

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سند راهبردی و نقشه‌ی راه افزایش راندمان نیروگاه‌های حرارتی کشور

مدیر پروژه: مهندس مسعود سلطانی حسینی
گروه پژوهشی سیکل و مبدل‌های حرارتی

راهبر: معاونت فناوری
ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر
سفارش‌دهنده: وزارت نیرو

اعضای محترم کمیته راهبری تدوین سند:

✦ مهندس سیدمحسن افتخاری

✦ مهندس فرید بشیری

✦ دکتر رامین حقیقی خوش‌خو

✦ دکتر مجید صفار اول

✦ مهندس غلامرضا مهرداد

ویرایش اول

۱۳۹۴

مقدمه

بهینه‌سازی مصرف سوخت در نیروگاه‌های حرارتی از جمله سرفصل‌های مهم صرفه‌جویی مصرف انرژی در کشور محسوب می‌گردد. با افزایش قیمت نفت و به تبع آن افزایش سهم سوخت در قیمت تمام شده برق تولیدی نیروگاه‌ها، ضرورت بررسی و ارائه راهکارهای افزایش راندمان بخوبی احساس می‌گردد. در این راستا و با توجه به رشد میزان مصرف انرژی در نیروگاه‌های کشور و وجود محدودیت‌ها و چالش‌های موجود در تأمین سوخت فسیلی مورد نیاز نیروگاه‌ها، ملاحظات زیست محیطی و افزایش قیمت جهانی سوخته‌های فسیلی، چگونگی مواجهه با این چالش‌ها برای هر یک از نیروگاه‌های کشور به عنوان یک موضوع قابل اعتنا مطرح گردیده است. در این سند توسعه فناوری‌های افزایش راندمان نیروگاه‌های کشور مورد بررسی قرار گرفته تا با اتخاذ سیاست‌های مناسب و پیشنهاد اقدامات موثر، راهگشای دستیابی به اهداف تعیین شده در سند باشد.

چشم‌انداز افزایش راندمان نیروگاه‌های حرارتی کشور

در راستای تحقق اهداف راهبردی سند چشم‌انداز
وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴ و صیانت از سرمایه‌های
ملی، کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی و تولید
اقتصادی برق؛ راندمان متوسط تولید نیروگاه‌های
حرارتی کشور سالانه حداقل یک درصد افزایش یافته
و کشور در به‌کارگیری و بومی‌سازی فناوری‌های
مناسب افزایش راندمان نیروگاه‌ها توانمند خواهد بود.

اهداف توسعه فناوری

اهداف تعیین شده برای تحقق چشم‌انداز این سند به شرح زیر می‌باشد:

- راندمان کلی نیروگاه‌های حرارتی در افق ۱۴۰۴ حداقل ۴۶ درصد می‌باشد.
✓ با توجه به هدف فوق، راندمان مورد هدف برای نیروگاه‌های حرارتی موجود در افق ۱۴۰۴، ۴۴ درصد می‌باشد.
- راندمان نیروگاه‌های بخاری موجود در افق ۱۴۰۴ حداقل ۳۹ درصد می‌باشد.
- راندمان نیروگاه‌های گازی موجود در افق ۱۴۰۴ حداقل ۳۵ درصد می‌باشد.
- راندمان نیروگاه‌های سیکل ترکیبی موجود در افق ۱۴۰۴ حداقل ۵۰ درصد می‌باشد.
- تحقق توانمندی فناورانه در به‌کارگیری و بومی‌سازی فناوری‌های حوزه افزایش راندمان با تاکید بر موارد زیر:
 - ✓ تخصیص بودجه تحقیقاتی مشخص سالیانه برای سرمایه‌گذاری در حوزه تحقیق و توسعه برای فناوری‌های افزایش راندمان نیروگاه‌ها
 - ✓ توسعه شرکت‌های دانش بنیان در حوزه فناوری‌های افزایش راندمان نیروگاه‌های کشور

راهبردهای توسعه فناوری

الف- در بخش پایش و تحلیل عملکرد واحدهای بخاری:

- تحقیق و توسعه در زمینه تحلیل عملکرد واحدهای بخاری
- پیاده سازی فناوری در ۱۴۰۰۰ مگاوات از واحدهای بخار

ب- در بخش پایش عملکرد آنلاین واحدهای گازی و سیکل ترکیبی:

- تحقیق و توسعه در زمینه پایش عملکرد آنلاین واحدهای گازی و سیکل ترکیبی
- پیاده سازی فناوری پایش عملکرد آنلاین برای ۳۱۰۰۰ مگاوات واحد گازی

ج- در بخش بهره‌برداری بهینه از کندانسور و برج خنک کن:

- تحقیق و توسعه در زمینه بهره‌برداری بهینه از کندانسور و برج خنک کن
- پیاده سازی فناوری در ۱۴۰۰۰ مگاوات از واحدهای بخار

د- در بخش بسته ارتقای عملکرد پیش گرمکن هوای بویلر

- تحقیق و توسعه در زمینه ارتقای عملکرد پیش گرمکن هوای بویلر
- پیاده سازی فناوری در ۱۴۰۰۰ مگاوات از واحدهای بخار

ه- در بخش بهره‌برداری بهینه از هیترهای آب تغذیه

- تحقیق و توسعه در زمینه بهره‌برداری بهینه از هیترهای آب تغذیه
- پیاده سازی فناوری در ۱۴۰۰۰ مگاوات از واحدهای بخار

و- در بخش خنک‌کاری هوای ورودی توربین‌های گازی

- تحقیق و توسعه در زمینه خنک‌کاری هوای ورودی توربین‌های گازی
- پیاده سازی فناوری برای ۳۱۰۰۰ مگاوات واحد گازی

ز- در بخش شستشوی آنلاین کمپرسور

- تحقیق و توسعه در زمینه شستشوی آنلاین کمپرسور
- پیاده سازی فناوری برای ۳۱۰۰۰ مگاوات واحد گازی

ح- در بخش بسته ارتقای راندمان توربین‌های بخار

- امکان‌سنجی و طرح اولیه ارتقا توربین‌های بخار
- پیاده سازی فناوری در ۵۰۰۰ مگاوات از واحدهای بخار

ط- در بخش تبدیل واحدهای گازی به CCHP سیکل ترکیبی

- تحقیق و توسعه در زمینه تبدیل واحدهای گازی به CCHP سیکل ترکیبی
- پیاده سازی فناوری برای ۳۰۰۰ مگاوات واحد گازی

ی- در بخش بازتوانی واحدهای بخار

- توسعه فناوری و امکان‌سنجی بازتوانی واحدهای بخار
- بازتوانی ۲۶۰۰ مگاوات واحد بخار

ک- در بخش تبدیل واحدهای گازی به سیکل ترکیبی

- اولویت بندی
- تبدیل ۷۲ واحد گازی به سیکل ترکیبی (سالانه ۱۲ واحد ۱۶۲ مگاواتی)

ل- بسته ارتقای راندمان توربین‌های گازی

- نصب و راه‌اندازی طرح ارتقای راندمان توربین‌های گازی در سطح نیروگاه‌های گازی برای ظرفیتی معادل ۳۱۰۰۰ مگاوات

اقدامات و سیاست‌های توسعه فناوری

۱. اقدامات و سیاست‌های لازم برای رفع چالش‌های کلی توسعه فناوری‌های افزایش راندمان نیروگاه‌ها بر اساس کارکردهای مختلف

الف) در بخش توسعه و انتشار دانش

- تعیین الزامات حرفه‌ای برای پرسنل بهره‌برداری نیروگاه‌ها
- تعیین متولی برای اعطای مدرک تخصصی رسمی بهره‌برداری نیروگاه‌ها و تأمین و حمایت مالی لازم
- برگزاری دوره‌های آموزشی افزایش راندمان در نیروگاه‌های موفق در افزایش راندمان و مراکز تخصصی فعال در این حوزه

• به اشتراک گذاری بهترین تجربیات و الگوهای عملکردی بین مدیران و بهره‌برداران نیروگاه‌ها
ب) در بخش تأمین منابع مالی و انسانی

- تخصیص اعتبارات و منابع مالی مورد نیاز جهت اجرای طرح‌های افزایش راندمان
- تعریف مشوق‌هایی برای نیروگاه‌های موجود به منظور پیاده‌سازی طرح‌های افزایش راندمان، شامل اعطای وام‌های کم بهره، مشوق‌های مالیاتی، مشوق‌های دولتی در زمینه خرید انواع حامل‌های انرژی از جمله برق و حرارت

• اعطای تسهیلات و کاهش ریسک سرمایه‌گذاری در اجرای طرح‌های جدید افزایش راندمان برای بخش خصوصی و شرکت‌های دانش‌بنیان

- جبران بخشی از ضررهای مالی ناشی از عدم تولید در حین اجرای طرح‌های افزایش راندمان
- پرداخت هزینه توسعه و ساخت نمونه اولیه طرح‌های جدید افزایش راندمان توسط وزارت نیرو
- اعطای مشوق‌های مناسب برای بازنشسته کردن نیروگاه‌های با راندمان پایین از جمله مجوزدهی احداث نیروگاه‌های جدید با راندمان بالا یا جبران عدم فروش برق برای یک دوره مشخص زمانی

• اعطای وام به بخش خصوصی معادل ۲۰٪ از هزینه‌های پیاده‌سازی فناوری‌های جذاب که هزینه سرمایه‌گذاری بالا ندارند.

• اعطای وام به بخش خصوصی معادل ۵۰٪ از هزینه‌های پیاده‌سازی فناوری‌های جذاب که هزینه سرمایه‌گذاری متوسطی دارند.

• اعطای وام به بخش خصوصی معادل ۸۰٪ از هزینه‌های پیاده‌سازی فناوری‌های جذاب که هزینه سرمایه‌گذاری بالایی دارند.

ج) در بخش مشروعیت بخشی

- برخورد با موضوع راندمان تولید به طور یکسان و همتراز با موضوعاتی چون انرژی‌های تجدیدپذیر و مدیریت مصرف برای حمایت مالی
- اطلاع رسانی عمومی در مورد اینکه افزایش راندمان نیروگاه‌های فسیلی از نظر کاهش آلاینده‌ها همتراز با توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر است
- ارائه پیام‌های روشن و اجرایی از سوی دولت به سرمایه گذاران و صاحبان نیروگاه‌ها در زمینه افزایش راندمان از جمله تدوین و ابلاغ سند افزایش راندمان و اهمیت نقش افزایش راندمان نیروگاه‌ها در کاهش مصرف سوخت کشور و بهبود شرایط زیست‌محیطی
- سهمیه کردن صاحبان یا مدیران نیروگاه‌ها از طریق اعطای جایزه راندمان برای نیروگاه‌های برتر با اطلاع رسانی در سطح وسیع و مشوق‌های شغلی

د) در بخش جهت دهی به سیستم

- ایجاد یک مدیریت مستقل افزایش راندمان نیروگاه‌ها در سطح وزارت نیرو جهت راهبری طرح‌های افزایش راندمان با هماهنگی شرکت‌های توانیر، مدیریت شبکه، سازمان توسعه برق، انجمن صنفی نیروگاه‌های ایران (اصنا) و پژوهشگاه نیرو
- ایجاد ساختاری برای پایش مستمر و سنجش بهبود راندمان و تعیین یک متولی مشخص
- پیاده‌سازی استانداردهای مصوب راندمان نیروگاه‌ها
- پرداخت هزینه برق به نیروگاه‌ها براساس قیمت واقعی سوخت
- پرداخت مستقیم هزینه سوخت توسط نیروگاه‌ها براساس کیفیت و ارزش حرارتی
- تدوین کدهای اجرایی محاسبه راندمان براساس استانداردهای ملی اندازه‌گیری راندمان
- شناسایی پروژه‌های افزایش راندمانی که با اجرا و توسعه قوانین زیست محیطی الزام آور می‌شوند و ایجاد سازو کار حمایتی لازم
- لزوم صدور مجوز مشروط بهره‌برداری به نیروگاه‌های با راندمان پایین، در صورت تعهد این نیروگاه‌ها برای دستیابی به استانداردهای مورد نظر در یک بازه زمانی مشخص

پروژه‌های اجرایی

الف (پایش و تحلیل عملکرد واحدهای بخاری

- امکان‌سنجی پیاده‌سازی سیستم پایش و تحلیل عملکرد آنلاین واحدهای بخاری برای نیروگاه‌های کشور
- طراحی نرم افزار آنلاین سیستم پایش و تحلیل عملکرد واحدهای بخاری
- پیاده‌سازی و تست نمونه اولیه سیستم پایش و تحلیل عملکرد آنلاین واحدهای بخاری بر روی یک واحد منتخب
- توسعه نرم افزار سیستم پایش و تحلیل عملکرد آنلاین واحدهای بخاری جهت بکارگیری در سایر نیروگاه‌های بخار
- نصب و راه‌اندازی سیستم پایش و تحلیل عملکرد آنلاین واحدهای بخاری در یکی از نیروگاه‌های بخاری به عنوان پایلوت
- اولویت‌بندی و بررسی پیاده‌سازی سیستم پایش و تحلیل عملکرد آنلاین واحدهای بخاری در سایر نیروگاه‌های بخاری

ب) پایش عملکرد آنلاین واحدهای گازی و سیکل ترکیبی

- امکان‌سنجی پیاده‌سازی سیستم پایش عملکرد آنلاین واحدهای گازی و سیکل ترکیبی برای نیروگاه‌های کشور
- پیاده‌سازی و تست نمونه اولیه سیستم پایش و تحلیل عملکرد آنلاین واحدهای گازی بر روی یک واحد منتخب
- توسعه نرم افزار پایش و تحلیل عملکرد آنلاین واحدهای گازی و سیکل ترکیبی
- توسعه نرم افزار سیستم پایش و تحلیل عملکرد آنلاین واحدهای گازی و سیکل ترکیبی جهت بکارگیری در سایر نیروگاه‌ها
- نصب و راه‌اندازی سیستم پایش و تحلیل عملکرد آنلاین واحدهای گازی و سیکل ترکیبی در یکی از نیروگاه‌ها به عنوان پایلوت
- اولویت‌بندی و بررسی پیاده‌سازی سیستم پایش و تحلیل عملکرد آنلاین واحدهای گازی و سیکل ترکیبی در سایر نیروگاه‌ها

ج) بهره‌برداری بهینه از کندانسور و برج خنک‌کن

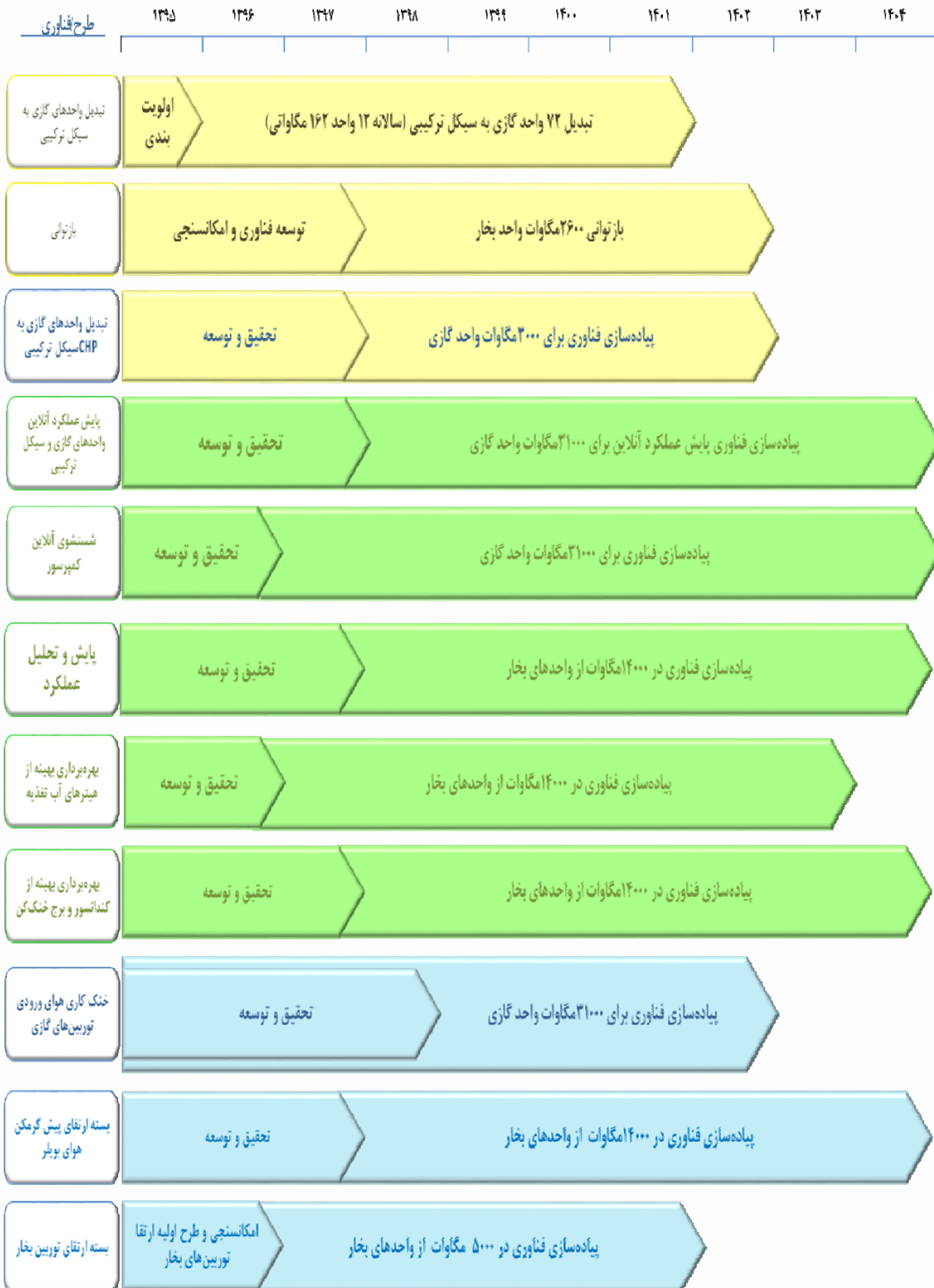
- بررسی و انتخاب راهکارهای عملی جهت بهره‌برداری بهینه از کندانسور و برج های خنک کن برای واحدهای بخاری کشور
 - امکان‌سنجی و اولویت‌بندی پیاده‌سازی راهکارهای منتخب جهت بهره‌برداری بهینه از کندانسور و برج های خنک کن برای واحدهای بخاری کشور
 - شبیه‌سازی راهکارهای عملی منتخب جهت بهینه‌سازی بهره‌برداری کندانسور بخاری
 - شبیه‌سازی راهکارهای عملی منتخب جهت بهینه‌سازی بهره‌برداری برج های خنک کن واحدهای بخاری
 - پیاده‌سازی راهکارهای عملی منتخب جهت بهینه‌سازی بهره‌برداری کندانسور در یک واحد نمونه بخار نیروگاهی
 - پیاده‌سازی راهکارهای عملی منتخب جهت بهینه‌سازی بهره‌برداری برج خنک کن در یک واحد نمونه بخار نیروگاهی
- (د) بسته ارتقای عملکرد پیش گرمکن هوای بویلر
- بررسی و تهیه بسته ارتقای عملکرد پیش گرمکن هوای بویلر نیروگاه‌های بخار
 - امکان‌سنجی و اولویت‌بندی پیاده‌سازی بسته ارتقای عملکرد پیش گرمکن های هوای بویلر نیروگاه‌های بخار
 - طراحی و پیاده‌سازی بسته ارتقای عملکرد پیش گرمکن های هوای بویلر بصورت آزمایشگاهی
 - توسعه بسته ارتقای عملکرد پیش گرمکن های هوای بویلر جهت بکارگیری در بویلر های نیروگاهی
 - پیاده‌سازی بسته ارتقای عملکرد پیش گرمکن های هوای بویلر بر روی یک واحد بخار منتخب بصورت پایلوت
 - توسعه بسته ارتقای عملکرد پیش گرمکن های هوای بویلر جهت بکارگیری در سایر نیروگاه‌های بخار
- (ه) بهره‌برداری بهینه از هیترهای آب تغذیه
- بررسی و انتخاب راهکار های عملی جهت بهره‌برداری بهینه از هیترهای آب تغذیه برای واحدهای بخاری کشور
 - امکان‌سنجی و اولویت‌بندی پیاده‌سازی راهکارهای منتخب جهت بهره‌برداری بهینه هیترهای آب تغذیه برای واحدهای بخاری کشور

- شبیه‌سازی راهکارهای عملی منتخب جهت بهینه‌سازی بهره‌برداری هیترهای آب تغذیه در یک نیروگاه منتخب
- پیاده‌سازی راهکارهای عملی منتخب جهت بهینه‌سازی بهره‌برداری هیترهای آب تغذیه در یک واحد نمونه بخار نیروگاهی
- (و) خنک کاری هوای ورودی توربین‌های گازی
- شناسایی و امکان‌سنجی پیاده‌سازی سیستم‌های پیشرفته خنک‌کاری تبخیری هوای ورودی توربین‌های گازی
- شناسایی و امکان‌سنجی پیاده‌سازی سیستم‌های پیشرفته خنک‌کاری تبریدی هوای ورودی توربین‌های گازی
- طراحی و شبیه‌سازی سیستم‌های پیشرفته منتخب خنک‌کاری هوای ورودی توربین‌های گازی
- پیاده‌سازی فرآیند سیستم خنک‌کاری پیشرفته هوای ورودی توربین‌های گازی در سطح آزمایشگاهی
- نظارت بر پیاده‌سازی سیستم پیشرفته منتخب خنک‌کاری تبخیری هوای ورودی توربین‌های گازی بر روی یکی از واحدهای نیروگاهی
- نظارت بر پیاده‌سازی سیستم پیشرفته منتخب خنک‌کاری تبریدی هوای ورودی توربین‌های گازی بر روی یکی از واحدهای نیروگاهی
- توسعه سیستم پیشرفته منتخب خنک‌کاری هوای ورودی توربین‌های گازی جهت پیاده‌سازی بر روی سایر واحدهای نیروگاهی
- (ز) شستشوی آنلاین کمپرسور
 - شناسایی و امکان‌سنجی پیاده‌سازی سیستم شستشوی آنلاین کمپرسور
 - طراحی و شبیه‌سازی سیستم شستشوی آنلاین کمپرسور
 - پیاده‌سازی فرآیند شستشوی آنلاین کمپرسور در سطح آزمایشگاهی
 - نظارت بر پیاده‌سازی سیستم شستشوی آنلاین کمپرسور بر روی یکی از واحدهای نیروگاهی
 - توسعه سیستم شستشوی آنلاین کمپرسور توربین‌های گازی جهت پیاده‌سازی بر روی سایر واحدهای نیروگاهی
- (ح) بسته ارتقای راندمان توربین‌های بخار

- امکان‌سنجی و اولویت‌بندی ارتقای توربین‌های بخار نیروگاه‌های کشور
- بررسی و نهایی سازی مشخصات فنی طرح های ارتقای توربین‌های بخار منتخب
- ط) تبدیل واحدهای گازی به CHP سیکل ترکیبی
- امکان‌سنجی و انتخاب واحدهای گازی مناسب جهت تبدیل به CHP سیکل ترکیبی
- طراحی مفهومی و تعیین مشخصات فنی سیستم CHP سیکل ترکیبی برای یک نیروگاه منتخب
- شبیه‌سازی و ارزیابی عملکرد سیستم CHP سیکل ترکیبی طراحی شده برای یک نیروگاه منتخب
- نظارت بر پیاده‌سازی سیستم CHP سیکل ترکیبی در یک نیروگاه منتخب
- ی) بازتوانی واحدهای بخار
- امکان‌سنجی ، انتخاب و اولویت‌بندی واحدهای بخاری مناسب جهت بازتوانی
- طراحی مفهومی طرح بازتوانی برای یک نیروگاه منتخب
- طراحی اولیه و تعیین مشخصات فنی طرح بازتوانی در یک نیروگاه منتخب با رویکرد همکاری تکنولوژیک
- ک) تبدیل واحدهای گازی به سیکل ترکیبی
- انتخاب و اولویت‌بندی نیروگاه‌های گازی برای تبدیل به سیکل ترکیبی
- ل) بسته ارتقای راندمان توربین‌های گازی
- طراحی و تدوین مشخصات فنی طرح ارتقای راندمان توربین‌های گازی
- تدوین مشخصات فنی طرح ارتقای راندمان توربین‌های گازی GE-F9 به ۳۶ درصد
- شبیه‌سازی و ارزیابی عملکرد طرح ارتقای راندمان توربین‌های گازی V94.2
- شبیه‌سازی و ارزیابی عملکرد طرح ارتقای راندمان توربین‌های گازی GE-F9
- نظارت بر پیاده‌سازی طرح ارتقای راندمان توربین‌های گازی V94.2 به ۳۶ درصد در یک نیروگاه منتخب
- نظارت بر پیاده‌سازی طرح ارتقای راندمان توربین‌های گازی GE-F9 در یک نیروگاه منتخب

رهنگاشت (نقشه‌راه) افزایش راندمان نیروگاه‌های حرارتی کشور

نقشه راه افزایش راندمان نیروگاه‌های حرارتی کشور



نقشه راه افزایش راندمان نیروگاه‌های گازی و سیکل ترکیبی کشور (موجود)



نقشه راه افزایش راندمان نیروگاه‌های بخاری (موجود)

