بسم الله الرحمن الرحیم

سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه‌ی فناوری

مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق

مدیر پروژه: مهندس عبداله مصطفایی

گروه پژوهشی محیط زیست

اعضای محترم کمیته راهبری تدوین سند:

- مهندس مریم آویشن
- آقای مهندس مجید سرمدی
- دکتر ساناز جعفرزاده
- دکتر عبدالله رشیدی
- مهندس رضا صمدی

راهبر: معاونت فناوری

ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر

سفارش‌دهنده: وزارت نیرو

ویرایش اول

۱۳۹۴

مقدمه

افزایش انتشار آلاینده‌های محیط‌زیست و گازهای گلخانه‌ای تنها بخشی از تبعات زیست‌محیطی مصرف حامل‌های انرژی با منشأ فسیلی در نیروگاه‌ها به شمار می‌رود. این دو عامل به طور مستقیم با افـزایش تقاضای انرژی، در اثر افزایش جمعیت و ارتقا استانداردهای کیفیت زندگی در رابطه می‌باشـند. یکـی از مهم‌ترین راهکارها جهت مدیریت و کاهش تبعات زیست‌محیطی بخش انـرژی خصوصاً نیروگـاه‌هـا بـا توجه به محدودیت و تجدید ناپذیر بودن منابع انرژی فسیلی، اصلاح الگوی مصرف یعنی منطقی نمودن تقاضای انرژی در کنار سایر راهکارها نظیر استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و استفاده از سوخت‌هـای پاک است. در سال ۱۳۹۱ بخش نیروگاهی و حمل و نقل بیشترین میزان انتشار CO_2 و SO_2 را در بین بخش‌های مصرف‌کننده انرژی به خود اختصاص داده‌اند. گاز طبیعی در مقایسه با سـایر سـوخت‌هـای فسیلی، سوختی پاک به شمار می‌رود و کمترین مقدار آلودگی را داراست. با این وجود به دلیـل حجـم بالای مصرف، ۵۴ درصد از کل انتشار دی‌اکسید کربن مربوط به گاز طبیعی اسـت کـه از نظـر مسـئله تغییرات اقلیم قابل توجه می‌باشد. سرانه انتشار برخی از گازهای آلاینده و گلخانـه‌ای در ایـن سـال در مقایسه با سال گذشته از روند افزایشی برخوردار بوده است. تغییر ترکیب سوخت‌های مصرفی، افـزایش سهم سوخت‌های مایع و کاهش مصرف گاز طبیعی در سایر بخش‌ها از عوامل تأثیرگذار بر روند افزایشی فوق بوده است. در سال‌های آتی می‌توان از طریق بهبود کیفیت سوخت‌های مصرفی، تغییر در ترکیـب حامل‌های انرژی مصرفی، بهینه‌سازی مصرف انرژی، استقرار سامانه مدیریتی و نظارتی مـؤثر و مسـتمر، میزان انتشار این گازها را تثبیت کرده و یا حتی کاهش داد.

هزینه اجتماعی، هزینه‌ای است که اثرات مخـرب یـا سـوء یـک آلاینـده یـا فعالیـت را بـر محصـولات کشاورزی، اکوسیستم‌ها، مواد و سلامت انسان برآورد می‌کند. به بیان دیگر، به مجموع پولی کـه بتوانـد صدمات ناشی از انتشار مواد آلاینده و گازهای گلخانه‌ای را جبران نماید، هزینه تخریـب یـا هزینـه‌هـای اجتماعی گفته می‌شود. برای محاسبه هزینه‌های تخریب نیاز به کمی کردن اثر آلاینده‌ها و فعالیت‌ها در محیط‌های اثرپذیر (انسانی و طبیعی) می‌باشد.

هزینه‌های اجتماعی تخریب محیط‌زیست در اثر مصرف انرژی فسیلی در کشور بر اساس مطالعات بانـک جهانی و سازمان حفاظت محیط‌زیست در سال ۱۳۹۰ حـدود ۱۰۲/۶ هـزار میلیـارد ریـال (بـر اسـاس قیمت‌های ثابت سال ۱۳۸۱) می‌باشد که معادل ۱۹/۶ درصد از تولیـد ناخـالص داخلـی کشـور در آن سال بوده است.

همچنین بـر اسـاس مطالعـه دیگـری کـه توسـط دفتـر اسـتانداردهای فنـی، مهندسـی، اجتمـاعی و زیست‌محیطی برق و انرژی وزارت نیرو در سال ۱۳۸۴ صورت گرفته است، هزینه اجتماعی مسـتقیم و غیرمستقیم NOx، SO2، CO2 به ازای هر کیلووات ساعت برق تولیدی در نیروگاه‌های بخاری ۷۲۰ تا ۱۳۶۰ ریال، نیروگاه‌های گازی ۷۴۰ تا ۱۳۸۰ ریال و نیروگاه‌های سیکل ترکیبی ۵۹۰ تـا ۱۲۳۰ ریـال برآورد شده است.

چشم‌انداز توسعه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق

در راستای سند چشم انداز بیست ساله و نقشه جامع علمی کشور و به منظور تحقق اهداف راهبردی سند چشم انداز وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴، صنعت برق جمهوری اسلامی ایران، در جهت توسعه پایدار، ارتقا سلامت جامعه و رفاه اجتماعی، در طراحی و توسعه فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده های زیست محیطی نیروگاه های حرارتی کشور جزو ۲ کشور برتر در منطقه خواهد بود.

اهداف توسعه فناوری

اهداف تعیین شده برای تحقق چشم‌انداز در سه حوزه هوا، آب و خاک به شرح زیر می‌باشد:

- دستیابی به یک نظام ملی پایش مداوم هوا، آب و خاک در نیروگاه‌های کشور
- دستیابی به توان فنی تولید و به‌کارگیری فناوری‌های اولویت‌دار در حوزه کاهش آلاینده‌ها و دستیابی قابلیت رقابت‌پذیری تکنولوژی‌های نوظهور در حوزه کاهش آلاینده‌ها
- دستیابی به توان ساخت نمونه اولیه در مقیاس کوچک فناوری LNB ,DLN
- دستیابی به توان تولید صنعتی غشای تماس دهنده در فناوری MEMBRANE
- دستیابی به توان ساخت سیستم‌های Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی
- دستیابی به توان ساخت سیستم FGD صنعتی و استفاده در نیروگاه‌های کشور
- دستیابی به توان ساخت سیستم ESPصنعتی و استفاده در نیروگاه‌های کشور
- دستیابی به توان طراحی و ساخت پایلوت راکتور گازی فایر سیستم IGCC
- دستیابی به دانش فنی ساخت کاتالیست ساخت پایلوت سیستم SCR
- دستیابی به توان ساخت پایلوت سیستم SNCR
- دستیابی به توان ساخت ماژول‌های صنعتیMBR و نصب در نیروگاه‌ها
- دستیابی به توان ساخت صنعتی غشای مورد استفاده در سیستم‌های Membrane برای تصفیه آب و پساب
- تجهیز نیروگاه‌های کشور به سیستم‌های DAF (با تاکید بر استفاده از سیستم‌های ساخت داخل)
- تجهیز نیروگاه‌های کشور به سیستم‌های تبخیری دستگاهی(با تاکید بر استفاده از سیستم‌های ساخت داخل)
- نصب و پیاده سازی روش‌های تصفیه شیمیایی در نیروگاه‌ها
- نصب و پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی در نیروگاه‌ها

راهبردهای توسعه فناوری

راهبردهای توسعه فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها در سه بخش هوا، آب و خاک به صورت زیرمی‌باشد:

الف- در بخش فناوری‌های اولویت‌دار کاهش آلاینده‌های هوا

راهبرد فناوری۱: توسعه فناوری DLN,LNB با استفاده از تحقیق و توسعه داخلی برای ساخت نمونه‌های کوچک و انتقال فناوری برای ساخت برخی از قطعات اولویت دار

راهبرد فناوری ۲: توسعه فناوری MEMBRANE از طریق تحقیق و توسعه داخلی و تاکید بر همکاری با دانشگاه‌ها، پژوهشگاه ها و پارک‌های علم و فناوری

راهبرد فناوری ۳: توسعه فناوری MICROALGAE از طریق تحقیق و توسعه داخلی و تاکید بر همکاری با دانشگاه‌ها، پژوهشگاه ها و پارک‌های علم و فناوری

راهبرد فناوری ۴: توسعه فناوری FGD از طریق تحقیق و توسعه داخلی و تاکید بر همکاری با دانشگاه‌ها، پژوهشگاه ها و پارک‌های علم و فناوری

راهبرد فناوری ۵: توسعه فناوری ESP از طریق تحقیق و توسعه داخلی و تاکید بر همکاری با دانشگاه‌ها، پژوهشگاه ها و پارک‌های علم و فناوری

راهبرد فناوری ۶: توسعه فناوری IGCC از طریق خرید از خارج کشور و تاکید بر همکاری با شرکت‌های دانش بنیان کشورهای پیشرو

راهبرد فناوری ۷: توسعه فناوری SCR از طریق تحقیق و توسعه داخلی و تاکید بر همکاری با دانشگاه‌ها، پژوهشگاه ها و پارک‌های علم و فناوری

راهبرد فناوری ۸: توسعه فناوری SNCR از طریق تحقیق و توسعه داخلی و تاکید بر همکاری با دانشگاه‌ها، پژوهشگاه ها و پارک‌های علم و فناوری

ب- در بخش فناوری‌های اولویت‌دار کاهش آلاینده‌های آب

راهبرد فناوری ۱: توسعه فناوری MBR از طریق تحقیق و توسعه داخلی و تاکید بر همکاری با دانشگاه‌ها، پژوهشگاه ها و پارک‌های علم و فناوری

راهبرد فناوری ۲: توسعه فناوری Membrane از طریق تحقیق و توسعه داخلی و تاکید بر همکاری با دانشگاه‌ها، پژوهشگاه ها و پارک‌های علم و فناوری

راهبرد فناوری ۳: توسعه فناوری DAF از طریق تحقیق و توسعه داخلی و تاکید بر همکاری با دانشگاه‌ها، پژوهشگاه ها و پارک‌های علم و فناوری

راهبرد فناوری ۴: توسعه فناوری روش‌های تبخیری دستگاهی از طریق تحقیق و توسعه داخلی و تاکید بر همکاری با دانشگاه‌ها، پژوهشگاه ها و پارک‌های علم و فناوری

ج- فناوری‌های اولویت‌دار کاهش آلاینده‌های خاک

راهبرد فناوری ۱: توسعه فناوری تصفیه شیمیایی از طریق تحقیق و توسعه داخلی و تاکید بر همکاری با دانشگاه‌ها، پژوهشگاه ها و پارک‌های علم و فناوری

راهبرد فناوری ۲: توسعه فناوری تصفیه زیستی از طریق تحقیق و توسعه داخلی و تاکید بر همکاری با دانشگاه‌ها، پژوهشگاه ها و پارک‌های علم و فناوری

اقدامات و سیاست‌های توسعه فناوری

- تسلط به دانش فنی ساخت نمونه اولیه در مقیاس کوچک فناوری DLN, LNB
- تسلط به دانش فنی تولید صنعتی غشای تماس دهنده در فناوری MEMBRANE
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت سیستم‌های Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت سیستم FGD صنعتی و استفاده در نیروگاه‌های کشور
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت سیستم ESPصنعتی و استفاده در نیروگاه‌های کشور
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت (آزمایشگاهی و نیمه‌صنعتی) کاتالیست ساخت پایلوت سیستم SCR
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت پایلوت سیستم SNCR
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت ماژول‌های صنعتیMBR و نصب در نیروگاه‌ها
- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت صنعتی غشای مورد استفاده در سیستم‌های Membrane برای تصفیه آب و پساب
- تسلط به دانش فنی امکان استفاده و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا در مورد DAF
- تسلط به دانش فنی فناوری‌های متعارف تبخیری دستگاهی، هیبریدی و امکانسنجی اقتصادی طرح‌ها
- تسلط به دانش فنی روش‌های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی
- تسلط به دانش فنی روش‌های بهبود عملکرد تصفیه زیستی از طریق اصلاحات ژنتیکی

پروژه‌های اجرایی

پس از مشخص شدن اقدامات لازم برای رفع چالش‌های موجود و همچنین توسعه فناوری مدیریت آلاینده ها در حوزه‌های اولویت‌دار، این اقدامات به زیر پروژه‌های تعریف شده‌ای شکسته شد تا مجموعه فعالیت‌ها اعم از فنی و غیر فنی برای دست‌یابی به اهداف مورد نظر مشخص گردد.

پروژه های اجرایی برای هر یک از اقدامات ذکر شده در بخش قبل شامل موارد زیر می شود.

اقدام ۱: ساخت نمونه اولیه مشعل صنعتی کوچک DLN,LNB

- امکان و بررسی ساخت و بومی سازی فناوری DLN, LNB
- کسب دانش ساخت تکنولوژیDLN, LNB از طریق انتقال فناوری
- مطالعه و بررسی تکنولوژی های مورد استفاده در سیستم های کاهش Nox و کسب روابط حاکم بر فرآیند احتراق
- شبیه‌سازی CFD احتراق (استفاده از نرم‌افزارهای موجود، توسعه کد یا تهیه ماژول جهت تلفیق با نرم‌افزارهای موجود)
- طراحی و ساخت نمونه مشعل LNB با تزریق سوخت و هوای مرحله‌ای در سایز کوچک
- طراحی و ساخت مشعل LNB با برگشت داخلی محصولات احتراق
- طراحی و ساخت نمونه مشعل و سیستم کنترل مشعل DLN
- ساخت و تجهیز آزمایشگاه تست مشعل

اقدام ۲: تولید صنعتی غشای تماس دهنده MEMBRANE

- کسب دانش فنی اصلاح سطحی غشا منتخبMEMBRANE
- امکانسنجی فنی-اقتصادی طرح برای استفاده از فناوری در نیروگاه‌های کشور
- ساخت ازمایشگاهی غشا (غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی)
- تجهیز ازمایشگاه غشا
- نصب و انجام تست‌های صنعتی
- ساخت واحد صنعتی غشا (غشاهای تماس‌دهنده، پلیمری)
- ساخت ماشین آلات تولید صنعتی غشاء

اقدام ۳: ساخت سیستم‌های Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی

- مطالعه و بررسی استفاده از جلبک‌های بومی ایران در کاهش آلاینده‌های نیروگاهی و مقایسه آن با نمونه های خارجی و انتخاب بهترین گزینه ها

- امکان سنجی تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک تولید شده(سوخت زیستی)
- ساخت پایلوت تولید Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی
- انجام تست‌های مختلف بر روی پایلوت مانند تغییر شدت نور، تغییر غلظت CO2 و ...
- ساخت آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک
- نصب و بهره برداری از واحد تولید Microalgae در یک نیروگاه منتخب

اقدام ۴:ساخت صنعتیFGD و استفاده در نیروگاه‌های کشور

- مطالعات امکانسجی انتخاب و ساخت فناوری سولفور زدایی و انتخاب فناوری‌های برتر بر اساس شرایط کشور
- ساخت پایلوت نیمه صنعتی فناوری منتخب
- انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت
- اجرای پروژه ساخت در مقیاس صنعتی و نصب و بهره برداری در یک نیروگاه

اقدام ۵: ساخت ESP در مقیاس صنعتی و استفاده در نیروگاه‌های کشور

- بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز
- بررسی امکان استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز
- ساخت پایلوت و انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی آن
- اجرای پروژه نصب و بهره برداری در یک نیروگاه زغال سوز

اقدام ۶: دستیابی به دانش فنی ساخت کاتالیست و ساخت پایلوت سیستم SCR

- بررسی جانشانی کاتالیست روی سبدهای واحد پیش‌گرمکن هوای بویلر (یانگستروم)
- کسب دانش فنی افزایش سطح تماس و کارایی کاتالیست
- شبیه سازی واکنش های شیمیایی و کاتالیستی سیستمهای SCR
- خرید نمونه‌های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی
- تست‌های اولیه بر رویSet up ازمایشگاهی
- طراحی و ساخت پایلوت سیستم SCR در مقیاس کوچک
- ساخت کاتالیست دما پایین جهت نصب در خروجی دودکش نیروگاههای بخاری و سیکل ترکیبی موجود

- ساخت کاتالیست دما بالا (زئولیتی) برای استفاده در توربینهای گاز
- تست و بهینه سازی فرآیند SCR و روش کنترل تزریق آمونیاک بر اساس نتایج پایلوت

اقدام ۷: ساخت پایلوت سیستم SNCR

- طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR برای افزایش همزمان راندمان و کاهش نشتی آمونیاک
- بررسی استفاده همزمان SNCR با سیستم FGD تر به منظور حذف نشت آمونیاک و کمک به حذف SO2
- بررسی توزیع دما و رژیم جریان در بویلر نیروگاههای موجود و امکان‌سنجی اجرای این روش در آن‌ها
- شبیه‌سازی فرآیند SNCR و روشهای کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر
- طراحی ساخت پایلوت یا سیستم آزمایشگاهی SNCR
- اجرای سیستم SNCRدر یک واحد نیروگاهی کوچک

اقدام ۸: ساخت ماژول‌های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه‌ها

- بررسی فنی- اقتصادی و مقایسه روش‌های مستغرق و جانبی و انتخاب غشای مناسب برای ایران
- ساخت غشاهای با راندمان بالا و گرفتگی کم
- طراحی و ساخت پایلوت و تست های مربوطه
- ساخت ماژول‌های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه‌ها

اقدام ۹: ساخت صنعتی غشای مورد استفاده در تصفیه آب و پساب در فناوری Membrane

- طراحی سیستم مبتنی بر غشا جهت حذف آلاینده‌های روغنی و سیستم شستشوی آن
- کسب دانش فنی ساخت دستگاه بازیاب انرژی از جریان غلیظ خروجی سیستم‌های اسمز معکوس
- طراحی و ساخت ماژول نیمه صنعتی سیستم اسمز معکوس
- ساخت مخازن Presure Vessel تحت فشار مورد نیاز جهت قرارگیری ماژولهای غشا
- ساخت نمونه صنعتی ماژول مورد استفاده در اسمز معکوس

اقدام ۱۰: تجهیز نیروگاه‌های کشور به سیستم‌های DAF (با تاکید بر استفاده از سیستم‌های ساخت داخل)

- بررسی امکان استفاده و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا
- بررسی امکانسنجی اقتصادی طرح‌های مربوط به نصب سیستم DAF در نیروگاه‌ها و ارائه خدمات مشاوره‌ای به آن‌ها

اقدام ۱۱: تجهیز نیروگاه‌های کشور به سیستم‌های تبخیری (با تاکید بر استفاده از سیستم‌های ساخت داخل)

- بررسی فناوری‌های متعارف، هیبریدی و امکانسنجی اقتصادی طرح‌ها
- طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم VC
- طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم MED
- طراحی، ساخت و اجرای یک واحد تبخیرکننده بر پایه حرارت اتلافی از نیروگاه گازی
- ساخت سیستم های VC و MED جهت نصب در نیروگاه‌ها

اقدام ۱۲: نصب و پیاده سازی روش‌های تصفیه شیمیایی در نیروگاه‌ها

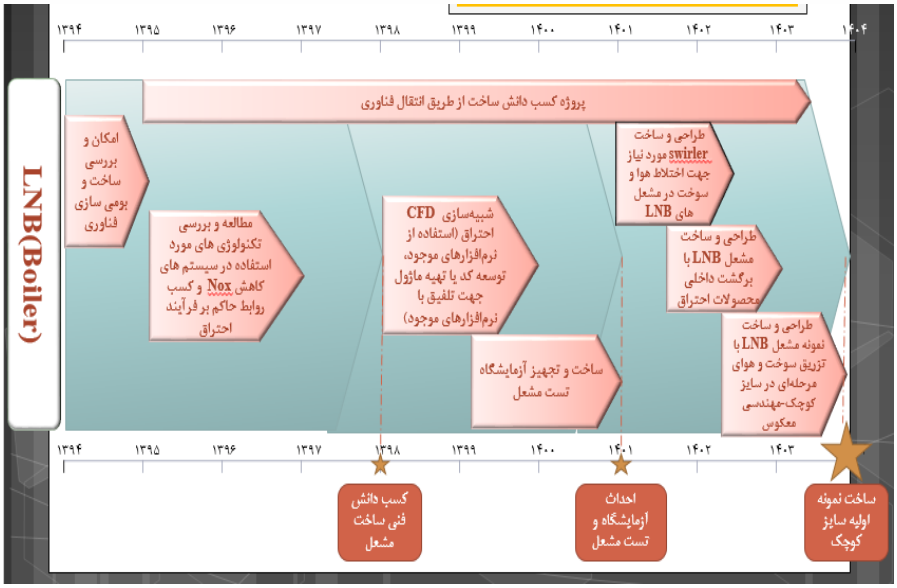
- مطالعه روش‌های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی
- ساخت پایلوت روش منتخب تصفیه شیمیایی خاک
- ایجاد یک آزمایشگاه تصفیه خاک در صنعت برق
- پیاده سازی روش‌های تصفیه شیمیایی خاک در یک نیروگاه

اقدام ۱۳: نصب و پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی در نیروگاه‌ها

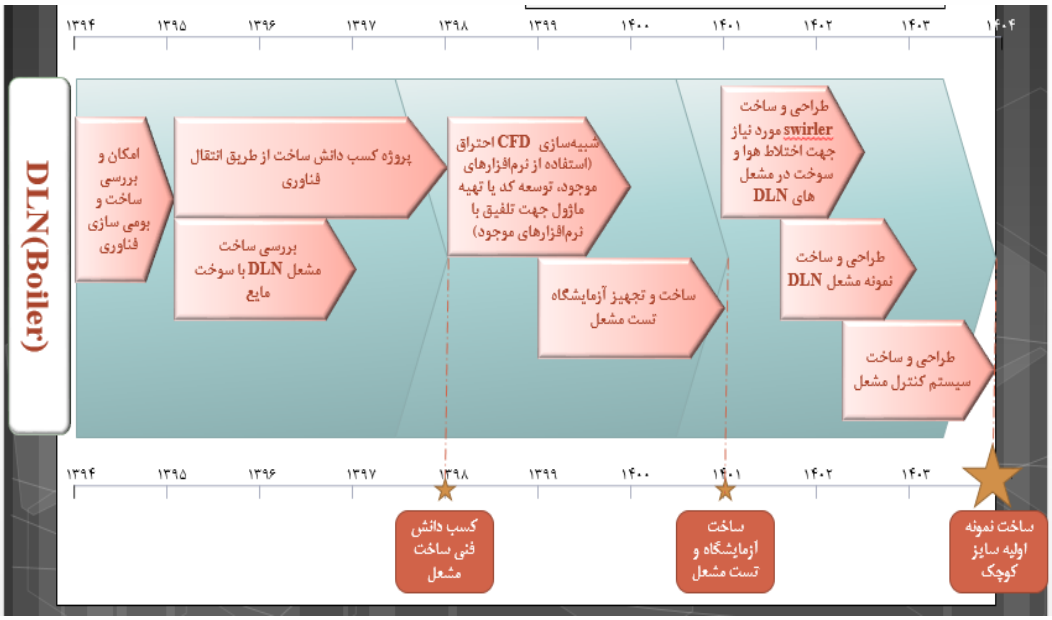
- بررسی روش‌های بهبود عملکرد این فناوری از طریق اصلاحات ژنتیکی
- مطالعه روشهای تصفیه زیستی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی
- شناسایی انواع الودگی های خاک و شناسایی میکروارگانیسم های از بین برنده آن ها در نیروگاه ها
- ساخت پایلوت روش‌های منتخب
- ایجاد یک آزمایشگاه بیو تکنولوژی خاک در صنعت برق
- پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی در یک نیروگاه

ره‌نگاشت (نقشه‌راه) توسعه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق

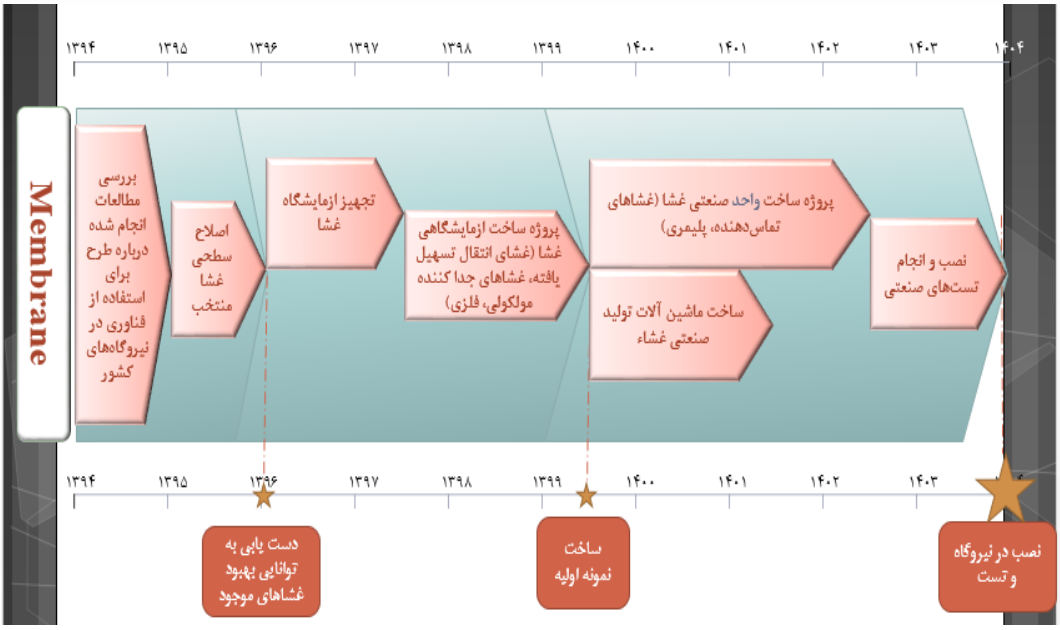
نقشه راه توسعه فناوریLNB



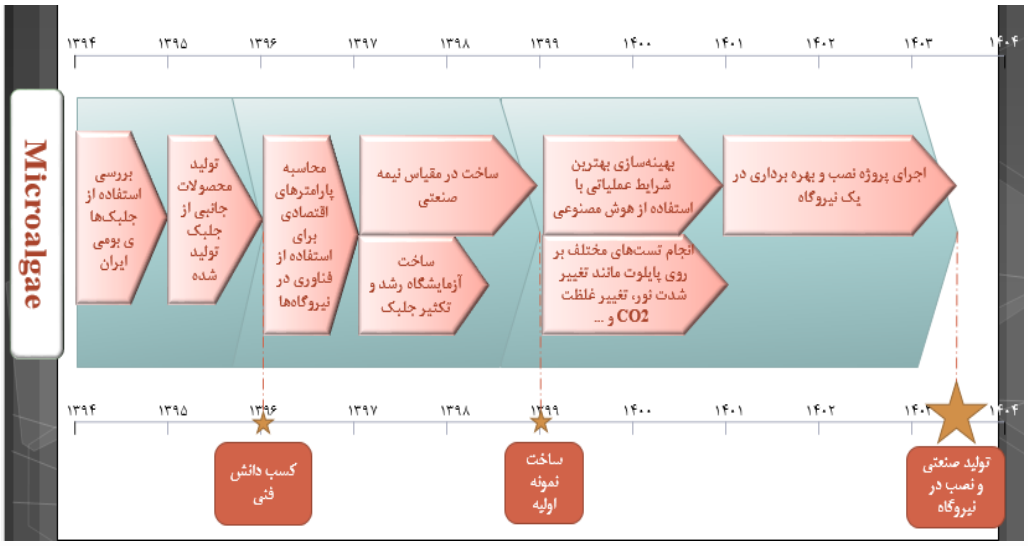
نقشه راه توسعه فناوریDLN



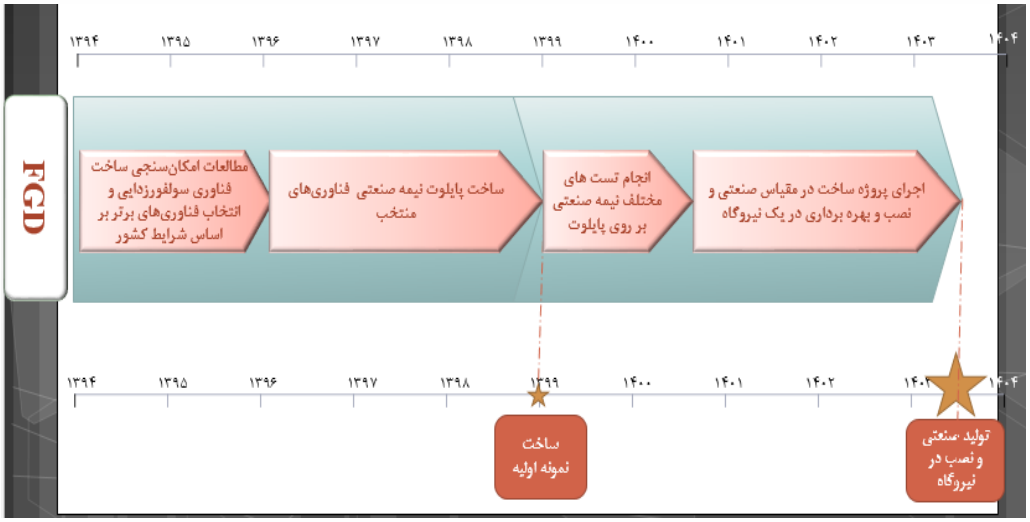
نقشه راه توسعه فناوری Membrane



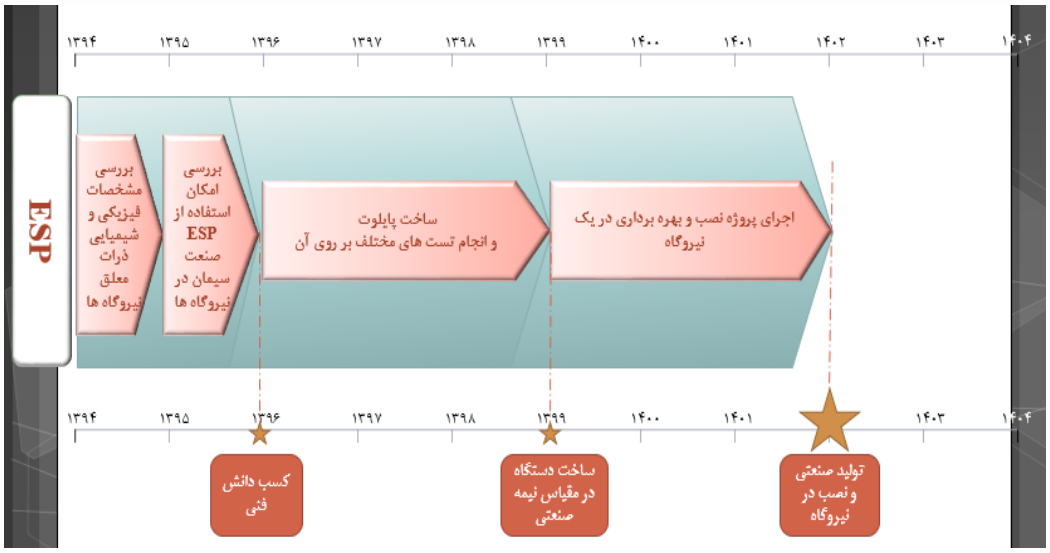
نقشه راه توسعه فناوری Microalgae



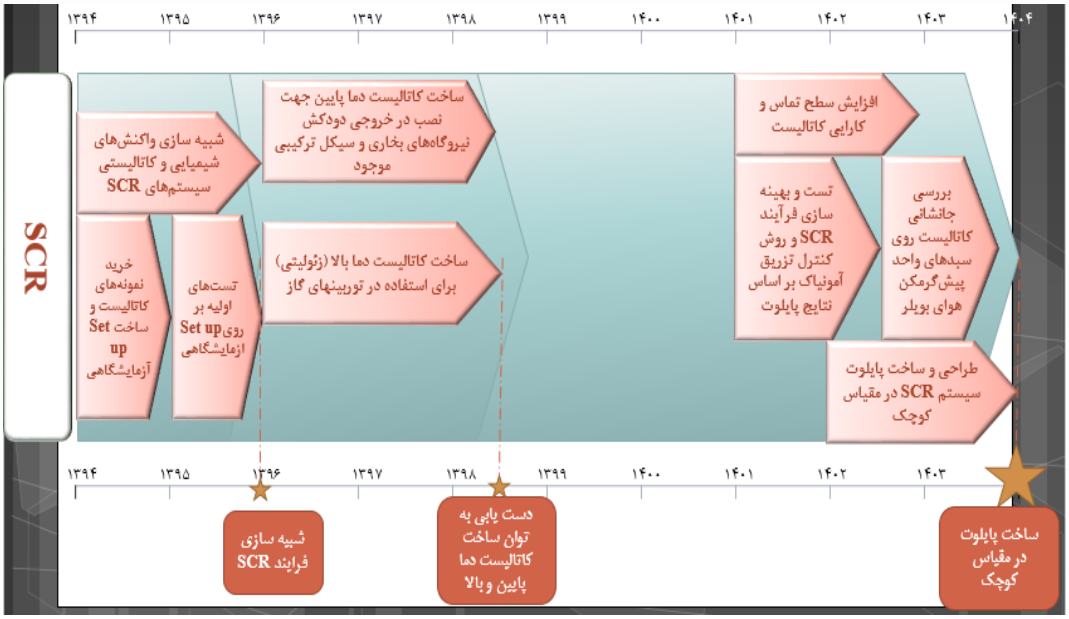
نقشه راه توسعه فناوریFGD



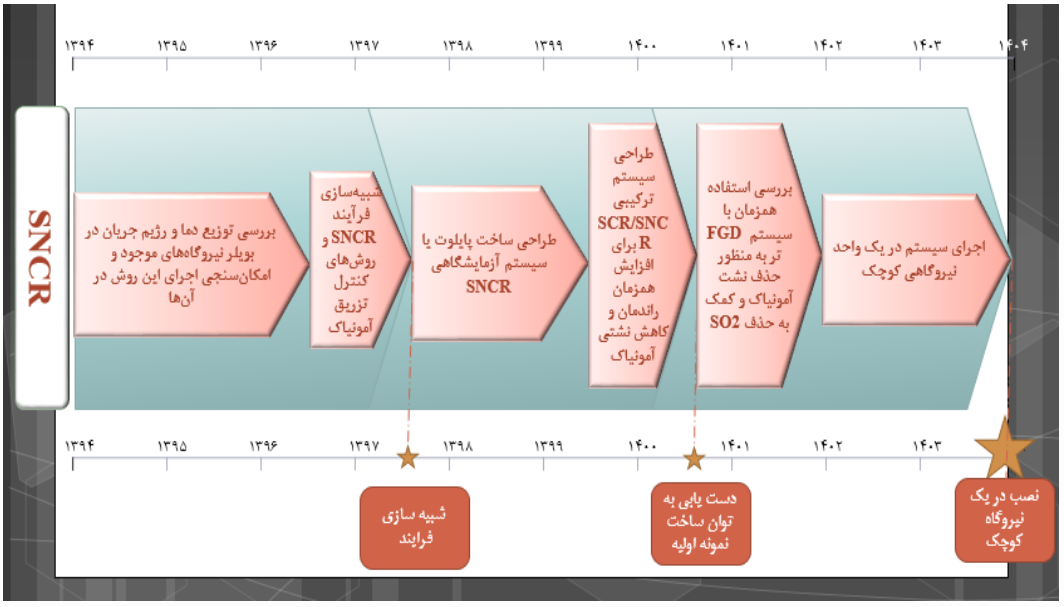
نقشه راه توسعه فناوریESP



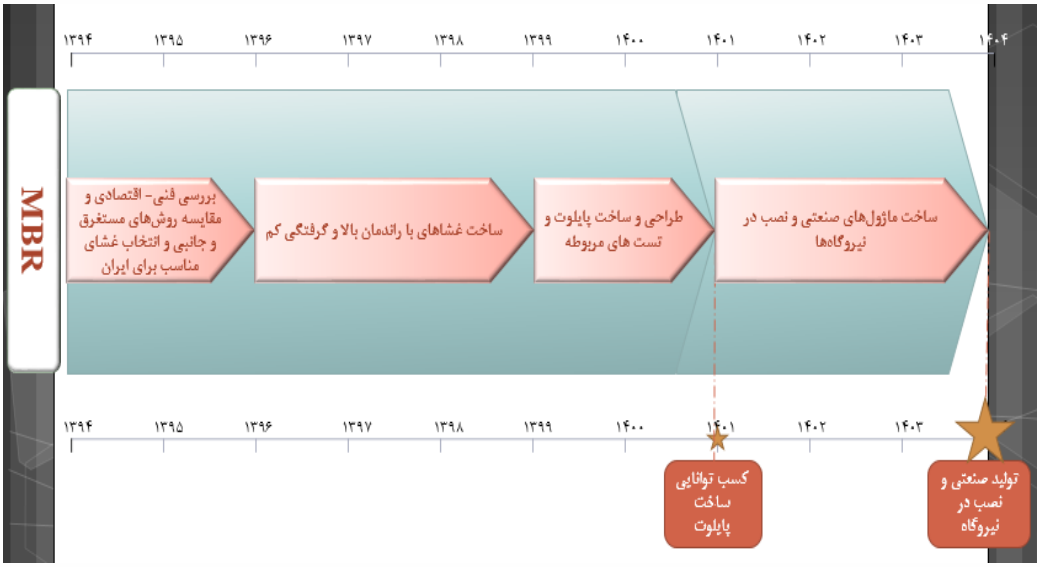
نقشه راه توسعه فناوری SCR



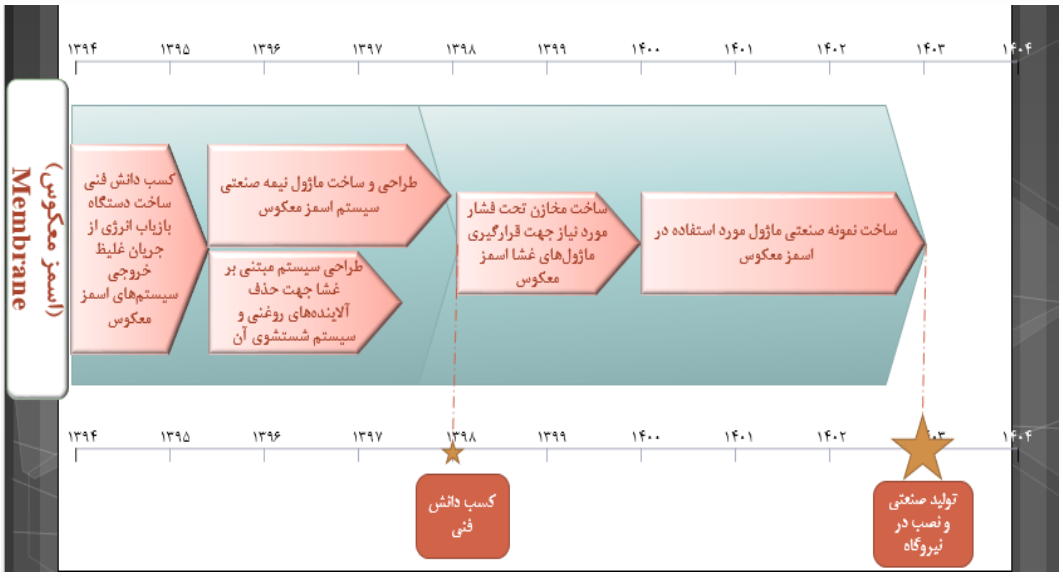
نقشه راه توسعه فناوری SNCR



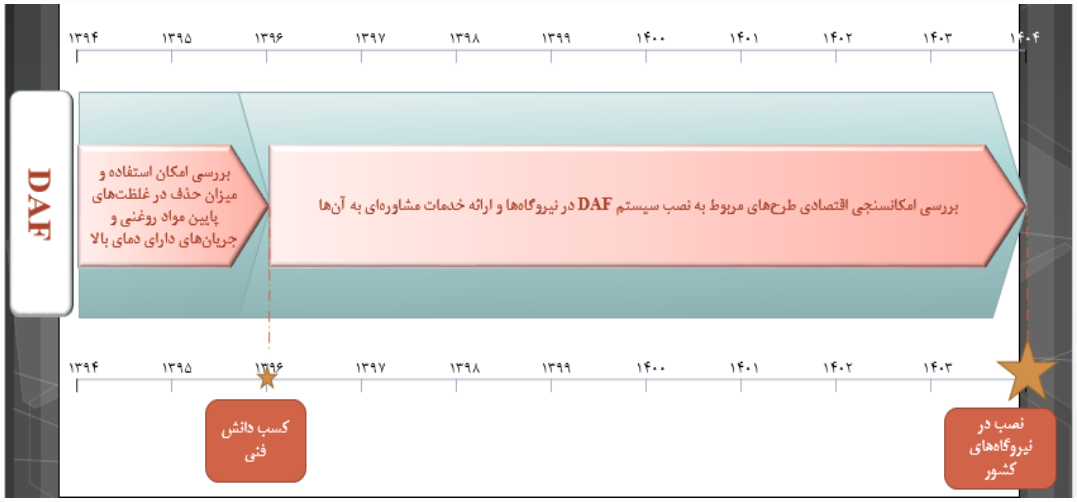
نقشه راه توسعه فناوری MBR



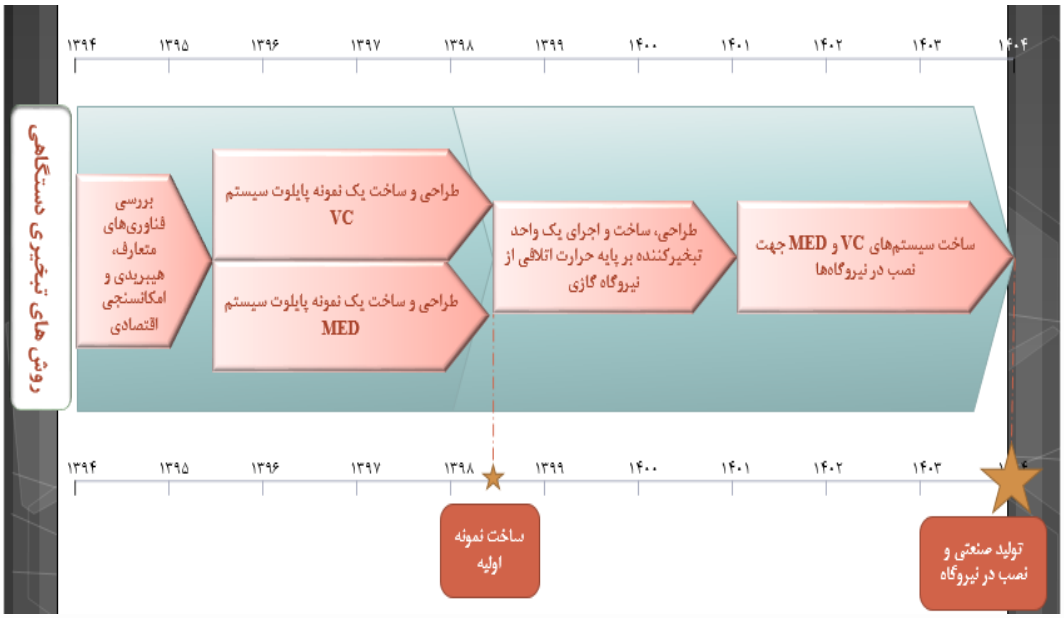
نقشه راه توسعه فناوری Membrane



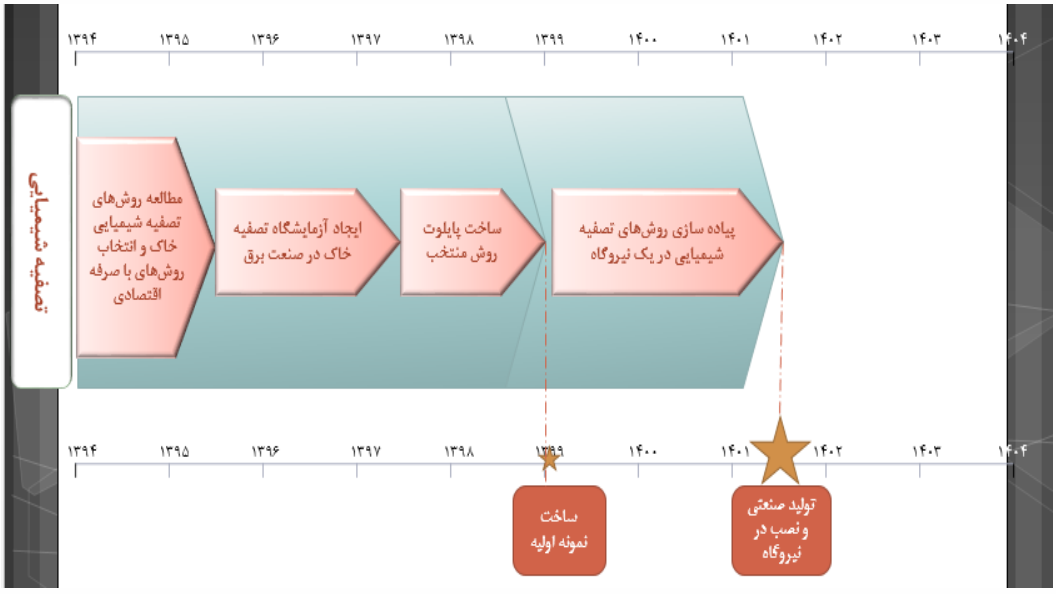
نقشه راه توسعه فناوری DAF



نقشه راه توسعه فناوری روش های تبخیری دستگاهی



نقشه راه توسعه فناوری تصفیه شیمیایی



نقشه راه توسعه فناوری تصفیه زیستی