

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سند توسعه فناوری‌های افزایش عمر نیروگاه‌های قدیمی کشور

مدیر پروژه: مهندس علی محرمی

گروه پژوهشی سیکل و مبدل‌های حرارتی

راهبر: معاونت فناوری

ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر

سفارش دهنده: وزارت نیرو

اعضای محترم کمیته راهبری تدوین سند:

✦ مهندس محمود اخیانی

✦ مهندس خسرو روشن‌دل

✦ مهندس محمدعلی شکراللهی

✦ مهندس پرویز فردنیا

✦ مهندس مصطفی قلم‌چی

✦ دکتر سیدابراهیم موسوی ترشیزی

مقدمه

مروری بر ادبیات موضوع چگونگی برخورد با پدیده پیری واحدهای نیروگاهی حاکی از آن است که تا دهه ۱۹۸۰ فرض بر این بوده است که واحدهای نیروگاهی پیر باید بازنشسته شوند اما طی دهه‌های اخیر این نظریه افول نموده و نظریه توسعه عمر واحدهای نیروگاهی در قالب برنامه‌های مدیریت عمر نیروگاه‌ها مورد توجه قرار گرفته است. به عبارت دیگر این ذهنیت که برای مقابله با مشکلات پیری نیروگاه‌های قدیمی تنها راه ممکن بازنشسته کردن تجهیزات قدیمی و احداث نیروگاه‌های جدید است، رو به افول گذاشته و راه‌های دیگری جهت احیا نیروگاه‌های قدیمی و فایق آمدن بر مشکلات پیری نیروگاه‌ها مطرح و توسعه داده شده‌اند. بدیهی است که احیاء نیروگاه‌های قدیمی در مقایسه با احداث نیروگاه‌های جدید دارای مزایای قابل توجهی است. از جمله مزایای این رویکرد می‌توان به در دسترس بودن محل نیروگاه موجود و وجود زیرساخت‌های لازم و از همه مهمتر، هزینه کمتر یا تعویق هزینه‌ها اشاره کرد.

با توجه به پیری گسترده واحدهای نیروگاهی در کشور موضوع «تدوین نقشه راه توسعه فناوری‌های افزایش عمر واحدهای نیروگاهی» به عنوان یکی از اولویت‌های حوزه تولید مطرح گردیده است. تجارب کشورهای پیشرفته در زمینه مورد اشاره از یک طرف و گستردگی مشکلات ناشی از فرسودگی واحدهای نیروگاهی از طرف دیگر باعث شده است که این موضوع در قالب یک طرح کلان و راهبردی مطرح گردد. بدیهی است که این موضوع از جنبه‌های گوناگون باید مورد توجه قرار گیرد که در طرح حاضر به آن پرداخته خواهد شد.

در راستای تأمین اهداف مورد اشاره، سند حاضر تدوین گردیده است. اجرای این سند در ابعاد ملی می‌تواند پاسخگوی بخش مهمی از نیازهای حوزه افزایش عمر در حوزه تولید صنعت برق بوده و مسیر رشد و تعالی این صنعت را هموار سازد.

چشم‌انداز توسعه فناوری‌های افزایش عمر نیروگاه‌های قدیمی کشور

در راستای تحقق اهداف راهبردی وزارت نیرو در
انق ۱۴۰۴، تأمین مطمئن و اقتصادی انرژی
الکتریکی، افزایش قابلیت اطمینان، توان و
راندمان؛ جمهوری اسلامی ایران توانمند
به کارگیری و بومی‌سازی فناوری‌های مناسب به
جهت افزایش عمر نیروگاه‌های حرارتی قدیمی کشور،
فراخور پتانسیل هر یک از این نیروگاه‌ها، خواهد بود.

اهداف توسعه فناوری

اهداف کلان در راستای چشم‌انداز افزایش عمر نیروگاه‌ها در افق زمانی ۱۴۰۴، به صورت زیر تعریف شده‌اند:

- افزایش عمر نیروگاه‌های بخاری قدیمی مبتنی بر پتانسیل هر کدام
- افزایش عمر نیروگاه‌های گازی قدیمی مبتنی بر پتانسیل هر کدام
- سرمایه‌گذاری و تعامل موثر با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی
- افزایش همکاری‌های تکنولوژیک بین‌المللی
- سرمایه‌گذاری در R&D و جذب نیروی نخبه
- نقش حوزه افزایش عمر نیروگاه‌های حرارتی در زمینه مسائل زیست محیطی
- ایفای نقش حوزه افزایش عمر نیروگاه‌های حرارتی در زمینه رفاه اجتماعی و رشد اقتصادی

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

راهبردهای توسعه فناوری

به منظور تدوین راهبردهای توسعه فناوری، در گام نخست می‌بایست متدولوژی و مسیر انجام مطالعات تبیین گردد تا بر اساس آن گام‌های بعدی انجام شود. اگر افزایش عمر نیروگاه‌ها را به عنوان یک طرح کلان و راهبردی در نظر بگیرید، این طرح، خود به دو زیر طرح اصلی دیگر قابل تقسیم می‌باشد. این طرح‌ها عبارتند از:

- طرح افزایش عمر نیروگاه‌های گازی
- طرح افزایش عمر نیروگاه‌های بخاری

در طرح افزایش عمر نیروگاه‌های گازی، با توجه به سن واحدهای مورد بررسی و نیز ظرفیت تولید این واحدها و نیز نظرات اعضای کمیته راهبری ارائه راهکارهای افزایش عمر برای واحدهای F9 و V94.2 در افق چشم‌انداز، به نظر می‌رسد با انتخاب این دو نوع نیروگاه در کشور می‌توان به حدود ۸۰ درصد

نیازهای این حوزه پاسخ داد و در نتیجه، این دو نوع نیروگاه اولویت کشور در بحث افزایش عمر می‌باشند.

در طرح افزایش عمر نیروگاه‌های بخاری، حدود ۶۰ درصد از ظرفیت واحدهای بخاری به واحدهای با ظرفیت بالاتر از ۳۰۰ مگاوات اختصاص دارد. از سوی دیگر واحدهای با ظرفیت بزرگتر و مساوی ۲۰۰ و کوچکتر از ۳۰۰ مگاوات، حدود یک چهارم ظرفیت واحدهای بخاری را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین بیشترین فراوانی در میان واحدهای بخاری مربوط به نیروگاه‌های با ظرفیت بالاتر از ۳۰۰ مگاوات و پس از آن واحدهای با ظرفیت بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ مگاوات می‌باشد. از سوی دیگر، در میان واحدهای با عمر بالاتر از ۲۰ سال، بیشترین فراوانی مربوط به واحدهای بالای ۳۰۰ مگاوات و پس از آن مربوط به واحدهای بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ مگاوات است. همچنین بیش از نیمی از ظرفیت واحدهای با عمر بین ۱۵ تا ۲۰ سال مربوط به واحدهای با ظرفیت بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ مگاوات و بخش عمده دیگر شامل واحدهای بالای ۳۰۰ مگاوات است. علاوه بر این، واحدهای با ظرفیت بالاتر از ۳۰۰ مگاوات بخش عمده‌ای از واحدهای با عمر بین ۱۰ تا ۱۵ سال و نیز واحدهای با عمر زیر ۱۰ سال را به خود اختصاص داده است. بنابراین با توجه به اطلاعات ارائه شده و نظرات اعضای محترم کمیته راهبری، واحدهای بزرگتر و مساوی ۲۰۰ مگاوات برای بررسی طرح‌های افزایش عمر دارای اولویت هستند.

سبک اکتساب واحدهای گازی:

الف- سبک اکتساب واحدهای V94,2

در حال حاضر این فناوری در داخل کشور بومی‌سازی شده است و طرح‌های توسعه‌ای این توربین توسط شرکت مپنا در حال انجام است. همچنین طرح‌های افزایش عمر و ارتقاء این توربین هم توسط شرکت مپنا و هم توسط شرکت تعمیرات نیروگاهی در داخل کشور به صورت کاملاً بومی انجام می‌شود.

ب- سبک اکتساب واحدهای F9

با توجه به نتایج مصاحبه با خبرگان، انجام مصاحبه و بازدید از دو شرکت مپنا و تعمیرات نیروگاهی ایران، و نیز تجربیات قبلی تیم پروژه در این حوزه می‌توان گفت که شکاف فناورانه در این حوزه بسیار بالاست. بنابراین به منظور ارتقای واحدهای F9 با توجه به بلوغ چرخه عمر فناوری، حجم زیاد بازار و شکاف تکنولوژیکی بالا، نیاز به همکاری فناورانه با کشورهای پیشرو وجود دارد که در ادامه فرایند

سبک اکتساب نمایش داده شده است. لازم به ذکر است که در حوزه افزایش طول عمر (LTE) شرکت‌های مینا و تعمیرات نیروگاهی قابلیت افزایش عمر ۴ واحد در سال را دارند.

سبک اکتساب واحدهای بخاری:

الف- سبک اکتساب فناوری‌های ارزیابی عمر باقیمانده و فناوری‌های حوزه اجرای طرح‌های افزایش عمر
سبک اکتساب فناوری‌های مربوط به ارزیابی عمر باقیمانده و فناوری‌های حوزه اجرای طرح‌های افزایش عمر در قالب جداول ذیل نشان داده شده است.

ارزیابی وضعیت نیازهای فناورانه اولویت‌دار 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	استفاده از فناوری‌های CMMS در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۳	پایش عملکرد و عیب‌یابی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۴	آنالیز ارتعاشات و عیب‌یابی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	کم
۵	کالیبراسیون و بازرسی فنی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۶	توسعه فناوری‌های نوین اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات در واحدهای نیروگاهی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۷	اجرای آموزش‌های تخصصی و تربیت نفرات عیب‌یاب (Fact Finder) از بین نفرات تعمیراتی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۸	توسعه فناوری‌های مرتبط با تهیه نرم‌افزارهای کاربردی در بخش بهره‌برداری، نگهداری، و تعمیرات	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۹	ترمو گرافی و عیب‌یابی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۱۰	آنالیز روغن و عیب‌یابی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	کم
۱۱	توسعه فناوری‌های مرتبط با آزمایشگاه‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۱۲	تخمین عمر مبتنی بر آزمون‌های تجربی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	کم

ردیف	لیست نیازهای فناورانه	چرخه عمر فناوری	حجم بازار	شکاف فناورانه
	توسعه فناوری eMaintenance و Terotechnology و			
۱۳	به‌کارگیری آن‌ها در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	زیاد
۱۴	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک مانیتورینگ	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۱۵	تخمین عمر بر اساس تحلیل	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	کم
۱۶	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک آزمون	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۱۷	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای آزمون‌های تجربی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۱۸	تخمین عمر بر اساس شبیه‌سازی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۱۹	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای تحلیل FTA, FMEA, FORM, SORM, (Decomposition)	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	زیاد
۲۰	آنالیز صوت و عیب‌یابی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۲۱	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های تحلیلی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۲۲	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای شبیه‌سازی مونت‌کارلو و Importance Sampling	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	زیاد
۲۳	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خستگی مکانیکی و حرارتی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۲۴	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خزش	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	متوسط
۲۵	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های عددی	اواخر رشد و ابتدای بلوغ	زیاد	زیاد

سبک اکتساب پیشنهادی برای هر یک از نیازهای فناورانه اولویت‌دار

ردیف	لیست نیازهای فناورانه	سبک اکتساب پیشنهادی
۱	استفاده از فناوری‌های CBM در نگهداشت نیروگاه‌ها	همکاری فناورانه
۲	استفاده از فناوری‌های CMMS در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	همکاری فناورانه
۳	پایش عملکرد و عیب‌یابی	همکاری فناورانه
۴	آنالیز ارتعاشات و عیب‌یابی	تحقیق و توسعه درونزا
۵	کالیبراسیون و بازرسی فنی	همکاری فناورانه

ردیف	لیست نیازهای فناورانه	سبک اکتساب پیشنهادی
۶	توسعه فناوری‌های نوین اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات در واحدهای نیروگاهی	همکاری فناورانه
۷	اجرای آموزش‌های تخصصی و تربیت نفرات عیب‌یاب (Fact Finder) از بین نفرات تعمیراتی	همکاری فناورانه
۸	توسعه فناوری‌های مرتبط با تهیه نرم‌افزارهای کاربردی در بخش بهره‌برداری، نگهداری، و تعمیرات	همکاری فناورانه
۹	ترموگرافی و عیب‌یابی	همکاری فناورانه
۱۰	آنالیز روغن و عیب‌یابی	تحقیق و توسعه درونزا
۱۱	توسعه فناوری‌های مرتبط با آزمایشگاه‌های حوزه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات بخش تولید	همکاری فناورانه
۱۲	تخمین عمر مبتنی بر آزمون‌های تجربی	تحقیق و توسعه درونزا
۱۳	توسعه فناوری Terotechnology و eMaintenance و بکارگیری آن‌ها در بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌ها	انتقال دانش و در ادامه بومی‌سازی
۱۴	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک مانیتورینگ	همکاری فناورانه
۱۵	تخمین عمر بر اساس تحلیل	تحقیق و توسعه درونزا
۱۶	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک آزمون	همکاری فناورانه
۱۷	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای آزمون‌های تجربی	همکاری فناورانه
۱۸	تخمین عمر بر اساس شبیه‌سازی	همکاری فناورانه
۱۹	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای تحلیل (FTA, FMEA, FORM, SORM, (Decomposition	انتقال دانش و در ادامه بومی‌سازی
۲۰	آنالیز صوت و عیب‌یابی	همکاری فناورانه
۲۱	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های تحلیلی	همکاری فناورانه
۲۲	ارزیابی احتمال از کار افتادگی تجهیزات بر مبنای شبیه‌سازی مونت کارلو و Importance Sampling	انتقال دانش و در ادامه بومی‌سازی
۲۳	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خستگی مکانیکی و حرارتی	همکاری فناورانه
۲۴	تحلیل علل از کار افتادگی ناشی از خزش	همکاری فناورانه
۲۵	تحلیل علل از کار افتادگی به کمک روش‌های عددی	انتقال دانش و در ادامه بومی‌سازی

ب- سبک اکتساب فناوری‌های بازتوانی در واحدهای بخاری

با توجه به تنوع زیاد واحدهای بخاری و متفاوت بودن این واحدها با یکدیگر، نمی‌توان برای همه واحدها سبک اکتساب واحدی را تبیین نمود. در بین انواع مختلف واحدهای بخاری، واحدهای FT325 تواتر بیشتری دارند. با توجه به بالغ بودن فناوری افزایش عمر واحدهای FT325 و شکاف بالای فناوری و حجم بالای این واحدها، منطقی به نظر می‌رسد که نیاز کشور به این فناوری از طریق سبک خرید تأمین نگردد و می‌بایست از سبک اکتساب همکاری فناوری استفاده می‌شود. در ادامه می‌توان با استفاده از دانش به‌دست آمده در طی همکاری فناورانه با کشورهای پیشرو، برای توسعه انواع دیگر واحدهای بخاری استفاده نمود. لازم به ذکر است که وضعیت شاخص شکاف فناورانه، با توجه به نتایج مصاحبه با خبرگان، انجام مصاحبه و بازدید از دو شرکت مپنا و تعمیرات نیروگاهی ایران، و نیز تجربیات قبلی تیم پروژه در این حوزه تعیین شده است.

اقدامات و سیاست‌های توسعه فناوری

- ایجاد یک مدیریت مستقل افزایش عمر واحدهای نیروگاهی قدیمی در سطح وزارت نیرو جهت راهبری طرح‌های افزایش عمر با هماهنگی شرکت‌های توانیر، مدیریت شبکه، سازمان توسعه برق، انجمن صنفی نیروگاه‌های ایران (اصنا) و پژوهشگاه نیرو
- ایجاد ساختاری برای پایش مستمر و سنجش عمر باقیمانده نیروگاه‌ها و تعیین یک متولی مشخص
- جهت‌دهی منابع و اعتبارات پژوهشی وزارت نیرو در جهت اجرای طرح‌های توسعه‌ای حوزه افزایش عمر
- تعریف مشوق‌هایی برای نیروگاه‌های موجود به منظور پیاده‌سازی طرح‌های افزایش عمر، شامل اعطای وام‌های کم بهره، مشوق‌های مالیاتی
- اعطای تسهیلات و کاهش ریسک سرمایه‌گذاری در اجرای طرح‌های جدید افزایش عمر برای بخش خصوصی و شرکت‌های دانش‌بنیان
- جبران بخشی از ضررهای مالی ناشی از عدم تولید در حین اجرای طرح‌های افزایش عمر
- پیاده‌سازی استانداردهای مصوب راندمان نیروگاه‌ها

- شناسایی پروژه‌های افزایش عمری که با اجرا و توسعه قوانین زیست محیطی الزام‌آور می‌شوند و ایجاد ساز و کار حمایتی لازم
- لزوم صدور مجوز مشروط بهره‌برداری به نیروگاه‌های با عمر بالا، در صورت تعهد این نیروگاه‌ها به اجرای طرح‌های افزایش عمر مورد نظر در یک بازه زمانی مشخص
- برخورد با موضوع افزایش عمر تولید به طور یکسان و هم‌تراز با موضوعاتی چون انرژی‌های تجدیدپذیر و مدیریت مصرف برای حمایت مالی
- اطلاع‌رسانی عمومی در مورد اینکه افزایش عمر نیروگاه‌های فسیلی از نظر کاهش آلاینده‌ها هم‌تراز با توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر است.
- ارائه پیام‌های روشن و اجرایی از سوی دولت به سرمایه‌گذاران و صاحبان نیروگاه‌ها در زمینه افزایش عمر از جمله تدوین و ابلاغ سند افزایش عمر و اهمیت نقش افزایش عمر نیروگاه‌ها در کاهش مصرف سوخت کشور و بهبود شرایط زیست‌محیطی
- تعیین الزامات حرفه‌ای برای پرسنل بهره‌برداری نیروگاه‌ها
- برگزاری دوره‌های آموزشی افزایش عمر در مراکز تخصصی فعال در این حوزه
- به اشتراک‌گذاری بهترین تجربیات و الگوهای عملکردی بین مدیران نیروگاه‌ها

پروژه‌های اجرایی

به منظور پیاده‌سازی طرح‌های 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:

طرح یک: افزایش عمر واحدهای نیروگاهی V.94.2

- ۱-۱ پروژه: افزایش عمر ۲ واحد توربین V.94.2 نیروگاه سلیمی
- ۲-۱ پروژه: افزایش عمر ۵ واحد توربین V.94.2 نیروگاه سیکل ترکیبی گیلان
- ۳-۱ پروژه: افزایش عمر ۸ واحد توربین V.94.2 نیروگاه کرمان
- ۴-۱ پروژه: افزایش عمر ۴ واحد توربین V.94.2 نیروگاه کازرون
- ۵-۱ پروژه: افزایش عمر ۱۲ واحد توربین V.94.2 نیروگاه دماوند
- ۶-۱ پروژه: افزایش عمر ۵ واحد توربین V.94.2 نیروگاه جنوب اصفهان
- ۷-۱ پروژه: افزایش عمر ۲ واحد توربین V.94.2 نیروگاه سنندج

۸-۱ پروژه: افزایش عمر ۱ واحد توربین V.94.2 نیروگاه شیروان

طرح دو: افزایش عمر واحدهای نیروگاهی F9

- ۱-۲ پروژه: افزایش عمر ۶ واحد توربین F9 نیروگاه سیکل ترکیبی منتظر قائم
- ۲-۲ پروژه: افزایش عمر ۶ واحد توربین F9 نیروگاه سیکل ترکیبی شهید رجایی
- ۳-۲ پروژه: افزایش عمر ۲ واحد توربین F9 نیروگاه سیکل ترکیبی شریعتی
- ۴-۲ پروژه: افزایش عمر ۶ واحد توربین F9 نیروگاه سیکل ترکیبی فارس
- ۵-۲ پروژه: افزایش عمر ۶ واحد توربین F9 نیروگاه سیکل ترکیبی نیشابور
- ۶-۲ پروژه: افزایش عمر ۲ واحد توربین F9 نیروگاه سیکل ترکیبی خوی
- ۷-۲ پروژه: افزایش عمر ۲ واحد توربین F9 نیروگاه سیکل ترکیبی یزد
- ۸-۲ پروژه: افزایش عمر ۴ واحد توربین F9 نیروگاه آبادان

طرح سه: افزایش عمر واحدهای نیروگاهی بخاری قدیمی

- ۱-۳ زیرطرح: بررسی موضوعات و مسائل برنامه‌ریزی
- ۱-۱-۳ پروژه: استخراج و تحلیل مسایل و موضوعات سیستم
- ۲-۱-۳ پروژه: گردآوری اطلاعات سیستم
- ۳-۱-۳ پروژه: مزایای افزایش عمر
- ۴-۱-۳ پروژه: هزینه‌های افزایش عمر
- ۵-۱-۳ پروژه: طرح‌ریزی برنامه افزایش طول عمر
- ۶-۱-۳ پروژه: ریسک‌ها و سایر ملاحظات
- ۲-۳ زیرطرح: برنامه ریزی تخمین عمر
- ۱-۲-۳ پروژه: گردآوری داده‌های نیروگاه
- ۲-۲-۳ پروژه: سایر منابع اطلاعات تجهیزات
- ۳-۲-۳ پروژه: رویه رتبه‌بندی تجهیزات
- ۴-۲-۳ پروژه: اولویت تجهیزات
- ۵-۲-۳ پروژه: برنامه زمانی و هزینه اولیه نیروگاه
- ۳-۳ زیرطرح: اجرای افزایش عمر
- ۱-۳-۳ پروژه: تعیین عوامل موردنیاز برای روند ارزیابی تخمین عمر نیروگاه

رهنگاشت (نقشه‌راه) توسعه فناوری‌های افزایش عمر نیروگاه‌ها

بر اساس زمان مورد نیاز هر یک از طرح‌ها و لحاظ نمودن تقدم و تأخر طرح‌ها، نقشه راه این حوزه در افق ۱۰ ساله در نیروگاه‌های گازی و واحدهای نیروگاهی بخاری به صورت جداگانه ارائه گردید.



