارائه تصویری از بخش O&M صنعت برق در بخش تولید مستلزم معرفی شرکت‌ها، سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با بخش O&M در صنعت برق یا صنایع مشابه در داخل کشور می‌باشد که در ادامه به این موضوع پرداخته می‌شود.

❖ شرکت توانیر - دفتر پشتیبانی فنی تولید [۴]

دفتر پشتیبانی فنی تولید که زیرمجموعه معاونت هماهنگی تولید شرکت توانیر می‌باشد به منظور انجام وظایف محوله به گروه‌های تخصصی زیر تقسیم گردیده است:

- گروه مکانیک
- گروه نظارت بر بهره‌برداری
- گروه ابزار دقیق
- گروه برق
- گروه خوردگی و متالوژی
- گروه محیط زیست
- گروه کنترل شیمیایی
- گروه بهینه‌سازی
- گروه برنامه‌ریزی
- گروه راه‌اندازی
- گروه حفاظت و ایمنی

بر این اساس گروه نظارت بر بهره‌برداری بیشترین نقش را در پایش و ارائه خدمات بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات به نیروگاه‌های کشور دارد. وظایف کلی دفتر پشتیبانی تولید در قالب سه نوع فعالیت حاکمیتی، سندیکایی و مالکیتی عبارتند از:

- ۱- تهیه و تدوین روش‌ها و دستورالعمل‌های موردنیاز جهت بهبود عملیات بهره‌برداری نیروگاه‌های مختلف (حوزه فعالیت مالکیتی)
- ۲- تهیه و تدوین استانداردهای تعمیراتی واحدهای تولید، نیروگاه‌های مختلف (حوزه فعالیت حاکمیتی)
- ۳- نظارت عالی در اجرای تعمیرات واحدهای تولیدی (حوزه فعالیت مالکیتی)
- ۴- بازدیدهای دوره‌ای از تاسیسات تولید برق به منظور نظارت کلی و عالی بر عملیات بهره‌برداری و نگهداری تاسیسات و ارائه پیشنهادات لازم در مورد رفع اشکالات (حوزه فعالیت مالکیتی)

- ۵- نظارت بر راه‌اندازی نیروگاه‌های جدید و شرکت در کمیته‌های بهره‌برداري (حوزه فعاليت حاکميتي)
- ۶- نظارت بر آزمایش‌های کارائی نیروگاه‌ها (حوزه فعاليت مالکيتي)
- ۷- بررسی معایب فنی موجود در نیروگاه‌ها و تعيين راهکارهای موردنیاز (حوزه فعاليت سندیکائي)
- ۸- هدايت و پشتيباني فنی نیروگاه‌ها و ارائه خدمات تخصصی لازم (حوزه فعاليت سندیکائي)
- ۹- همکاری با واحدهای ایمنی و بهداشت محیط کار و شرکت در جلسات کمیته‌های ایمنی (حوزه فعاليت حاکميتي)
- ۱۰- همکاری در تجزيه و تحليل حوادث عمده نیروگاه‌ها و ارائه روش‌های پیشگیری و تکرار (حوزه فعاليت سندیکائي)
- ۱۱- تهيه دستورالعمل‌ها و استانداردهای مورد نیاز جهت بهره‌برداري و ترميم‌ها نيروگاه‌ها (حوزه فعاليت مالکيتي)
- ۱۲- برگزاری سمینارهای تخصصی برای نیروگاه‌ها جهت تبادل اطلاعات و تحليل مشکلات فنی (حوزه فعاليت سندیکائي)
- ۱۳- تلفيق و تائيد برنامه‌ريزي بهره‌برداري از نيروگاه‌ها و تطبيق عملکرد آنها و بررسی انحرافات ايجاد شده و ارائه روش‌های رفع آن (حوزه فعاليت حاکميتي)
- ۱۴- بررسی‌های لازم جهت افزایش بهره‌وری نیروگاه‌ها (حوزه فعاليت سندیکائي)
- ۱۵- هماهنگی‌های لازم در جهت تامین سوخت نیروگاه‌ها (حوزه فعاليت مالکيتي)
- ۱۶- ارزیابی فنی -مدیریتی نیروگاه‌ها و شرکت‌های مدیریت تولید (حوزه فعاليت حاکميتي)
- ۱۷- همکاری در تهيه استانداردهای نیروی انسانی مورد نیاز نیروگاه‌ها (حوزه فعاليت حاکميتي)
- ۱۸- همکاری در تهيه استانداردهای آموزشی مورد نیاز نیروی انسانی بخش تولید (حوزه فعاليت حاکميتي)
- ۱۹- بررسی عوامل تلفات انرژی و ارائه روش‌های مناسب جهت کاهش تلفات (حوزه فعاليت مالکيتي)
- ۲۰- هماهنگی در تدوين برنامه ترميم‌ها نيروگاه‌ها (حوزه فعاليت حاکميتي)
- ۲۱- نظارت بر فعاليت ترميم‌ها نيروگاه‌ها جهت انجام مطابق برنامه (حوزه فعاليت سندیکائي)
- ۲۲- تهيه و تدوين آمار و گزارشات تولید -سوخت و حوادث (حوزه فعاليت حاکميتي)
- ۲۳- نظارت بر راه‌اندازی اولیه نیروگاه‌ها پس از اجرای ترميم‌ها اساسی و ارائه گزارش کیفیت کارهای ترميم‌ها انجام شده (حوزه فعاليت مالکيت)
- ۲۴- اقدامات لازم در جهت تهيه استانداردها و شاخص‌های صنعت برق (حوزه فعاليت حاکميتي)

- ۲۵- همکاری با واحد استاندارد و شرکت در جلسات کمیته استاندارد نیروگاهها (حوزه فعالیت مالکیت)
- ۲۶- رسیدگی و همکاری با شرکتهای برقیهای منطقه‌ای در رابطه با حوادث غیرمترقبه (زلزله، سیل، بازسازی و غیره)
(حوزه فعالیت حاکمیتی)
- ۲۷- همکاری در سهمیه‌بندی ارز و اعتبارات مربوط به نیروگاهها (حوزه فعالیت حاکمیتی)
- ۲۸- همکاری اجرای آزمایش‌های شیمیائی مورد نیاز نیروگاهها جهت تعیین زمان شستشوی شیمیائی (حوزه فعالیت سندیکائی)
- ۲۹- بررسی مشخصات فنی قطعات و کالاها و مواد و تجهیزات موردنیاز نیروگاهها (حوزه فعالیت سندیکائی)
- ۳۰- همکاری با سایر ارگان‌های زیرمجموعه توانیر و وزارت نیرو در امور مربوط به تولید (حوزه فعالیت حاکمیتی)
- ۳۱- بررسی عوامل آلوده‌کننده محیط زیست در نیروگاهها و ارائه راهکارهای کاهش این آلودگی‌ها (حوزه فعالیت سندیکائی)
- ۳۲- شرکت در کمیته‌های مختلف زیست محیطی (حوزه فعالیت حاکمیتی)
- ۳۳- همکاری در تهیه استانداردهای زیست محیطی جهت ایجاد هماهنگی در نیروگاهها (حوزه فعالیت حاکمیتی)
- ۳۴- رسیدگی به شکایات مختلف از طرف ارگان‌های ذیربط در جهت تاثیرات آلوده‌کنندگی زیست‌محیطی نیروگاهها و ایجاد راهکارهای مناسب در جهت رفع و یا کاهش آلودگی (حوزه فعالیت مالکیتی)
- ۳۵- پیش‌بینی انرژی تولیدی نیروگاهها (حوزه فعالیت مالکیتی)
- ۳۶- تأیید بودجه سرمایه‌گذاری اختصاصی نیروگاهها (حوزه فعالیت مالکیتی)
- ۳۷- همکاری در تهیه بودجه موردنیاز نیروگاهها (حوزه فعالیت سندیکائی)
- ۳۸- انجام بررسی‌های فنی لازم جهت رفع نواقص اصلی نیروگاهها و ارائه راهکارهای رفع آنها (حوزه فعالیت سندیکائی)
- ۳۹- همکاری در جهت شناخت اشکالات طراحی نیروگاهها و انعکاس آن به واحدهای ذیربط (حوزه فعالیت سندیکائی)
- ۴۰- تهیه و صدور دستورالعمل‌های فنی جهت بهبود راندمان و کاهش مصرف سوخت نیروگاهها (حوزه فعالیت سندیکائی)
- ۴۱- همکاری در تهیه قراردادهای خرید، مناقصه و یا ترک تشریفات مناقصه (حوزه فعالیت حاکمیتی)
- ۴۲- نظارت عالیه بر عملکرد دفاتر فنی تولید برقی‌های منطقه‌ای (حوزه فعالیت حاکمیتی)

۴۳- نظارت عالی بر عملکرد حفاظت کاتدی، رنگ و پوشش نیروگاهها (حوزه فعالیت حاکمیتی)

به صورت مشخص، دفتر نظارت بر بهره‌برداری نقش نظارتی بر فرایند بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاهها دارد.

شرح وظایف گروه نظارت بر بهره‌برداری دفتر پشتیبانی تولید عبارتند از:

۱- هماهنگی در تهیه دستورالعمل و استانداردهای بهره‌برداری تجهیزات نیروگاههای بخاری، گازی و سیکل ترکیبی (حوزه فعالیت حاکمیتی)

۲- مشاوره فنی با نیروگاهها برای رفع مشکلات بهره‌برداری (حوزه فعالیت حاکمیتی)

۳- نظارت و تأیید فنی کیفی و کمی بهره‌برداری نیروگاهها (حوزه فعالیت حاکمیتی)

۴- بررسی حوادث نیروگاهها و تهیه گزارش فنی در جهت جلوگیری از تکرار و پیشنهاد جهت رفع حوادث (حوزه فعالیت سندیکائی)

۵- همکاری و هماهنگی در جهت تهیه نمودارهای پرسنل موردنیاز بخش بهره‌برداری نیروگاههای بخاری، گازی و سیکل ترکیبی (حوزه فعالیت حاکمیتی)

۶- همکاری با دفتر برنامه‌ریزی و نیروگاهها در جهت تهیه و تدوین برنامه‌های تعمیراتی با توجه به شرایط بهره‌برداری (حوزه فعالیت مالکیتی)

۷- همکاری با سایر بخش‌های ستادی توانیر و وزارت نیرو در رابطه با مسائل بهره‌برداری نیروگاهها (حوزه فعالیت مالکیتی)

۸- همکاری در تخصیص بودجه جاری و بهینه‌سازی و سرمایه‌گذاری نیروگاهها و نظارت عالی در اجرای آن (حوزه فعالیت حاکمیتی)

۹- همکاری در تخصیص ارز مورد نیاز نیروگاهها (حوزه فعالیت حاکمیتی)

۱۰- همکاری در تأیید صلاحیت شرکت‌های بهره‌برداری نیروگاهها (حوزه فعالیت حاکمیتی)

۱۱- همکاری در تهیه استانداردهای بهره‌برداری نیروگاهها (حوزه فعالیت حاکمیتی)

۱۲- همکاری در تقسیم لوازم یدکی واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی همراه قراردادهای سازمان توسعه برق ایران

مابین نیروگاهها (حوزه فعالیت مالکیتی)

- ۱۳- همکاری در پروژه‌های تحقیقاتی و نمونه‌سازی ساخت داخل قطعات نیروگاهی (حوزه فعالیت حاکمیتی)
- ۱۴- همکاری در جابجائی واحدهای گازی در مناطق کشور جهت جبران کمبود برق (حوزه فعالیت حاکمیتی)
- ۱۵- همکاری و نظارت بر خریدهای قطعات و مواد مصرفی واحدهای نیروگاهها (حوزه فعالیت سندیکائی)
- ۱۶- نظارت عالی بر پروژه‌های علمی، کاربردی صنعت برق که توسط سازمان‌های ذیربط و مراکز تحقیقاتی در جهت رفع مشکلات بهره‌برداری نیروگاهها تهیه می‌شود (حوزه فعالیت حاکمیتی)
- ۱۷- بررسی و پیشنهاد ارائه رفع مشکلات بهره‌برداری نیروگاهها و هماهنگی در رفع آنها و انعکاس آن به سازمان توسعه برق ایران و شرکت‌های مهندسی مشاور جهت جلوگیری از تکرار در سایر پروژهها (حوزه فعالیت مالکیتی)
- ۱۸- هماهنگی با سایر گروهها در رابطه با برنامه‌ریزی و نظارت بر اجرا جهت کاهش حوادث نیروگاهها ناشی از عدم بهره‌برداری صحیح (حوزه فعالیت مالکیتی)
- ۱۹- همکاری در برگزاری سمینارهای تخصصی و آموزش در بخش بهره‌برداری نیروگاهها در جهت ارتقاء فنی و تخصصی پرسنل بهره‌برداری نیروگاهها (حوزه فعالیت سندیکائی)

❖ انجمن صنفی نیروگاه‌های کشور [۵] و [۶]

واگذاری نیروگاه‌ها به بخش خصوصی که بر اساس اصل ۴۴ قانون اساسی در حال انجام است، نگرانی جمعی از مدیران، صاحب‌نظران، متخصصان و علاقمندان به صنعت برق را در برداشت که احتمال ضعیف شدن حلقه ارتباطی بین نیروگاه‌ها یا امکان گسستگی زنجیره‌های مواصلاتی بین آنها را فراهم آورده و یا با جزیره‌ای شدن نیروگاه‌ها منافع حاصل از هم‌افزایی آنها دستخوش سستی و کاستی خواهد شد. به همین سبب جمعی از دست‌اندرکاران صنعت نیروگاهی در تاریخ ۱۳۸۶/۶/۱۱ اقدام به تأسیس انجمن صنفی نیروگاه‌های ایران (اصنا) نموده و با تهیه اساسنامه و ثبت آن در وزارت کار و امور اجتماعی وظایف سندیکایی را مجزا از وظایف حاکمیتی و مالکیتی تعریف و به عهده این انجمن گذاشتند. با این‌حال، بنا به دلایل مختلف این انجمن در مهر ۱۳۹۰ فعالیت‌های خود را آغاز نمود.

اهداف انجمن بطور خلاصه عبارتند از:

- ۱- ارتقاء سطح امنیت عرضه برق در کشور و ارتقاء مستمر کارایی اعضا.

۲- ایجاد هم‌افزایی بین اعضای انجمن جهت کاهش هزینه‌های بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات و افزایش آمادگی نیروگاهها

۳- دفاع از منافع مشترک حرفه ای اعضای انجمن جهت بهبود شرایط اقتصادی و اجتماعی آنها.

۴- فرهنگ سازی و ارتقاء سطح آگاهی و دانش اعضا با به کارگیری "مدیریت دانش" و با برگزاری دوره‌ای آموزشی داخلی و خارجی، همایش‌های ملی و بین‌المللی، کارگاهها و میزگردهای تخصصی و انتشار کتب و جزوات آموزشی مورد نیاز.

۵- بررسی حوادث و تلاش در جهت استقرار سیستم HSE در صنعت برق و اعلام به اعضا.

۶- مدیریت و توسعه مشارکت بخش خصوصی در عرصه تولید برق و رقابتی نمودن خرید و فروش برق در بازار برق کشور.

۷- تشریک مساعی با تأمین‌کنندگان کالا و خدمات نیروگاهها و معرفی محصولات تأیید شده ایشان به اعضا.

۸- آشنایی با مسائل و مشکلات مبتلابه اعضا به منظور بررسی و ارائه راهکارهای مناسب به ایشان.

۹- هم‌اندیشی با سازندگان، کاربران، پژوهشگران و فناوران با همکاری موسسات دانش‌بنیان

۱۰- تبادل اطلاعات اعضا از طریق انتشار فصلنامه "پیام تولید برق" و پورتال صنعت تولید برق

اصنا به منظور دستیابی به اهداف خود، وظایف تعریف شده را از طریق کمیته‌های مختلفی پیگیری می‌نماید. این کمیته‌ها عبارتند از:

۱- کمیته فنی

۲- کمیته آموزش

۳- کمیته افزایش راندمان

۴- کمیته اقتصادی

۵- کمیته ممیزی انرژی

۶- کمیته نیروی انسانی

۷- کمیته ساخت داخل

۸- کمیته حقوقی

۹- کمیته شیمی

برنامه‌های فعلی یا آتی این انجمن عبارتند از :

۱- تدوین شاخصهای ارزیابی تعیین صلاحیت پیمانکاران بهره برداری ، تعمیرات ، ساخت و تامین قطعات و نظارت بر بهره برداری و تعمیرات و...

۲- تایید صلاحیت پیمانکاران بهره برداری ، تعمیرات ، ساخت و تامین قطعات ، نظارت بر بهره برداری و تعمیرات نیروگاهها و صدور گواهینامه

۳- بررسی و تأیید مدارک متقاضیان صدور پروانه بهره برداری و تعمیرات نیروگاه ها و اعلام به شرکت توانیر

۴- ممیزی انرژی در نیروگاه های متقاضی

۵- فرهنگ سازی و اشاعه موضوع HSE در نیروگاه ها و ارزیابی آنها و اعلام نتایج به شرکت توانیر

۶- بررسی چگونگی ارتقاء بهره وری نیروگاه ها و اتخاذ تصمیمهای لازم

۷- تهیه و صدور دستورالعملهای فنی جهت بهبود راندمان و کاهش مصرف سوخت نیروگاهها

۸- بررسی معایب فنی موجود نیروگاه ها و تعیین راهکارهای مورد نیاز

۹- ارائه خدمات پشتیبانی فنی، نیروی انسانی، اداری و مالی نیروگاهها بر اساس درخواست آنها

۱۰- همکاری در تجزیه و تحلیل حوادث عمده نیروگاه ها و ارائه روش های پیشگیری.

۱۱- برگزاری سمینارهای تخصصی در نیروگاه ها.

۱۲- بررسی مشخصات فنی قطعات، کالاها، مواد و تجهیزات مورد نیاز نیروگاه ها.

۱۳- بررسی مشخصات تامین کنندگان کالا و خدمات نیروگاهی به منظور درج در بانک اطلاعاتی.

۱۴- همکاری جهت شناخت اشکالات حقوقی، طراحی و قراردادی نیروگاهها و ارائه راه حل های مناسب .

۱۵- جمع آوری اطلاعات و اشکالات طراحی و ساخت، نصب و راه اندازی نیروگاههای جدیدالاحداث به منظور جلوگیری از تکرار آنها در ساخت و تحویل نیروگاههای آتی .

۱۶- تهیه پورتال دو زبانه ویژه تجهیزات ساخت داخل .

۱۷- همکاری در ارزیابی و ممیزی سیستم های کیفیت مورد نیاز نیروگاه ها بعنوان Expert.

- ۱۸- تدوین شاخصهای مناسب انتخاب پیشکسوتان صنعت تولید برق .
- ۱۹- مبادله تفاهم نامه با سازمان های مرتبط با تولید نیرو در صنعت برق .
- ۲۰- تهیه بانک اطلاعاتی اعضاء ، مدیران و کارشناسان نیروگاه های کشور .
- ۲۱- گسترش فرهنگ مدیریت بحران از قبیل زمین لرزه ، آتش سوزی ، سیل و... و تدوین دستورالعمل ها، مانورها و تعیین نیروگاه های معین .
- ۲۲- برگزاری جلسات ماهیانه هم اندیشی با نمایندگان اعضاء به منظور هم افزایی توانمندی های اعضاء در جهت حل مشکلات مبتلابه نیروگاه ها .
- ۲۳- تعیین قیمت تمام شده و قراردادهای فروش انرژی تولید برق و ارائه به سازمانهای ذیربط .
- ۲۴- تاسیس صندوق تعاون اعضاء بمنظور اعطاء تسهیلات به آنان .
- ۲۵- توسعه توانمند سازی منابع انسانی مورد نیاز نیروگاه ها
- ۲۶- ارزیابی نیروگاه های عضو از طریق Bench Marking و تعیین برترین ها در مجامع رسمی .

شرکت بهره‌برداری و تعمیراتی مپنا [۷]

شرکت مپنا، با تأکید بر ضرورت ارائه خدمات پس از فروش و آثار آن در جلب رضایت مشتری و ارتقای عملکرد در زمینه‌ی رفع اشکالات احتمالی و همچنین بهینه سازی تجهیزات در پروژه های آتی، شرکت مپنا در سال ۱۳۸۳ اقدام به ایجاد واحد مدیریت خدمات پس از فروش نمود. با توجه به تغییر ساختار شرکت و افزایش فعالیت ها و وظایف آن، نام این واحد به بخش " بهره‌برداری و خدمات مشتریان گروه مپنا" تغییر یافت . بخش مذکور با ایجاد ارتباط با نیروگاهها از یک سو و شرکت های گروه مپنا از سوی دیگر، به ارائه خدمات به نیروگاهها می پردازد.

اهداف این بخش بطور خلاصه عبارتند از :

- حفظ و گسترش ارائه خدمات گروه مپنا به عنوان یک مجموعه متعهد به مشتریان
- حفظ اعتبار اجرایی شرکت جهت نگهداری و توسعه بازارهای فعلی
- ایجاد زمینه مناسب جهت جلب رضایت مشتریان موجود و جذب مشتریان بالقوه
- تأمین سود مناسب با ارائه خدمات و دست یابی به سهم مطمئن از بازارهای جدید

اولویت‌های راهبردی بخش بهره‌برداری و خدمات مشتریان مینا به ترتیب زیر می‌باشد:

- کاهش قیمت قطعات یدکی
- کاهش زمان تحویل قطعات
- انعطاف در پرداخت وجوه خرید قطعات
- استفاده از ساخت داخل در تأمین قطعات
- پشتیبانی فنی نیروگاهها در زمینه استفاده از قطعات یدکی
- بهینه‌سازی و باز توانی نیروگاههای کشور
- بهره‌برداری و تعمیرات مطمئن و با استاندارد بالا از نیروگاههای گروه مینا
- شرکت بهره‌برداری و تعمیرات (زیر بخش بهره‌برداری و خدمات مشتریان)

یکی از زیرمجموعه‌های بخش بهره‌برداری و خدمات مشتریان مینا، شرکت بهره‌برداری و تعمیرات (O&M) مینا می‌باشد. موضوع اصلی فعالیت این شرکت اجرای عملیات راه اندازی، بهره‌برداری، نگهداری، انجام تعمیرات اساسی و انجام تست کارائی نیروگاهها است.

شرکت بهره‌برداری و تعمیراتی مینا در راستای مأموریت خود مبنی بر ارائه خدمات O&M شامل راه اندازی، بهره‌برداری و تعمیرات جاری و تعمیرات اساسی و انجام تست کارایی نیروگاهها نسبت به توسعه بخش بهره‌برداری و نت اقدام نموده است. در این راستا استقرار و حفظ سیستم مدیریت کیفیت بر اساس استاندارد ISO 9001:2000 در آن شرکت، شرکت مذکور را متعهد به رعایت موارد زیر نموده است :

- اجرای تعهدات شرکت مطابق با الزامات تعریف شده در قراردادها و توجه خاص به خدمات ارائه شده و بهبود مستمر آنها به منظور افزایش رضایتمندی مشتریان
- جذب و بکارگیری کارکنان توانمند و ارتقای مستمر مهارت و دانش کارکنان از طریق برقراری نظام آموزشی کارآمد.
- کاهش هزینه‌ها از طریق برقراری ساختار غیر متمرکز و همچنین واگذاری کارهای غیر مرتبط با برون سپاری فعالیت های تخصصی شرکت به تأمین کنندگان
- همکاری با شرکتهای معتبر خارجی در زمینه جذب و بومی سازی تکنولوژی و دانش فنی بهره‌برداری و تعمیرات

- استفاده از مدل EFQM (European Foundation for Quality Management) به عنوان پایه‌ای برای بهبود مداوم عملکرد در تمام فرایندهای سازمان
 - تعهد به پیشگیری از آلودگی محیط زیست، مطابق با الزامات و قوانین سازمانهای مربوط
- شرکت بهره‌برداری و تعمیراتی مپنا با ۳۰۰ نفر پرسنل در راستای انجام وظایف زیر فعالیتهای خود را برنامه‌ریزی و به اجرا گذاشته است:
- (۱) اجرای عملیات راه اندازی انواع نیروگاه و سایر مراکز صنعتی
 - (۲) اجرای عملیات بهره‌برداری و نگهداری انواع نیروگاه و سایر مراکز صنعتی
 - (۳) انجام تعمیرات اساسی انواع نیروگاه و سایر مراکز صنعتی
 - (۴) انجام تست کارائی انواع نیروگاه و ارائه گزارشات مربوطه
 - (۵) انجام آموزشهای عمومی و تخصصی نیروگاهی به صورت آموزش های آکادمیک (با همکاری مراکز دانشگاهی معتبر) و آموزش در محل (On job training) توسط نیروهای متخصص شرکت.

❖ شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران [۸]

شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران یکی از شرکت های وابسته به شرکت توانیر می باشد که در سال ۱۳۶۰ تحت عنوان مدیریت تعمیرات اساسی توانیر فعالیت خود را آغاز و در سال ۱۳۷۰ با آغاز خصوصی سازی و واگذاری امور به بخش غیر دولتی با تاسیس شرکت تعمیرات نیرو در زمینه تعمیرات اساسی نیروگاههای کشور در خدمت صنعت برق قرار گرفت. این شرکت در سال ۱۳۷۷ جهت توسعه توان ساخت‌افزایی و نرم‌افزاری شرکت در زمینه تعمیر تجهیزات اصلی و جانبی صنایع نیروگاهی، نفت و گاز پتروشیمی و دیگر صنایع تحت عنوان شرکت توسعه صنایع نیروگاهی خدمات مورد نیاز صنایع مذکور را ارائه نمود. هم اکنون شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران با فضای کارگاهی بالغ بر ۲۶۰۰۰ متر مربع با بهره‌مندی پرسنل و با برخورداری از امکانات نرم‌افزاری، تجهیزات، ماشین آلات و امکانات آزمایشگاهی به ارائه خدمات فنی در زمینه تعمیر و ساخت تجهیزات صنعت برق و نفت و گاز و پتروشیمی و سایر صنایع بزرگ کشور می پردازد. اهم خدمات قابل ارائه در شرکت مذکور عبارتند از:

- تعمیر و بازسازی انواع روتورهای توربین گاز و بخار براساس دستورالعمل‌های شرکت سازنده
- تعمیر، بازسازی و نوسازی و بهینه‌سازی انواع روتورهای ژنراتور
- رفع خمش از انواع محورها
- ماشین‌کاری قطعات سنگین
- ارائه خدمات بالانس دینامیکی دور بالا (Over speed) انواع روتورهای توربین و ژنراتور در محفظه خلاء تا وزن ۸۰ تن
- ارائه خدمات بالانس دینامیکی دور پایین (Low speed) انواع روتورهای توربین و ژنراتور و سایر محورها
- ارائه خدمات بالانس دینامیکی انواع روتورهای سنگین و غیر قابل حمل در محل با دستگاه بالانس پرتابل
- آنالیز ارتعاشات و یافتن عیوب ناشی از ارتعاشات با دستگاه آنالیزور پرتابل
- طراحی و ساخت قطعات یدکی ویژه و تجهیزات و نیز ابزارآلات خاص با استفاده از روش‌های مهندسی معکوس
- عملیات حرارتی قطعات صنعتی در سایت و کارگاه
- عملیات جوشکاری قطعات حساس در سایت و کارگاه
- ساخت انواع مبدل‌های حرارتی نیروگاهی، پالایشگاهی
- انجام آزمایشات غیر مخرب و بازرسی فنی
- آزمایش (UT) التراسونیک، ضخامت‌سنجی، سختی‌سنجی و انواع دستگاه دیجیتالی با زوایا و فرکانس‌های مختلف و بلوک‌های کالیبراسیون خارجی قابل آزمایش بر روی جوش‌ها، اتصالات، ورق‌ها، قطعات ریخته‌گری، سازه‌های فلزی، مخازن، کشتی‌ها، صنایع هوا فضا و صنایع خودروسازی
- آزمایش رنگ‌های نفوذی (PT) و ذرات مغناطیسی (MT)
- رادیوگرافی (RT) و تفسیر فیلم‌های رادیوگرافی (RTI)
- تجزیه و تحلیل علت تخریب و زوال قطعات نیروگاهی و صنعتی
- آزمایشگاه مجهز به دستگاه‌های آنالیز کوانتومتری، سختی‌سنجی، یونیورسال، میکروسختی‌سنج، میکروسکوپ نوری، استریومیکروسکوپ
- نصب و راه‌اندازی نیروگاه‌های بخار، گازی، آبی و تجهیزات صنعتی

- تعمیرات و اورهال نیروگاه‌های بخار، گازی و سیکل ترکیبی
- ارائه خدمات مشاوره و نظارت در خصوص تعمیرات نیروگاهی
- تعمیر اساسی تجهیزات برق و ابزار دقیق تجهیزات نیروگاهی
- تعمیر و سرویس و انجام بازدیدهای دوره‌ای ژنراتور نیروگاه‌های کشور تا قدرت 440 مگاوات
- مشاوره و برنامه‌ریزی جهت تعویض و یا ترمیم گوه‌ها و نگهدارنده‌های سیم پیچی و پوشش‌های حفاظتی ژنراتورها به منظور جلوگیری از تخریب و آسیب‌های ناشی از بهره‌برداری طولانی مدت و ضعف‌های احتمالی
- تعمیر اساسی سیم پیچی و هسته ژنراتورها و الکتروموتورهای فشار قوی
- بازسازی کامل سیم پیچی ژنراتورهای نیروگاهی و دیگر صنایع
- ساخت و نصب سیم پیچی ژنراتورها و الکتروموتورهای فشار قوی تا ولتاژ ۱۱ کیلو ولت با استفاده از عایق مرغوب و همچنین انجام آزمایش‌های الکتریکی در طول پروسه ساخت
- تامین مواد و قطعات مورد نیاز تعمیرات ژنراتورها و الکتروموتورهای فشار قوی از طریق خرید خارجی و تبدیل و ساخت قطعات مورد نظر
- تعمیرات و بازسازی انواع ترانسفورماتورهای قدرت و صنعتی
- ساخت کویل انواع ترانسفورماتورها
- ارائه خدمات مهندسی در انجام کلیه آزمایشات الکتریکی در ارتباط با تعمیرات ترانسفورماتورها و ژنراتورها

از نظر ساختاری، شرکت تعمیرات نیروگاهی به ۳ معاونت تقسیم می‌شود:

- معاونت الکتریک
 - امور تعمیرات ژنراتور و الکتروموتورهای فشار قوی
 - امور تعمیرات ترانسفورماتور
 - امور آزمایشگاه فشار قوی
 - دفتر مهندسی و برنامه‌ریزی
- معاونت پروژه‌ها

- معاونت مکانیک

– معاونت الکتریک – تعمیرات ژنراتور و الکتروموتور

معاونت الکتریک در زمینه تعمیرات ژنراتور و الکتروموتورهای فشار قوی فعالیت می‌نماید. توانمندی‌ها و سوابق اجرایی این بخش از معاونت الکتریک در زمینه تعمیرات به شرح زیر بیان می‌گردد:

الف) تعمیر و سرویس و انجام بازدیدهای دوره‌ای ژنراتورهای نیروگاه‌های کشور تا قدرت 440MW

ب) مشاوره و برنامه‌ریزی جهت تعویض و یا ترمیم گوه‌ها و نگهدارنده‌های سیم‌پیچی و پوشش‌های حفاظتی ژنراتورها به منظور جلوگیری از تخریب و آسیب‌های ناشی از بهره‌برداری طولانی مدت و ضعف‌های احتمالی

ج) تامین مواد و قطعات مورد نیاز تعمیرات ژنراتورها و الکتروموتورهای فشارقوی از طریق خرید خارجی مواد اولیه و تبدیل و ساخت قطعات مورد نظر

- ساخت کویل دایموند الکتروموتورها و ژنراتورهای فشارقوی تا ولتاژ 11KV

- ساخت شینه ژنراتورهای نیروگاهی تا ولتاژ 20KV

- ساخت و تعویض سیم‌پیچی تراکشن موتورهای DC و AC

- ساخت و تعویض گوه‌ها و نگهدارنده‌ها و فیلر

- تهیه و نصب RTD جهت کنترل دمای سیم‌پیچی

- تهیه و تعویض کامل کابل‌های فشارقوی و Flexible

د) تعمیر اساسی سیم‌پیچی و هسته ژنراتورها و الکتروموتورهای فشارقوی در رابطه با بکارگیری مواد مصرفی و روشهای انجام کار

ز) ساخت و نصب سیم‌پیچی ژنراتورها و الکتروموتورهای فشارقوی تا ولتاژ 11KV با استفاده از مواد عایق و انجام آزمایش‌های الکتریکی در طول پروسه عملیات

ح) تجهیزات کارگاهی امور تعمیرات ژنراتور شامل کارگاه ساخت و نصب سیم‌پیچی با مساحتی بالغ بر ۲۵۰۰۰ مترمربع مجهز به جرثقیل سقفی ۱۰ و ۲۵ تنی و تجهیزات زیر می‌باشد:

- دستگاه نوار پیچ جهت عایق‌کاری سیم‌های تخت و گرد مسی با دقت یک دهم میلی‌متر
- دستگاه ساخت لوپ جهت تولید کویل‌های دایموند قابلیت تولید لوپ از 80 cm تا 250 cm
- دستگاه فرم‌هنده کویل با قابلیت فرم‌دهی کویل‌های دایموند بطول ۲/۵ متر ساخت کارخانه Vincent
- دستگاه پرس گرم با قابلیت پرس شینه تا طول ۶ متر و پخت تا دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد ساخت شرکت Micafil
- کارگاه مخصوص عایق‌کاری شینه و کویل که از محیط ایزوله می‌باشد.
- کارگاه آهن‌گری و جوشکاری و ساخت ابزار در فضای جداگانه برای پیش‌گیری از نفوذ آلودگی و کیفیت بهتر تولیدات
- کوره حرارتی گازسوز تا دمای ۴۰۰°C دارای سیستم کنترل دما و واگن مخصوص با قابلیت استفاده تا بار ۱۰ تن
- کوره الکتریکی جهت پخت نهایی تولیدات کارگاه تا دمای ۲۰۰°C و دقت یک درجه سانتیگراد به‌همراه واگن مخصوص حمل تا ۱۰ تن بار

- سیستم تانک خلأ و فشار جهت تزریق رزین به سیم‌پیچی به روش VPI در تولید کویل
- تجهیزات لازم برای انجام آزمایش‌های الکتریکی و کنترل فرایند تعمیرات

• معاونت الکتریک - تعمیرات ترانسفورماتور

این واحد اولین تعمیر کننده ترانسفورماتورهای قدرت و راکتور در کشور است و در طی حدود بیست سال توانسته است انواع مختلف ترانسفورماتورهای قدرت موجود در کشور که در اثر عوامل مختلف آسیب دیده بودند را تعمیر کرده و تحت سرویس مجدد قرار دهد. این بخش به ارائه خدمات در دو زیر بخش عمده فعالیت می‌نماید:

- **بخش تعمیرات ترانسفورماتور و راکتور** که وظایف آن شامل دمونتاز و مونتاژ تجهیزات جانبی، دمونتاز و مونتاژ کویلها، خشک کردن ترانسفورماتور، تعمیر تجهیزات جانبی، نصب ترانسفورماتور، تعمیر تپ‌چنجرها و تصفیه روغن ترانس می‌باشد. از امکانات موجود این بخش می‌توان به این موارد اشاره کرد: سالن با مساحت حدود ۱۶۰۰ مترمربع با ارتفاع بیش از ۲۰ متر با جرثقیل‌های سقفی ۲۲۰ تن، ۲۵ تن و ۱۰ تن، دستگاه‌های تصفیه روغن با ظرفیت ۲۰۰۰ لیتر تا ۸۰۰۰ لیتر در ساعت، دستگاه‌های پمپ وکیوم تا ظرفیت ۳۰۰۰ متر مکعب در ساعت، کوره خشک‌کن اکتیوپارت ترانسفورماتورهای قدرت و ابزارهای مخصوص مختلف برای تعمیرات انواع ترانسفورماتورها و دستگاه تصفیه شیمیایی روغن

• **بخش ساخت کویل ترانسفورماتور** که فعالیتهای آن شامل ساخت انواع سیم‌پیچ ترانسفورماتور- که توسط چندین دستگاه بزرگ کویل پیچ افقی و عمودی صورت می‌گیرد- پرس سیم پیچ ، ساخت انواع عایق‌های مورد استفاده در ترانسفورماتور و عایق پیچی سیم‌های ترانسفورماتور می‌باشد. این بخش شامل امکانات و تجهیزات عمده ذیل می‌باشد :

یک سالن با وسعت حدود ۲۲۰۰ مترمربع ، دستگاه‌های کویل پیچ افقی و عمودی تا ظرفیت ۴۰ تن ، دستگاه عایق پیچ سیم ترانسفورماتور تا ظرفیت ۱۶ لایه کاغذ همزمان، دستگاه پرس هیدرولیک سیم‌پیچ تا ظرفیت ۳۱۵ تن، کارگاه ساخت عایق ترانسفورماتور و تجهیزات نورد و کشش سیم که در حال نصب می‌باشد .

• معاونت الکتریک - آزمایشگاه فشار قوی

به منظور اطمینان از صحت عملکرد و بالا بردن کیفیت تجهیزات الکتریکی باید آزمایش‌هایی مطابق استانداردهای بین‌المللی بر روی آنها انجام گیرد. بدین منظور امور آزمایشگاه الکتریک از بدو تاسیس این شرکت اقدام به انجام آزمایش‌های الکتریکی برنامه‌ریزی شده بر طبق استانداردهای موجود بر روی ماشینها و تجهیزات الکتریکی شامل ژنراتورها، ترانسفورماتورها، راکتورها، انواع الکتروموتورها، کابلها و سایر تجهیزات نیروگاهها و صنایع نموده است. این آزمایشها شامل مراحل عیب یابی، حین تعمیرات و نهایی می‌باشد.

این امور علاوه بر انجام آزمایش‌های مورد نیاز امورهای تعمیراتی ژنراتور و ترانسفورماتور خود قادر می‌باشد آزمایش‌های الکتریکی و فشارقوی درخواستی صنایع مختلف کشور- که بیشتر شامل نیروگاهها و شرکتهای برق منطقه‌ای و شرکت‌هایی مانند فراب، مپنا و دیگر صنایع بزرگ کشور می‌باشد- را به انجام رساند.

آزمایشگاه فشارقوی مستقر در شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران مجهز به تجهیزاتی جهت آزمایش‌های روتین ترانسفورماتور می‌باشد. ضمناً وجود ژنراتور به قدرت 5 MVA و خازنهای لازم و ترانس مولتی‌تپ، تست‌های اضافه ولتاژ القائی تا ولتاژ 60 KV در طرف اولیه (0-100 HZ & 0-50 HZ) را میسر می‌سازد.

اهم توانمندی‌ها و فعالیتهای آزمایشگاه فشار قوی شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران عبارتند از:

- الکتروموتورها و ژنراتورها
- تست‌های فشار ضعیف: اندازه‌گیری مقاومت عایقی - اندازه‌گیری مقاومت اهمی - اندازه‌گیری امپدانس .
- تست‌های کامل هسته : ولت بردور نامی و توسط دستگاه (ELCID)

- تست‌های فشارقوی:
- تست اندازه‌گیری ضریب تلفات عایقی و ظرفیت خازنی
- تست HV AC و HV DC میزان به 400 KV
- تست کویلها و شینه‌های ژنراتور و الکتروموتور در مراحل مختلف ساخت
- تست‌های راه‌اندازی:
- راه‌اندازی الکتروموتورهای فشارقوی در داخل شرکت با فرکانس پائین و اندازه‌گیری تلفات و پارامترهای دیگر
- راه‌اندازی و کامیونینگ واحدهای آبی و بخار (راه‌اندازی نیروگاه سد شهید عباسپور و شهید رجائی)
- تست‌های روتورهای ژنراتورهای آبی و بخار در تمام مراحل
- ترانسفورماتورها:
- تست‌های فشارضعیف شامل: اندازه‌گیری مقاومت عایقی - اندازه‌گیری مقاومت اهمی - اندازه‌گیری نسبت تبدیل و جریان بی‌باری - اندازه‌گیری تقسیم شار مغناطیسی هسته - اندازه‌گیری امپدانس درصد - تعیین گروه برداری
- اندازه‌گیری ضریب تلفات عایقی و ظرفیت خازنی ترانس و بوشینگ
- تست اتصال کوتاه و temp.rise
- تست‌های بی‌باری ترانس‌های قدرت بالا در فرکانس ۵۰ و ۱۰۰ هرتز در قفس فاراده
- تست فشار قوی (HV) و اندازه‌گیری تلفات بی‌باری ترانس‌های قدرت در توانهای مختلف
- انواع تست‌های عیب‌یابی، حین تعمیر و سیم‌پیچی ترانس و تیچنجر ترانس
- ساخت و طراحی تابلوهای کنترل فن‌ها و پمپ‌های ترانس و تیچنجر آن
- تمامی تست‌های ترانس‌های اندازه‌گیری CT, PT (شامل اندازه‌گیری مقاومت عایقی - اندازه‌گیری مقاومت اهمی - نسبت تبدیل - منحنی اشباع - تعیین پلاریته)

- معاونت الکترونیک - دفتر مهندسی و برنامه‌ریزی

به منظور کنترل پروژه تعمیرات انواع ماشین‌های الکتریکی پس از بازدید و انجام آزمایش‌های لازم و تهیه مدارک فنی و نقشه‌های مورد نیاز و با استفاده از تجربیات گذشته، برآورد تعمیرات شامل زمان، نفرساعت، مواد و ماشین‌آلات مورد نیاز تهیه

می‌گردد و براساس برنامه زمان بندی تهیه شده، دستورالعمل‌های اجرایی (شامل فرایند تعمیرات و آزمایش) مورد نیاز مطابق استانداردهای بین‌المللی تهیه و در اختیار امورهای اجرائی قرار می‌گیرد. در طول تعمیرات کنترل پروژه و کیفیت تعمیرات با بررسی و تحلیل نتایج آزمایشها و پیشرفت کار صورت می‌گیرد.

• معاونت پروژه‌ها

معاونت پروژه‌ها در شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران در زمینه‌های ذیل به فعالیت می‌پردازد:

- تعمیرات اساسی واحدهای گازی در تیپ‌های مختلف (GE F5، GE F6، GE F9، ANSALDO، SIMENS V94.2، MHI MN-701 D، ALSTOM POWER TYPE 2، ALSTOM POWER 13D2، ALSTOM POWER 11N2، V94.2، WESTINGHOUSE W191)
- تعمیرات اساسی توربین و کمپرسور
- تعمیرات اساسی ژنراتور و اکسایتر
- تعمیرات اساسی گیربگس‌های اصلی و فرعی
- تعمیرات اساسی ترک کنورتور
- تعمیرات اساسی دیزل راه انداز
- تعمیرات اساسی و سرویس سرسیلندر
- تعمیرات اساسی اطاق فرمان
- تعمیرات اساسی الکتروموتورهای AC-DC
- تعمیرات اساسی اگزوز شامل تست‌های PT-MT-UT: NDT
- تست‌های الکتریکی فشار قوی و ضعیف
- تعمیرات اساسی تجهیزات برق و ابزار دقیق
- تعمیرات و سرویس و رفع عیب کارتهای الکترونیکی
- تعمیرات اساسی تجهیزات ابزار دقیق واحدهای گازی
- تست و کالیبراسیون تجهیزات ابزار دقیق

- راه اندازی و کامیپینینگ
- بازدید مسیر گاز داغ توربین های مختلف
- بازدید توربین و تعویض پره های توربین
- بازدید اطاق احتراق ها
- بازدید اگزوز
- تعمیر و نگهداری سالانه
- تعمیر و نگهداری نیروگاهها
- تعمیر و نگهداری تاسیسات سنگین پالایشگا ها
- تعمیر و نگهداری تاسیسات سنگین پتروشیمی ها
- تعمیر و نگهداری کارخانه های قند
- ارائه خدمات فنی و مهندسی
- مشاوره درخصوص تعمیرات اساسی واحدهای گازی
- نظارت عالیه بر تعمیرات اساسی و بازدید مسیر داغ گاز

● معاونت مکانیک

معاونت تعمیر تجهیزات سنگین یکی از معاونتهای اجرایی شرکت تعمیرات نیروگاهی می‌باشد که با بهره‌مندی از امکانات و تجهیزات کارگاهی و آزمایشگاهی توانسته در زمینه تعمیرات تجهیزات اصلی و جانبی صنایع نیروگاهی، نفت و گاز و پتروشیمی و دیگر صنایع خدمات فنی را به شرح ذیل ارائه نماید:

- نصب نیروگاههای بخاری، گازی، سیکل ترکیبی و آبی براساس دستورالعمل‌های سازنده

شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران با در اختیار داشتن ماشین آلات و تجهیزات لازم، تعمیر تجهیزات سنگین را به عنوان یکی از محورهای فعالیت خود توسعه داده است. ارائه خدمات نصب واحدهای نیروگاهی از جمله این خدمات است به گونه‌ای که این شرکت تا کنون نزدیک به ۲۰ واحد نیروگاهی در کشور نصب و راه اندازی نموده است.

- تعمیر و بازسازی انواع روتورهای توربین گازی و بخاری

در برخی از موارد روتورهای توربینهای بخاری و گازی در هنگام بهره‌برداری دچار آسیب دیدگیهای مختلفی می‌شوند که بهره‌برداری مجدد از آنها مستلزم تعمیر و بازسازی نقاط آسیب دیده است. شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران هم اکنون قادر است انواع روتورهای توربین را تعمیر، بازسازی و بهینه‌سازی نماید. از طرفی قطعات روتور توربینهای گاز بنا بر دستورالعمل‌های شرکت‌های سازنده دارای عمر طراحی محدودی می‌باشند که در برهه‌ای از زمان بهره‌برداری بایستی تعویض و بهینه‌گردند تا بهره‌برداری مجدد آن با اطمینان میسر شود. شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران در حال حاضر به ارائه این خدمات می‌پردازد. تاکنون بیش از ده دستگاه روتور از انواع توربینهای گازی بصورت کامل نوسازی شده است.

- تعمیر و بازسازی انواع روتورهای ژنراتور

شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران بیش از دو دهه تجربه در انجام تعمیر و بازسازی انواع روتورهای ژنراتور دارد. این شرکت قادر است بازسازی و تعمیر روتورهای ژنراتور در اندازه و ظرفیتهای گوناگون را به انجام برساند. نوسازی و بهینه‌سازی روتور انواع ژنراتورها به هنگام بهره‌برداری دچار ضعفهای محسوس هستند که این شرکت قادر است نسبت به تحلیلهای لازم و رفع ضعف طراحی روتورهای مذکور اقدام نماید.

- بالانس دینامیکی سرعت پایین (Low speed)

شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران به عنوان مرجع خدمات بالانس دینامیکی و آنالیز ارتعاشات می‌باشد. بالانس دینامیکی انواع روتورهای توربین، روتورهای الکتروموتور، فن، محورها و ... در کارگاههای این شرکت با استفاده از دستگاه مجهز در دور پایین با مشخصه جدول ذیل امکان‌پذیر است:

جدول ۴- مشخصات بالانس دینامیکی low speed

سخت‌ترین وزن (تن)	سرعت (rpm)
13	230-240
50	400

در شرایطی که محور قابلیت حمل به کارگاه‌های این شرکت را نداشته باشد از تجهیزات پرتابل جهت بالانس دینامیکی استفاده خواهد شد.

- بالانس اور اسپید (Over speed)

این شرکت مجهز به دستگاه بالانس اور اسپید می باشد. به کمک تجهیزات مذکور، خدمات بالانس در خلاء بر اساس مشخصه‌های جدول (۲-۵) ارائه می گردد.

جدول ۵- مشخصات بالانس اور اسپید

حداکثر وزن (تن)	سرعت (rpm)
80	3600
20	7200



شکل ۲- نمایی از دستگاه بالانس اور اسپید

- مبدل های حرارتی

شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران سازنده و بازسازی کننده مبدلهای حرارتی مورد استفاده از صنایع نیروگاهی، نفت، گاز و پتروشیمی می باشد. ساخت مبدل ها در ظرفیت ها و ابعاد مختلف براساس استانداردهای ISO , ASME , ASTM انجام می گیرد. عملیات بازرسی جوش در تمامی مبدلهای ساخته و یا تعمیر شده با استفاده از روش RT,PT,MT,UT انجام می گیرد و سپس مبدل تحت تست فشار (تست هیدرواستاتیک) قرار می گیرد.

علاوه بر موارد پیش گفته شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران، به ارائه خدمات در زمینه ارزیابی و تخمین عمر باقیمانده، تجزیه و تحلیل، علت تخریب قطعات صنایع نیروگاهی، نفت گاز و پتروشیمی و سایر صنایع می‌پردازد.

❖ شرکت تعمیرات صنایع نیروگاهی مازندران (صنیر) ([۹] و [۱۰])

این شرکت از شرکتهای فعال تعمیر و نگهداری، تعمیرات نیروگاهها و تجهیزات صنعتی می باشد. در راستای سیاست خصوصی سازی وزارت نیرو جهت افزایش بهره وری و استفاده بهینه از نیروهای کارآمد، شرکت تعمیرات صنایع نیروگاهی مازندران (صنیر) در تاریخ ۱۳۷۵/۸/۱۰ تاسیس و با استفاده از نیروهای بخش تعمیرات شرکت مدیریت تولید برق نکا از تاریخ ۷۶/۱/۱ فعالیت خود را آغاز کرد. این شرکت در حال حاضر مسئولیت سرویس، تعمیر و نگهداری واحدهای بخاری و گازی نیروگاه نکاء را به عهده داشته و با استفاده از تجارب گذشته، به ارائه خدمات فنی، مشاوره و... در سایر نیروگاهها وهمچنین دیگر صنایع کشور نیز می پردازد.

شرکت مذکور خود را مقید به اهداف ذیل، نموده است:

- ۱) افزایش سطح آگاهی پرسنل، تبادل تجربیات، نوآوری و نیز بهبود موثر و مستمر در آموزش نیروی انسانی.
 - ۲) افزایش رضایت مشتریان و ذینفعان از طریق توجه به نیازهای حال و آینده آنان.
 - ۳) دستیابی به تکنولوژیهای روز تعمیرات با نگاه به آینده و شناخت رقبا.
- توانائی شرکت در بخشهای مختلف به شرح زیر است :

الف) توانمندیهای گروه الکتریک

- تعمیر و تست و راه اندازی توریونزراتورها و دیزل ژنراتورها و الکتروموتورهای AC و DC فشار ضعیف و فشار متوسط و موتورهای مخصوص.
- تعمیر و تست و راه اندازی ترانسفورماتورهای قدرت.
- تعمیر و تست سیستمهای حفاظت ژنراتور و سیستم تحریک و تجهیزات و مسیرهای خروجی ژنراتور و مدارات کنترل و فرمان UPS 48V DC , 110V DC, 220V DC .
- تعمیر و تست و اصلاح سیستم سوئیچگیرها .

- تعمیر و تست و راه‌اندازی یکسوکننده‌ها و اینورتر.
- تعمیر و تست و راه‌اندازی تجهیزات جانبی الکتریکی نیروگاهی اعم از بویلر کمکی و کلر سازی و هیدروژن سازی و تصفیه‌خانه.

- تصفیه روغن ترانس و تست دی‌الکتریک آن.

ب) توانمندیهای گروه ابزار دقیق و کنترل

- کالیبراسیون تجهیزات کنترل و ابزار دقیق
- تعمیر کارتهای الکترونیک، ترانسدیوسرها و ترانس‌میترها.
- نصب، کامیپینگ، راه‌اندازی سیستمها و مدارات کنترل و ابزار دقیق.
- نصب و راه‌اندازی سیستمهای اعلام و اطفاء حریق و سیستم‌های کسب اطلاعات.
- نصب و راه‌اندازی سیستمهای مخابراتی شامل مراکز تلفن و فراخوان و اینترنت کام.
- نظارت بر انجام تعمیرات سیستمهای ابزار دقیق و کنترل.

ج) توانمندیهای گروه مکانیک

ج-۱) توربوماشین:

- نصب و تعمیرات انواع مختلف دیزل‌ها، کمپرسورها، بلوئر‌ها، پمپ‌ها، درایرها.
- نصب و راه‌اندازی و تعمیرات سیستم تهویه مطبوع - حرارت مرکزی.
- طراحی و نصب و نگهداری ایستگاههای پمپاژ آب.
- تعمیر و نصب و نگهداری انواع توربین‌های بخار و گاز.

ج-۲) والو و بویلر:

- تعمیر انواع بویلرها (فایرتیوپ و واترتیوپ)، مخازن و مبدلهای حرارتی.
- تعمیر انواع والوها شامل والوهای مکانیکی، هیدرولیکی، نئوماتیکی.
- تنظیم و سرویس کلیه محرکهای هیدرولیکی، نئوماتیکی و الکتریکی.

ج-۳) کارگاه:

- داربست بندی، عایقکاری
- سندبلاست، نقاشی صنعتی
- جوشکاری برق و آرگون و استیلن کلیه تجهیزات صنعتی
- رابرلاینینگ و جوشکاری پلاستیک

د) توانمندیهای گروه برنامه‌ریزی و کنترل پروژه

- تهیه برنامه زمانبندی (C.P.M) و کنترل عملیات پروژه ها .
- مشاوره در زمینه طراحی و برنامه‌ریزی ساخت قطعات .
- ارائه اطلاعات لازم از سازندگان قطعات یدکی در داخل کشور با استفاده از منابع اطلاعاتی موجود در شرکت .
- تشکیل سمینار و کنفرانسهای علمی .
- برگزاری دوره های آموزشی .
- کنترل ایمنی محیط کار .

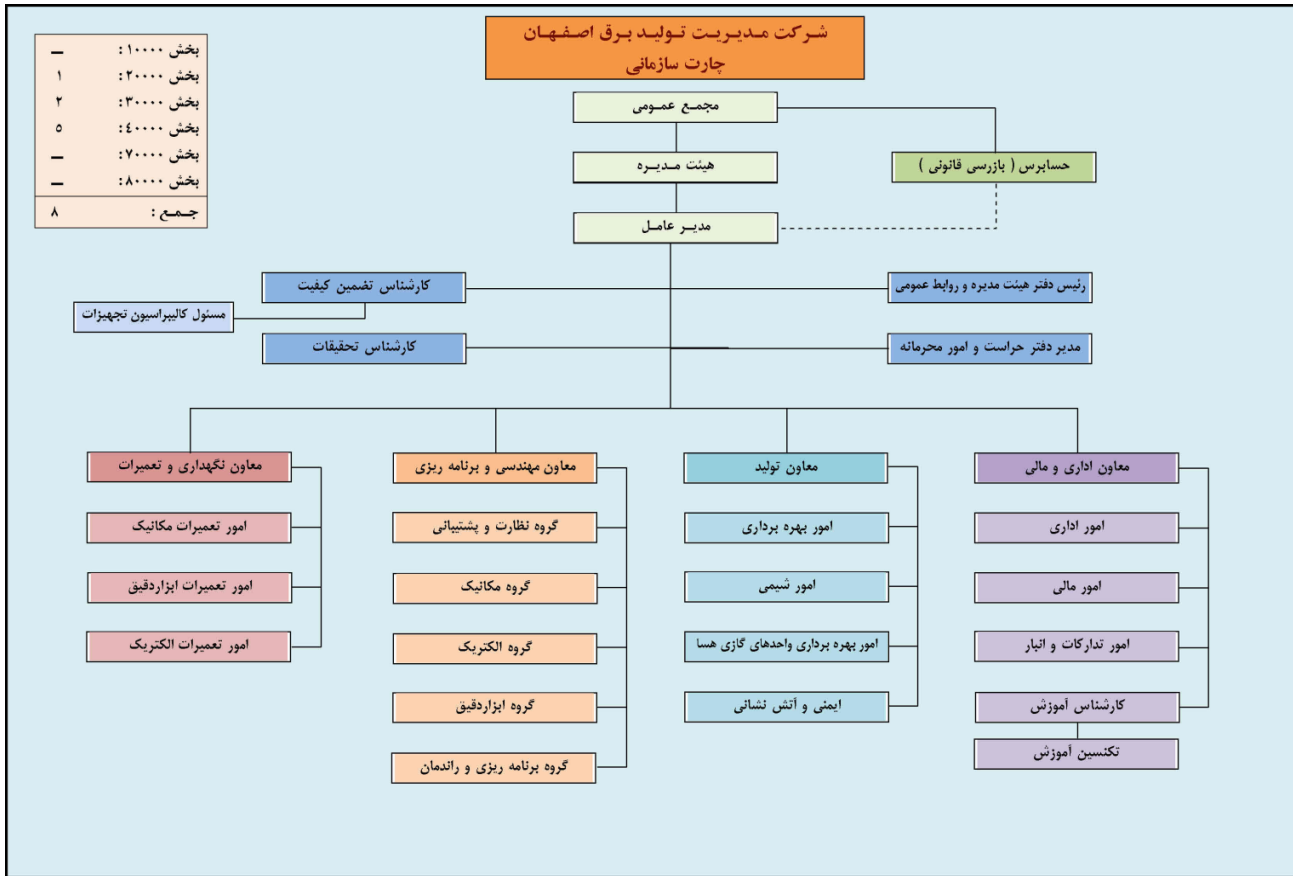
❖ شرکت‌های مدیریت تولید برق

شرکتهای مدیریت تولید برق با سازمان غیر دولتی و البته با تشکیل مجمع عمومی به ریاست مدیرعامل شرکتهای برق منطقه‌ای که شرکتی دولتی بود تشکیل گردید و عملاً از بدنه دولت جدا گردید. شایان ذکر است که نظارت دولت بر عملکرد، انتصاب مدیر عامل و جذب نیروی انسانی در این شرکتها کماکان ادامه داشته و دارد. به دلیل الزامات و نیاز دستیابی نیروگاهها به سطح بهره‌وری با تشکیل بازار برق، رویه‌ای جدید در قیمت‌گذاری و عرضه برق تولیدی ارائه شد. در ساختار جدید، شرکت مدیریت شبکه برق ایران با هدف ایجاد رقابت در نرخهای فروش برق تشکیل گردید. این نوع نرخ گذاری و عرضه ارتباط مستقیمی با افزایش بهره‌وری و پایین آوردن نرخ برق تمام شده در نیروگاهها داشته و منجر به تلاش بیشتر نیروگاهها جهت کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری می‌گردد.

در راستای سیاست‌های وزارت نیرو در امر خصوصی سازی شرکت مدیریت تولید برق یزد از تاریخ ۱۳۸۷/۴/۱ به منظور بهره‌برداری از تاسیسات نیروگاهی استان یزد رسماً فعالیت خود را آغاز نمود.

شرکت مدیریت تولید برق یزد توانایی ارائه خدمات فنی مهندسی ذیل را دارد:

- برگزاری کلاسهای آموزشی در زمینه‌های بهره‌برداری و تعمیرات مولدهای گازی GEF5، GEF9، V94.2 و V93.0
 - بهره‌برداری از مولدهای گازی GEF5، GEF9، V94.2 و V93.0
 - تعمیرات دوره ای و اساسی مولدهای فوق الذکر
 - انجام تست و کامیونینگ و راه اندازی مولدهای فوق الذکر
 - مشاوره در زمینه های نیروگاهی مانند آموزش فنی ، ارزیابی فنی و اقتصادی طرحهای نیروگاهی، ساخت نیروگاهها، تأمین قطعات نیروگاهی.
 - نظارت بر روند تعمیرات دوره ای و اساسی مولدهای فوق الذکر
 - رفع هرگونه عیب کنترلی و ابزاردقیقی سیستمهای کنترل اسپیدترونیک mark1, mark2, mark5 مولدهای آلستوم و کالیبراسیون این سیستمها
 - انجام خدمات کالیبراسیون تجهیزات ابزاردقیق (دما، فشار، سرعت و لرزش)
 - رفع عیب و راه اندازی سیستم کنترل بویلر و توربین بخار و تجهیزات جانبی مربوطه
 - ارائه مشاوره کارشناسی در زمینه تصفیه آب و بخش شیمی نیروگاهها
 - راه اندازی ، بهره‌برداری و تعمیرات مولدهای بخار و سیکل ترکیبی
 - **شرکت مدیریت تولید اصفهان [۱۲]**
- شرکت مدیریت تولید برق اصفهان در سال ۱۳۷۶ مشتمل بر دو نیروگاه منطقه اصفهان تشکیل گردید. این شرکت شامل نیروگاه بخاری اصفهان و نیروگاه گازی هسا جمعاً " به قدرت اسمی ۹۲۲/۶ مگاوات می باشد.
- شرکت مدیریت تولید برق اصفهان توانائی ارائه خدمات در زمینه های زیر را دارد :
- راه اندازی و کامیونینگ نیروگاههای بخاری و سیکل ترکیبی
 - راه اندازی و کامیونینگ بویلرهای صنعتی و واحدهای تولید انرژی



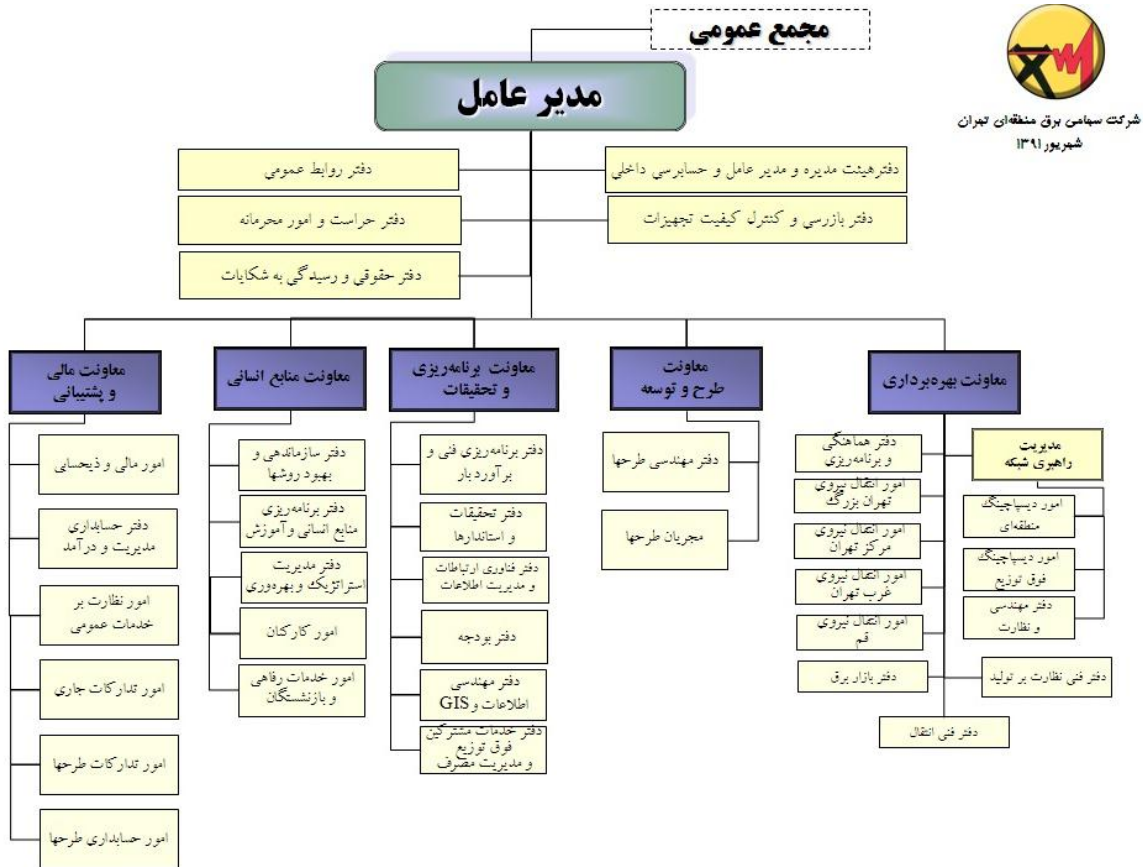
شکل ۳- چارت سازمانی مدیریت تولید برق اصفهان

❖ شرکت‌های برق منطقه‌ای

• شرکت برق منطقه‌ای تهران [۱۳]

از سال ۱۳۶۸ در اجرای سیاست‌های وزارت نیرو از جمله اعطای اختیارات متناسب با مسئولیتها به واحدهای صف و ایجاد شرکت‌های مدیریت تولید برق در هر منطقه به منظور افزایش بهره‌وری و کاهش قیمت تمام شده تولید به قیمت ثابت، کلیه اختیارات مالی، اداری، بازرگانی و امور کارکنان هر نیروگاه به مدیریت نیروگاه واگذار شد. در سال ۱۳۷۰ و ۱۳۷۱ در اجرای سیاست مذکور، کلیه تأسیساتی که در اختیار توانیر بود به شرکت‌های برق منطقه‌ای واگذار شد.

شرکت برق منطقه‌ای تهران از سال ۱۳۷۷ در زمینه‌های مختلف فعالیت خود تجدید نظر کرد و به تدریج نسبت به ایجاد و تأسیس شرکت‌های مدیریت تولید برق، شرکت‌های توزیع نیرو و شرکت‌های پشتیبان برای ارائه خدمات فنی و مهندسی، پیمانکاری و مشاوره‌ای اقدام نمود. بطوری که شرکت‌های مدیریت تولید و توزیع نیروی برق به صورت مستقل عهده‌دار بهره‌بردار، نگهداری، توسعه شبکه، فروش انرژی برق و ارائه سایر خدمات به مشترکان در حوزه عملیاتی خود می‌باشند. علاوه بر این، شرکت‌های پشتیبانی که خدمات فنی مهندسی، مشاوره‌ای و پیمانکاری ارائه می‌کنند به صورت شرکت‌های وابسته و اقماری زیر نظر شرکت برق منطقه‌ای تهران به فعالیت ادامه می‌دهند.



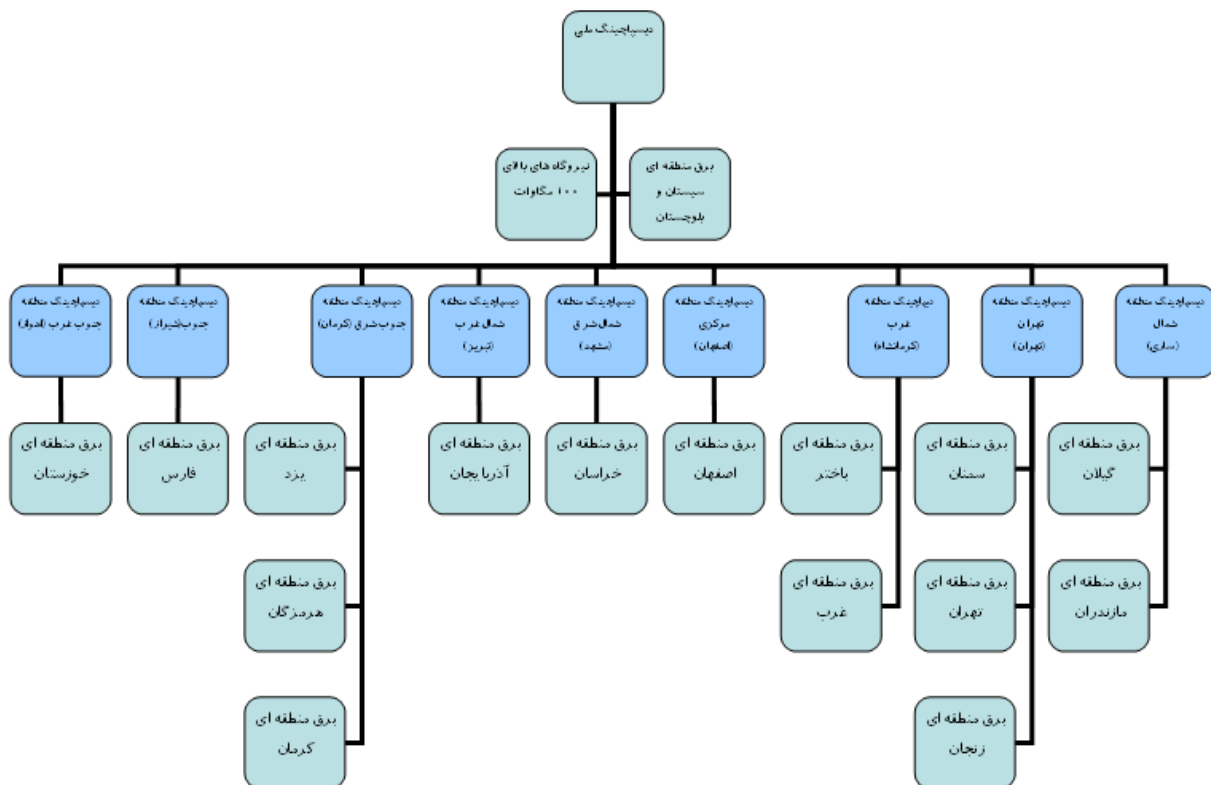
شکل ۴- چارت سازمانی مدیریت برق منطقه‌ای تهران

به دلیل مشابهت ساختار شرکتهای برق منطقه ای با شرکت برق منطقه ای تهران از بررسی تک تک آنها خودداری می‌گردد.

❖ معاونت راهبری شرکت مدیریت شبکه برق [۱۴]

شرکت مدیریت شبکه برق ایران دارای ۵ معاونت است که معاونت راهبری شبکه برق یکی از آنها می‌باشد که مسوولیت مدیریت دیسپاچینگ ملی و هماهنگی و نظارت بر دیسپاچینگهای منطقه‌ای را برعهده دارد. راهبری و کنترل شبکه سراسری از طریق یک مرکز مکانیزه برای اولین بار در سال ۱۳۵۰ در شبکه برق ایران آغاز گردید. ظرفیت نصب شده در این سال حدود ۳ هزار مگاوات بود و با توجه به ابعاد و گستردگی شبکه، سیستم دیسپاچینگ کشور دارای یک ساختار متمرکز بود. به این ترتیب پایش و کنترل تمام نیروگاه‌ها و پست‌های انتقال شبکه سراسری مستقیماً توسط دیسپاچینگ ملی انجام می‌شد. در آذر ماه سال ۱۳۷۳ بهره‌برداري از مرکز فعلی آغاز شد و با راه‌اندازی شش مرکز دیسپاچینگ منطقه‌ای، راهبری شبکه از

حالت متمرکز به ساختار هرمی تبدیل گردید. از آن به بعد عملیات پایش و کنترل شبکه انتقال برق کشور در مورد نیروگاه‌های با ظرفیت بیش از ۱۰۰ مگاوات بطور مستقیم توسط دیسپاچینگ ملی و در مورد نیروگاه‌های با ظرفیت کمتر از ۱۰۰ مگاوات و پست‌های غیر نیروگاهی از طریق دیسپاچینگ‌های منطقه‌ای اعمال می‌گردد. پس از سال ۱۳۸۴ سه مرکز دیسپاچینگ منطقه‌ای غرب، شمال و جنوب نیز به این مجموعه اضافه گردید.



شکل ۵- چارت سازمانی معاونت راهبردی شبکه برق کشور

اهداف کلی که این معاونت آنها را دنبال می‌نماید عبارتند از:

- حصول اطمینان از تامین و تداوم در تامین برق مورد نیاز مصرف کنندگان از طریق برنامه ریزی، پایش و مدیریت

شبکه تولید و انتقال

- حفظ پایداری و ایمنی شبکه تولید و انتقال، با توجه به معیارها و استانداردهای کمی و کیفی ناظر بر پایداری و امنیت

شبکه

- بهره‌برداری بهینه از منابع تولید و انتقال در چارچوب مقررات و معاملات بازار برق
- معاونت راهبری شبکه برق کشور دارای سه دفتر است که در قالب آنها فعالیت‌های خود را پیگیری می‌نماید:
 - دفتر بهره‌برداری و کنترل سیستم
 - دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی کوتاه مدت
 - دفتر مهندسی، نظارت و پشتیبانی سیستم اسکادا
 - **وظایف دفتر بهره‌برداری و کنترل سیستم**
- پایش و راهبری شبکه سراسری بر اساس دستورالعمل‌های ثابت بهره‌برداری و نظارت بر حسن اجرای دستورالعمل‌های یاد شده
- ارزیابی وضعیت لحظه‌ای نقطه کار شبکه از نظر سطح امنیت و پایداری و اعمال کنترل‌های لازم جهت حفظ یا بازگرداندن شبکه به وضعیت عادی
- کنترل شبکه در شرایط اضطراری و حوادث و بازگرداندن شبکه به وضعیت عادی
- حفظ تعادل لحظه‌ای تولید و مصرف توان اکتیو بر اساس برنامه آرایش تولید نیروگاهها در بازار برق و کنترل فرکانس شبکه سراسری و شبکه‌های برون مرزی متصل به آن
- حفظ تعادل تولید و مصرف توان راکتیو در مناطق مختلف و کنترل ولتاژ
- پایش لحظه‌ای انواع ذخیره در شبکه و کنترل آنها در حد مقادیر تعیین شده
- ارزیابی عملکرد واحدهای نیروگاهی از نظر ارائه توان مورد انتظار و ثبت کدهای پایایی
- نظارت بر عملکرد دیسپاچینگ‌های انتقال در مناطق
- دریافت لحظه‌ای اطلاعات شبکه از سیستم اسکادا و تخمین مقادیر اندازه‌گیری نشده و در نهایت استخراج اطلاعات قابل اعتماد به منظور انجام مطالعات لحظه‌ای شبکه
- تهیه نقشه عملیاتی شبکه سراسری و دریافت و بررسی و توزیع نقشه‌های جدید پست‌ها
- اجرای برنامه‌های مدیریت منابع سوخت و آب نیروگاههای کشور و پیگیری موجودی مخازن و تهیه گزارشهای

- حصول اطمینان از حفظ آمادگی دیسپاچینگ پشتیبان
- شناسایی قابلیت، تست و بررسی عملکرد واحدهای نیروگاهی در کنترل فرکانس شبکه
- شناسایی، تست و تدوین دستورالعمل‌های تست و راه‌اندازی واحدهای با قابلیت خود راه‌انداز
- تست و بررسی عملکرد واحدهای نیروگاهی در ارائه خدمات توان راکتیو
- هماهنگی و بررسی قابلیت اجرای برنامه‌های خروج تجهیزات تولید و انتقال و آماده‌سازی شرایط و انجام مانور لازم برای اجرای برنامه‌های تعمیرات
- پیش‌بینی وضعیت تراز تولید و مصرف در روز جاری
- تهیه و ارائه گزارشات مختلف اعم از گزارشات انرژی، پیک، عملکرد نیروگاهها و حوادث شبکه
- **وظایف دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی کوتاه مدت**
- بررسی و ارزیابی مستمر پایداری و امنیت شبکه سراسری برق ایران
- واکاوی و شناسایی گلوگاهها و نقاط ضعف شبکه بصورت پیوسته در شرایط عادی و خارج بودن تجهیزات مهم و اعلام دستورالعمل‌های ویژه در جهت پشتیبانی بهره‌برداری و پایش شبکه سراسری و تبادلات برون مرزی
- تحلیل پایداری ولتاژ در شبکه سراسری (تعیین وضعیت راکتورهای ثابت خطوط، پایش ضریب قدرت مصرف‌کننده ها، وضعیت منابع راکتیو، اصلاح آرایش تولید در صورت لزوم، پیشنهاد و پیگیری اجرای حفاظت‌های ویژه مرتبط)....
- ارائه پیشنهادات طرح‌های حذف خودکار بار و تولید (طرح‌های ویژه) و نظارت بر اجرای آنها به منظور افزایش قابلیت اطمینان بهره‌برداری شبکه و جلوگیری از گسترش حوادث
- آنالیز و طراحی سیستم گسترده قطع خودکار بار فرکانس پایین (Load shedding) و نظارت مداوم بر عملکرد رله های فرکانسی منصوبه فرکانسی در شبکه سراسری
- تحلیل مستمر و تهیه گزارش حوادث به منظور شناسایی مشکلات شبکه و پیگیری نواقص ساختاری و عملکرد تجهیزات حفاظتی یا نیروی انسانی
- پایش شبکه سراسری از نظر ریسک بهره‌برداری و عدم رعایت دستورالعمل‌های ویژه

- بررسی، برنامه‌ریزی و صدور مجوز برنامه های تعمیراتی خروج تجهیزات شبکه انتقال و نیروگاهها با توجه به حفظ سطح امنیت شبکه
- پیش بینی بار کوتاه مدت روزانه و میان مدت هفتگی با توجه به تحلیل پارامترهای موثر بر مصرف
- تنظیم و تهیه برنامه ریزی آرایش تولید روزانه (ساعت به ساعت) واحدهای نیروگاهی شبکه سراسری براساس تحلیل اطلاعات تولید، دریافتی برون مرزی ، پیش بینی بار محدودیتهای انتقال ، محدودیتهای فنی نیروگاهها و تعامل با بازار برق
- تهیه اطلاعات اصلی و عملکرد واحدهای تولیدی و تجهیزات انتقال و همچنین بررسی و اصلاح کلیه اطلاعات پیک و انرژی در پایگاه داده های سیستم مدیریت اطلاعات
- بررسی و اعلام نظر در خصوص اعتراضات نیروگاهها مربوط به نحوه بهره برداری، کدهای پایایی متعلقه در تعامل با بازار برق
- مدیریت مخازن سوخت، تحلیل ذخیره آب سدها، تحلیل میزان ذخیره تولید روزانه و سالیانه (پیک تابستان)، تهیه و ارائه گزارشات مربوطه
- مدلسازی و به روز رسانی مستمر اطلاعات و محدودیتهای تجهیزات شبکه سراسری به منظور استفاده در کلیه تحلیلهای شبکه
- برنامه‌ریزی و صدور مجوز به منظور برق‌دار نمودن نیروگاهها و خطوط انتقال و پستهای جدید با برقراری امکانات سیستم اسکادا و مخابرات
- ارائه طرحهای مناسب و پیشنهاد تغییر تنظیمات رله های حفاظتی و ارتقاء تجهیزات در جهت افزایش حدود تبادل ایمن و بهبود آستانه‌های پایداری شبکه سراسری
- بررسی وضعیت شبکه سراسری برای تابستان سال آینده با توجه به طرحهای در حال اجرا به منظور اولویت‌بندی، شناسایی مشکلات، تسریع در بهره برداری آنها و حضور درجلسات مربوطه
- بررسی، مشارکت فعال و انعکاس نقطه نظرات در خصوص طرحهای بلند مدت و جدید پیشنهاد شده، در راستای بهبود ، تسریع و جامع شدن طرحهای ابلاغی
- مشارکت در پروژه‌های مرتبط با افزایش کیفیت بهره برداری شبکه مانند بررسی کاهش T-OFF های شبکه، جایابی ترانسفورماتورهای جایجا کننده فاز (PST) ، اندازه‌گیری فازور (PMU) ، تاثیر پارامترهای جوی در برآورد بار ، ...

- امور آموزشی و آموزش پرسنل جدیدالاستخدام، اعزامی از مناطق، نیروگاهها،
- تهیه و ارائه گزارشات خاص، رسمی، موردی، عملکرد شبکه سراسری، بازار برق، شاخصهای راهبری شبکه، جلسات مدیران ارشد، بولتن‌های سالیانه،

❖ دفتر خصوصی‌سازی وزارت نیرو و نقش آن در ارائه خدمات در زمینه بهره‌برداری و نت در

نیروگاهها [۱۵]

توسعه پایدار صنعت برق و تأمین پایایی در انجام فعالیتهای آن نیازمند حضور قانونمند فعالین صنعت برق در این عرصه است. از اینرو ایجاد یک سیستم منسجم، دقیق و پویا در زمینه ثبت اطلاعات و کنترل فعالیتهای فعالین این صنعت و همچنین متقاضیان حضور در عرصه این کسب و کار یکی از مسئولیتهای عمده حاکمیت این صنعت بوده و نظارت و صدور مجوز یکی از ابزارهای توانمند برای اینکار است. از جمله اقدامات این دفتر، تهیه برنامه و سازمان کار مدیریت پروانه‌ها در زمینه نظارت و صدور پروانه است.

مأموریت دفتر خصوصی‌سازی صنعت برق به صورت زیر تدوین شده است:

- بازسازی نظام و ساختار تامین و عرضه برق در جهت واگذاری امور تصدی در صنعت برق به بخش غیردولتی
- محدود کردن بخش دولتی به مسئولیت‌های حاکمیتی و تصدیهای غیرقابل واگذاری از طریق ظرفیت‌سازی قانونی و

ساختاری

- اعمال پایش و نظارت حاکمیتی بر بازار برق به منظور باز تعریف نهادها، مناسبات و مقررات در زنجیره تأمین برق
- شکل دهی تعاملات اقتصادی صنعت برق در فضای رقابتی
- افزایش سهم بخش غیردولتی در مالکیت تاسیسات برق
- گسترش نقش آفرینی بخش غیردولتی در تصمیم‌گیری‌های صنعت برق، تسهیل، حمایت و تشویق کارآفرینی بخش غیردولتی.

با توجه به مأموریت فوق، چشم‌اندازهای این گروه به صورت زیر ارائه شده است:

- کل فعالان صنعت برق باید دارای مجوز باشند
- قوانین، مقررات، استانداردها و نظام‌نامه‌های مرتبط باید به صورت یکپارچه تدوین شده باشند؛

- نظامی پویا، منسجم و علمی براساس قوانین و مقررات و... برای ارزیابی و کنترل باید استقرار یابد؛
- روند درخواست و صدور پروانه باید مکانیزه شود.

بر اساس مأموریت مورد اشاره در بالا، راهبردهای نیل به چشم اندازهای فوق به شرح زیر معین شده است:

- ایجاد سیستم ارزیابی و کنترل، رشد و ارتقای دارندگان و متقاضیان پروانه در جهت انجام برنامه های صنعت برق کشور

- توسعه همکاری با نهادهای ذینفع و دریافت بازخوردهای اجرای نظام و مقررات
- ارائه ساز و کار برای سرعت بخشیدن، شفافیت و دقیقتر کردن فعالیتهای مربوط به سیستم مدیریت مجوزها
- افزایش ظرفیت و توانمندی سیستم، مشاوران و ذینفعان با تعریف پروژه ها و خدمات اجرایی و مشاوره ای

مالکان نیروگاه برای دریافت پروانه بهره‌برداری (برای تولید برق)، به منظور بهره‌برداری و نگهداری از نیروگاه خود باید از دارندگان پروانه (O&M بهره‌برداری و نگهداری)، که تخصص لازم را متناسب با نوع واحد تولیدی نیروگاه دارا می‌باشند استفاده کنند. لذا شرکتهای "مدیریت تولید نیروی برق" و تمامی شرکتهای فعال در امر بهره‌برداری و نگهداری از نیروگاه مکلف به دریافت این پروانه متناسب با نوع تخصص خود می‌باشند.

❖ انجمن نت ایران [۱۶]

انجمن نت (نگهداری و تعمیرات) موسسه‌ای غیرانتفاعی است که در زمینه‌های علمی و پژوهشی و فنی فعالیت می‌کند. براساس مفاد اساسنامه انجمن، منطق طراحی در پیکربندی‌های تشکیلاتی، تفکر حاکم بر تشکلهای علمی و حرفه‌ای و استمرار بخشیدن به ارزش‌های فرهنگی و علمی، برخی از اهداف استراتژیک و فعالیت‌های عمده انجمن را می‌توان به شرح زیر بیان نمود:

- ۱- ایجاد زمینه‌های مساعد و برقراری ارتباط با نهادهای رسمی و قانونی، مراجع دولتی، ملی، مقننه، قضایی، مجریه و مؤسسات دولتی و خصوصی در قالب مقررات قانونی و جلب توجه و پشتیبانی آنان در جهت نیل به اهداف انجمن.

- ۲- همکاری با سازمان‌های دولتی و وابسته به دولت و مؤسسات ملی و ارگان‌های رسمی از طریق ارائه نظرها و گزارش‌های کارشناسی و توصیه‌های فنی و قانونی، در تهیه و تدوین قوانین، مقررات و آیین‌نامه‌های اجرایی و اقتصادی مرتبط با « نظام‌های نگهداری و تعمیرات »
- ۳- همکاری با نهادهای اجرایی، علمی و پژوهشی در زمینه ارزیابی و بازنگری طرح‌ها و برنامه‌های مربوط به امور آموزشی و پژوهشی در زمینه‌های علمی موضوع فعالیت انجمن .
- ۴- اشاعه فرهنگ « نظام‌های نگهداری و تعمیرات نوین »
- ۵- ایجاد روابط حسنه و تسهیلات بین اعضاء انجمن برای همکاری مشترک بین آنها در زمینه‌های مختلف .
- ۶- سعی و اهتمام در ترغیب مراکز و مجتمع‌های تولیدی و صنعتی به رعایت استانداردهای صنعتی، دانش فنی و تکنولوژی روز جهت نگهداری و تعمیرات دستگاه‌ها، تجهیزات و ماشین‌آلات مورد بهره‌برداری .
- ۷- کوشش و برنامه‌ریزی در جهت ارتقاء سطح کیفی و دانشی فرهنگ « نظام‌های نگهداری و تعمیرات » در کشور از طریق تدوین و اجرای دوره‌های آموزشی و تخصصی جهت شرکت‌ها، انتشار کتب و نشریات فنی و تخصصی، توسعه و تشویق فعالیت‌های پژوهشی .
- ۸- بررسی تأثیر نظام‌های « نگهداری و تعمیرات » بر روی وضع اجتماع و محیط زیست و آشنا کردن جامعه با محاسن استفاده از نظام‌های « نگهداری و تعمیرات نوین »
- ۹- کوشش در جهت همکاری متقابل با مراکز علمی، تحقیقاتی و صنعتی و ایجاد ارتباط بین متخصصان این رشته به منظور همکاری و تبادل افکار .
- ۱۰- ایجاد پایگاه‌های اطلاعاتی فنی (سیستم اطلاعات فنی و بانک‌های اطلاعاتی) و فراهم کردن تسهیلات لازم برای تبادل و گردش اطلاعات و تجربیات بین اعضاء و انجمن و سایر تشکلهای (انجمن‌ها، کانون‌های صنفی و تخصصی و آموزشی و ...) و مؤسسات و سازمان‌های آموزشی و تحقیقاتی داخلی و خارجی مرتبط با فعالیت‌های انجمن از طریق :
 - تهیه اطلاعات و نشریات لازم مربوط به « نگهداری و تعمیرات » برای استفاده اعضاء انجمن و سایر انجمن‌ها و تشکلهای صنفی .
 - تأسیس کتابخانه، انتشار کتب و نشریات فنی، تخصصی و مفید و گزارشات و خبرنامه‌های ادواری
 - ایجاد ارتباطات علمی و تخصصی با انجمن‌ها و مجامع علمی بین‌المللی .

- برگزاری گردهمایی‌های علمی و تخصصی در سطوح داخلی و خارجی مرتبط با «نت»
- گردآوری آمار و اطلاعات در باره آخرین پیشرفت‌های علمی و فنی در زمینه فعالیت‌های «نت» و نشر آن‌ها و جلب توجه اعضاء نسبت به این پیشرفت‌ها.

- بازآموزی مهندسين شاغل واحدها با دوره‌های کوتاه مدت و میان مدت مرتبط با «نت»

بطور کلی خدمات انجمن نت را می‌توان به دسته‌های زیر تقسیم نمود:

- اطلاع‌رسانی

- خبرنامه چاپی
- خبرنامه اینترنتی (مفصل‌تر از خبرنامه چاپی و با فاصله کمتر منتشر می‌شود)

- مقالات اینترنتی

- سایت

- تبادل نظرات به صورت اینترنتی

- آموزش

- برگزاری دوره‌های آموزشی (از جنس آشنایی با محیط کسب و کار)

- برگزاری سمینار و کارگاه‌های آموزشی

- برگزاری کنفرانس‌ها و همایش‌ها

- برگزاری میزگردها

- برگزاری تورهای آموزشی

- تهیه و توزیع جزوات، کتب و محصولات چند رسانه‌ای

- پژوهش

- انجام فعالیت‌های عارضه‌یابی در سطح ملی و تهیه RFPهای متناسب

- بررسی و جمع‌آوری نیازمندی‌های پژوهشی سازمان‌ها

- سایر

- شناسایی نیازمندی‌های جذب کارآموز در شرکت‌ها
- معرفی کارآموز به شرکتها
- شناسایی نیازمندی‌های جذب نیروی کار در شرکت‌ها
- معرفی نیروی کار به شرکت‌ها
- جذب حامی جهت توسعه فعالیت‌ها
- برگزاری مسابقات

❖ بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات در صنعت نفت

توسعه اطلاعات و الگو برداری از فعالیتهای وزارتخانه‌هایی غیر از وزارت نیرو در زمینه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات از جمله فعالیتهای صورت گرفته در این پژوهش می باشد. از جمله وزارتخانه‌های پیشرو در این زمینه به وزارت نفت می توان اشاره کرد. از جمله اقدامات این وزارتخانه تشکیل کمیته راهبری نظام نگهداری و تعمیرات (نت) صنعت نفت و تاسیس شرکت راهاندازی و بهره‌برداری صنایع نفت می باشد که در ادامه فعالیتهای آنها تشریح می گردد.

- کمیته راهبری نظام نگهداری و تعمیرات (نت) صنعت نفت

در راستای ساماندهی به فعالیتهای مرتبط با نگهداری و تعمیرات کمیته ای تحت عنوان " کمیته راهبری نظام نگهداری و تعمیرات (نت) صنعت نفت " در وزارت نفت تشکیل گردید [۱۴].

وزیر نفت در تاریخ یکم بهمن سال ۱۳۸۹ با صدور احکامی جداگانه نمایندگان اعضای اصلی کمیته راهبری نظام نگهداری و تعمیرات (نت) صنعت نفت را به مدت دو سال برگزیده و معرفی نمود. این افراد شامل (۱) نماینده مدیرعامل شرکت ملی پالایش و پخش، (۲) نماینده مدیرعامل شرکت ملی صنایع پتروشیمی، (۳) نماینده مدیرعامل شرکت ملی گاز، (۴) نماینده معاون مهندسی و نظارت بر طرح‌ها (۵) نماینده مدیرعامل شرکت ملی نفت، (۶) نماینده شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی (علی البدل)، (۷) نماینده از شرکت ملی گاز ایران (علی البدل)، (۸) نماینده شرکت ملی صنایع پتروشیمی (علی البدل)

شرح وظایف اعضای اصلی و علی‌البدل کمیته راهبری نظام نگهداری و تعمیرات (نت) صنعت نفت در حکم وزیر نفت به این شرح آمده است:

- تدوین استراتژی‌های کارآمد و روزآمد جهت بهبود نظام مدیریت نت صنعت نفت در افق ۱۴۰۴
 - تهیه آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های راهبردی جهت مکانیزه نمودن مدیریت نت صنعت نفت
 - تدوین نظام استاندارد برای مکانیزاسیون مدیریت نت صنعت نفت
 - هماهنگی و یکپارچه‌سازی نظام مدیریت نت
 - تدوین سیاست‌های بومی‌سازی استانداردهای جهانی مدیریت نت در صنعت نفت
 - همکاری، هماهنگی و تعامل با سایر واحدهای مرتبط صنعت نفت و فراسازمانی برای تدوین سیاستهای کلان مدیریت نت.
 - نظارت عالی بر اجرای مدیریت یکپارچه نت.
 - همکاری مستمر با واحدهای پژوهشی و دانشگاهی جهت استفاده از فناوری روز مدیریت نت.
 - تعریف و تصویب پروژه‌های مطالعاتی و اجرائی به منظور پیشبرد اهداف مدیریت نت.
 - برگزاری جلسات، همایش‌ها و کارگاه‌های توسعه مدیریت دانش نت به شرکت‌های تابعه صنعت نفت.
 - تدوین نظام ممیزی، ارزیابی و ترازیابی مدیریت نت بر اساس استانداردهای معتبر.
 - ارائه راهکارهای تشویقی و اقدامات انگیزشی جهت تشویق افراد و واحدهای برتر حوزه مدیریت نت.
- این کمیته اقدامات موثری در زمینه نگهداری و تعمیرات در صنعت نفت به انجام رسانده است.
- با توجه به منتهی شدن روند تکاملی نگهداری و تعمیرات به مدیریت دارایی‌های فیزیکی در دنیا و جایگزینی ادبیات "بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات" با "مدیریت دارایی‌های فیزیکی" کمیته راهبری نظام نگهداری و تعمیرات (نت) صنعت نفت نسبت به انتشار سند راهبردی "نظامنامه راهبردی مدیریت دارایی‌های فیزیکی صنعت نفت اقدام نمود. شایان ذکر است که این سند در نیمه اول سال ۱۳۹۳ از سوی وزارت نفت به شرکتهای تابعه ابلاغ گردید [۱۸].

پس از اجرای فعالیتهای راه اندازی و بهره‌برداری از واحدهای مربوط به شرکت مهندسی و ساختمان صنایع نفت در کوران فعالیتهای ساخت پالایشگاه پنجم عسلویه در فازهای ۹ و ۱۰ پارس جنوبی در سال ۱۳۸۶ این شرکت در قالب همکاری مشترک با شرکت E&C GS کره جنوبی تاسیس گردید. هدف از این اقدام انتقال دانش فنی راه اندازی واحدهای صنعت نفت به کشور در قالب این قرارداد بود. در ابتدای سال ۱۳۹۰، با توجه به توانمندیهای ایجاد شده و فرصتهای بازار، شرکت راه‌اندازی و بهره‌برداری صنایع نفت تاسیس و بصورت رسمی فعالیت خود را آغاز نمود .

خدماتی که توسط این شرکت ارائه می‌گردد عبارتند از:

- خدمات مشاوره راه اندازی در زمینه مهندسی، تامین کالا و تجهیزات و همچنین ساخت
- پیاده سازی سیستم ICAPS بر اساس متدولوژی (OPERCUM)
- خدمات مهندسی راه‌اندازی با تهیه دستورالعملهای پیش راه‌اندازی، راه‌اندازی و آزمون عملکرد
- خدمات نگهداری کلیه تجهیزات در تمام دیسپلین ها
- خدمات پیش راه اندازی شامل انواع تستهای سرد پایپینگ، برق، ابزار و مکانیک، تخمین ها (تجهیزات، مواد مصرفی، قطعات یدکی و ابزارها) و نظارت بر vendor ها
- خدمات راه اندازی شامل انواع تستهای گرم پایپینگ، برق، ابزار و مکانیک، تخمین ها (تجهیزات، مواد مصرفی، قطعات یدکی و ابزارها) و نظارت بر vendor ها
- خدمات تستهای عملکردی و راه اندازی شامل پایدارسازی و راه اندازی یونیت ها، تستهای عملکردی یونیت ها و تست عملکردی یکپارچه واحد ها
- خدمات بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری شامل بهره‌برداری نرمال واحد، خدمات مهندسی تولید، بازرسیهای فنی مبتنی بر RBI، پیاده‌سازی سیستم مدیریت مدیریت CMMS، ارزیابی ریسک و اصلاح و تعدیل بهره‌برداری .
- خدمات آموزش شامل آموزشهای عمومی، آموزشهای ویژه و تخصصی، آموزشهای عملی و حین کار و آموزشهای در سایت

از آنجا که اصولاً بخشهای مختلف یک پروژه به صورت موازی به یک مرحله از تکمیل نمی‌رسند. لذا ممکن است در زمانی بخشی از پروژه به مراحل راه اندازی رسیده است، بخشهای دیگر در مراحل تامین تجهیزات یا ساخت به سر می‌برند، بنابراین

لازم است تا مراحل راه‌اندازی براساس اولویتهای بهره‌بردار تعیین شوند. این کار با رویکرد سیستمی و یکپارچه صورت می‌گیرد. شرکت راه‌اندازی و بهره‌بردار صنایع نفت بدین منظور از روش OPERCOM™ که ماحصل تجربیات و دانش شرکت TOTAL فرانسه است بهره‌جسته و از نرم‌افزار ICAPS به عنوان ابزار برنامه‌ریزی، کنترل و نظارت بر عملیات راه‌اندازی استفاده می‌نماید. روش اجرای عملیات راه‌اندازی بر اساس مراحل ذیل و منطبق بر متدولوژی OPERCOM شرکت TOTAL فرانسه صورت می‌گیرد.

براین اساس چشم‌انداز شرکت با بررسی شرایط موجود در سناریوهای مختلف و همچنین با نگاه به چشم‌انداز صنعت نفت ایران در افق ۱۴۰۴ تدوین شده است. بر مبنای سند مذکور چشم‌انداز شرکت راه‌اندازی و بهره‌بردار صنایع نفت در افق چشم‌انداز (۱۳۹۵) عبارت است از: توسعه یافته و پیشرو در حوزه‌های راه‌اندازی، بهره‌بردار، تعمیر و نگهداری و آموزش صنایع نفت، گاز و پتروشیمی در کشور؛ همراه با حضور موثر در بازارهای داخلی و بین‌المللی.

در راستای نیل به چشم‌انداز پنج‌ساله شرکت، مأموریت آن عبارت است از: ارائه خدمات راه‌اندازی، بهره‌بردار، تعمیر و نگهداری و آموزش از طریق مشاوره، مهندسی، تامین کالا، مدیریت، نظارت و اجرا در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی به صورت کامل با استفاده از منابع انسانی توسعه یافته و علوم و فناوریهای نوین.

ارزشهای محوری چارچوبی است که کلیه فعالیتهای شرکت باید در قالب آن صورت گیرد و هیچ استراتژی، هدف یا رفتاری خارج از این چارچوب مجاز نیست. این ارزشها برگرفته از ارزشهای انسانی و اسلامی، ارزشها و الزامات ملی، ارزشها و الزامات شرکت مادر و همچنین الزامات کسب و کار است. این ارزشها عبارتند از:

- تعهد به توسعه، تعالی و حفظ کرامت و ارزش منابع انسانی به عنوان مهمترین سرمایه سازمانی
- برآورده کردن نیازهای مشتریان و پایبندی کامل به تعهدات
- پاسخگویی و مسئولیت‌پذیری کامل در قبال کلیه ذینفعان و حفظ منافع آنها
- توسعه فرهنگ مشارکت، کار تیمی و یکپارچگی سازمانی
- توسعه دانش و فناوری و پویایی سازمانی از طریق تعهد به خلاقیت و نوآوری
- پایبندی کامل به الزامات ایمنی و زیست‌محیطی بر اساس معیارهای ملی و بین‌المللی
- مدیریت یکپارچه و متعالی پروژه در راستای تحویل به‌هنگام پروژه‌ها با مدیریت هزینه و حداکثر کیفیت
- تعهد همگانی به ارتقای نام و برند شرکت

اهداف راهبردی عبارتند از جهت‌گیری اصلی شرکت منبعث از چشم‌انداز در وجوه مختلف فعالیت‌های آن. این اهداف کیفی است و ترجمه‌ای است از چشم‌انداز در وجوه مختلف. بر این مبنا فعالیت‌های شرکت عبارت است از:

- وجه مالی و اقتصادی
- وجه بازار و مشتری
- وجه فرآیندهای داخلی
- وجه منابع و سرمایه‌های سازمانی (سرمایه‌های انسانی، سازمانی، دانشی و فیزیکی)

اهداف راهبردی در وجوه مختلف عبارتند از:

- دسترسی و برقراری منابع مالی مطمئن جهت نیل به چشم‌انداز و اجرای مأموریت (وجه مالی و اقتصادی)
- حضور موثر در بازار و کسب رضایت مشتریان (وجه بازار و مشتری)
- تعالی در اجرای فرآیندهای داخلی (وجه فرآیندهای داخلی)
- سازماندهی، مدیریت و رهبری اثربخش سازمانی (وجه سرمایه سازمانی)
- توسعه منابع انسانی دانش‌محور (وجه سرمایه انسانی)
- توسعه زیرساخت‌ها شامل سیستم‌ها، فناوری و دانش سازمانی مطابق با آخرین دستاوردها (وجه سرمایه دانشی)
- توسعه متناسب سرمایه‌های فیزیکی (وجه سرمایه فیزیکی)

استراتژی:

مطابق تجزیه و تحلیل‌های صورت‌گرفته، استراتژی کسب و کار شرکت در هر سه حوزه کسب و کار راه‌اندازی، بهره‌بردار و آموزش عبارت است از:

- ارائه خدمات متمایز در حوزه‌های راه‌اندازی، بهره‌بردار و آموزش صنایع نفت، گاز و پتروشیمی
- پوشش کامل نیازهای مشتریان در حوزه راه‌اندازی و بهره‌بردار

❖ سایر شرکت‌های مرتبط با موضوع O&M در صنعت برق

شرکت مادر تخصصی صنایع برق و انرژی صبا [۲۰]

شرکت صنایع برق و انرژی صبا به منظور مشارکت فعال در تامین انرژی الکتریکی کشور در سال ۱۳۸۳ پا به عرصه صنعت برق کشور نهاد. در حال حاضر کشور دوران پر تحرک توسعه را تجربه می کند و برنامه‌های توسعه ملی، میان مدت و بلند مدت، شتاب بیشتری را در توسعه صنعت برق طلب می کند که این مهم جز از طریق مشارکت فعال بخش خصوصی امکان پذیر نیست. به همین منظور زمینه های جذب و مشارکت بخش خصوصی فراهم شده و در حال گسترش می باشد. تاسیس شرکت برق و انرژی صبا، با توجه به آمادگی بسترهای مناسب قانونی و عملیاتی در کشور، مورد نظر بوده است .

شرکت صبا در نظر دارد با ادامه روند احداث نیروگاه‌های جدید و خریداری سایر نیروگاه‌های قدیمی کشور، با سرمایه گذاری، بکارگیری مدیریت نوین و کادر مجرب نقش موثری را در تامین برق کشور ایفا نماید. این شرکت در اولین گام خود در سال ۸۳ نیروگاه زرگان اهواز (شهید مدحج) را از وزارت نیرو خریداری و به عنوان اولین بخش خصوصی پیشگام این فرآیند به شمار می آید.

با توجه به سیاست‌های وزارت نیرو در اجرای اصل ۴۴ قانون اساسی کشور برای تامین برق متقاضیان بزرگ از طریق عرضه کنندگان غیردولتی این شرکت در نظر دارد بخشی از توان تولیدی خود در نیروگاه‌های تحت نظر را به صورت مستقیم به متقاضیان بزرگ در قالب‌های مورد توافق ارائه نماید.

شرکت صبا می تواند نیازهای متقاضیان را به صورت کامل شناسایی نموده و انتظارات متقاضیان را برآورده سازد. زمینه های همکاری دو جانبه می تواند شامل بخش‌های ذیل باشد:

- تامین انرژی مورد نیاز متقاضیان با توجه به نیازها
- پیش فروش قدرت تولیدی پروژه‌های در دست اقدام با توجه به درخواست مشتریان
- نیرورسانی به مشتریان در قالب طراحی و ساخت پست و خطوط انتقال و تعمیرات و نگهداری از تاسیسات مذکور برای

متقاضیان

- ارائه خدمات مشاوره‌ای در جهت مطالعات اتصال به شبکه و پیگیری جهت دریافت مجوز لازم از وزارت نیرو

- سرمایه‌پذیری در جهت ساخت نیروگاه برای واحدهای صنعتی

شرکت آفتاب گستر [۲۱]

گروه صنعتی آفتاب گستر متشکل از ۳ شرکت فنی و مهندسی با شخصیت حقوقی مجزا می‌باشد.

۱- آفتاب گستر هرمز ۲ - بامداد صنعت خلیج فارس ۳ - آراد تجهیز هرمز

آفتاب گستر هرمز در سال ۱۳۸۷ تأسیس گردید. این شرکت آمادگی مشارکت در طرح‌های نیروگاهی را دارا می‌باشد. در حال حاضر حوزه فعالیت این شرکت در پیمانکاری EPC، اجرا و ساخت و انجام پروژه‌های اورهال واحدهای نیروگاهی، پالایشگاهی و پتروشیمی به صورت پروژه‌های زیربنایی بازرگانی و خرید قطعات صنعتی نیروگاه‌های بخار و انجام تعمیرات تاسیسات نیروگاهی می‌باشد.

شرکت بامداد صنعت خلیج فارس در سال ۱۳۸۷ تأسیس گردید و با مشارکت شرکت آفتاب گستر هرمز و شرکت بخار صنعت آتیه با داشتن کارخانه ساخت قطعات بویلر در طرح‌های نیروگاهی مشارکت می‌نماید. در حال حاضر حوزه فعالیت این شرکت در پیمانکاری EPC، اجرا و ساخت و انجام پروژه‌های اورهال واحدهای نیروگاهی، پالایشگاهی و پتروشیمی به صورت پروژه‌های زیربنایی نگهداری تعمیرات نیروگاه‌های بخار و گازی و انجام پروژه‌های مکانیکال نیروگاهی و تعمیرات و ساخت قطعات بویلر بخار می‌باشد.

شرکت آراد تجهیز هرمز در سال ۱۳۸۹ تأسیس گردید. این شرکت نیز توانایی مشارکت در طرح‌های نیروگاهی را دارا می‌باشد.

۱-۸- تحلیل نگاشت نهادی

براساس تحلیل نگاشت نهادی حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور، گرچه نهادهای مختلفی در این حوزه اثرگذار بوده و تلاش‌های پراکنده‌ای در حوزه‌های سیاستگذاری، تنظیم‌گری و آموزشی و پژوهشی صورت می‌گیرد اما فقدان نهادی که به طور مشخص پیگیر این موضوع بوده و تمهید زیرساخت‌ها و لوازم مناسب برای پایش، اندازه‌گیری و ارتقا وضعیت بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور را بر عهده داشته باشد، به چشم می‌خورد. لذا موضوع خلا نهادی و نبود

متولی مناسب برای این حوزه به عنوان یک چالش قابل شناسایی است و در نتیجه در بخش سیاست‌های این حوزه می‌بایست مجموعه سیاست‌هایی جهت اصلاح این ساختار تدوین گردد.

۳- تدوین ره‌نگاشت توسعه فناوری‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و

تعمیرات نیروگاه‌های کشور

۱-۹- مقدمه

پس از شناخت اولویت‌های توسعه فناوری و تعیین راهبردهای مربوطه، و به تبع آن، تعیین سیاست‌ها و اقدامات فناورانه، حال نوبت آن است، طراحی نقشه راهی برای پیاده‌سازی آن‌ها ارائه گردد. به عبارت دیگر لازم است مجموعه اقدامات لازم در راستای دستیابی به اهداف در قالب نقشه راه توسعه این حوزه ترسیم گردد.

همانطور که در گزارش فاز چهارم این پروژه تشریح گردید، در تدوین برنامه‌ها و اقدامات سیاستی سه رویکرد اصلی ملاک عمل قرار گرفته است:

✓ رویکرد توسعه ساختار

✓ رویکرد توسعه فناوری

✓ رویکرد برطرف‌سازی نیازهای عاجل

و بر اساس این سه رویکرد کلان، ۷ طرح کلان در این حوزه تعریف گردید:

۱. راه اندازی مرکز مدیریت و توسعه فناوری بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و انجام وظایف مستمر

۲. مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق

۳. حمایت و توسعه فناوریهای نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

۴. رصد فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

۵. محاسبه و تحلیل اقتصاد تولید برق و بهینه‌سازی آن

۶. بروز رسانی، یکسان‌سازی فرایند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی

۷. اطلس اندازه‌گیری و پایش ظرفیت، راندمان، مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آنها

جدول ذیل رویکردها، اهداف و طرح کلان حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات را نشان می‌دهد.

جدول ۶- لیست طرح‌های کلان حوزه O&M

طرح کلان	هدف	رویکرد
<ul style="list-style-type: none"> ✓ راه اندازی مرکز مدیریت و توسعه فناوری بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی ✓ مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق 	<ul style="list-style-type: none"> باز طراحی و ساماندهی ساختار بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در بخش تولید صنعت برق 	رویکرد توسعه ساختار
<ul style="list-style-type: none"> ✓ حمایت و توسعه فناوریهای نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ✓ رصد فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات 	<ul style="list-style-type: none"> توسعه فناوری حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات 	رویکرد توسعه فناوری
<ul style="list-style-type: none"> ✓ اطلس اندازه‌گیری و پایش ظرفیت، راندمان، مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آنها ✓ محاسبه و تحلیل شاخص‌های فنی و اقتصادی تولید برق و بهینه‌سازی آن ✓ بروز رسانی، یکسان‌سازی فرایند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی 	<ul style="list-style-type: none"> برآورده ساختن نیازهای حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات 	رویکرد برطرف‌سازی نیازهای عاجل

حال می‌بایست پس از مشخص شدن اقدامات کلان فنی، پروژه‌ها، زمان، هزینه و نحوه تقسیم کار ملی مشخص نمود. در ادامه هر یک از این مباحث مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۱-۱۰-۱- معرفی طرح‌ها و تعیین زمان، هزینه و متولیان طرح‌های حوزه بهره‌برداری،

نگهداری و تعمیرات

۱-۱۰-۱- مقدمه

در این بخش به معرفی طرح‌ها و شناسنامه پروژه‌های لازم برای پیاده‌سازی هر یک از طرح‌های کلان این حوزه پرداخته شده است. شناسایی این پروژه‌ها با توجه به مطالعات انجام گرفته در فاز ۱ و نظر کارشناسی تیم مجری، به عنوان پیش‌نویس اولیه تهیه گشته است. سپس این پیش‌نویس در جلسه‌ای با حضور اعضای محترم کمیته راهبری ارائه گشته و پس از تغییراتی مورد تأیید ایشان قرار گرفته است.

۱-۱۰-۲- معرفی طرح‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

○ طرح ۱: اطلس اندازه‌گیری و پایش ظرفیت، راندمان، مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آنها

افزایش قدرت عملی واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی مصرف سوخت در نیروگاه‌های حرارتی از جمله سرفصل‌های مهم صرفه‌جویی مصرف انرژی در کشور محسوب می‌گردد. با توجه به (۱) محدودیت‌های کشور در تامین برق مورد نیاز کشور و (۲) محدودیت منابع سوخت‌های فسیلی کشور ضرورت بررسی و ارائه راهکارهای افزایش ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی به خوبی احساس می‌گردد. در این راستا با توجه به رشد مصرف برق در کشور و وجود محدودیتها و چالش‌های مختلف در تامین برق و سوخت مورد نیاز نیروگاهها، ملاحظات زیست محیطی و نوسانات قیمت جهانی سوخت‌های فسیلی، چگونگی مواجهه با این چالشها برای نیروگاه‌های کشور به عنوان یک موضوع قابل اعتنا مطرح گردیده است. این طرح با هدف بستر سازی جهت اندازه‌گیری، پایش و بهینه‌سازی ظرفیت، راندمان و مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی پیش بینی شده است. دستیابی به راهکارهای اجرایی جهت افزایش راندمان واحدهای نیروگاهی کشور پیشنهاد گردیده است. در این طرح مواردی همچون ایجاد زیرساخت‌های لازم برای اندازه‌گیری و پایش ظرفیت، راندمان، مصرف داخلی، تهیه اطلس ظرفیت، راندمان، مصرف داخلی و

تحلیل عملکرد واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آنها مورد توجه قرار خواهد گرفت. علاوه بر این ارائه الگوی اجرایی جهت پیاده‌سازی طرح بهینه‌سازی ظرفیت، راندمان، مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی در نیروگاه‌های حرارتی تحت پوشش شرکت توانیر از جمله خروجی‌های این طرح می‌باشد. از جمله مواردی که انجام این طرح به آن کمک شایان توجهی می‌نماید، رفع اختلاف بین دیسپاچینگ و عوامل بازار برق در شرکت‌های برق منطقه ای و شرکت‌های مدیریت تولید می‌باشد.

○ طرح ۲: راه‌اندازی مرکز مدیریت توسعه فناوری بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی

توسعه شتابان فناوری‌های نوین بهره‌برداری و تعمیرات و نگهداری در نیروگاه‌ها از یک طرف و سرعت گرفتن خصوصی شدن واحدهای نیروگاهی کشور از طرف دیگر باعث شده است که موضوع مدیریت فناوری در حوزه مذکور مورد توجه ویژه قرار گیرد. با تحولات صورت گرفته نگرانی از مغفول ماندن توسعه بخش O&M در بخش تولید صنعت برق از یک طرف و استفاده بهینه از ظرفیتهای موجود از طرف دیگر باعث شده است که موضوع ایجاد مرکزی برای مدیریت و توسعه فناوری‌های بهره‌برداری و تعمیرات و نگهداری در بخش تولید صنعت برق مورد توجه متولیان امور قرار گیرد. در این راستا بر اساس درخواست مسولین ارشد وزارت نیرو مبنی بر همکاری پژوهشگاه نیرو در ارایه ساختار و شرح وظایف مرکز مدیریت فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق در دستور کار قرار گرفت. علاوه بر این گسترش قابلیت‌های ارائه خدمات علمی و پژوهشی بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در پژوهشگاه نیرو، باعث گردید که طرح حاضر از الویت قابل توجهی برخوردار گردد.

تجربه موفق بسیاری از کشورها در زمینه توسعه فعالیت‌های علمی و فنی در قالب مراکز رشد و رویکرد کلی کشور جهت پیاده‌سازی اصل ۴۴ قانون اساسی در جهت خصوصی‌سازی بخش تولید صنعت برق، موضوع استفاده از پتانسیل مراکز رشد برای شکل دهی مرکز مدیریت و توسعه فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات مورد توجه قرار گرفت. با توجه به اینکه تاسیس مرکز رشد در پژوهشگاه نیرو در دستور کار مدیریت ارشد پژوهشگاه قرار گرفته است لذا بررسی استفاده از این پتانسیل در ایجاد مرکز به گروه مجری پروژه توصیه گردید. در این راستا مطابق ساختار پیش‌بینی شده برای مراکز رشد، مقرر گردید توسعه بخش‌هایی از مرکز O&M در قالب مراکز رشد مورد توجه قرار گیرد که در طرح حاضر برای عملیاتی کردن این ایده اقدامات لازم طراحی و به اجرا گذاشته خواهد شد. علاوه بر این، استفاده از حمایت‌های شرکت توانیر و وزارت نیرو جهت شکل دهی مرکز مدیریت و توسعه فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات از جمله رویکردهایی است که به عنوان یک گزینه

رقیب می‌تواند در مقایسه با رویکرد قبلی مورد توجه قرار گیرد. نیل به این هدف مستلزم ایجاد یا توسعه و تکمیل قابلیت‌های شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات O&M می‌باشد.

○ طرح ۳: به‌کارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق

مدیریت دارایی‌های فیزیکی ادامه روند تکاملی نگهداری و تعمیرات است که به مرور زمان رشد کرده و امروزه به یکی از شاخه‌های پویای مدیریت تبدیل شده است که سعی دارد با به‌کارگیری استراتژی‌های کلان، روش‌های مدیریت منابع انسانی، مدیریت خرید تجهیزات، بهره‌برداری، نگهداشت، تأمین قطعه، اندازه‌گیری عملکرد و ریسک و...، حداکثر ارزش ممکن را در بلندمدت از دارایی‌های سازمان به‌دست‌آورد. جایگزینی مدیریت دارایی‌های فیزیکی به جای نگهداری و تعمیرات و توسعه استانداردهای سری ۵۵۰۰۰ از جمله تحولاتی است که در این حوزه روی داده است. عبارت "مدیریت دارایی" در صنایع در خلال خصوص سازی صنعت آب و فاضلاب بریتانیا، استرالیا و نیوزلند در دهه ۱۹۸۰ مطرح گردید. بخش خصوصی برای تعیین قیمت واقعی تأسیسات صنعت مذکور و تعیین حداکثر نرخ بازگشت سرمایه در هنگام خرید مجبور به توسعه طرح‌های مدیریت دارایی بود. در آمریکا نیز از میانه دهه ۱۹۸۰ از مدیریت دارایی در صنایع نظامی و حمل و نقل استفاده شده و در این میان سازمان بزرگراه‌های فدرال آمریکا نقش اصلی را در توسعه مدیریت دارایی داشته است بطوریکه همکاری با دپارتمان حمل و نقل ایالتی آمریکا به تأسیس اداره مدیریت دارایی منجر شد. در دو دهه اخیر مدیریت دارایی به سرعت در دنیا توسعه و رونق پیدا نموده و با تلفیق و ترکیب با تکنولوژی‌های روز دنیا بویژه فناوری اطلاعات کارآمد تر و بهینه گردیده است. اصطلاح مدیریت دارایی در صنعت به معنی مدیریت جامع همه فازهای طول عمر یک واحد صنعتی از جمله طرح واحد صنعتی، خرید کالا و تجهیزات، ساخت، بهره‌برداری، نگهداری، بازسازی و نهایتاً توقف کامل بهره‌برداری و اسقاط دارایی‌ها می‌باشد به گونه‌ای که با ارتقاء فرایند تصمیم‌گیری، حداکثر نرخ بازگشت سرمایه در عین رعایت استانداردهای اجباری حاصل شود. مدیریت دارایی در واقع یک فرایند تجاری است که با استفاده بهینه از همه منابع موجود تولید ارزش افزوده می‌نماید. برای این منظور، مدیریت دارایی از همه فرایندها، ابزار و اطلاعات و داده‌های موجود استفاده می‌نماید تا دارایی‌ها را به بهترین نحو مدیریت نماید.

دارایی‌های بخش تولید صنعت برق از ارزش چند ده میلیارد دلاری برخوردار می‌باشد. این دارایی‌ها به منظور تولید برق و ارائه خدمات پشتیبانی به مشتریان یا تسهیل انجام این خدمات مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به ابعاد گسترده دارایی‌های بخش تولید، مدیریت بهینه آنها شایسته توجه ویژه به این مهم می‌باشند. تجارب متعدد شرکت‌های خارجی و داخلی در به

کارگیری این رویکرد نشان دهنده این واقعیت است که ورود بخش تولید به این موضوع از جمله موارد اجتناب ناپذیر به شمار می‌رود. ایجاد مدیریت کل راهبری نظام نگهداری و تعمیرات (نت) صنعت نفت و انتشار سند مدیریت دارایی‌های فیزیکی صنعت نفت از جمله اقداماتی است که در این رایتا صورت پذیرفته است. در صنعت برق نیز شرکت توزیع برق مشهد در حوزه خود این رویکرد را به کار گرفته است. با توجه به اهمیت این موضوع، بخش تولید صنعت برق نیز مستعد به کارگیری این استاندارد در حوزه مربوطه می‌باشد. این طرح در راستای پاسخگویی به این نیاز تعریف و به اجرا گذاشته شده است.

○ طرح ۴: توسعه فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در بخش تولید صنعت برق با

هدف بهینه‌سازی آنها

بررسی وضعیت بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور حاکی از آن است که هم در بخش توسعه نظام و هم در بخش توسعه فناوری‌های این حوزه کمبودهای مشهودی وجود دارد. در این راستا یکی از مهمترین اهداف این طرح، معطوف به موضوع توسعه فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات گردید. بررسی کمبودهای این حوزه از دیدگاه خبرگان به فهرستی از فناوری‌های ۳۵ گانه و الویت بندی آنها منتهی گردید. جهت نیل به اهداف پیش گفته، بررسی وضعیت، مدون‌سازی و ارایه تصویری از فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور و تعیین راهکارهای بهبود وضعیت مذکور بر اساس قابلیت‌ها و محدودیتهای موجود از جمله اقدامات ضروری در این زمینه است. علاوه بر این تعیین راهکارهای اصلاحی در نیروگاه‌های نسل قدیم و جدید بر اساس شرایط موجود مستلزم تعیین فناوری‌های این حوزه و چگونگی توسعه آنها در کشور می‌باشد. تدوین قوانین و ضوابط اجرایی برای توسعه فناوری‌های مورد اشاره در بخش تولید صنعت برق، از جمله فعالیتهای قابل ذکر در این حوزه می‌باشد. انجام پروژه‌هایی نظیر طراحی و توسعه سیمولاتورهای آموزشی و مهندسی برای واحدهای نیروگاهی، توسعه فناوری CBM و عیب‌یابی و استانداردسازی و تعمیم و ترویج آن در بخش تولید صنعت برق، به کارگیری رویکردهای TPM، RCM و RBM در نیروگاهها و تهیه استانداردهای لازم به این منظور، توسعه فناوری‌های RBI و RCM، توسعه فناوری‌های جمع‌آوری، ثبت، تحلیل و مدیریت اطلاعات (IT) در بخش تولید صنعت برق و توسعه فناوری‌های تحلیل قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی واحدهای نیروگاهی کشور از جمله موارد قابل ذکر در این زمینه می‌باشد.

○ طرح ۵: فراهم‌سازی امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری محاسبه و تحلیل شاخص‌های فنی و

اقتصادی تولید برق در نیروگاه‌های کشور و بهینه‌سازی آن

اقتصاد تولید برق توسط نیروگاه‌های حرارتی در فضای دولتی و خصوصی و چگونگی تعامل بازیگران این حوزه بر اساس شاخص‌های اقتصادی از جمله موارد قابل توجه بخش تولید صنعت برق می‌باشد. با توجه به نقش مهم بخش تولید صنعت برق در زمینه سیاست‌گذاری، تنظیم مقررات و ضوابط اجرایی از یک طرف و ضرورت شفاف‌سازی عوامل موثر در اقتصاد تولید برق از طرف دیگر فراهم‌سازی امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری محاسبه و تحلیل شاخص‌های فنی و اقتصادی تولید برق در نیروگاه‌های کشور از جمله اقدامات ضروری در این زمینه می‌باشد. با فراهم‌سازی امکانات مذکور زمینه لازم برای بهینه‌سازی اقتصاد تولید برق در کشور فراهم می‌گردد.

در این راستا فراهم‌سازی اطلاعات و امکانات لازم برای تحلیل شاخص‌های اقتصادی تولید برق نظیر قیمت تمام شده تولید برق واحدهای نیروگاهی، نرخ بازگشت سرمایه، نرخ بازده داخلی و ... در شرایط مختلف و از دیدگاه‌های گوناگون حایز اهمیت است. علاوه بر این اجرای پروژه‌های بهینه‌سازی بهره‌برداری از واحدهای نیروگاهی نظیر توزیع اقتصادی بار بین واحدهای یک نیروگاه، تعامل بازار برق و بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی، تحلیل هزینه‌ها و منافع تولید برق از دیدگاه مالک نیروگاه در طول عمر پروژه و تعیین ترکیب بهینه توسعه ظرفیت بخش تولید صنعت برق از جمله مواردی است که در این حوزه می‌توان به آن پرداخت. در صورت دسترسی به ابزارها و امکانات مذکور زمینه برای برنامه‌ریزی و ارزیابی راهکارهای بهینه‌سازی هزینه‌ها و منافع تولید برق از دیدگاه‌های گوناگون فراهم شده و راهبری بخش تولید با سهولت بیشتری صورت خواهد گرفت.

○ طرح ۶: بروزرسانی، یکسان‌سازی فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری، گازی و

سیکل ترکیبی و بهینه‌سازی آنها

یکی از نیازهای مهم و اساسی بخش تولید صنعت برق در سالهای اخیر بروزرسانی، یکسان‌سازی فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آنها می‌باشد. در این حوزه طی سالیان گذشته فعالیتهای شایان توجهی صورت گرفته است. به دلیل (۱) توسعه نظام و فناوریهای بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و (۲) تغییرات گسترده‌ای که در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی در کشور طی سالهای اخیر افتاده است، ضرورت

بروزرسانی، یکسان‌سازی فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و بهینه‌سازی آنها به خوبی احساس می‌گردد.

این فعالیتها شامل همگون‌سازی و استاندارد کردن بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات، رویه اخذ گواهی‌نامه تأیید صلاحیت شاغلین این حوزه، شاخص‌ها و نحوه ارزیابی عملکرد، نرم‌افزارهای بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات، نظام آموزش پرسنل بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات، یکپارچه‌سازی، تدوین و بهینه‌سازی قوانین و ضوابط اجرایی این حوزه و : بررسی و ایجاد ساز و کار برای توسعه شرکت‌ها و پیمانکاران و متخصصین صاحب صلاحیت در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات می‌باشد. این نیازها به صورتهای گوناگون از سوی دست اندرکاران بخش تولید صنعت برق به متولیان مربوطه گوشزد شده است.

○ طرح ۷: رصد فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی

در سالهای اخیر حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی مانند حوزه های دیگر فناوری شاهد تحولات گسترده ای بوده است. برخی از این تحولات به صورت فناوری های نوین تجاری شده در اختیار بخش تولید صنعت برق قرار گرفته و برخی دیگر در آینده فرایند توسعه و تجاری سازی خود را طی خواهد نمود. به همین دلیل جهت شناسایی، ایجاد بستر و آمادگی لازم برای مواجهه با تحولات مذکور، رصد فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی از جمله طرح های مهم و کلیدی این حوزه به شمار می رود. با توجه به فاصله قابل توجه بخش تولید صنعت برق با دنیای صنعتی در زمینه به کارگیری فناوری های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی چگونگی پر کردن این خلا مستلزم رصد فناوری‌های پیش گفته و ورود آن به کشور می باشد. مواردی همچون به کارگیری فناوری‌های نانو در بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی، به کارگیری فناوری‌های eMaintenance، Terotechnology و RBD در طراحی واحدهای نیروگاهی در کشور از جمله مواردی است که در کشورهای پیشرفته صنعتی در حال توسعه می باشد. موارد متعدد دیگری از این قبیل باید مورد رصد قرار گرفته و برای ورود آنها به بخش تولید برنامه ریزی نمود. این طرح با هدف انجام این رسالت پیش بینی شده است.

۱-۱۰-۳- تعیین زمان، متولیان طرح‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

۱-۱۰-۳-۱- پروژه‌های توسعه حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

در این قسمت لیست پروژه‌ها و زیرپروژه‌های معرفی شده در بخش قبل، در قالب جداول ذیل ارائه می‌گردد.

جدول ۷- لیست پروژه‌های طرح ۱: تهیه اطلس اندازه‌گیری ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور و بهینه‌سازی مصرف داخلی

واحدهای نیروگاهی

شماره	لیست پروژه‌ها و زیر پروژه‌ها
۱-۱	پروژه: تهیه الگوی اندازه‌گیری پارامترهای مؤثر در ظرفیت و راندمان و مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی کشور و استانداردسازی
۲-۱	پروژه: تعیین قوانین و ضوابط اجرایی برای جاری کردن طرح اطلس ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور
۳-۱	پروژه: برنامه‌ریزی و اجرای اطلس ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور براساس الگوی استاندارد شده در پروژه مورد اشاره در بند (۱-۱) شامل زیر پروژه‌های زیر: ۱-۳-۱- پروژه فراهم‌سازی امکانات مالی و پشتیبانی برای تجهیز واحدهای نیروگاهی به امکانات اندازه‌گیری برای اندازه‌گیری ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور ۲-۳-۱- پروژه ایجاد ساختار تربیت منابع انسانی و شکل‌گیری شرکت‌های ESCO برای ارائه خدمات مورد نیاز این حوزه ۳-۳-۱- پروژه ایجاد سازوکار جاری نمودن فرآیند اندازه‌گیری و تحلیل ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی و تجمع اطلاعات در یک نرم‌افزار با هدف فراهم‌سازی تحلیل و بهبود عملکرد واحدهای نیروگاهی
۴-۱	پروژه: بررسی جامع مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آن

جدول ۸- لیست پروژه‌های طرح ۲: راه‌اندازی مرکز مدیریت توسعه فناوری بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی

شماره	لیست پروژه‌ها و زیر پروژه‌ها
۱-۲	پروژه: تکمیل مطالعات و تعیین اهداف، وظایف و ساختار و سیستم کسب و کار (Business plan) مرکز توسعه فناوری بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات به کمک مشاور ۱-۱-۲- بازنگری و تطبیق نتایج طرح‌های کلان و راهبردی با اهداف، وظایف و فعالیت‌های مرکز O&M و استخراج سرفصل‌های مرتبط برای ساماندهی مناسب فعالیت‌ها و اجرای کردن آنها

شماره	لیست پروژه‌ها و زیر پروژه‌ها
۲-۲	<p>پروژه: اقدامات اجرایی برای راه‌اندازی و توسعه فعالیت‌های مرکز توسعه فناوری بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات شامل:</p> <p>۱-۲-۲- طراحی و راه‌اندازی شبکه توسعه مدیریت و فناوری بهره‌بردار از واحدهای نیروگاهی</p> <p>۲-۲-۲- طراحی و راه‌اندازی شبکه توسعه مدیریت و فناوری نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی</p> <p>۳-۲-۲- طراحی و راه‌اندازی شبکه توسعه مدیریت و فناوری‌های تأمین قطعات و ساخت داخل در بخش تولید صنعت برق</p> <p>۴-۲-۲- طراحی و راه‌اندازی شبکه ارائه خدمات علمی، پژوهشی و آموزشی به حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات</p> <p>۵-۲-۲- طراحی و راه‌اندازی شبکه شرکت‌های مهندسی ارائه خدمات به بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات</p> <p>۶-۲-۲- طراحی و راه‌اندازی شبکه ارائه خدمات آزمایشگاهی مورد نیاز حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات</p> <p>۷-۲-۲- ایجاد شبکه مدیریت دانش در حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق و توسعه آن</p> <p>۸-۲-۲- راه‌اندازی شبکه متخصصین حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات و ایجاد سازو کار ارائه خدمات به بخش تولید</p> <p>۹-۲-۲- طراحی و راه‌اندازی آزمایشگاه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات مطابق الگوی شرکت C-MORE</p> <p>۱۰-۲-۲- طراحی و راه‌اندازی واحد CBM و عیب‌یابی با هدف دستیابی به فناوری‌های نوین این حوزه و استفاده از آن در بخش تولید صنعت برق</p> <p>۱۱-۲-۲- طراحی و راه‌اندازی واحد مهندسی قابلیت اطمینان و ایجاد زیرساخت‌های لازم برای توسعه این موضوع در بخش تولید صنعت برق</p> <p>۱۲-۲-۲- ایجاد سازوکار پایلوت کردن یک واحد بخاری، یک واحد گازی و یک واحد سیکل ترکیبی برای انجام طرح‌های عملی حوزه نگهداری و تعمیرات و ارائه طرح عملیاتی برای انجام پروژه‌های اولویت‌دار</p> <p>۱۳-۲-۲- ایجاد سازوکار پایلوت یک شرکت تعمیرات برای انجام طرح‌های عملی حوزه نگهداری و تعمیرات و ارائه طرح عملیاتی برای انجام پروژه‌های اولویت‌دار</p> <p>۱۴-۲-۲- ایجاد سازوکار تعامل با شرکت‌های خارجی در حوزه‌های گوناگون بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات برای توانمندسازی و ارائه طرح عملیاتی برای انجام پروژه‌های اولویت‌دار</p> <p>۱۵-۲-۲- ایجاد سازوکار تعامل با دانشگاه‌های داخلی و خارجی در حوزه‌های گوناگون بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات برای توانمندسازی و ارائه طرح عملیاتی برای انجام پروژه‌های اولویت‌دار</p> <p>۱۶-۲-۲- برگزاری سمینارهای سالانه هم‌اندیشی در حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق</p>
۳-۲	<p>پروژه: ارزیابی عملکرد پس از انجام طرح راه‌اندازی مرکز توسعه فناوری بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات و تعیین اقدامات اصلاحی به این منظور</p>

جدول ۹- لیست پروژه‌های طرح ۳: به کارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق

شماره	لیست پروژه‌ها و زیر پروژه‌ها
۱-۳	<p>پروژه ایجاد سازوکار و سیستم لازم برای بکارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق و انجام آن در یک نیروگاه گازی، بخاری و سیکل ترکیبی پایلوت</p>

شماره	لیست پروژه‌ها و زیر پروژه‌ها
۲-۳	پروژه اجرایی مستمر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق
۳-۳	پروژه ارزیابی عملکرد پس از انجام طرح بکارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق و تعیین اقدامات اصلاحی به این منظور

جدول ۱۰- لیست پروژه‌های طرح ۴: توسعه فناوری‌های نوین بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات در بخش تولید صنعت برق با هدف

بهینه‌سازی آنها

شماره	لیست پروژه‌ها و زیر پروژه‌ها
۱-۴	پروژه: بررسی جامع وضعیت بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور و طبقه‌بندی و ارایه راهکارهای بهینه‌سازی آنها ۱-۱-۴- زیر پروژه بررسی وضعیت، مدون‌سازی و ارایه تصویری از فرآیند بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور و تعیین راهکارهای بهبود وضعیت مذکور براساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های موجود ۲-۱-۴- زیر پروژه اجرای راهکارهای مورد اشاره در بند (۱-۱-۴) در دو نیروگاه پایلوت از نسل قدیم و جدید ۳-۱-۴- زیر پروژه تهیه قوانین، ضوابط اجرایی برای توسعه راهکارهای توسعه فناوری به دست آمده در بندهای (۱-۴) و (۱-۱) به نیروگاه‌های کشور ۴-۱-۴- توسعه نتایج به دست آمده از پروژه‌های فوق‌الذکر به نیروگاه‌های کشور
۲-۴	پروژه: تعیین چگونگی توسعه فناوری‌های مورد نیاز حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات براساس نتایج پروژه (۱-۴)
۳-۴	پروژه: طراحی و توسعه سیمولاتورهای آموزشی و مهندسی (نرم‌افزاری و سخت‌افزاری) برای واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی و ارایه خدمات به نیروگاه‌های کشور
۴-۴	پروژه: توسعه فناوری CBM و عیب‌یابی و بکارگیری نتایج در یک واحد بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و استانداردسازی و تعمیم و ترویج آن در بخش تولید صنعت برق
۵-۴	پروژه: بومی‌سازی و بکارگیری رویکردهای TPM، RCM و RBM در یک نیروگاه پایلوت بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و تهیه استانداردهای لازم برای توسعه آن در نیروگاه‌های کشور
۶-۴	پروژه: بنیان‌گذاری بانک اطلاعات اندازه‌گیری سوابق حوادث و تحلیل آنها در قالب پروژه‌های RCM، RBI
۷-۴	پروژه: توسعه فناوری‌های جمع‌آوری، ثبت، تحلیل و مدیریت اطلاعات (IT) در بخش تولید صنعت برق
۸-۴	پروژه: توسعه فناوری‌های تحلیل قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی با هدف بهبود فرآیند بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاه کشور

جدول ۱۱- لیست پروژه‌های طرح ۵: فراهم‌سازی امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری محاسبه و تحلیل شاخص‌های فنی و اقتصادی

تولید برق در نیروگاه‌های کشور و بهینه‌سازی آن

شماره	لیست پروژه‌ها و زیر پروژه‌ها
۱-۵	پروژه: محاسبه و تحلیل قیمت تمام شده تولید برق واحدهای نیروگاهی و ارایه راهکارهای بهینه‌سازی هزینه‌های مذکور و اجرای آن در یک نیروگاه گازی، بخاری و سیکل ترکیبی
۲-۵	پروژه: توسعه امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری توزیع اقتصادی بار بین واحدهای یک نیروگاه و اجرای آن در یک نیروگاه نمونه
۳-۵	پروژه: بررسی جامع تعامل بازار برق و بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آن از دید مالک
۴-۵	پروژه: تحلیل هزینه‌ها و منافع تولید برق از دیدگاه مالک نیروگاه در طول عمر پروژه
۵-۵	پروژه: تعیین ذخیره تولید بهینه واحدهای نیروگاهی براساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های بخش تولید صنعت برق

جدول ۱۲- لیست پروژه‌های طرح ۶: بروزسانی، یکسان‌سازی فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری، گازی و

سیکل ترکیبی و بهینه‌سازی آنها

شماره	لیست پروژه‌ها و زیر پروژه‌ها
۱-۶	همگون‌سازی و استاندارد کردن بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری گازی و سیکل ترکیبی و پیاده‌سازی استانداردهای مصوب
۲-۶	همگون‌سازی و استاندارد کردن رویه اخذ گواهی‌نامه تأیید صلاحیت بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و پیاده‌سازی استانداردهای مصوب
۳-۶	همگون‌سازی شاخص‌ها و استاندارد کردن نحوه ارزیابی عملکرد واحدهای نیروگاهی و پیاده‌سازی استانداردهای مورد اشاره
۴-۶	همگون‌سازی و استاندارد کردن نرم‌افزارهای بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و پیاده‌سازی استانداردهای مذکور
۵-۶	همگون‌سازی و استاندارد کردن نظام آموزش پرسنل بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری، گازی و سیکل ترکیبی
۶-۶	یکپارچه‌سازی، تدوین و بهینه‌سازی قوانین و ضوابط اجرایی برای بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق
۷-۶	بررسی و ایجاد ساز و کار برای توسعه شرکت‌ها و پیمانکاران و متخصصین صاحب صلاحیت در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

جدول ۱۳- لیست پروژه‌های طرح ۷: رصد فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی

شماره	لیست پروژه‌ها و زیر پروژه‌ها
۱-۷	به کارگیری فناوری‌های نانو در بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی
۲-۷	بررسی مبانی تئوریک و به کارگیری فناوری‌های Terotechnology, eMaintenance در یک نیروگاه نمونه و بومی‌سازی آن
۳-۷	بررسی به کارگیری فناوری RBD در طراحی واحدهای نیروگاهی در کشور
۴-۷	آینده پژوهی و رصد فناوری‌های در حال بررسی طی ۱۰ سال

۱-۱۰-۳-۲- زمان‌بندی و تعیین متولی اجرای طرح‌ها و پروژه‌های پیشنهادی

پس از تعیین طرح‌ها و پروژه‌های پیشنهادی، حال نوبت آن است تا زمان و هزینه و تقدم- تأخر و متولی اجرای این پروژه‌ها نیز ارائه شود. تیم پروژه زمان مورد نیاز اجرای پروژه‌های پیشنهادی را تهیه نموده و در اختیار اعضای کمیته راهبری قرار داد و اعضای محترم کمیته راهبری، محتوای آن را طی جلساتی در تاریخ‌های ۹۴/۰۴/۳۱ و ۹۴/۰۶/۱۱ مورد بررسی قرار داده و تأیید نمودند. همچنین مقرر گردید که سازمان، مرکز یا دفتری در نقش متولی با عنوان "مدیریت راهبری نظام بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی" در بدنه وزارت نیرو ایجاد شده و با همکاری با "مرکز مدیریت و توسعه فناوری O&M"، وظیفه هدایت و راهبری طرح‌های کلان این حوزه را بر عهده داشته باشند و با استفاده از لیست شرکت‌ها و مراکز پژوهشی اشاره شده در این گزارش پژوه‌ها پیشنهادی را اجرا نمایند.

جداول ذیل زمان اجرای پروژه‌ها و نیز تقدم- تأخر آن‌ها را ارائه می‌نماید.

جدول ۱۴- زمان و تقدم- تأخر پروژه‌های طرح ۱

شماره	پروژه‌ها	زمان (ماه)	پروژه پیش‌نیاز
۱-۱	پروژه: تهیه الگوی اندازه‌گیری پارامترهای مؤثر در ظرفیت و راندمان و مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی کشور و استانداردسازی	۶	-
۲-۱	پروژه: تعیین قوانین و ضوابط اجرایی برای جاری کردن طرح اطلس ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور	۶	-

شماره	پروژه‌ها	زمان (ماه)	پروژه پیش‌نیاز
۳-۱	پروژه : برنامه‌ریزی و اجرای اطلس ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور براساس الگوی استاندارد شده در پروژه مورد اشاره در بند (۱-۱) شامل زیر پروژه های زیر : ۱-۳-۱- پروژه فراهم‌سازی امکانات مالی و پشتیبانی برای تجهیز واحدهای نیروگاهی به امکانات اندازه‌گیری برای اندازه‌گیری ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور ۲-۳-۱- پروژه ایجاد ساختار تربیت منابع انسانی و شکل‌گیری شرکت‌های ESCO برای ارائه خدمات مورد نیاز این حوزه ۳-۳-۱- پروژه ایجاد سازوکار جاری نمودن فرآیند اندازه‌گیری و تحلیل ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی و تجمع اطلاعات در یک نرم‌افزار با هدف فراهم‌سازی تحلیل و بهبود عملکرد واحدهای نیروگاهی	۴۸	(۱-۱) (۲-۱)
۴-۱	پروژه : بررسی جامع مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آن	۲۴	(۱-۱) (۲-۱)

جدول ۱۵- زمان و تقدم- تأخر پروژه‌های طرح ۲

شماره	پروژه‌ها	زمان (ماه)	پروژه پیش‌نیاز
۱-۲	پروژه : تکمیل مطالعات و تعیین اهداف، وظایف و ساختار و سیستم کسب و کار (Business plan) مرکز توسعه فناوری بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات به کمک مشاور ۱-۱-۲- بازنگری و تطبیق نتایج طرح‌های کلان و راهبردی با اهداف، وظایف و فعالیت‌های مرکز O&M و استخراج سرفصل‌های مرتبط برای ساماندهی مناسب فعالیت‌ها و اجرای کردن آنها	۱۲	-
۲-۲	پروژه : اقدامات اجرایی برای راه اندازی و توسعه فعالیتهای مرکز توسعه فناوری بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات شامل : ۱-۲-۲- طراحی و راه‌اندازی شبکه توسعه مدیریت و فناوری بهره‌بردار از واحدهای نیروگاهی ۲-۲-۲- طراحی و راه‌اندازی شبکه توسعه مدیریت و فناوری نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی ۳-۲-۲- طراحی و راه‌اندازی شبکه توسعه مدیریت و فناوری‌های تأمین قطعات و ساخت داخل در بخش تولید صنعت برق ۴-۲-۲- طراحی و راه‌اندازی شبکه ارائه خدمات علمی، پژوهشی و آموزشی به حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات ۵-۲-۲- طراحی و راه‌اندازی شبکه شرکت‌های مهندسی ارائه خدمات به بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات	سالانه	(۱-۲) و فاز صفر انجام شده

شماره	پروژه‌ها	زمان (ماه)	پروژه پیش‌نیاز
	<p>۲-۲-۶- طراحی و راه‌اندازی شبکه ارایه خدمات آزمایشگاهی مورد نیاز حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات</p> <p>۲-۲-۷- ایجاد شبکه مدیریت دانش در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق و توسعه آن</p> <p>۲-۲-۸- راه‌اندازی شبکه متخصصین حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و ایجاد سازو کار ارایه خدمات به بخش تولید</p> <p>۲-۲-۹- طراحی و راه‌اندازی آزمایشگاه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات مطابق الگوی شرکت C-MORE</p> <p>۲-۲-۱۰- طراحی و راه‌اندازی واحد CBM و عیب‌یابی با هدف دستیابی به فناوری‌های نوین این حوزه و استفاده از آن در بخش تولید صنعت برق</p> <p>۲-۲-۱۱- طراحی و راه‌اندازی واحد مهندسی قابلیت اطمینان و ایجاد زیرساخت‌های لازم برای توسعه این موضوع در بخش تولید صنعت برق</p> <p>۲-۲-۱۲- ایجاد سازوکار پایلوت کردن یک واحد بخاری، یک واحد گازی و یک واحد سیکل ترکیبی برای انجام طرح‌های عملی حوزه نگهداری و تعمیرات و ارایه طرح عملیاتی برای انجام پروژه‌های اولویت‌دار</p> <p>۲-۲-۱۳- ایجاد سازوکار پایلوت یک شرکت تعمیرات برای انجام طرح‌های عملی حوزه نگهداری و تعمیرات و ارایه طرح عملیاتی برای انجام پروژه‌های اولویت‌دار</p> <p>۲-۲-۱۴- ایجاد سازوکار تعامل با شرکت‌های خارجی در حوزه‌های گوناگون بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات برای توانمندسازی و ارایه طرح عملیاتی برای انجام پروژه‌های اولویت‌دار</p> <p>۲-۲-۱۵- ایجاد سازوکار تعامل با دانشگاه‌های داخلی و خارجی در حوزه‌های گوناگون بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات برای توانمندسازی و ارایه طرح عملیاتی برای انجام پروژه‌های اولویت‌دار</p> <p>۲-۲-۱۶- برگزاری سمینارهای سالانه هم‌اندیشی در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق</p>		
۳-۲	پروژه: ارزیابی عملکرد پس از انجام طرح راه‌اندازی مرکز توسعه فناوری بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و تعیین اقدامات اصلاحی به این منظور	۶	هر سه سال یکبار انجام و نتایج بروزرسانی می‌شود

جدول ۱۶- زمان و تقدم- تأخر پروژه‌های طرح ۳

شماره	پروژه‌ها	زمان (ماه)	پروژه پیش‌نیاز
۱-۳	پروژه ایجاد سازوکار و سیستم لازم برای بکارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق و انجام آن در یک نیروگاه گازی، بخاری و سیکل ترکیبی پایلوت	۱۲	(۱-۲) به کمک مشاور این پروژه انجام می‌شود
۲-۳	پروژه اجرایی مستمر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق	سالانه	(۱-۳)
۳-۳	پروژه ارزیابی عملکرد پس از انجام طرح بکارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق و تعیین اقدامات اصلاحی به این منظور	هرسه سال یکبار	(۱-۳) و (۲-۳)

جدول ۱۷- زمان و تقدم- تأخر پروژه‌های طرح ۴

شماره	پروژه‌ها	زمان (ماه)	پروژه پیش‌نیاز
۱-۴	پروژه : بررسی جامع وضعیت بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور و طبقه‌بندی و ارایه راهکارهای بهینه‌سازی آنها ۱-۱-۴- زیر پروژه بررسی وضعیت، مدون‌سازی و ارایه تصویری از فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور و تعیین راهکارهای بهبود وضعیت مذکور براساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های موجود ۲-۱-۴- زیر پروژه اجرای راهکارهای مورد اشاره در بند (۱-۱-۴) در دو نیروگاه پایلوت از نسل قدیم و جدید ۳-۱-۴- زیر پروژه تهیه قوانین، ضوابط اجرایی برای توسعه راهکارهای توسعه فناوری به دست آمده در بندهای (۱-۱-۴) و (۲-۱-۴) به نیروگاه‌های کشور ۴-۱-۴- توسعه نتایج به دست آمده از پروژه‌های فوق‌الذکر به نیروگاه‌های کشور	۳۶	-
۲-۴	پروژه : تعیین چگونگی توسعه فناوری‌های مورد نیاز حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات براساس نتایج پروژه (۱-۴)	۱۲ (هرسه سال بازنگری می‌گردد)	۱-۴
۳-۴	پروژه : طراحی و توسعه سیمولاتورهای آموزشی و مهندسی (نرم‌افزاری و سخت‌افزاری) برای واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی و ارایه خدمات به نیروگاه‌های کشور	۶۰	-

شماره	پروژه‌ها	زمان (ماه)	پروژه پیش‌نیاز
۴-۴	پروژه: توسعه فناوری CBM و عیب‌یابی و بکارگیری نتایج در یک واحد بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و استانداردسازی و تعمیر و ترویج آن در بخش تولید صنعت برق	۳۶	-
۵-۴	پروژه: بومی‌سازی و بکارگیری رویکردهای TPM، RCM و RBM در یک نیروگاه پیلوت بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و تهیه استانداردهای لازم برای توسعه آن در نیروگاه‌های کشور	۳۶	-
۶-۴	پروژه: بنیان‌گذاری بانک اطلاعات اندازه‌گیری سوابق حوادث و تحلیل آنها در قالب پروژه‌های RCM، RBI	۶۰	۱-۴
۷-۴	پروژه: توسعه فناوری‌های جمع‌آوری، ثبت، تحلیل و مدیریت اطلاعات (IT) در بخش تولید صنعت برق	۳۶	۱-۴
۸-۴	پروژه: توسعه فناوری‌های تحلیل قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی با هدف بهبود فرآیند بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاه کشور	۳۶	۱-۴

جدول ۱۸- زمان و تقدم- تأخر پروژه‌های طرح ۵

شماره	پروژه‌ها	زمان (ماه)	پروژه پیش‌نیاز
۱-۵	پروژه: محاسبه و تحلیل قیمت تمام شده تولید برق واحدهای نیروگاهی و ارایه راهکارهای بهینه‌سازی هزینه‌های مذکور و اجرای آن در یک نیروگاه گازی، بخاری و سیکل ترکیبی	۱۲	-
۲-۵	پروژه: توسعه امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری توزیع اقتصادی بار بین واحدهای یک نیروگاه و اجرای آن در یک نیروگاه نمونه	۱۲	-
۳-۵	پروژه: بررسی جامع تعامل بازار برق و بخش بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آن از دید مالک	۲۴	-
۴-۵	پروژه: تحلیل هزینه‌ها و منافع تولید برق از دیدگاه مالک نیروگاه در طول عمر پروژه	۱۲	-
۵-۵	پروژه: تعیین ذخیره تولید بهینه واحدهای نیروگاهی براساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های بخش تولید صنعت برق	۱۲ ماه هر سه سال یکبار	-

جدول ۱۹- زمان و تقدم- تأخر پروژه‌های طرح ۶

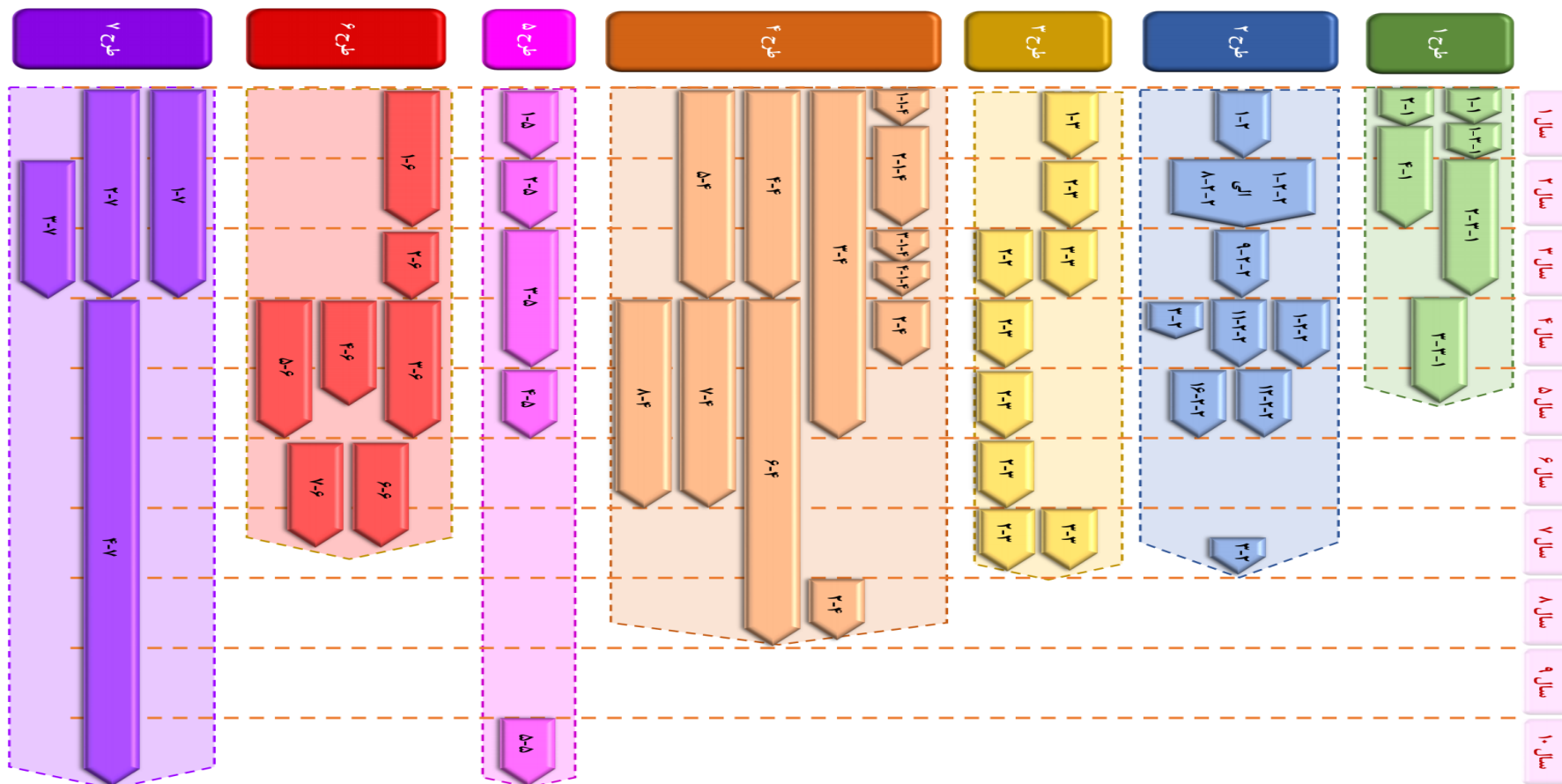
شماره	پروژه‌ها	زمان (ماه)	پروژه پیش‌نیاز
۱-۶	همگون‌سازی و استاندارد کردن بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری گازی و سیکل ترکیبی و پیاده‌سازی استانداردهای مصوب	۲۴	-
۲-۶	همگون‌سازی و استاندارد کردن رویه اخذ گواهی‌نامه تأیید صلاحیت بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و پیاده‌سازی استانداردهای مصوب	۱۲	(۱-۶)
۳-۶	همگون‌سازی شاخص‌ها و استاندارد کردن نحوه ارزیابی عملکرد واحدهای نیروگاهی و پیاده‌سازی استانداردهای مورد اشاره	۲۴	(۱-۶) (۲-۶)
۴-۶	همگون‌سازی و استاندارد کردن نرم‌افزارهای بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و پیاده‌سازی استانداردهای مذکور	۱۸	(۱-۶) (۲-۶)
۵-۶	همگون‌سازی و استاندارد کردن نظام آموزش پرسنل بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی	۲۴	(۱-۶) (۲-۶)
۶-۶	یکپارچه‌سازی، تدوین و بهینه‌سازی قوانین و ضوابط اجرایی برای بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق	۱۸	(۱-۶) (۲-۶) (۳-۶)
۷-۶	بررسی و ایجاد ساز و کار برای توسعه شرکت‌ها و پیمانکاران و متخصصین صاحب صلاحیت در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات	۱۸	(۱-۶) (۲-۶) (۳-۶)

جدول ۲۰- زمان و تقدم- تأخر پروژه‌های طرح ۷

شماره	پروژه‌ها	زمان (ماه)	پروژه پیش‌نیاز
۱-۷	به کارگیری فناوری‌های نانو در بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی	۳۶	-
۲-۷	بررسی مبانی تئوریک و به کارگیری فناوری‌های eMaintenance، Terotechnology در یک نیروگاه نمونه و بومی‌سازی آن	۳۶	-
۳-۷	بررسی به کارگیری فناوری RBD در طراحی واحدهای نیروگاهی در کشور	۲۴	-
۴-۷	آینده پژوهی و رصد فناوری‌های در حال بررسی طی ۱۰ سال	۸۴	۱-۷ ۲-۷ ۳-۷

۱-۱۰-۴- ره‌نگاشت فناوری

مبتنی بر طرح‌های شناسایی شده و زمانبندی در نظر گرفته شده، در ادامه ره‌نگاشت‌های مربوط به حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ارائه می‌گردد.



شکل ۶- نقشه راه توسعه بخش بهره برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاههای کشور

۱-۱۰-۵- شناسنامه طرح‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

۱-۱۰-۵-۱- شناسنامه طرح اطلس اندازه‌گیری و پایش

عنوان طرح: اطلس اندازه‌گیری و پایش ظرفیت، راندمان، مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آنها

معرفی طرح:

این طرح با هدف بستر سازی جهت اندازه‌گیری، پایش و بهینه‌سازی ظرفیت، راندمان و مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی پیش‌بینی شده است. در این طرح مواردی همچون ایجاد زیرساخت‌های لازم برای اندازه‌گیری و پایش ظرفیت، راندمان، مصرف داخلی، تهیه اطلس ظرفیت، راندمان، مصرف داخلی و تحلیل عملکرد واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آنها مورد توجه قرار خواهد گرفت. علاوه بر این ارائه الگوی اجرایی جهت پیاده‌سازی طرح افزایش ظرفیت، راندمان و کاهش مصرف داخلی واحدهای نیروگاه‌های حرارتی تحت پوشش شرکت توانیر از جمله خروجی‌های این طرح می‌باشد.

سبک اکتساب: بهره‌گیری از توانمندی داخلی

زمان (ماه)	مراحل اصلی
۶	تهیه الگوی اندازه‌گیری پارامترهای مؤثر در ظرفیت و راندمان و مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی کشور و استانداردسازی
۶	تعیین قوانین و ضوابط اجرایی برای جاری کردن طرح اطلس ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور
۴۸	برنامه‌ریزی و اجرای اطلس ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور براساس الگوی استاندارد شده
۲۴	بررسی جامع مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آن

معیار پذیرش: تأیید خبرگان و تأیید ناظر طرح

همکاران	ناظر	مجری
مرکز مدیریت و توسعه فناوری O&M با همکاری شرکت مادر تخصصی توانیر، شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت‌های مدیریت تولید، دانشگاه‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان	کمیته راهبری توسعه نظام و فناوری‌های حوزه O&M	مدیریت طرح‌های توسعه حوزه O&M

زمان: ۴,۵ سال

۱-۱۰-۵-۲- شناسنامه طرح راه‌اندازی مرکز مدیریت و توسعه فناوری

عنوان طرح: راه‌اندازی مرکز مدیریت و توسعه فناوری O&M واحدهای نیروگاهی و انجام وظایف مستمر

معرفی طرح:

توسعه شتابان فناوری‌های نوین بهره‌برداری و تعمیرات و نگهداری در نیروگاه‌ها از یک طرف و سرعت گرفتن خصوصی شدن واحدهای نیروگاهی کشور از طرف دیگر باعث شده است که موضوع مدیریت فناوری در حوزه مذکور مورد توجه ویژه قرار گیرد. با تحولات صورت گرفته نگرانی از مغفول ماندن توسعه بخش O&M در بخش تولید صنعت برق از یک طرف و استفاده بهینه از ظرفیتهای موجود از طرف دیگر، باعث شده است که موضوع ایجاد مرکزی برای مدیریت و توسعه فناوری‌های بهره‌برداری و تعمیرات و نگهداری در بخش تولید صنعت برق مورد توجه متولیان امور قرار گیرد. گسترش قابلیت‌های ارائه خدمات علمی و پژوهشی بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات در پژوهشگاه نیرو، باعث گردید که طرح حاضر از الویت قابل توجهی برخوردار گردد.

تجربه موفق بسیاری از کشورها در زمینه توسعه فعالیت‌های علمی و فنی در قالب مراکز رشد و رویکرد کلی کشور جهت پیاده‌سازی اصل ۴۴ قانون اساسی در جهت خصوصی‌سازی بخش تولید صنعت برق، موضوع استفاده از پتانسیل مراکز رشد برای شکل‌دهی مرکز مدیریت و توسعه فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات مورد توجه قرار گرفت. در این راستا مطابق ساختار پیش‌بینی شده برای مراکز رشد، مقرر گردید توسعه بخش‌هایی از مرکز O&M در قالب مراکز رشد مورد توجه قرار گیرد که در طرح حاضر برای عملیاتی کردن این ایده اقدامات لازم طراحی و به اجرا گذاشته خواهد شد. علاوه بر این، استفاده از حمایت‌های شرکت توانیر و وزارت نیرو جهت شکل‌دهی مرکز مدیریت و توسعه فناوری‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات از جمله رویکردهایی است که به عنوان یک گزینه رقیب می‌تواند در مقایسه با رویکرد قبلی مورد توجه قرار گیرد. نیل به این هدف مستلزم ایجاد یا توسعه و تکمیل قابلیت‌های شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات O&M می‌باشد.

سبک اکتساب: بهره‌گیری از توانمندی داخلی

زمان (ماه)	مراحل اصلی
۱۲	تکمیل مطالعات و تعیین اهداف، وظایف و ساختار و سیستم کسب و کار

(Business plan) مرکز توسعه فناوری بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات به کمک

مشاور

اقدامات اجرایی برای راه اندازی و توسعه فعالیتهای مرکز توسعه فناوری بهره

سالانه

برداري، نگهداری و تعمیرات

ارزیابی عملکرد پس از انجام طرح راه‌اندازی مرکز توسعه فناوری بهره‌برداری،

۶

نگهداری و تعمیرات و تعیین اقدامات اصلاحی به این منظور

معیار پذیرش : تأیید خبرگان و تأیید ناظر طرح

همکاران	ناظر	مجری
مرکز مدیریت و توسعه فناوری O&M با همکاری شرکت مادر تخصصی توانیر، شرکتهای برق منطقه ای و شرکتهای مدیریت تولید، دانشگاه‌ها و شرکتهای دانش‌بنیان	کمیته راهبری توسعه نظام و فناوری‌های حوزه O&M	مدیریت طرح‌های توسعه حوزه O&M
زمان : ۷ سال		

۱-۱۰-۵-۳- شناسنامه طرح مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق

عنوان طرح: مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق

معرفی طرح:

مدیریت دارایی‌های فیزیکی ادامه روند تکاملی نگهداری و تعمیرات است که به مرور زمان رشد کرده و امروزه به یکی از شاخه‌های پویای مدیریت تبدیل شده است که سعی دارد با به‌کارگیری استراتژی‌های کلان، روش‌های مدیریت منابع انسانی، مدیریت خرید تجهیزات، بهره‌برداری، نگهداشت، تأمین قطعه، اندازه‌گیری عملکرد و ریسک و...، حداکثر ارزش ممکن را در بلندمدت از دارایی‌های سازمان به‌دست آورد. جایگزینی مدیریت دارایی‌های فیزیکی به جای نگهداری و تعمیرات و توسعه استانداردهای سری ۵۵۰۰۰ از جمله تحولاتی است که در این حوزه روی داده است. در دو دهه اخیر مدیریت دارایی به سرعت در دنیا توسعه و رونق پیدا نموده و با تلفیق و ترکیب با تکنولوژیهای روز دنیا بویژه فناوری اطلاعات کارآمد تر گردیده است. دارایی‌های بخش تولید صنعت برق از ارزش چند ده میلیارد دلاری برخوردار می باشد. این دارایی‌ها به منظور تولید برق و ارائه خدمات پشتیبانی به مشتریان یا تسهیل انجام این خدمات مورد استفاده قرار می گیرد. با توجه به ابعاد گسترده دارایی‌های بخش تولید، مدیریت بهینه آنها شایسته توجه ویژه به این مهم می

باشند. تجارب متعدد شرکتهای خارجی و داخلی در به‌کارگیری این رویکرد نشان‌دهنده این واقعیت است که ورود بخش تولید به این موضوع از جمله موارد اجتناب‌ناپذیر به‌شمار می‌رود. ایجاد مدیریت کل راهبری نظام نگهداری و تعمیرات (نت) صنعت نفت و انتشار سند مدیریت دارایی‌های فیزیکی صنعت نفت از جمله اقداماتی است که در این راستا صورت پذیرفته است. با توجه به اهمیت این موضوع، بخش تولید صنعت برق نیز مستعد به‌کارگیری این استاندارد در حوزه مربوطه می‌باشد. این طرح در راستای پاسخگویی به این نیاز تعریف و به اجرا گذاشته شده است.

سبک اکتساب: بهره‌گیری از توانمندی داخلی

زمان (ماه)	مراحل اصلی
۱۲	ایجاد سازوکار و سیستم لازم برای بکارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق و انجام آن در یک نیروگاه گازی، بخاری و سیکل ترکیبی پایلوت
سالانه	اجرای مستمر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق
هرسه سال یکبار	ارزیابی عملکرد پس از انجام طرح بکارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق و تعیین اقدامات اصلاحی به این منظور

معیار پذیرش: تأیید خبرگان و تأیید ناظر طرح

همکاران	ناظر	مجری
مرکز مدیریت و توسعه فناوری O&M با همکاری شرکت مادر تخصصی توانیر، شرکتهای برق منطقه ای و شرکتهای مدیریت تولید، دانشگاه‌ها و شرکتهای دانش‌بنیان	کمیته راهبری توسعه نظام و فناوری‌های حوزه O&M	مدیریت طرح‌های توسعه حوزه O&M

زمان: ۷ سال

۱-۱۰-۵-۴- شناسنامه طرح حمایت و توسعه فناوریهای نوین

عنوان طرح: حمایت و توسعه فناوریهای نوین بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات

معرفی طرح:

بررسی وضعیت بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور حاکی از آن است که هم در بخش توسعه نظام و هم در بخش توسعه فناوری‌های این حوزه کمبودهای مشهودی وجود دارد. در این راستا یکی از مهمترین اهداف این طرح، معطوف به موضوع توسعه فناوریهای نوین بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات گردید. بررسی کمبودهای این حوزه از دیدگاه خبرگان به فهرستی از فناوری‌های ۳۵ گانه و الویت بندی آنها منتهی گردید. جهت نیل به اهداف پیش گفته، بررسی وضعیت، مدون‌سازی و ارایه تصویری از فرآیند بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور و تعیین راهکارهای بهبود وضعیت مذکور بر اساس قابلیت‌ها و محدودیتهای موجود از جمله اقدامات ضروری در این زمینه است. علاوه بر این تعیین راهکارهای اصلاحی در نیروگاههای نسل قدیم و جدید بر اساس شرایط موجود مستلزم تعیین فناوری‌های این حوزه و چگونگی توسعه آنها در کشور می باشد. تدوین قوانین و ضوابط اجرایی برای توسعه فناوریهای مورد اشاره در بخش تولید صنعت برق، از جمله فعالیتهای قابل ذکر در این حوزه می باشد. انجام پروژه‌هایی نظیر طراحی و توسعه سیمولاتورهای آموزشی و مهندسی برای واحدهای نیروگاهی، توسعه فناوری CBM و عیب‌یابی و استانداردسازی و تعمیر و ترویج آن در بخش تولید صنعت برق، به کارگیری رویکردهای RCM، TPM، RBM و در نیروگاهها و تهیه استانداردهای لازم به این منظور، توسعه فناوری های RBI و RCM، توسعه فناوری‌های جمع‌آوری، ثبت، تحلیل و مدیریت اطلاعات (IT) در بخش تولید صنعت برق و توسعه فناوری‌های تحلیل قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی واحدهای نیروگاهی کشور از جمله موارد قابل ذکر در این زمینه می باشد.

سبک اکتساب: بهره‌گیری از توانمندی داخلی و استفاده از فرصت‌های همکاری فناورانه

زمان (ماه)	مراحل اصلی
۳۶	بررسی جامع وضعیت بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور و طبقه‌بندی و ارایه راهکارهای بهینه‌سازی آنها
۱۲ (هرسه سال بازنگری می‌گردد)	تعیین چگونگی توسعه فناوری‌های مورد نیاز حوزه بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات
۶۰	طراحی و توسعه سیمولاتورهای آموزشی و مهندسی (نرم‌افزاری و سخت‌افزاری) برای واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی و ارایه خدمات به نیروگاه‌های کشور
۳۶	توسعه فناوری CBM و عیب‌یابی و بکارگیری نتایج در یک واحد بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و استانداردسازی و تعمیر و ترویج آن در بخش تولید صنعت برق
۳۶	بومی‌سازی و بکارگیری رویکردهای RCM، TPM و RBM در یک نیروگاه پایلوت بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و تهیه استانداردهای لازم برای توسعه آن در نیروگاههای کشور
۶۰	بنیان‌گذاری بانک اطلاعات اندازه‌گیری سوابق حوادث و تحلیل آنها در قالب

پروژه‌های RCM، RBI

توسعه فناوری‌های جمع‌آوری، ثبت، تحلیل و مدیریت اطلاعات (IT) در بخش تولید
صنعت برق ۳۶

توسعه فناوری‌های تحلیل قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی با هدف بهبود
فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاه کشور ۳۶

معیار پذیرش: تأیید خبرگان و تأیید ناظر طرح

همکاران	ناظر	مجری
مرکز مدیریت و توسعه فناوری O&M با همکاری شرکت مادر تخصصی توانیر، شرکتهای برق منطقه ای و شرکتهای مدیریت تولید، دانشگاه‌ها و شرکتهای دانش‌بنیان	کمیته راهبری توسعه نظام و فناوری‌های حوزه O&M	مدیریت طرح‌های توسعه حوزه O&M

زمان: ۸ سال

۱-۱۰-۵-۵- شناسنامه طرح محاسبه و تحلیل اقتصاد تولید برق

عنوان طرح: محاسبه و تحلیل اقتصاد تولید برق و بهینه‌سازی آن

معرفی طرح:

با توجه به نقش مهم بخش تولید صنعت برق در زمینه سیاست‌گذاری، تنظیم مقررات و ضوابط اجرایی از یک طرف و ضرورت شفاف‌سازی عوامل موثر در اقتصاد تولید برق از طرف دیگر، فراهم‌سازی امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری محاسبه و تحلیل شاخص‌های فنی و اقتصادی تولید برق در نیروگاه‌های کشور از جمله اقدامات ضروری در این زمینه می‌باشد. در این راستا فراهم‌سازی اطلاعات و امکانات لازم برای تحلیل شاخص‌های اقتصادی تولید برق نظیر قیمت تمام‌شده تولید برق واحدهای نیروگاهی، نرخ بازگشت سرمایه، نرخ بازده داخلی و ... در شرایط مختلف و از دیدگاه‌های گوناگون حایز اهمیت است. علاوه بر این اجرای پروژه‌های بهینه‌سازی بهره‌برداری از واحدهای نیروگاهی نظیر توزیع اقتصادی بار بین واحدهای یک نیروگاه، تعامل بازار برق و بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی، تحلیل هزینه‌ها و منافع تولید برق از دیدگاه مالک نیروگاه در طول عمر پروژه و تعیین ترکیب بهینه توسعه ظرفیت بخش تولید صنعت برق از جمله مواردی است که در این حوزه می‌توان به آن پرداخت.

سبک اکتساب: بهره‌گیری از توانمندی داخلی

زمان (ماه)	مراحل اصلی
۱۲	محاسبه و تحلیل قیمت تمام‌شده تولید برق واحدهای نیروگاهی و آرایه راهکارهای بهینه‌سازی هزینه‌های مذکور و اجرای آن در یک نیروگاه گازی، بخاری و سیکل ترکیبی
۱۲	توسعه امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری توزیع اقتصادی بار بین واحدهای یک نیروگاه و اجرای آن در یک نیروگاه نمونه
۲۴	بررسی جامع تعامل بازار برق و بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آن از دید مالک
۱۲	تحلیل هزینه‌ها و منافع تولید برق از دیدگاه مالک نیروگاه در طول عمر پروژه
۱۲ ماه	تعیین ذخیره تولید بهینه واحدهای نیروگاهی براساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های بخش تولید صنعت برق
هر سه سال یکبار	

معیار پذیرش: تأیید خبرگان و تأیید ناظر طرح

همکاران	ناظر	مجری
مرکز مدیریت و توسعه فناوری O&M با همکاری شرکت مادر تخصصی توانیر، شرکتهای برق منطقه ای و شرکتهای مدیریت تولید، دانشگاه‌ها و شرکتهای دانش‌بنیان	کمیته راهبری توسعه نظام و فناوری‌های حوزه O&M	مدیریت طرح‌های توسعه حوزه O&M

زمان: ۱۰ سال

۱-۱۰-۵-۶- شناسنامه طرح بروزرسانی، یکسان‌سازی فرایند بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات

عنوان طرح: بروزرسانی، یکسان‌سازی فرایند بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات در واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی

معرفی طرح:

به دلیل (۱) توسعه نظام و فناوریهای بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و (۲) تغییرات گسترده ای که در حوزه بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی در کشور طی سالهای اخیر افتاده است، ضرورت بروزرسانی، یکسان‌سازی فرآیند بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و بهینه‌سازی آنها به خوبی احساس می‌گردد.

این فعالیتها شامل همگون‌سازی و استاندارد کردن بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات، رویه اخذ گواهی‌نامه تأیید صلاحیت شاغلین این حوزه، شاخص‌ها و نحوه ارزیابی عملکرد، نرم‌افزارهای بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات، نظام آموزش پرسنل بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات، یکپارچه‌سازی، تدوین و بهینه‌سازی قوانین و ضوابط اجرایی این حوزه و : بررسی و ایجاد ساز و کار برای توسعه شرکت‌ها و پیمانکاران و متخصصین صاحب صلاحیت در حوزه بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات می‌باشد. این نیازها به صورتهای گوناگون از سوی دست‌اندرکاران بخش تولید صنعت برق به متولیان مربوطه گوشزد شده است.

سبک اکتساب: بهره‌گیری از توانمندی داخلی

زمان (ماه)	مراحل اصلی
۲۴	همگون‌سازی و استاندارد کردن بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و پیاده‌سازی استانداردهای مصوب
۱۲	همگون‌سازی و استاندارد کردن رویه اخذ گواهی‌نامه تأیید صلاحیت بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و پیاده‌سازی استانداردهای مصوب
۲۴	همگون‌سازی شاخص‌ها و استاندارد کردن نحوه ارزیابی عملکرد واحدهای نیروگاهی و پیاده‌سازی استانداردهای مورد اشاره
۱۸	همگون‌سازی و استاندارد کردن نرم‌افزارهای بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و پیاده‌سازی استانداردهای مذکور
۲۴	همگون‌سازی و استاندارد کردن نظام آموزش پرسنل بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی
۱۸	یکپارچه‌سازی، تدوین و بهینه‌سازی قوانین و ضوابط اجرایی برای بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق
۱۸	بررسی و ایجاد ساز و کار برای توسعه شرکت‌ها و پیمانکاران و متخصصین صاحب صلاحیت در حوزه بهره‌برداري، نگهداری و تعمیرات

معیار پذیرش: تأیید خبرگان و تأیید ناظر طرح

مجری	ناظر	همکاران
------	------	---------

مدیریت طرح‌های توسعه حوزه O&M	کمیته راهبری توسعه نظام و فناوری‌های حوزه O&M	مرکز مدیریت و توسعه فناوری O&M با همکاری شرکت مادر تخصصی توانیر، شرکتهای برق منطقه ای و شرکتهای مدیریت تولید، دانشگاه‌ها و شرکتهای دانش‌بنیان
زمان : ۶,۵ سال		

۱-۱۰-۵-۷- رصد فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

عنوان طرح: رصد فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات

معرفی طرح:

در سالهای اخیر حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی مانند حوزه‌های دیگر فناوری شاهد تحولات گسترده‌ای بوده است. برخی از این تحولات به صورت فناوری‌های نوین تجاری شده در اختیار بخش تولید صنعت برق قرار گرفته و برخی دیگر در آینده فرایند توسعه و تجاری‌سازی خود را طی خواهد نمود. به همین دلیل جهت شناسایی، ایجاد بستر و آمادگی لازم برای مواجهه با تحولات مذکور، رصد فناوری‌های نوین بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی از جمله طرح‌های مهم و کلیدی این حوزه به شمار می‌رود. مواردی همچون به کارگیری فناوری‌های نانو در بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی، به کارگیری فناوری‌های eMaintenance، Terotechnology و RBD در طراحی واحدهای نیروگاهی در کشور از جمله مواردی است که در کشورهای پیشرفته صنعتی در حال توسعه می‌باشد. موارد متعدد دیگری از این قبیل باید مورد رصد قرار گرفته و برای ورود آنها به بخش تولید برنامه ریزی نمود. این طرح با هدف انجام این رسالت پیش بینی شده است.

سبک اکتساب: بهره‌گیری از توانمندی داخلی

زمان (ماه)	مراحل اصلی
۳۶	به کارگیری فناوری‌های نانو در بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی
۳۶	بررسی مبانی تئوریک و به کارگیری فناوری‌های eMaintenance، Terotechnology در یک نیروگاه نمونه و بومی‌سازی آن
۲۴	بررسی به کارگیری فناوری RBD در طراحی واحدهای نیروگاهی در کشور
۸۴	آینده پژوهی و رصد فناوری‌های در حال بررسی طی ۱۰ سال

معیار پذیرش: تأیید خبرگان و تأیید ناظر طرح

مجری	ناظر	همکاران
مدیریت طرح‌های	کمیته راهبری توسعه نظام و	مرکز مدیریت و توسعه فناوری O&M با همکاری شرکت

مادر تخصصی توانیر، شرکتهای برق منطقه ای و شرکتهای مدیریت تولید، دانشگاه‌ها و شرکتهای دانش‌بنیان	فناوری‌های حوزه O&M	توسعه حوزه O&M
زمان : ۱۰ سال		

۱-۱۱- تقسیم کار ملی

پس از شناسایی پروژه‌ها، ارائه زمانبندی طرح‌ها، هزینه‌های اجرایی، لازم است ساختار اجرایی کار، با عنایت به سیاست‌های اصلاح ساختاری که در فصل پیشین ارائه شدند، از حیث نوع روابط بین نهادهای پیشنهادی ارائه شود.

شکل ۶ نشان‌دهنده روابط بین نهادهای زیر می‌باشد:

• در بخش سیاستگذاری و تسهیل و تنظیم‌گری:

✓ مدیریت طرح‌های توسعه حوزه O&M در وزارت نیرو (پیشنهاد شده):

▪ کمیته راهبری (متشکل از سازمان مرکزی وزارت نیرو، بخش تولید شرکت توانیر، شرکتهای

برق منطقه‌ای، دانشگاه‌های فعال حوزه O&M، انجمن نت، اصنا و مرکز O&M).

✓ مرکز مدیریت و توسعه فناوری O&M

• در بخش پژوهش و فناوری:

✓ پژوهشگاه نیرو

✓ شرکت مپنا

✓ شرکت تعمیرات نیروگاهی

✓ دانشگاه‌ها و شرکتهای دانش‌بنیان

• در بخش اجرایی و صنعتی:

✓ شرکت توانیر

✓ شرکت‌های پیمانکاری

✓ شرکت‌های تولید برق/نیروگاه‌ها.



شکل ۷- ساختار اجرایی در سطح ملی

۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

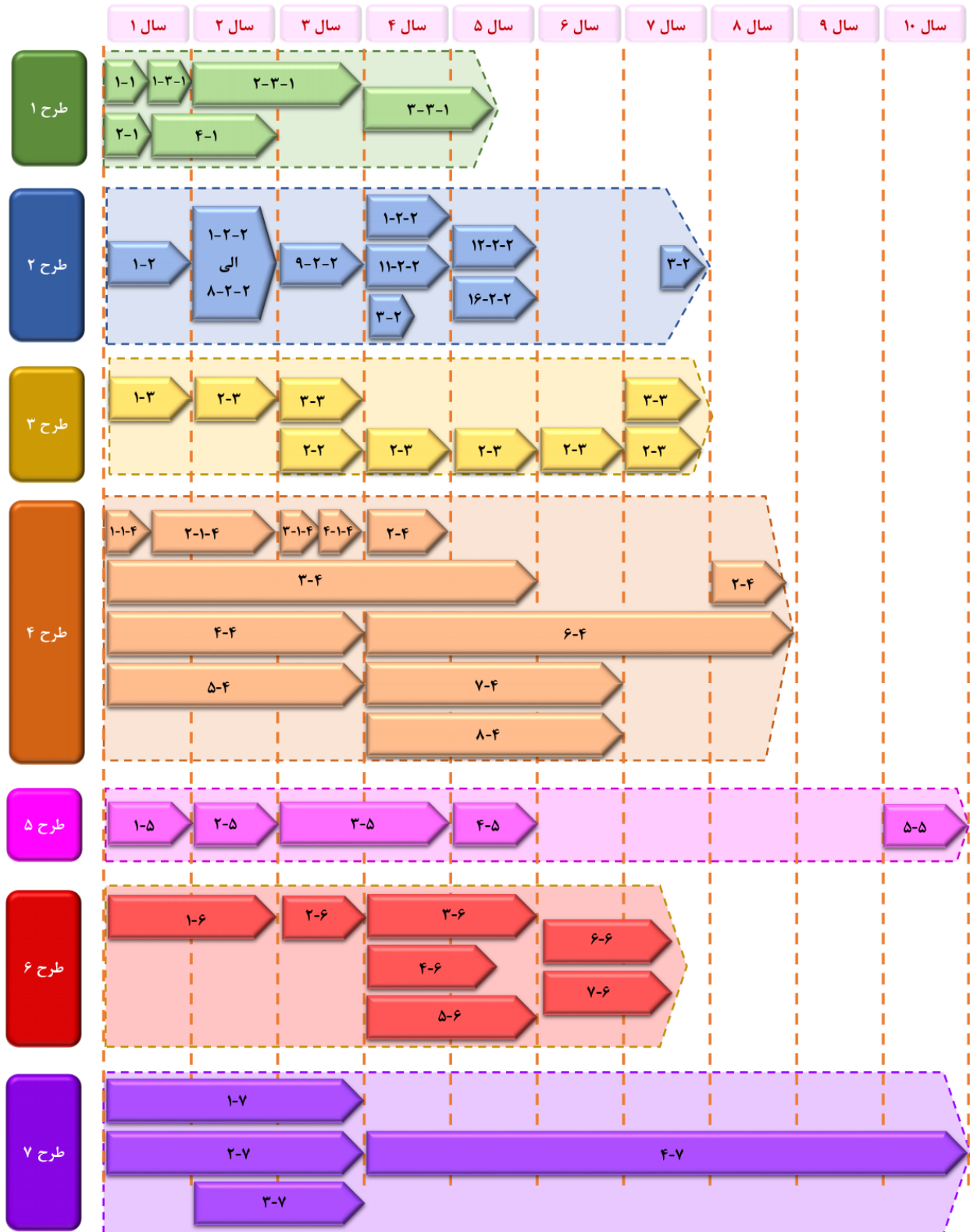
در این گزارش نتایج فاز پنجم از پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه فناوری‌های نوین بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور، تحت عنوان تدوین ره‌نگاشت ارائه شده است.

در این گزارش نگاشت نهادی این حوزه مورد بررسی قرار گرفت و براساس تحلیل آن مشخص گردید، گرچه نهادهای مختلفی در این حوزه اثرگذار بوده و تلاش‌های پراکنده‌ای در حوزه‌های سیاستگذاری، تنظیم‌گری و آموزشی و پژوهشی صورت می‌گیرد، اما فقدان نهادی که به طور مشخص پیگیر این موضوع بوده و تمهید زیرساخت‌ها و لوازم مناسب برای پایش وضعیت را بر عهده داشته باشد، به چشم می‌خورد. لذا موضوع خلا نهادی و نبود متولی مناسب برای این حوزه به عنوان یک چالش قابل شناسایی است.

سپس زمان و اعتبارات مورد نیاز جهت اجرای ۷ طرح کلان این حوزه ارائه گردید و مشخص گردید که برای پیاده‌سازی طرح‌های این حوزه در افق ۱۰ ساله به اعتباری معادل ۱۵۰ میلیارد تومان نیاز است که با توجه به زیرساختی حاکمیتی بودن، می‌بایست از محل اعتبارات وزارت نیرو تخصیص یابد. این طرح‌ها عبارتند از:

- راه اندازی مرکز مدیریت و توسعه فناوری بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و انجام وظایف مستمر
- مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق
- حمایت و توسعه فناوری‌های نوین بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات
- رصد فناوری‌های نوین بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات
- محاسبه و تحلیل اقتصاد تولید برق و بهینه‌سازی آن
- بروز رسانی، یکسان‌سازی فرایند بهره‌بردار، نگهداری و تعمیرات در واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی
- اطلس اندازه‌گیری و پایش ظرفیت، راندمان، مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آنها

در ادامه بر اساس زمان مورد نیاز هر یک از طرح‌ها و لحاظ نمودن تقدم و تأخر طرح‌ها نقشه راه این حوزه ارائه گردید.



در ادامه ساختار اجرایی کار، با عنایت به سیاست‌های اصلاح ساختاری مشخص گردید:



مراجع

- [1] **Ahrens, J.**, 2002. *Governance and the implementation of technology policy in less developed countries*. Econ. Innovation New Tech. 11, 441-476.
- [2] **Colebatch H.K.**, 2002. *Policy*. Second edition, Open University Press, Buckingham.
- [3] **Faulhaber G.R.**, 2000. *Emerging technologies and public policy: in Wharton on managing emerging technologies*, ed. G.S. Day, P.J.H. Schoemaker and R.E. Gunther, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- [4] **Agency, International Energy**. *Energy Technology Roadmaps: a guide to development and implementation*. Paris : OECD/IEA, 2014.
- [۵] **مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور**. *روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی*. تهران : در دست چاپ, ۱۳۹۲.
- [6] <http://2rooznameh.ir/index/index.php/>

فهرست مطالب

۱-مرور ادبیات.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۱
۲-۱- مفاهیم تدوین برنامه ارزیابی.....	۱
۲-شناسایی شاخص‌های ارزیابی.....	۲
۳-برنامه ارزیابی پیشرفت سالانه.....	۳
۳-۱- مقدمه.....	۳
۳-۲- برنامه ارزیابی پیشرفت به تفکیک سال‌های مختلف.....	۳
۳-۳- شاخص‌های کلیدی.....	۱۷
۴-برنامه به‌روزرسانی و بازنگری طرح توسعه توسعه فناوری‌های نوین حوزه O&M.....	۱۸
۴-۱- مقدمه.....	۱۸
۴-۲- سازوکار بازنگری طرح توسعه فناوری‌های نوین حوزه O&M.....	۱۸
۵-جمع‌بندی و نتیجه‌گیری.....	۱۹
مراجع.....	۲۳

فهرست شکلها

شکل ۱- مکانیزم بروزرسانی و بازنگری طرح توسعه فناوری‌های حوزه O&M..... ۱۹

فهرست جداول

- جدول ۱- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال اول ۴
- جدول ۲- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال دوم ۷
- جدول ۳- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال سوم ۸
- جدول ۴- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال چهارم ۱۰
- جدول ۵- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال پنجم ۱۱
- جدول ۶- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال ششم ۱۳
- جدول ۷- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال هفتم ۱۴
- جدول ۸- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال هشتم ۱۵
- جدول ۹- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال نهم ۱۵
- جدول ۱۰- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال دهم ۱۵
- جدول ۱۱- شاخص‌های کلیدی ۱۷

۱- مرور ادبیات

۱-۱- مقدمه

در این گزارش می‌بایست نتایج کار در بخش ارزیابی و بروز رسانی ارائه گردد. اما قبل از انجام این کار، می‌بایست مروری مختصر بر روی ادبیات موضوع انجام شود.

۱-۲- مفاهیم تدوین برنامه ارزیابی

در این گام، می‌بایست انواع شاخص‌های اندازه‌گیری کننده مؤلفه‌های یک سند ملی احصاء شوند. بنابراین می‌بایست هم شاخص‌های مربوط به راستی‌آزمایی ارکان جهت‌ساز اعم از چشم‌انداز، اهداف کلان، راهبردها و سیاست‌های کلان و هم شاخص‌های مرتبط با برنامه اقدامات و سیاست‌ها مانند اهداف خرد، اقدامات و سیاست‌های اجرایی و هم شاخص‌های مرتبط با برنامه عملیاتی 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. به عنوان مثال پاسخ به این سؤال که آیا راهبردهای اتخاذ شده و یا اقدامات و سیاست‌های اتخاذ شده صحیح بوده‌اند؟ و یا بر گروه هدف تأثیر گذاشته‌اند؟ اثربخشی این مؤلفه‌ها را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. و پاسخ به این سؤال که برنامه اقدامات و سیاست‌ها و یا برنامه‌های عملیاتی تا چه میزان تحقق یافته‌اند؟ کارایی این مؤلفه‌ها را مورد سنجش قرار می‌دهد. در انتها نیز پس از تدوین شاخص‌های ارزیابی اثربخش و کارایی و تدوین مکانیزم ارزیابی، می‌بایست ساختار نظارت و به‌روزرسانی سند تعیین گردد. عموماً هر سند ملی توسعه فناوری می‌بایست هر چند سال یکبار، مورد بازنگری قرار گرفته و بررسی مجدد شود. این موضوع به دلیل این است که هم خود فناوری در حال تغییر و تحول است، هم شرایط محیطی آن فناوری اعم از محیط اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و فرهنگی آن فناوری در حال تغییر است و هم توانمندی شرکت‌ها و بنگاه‌های داخلی تغییر نموده و متناسب با این تغییرات هم ارکان جهت‌ساز، هم برنامه اقدامات و سیاست‌ها و برنامه عملیاتی می‌بایست بازنگری، اصلاح و تکمیل گردد.

با توجه به موارد فوق، می‌بایست ساختاری متشکل از تمامی ذی‌نفعان آن حوزه فناورانه مورد نظر، اعم از سازمان‌ها و ارگان‌های دولتی، دانشگاهیان و پژوهشگران و متخصصین، و همچنین صاحبان صنایع و بنگاه‌های خصوصی تأثیرگذار وظیفه ارزیابی و به‌روزرسانی را بر عهده داشته باشد. این ارزیابی و به‌روزرسانی هم می‌تواند موردی و مقطعی بنا به ضرورت بوده و سیاست‌های اعمالی را بازنگری کند و هم می‌تواند به طور منظم هر ۳ یا ۵ سال یکبار به منظور بازنگری و اصلاح ارکان جهت‌ساز رخ دهد. (۵)

تعداد دفعاتی که یک رهنگاشت به‌روزرسانی می‌شود تا حد زیادی بستگی به چارچوب زمانی مورد نظر دارد. به طور معمول، رهنگاشت‌ها به صورت دوره‌ای به‌روزرسانی می‌شوند (مثل هر دو تا پنج سال یک بار). در برخی موارد رهنگاشت‌ها سریع‌تر به‌روزرسانی می‌شوند تا پیشرفت امور، تغییرات در منابع موجود یا ملاحظات زمانبندی را منعکس کنند. (۴)

۲- شناسایی شاخص‌های ارزیابی

مطابق با محتوای ذکر شده در گزارش فاز پنجم، بر مبنای جنس فعالیت‌های طرح، بر اساس نظر مشاور و مجری طرح، مجموعه فعالیت‌های طرح در سه دسته‌ی توسعه ساختار، توسعه فناوری و توسعه زیرساخت‌ها قابل تقسیم‌بندی هستند. بنابراین شاخص‌های سنجش عملکرد طرح عبارتند از:

- شاخص‌های توسعه ساختار

- شاخص‌های توسعه فناوری

- شاخص‌های توسعه زیرساخت

شاخص‌های شناسائی شده با توجه به فعالیت‌های طرح تعیین شده اند. در حقیقت دستیابی به اهداف و انجام هر یک از فعالیت‌ها به عنوان یک شاخص تعیین شده، تا از این طریق انجام صحیح طرح را بتوان مورد ارزیابی قرار داد.

۳- برنامه ارزیابی پیشرفت سالانه

۳-۱- مقدمه

در بخش قبل شاخص‌های ارزیابی مربوط به این طرح معرفی شدند. حال در این بخش به تفکیک سال‌های مختلف برنامه ارزیابی ارائه می‌گردد.

۳-۱-۴- برنامه ارزیابی پیشرفت به تفکیک سال‌های مختلف

جدول (۱) نشان دهنده وضعیت هر یک از شاخص‌های فوق در طی سال‌های اجرای سند می‌باشد که به عبارت دیگر برنامه ارزیابی طرح محسوب می‌شود.

جدول ۱- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال اول

عنوان شاخص	دسته بندی
<ul style="list-style-type: none"> ○ تاسیس هر سه نهادهای پیشنهادی: ✓ راه اندازی سازمان مدیریت راهبری نظام بهره برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی ✓ کمیته راهبری توسعه نظام و فناوری های نت (متشکل از نماینده شرکت توانیر، نماینده انجمن نت، نماینده دانشگاههای فعال حوزه O&M، نماینده شرکت‌های فعال در حوزه O&M، نماینده سازمان توسعه برق، نماینده پژوهشگاه نیرو، نماینده شرکت‌های برق منطقه‌ای، نماینده اصنا و ...) ✓ راه اندازی مرکز مدیریت و توسعه فناوری O&M ○ آغاز بازنگری و تطبیق نتایج طرح‌های کلان و راهبردی با اهداف، وظایف و فعالیت‌های مرکز O&M و استخراج سرفصل‌های مرتبط برای ساماندهی مناسب فعالیت‌ها و اجرایی کردن آنها ○ پایان بازنگری و تطبیق نتایج طرح‌های کلان و راهبردی با اهداف، وظایف و فعالیت‌های مرکز O&M و استخراج سرفصل‌های مرتبط برای ساماندهی مناسب فعالیت‌ها و اجرایی کردن آنها ○ آغاز پروژه ایجاد سازوکار و سیستم لازم برای بکارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق و انجام آن در یک نیروگاه گازی، بخاری و سیکل ترکیبی پیلوت ○ پایان پروژه ایجاد سازوکار و سیستم لازم برای بکارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق و انجام آن در یک نیروگاه گازی، بخاری و سیکل ترکیبی پیلوت 	<p>توسعه ساختار</p>
<ul style="list-style-type: none"> ○ آغاز زیر پروژه بررسی وضعیت، مدون‌سازی و ارایه تصویری از فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور و تعیین راهکارهای بهبود وضعیت مذکور براساس قابلیت‌ها و محدودیتهای موجود ○ پایان زیر پروژه بررسی وضعیت، مدون‌سازی و ارایه تصویری از فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور و تعیین راهکارهای بهبود وضعیت مذکور براساس قابلیت‌ها و محدودیتهای موجود ○ آغاز زیر پروژه اجرای راهکارهای مورد اشاره در زیر پروژه "بررسی وضعیت، مدون‌سازی و ارایه تصویری از فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور و تعیین راهکارهای بهبود وضعیت مذکور براساس قابلیت‌ها و محدودیتهای موجود" در دو نیروگاه پیلوت از نسل قدیم و جدید 	<p>توسعه فناوری</p>

عنوان شاخص	دسته بندی
<ul style="list-style-type: none"> ○ آغاز پروژه: طراحی و توسعه سیمولاتورهای آموزشی و مهندسی (نرم‌افزاری و سخت‌افزاری) برای واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی و ارائه خدمات به نیروگاه‌های کشور ○ آغاز پروژه بومی‌سازی و بکارگیری رویکردهای RCM.TPM و RBM در یک نیروگاه پیلوت بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و تهیه استانداردهای لازم برای توسعه آن در نیروگاه‌های کشور ○ آغاز پروژه توسعه فناوری CBM و عیب‌یابی و بکارگیری نتایج در یک واحد بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و استانداردسازی و تعمیم و ترویج آن در بخش تولید صنعت برق ○ آغاز پروژه به کارگیری فناوری‌های نانو در بهره برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی ○ آغاز پروژه بررسی مبانی تئوریک و به کارگیری فناوری‌های Terotechnology, eMaintenance در یک نیروگاه نمونه و بومی‌سازی آن 	
<ul style="list-style-type: none"> ○ آغاز پروژه محاسبه و تحلیل قیمت تمام شده تولید برق واحدهای نیروگاهی و ارائه راهکارهای بهینه‌سازی هزینه‌های مذکور و اجرای آن در یک نیروگاه گازی، بخاری و سیکل ترکیبی ○ پایان پروژه محاسبه و تحلیل قیمت تمام شده تولید برق واحدهای نیروگاهی و ارائه راهکارهای بهینه‌سازی هزینه‌های مذکور و اجرای آن در یک نیروگاه گازی، بخاری و سیکل ترکیبی ○ آغاز پروژه تهیه الگوی اندازه‌گیری پارامترهای مؤثر در ظرفیت و راندمان و مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی کشور و استانداردسازی ○ پایان پروژه تهیه الگوی اندازه‌گیری پارامترهای مؤثر در ظرفیت و راندمان و مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی کشور و استانداردسازی ○ آغاز پروژه تعیین قوانین و ضوابط اجرایی برای جاری کردن طرح اطلس ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور ○ پایان پروژه تعیین قوانین و ضوابط اجرایی برای جاری کردن طرح اطلس ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور ○ آغاز پروژه فراهم‌سازی امکانات مالی و پشتیبانی برای تجهیز واحدهای نیروگاهی به امکانات اندازه‌گیری برای اندازه‌گیری ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور ○ پایان پروژه فراهم‌سازی امکانات مالی و پشتیبانی برای تجهیز واحدهای نیروگاهی به امکانات اندازه‌گیری برای اندازه‌گیری ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی کشور 	<p>توسعه زیرساخت</p>



عنوان شاخص	دسته بندی
<ul style="list-style-type: none">○ آغاز پروژه بررسی جامع مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آن○ آغاز پروژه همگون‌سازی و استاندارد کردن بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری گازی و سیکل ترکیبی و پیاده‌سازی استانداردهای مصوب	

جدول ۲- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال دوم

عنوان شاخص	دسته بندی
<ul style="list-style-type: none"> ○ آغاز طراحی و راه‌اندازی شبکه توسعه مدیریت و فناوری بهره‌برداری از واحدهای نیروگاهی ○ آغاز طراحی و راه‌اندازی شبکه توسعه مدیریت و فناوری نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی ○ آغاز طراحی و راه‌اندازی شبکه توسعه مدیریت و فناوری‌های تأمین قطعات و ساخت داخل در بخش تولید صنعت برق ○ آغاز طراحی و راه‌اندازی شبکه ارایه خدمات علمی، پژوهشی و آموزشی به حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ○ آغاز طراحی و راه‌اندازی شبکه شرکت‌های مهندسی ارایه خدمات به بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ○ آغاز طراحی و راه‌اندازی شبکه ارایه خدمات آزمایشگاهی مورد نیاز حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ○ آغاز ایجاد شبکه مدیریت دانش در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق و توسعه آن ○ آغاز راه‌اندازی شبکه متخصصین حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و ایجاد سازو کار ارایه خدمات به بخش تولید ○ پایان طراحی و راه‌اندازی شبکه توسعه مدیریت و فناوری بهره‌برداری از واحدهای نیروگاهی ○ پایان طراحی و راه‌اندازی شبکه توسعه مدیریت و فناوری نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی ○ پایان طراحی و راه‌اندازی شبکه توسعه مدیریت و فناوری‌های تأمین قطعات و ساخت داخل در بخش تولید صنعت برق ○ پایان طراحی و راه‌اندازی شبکه ارایه خدمات علمی، پژوهشی و آموزشی به حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ○ پایان طراحی و راه‌اندازی شبکه شرکت‌های مهندسی ارایه خدمات به بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ○ پایان طراحی و راه‌اندازی شبکه ارایه خدمات آزمایشگاهی مورد نیاز حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ○ پایان ایجاد شبکه مدیریت دانش در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق و توسعه آن ○ پایان راه‌اندازی شبکه متخصصین حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و ایجاد سازو کار ارایه خدمات به بخش تولید ○ آغاز پروژه اجرای مستمر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق 	<p>توسعه ساختار</p>

<ul style="list-style-type: none"> ○ پایان زیر پروژه اجرای راهکارهای مورد اشاره در زیر پروژه "بررسی وضعیت، مدون‌سازی و ارایه تصویری از فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور و تعیین راهکارهای بهبود وضعیت مذکور براساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های موجود" در دو نیروگاه پیلوت از نسل قدیم و جدید ○ آغاز پروژه بررسی به کارگیری فناوری RBD در طراحی واحدهای نیروگاهی در کشور 	<p>توسعه فناوری</p>
<ul style="list-style-type: none"> ○ آغاز پروژه توسعه امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری توزیع اقتصادی بار بین واحدهای یک نیروگاه و اجرای آن در یک نیروگاه نمونه ○ پایان پروژه توسعه امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری توزیع اقتصادی بار بین واحدهای یک نیروگاه و اجرای آن در یک نیروگاه نمونه ○ آغاز پروژه ایجاد ساختار تربیت منابع انسانی و شکل‌گیری شرکت‌های ESCO برای ارایه خدمات مورد نیاز این حوزه ○ پایان پروژه بررسی جامع مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آن ○ پایان پروژه همگون‌سازی و استاندارد کردن بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری گازی و سیکل ترکیبی و پیاده‌سازی استانداردهای مصوب 	<p>توسعه زیرساخت</p>

جدول ۳- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال سوم

عنوان شاخص	دسته بندی
<ul style="list-style-type: none"> ○ آغاز طراحی و راه‌اندازی آزمایشگاه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات مطابق الگوی شرکت C-MORE ○ پایان طراحی و راه‌اندازی آزمایشگاه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات مطابق الگوی شرکت C-MORE ○ آغاز پروژه ارزیابی عملکرد پس از انجام طرح بکارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق و تعیین اقدامات اصلاحی به این منظور ○ پایان پروژه ارزیابی عملکرد پس از انجام طرح بکارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق و تعیین اقدامات اصلاحی به این منظور ○ اجرای مستمر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق 	<p>توسعه ساختار</p>

عنوان شاخص	دسته بندی
<ul style="list-style-type: none"> ○ آغاز زیر پروژه تهیه قوانین، ضوابط اجرایی برای توسعه راهکارهای توسعه فناوری به دست آمده در زیر پروژه "بررسی وضعیت، مدون‌سازی و ارایه تصویری از فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور و تعیین راهکارهای بهبود وضعیت مذکور براساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های موجود" و زیر پروژه "اجرای راهکارهای مورد اشاره در زیر پروژه قبل در دو نیروگاه پایلوت از نسل قدیم و جدید" به نیروگاه‌های کشور ○ آغاز توسعه نتایج به دست آمده از پروژه‌های فوق‌الذکر به نیروگاه‌های کشور ○ پایان زیر پروژه تهیه قوانین، ضوابط اجرایی برای توسعه راهکارهای توسعه فناوری به دست آمده در زیر پروژه "بررسی وضعیت، مدون‌سازی و ارایه تصویری از فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور و تعیین راهکارهای بهبود وضعیت مذکور براساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های موجود" و زیر پروژه "اجرای راهکارهای مورد اشاره در زیر پروژه قبل در دو نیروگاه پایلوت از نسل قدیم و جدید" به نیروگاه‌های کشور ○ پایان توسعه نتایج به دست آمده از پروژه‌های فوق‌الذکر به نیروگاه‌های کشور ○ پایان پروژه توسعه فناوری CBM و عیب‌یابی و بکارگیری نتایج در یک واحد بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و استانداردسازی و تعمیم و ترویج آن در بخش تولید صنعت برق ○ پایان پروژه بومی‌سازی و بکارگیری رویکردهای RCM,TPM و RBM در یک نیروگاه پایلوت بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و تهیه استانداردهای لازم برای توسعه آن در نیروگاه‌های کشور ○ پایان پروژه به کارگیری فناوری‌های نانو در بهره برداری و نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی ○ پایان پروژه بررسی مبانی تئوریک و به کارگیری فناوری‌های Terotechnology, eMaintenance در یک نیروگاه نمونه و بومی‌سازی آن ○ پایان پروژه بررسی به کارگیری فناوری RBD در طراحی واحدهای نیروگاهی در کشور 	<p>توسعه فناوری</p>

عنوان شاخص	دسته بندی
<ul style="list-style-type: none"> ○ آغاز پروژه بررسی جامع تعامل بازار برق و بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آن از دید مالک ○ پایان پروژه ایجاد ساختار تربیت منابع انسانی و شکل‌گیری شرکت‌های ESCO برای ارائه خدمات مورد نیاز این حوزه ○ آغاز پروژه همگون‌سازی و استاندارد کردن رویه اخذ گواهی‌نامه تأیید صلاحیت بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و پیاده‌سازی استانداردهای مصوب ○ پایان پروژه همگون‌سازی و استاندارد کردن رویه اخذ گواهی‌نامه تأیید صلاحیت بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و پیاده‌سازی استانداردهای مصوب 	توسعه زیرساخت

جدول ۴- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال چهارم

عنوان شاخص	دسته بندی
<ul style="list-style-type: none"> ○ آغاز طراحی و راه‌اندازی واحد CBM و عیب‌یابی با هدف دستیابی به فناوری‌های نوین این حوزه و استفاده از آن در بخش تولید صنعت برق ○ آغاز طراحی و راه‌اندازی واحد مهندسی قابلیت اطمینان و ایجاد زیرساخت‌های لازم برای توسعه این موضوع در بخش تولید صنعت برق ○ پایان طراحی و راه‌اندازی واحد CBM و عیب‌یابی با هدف دستیابی به فناوری‌های نوین این حوزه و استفاده از آن در بخش تولید صنعت برق ○ پایان طراحی و راه‌اندازی واحد مهندسی قابلیت اطمینان و ایجاد زیرساخت‌های لازم برای توسعه این موضوع در بخش تولید صنعت برق ○ آغاز پروژه ارزیابی عملکرد پس از انجام طرح راه‌اندازی مرکز توسعه فناوری بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و تعیین اقدامات اصلاحی به این منظور ○ پایان پروژه ارزیابی عملکرد پس از انجام طرح راه‌اندازی مرکز توسعه فناوری بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و تعیین اقدامات اصلاحی به این منظور ○ اجرای مستمر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق 	توسعه ساختار
<ul style="list-style-type: none"> ○ آغاز پروژه: تعیین چگونگی توسعه فناوری‌های مورد نیاز حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات براساس نتایج پروژه "بررسی جامع وضعیت بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور و طبقه‌بندی و ارائه راهکارهای بهینه‌سازی آنها" 	توسعه فناوری

عنوان شاخص	دسته بندی
<ul style="list-style-type: none"> ○ پایان پروژه: تعیین چگونگی توسعه فناوری‌های مورد نیاز حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات براساس نتایج پروژه "بررسی جامع وضعیت بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور و طبقه‌بندی و ارایه راهکارهای بهینه‌سازی آنها" ○ آغاز پروژه بنیان‌گذاری بانک اطلاعات اندازه‌گیری سوابق حوادث و تحلیل آنها در قالب پروژه‌های RBI و RCM ○ آغاز پروژه توسعه فناوری‌های جمع‌آوری، ثبت، تحلیل و مدیریت اطلاعات (IT) در بخش تولید صنعت برق ○ آغاز پروژه توسعه فناوری‌های تحلیل قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی با هدف بهبود فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاه کشور ○ پایش مستمر: آینده پژوهی و رصد فناوری‌های نوین 	
<ul style="list-style-type: none"> ○ پایان پروژه بررسی جامع تعامل بازار برق و بخش بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاهی و بهینه‌سازی آن از دید مالک ○ آغاز پروژه ایجاد سازوکار جاری نمودن فرآیند اندازه‌گیری و تحلیل ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی و تجمع اطلاعات در یک نرم‌افزار با هدف فراهم‌سازی تحلیل و بهبود عملکرد واحدهای نیروگاهی ○ آغاز پروژه همگون‌سازی شاخص‌ها و استاندارد کردن نحوه ارزیابی عملکرد واحدهای نیروگاهی و پیاده‌سازی استانداردهای مورد اشاره ○ آغاز پروژه همگون‌سازی و استاندارد کردن نرم‌افزارهای بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و پیاده‌سازی استانداردهای مذکور ○ آغاز پروژه همگون‌سازی و استاندارد کردن نظام آموزش پرسنل بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی 	توسعه زیرساخت

جدول ۵- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال پنجم

عنوان شاخص	دسته بندی
<ul style="list-style-type: none"> ○ آغاز پروژه ایجاد سازوکار پایلوت کردن یک واحد بخاری، یک واحد گازی و یک واحد سیکل ترکیبی برای انجام طرح‌های عملی حوزه نگهداری و تعمیرات و ارایه طرح عملیاتی برای انجام پروژه‌های اولویت‌دار 	توسعه ساختار

عنوان شاخص	دسته بندی
<ul style="list-style-type: none"> ○ آغاز ایجاد سازوکار پایلوت یک شرکت تعمیرات برای انجام طرح‌های عملی حوزه نگهداری و تعمیرات و ارایه طرح عملیاتی برای انجام پروژه‌های اولویت‌دار ○ آغاز ایجاد سازوکار تعامل با شرکت‌های خارجی در حوزه‌های گوناگون بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات برای توانمندسازی و ارایه طرح عملیاتی برای انجام پروژه‌های اولویت‌دار ○ آغاز ایجاد سازوکار تعامل با دانشگاه‌های داخلی و خارجی در حوزه‌های گوناگون بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات برای توانمندسازی و ارایه طرح عملیاتی برای انجام پروژه‌های اولویت‌دار ○ آغاز برگزاری سمینارهای سالانه هم اندیشی در حوزه بهره برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق ○ پایان پروژه ایجاد سازوکار پایلوت کردن یک واحد بخاری، یک واحد گازی و یک واحد سیکل ترکیبی برای انجام طرح‌های عملی حوزه نگهداری و تعمیرات و ارایه طرح عملیاتی برای انجام پروژه‌های اولویت‌دار ○ پایان ایجاد سازوکار پایلوت یک شرکت تعمیرات برای انجام طرح‌های عملی حوزه نگهداری و تعمیرات و ارایه طرح عملیاتی برای انجام پروژه‌های اولویت‌دار ○ پایان ایجاد سازوکار تعامل با شرکت‌های خارجی در حوزه‌های گوناگون بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات برای توانمندسازی و ارایه طرح عملیاتی برای انجام پروژه‌های اولویت‌دار ○ پایان ایجاد سازوکار تعامل با دانشگاه‌های داخلی و خارجی در حوزه‌های گوناگون بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات برای توانمندسازی و ارایه طرح عملیاتی برای انجام پروژه‌های اولویت‌دار ○ پایان برگزاری سمینارهای سالانه هم اندیشی در حوزه بهره برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق ○ اجرای مستمر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق 	
<ul style="list-style-type: none"> ○ پایان پروژه: طراحی و توسعه سیمولاتورهای آموزشی و مهندسی (نرم‌افزاری و سخت‌افزاری) برای واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی و ارایه خدمات به نیروگاه‌های کشور ○ پایش مستمر: آینده پژوهی و رصد فناوری های نوین 	توسعه فناوری

عنوان شاخص	دسته بندی
<ul style="list-style-type: none"> ○ پایان پروژه ایجاد سازوکار جاری نمودن فرآیند اندازه‌گیری و تحلیل ظرفیت و راندمان واحدهای نیروگاهی و تجمع اطلاعات در یک نرم‌افزار با هدف فراهم‌سازی تحلیل و بهبود عملکرد واحدهای نیروگاهی ○ آغاز پروژه تحلیل هزینه‌ها و منافع تولید برق از دیدگاه مالک نیروگاه در طول عمر پروژه ○ پایان پروژه تحلیل هزینه‌ها و منافع تولید برق از دیدگاه مالک نیروگاه در طول عمر پروژه ○ پایان پروژه همگون‌سازی شاخص‌ها و استاندارد کردن نحوه ارزیابی عملکرد واحدهای نیروگاهی و پیاده‌سازی استانداردهای مورد اشاره ○ پایان پروژه همگون‌سازی و استاندارد کردن نرم‌افزارهای بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای بخاری، گازی و سیکل ترکیبی و پیاده‌سازی استانداردهای مذکور ○ پایان پروژه همگون‌سازی و استاندارد کردن نظام آموزش پرسنل بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای گازی، بخاری و سیکل ترکیبی 	توسعه زیرساخت

جدول ۶- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال ششم

عنوان شاخص	دسته بندی
<ul style="list-style-type: none"> ○ اجرای مستمر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق 	توسعه ساختار
<ul style="list-style-type: none"> ○ پایان پروژه توسعه فناوری‌های جمع‌آوری، ثبت، تحلیل و مدیریت اطلاعات (IT) در بخش تولید صنعت برق ○ پایان پروژه توسعه فناوری‌های تحلیل قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی با هدف بهبود فرآیند بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات واحدهای نیروگاه کشور ○ پایش مستمر: آینده پژوهی و رصد فناوری‌های نوین 	توسعه فناوری
<ul style="list-style-type: none"> ○ آغاز پروژه تعیین ذخیره تولید بهینه واحدهای نیروگاهی براساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های بخش تولید صنعت برق ○ پایان پروژه تعیین ذخیره تولید بهینه واحدهای نیروگاهی براساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های بخش تولید صنعت برق 	توسعه

عنوان شاخص	دسته بندی
<ul style="list-style-type: none"> ○ آغاز پروژه یکپارچه‌سازی، تدوین و بهینه‌سازی قوانین و ضوابط اجرایی برای بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق ○ آغاز پروژه بررسی و ایجاد ساز و کار برای توسعه شرکت‌ها و پیمانکاران و متخصصین صاحب صلاحیت در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات 	زیرساخت

جدول ۷- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال هفتم

عنوان شاخص	دسته بندی
<ul style="list-style-type: none"> ○ آغاز پروژه ارزیابی عملکرد پس از انجام طرح راه‌اندازی مرکز توسعه فناوری بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و تعیین اقدامات اصلاحی به این منظور ○ پایان پروژه ارزیابی عملکرد پس از انجام طرح راه‌اندازی مرکز توسعه فناوری بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات و تعیین اقدامات اصلاحی به این منظور ○ آغاز پروژه ارزیابی عملکرد پس از انجام طرح بکارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق و تعیین اقدامات اصلاحی به این منظور ○ پایان پروژه ارزیابی عملکرد پس از انجام طرح بکارگیری رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق و تعیین اقدامات اصلاحی به این منظور ○ اجرای مستمر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق 	توسعه ساختار
<ul style="list-style-type: none"> ○ پایش مستمر: آینده پژوهی و رصد فناوری های نوین 	توسعه فناوری
<ul style="list-style-type: none"> ○ پایان پروژه یکپارچه‌سازی، تدوین و بهینه‌سازی قوانین و ضوابط اجرایی برای بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید صنعت برق ○ پایان پروژه بررسی و ایجاد ساز و کار برای توسعه شرکت‌ها و پیمانکاران و متخصصین صاحب صلاحیت در حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات 	توسعه زیرساخت

جدول ۸- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال هشتم

عنوان شاخص	دسته بندی
<ul style="list-style-type: none"> ○ آغاز پروژه: تعیین چگونگی توسعه فناوری‌های مورد نیاز حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ○ پایان پروژه: تعیین چگونگی توسعه فناوری‌های مورد نیاز حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ○ اجرای مستمر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق 	توسعه ساختار
<ul style="list-style-type: none"> ○ پایان پروژه بنیان‌گذاری بانک اطلاعات اندازه‌گیری سوابق حوادث و تحلیل آنها در قالب پروژه‌های RCM, RBI ○ پایش مستمر: آینده پژوهی و رصد فناوری‌های نوین 	توسعه فناوری
○ -	توسعه زیرساخت

جدول ۹- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال نهم

عنوان شاخص	دسته بندی
○ اجرای مستمر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق	توسعه ساختار
○ پایش مستمر: آینده پژوهی و رصد فناوری‌های نوین	توسعه فناوری
○ -	توسعه زیرساخت

جدول ۱۰- برنامه ارزیابی پیشرفت طرح توسعه حوزه O&M در سال دهم

عنوان شاخص	دسته بندی
○ اجرای مستمر رویکرد مدیریت دارایی‌های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق	توسعه ساختار
○ پایش مستمر: آینده پژوهی و رصد فناوری های نوین	توسعه فناوری
○ آغاز پروژه تعیین ذخیره تولید بهینه واحدهای نیروگاهی براساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های بخش تولید صنعت برق ○ پایان پروژه تعیین ذخیره تولید بهینه واحدهای نیروگاهی براساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های بخش تولید صنعت برق	توسعه زیرساخت

۱-۵- شاخص‌های کلیدی

در بخش قبل شاخص‌های ارزیابی وضعیت پیاده‌سازی سند ارائه شده است، اما از میان شاخص‌های ذکر شده برخی از شاخص‌ها از اهمیت بالاتری برخوردارند، به طوری که عدم تحقق آن‌ها به معنی عدم تحقق کل برنامه می‌باشد. در این سند شاخص‌های کلیدی در قالب جدول ذیل اشاره شده‌اند.

جدول ۱۱- شاخص‌های کلیدی

عنوان شاخص	نوع شاخص
<ul style="list-style-type: none"> ✓ راه اندازی نهادهای پیشنهادی ✓ پیاده‌سازی / عدم پیاده‌سازی مدیریت دارایی های فیزیکی در بخش تولید صنعت برق 	توسعه ساختار
<ul style="list-style-type: none"> ✓ توسعه/عدم توسعه فناوری‌های نوین ✓ ایجاد سازو کار رصد فناوری های نوین بهره برداری، نگهداری و تعمیرات 	توسعه فناوری
<ul style="list-style-type: none"> ✓ پایان مطالعات محاسبه و تحلیل اقتصاد تولید برق ✓ بروز رسانی، یکسان سازی فرایند O&M ✓ پایان مطالعات اندازه گیری و پایش ظرفیت، راندمان، مصرف داخلی واحدهای نیروگاهی 	توسعه زیرساخت

۴- برنامه به‌روزرسانی و بازنگری طرح توسعه توسعه فناوری‌های نوین حوزه

O&M

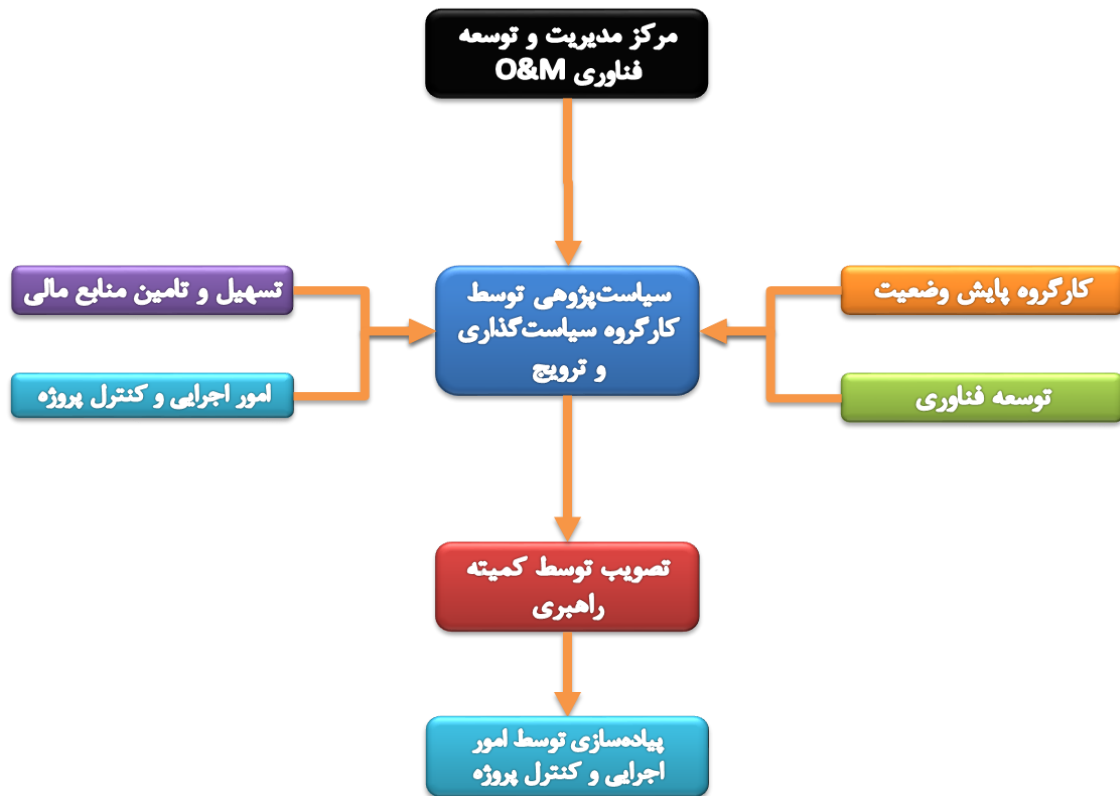
۱-۶- مقدمه

با توجه به ماهیت موضوع لازم است هر ساله برنامه مذکور مورد بررسی، به روز رسانی و بازنگری قرار گیرد. این امر از آن جهت است که پایش پیشرفت برنامه نیازمند نظارت و کنترل سالیانه و بازنگری‌های احتمالی جهت رفع موانع پیش روی این حوزه می‌باشد.

به عبارت دیگر می‌بایست پس از هر سال با توجه به میزان پیشرفت برنامه اجرایی طرح‌ها و برنامه‌های تحقیق و توسعه، در زمانبندی کار به‌روزرسانی صورت گیرد و همچنین با توجه به وضعیت فناوری‌ها از حیث جذابیت آن‌ها و روش اکتساب آن‌ها، اولویت‌ها و ارکان جهت‌ساز بازبینی شده و در صورت لزوم بازنگری در آن‌ها انجام شود. به علاوه با پیشرفت برنامه و کسب بازخوردهای حیثه اجرا می‌توان در سیاست‌های تدوین شده به منظور تسهیل روند اجرایی و پیاده‌سازی پروژه‌ها بازنگری‌هایی صورت گیرد.

۱-۷- سازوکار بازنگری طرح توسعه فناوری‌های نوین حوزه O&M

برای نیل به هدف فوق‌الذکر، کارگروه سیاست‌گذاری و ترویج می‌بایست سالانه با هماهنگی کارگروه‌های دیگر، اقدام به سیاست‌پژوهشی و بازنگری طرح توسعه فناوری‌های نوین حوزه O&M افزایش راندمان نماید و نتایج کار را مورد تأیید و تصویب کمیته راهبری نماید. سپس کارگروه امور اجرایی و کنترل مسئولیت اجرا و پیاده‌سازی آن را برعهده گیرد.



شکل ۱- مکانیزم بروز رسانی و بازنگری طرح توسعه فناوری‌های حوزه O&M

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این گزارش ضمن بیان مفاهیم مربوط به موضوع ارزیابی و پایش پیشرفت برنامه راهبردی، به شناسایی شاخص‌های مناسب برای ارزیابی، کنترل و نظارت بر روند پیشرفت برنامه راهبردی توسعه فناوری‌های نوین حوزه O&M پرداخته شد و مجموعه فعالیت‌های طرح در سه دسته‌ی توسعه ساختار، توسعه فناوری و توسعه زیرساخت دسته‌بندی شده و شاخص‌های سنجش عملکرد در هر دسته ارائه گردید.

در پایان مشخص گردید، کارگروه سیاست‌گذاری و ترویج می‌بایست سالانه با هماهنگی کارگروه‌های دیگر، اقدام به سیاست‌پژوهشی و بازنگری این طرح نماید و نتایج کار را مورد تأیید و تصویب کمیته راهبردی نماید. سپس کارگروه امور اجرایی و کنترل مسئولیت اجرا و پیاده‌سازی آن را برعهده گیرد.

مراجع

- [1] **Ahrens, J.**, 2002. *Governance and the implementation of technology policy in less developed countries*. Econ. Innovation New Tech. 11, 441-476.
- [2] **Colebatch H.K.**, 2002. *Policy*. Second edition, Open University Press, Buckingham.
- [3] **Faulhaber G.R.**, 2000. *Emerging technologies and public policy: in Wharton on managing emerging technologies*, ed. G.S. Day, P.J.H. Schoemaker and R.E. Gunther, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- [4] **Agency, International Energy**. *Energy Technology Roadmaps: a guide to development and implementation*. Paris : OECD/IEA, 2014.
- [۵] **مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور**. روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی. تهران : در دست چاپ، ۱۳۹۲.

[6] <http://2rooznameh.ir/index/index.php/>