

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه‌ی فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق

مدیر پروژه: مهندس عبدالله مصطفایی
گروه پژوهشی محیط زیست

راهبر: معاونت فناوری
ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر
سفارش‌دهنده: وزارت نیرو

اعضای محترم کمیته راهبری تدوین سند:

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

ویرایش اول

۱۳۹۴

توسعه پایدار صنایع بزرگ همواره یکی از دغدغه‌های برنامه ریزان کشور است ولی در این موضوع بایستی مباحثی از قبیل تجارب قبلی، توانمندی کارشناسان، توانمندی صنعتگران و ظرفیتهای مورد نیاز کشور را نیز در انتخاب فناوریها برای حصول به توسعه پایدار مورد توجه قرار داد.

تاکنون نقشه راه جامعی برای فن آوری های مورد نیاز برای مدیریت آلاینده ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران تدوین نشده است. اما در سایر اسناد و برنامه‌ها به موضوعات زیست محیطی تولید برق تا حدودی توجه شده است. به طور مثال سند چشم انداز ایران ۱۴۰۴ در بخش وزارت نیرو، به عنوان یک سند بالادستی حاوی استراتژی‌های کلان صنعت برق است. در این سند پس از تبیین ماموریت و راهبردها به صورت کلان در وزارت نیرو، ماموریت، چشم‌انداز و راهبردهای صنعت به تفکیک "بخش آب و آبفا"، "بخش برق و انرژی"، "بخش آموزش، پژوهش و فناوری" و "بخش پشتیبانی" آمده است و موضوعات مدیریتی و ساختار در هر کدام مدنظر قرار گرفته است. این سند می‌تواند در تعیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات پروژه حاضر و هم تبیین چشم‌انداز و اهداف کلان آن راهگشا باشد. به طور مثال برخی راهبردهای وزارت نیرو که در ارتباط با این پروژه می‌باشد عبارتند از:

- ۱- بازنگری و بهبود سیاست‌های پژوهشی و فن‌آوری بخش برق بمنظور بهره‌برداری حداکثر از ظرفیت‌های ملی و منطقه‌ای
 - ۲- برنامه ریزی برای انتقال و جذب دانش فنی در بخش های مختلف صنعت
 - ۳- احداث واحدهای تولید انرژی الکتریکی باتوجه و رعایت برنامه حفاظت و حفظ تنوع زیستی در کشور
 - ۴- اعمال سیاستهای مصرف بهینه برق در اجرای برنامه مدیریت سبز سازمان حفاظت محیط زیست
 - ۵- توجه بیشتر به ابعاد جدیدی از محافظت محیط زیست از جمله ممانعت از آلودگی صوتی و دیداری بویژه در شهرها
 - ۶- استفاده کارآمد از قابلیتها و مزیت‌های سرزمینی در تدوین راهبردهای بلندمدت توسعه بخش برق
 - ۷- استفاده از سند ملی آمایش سرزمین به عنوان مرجع هماهنگی با سایر بخش های اقتصادی
- گزارش حاضر توسط گروه محیط زیست در قالب پروژه ای به مدیریت آقای مهندس عبدالله مصطفایی و با همفکری شرکت مشاور آتی اندیشان تهیه شده است.

فهرست مطالب

مقدمه	۱
۱- فصل اول: ضرورت توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها	۲
۱-۱- ضرورت کاهش آلاینده‌های گازی	۲
۱-۱-۱- اهمیت مدیریت آلاینده‌های زیست‌محیطی و ضرورت آن در صنعت برق	۲
۱-۱-۲- ضرورت زیست‌محیطی	۲
۱-۱-۳- ضرورت اقتصادی و اجتماعی	۳
۱-۱-۴- تهدیدهای ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای از نیروگاه‌های کشور	۴
۱-۱-۵- هزینه‌های اجتماعی ناشی از انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای واحدهای تولید برق	۶
۱-۱-۶- رویکرد جهانی در کنترل آلاینده‌ها	۱۶
۱-۱-۷- ضرورت‌های قانونی کاهش آلاینده‌ها	۱۷
۱-۱-۷-۱- اصل پنجاهم قانون اساسی	۱۷
۱-۱-۷-۲- قوانین	۱۷
۲-۱- ضرورت کاهش آلاینده‌های مایع	۲۳
۱-۲-۱- اهمیت مدیریت پساب‌های صنعتی و ضرورت آن در صنعت برق	۲۳
۲-۲-۱- تقسیم بندی پساب‌های تولیدی در صنعت برق	۲۴
۳-۲-۱- بررسی پساب‌های تولید شده در نیروگاه‌های کشور	۳۱
۴-۲-۱- بررسی اثرات زیست محیطی استفاده از پساب و آب برگشتی	۳۳

- ۳۸-۱-۲-۴-۱- اثرات فیزیکی بر محیط زیست
- ۳۹-۱-۲-۴-۲- اثرات سوء بر محیط زیست بیولوژیکی
- ۴۱-۱-۲-۴-۳- اثر بر وضعیت بهداشت و سلامتی
- ۴۳-۱-۲-۴-۴- اثر بر منابع آب و خاک
- ۴۳-۱-۲-۴-۵- اثرات بر حیات وحش و آبزیان
- ۴۵-۱-۳- ضرورت کاهش پسماندهای جامد
- ۴۵-۱-۳-۱- اهمیت مدیریت پسماندهای صنعتی و ضرورت آن در صنعت برق
- ۴۶-۱-۳-۲- کیفیت لجن‌ها و زائدات جامد و نیمه جامد
- ۴۸-۱-۳-۳- دفع زائدات جامد نیروگاهی
- ۴-۱- ضرورت تدوین سند راهبردی برای کاهش آلاینده‌ها
- ۴۷-۲- فصل دوم: تبیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات سند
- ۴۷-۱-۲- سطح تحلیل
- ۴۸-۲-۲- افق زمانی تحلیل
- ۴۸-۲-۳- مرزبندی فنی
- ۴۹-۲-۴- مرزبندی ساختاری
- ۴۹-۲-۴-۱- کنش‌گران
- ۵۳-۲-۴-۱-۱- نهادهای سیاست‌گذاری
- ۵۳-۲-۴-۱-۱-۱- مجمع تشخیص مصلحت نظام
- ۵۴-۲-۴-۱-۱- شورای عالی امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران

- ۵۵.....مجلس ۳-۱-۱-۴-۲
- ۵۶.....وزارت نیرو ۴-۱-۱-۴-۲
- ۵۸.....وزارت نفت ۵-۱-۱-۴-۲
- ۵۸.....سازمان حفاظت محیط‌زیست ۶-۱-۱-۴-۲
- ۶۰.....معاونت علمی فناوری ریاست جمهوری ۷-۱-۱-۴-۲
- ۶۱.....شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری ۸-۱-۱-۴-۲
- ۶۲.....وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ۹-۱-۱-۴-۲
- ۶۶.....کمیسیون امور زیربنایی، صنعت و محیط‌زیست ۱۰-۱-۱-۴-۲
- ۶۸.....تنظیم‌گرها ۲-۱-۴-۲
- ۶۸.....وزارت صنعت، معدن و تجارت ۱-۲-۱-۴-۲
- ۶۸.....وزارت علوم، تحقیقات و فناوری ۲-۲-۱-۴-۲
- ۷۰.....شرکت توانیر ۳-۲-۱-۴-۲
- ۷۱.....سازمان توسعه برق ایران ۴-۲-۱-۴-۲
- ۷۵.....بخش محیط‌زیست دفتر پشتیبانی فنی تولید توانیر ۵-۲-۱-۴-۲
- ۷۷.....مرکز ملی آلودگی هوا و تغییر اقلیم ۶-۲-۱-۴-۲
- ۷۸.....دفتر پایش فراگیر ۷-۲-۱-۴-۲
- ۸۰.....دفتر آب و خاک سازمان حفاظت محیط‌زیست ۸-۲-۱-۴-۲
- ۸۲.....دفتر وزارت صنعت، معدن و تجارت ۹-۲-۱-۴-۲
- ۸۲.....دفتر استانداردهای فنی و مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی برق و انرژی ۱۰-۲-۱-۴-۲
- ۸۳.....تسهیل‌گری و ارائه‌دهنده خدمات ۳-۱-۴-۲
- ۸۳.....دفتر تحقیقات برق توانیر ۱-۳-۱-۴-۲

- ۸۴..... ۲-۳-۱-۴-۲- سندیکای شرکت‌های تولیدکننده برق
- ۸۶..... ۳-۳-۱-۴-۲- سندیکای صنعت برق
- ۹۱..... ۴-۳-۱-۴-۲- صندوق غیردولتی پژوهش و فناوری صنعت برق
- ۹۲..... ۴-۱-۴-۲- آموزشی و پژوهشی
- ۹۲..... ۱-۴-۱-۴-۲- پژوهشگاه مواد و انرژی
- ۹۳..... ۲-۴-۱-۴-۲- دانشگاه‌ها
- ۹۹..... ۳-۴-۱-۴-۲- مرکز تحقیقات آب
- ۱۰۳..... ۴-۴-۱-۴-۲- پژوهشگاه نیرو
- ۱۰۶..... ۵-۴-۱-۴-۲- پژوهشگاه نفت
- ۱۰۸..... ۵-۱-۴-۲- بنگاه (زنجیره صنعت)
- ۱۰۸..... ۱-۵-۱-۴-۲- شرکت‌های تولید برق
- ۱۰۹..... ۲-۵-۱-۴-۲- شرکت‌های برق منطقه‌ای
- ۱۱۰..... ۳-۵-۱-۴-۲- شرکت توزیع برق
- ۱۱۱..... ۴-۵-۱-۴-۲- شرکت‌های طراح و مهندسی
- ۱۱۱..... ۵-۵-۱-۴-۲- سازندگان تجهیزات کاهنده آلودگی
- ۱۱۱..... ۶-۵-۱-۴-۲- صنایع
- ۱۱۱..... ۷-۵-۱-۴-۲- شرکت‌های مهندسی مشاور
- ۱۱۷..... ۲-۴-۲- نهادها
- ۱۱۸..... ۱-۲-۴-۲- قوانین، مقررات و استانداردهای مرتبط موجود در سطح ملی
- ۱۱۸..... ۱-۱-۲-۴-۲- اصل پنجاهم قانون اساسی



- ۱۱۸ قوانین ۲-۴-۲-۱-۲-۲-۲
- ۱۲۷ مصوبات شورای عالی حفاظت محیط‌زیست کشور ۲-۴-۲-۲-۲-۲
- ۱۲۸ استانداردهای زیست‌محیطی ۱-۲-۲-۴-۲-۲-۲
- ۱۲۹ استاندارد گازها
- ۱۴۳ زیرساختها ۳-۴-۲-۳-۴-۲
- ۱۴۳ شبکه‌ها ۴-۴-۲-۴-۴-۲
- ۱۴۵ منابع و مآخذ

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱ کاهش میزان ضریب انتشار آلاینده‌های SO_2 و NO_x از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۵ در نیروگاه‌های ایالات متحده آمریکا..... ۱۱
- شکل ۲-۱ کاهش ضریب انتشار آلاینده‌های SO_2 و NO_x از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۳ در نیروگاه‌های آمریکا ۱۱
- شکل ۳-۱ میزان کاهش انتشار آلاینده‌های SO_2 به تفکیک ایالات مختلف آمریکا ۱۳
- شکل ۴-۱ میزان کاهش انتشار آلاینده‌های NO_x به تفکیک ایالات مختلف آمریکا..... ۱۴
- شکل ۵-۱ انواع روش‌های مختلف کاهش انتشار SO_2 و NO_x در نیروگاه‌های مختلف آمریکا برحسب ظرفیت واحد..... ۱۵
- شکل ۶-۱ هزینه سرمایه‌گذاری اولیه روش‌های مختلف کنترل جیوه، ذرات معلق، SO_2 و NO_x براساس EPA DSI (Dry Sorbent Injection), ACI(Activated Carbon Injection) ۱۵
- شکل ۷-۱ نمودار رابطه بین دو شاخص ESI و EPI ۱۶
- شکل ۸-۱ - دیاگرام طبقه‌بندی آب در آبیاری ۳۰
- شکل ۱-۲ مراکز شناسایی شده توسط الگوی Triple Helix ۵۲
- شکل ۲-۲ ارکان پژوهشگاه مواد و انرژی ۹۳

فهرست جداول

- جدول ۱-۱ هزینه‌های اجتماعی ناشی از انتشار ذرات معلق، گازهای آلاینده و گلخانه‌ای در ایران ۷
- جدول ۱-۲ هزینه‌های اجتماعی تولید برق در ایران بر مبنای مقاله دکتر شفیع پور ۸
- جدول ۱-۳ هزینه‌های اجتماعی تولید برق در ایران بر مبنای ترانزنامه انرژی ۸
- جدول ۱-۴ متوسط ضریب انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های دودکش نیروگاه‌های کشور ۹
- جدول ۱-۵ متوسط هزینه اجتماعی گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های گاز دودکش نیروگاه‌های کشور ۹
- جدول ۱-۶ مجموع هزینه اجتماعی گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های دودکش نیروگاه‌های کشور ۹
- جدول ۱-۷ مقایسه هزینه اجتماعی گازهای گلخانه‌ای و گازهای آلاینده خروجی از نیروگاه‌ها با هزینه‌های کنترل آن‌ها ۱۰
- جدول ۱-۸ برآورد بیماری‌های کاهش یافته ناشی اجرای قانون CSAPR در سال ۲۰۱۴ در آمریکا ۱۲
- جدول ۱-۹ - پیش بینی مصرف آب و تولید پساب در نیروگاه‌ها ۲۴
- جدول ۱-۱۱ - جدول Wilcox ۲۷
- جدول ۱-۱۲ - طبقه‌بندی کیفیت انواع آب بر اساس SAR ۲۸
- جدول ۱-۱۳ - میزان مصرف آب و تولید پساب در نیروگاه‌های بخاری و سیکل ترکیبی کشور ۳۲
- جدول ۱-۱۴ - میزان مصرف آب و تولید پساب بر حسب مگاوات ساعت تولیدی در نیروگاه‌های بخاری و سیکل ترکیبی ۳۳
- جدول ۱-۱۵ - مخاطرات بهداشتی ناشی از عناصر سنگین ۳۶
- جدول ۱-۱۶ - انواع آلاینده‌ها و ترکیبات موجود در زائدات نیروگاه‌های فسیلی ۴۰
- جدول ۱-۱۷ - مشخصات و میزان خاکستر جامد خروجی از نیروگاه‌های مازوت سوز ۴۱
- جدول ۱-۱۸ - میزان لجن حاصل از کلاریفایرها در نیروگاه‌های کشور ۴۲

- جدول ۱-۲ نهادهای حاکمیتی بخش کاهش آلاینده‌ها ۵۰
- جدول ۲-۲ مراکز پژوهشی بخش کاهش آلاینده‌ها ۵۱
- جدول ۳-۲ اعضای هیئت‌مدیره و مسئولین سندیکا ۸۵
- جدول ۴-۲ شرکت‌های تولیدکننده برق ۱۰۸
- جدول ۵-۲ پروژه‌های انجام شده در شرکت مهندسی قدس نیرو ۱۱۲
- جدول ۶-۲ استانداردهای کشوری هوای پاک ۱۲۹
- جدول ۷-۲ استاندارد آلودگی هوای خروجی از واحدها ۱۲۹
- جدول ۸-۲ حداکثر غلظت آلاینده‌ها در فاضلاب‌های خروجی ۱۳۰
- جدول ۹-۲ استانداردهای صدا در هوای آزاد ایران (dB) ۱۳۳
- جدول ۱۰-۲ قوانین و مقررات موجود مرتبط با ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پروژه‌های مشمول قانون ارزیابی ۱۳۵

مقدمه

در مرحله اول این پروژه قرار است فعالیت‌هایی انجام شود که تحت عنوان قلمرو بندی از آنها یاد می‌شود. قلمرو بندی در اصل، تلاش برای مشخص کردن هدف فعالیت آینده نگاری و چگونگی دستیابی به آن است. این مرحله، شامل طراحی تمام مراحل کار است. روش انجام قلمرو بندی بخش اعظم مراحل بعدی آینده نگاری را شکل می‌دهد و در نتیجه قلمرو بندی صرفاً یک مساله ی فنی نیست. از قلمرو بندی برای شکل گیری این ایده که آینده نگاری روش مناسبی برای رفع نیاز است، استفاده خواهد شد.

این کار معمولاً با ارایه ی گزارشی خوب که به شرح اهداف و اصول آینده نگاری برای تصمیم گیرندگان کلیدی می‌پردازد، انجام خواهد شد و احتمالاً به بحث نهادینه سازی آینده نگاری به عنوان ابزار پرداختن به اهداف سیاست کلیدی و هزینه ها و منافع طرح های مختلف برنامه ی آینده نگاری می‌پردازد. این سند ابزار نیرومندی برای قانع ساختن دیگران نسبت به مزایای انجام آینده نگاری (و اطلاع رسانی پیرامون محدودیت های آن) است.

صرف نظر از ترکیب دقیق اهداف، مشارکت فعال ذی نفعان مختلف، یک عامل محوری در تمایز گذاری بین آینده نگاری با رویکردهای برنامه ریزی و آینده پژوهی محدودتر است. بر این اساس، یک عامل مهم تعیین می‌کند که آینده نگاری چگونه سازمان دهی و مدیریت می‌شود. ذی نفعان کلیدی – همچون مخاطبان هدف یک فعالیت آینده نگاری و افرادی که انتظار می‌رود در فرآیند کار مشارکت کنند و یا بر اساس نتایج اقدام کنند، باید از منظر طراحی فعالیت به عنوان بخشی از فرآیند قلمرو بندی، مورد مشورت قرار گیرند. ممکن است در این کار از طریق ابزارهایی همچون مصاحبه ها و مشاوره ی دوجانبه، کارگاههای قلمرو بندی (ترکیب عمق و گستره ی تحلیل) و در حالت گسترده تر به صورت همایش ها صورت بگیرد.

گزارش کنونی از دو بخش تشکیل شده است که در قسمت اول به موضوع ضرورت تدوین سند پرداخته می‌شود و در بخش بعدی ساختار کنشگران در عرصه مشخص شده برای سند مورد مطالعه قرار خواهد گرفت.

فصل اول: ضرورت توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها

۱-۱- ضرورت کاهش آلاینده‌های گازی

۱-۱-۱- اهمیت مدیریت آلاینده‌های زیست‌محیطی و ضرورت آن در صنعت برق

موضوع آلودگی و حفاظت از محیط‌زیست یک مسئله جهانی است که امروزه حتی در امور سیاسی کشورها هم وارد شده است. تمام کشورها از کشورهای صنعتی و پیشرفته تا کشورهای در حال توسعه، همه باید در امر کنترل آلودگی سهیم باشند، چرا که انتشار آلاینده‌ها دارای اثرات محلی، ملی، منطقه‌ای (باران اسیدی) و حتی جهانی می‌باشد، لذا اثر منفی آن شامل همگان می‌شود. به منظور کاهش اثرات منفی انتشار آلاینده‌ها، مدیریت زیست‌محیطی باید اهدافی را در نظر گیرد که این اهداف عبارتند از:

- محافظت و بهبود استفاده از منابع موجود
- ارتقاء کیفیت منابع زیستی
- شناسایی سیاست‌ها و فناوری‌های مفید جهت کنترل انتشار آلاینده‌ها
- ترویج و توسعه روش‌های مصرف انرژی و افزایش بهینه‌سازی و بهره‌وری انرژی

مسلم است که مدیریت زیست‌محیطی جهت نیل به اهداف یاد شده با مسائل عدیده‌ای روبرو خواهد شد. بدون تردید اهداف کوتاه‌مدت مدیریت زیست‌محیطی باید در چارچوب یک سری نگرش‌های کلی به اجرا در آیند. بدون داشتن یک نگرش کلی مشکل است تا بتوان از تصمیم‌گیری‌های ناقص احتراز نمود و یا یک خط‌مشی درازمدت را در پیش گرفت و حتی شاید نتوان به تعیین اولویت‌ها و شناسایی وظایف مبادرت نمود. بدین ترتیب مدیریت زیست‌محیطی مستلزم تصمیم‌گیری در مورد اهداف و تعیین محدوده‌های عملکرد یا حیطه یابی است. تنها پس از حیطه یابی است که یک مدیریت زیست‌محیطی می‌تواند عملکرد زیست‌محیطی خود را آغاز نماید.

۱-۱-۲- ضرورت زیست‌محیطی

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 افزایش تقاضای انرژی، در اثر افزایش جمعیت و ارتقا

استانداردهای کیفیت زندگی در رابطه می‌باشند. یکی از مهم‌ترین راهکارها جهت مدیریت و کاهش تبعات زیست‌محیطی بخش انرژی خصوصاً نیروگاه‌ها با 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 سوخت‌های 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 سایر سوخت‌های فسیلی، سوختی پاک به شمار می‌رود و کمترین مقدار آلودگی را داراست. با این وجود به دلیل حجم بالای مصرف، ۵۴ درصد از کل انتشار دی‌اکسید کربن مربوط به گاز طبیعی است که از نظر مسئله تغییرات اقلیم قابل توجه می‌باشد. سرانه انتشار برخی از گازهای آلاینده و گلخانه‌ای در این سال در مقایسه با سال گذشته از روند افزایشی برخوردار بوده است. تغییر ترکیب سوخت‌های مصرفی، افزایش 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 ترکیب حامل‌های انرژی مصرفی، بهینه‌سازی مصرف انرژی، استقرار سامانه مدیریتی و نظارتی مؤثر و مستمر، میزان انتشار این گازها را تثبیت کرده و یا حتی کاهش داد.

۱-۱-۳- ضرورت اقتصادی و اجتماعی

نیروگاه‌ها منبع اصلی انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای در صنعت برق می‌باشند. سوخت مورد استفاده نیروگاه‌ها (سوخت گاز و مازوت) در جریان تبدیل به انرژی الکتریکی سبب متصاعد شدن آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای به محیط‌زیست پیرامون شده و خسارات قابل توجهی را به کشاورزی، محیط‌زیست و به ویژه سلامت انسان وارد می‌کنند. این اثرات خارجی منفی و خسارت‌های وارده، به عنوان هزینه خارجی منفی معرفی می‌شوند. اثرات خارجی منفی در حقیقت اثرات منفی مربوط به تولید یا مصرف کالا و خدماتی هستند که بر شخص سوم خارج از بازار اثر می‌گذارد. این هزینه‌های خارجی توسط هیچ یک از گروه‌های تولیدکننده و مصرف‌کننده کالا و خدمات پرداخت نمی‌شوند. اقتصاددانان محیط‌زیست مدت‌ها به دنبال روش‌هایی هستند تا بتوانند این هزینه‌ها را محاسبه کرده و به قیمت کالا و خدمات اضافه کنند. با محاسبه هزینه‌های خارجی و تعیین قیمت نهایی تولید برق، می‌توان توجه اقتصادی هزینه‌های کنترل بر آلودگی را بر مدیران معلوم کرد. به عبارت دیگر، با دیدی وسیع‌تر به کل جامعه معلوم می‌شود که اگر منافع کنترل آلودگی بیش از هزینه کنترل نباشد لاقلاً نزدیک به آن است و سبب عرضه انرژی پایدار شده و در مصرف آن صرفه‌جویی می‌شود.

هزینه اجتماعی، هزینه‌ای است که اثرات مخرب یا سوء یک آلاینده یا فعالیت را بر محصولات کشاورزی، اکوسیستم‌ها، مواد و سلامت انسان برآورد می‌کند. به بیان دیگر، به مجموع پولی که بتواند صدمات ناشی از انتشار مواد آلاینده و گازهای گلخانه‌ای را جبران نماید، هزینه تخریب یا هزینه‌های 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 بانک جهانی و سازمان حفاظت محیط‌زیست در سال ۱۳۹۰ حدود ۱۰۲/۶ هزار میلیارد ریال (بر اساس قیمت‌های ثابت سال ۱۳۸۱) می‌باشد که معادل ۱۹/۶ درصد از تولید ناخالص داخلی کشور در آن سال بوده است [۱].

همچنین بر اساس مطالعه دیگری که توسط دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی برق و انرژی وزارت نیرو در سال ۱۳۸۴ صورت گرفته است، هزینه اجتماعی مستقیم و غیرمستقیم CO_2 ، SO_2 ، NO_x 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 تا ۱۲۳۰ ریال برآورد شده است [۱].

۱-۱-۴- تهدیدهای ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای از نیروگاه‌های کشور

مواضع کشورهای جهان در برابر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تصویب کنوانسیون جدید به جای پروتکل کیوتو و الزام کشورها به کاهش انتشار از سال ۲۰۲۰ به میزان ۲۰٪ نسبت به سال ۱۹۹۰ متفاوت می‌باشد. در این بین بازیگران اصلی در این عرصه یعنی کشورهای اروپایی، آمریکا و چین و سایر کشورهای هم‌فکر با آن‌ها مواضع خویش را با توجه به سیاست‌های کلان مدیریت انرژی و محیط‌زیست کشور خویش بیان نموده و در تلاش جهت تنظیم و تصویب پروتکل جدید در اجلاس COP21 پاریس بر اساس منافع خویش می‌باشند.

میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از نیروگاه‌های کشور بر اساس ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۰ به تفکیک CO_2 ، CH_4 و N_2O به ترتیب ۱۷۴۶۶۴۰۸۷ تن، ۴۲۷۳ تن و ۶۹۸ تن می‌باشد. ایران در گزارش‌های مختلف بین‌المللی انتشار گازهای گلخانه‌ای در رتبه ۹ تا ۱۱ قرار داشته و عدم وجود سیاست‌گذاری مشخص و مدون و برنامه‌ریزی عملی جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در صورت استقرار پروتکل جدید کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و الزام جهت کاهش انتشار از سال ۲۰۲۰ با تهدید

بزرگی نظیر تحریم بین‌المللی سایر کشورهای دنیا مواجه خواهد شد. لذا مدیریت انتشار گازهای گلخانه‌ای به صورت یک چالش اساسی برای کشور و به تبع آن برای صنعت برق کشور به عنوان یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان گاز گلخانه‌ای در کشور مطرح می‌باشد [۱].

یکی دیگر از روش‌های تولید برق تولید پراکنده یا (Distributed Generation)-DG می‌باشد که این فناوری عبارتست از تولید برق در محل مصرف اما گاهی به تکنولوژی‌هایی گفته می‌شود که از منابع تجدیدپذیر برای تولید برق استفاده می‌کنند. چیزیکه عموماً مورد قبول است، این است که این مولدها صرف نظر از نحوه تولید توان آن‌ها، نسبتاً کوچک بوده و ظرفیت آنها معمولاً کمتر از ۲۵ مگاوات می‌باشد و مستقیماً به شبکه توزیع وصل می‌شوند. IEEE، تولید برق توسط وسایلی که به اندازه کافی از نیروگاه‌های مرکزی کوچک‌تر باشند و قادر به نصب در محل مصرف هستند را به عنوان تولید پراکنده تعریف کرده است. IEA، واحدهای تولیدکننده توان در محل مصرف یا در داخل شبکه توزیع که توان را به طور مستقیم به شبکه توزیع محلی تزریق می‌کنند را DG معرفی می‌کند، اما CIGRE، شرط غیر قابل دیسپچ شدن را برای این مولدها ذکر کرده است.

طبق پیمان کیوتو کشورهای عضو اتحادیه اروپا ملزم به کاهش اساسی در تولید گازهای گلخانه‌ای خود شده‌اند. در حال حاضر به طور متوسط به ازای تولید هر کیلووات ساعت برق، حدود ۶۰۰ گرم گاز دی اکسید کربن تولید می‌شود. چشم انداز سال ۲۰۵۰ صنعت برق جهان، کاهش این عدد به یک سوم شرایط جاری و رسیدن به ۲۰۰ گرم دی اکسید کربن است. مطابق بررسی‌های انجام شده، انتشار کربن در دوره عمر نیروگاه‌های نفتی، دیزلی و زغال سنگی از تکنولوژی‌های دیگر بیشتر است. با اجرای نقشه راه و بهبود راندمان تولید و استفاده روزافزون از منابع تجدیدپذیر، امید می‌رود که میزان انتشار کربن ناشی از تولید برق، کاهش چشمگیری پیدا کند. پیش بینی‌ها حاکی از آن است که با توسعه تکنولوژی، قیمت تمام شده تولید برق از نیروگاه‌های بادی تا سال ۲۰۳۰ از روش‌های ارزان امروزی (زغال سنگ و گاز) نیز ارزان تر می‌شود. این مهم نوید دهنده توسعه روزافزون سهم باد در سبد منابع تولید برق جهان است. مطابق آمار منتشرشده از سوی انجمن انرژی بادی اروپا، ظرفیت نیروگاه‌های بادی نصب شده در سال ۲۰۰۸، برای نخستین بار از سایر منابع تولید برق در اروپا (حتی گاز!) فزونی گرفته است. مراکز تولید پراکنده با توجه نوع تکنولوژی به کار رفته که می‌تواند استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر یا سوخت فسیلی باشد جایگاه متفاوتی در عرصه محیط زیست ارائه می‌نماید. عموماً مولدهای که از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده می‌نمایند دارای حداقل آلودگی می‌باشند.

مولدهای تولید برق پراکنده با استفاده از سوخت های فسیلی می توانند در ظرفیت های پائین از موتورهای بنزینی و برای ظرفیت های بالاتر تا ۲۵ مگاوات از موتورهای دیزل و میکروتوربینها استفاده نمایند. از آنجائیکه در تمامی موارد مذکور، تولید برق از احتراق سوخت فسیلی تامین می گردد انتشار آلاینده های گازی خروجی از آگروز می بایستی تحت کنترل قرار گیرند ولی این مولد ها فاقد آلاینده های آبی و پسماندهای جامد می باشد.

از آنجائیکه نوع و غلظت آلاینده های گازی منتشره از این مولدها شبیه نیروگاههای حرارتی می باشد طبیعتاً فناوریهای کنترل آلایندهای گازی آن نیز شبیه فناوریهای قابل استفاده در نیروگاههای حرارتی می باشد با این تفاوت که در مولد های تولید پراکنده به دلیل کم بودن حجم گازهای خروجی از آگروز، ظرفیت قسمتهای کنترل آلودگی به مراتب کمتر از نیروگاههای حرارتی می باشد.

زائدات لامپهای کم مصرف، بردهای الکترونیکی، باتریها و ... از جمله پسماندهای ویژه می باشند. زائدات لامپهای کم مصرف شامل زائدات لامپهای کم مصرف متعارف، لامپهای فلورسنت، نئون، LED و دیگر لامپهای کم مصرف می باشد که مشمول مقررات مربوط به پسماندهای ویژه می گردند.

بر اساس ماده پانزدهم قانون مدیریت پسماندها مصوب بیست و یکم فروردین سال ۱۳۸۶، که مربوط به مقررات مربوط به پسماندهای ویژه می باشد صریحاً اعلام می دارد که صنایع تولید کننده این پسماندها موظف به جمع آوری، تصفیه و بازیابی این زائدات می باشند. پس از تبدیل این زائدات ویژه به پسماندهای غیر خطرناک، وظیفه جمع آوری آن به عهده شهرداریها و بخشداریها محول می گردد.

بنابراین هر گونه توسعه فناوریها مربوط به دفع، انهدام، بازیابی لامپها و دیگر زباله های الکترونیک بر عهده کارخانجات تولید کننده این محصولات بوده و از حوزه این پروژه خارج می باشد.

۱-۱-۵- هزینه های اجتماعی ناشی از انتشار گازهای آلاینده و گلخانه ای واحدهای تولید برق

همان طور قبلاً نیز اشاره گردید هزینه اجتماعی، هزینه ای است که اثرات مخرب یا سوء یک آلاینده یا فعالیت را بر محصولات کشاورزی، اکوسیستمها، مواد و سلامت انسان برآورد می کند و اغلب هزینه ای است که در قیمت تمام شده در نظر گرفته نمی شود.

محاسبه هزینه اجتماعی تولید برق بر مبنای ضریب انتشار هر آلاینده یا گاز گلخانه‌ای و منتشره از واحد و هزینه اجتماعی مرتبط با هر آلاینده انجام می‌گیرد که به صورت ذیل استخراج گردیده است.

۱- ضریب انتشار آلاینده‌های منتشره از واحدهای نیروگاهی بر مبنای اطلاعات پروژه "تدوین اطلس آلودگی نیروگاه‌های کشور" استخراج گردیده است. این پروژه توسط گروه محیط‌زیست پژوهشگاه نیرو در سال ۱۳۸۷ به منظور تخمین و سنجش انتشار آلاینده‌های گاز دودکش به تفکیک هر واحد نیروگاهی و با توجه به سوخت مصرفی در چهار فصل سال انجام شده و در حال حاضر مبنای اطلاعات ضریب انتشار در ترازنامه انرژی کشور می‌باشد.

۲- هزینه اجتماعی ناشی از انتشار هر آلاینده، بر مبنای اطلاعات ترازنامه انرژی کشور (بر اساس مطالعه بانک جهانی و سازمان حفاظت محیط‌زیست) و به صورت دقیق‌تر مطالعات دکتر شفیع پور (سال ۲۰۰۷ مجله Energy Policy) می‌باشد. اطلاعات هزینه‌های اجتماعی ناشی از انتشار ذرات معلق، گازهای گلخانه‌ای و گازهای آلاینده در این مطالعه بر مبنای پروژه‌ای تحت عنوان Extern E^۱ است که توسط اتحادیه اروپایی انجام شده است. در این پروژه هزینه‌های اجتماعی با توجه به صدمات وارده بر سلامت انسان‌ها محاسبه می‌شود و در این مطالعات و مقالات دکتر شفیع پور اطلاعات ارائه شده برای کشور ایران مورد تطابق قرار گرفته است. لذا در جداول ۱-۲ و ۱-۳ هزینه اجتماعی با استفاده از دو منبع محاسبه گردیده است.

جدول ۱-۱ هزینه اجتماعی آلاینده‌ها در سناریوی Medium را برای ایران ارائه می‌دهد که بر مبنای شاخص‌های GDP/Capita، هزینه‌های بهداشت و وجود خدمات بهداشتی و جمعیت کشور محاسبه شده است.

جدول ۱-۱ هزینه‌های اجتماعی ناشی از انتشار ذرات معلق، گازهای آلاینده و گلخانه‌ای در ایران

بر اساس مقاله دکتر شفیع پور - سناریوی Medium (سال ۲۰۰۷ مجله Energy Policy) [۲]

Pollutant	(KRials/ton)	(\$/ton)
		Medium
PM10	34,400	4300
SO ₂	14,600	1825
NO _x	4800	600

¹ Externality of Energy

Pollutant	(KRials/ton)	(\$/ton)
		Medium
CO	1500	188
CO ₂	24	10

جدول ۱-۲ هزینه های اجتماعی تولید برق در ایران بر مبنای مقاله دکتر شفیعی پور

هزینه اجتماعی بر مبنای Externe مقاله
سال ۲۰۰۷ دکتر شفیعی پور
در مجله Energy Policy سناریو Medium

فاکتور انتشار بر مبنای پروژه تدوین اطلس
آلودگی نیروگاه های کشور

Power plant	Fuel type	CO ₂ g/kWh	SO ₂ g/kWh	NO _x g/kWh	Social cost CO ₂ R/kg	Social cost SO ₂ R/kg	Social cost NO _x R/kg	CO ₂ R/kWh	SO ₂ R/kWh	NO _x R/kWh	R/kWh Total
Steam power plant	Gas	633	0	2.69	125	22812	7500	79.125	0	20.175	99.3
	Heavy oil	1025	15.27	2.51	125	22812	7500	128.125	348.33924	18.825	495.28924
Gas turbine	Gas	782	0	1.97	125	22812	7500	97.75	0	14.775	112.525
	Gas oil	1048	3.84	5.79	125	22812	7500	131	87.59808	43.425	262.02308
Combined cycle	Gas	450	0	2.29	125	22812	7500	56.25	0	17.175	73.425
	Gas oil	622	2.32	3.78	125	22812	7500	77.75	52.92384	28.35	159.02384

جدول ۱-۳ هزینه های اجتماعی تولید برق در ایران بر مبنای ترازنامه انرژی

هزینه اجتماعی بر مبنای ترازنامه انرژی
سال ۱۳۹۰

فاکتور انتشار بر مبنای پروژه تدوین
اطلس آلودگی نیروگاه های کشور

Power plant	Fuel type	CO ₂ g/kWh	SO ₂ g/kWh	NO _x g/kWh	Social cost CO ₂ R/kg	Social cost SO ₂ R/kg	Social cost NO _x R/kg	CO ₂ R/kWh	SO ₂ R/kWh	NO _x R/kWh	R/kWh Total
Steam power plant	Gas	633	0	2.69	80	14600	4800	50.64	0	12.912	63.552
	Heavy oil	1025	15.27	2.51	80	14600	4800	82	222.942	12.048	316.99
Gas turbine	Gas	782	0	1.97	80	14600	4800	62.56	0	9.456	72.016
	Gas oil	1048	3.84	5.79	80	14600	4800	83.84	56.064	27.792	167.696
Combined cycle	Gas	450	0	2.29	80	14600	4800	36	0	10.992	46.992
	Gas oil	622	2.32	3.78	80	14600	4800	49.76	33.872	18.144	101.776

به منظور رسیدن به هزینه اجتماعی متوسط گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های گاز دودکش نیروگاه‌ها (جدول ۱-۵)، ابتدا باید ضریب انتشار متوسط گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های دودکش بر مبنای مصارف واقعی انواع سوخت در واحدهای بخاری-گازی-سیکل ترکیبی در طول سال محاسبه گردد (جدول ۱-۴) (استخراج از پروژه تدوین اطلس آلودگی نیروگاه‌های کشور).

جدول ۱-۴ متوسط ضریب انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های دودکش نیروگاه‌های کشور [۳]

SO ₂ (g/kWh)	NO _x (g/kWh)	CO ₂ (g/kWh)
۲/۷۵	۲/۴	۶۴۰

جدول ۱-۵ متوسط هزینه اجتماعی گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های گاز دودکش نیروگاه‌های کشور

به تفکیک ترازنامه انرژی و ExternE [۱] و [۲]

SO ₂ (Rials/kWh)		NO _x (Rials/kWh)		CO ₂ (Rials/kWh)	
ExternE	ترازنامه انرژی	ExternE	ترازنامه انرژی	ExternE	ترازنامه انرژی
۶۲/۷۳	۴۰/۱۵	۱۸	۱۱/۵۲	۸۰	۵۱/۲

بنابراین مجموع هزینه اجتماعی گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های دودکش نیروگاه‌ها با دو رویکرد ترازنامه انرژی و Extern E به صورت جدول ۱-۶ ارائه می‌گردد.

جدول ۱-۶ مجموع هزینه اجتماعی گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های دودکش نیروگاه‌های کشور [۱] و [۲]

۱۰۲/۸۵ Rials/kWh	بر اساس ترازنامه انرژی ۱۳۹۰*
۱۶۰/۷۳ Rials/kWh	بر اساس ExternE (۲۰۰۷)**

بر اساس اطلاعات آمار تفصیلی سال ۱۳۹۰ میزان تولید ناخالص انرژی الکتریکی کشور در حدود ۲۴۰ TWh بوده است که با لحاظ اطلاعات جدول فوق کل هزینه اجتماعی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های دودکش نیروگاه‌های کشور به ترتیب بر اساس ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۰ و ExternE، $۲/۴۶ \times ۱۰^{۱۳}$ ریال و $۳/۸۵ \times ۱۰^{۱۳}$ ریال می‌باشد. از طرف دیگر GDP کشور در سال ۱۳۹۰ (سال ۲۰۱۱) معادل ۵۲۷/۳ بیلیون دلار (معادل $۹/۴۹ \times ۱۰^{۱۵}$ ریال) بوده است. بنابراین هزینه اجتماعی

ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های دودکش به ترتیب بر اساس ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۰ و Externe معادل ۰/۲۶ و ۰/۴ درصد GDP سال ۱۳۹۰ می‌باشد که در جدول ۱-۷ ارائه می‌گردد.

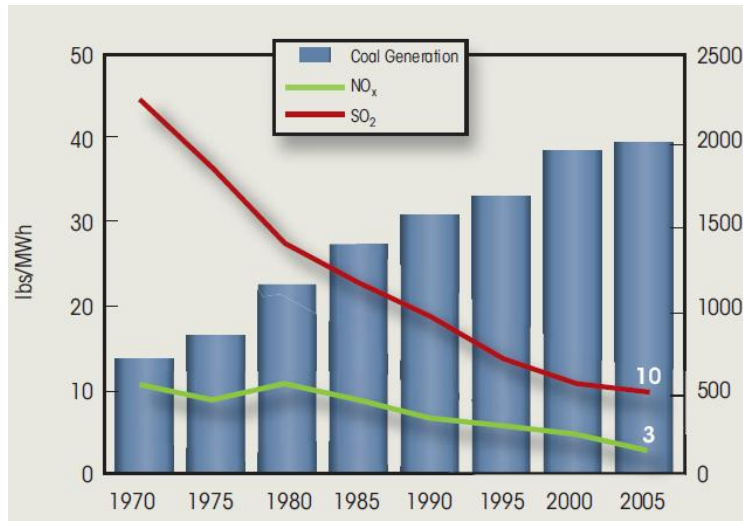
جدول ۱-۷ مقایسه هزینه اجتماعی گازهای گلخانه‌ای و گازهای آلاینده خروجی از نیروگاه‌ها با هزینه‌های کنترل آن‌ها

[۱] و [۵]

گاز آلاینده یا گلخانه‌ای	ماکزیمم هزینه اجتماعی \$/Ton	ماکزیمم هزینه کنترل \$/Ton
CO ₂	۱۰۲	۴۹
NO _x	۳۰۳۰۶۸/۴	۲۰۱۹
SO ₂	۸۶۷۵۴/۹۷	۱۰۵۳

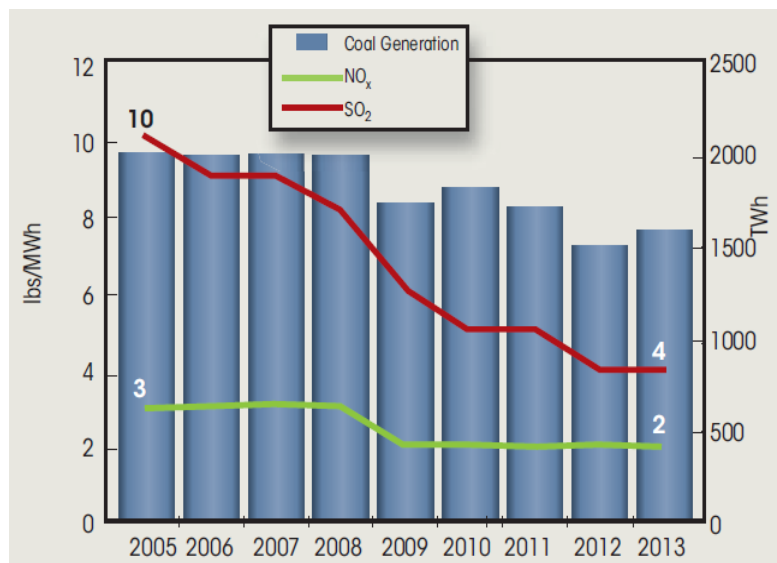
در جدول فوق مقایسه‌ای بین هزینه اجتماعی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای و گازهای آلاینده خروجی از نیروگاه‌های کشور با هزینه‌های کنترل آن‌ها صورت گرفته است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود هزینه کنترل انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای بسیار کمتر از هزینه اجتماعی آن‌ها می‌باشد.

برنامه کاهش انتشار آلاینده‌های خروجی دودکش نیروگاه‌ها در بسیاری از کشورهای جهان در حال اجرا می‌باشد به‌طور مثال در ایالات متحده آمریکا که در حدود ۴۴٪ (۱۷۵۶ TWh) از برق تولیدی آن توسط سوخت زغال سنگ تامین می‌شود، برنامه منظمی جهت کاهش انتشار آلاینده‌های SO₂ و NO_x (به عنوان پیش سازه‌های اصلی باران اسیدی) در حال اجرا می‌باشد. از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۵ علیرغم افزایش میزان زغال سنگ جهت تولید برق، میزان کاهش ضریب انتشار این دو آلاینده خصوصاً SO₂ بسیار چشمگیر بوده است و این موضوع در نمودار شکل (۱-۱) نشان داده شده است. کاهش میزان ضریب انتشار این دو آلاینده از طریق نصب FGD (جهت کاهش انتشار SO₂) سیستم‌های کنترل ذرات نظیر فیلترهای کیسه‌ای و ESP و استفاده از زغال سنگ با گوگرد کمتر و نصب سیستم‌های SCR و مشعل‌های LNB میسر گردیده است. در شکل (۱-۲) کاهش ضریب انتشار این دو آلاینده در فاصله سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۳ ارائه شده است.



شکل 1-۱ کاهش میزان ضریب انتشار آلاینده‌های SO₂ و NO_x از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۵ در نیروگاه‌های ایالات متحده

آمریکا [۶]



شکل 1-۲ کاهش ضریب انتشار آلاینده‌های SO₂ و NO_x از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۳ در نیروگاه‌های آمریکا [۶]

برنامه‌ها و قوانین دیگری نظیر^۱ CSAPR به منظور کاهش انتشار آلاینده‌های SO₂ و NOx از نیروگاه‌های مستقر در ایالات شرقی آمریکا و^۲ MATS به منظور کاهش انتشار جیوه، گازهای اسیدی و سایر مواد سمی منتشره از کلیه نیروگاه‌های آمریکا توسط EPA به اجرا در آمده است. یکی از اهداف برنامه MATS کاهش انتشار جیوه تا ۹۰٪ جیوه موجود در سوخت نیروگاه‌ها می‌باشد.

برنامه CSAPR بر پایه Cap and Trade بوده و در نظر دارد میزان انتشار آلاینده SO₂ را از کلیه نیروگاه‌های مستقر در ایالات شرقی از ۳/۵ میلیون تن در سال ۲۰۱۲ به ۲/۲ میلیون تن در سال ۲۰۱۴/۱۵ و میزان انتشار NOx را از ۱/۳ میلیون تن در سال ۲۰۱۲ به ۱/۲ میلیون تن در سال ۲۰۱۴/۱۵ برساند. کل میزان انتشار SO₂ در نیروگاه‌های آمریکا در سال ۱۹۹۰ حدود ۱۵/۶۵ میلیون تن بوده که در سال ۲۰۱۴ به ۳/۳۶ میلیون تن کاهش خواهد یافت. همچنین کل میزان انتشار NOx در سال ۱۹۹۰ حدود ۶/۷ میلیون تن بوده است که در سال ۲۰۱۴ به ۱/۹۵ میلیون تن کاهش خواهد یافت [۷].

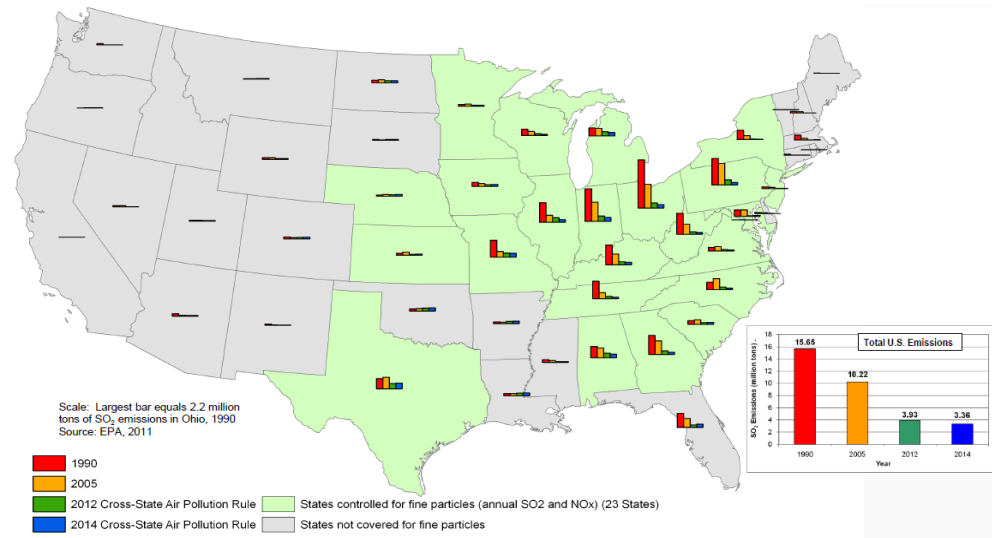
یکی از قوانین جدیدی که باعث بهتر شدن شرایط زیست‌محیطی نیروگاه‌های آمریکا خواهد شد، قانون انتقال آلاینده‌های هوا از یک ایالت به ایالت دیگر (CSAPR) است. در مورد این قانون (CSAPR)، محاسبات سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا نشان می‌دهد که اجرای این قانون فقط با بهبود پارامترهای PM_{2.5} و ازن باعث خواهد شد که طبق جدول (۸) بسیاری از اثرات نامطلوب بر سلامتی شهروندان حذف شده و ۲۸۰-۱۲۰ میلیارد دلار سود در سال ۲۰۱۴ عاید مردم شود.

جدول ۱-۸ برآورد بیماری‌های کاهش یافته ناشی از اجرای قانون CSAPR در سال ۲۰۱۴ در آمریکا [۸]

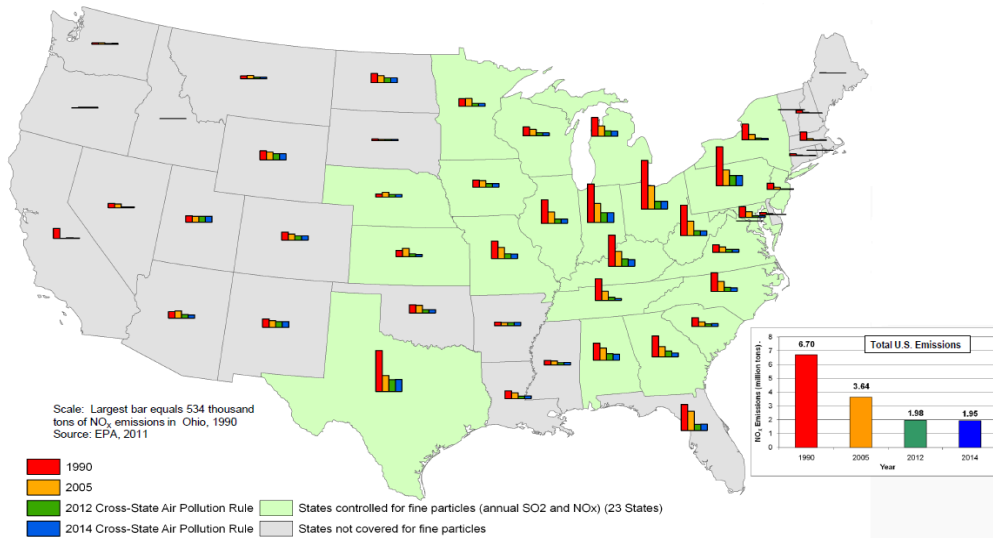
بیماری	تعداد موارد کاهش یافته
مرگ ناگهانی	۱۳۰۰۰-۳۴۰۰۰
حمله قلبی (بدون مرگ)	۱۵۰۰۰
ویزیت شدن در بیمارستان یا اورژانس	۱۹۰۰۰
برونشیت حاد	۱۹۰۰۰
علائم بیماری تنفسی قسمت فوقانی یا تحتانی	۴۲۰۰۰
آسم شدید	۴۰۰۰۰

تعداد موارد کاهش یافته	بیماری
۱/۸ میلیون	تعداد روزهای غیبت از محل کار یا مدرسه

برنامه MATS بر پایه کنترل انتشار بوده و محدودیت‌های انتشار برای جیوه معادل ۰/۰۱۳ lb/GWh، HCl معادل ۱b/MWh و ذرات معلق معادل ۰/۳ lb/MWh در نظر گرفته است. در شکل‌های (۳) و (۴) میزان کاهش انتشار آلاینده‌های SO₂ و NOx به تفکیک ایالات مختلف آمریکا ارائه شده است.

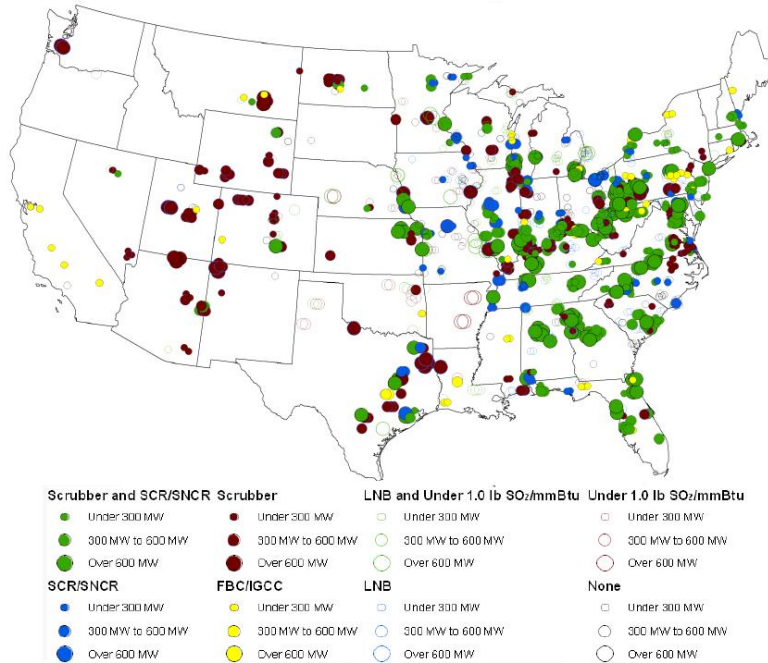


شکل ۱-۳ میزان کاهش انتشار آلاینده‌های SO₂ به تفکیک ایالات مختلف آمریکا [۹]

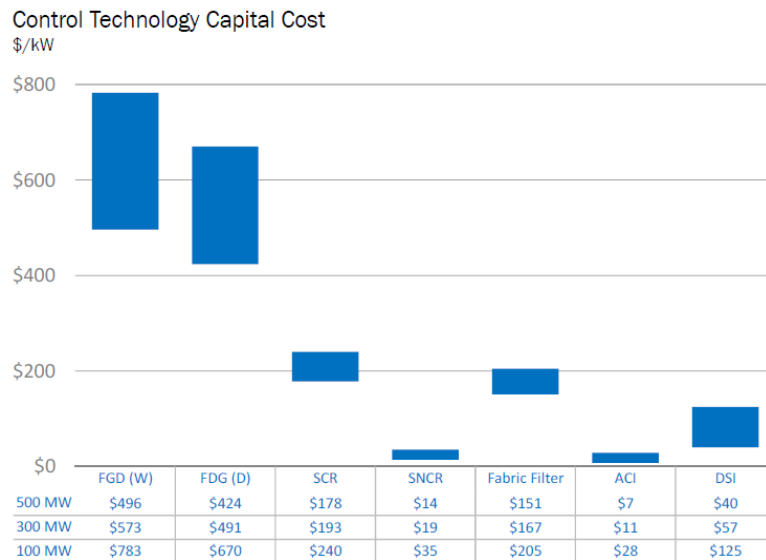


شکل ۱-۴ میزان کاهش انتشار آلاینده‌های NO_x به تفکیک ایالات مختلف آمریکا [۹]

در شکل (۵) انواع روش‌های مختلف کاهش انتشار SO₂ و NO_x در نیروگاه‌های مختلف آمریکا بر حسب ظرفیت واحد ارائه شده است.



شکل ۱-۵ انواع روش‌های مختلف کاهش انتشار SO₂ و NO_x در نیروگاه‌های مختلف آمریکا برحسب ظرفیت واحد [۹]



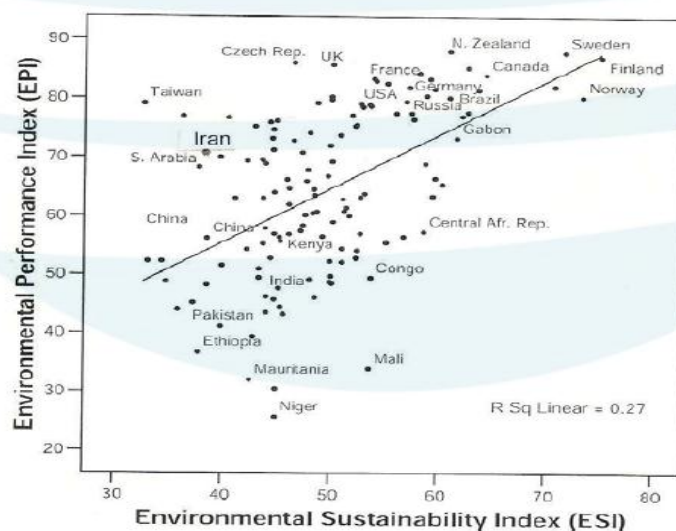
شکل ۱-۶ هزینه سرمایه‌گذاری اولیه روش‌های مختلف کنترل جیوه، ذرات معلق، SO₂ و NO_x براساس EPA [۷]

(Dry Sorbent Injection), ACI(Activated Carbon Injection)

۱-۱-۶- رویکرد جهانی در کنترل آلاینده‌ها

ESI به عنوان ابزار اندازه‌گیری مسائل زیست‌محیطی کشورها در طولانی مدت و با در نظر گرفتن زیر ساختارهای توسعه‌ای در جهت نیل به اهداف توسعه پایدار محسوب می‌شود. این مسائل شامل منابع طبیعی، کنترل آلودگی در گذشته و وضعیت موجود تخریب اکوسیستم و نتایج حاصل از سیاست‌های جاری زیست‌محیطی با توجه به توانایی جامعه نسبت به تغییر روند منفی می‌باشد. در مقابل EPI عملکرد اجرایی سیستم‌های سیاسی در جهت کاهش استرس‌های زیست‌محیطی در خصوص سلامت انسان و ارتقاء پویای زیست‌محیطی و مدیریت بی‌خطر منابع طبیعی را تخمین می‌زند.

کشور ایران از نظر شاخص ESI در سال ۲۰۰۵ دارای نمره ۳۹/۸ و رتبه ۱۳۲ در بین ۱۴۶ کشور بوده و از نظر شاخص EPI در سال ۲۰۰۶ دارای نمره ۷۰ و رتبه ۵۳ در بین ۱۳۳ کشور جهان می‌باشد. این بدان معنی است که با توجه به اینکه ایران از جمله کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود، به لحاظ آلودگی‌های موجود و تخریب منابع طبیعی نسبت به سطح توسعه روند بالنسبه مطلوبی را طی کرده است، ولی از نظر مقابله با چالش‌های زیربنایی زیست‌محیطی برای مردم و ایجاد سیستم‌های کنترل آلودگی و حفاظت اکوسیستم تاکنون نتوانسته است مدیریت مناسبی را اعمال نماید. نمودار زیر رابطه بین این دو شاخص را به خوبی بیان می‌نماید. همان‌گونه که از نمودار استنباط می‌شود، اکثر کشورها از نظر این دو شاخص در وضعیت مطلوب‌تری نسبت به ایران قرار دارند، زیرا در بسیاری از این کشورها توجه به مسائل زیر بنایی توسعه از اهمیت خاص برخوردار است.



شکل ۱-۷ نمودار رابطه بین دو شاخص ESI و EPI

۱-۱-۷- ضرورت‌های قانونی کاهش آلاینده‌ها

قوانین، مقررات و استانداردهای موجود در سطح ملی در حوزه مدیریت آلاینده‌ها شامل موارد زیر می‌باشد:

- اصل پنجاهم قانون اساسی
- قوانین
- آیین‌نامه‌ها و مصوبات
- مصوبات شورای عالی حفاظت محیط‌زیست کشور

در هر یک از اسناد قانونی فوق‌الذکر به نحو مستقیم یا کلی اشاراتی ناظر بر انجام فعالیت‌های عمرانی در چارچوب‌های مصوب و بدون ایجاد خسارات زیست‌محیطی جدی ممکن است وجود داشته باشد. در این بخش به مواد و بندها و تبصره‌هایی از این اسناد که به طور مستقیم یا غیرمستقیم قابل استفاده برای مسائل زیست‌محیطی نیروگاه‌های برق باشد اشاره می‌گردد.

۱-۱-۷-۱- اصل پنجاهم قانون اساسی

اصل پنجاهم به طور صریح عبارتست از "در جمهوری اسلامی، حفاظت محیط‌زیست که نسل امروز و نسل‌های بعد باید در آن حیات اجتماعی رو به رشدی داشته باشند، وظیفه عمومی تلقی می‌گردد. از این‌رو فعالیت‌های اقتصادی و غیر آن که با آلودگی محیط‌زیست یا تخریب غیر قابل جبران آن ملازمه پیدا کند، ممنوع است."

اصل پنجاهم به طور واضح و کلی مشخص کرده است که کلیه فعالیت‌هایی که باعث تخریب یا آلودگی محیط گردند، در کشور ممنوع هستند، در صورتی که این تخریب یا آلودگی غیر قابل جبران باشد. این اصل بر تمامی فعالیت‌ها از جمله پروژه‌های تولید برق اطلاق شده است.

۱-۱-۷-۲- قوانین

قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (مصوب ۱۳۷۴/۲/۳):

ماده ۱- جهت تحقق اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران و به منظور پاک‌سازی و حفاظت هوا از آلودگی‌های کلیه دستگاه‌ها و مؤسسات و کلیه اشخاص حقیقی و حقوقی موظفند مقررات و سیاست‌های مقرر در این قانون را رعایت نمایند.

ماده ۲- اقدام به هر عملی که موجبات آلودگی هوا را فراهم نماید، ممنوع است.

منظور از آلودگی هوا عبارتست از وجود و پخش یک یا چند آلوده‌کننده اعم از جامد، مایع، گاز، تشعشع پرتوزا و غیر پرتوزا در هوای آزاد به مقدار و مدتی که کیفیت آن را به طوری که زیان‌آور برای انسان و یا سایر موجودات زنده و یا گیاهان و یا آثار و ابنیه باشد، تغییر دهد.

ماده ۳- منابع آلوده‌کننده هوا که تحت مقررات این قانون قرار دارند به سه دسته زیر طبقه‌بندی می‌شوند.

- وسایل موتوری
- کارخانه‌ها و کارگاه‌ها و نیروگاه‌ها
- منابع تجاری خانگی و منابع متفرقه

تبصره ۱ از ماده ۱۳ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (مصوب ۷۴/۲/۳)

احداث نیروگاه‌ها موقوف به رعایت ضوابط و معیارهای سازمان حفاظت محیط‌زیست از لحاظ محل استقرار می‌باشد.

ماده ۱۴ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (مصوب ۷۴/۲/۳)

همچنین فعالیت و بهره‌برداری از نیروگاه‌هایی که بیش از حد مجاز موجبات آلودگی هوا را فراهم آورند، ممنوع است.

ماده ۱۵ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (مصوب ۷۴/۲/۳)

سازمان حفاظت محیط‌زیست نیروگاه‌های که آلودگی آن‌ها بیش از حد مجاز استانداردهای محیط‌زیست باشد را مشخص نموده و مراتب را با تعیین نوع و میزان آلودگی به صاحبان یا آلودگی به صاحبان یا مسئولان نیروگاه‌ها ابلاغ خواهند کرد تا در مهلت معینی که توسط سازمان با همکاری و مشارکت دستگاه‌های ذی‌ربط تعیین می‌شود نسبت به رفع آلودگی یا تعطیل کار و فعالیت خود تا رفع آلودگی اقدام نمایند.

ماده ۱۶ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (مصوب ۷۴/۲/۳)

در صورتی که صاحبان و یا مسئولان نیروگاه‌های آلوده‌کننده ظرف مهلت تعیین‌شده مبادرت به رفع آلودگی یا ممانعت از کار و فعالیت ذی‌ربط نیروگاه‌های مربوطه نمایند، در پایان مهلت مقرر به درخواست سازمان حفاظت محیط‌زیست و دستور مرجع قضایی ذی‌ربط محلی که بلافاصله توسط مأمورین انتظامی به مورد اجرا گذاشته می‌شود از کار و فعالیت آلوده‌کننده جلوگیری

به عمل خواهد آمد. ادامه کار یا فعالیت نیروگاه مزبور منوط به صدور اجازه سازمان حفاظت محیط‌زیست و یا رأی دادگاه صلاحیت‌دار خواهد بود.

ماده ۲۰ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (مصوب ۷۴/۲/۳)

نیروگاه‌ها موظف به استفاده از سوخت و سیستم‌های احتراقی مناسب قابل‌دسترسی به نحوی که موجبات کاهش آلودگی هوا را فراهم نمایند، هستند.

قانون جلوگیری از آلودگی آب

ماده ۲ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۲/۱۸)

اقدام به هر عملی که موجبات آلودگی آب را فراهم نمایند، ممنوع است.

ماده ۴ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۲/۱۸)

سازمان موظف است نسبت به شناسایی منابع مختلف مولد آلودگی آب، به طریق مقتضی اقدام نماید. مسئولین موظفند اطلاعات و مدارک موردنیاز را در صورت درخواست در اختیار سازمان قرار دهد. ماده ۷ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۴/۲/۱۸)

سازمان موظف است طبق برنامه پیش‌بینی‌شده از فاضلاب و مواد زائد جامد منابع آلوده‌کننده، نمونه‌برداری و نوع و میزان آلودگی هر یک از این منابع را مشخص نماید. در صورتی که شدت آلودگی هر یک از منابع آلوده‌کننده بیش از حد استاندارد باشد سازمان مراتب را کتباً به مسئول مربوط اخطار خواهد نمود که در رفع آلودگی و میزان آن و همچنین مهلت رفع آلودگی که تناسب با امکانات تعیین می‌گردد و صریحاً قید خواهد شد.

ماده ۸ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب

مسئولین مکلفند ظرف مدت مذکور در اخطاریه نسبت به رفع آلودگی در حد استاندارد اقدام کنند، در غیر این صورت بر اساس ماده ۱۱ قانون حفاظت و بهسازی محیط‌زیست از فعالیت یا بهره‌برداری منبع مربوط تا رفع آلودگی جلوگیری خواهد شد.

ماده ۹ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۲/۲/۱۸)

در صورتی که سازمان منبع آلوده‌کننده با دلایل و مدارک قابل قبول سازمان اثبات نماید که ظرف مهلت مقرر در اختاریه رفع آلودگی عملی نیست سازمان می‌تواند مهلت اضافی مناسب برای این‌گونه منابع قائل شود مشروط بر اینکه ادامه فعالیت این منابع خطرات جدی برای سلامت انسان و سایر موجودات زنده در بر نداشته است.

ماده ۱۰ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۲/۱۸)

سازمان حفاظت محیط‌زیست در اجرای وظایف قانونی خود موظف است هر یک از منابع آلوده‌کننده را توسط مأمورین خود مورد بازرسی قرار دهد در صورتی که بازرسی هر یک از منابع موجب قوانین دیگر مستلزم یک اجازه از دادستان باشد نسبت به اخذ نمایندگی دادستان اقدام خواهد شد.

ماده ۱۴ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۲/۱۸)

تخلیه و پخش فاضلاب یا هر نوع ماده آلوده‌کننده از منابع متفرقه به آب‌های پذیرنده به میزان بیش از حد استاندارد ممنوع است. انواع و طبقه‌بندی آلوده‌کننده و متفرقه توسط سازمان و با همکاری وزارتخانه‌ها و موسسات ذی‌ربط تعیین خواهد شد.

ماده ۱۵ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۲/۱۸)

در مواردی که سازمان بنا به دلایل کافی تشخیص دهد کاهش یا از بین بردن آلودگی ناشی از منابع آلوده‌کننده موجود از طریق دیگر به جز انتقال آن‌ها به نقاط مناسب امکان‌پذیر نیست، طرحی در این مورد با همکاری وزارتخانه کشاورزی، جهاد سازندگی، مسکن و شهرسازی، نیرو، کار و امور اجتماعی تهیه و پس از تصویب هیئت‌وزیران به مورد اجرا خواهد گذاشت.

ماده ۱۶ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۲/۱۸)

سازمان مجاز است در مواقعی که ضرورت ایجاب نماید استفاده از وسایل و روش‌های مناسب را برای منابع متفرقه برقرار نماید.

ماده ۱۷ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۳/۱۸)

رقیق کردن در مرحله تخلیه به‌عنوان تصفیه ممنوع است مگر در موارد خاصی که به تشخیص سازمان حفاظت محیط‌زیست، خطر آلودگی محیط‌زیست را در بر نداشته باشد.

ماده ۱۸ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۳/۱۸)

مسئولین مکلفند تدابیری اتخاذ نمایند تا در مواقع اضطراری که تصفیه فاضلاب‌ها به هر علتی متوقف می‌شود از تخلیه مستقیم فاضلاب به آب‌های پذیرنده خودداری نمایند.

ماده ۲۲ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۳/۱۸):

چنانچه تخلف از مقررات این آیین‌نامه موجب ورود هرگونه خسارت به محیط‌زیست آبیان و منابع طبیعی شود دادگاه حسب درخواست سازمان، مسئولین را به پرداخت و جبران خسارت وارد شده محکوم خواهد کرد.

قانون جلوگیری از آلودگی صوتی

ماده ۲ آیین‌نامه، نحوه جلوگیری از آلودگی صوتی (مصوب ۸۷/۳/۱۹):

مبادرت به هر گونه اقدامی که موجبات آلودگی صوتی را فراهم نماید ممنوع می‌باشد. حد مجاز یا استاندارد آلودگی صوتی توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست با همکاری دستگاه‌های ذی‌ربط تهیه و به تصویب شورای عالی محیط‌زیست می‌رسد.

ماده ۳ آیین‌نامه نحوه جلوگیری از آلودگی صوتی (مصوب ۸۷/۳/۱۹):

سازمان ضمن شناسایی منابع و کانون‌های آلودگی موضوع بند ۶ ماده ۱ این آیین‌نامه که نیروگاه‌ها از مواد مطرح شده در آن می‌باشند، تعیین میزان آلودگی آن‌ها بر اساس استانداردهای موضوع ماده ۲ مراتب را به عامل یا عاملین منابع مذکور اعلام نمود و مهلت مناسبی را برای رفع آلودگی تعیین می‌کند. عاملین منابع صوتی مذکور موظفند در مهلت مناسب تعیین شده حسب مورد نسبت به رفع آلودگی صوتی اقدامی نمایند.

ماده ۵ آیین‌نامه، نحوه جلوگیری از آلودگی صوتی (مصوب ۸۷/۳/۱۹):

سازمان مجاز است در اجرای وظایف قانونی خود و اطمینان از رعایت مفاد قانون و این آیین‌نامه هر زمان که لازم بداند هر یک از منابع آلوده‌کننده را بازرسی نماید.

تبصره: با عاملین یا هر شخص دیگری که به طور مستقیم یا غیرمستقیم از انجام بازرسی و یا تعیین میزان آلودگی صوتی جلوگیری نموده و یا از ارائه آمار و اطلاعات موردنیاز سازمان خودداری نمایند طبق ماده ۳۰ قانون رفتار خواهد شد.

ماده ۱۲ آیین‌نامه، نحوه جلوگیری از آلودگی صوتی (مصوب ۸۷/۳/۱۹):

در صورتی که رفع آلودگی صوتی ناشی از فعالیت‌های منابع آلوده‌کننده که نیروگاه‌ها جز آن هستند و در داخل محدوده شهرها و نقاط مسکونی استقرار دارند به طرق دیگری جز انتقال آن‌ها به محل‌های مناسب امکان‌پذیر نباشد. طرح انتقال این‌گونه منابع توسط سازمان با همکاری وزارت کشور (شهرداری و بخش‌داری‌ها) وزارت مسکن و شهرسازی تهیه و پس از تصویب هیأت وزیران به مورد اجرا گذاشته خواهد شد.

قانون حفاظت و بهسازی محیط‌زیست (مصوب ۱۳۵۳/۳/۲۸ و اصلاحیه ۱۳۷۱/۸/۲۴)

در این قانون وظایف و اختیارات سازمان حفاظت محیط‌زیست و شورای عالی حفاظت محیط‌زیست کشور تعیین گردیده و علاوه بر آن ماده ۹ این قانون صراحتاً عنوان می‌دارد که:

ماده ۹- ”اقدام به هر عملی که موجبات آلودگی محیط‌زیست را فراهم نماید ممنوع است“، تعریف آلودگی را ذیل ماده ۹ قانون ارائه نموده است: ”منظور از آلوده ساختن محیط عبارتست از پخش یا آمیختن مواد خارجی به آب، هوا یا زمین به میزانی که کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آن را به طوری که زیان‌آور به حال انسان یا سایر موجودات زنده و گیاهان یا آثار و ابنیه باشد، تغییر دهد“. با این تعریف واضح و صریح پروژه‌های نیروگاهی نیز در مواردی که باعث آلودگی مستقیم یا غیرمستقیم گردند از طریق این قانون، قابل پیگیری خواهند بود.

قانون شکار و صید (مصوب ۱۳۴۶/۳/۱۶ با اصلاحات ۵۳/۱۰/۳۰ و ۷۵/۹/۲۵ ت ۱):

ماده ۱۲ این قانون به صراحت مجازات حبس از سه ماه تا سه سال و یا جزای نقدی از یک میلیون و پانصد هزار ریال تا هجده میلیون ریال را برای کسانی که باعث ”از بین رفتن رستنی‌ها و تعلیف و تخریب در پارک‌های ملی و آثار طبیعی ملی و هر گونه تجاوز و فعالیت غیرمجاز در این‌گونه مناطق“ و ”آلوده نمودن آب رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و تالاب‌های حفاظت‌شده، چشمه‌ها و آبشخورها به موادی که باعث آلودگی آب و از بین رفتن آبزیان گردد“ را در نظر گرفته است.

قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور (مصوب ۷۹/۱/۱۷)

ماده ۱۰۵ این قانون به صراحت اشاره دارد که ”کلیه طرح‌ها و پروژه‌های بزرگ تولیدی و خدماتی باید پیش از اجرا و در مرحله انجام مطالعات امکان‌سنجی و مکان‌یابی، بر اساس ضوابط پیشنهادی شورای عالی حفاظت محیط‌زیست و مصوب هیأت

وزیران مورد ارزیابی زیست‌محیطی قرار گیرند و رعایت نتایج ارزیابی توسط مجریان طرح‌ها و پروژه‌های مذکور الزامی است.“
بر این اساس طرح‌های بزرگ نیروگاه (بیش از ۱۰۰ مگاوات) بایستی مورد ارزیابی زیست‌محیطی قرار گیرند.

قانون توزیع عادلانه آب (مصوب ۱۳۶۱/۲/۱۶)

بر اساس تبصره ۳ ماده ۲ این قانون ” ایجاد هر نوع اعیانی و حفاری و دخل و تصرف در بستر رودخانه‌ها و انهار طبیعی و کانال‌های عمومی مسیل‌ها و مرداب و برکه‌های طبیعی و همچنین در حریم سواحل دریاها و دریاچه‌ها اعم از طبیعی و یا مصنوعی ممنوع است مگر با اجازه وزارت نیرو“.

بنابراین عملیات احداث و ساخت و ساز در پروژه‌های نیروگاهی که در بسیاری موارد با حفاری و دخل و تصرف در حریم‌های منابع آب و رودها و بستر رودخانه‌ها ملازم است باید با اجازه وزارت نیرو بوده و در غیر این صورت از نظر قانونی ممنوع است.

قانون حفظ کاربری اراضی زراعی و باغ‌ها (مصوب ۱۳۷۳/۳/۳۱)

مطابق ماده یک این قانون تغییر کاربری اراضی زراعی و باغ‌ها در محدوده‌های خارج از شهرها و شهرک‌ها جز در موارد ضروری ممنوع است. بنابراین در پروژه‌های نیروگاهی که تغییر کاربری اراضی از ضروریات خواهد بود و با توجه به اثرات غیرمستقیم و توسعه‌های ناخواسته وابسته به پروژه توجه به این قانون لازم است.

۱-۲- ضرورت کاهش آلاینده‌های مایع

۱-۲-۱- اهمیت مدیریت پساب‌های صنعتی و ضرورت آن در صنعت برق

یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار صنایع، کاهش آلودگی از طریق بازیابی و استفاده مجدد از زائدات می‌باشد. این مسأله در خصوص بازیابی آب از پساب‌های صنایع مختلف به لحاظ محدود بودن منابع آبی اهمیت بسزایی دارد. در کشور ما خصوصاً در بعضی نقاط بدلیل فقر منابع آبی، توجه به این امر می‌تواند از مشکلات آتی صنایع جلوگیری نماید [۱۰].

یکی از آلودگی‌های مهم در کلیه فعالیتهای صنعتی و از جمله نیروگاه‌ها، فاضلاب‌های صنعتی است که ضروری است بطور اصولی کنترل شوند تا علاوه بر جلوگیری از اثرات سوء آن، در مصرف منابع محدود آبی کشور نیز صرفه‌جویی شود. بطور کلی در این فعالیتهای با اجرای فرآیندهای تکمیلی، می‌توان به راحتی بخش عمده‌ای از فاضلاب تولید شده را به منظور استفاده مجدد

برگردانده و به مصرف رسانید. استفاده از آب جبرانی در سیکل آب و بخار و سیکل خنک‌کننده نیروگاهها، این واحد صنعتی را جزء پرمصرف‌ترین صنایع قرار داده است. بر طبق آمارهای موجود میزان مصرف آب مورد نیاز برای یک نیروگاه بخاری با برج خنک‌کن مرطوب در هر مگاوات معادل ۲ تا ۳ متر مکعب بر ساعت تخمین زده شده است که با توجه به رشد سریع تولید برق در کشور این روند مصرف آب و تولید فاضلاب به شدت رو به افزایش است [۱۱،۱۲].

بر اساس گزارش‌های طرح جامع آب کشور (مهندسين مشاور جاماب-۱۳۸۵) کل آب مورد نیاز صنعت نیروگاهی در سال ۱۳۸۰، معادل ۴۰/۷ میلیون متر مکعب و پساب تولیدی آن معادل ۵/۷ میلیون متر مکعب می‌باشد. پیش بینی مصرف آب و تولید پساب این صنعت نیز در سال‌های ۱۳۹۰، ۱۳۹۵ و ۱۴۰۰ در جدول ۹-۱ ذکر گردیده است [۱۳].

جدول ۹-۱ - پیش بینی مصرف آب و تولید پساب در نیروگاه‌ها [۱۳]

۱۴۰۰		۱۳۹۵		۱۳۹۰	
میلیون متر مکعب		میلیون متر مکعب		میلیون متر مکعب	
پساب تولیدی	آب برداشتی	پساب تولیدی	آب برداشتی	پساب تولیدی	آب برداشتی
۱۰/۹	۷۱/۴	۸/۶	۵۵/۹	۶/۷	۴۳/۸

۱-۲-۲- تقسیم بندی پساب‌های تولیدی در صنعت برق

به طور کلی پساب‌های تولیدی در یک نیروگاه بخاری بر اساس کیفیت و ناخالصی‌های موجود در آن‌ها به چند دسته زیر تقسیم بندی می‌شوند:

- ۱- پساب‌های لجنی: عمده ناخالصی‌های موجود در آن، ذرات معلق بوده و ناشی از مراحل پیش تصفیه آب خام می‌باشد. درین خروجی کلاریفایرها و پساب ناشی از شستشوی فیلترها (شنی، کربنی، کاتریدج و ...) در این دسته قرار می‌گیرند. این فاضلابها از نظر شکل ظاهری شفاف نبوده و تیره می‌باشند و در مواردی بشکل لجن آب در فرآیندهای مختلف تولید می‌شوند که برخلاف پساب نمکی از املاح محلول کمتری برخوردار بوده ولی بدلیل وجود ذرات معلق بالا در آن، قابل استفاده مجدد یا جهت تخلیه به محیط زیست مناسب نمی‌باشند [۱۴،۱۵].

۲- پساب‌های نمکی: عامل مشخصه آن غلظت بالای املاح محلول در آب بوده و ناشی از احیا مبدل‌های یونی (در نرم کننده‌های تبادل یونی، واحد تصفیه دمین و CPP)، دور ریز اسمز معکوس و دور ریز تبخیر کننده‌ها می‌باشد. همچنین بلودان برج خنک‌کن تر نیز به دلیل غلظت نسبتاً بالای املاح آن می‌تواند در این گروه قرار گیرد [۱۴].

- یکی از فاضلاب‌های تولیدی در نیروگاه‌های بخاری و سیکل ترکیبی و توربین گاز مجهز به سیستم فاگ که نیازمند سیستم تصفیه جهت تامین آب دمین است، فاضلاب نمکی می‌باشد. فاضلاب نمکی بالاترین حجم فاضلاب در نیروگاه‌های بخاری و بخش بخار نیروگاه‌های سیکل ترکیبی را شامل می‌شود. طبق بررسی به عمل آمده بر روی تعدادی از نیروگاه‌های بخاری کشور، برای هر واحد ۲۵۰ تا ۳۵۰ مگاواتی حجم این فاضلاب از ۱۵۰ تا ۲۲۰ متر مکعب در روز و میزان شوری (املاح نمکی محلول) این فاضلابها از ۱۰,۰۰۰ پی پی ام متغیر می‌باشد. این فاضلاب ناشی از احیای سیستم‌های مبدل‌های یونی، دورریز مدول‌های اسمز معکوس و درین تبخیر کننده‌ها در تصفیه یونی آب خام می‌باشد که اغلب محتوی آنیونیها و کاتیونیهای موجود در آب خام و سولفات به میزان بالا می‌باشد. طی مطالعات صورت گرفته بر روی کلیه نیروگاه‌های کشور، در حال حاضر کل این فاضلاب پس از تنظیم pH بدون هیچگونه عمل تصفیه‌ای، یا با دیگر فاضلابها مخلوط شده و یا در استخرهای تبخیری تخلیه می‌گردد. بنابراین آب موجود در این استخرها یا تبخیر و رسوبات نمکی آن جمع آوری می‌گردد و یا به منبع پذیرنده وارد می‌شود [۱۲].

- تخلیه این فاضلاب در آب‌های سطحی اثرات سوئی داشته و چنانچه غلظت برخی یونهای آن خصوصاً سدیم و سولفات بیش از حد مجاز باشد سبب خرابی جنس زمین و کم شدن قابلیت نفوذ آب در زمین می‌گردد. همچنین این املاح با املاح معدنی خاک زراعی تجمع یافته و بتدریج باعث فساد و یا کندی رشد گیاهان گردیده و آنها را از بین می‌برد. با این وجود تا کنون از طرف هیچیک از نیروگاه‌ها اقدامی در بازیافت آب مقطر از تصفیه فاضلاب‌های نمکی صورت نگرفته است، شاید به این دلیل که در ظاهر تصور می‌شود این کار غیر اقتصادی و مقرون به صرفه نمی‌باشد [۱۲].

استفاده از پساب‌های نمکی می‌تواند باعث شوری منابع آب گردد. در چند سال اخیر علاوه بر شاخص شوری، وجود عناصر سنگین و سمی چون سلنیوم، مولیبیدن و آرسنیک در آب‌های زه‌کشی سبب آلودگی منابع آب و افزایش هزینه تصفیه این منابع

نفوذ عناصر مغذی به آب‌های سطحی (رودخانه‌ها و دریاچه‌ها) موجب رشد سریع گیاهان در آنها می‌گردد که به دلیل افزایش مصرف اکسیژن توسط آنها (مخصوصاً جلبک‌ها)، موجب کاهش اکسیژن و مرگ و میر آبزیان می‌گردد. شایان ذکر است که استفاده غیر اصولی از پساب‌ها با توجه به کیفیت آن‌ها عوارض سوئی را بر منابع آب، به ویژه زیست بوم‌های آبی به دنبال خواهد داشت.

مهم‌ترین عامل محدود کننده استفاده از پساب و آب‌های برگشتی، شوری این منابع می‌باشد. املاح محلول آب ممکن است از نظر فیزیکی و شیمیایی آسیب‌هایی به رشد گیاه وارد آورد. از نظر فیزیکی به سبب کاهش کشش سطحی آب در داخل آوندهای چوبی و نیز به خاطر خاصیت اسمزی و از نظر شیمیایی به علت فعالیتهای متابولیکی حاصل از مواد سمی همچنین املاح محلول آب باعث تغییراتی در ساختمان خاک، نفوذ پذیری و تهویه آن شده و غیر مستقیم در رشد گیاهان مؤثر است. وجود معیار خاصی از غلظت املاح برای آب‌های کشاورزی غیر ممکن است. نوع خاک، شرایط جوی و نوع آبیاری در نحوه اثر نمک‌های محلول آب روی گیاهان اهمیت بسزایی دارد و قضاوت از روی مقایسه محصول در زمینی که نسبت به املاح فقیر است با زمینی که از املاح غنی است صورت می‌گیرد، منتهی هر دو زمین باید تحت شرایط واحدی باشند [۱۰].

عامل مهم دیگری که در رشد محصولات کشاورزی و خواص آب مؤثر است سیستم زهکشی صحیح زمینهای کشاورزی است. اگر زمینی خوب زهکشی نشده باشد، حتی با مصرف آب‌های مناسب نتایج رضایت بخشی از نظر محصولات کشاورزی به دست نخواهد آمد از طرفی برای متعادل کردن املاح موجود در خاک یک سیستم زهکشی در زمینهای کشاورزی ضروری است [۱۰].

مهم‌ترین عواملی که در طبقه‌بندی آب‌های کشاورزی اهمیت دارند عبارتند از [۱۰]:

۱- هدایت الکتریکی که معرف غلظت املاح محلول آب می‌باشد. (واحد هدایت الکتریکی میکروموس می‌باشد)

۲- درصد غلظت یون سدیم یا ضریب جذب سدیم

۳- وجود عناصری مثل بر که اگر مقدارش از حدی تجاوز نماید باعث مسمومیت خاک می‌شود. با داشتن مقادیر سدیم،

پتاسیم، کلسیم و منیزیم بر حسب میلی اکی والان، درصد غلظت یون سدیم از رابطه زیر به دست می‌آید [۱۶]:

$$\% Na = \frac{(K + Na) \times 100}{Na + K + Ca + Mg}$$

Ca غلظت کلسیم بر حسب خودش :

Mg غلظت منیزیم بر حسب خودش :

Na غلظت سدیم بر حسب خودش :

طبق پیشنهاد Wilcox برای طبقه‌بندی آب‌ها با استفاده از درصد غلظت یون سدیم و هدایت الکتریکی می‌توان از جدول

۱-۱ و جدول 11-۱ استفاده نمود:

در ادامه به جدول Wilcox اشاره می‌شود. تذکر این نکته ضروری است که مقادیر جدول ۱-۱ توسط Wilcox به

صورت دیاگرام جالب توجهی درآمده است.

جدول ۱-۱ - جدول Wilcox [۱۶]

نوع آب	درصد سدیم	هدایت الکتریکی
عالی (۱)	۲۰	۲۵۰
خوب (۲)	۲۰-۳۰	۲۵۰-۷۵۰
قابل قبول (۳)	۴۰-۶۰	۷۵۰-۲۰۰۰
مشکوک (۴)	۶۰-۸۰	۲۰۰۰-۲۰۰۰
نامناسب (۵)	۸۰	۳۰۰۰

اگر واحد اندازه‌گیری میلی اکی والان باشد مبنای طبقه‌بندی به جای درصد سدیم مقدار سدیم جذب شده خواهد بود که به

اختصار SAR نمایش داده می‌شود و از جدول 11-۱ می‌توان آن را به دست آورد:

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)/2}} \quad (\text{غلظت‌ها بر اساس meq/l})$$

$$SAR = \frac{0.043 \times Na}{\sqrt{\frac{0.05 \times Ca + 0.083 \times Mg}{2}}} \quad (\text{غلظت‌ها بر اساس ppm})$$

جدول ۱۱-۱ - طبقه‌بندی کیفیت انواع آب بر اساس SAR [۱۶]

نوع آب	مقدار SAR
عالی Excellent	۱۰
خوب Good	۱۰-۱۸
متوسط Fair	۱۸-۲۶
فقیر Poor	۲۶

در صورتیکه مقدار هدایت الکتریکی و مقدار SAR در دست باشد شکل (۱-۸) در طبقه‌بندی آب‌ها می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

همانطور که در نمودار دیده می‌شود آب‌ها از نظر هدایت الکتریکی به گروه‌های زیر تقسیم شده‌اند:

گروه C1 با هدایت الکتریکی کمتر از ۲۵۰ میکروموس

گروه C2 با هدایت الکتریکی بین ۲۵۰-۷۵۰ میکروموس

گروه C3 با هدایت الکتریکی بین ۷۵۰-۲۲۵۰ میکروموس

گروه C4 با هدایت الکتریکی بیش از ۲۲۵۰ میکروموس

و از نظر مقدار SAR نوع عالی در گروه S1 و نوع خوب در گروه S2 و نوع متوسط در گروه S3 و بالاخره نوع فقیر در گروه S4 قرار دارند.

برای استفاده از منحنی Wilcox کافی است مقدار هدایت الکتریکی را که بر حسب میکروموس اندازه‌گیری شده از محور افقی و نسبت سدیم جذب شده SAR را از محور عمودی تعیین و با وصل کردن این دو نقطه می‌توان نوع آب را همانطور که در منحنی مشخص شده است تعیین نمود.

باید متذکر شد که ارتباط مستقیمی بین گروه‌های طبقه‌بندی شده بر حسب هدایت الکتریکی و گروه‌های SAR وجود ندارد.

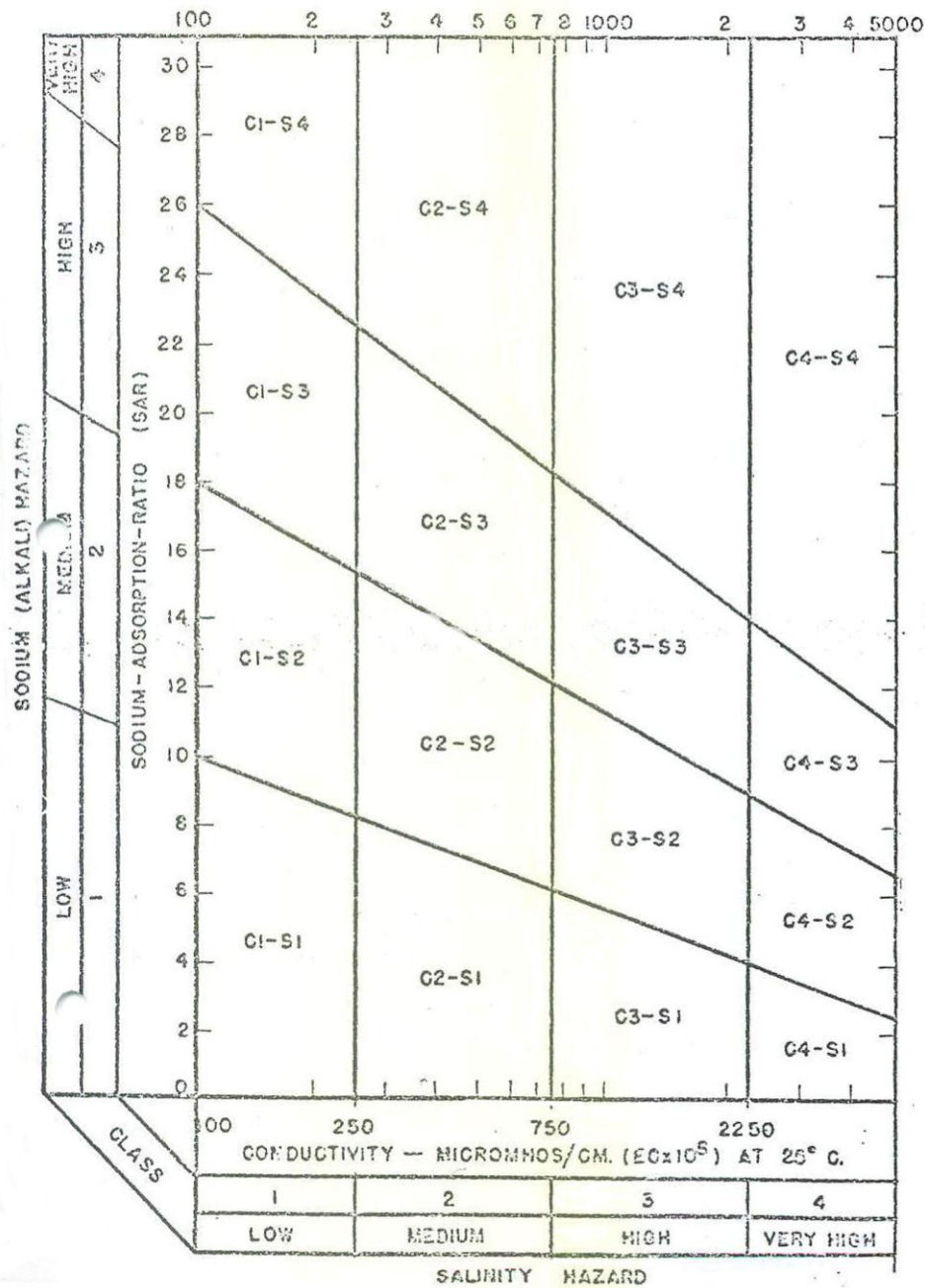
در دیاگرام شکل (۸-۱) برای مشخصات آب در مصارف کشاورزی با توجه به علائم مذکور در شکل تعاریف زیر را می‌توان در نظر گرفت:

C_1 = آب‌های با املاح کم که می‌تواند در آبیاری انواع محصولات و انواع زمین‌های زراعتی بکار برده شوند. شستشوی زمین در اثر آبیاری خودبخود انجام گرفته و احتیاج به شستشوی جداگانه نیست.

C_2 = آب‌های با غلظت املاح متوسط که برای آبیاری گیاهانی که حساسیت کمتری در برابر غلظت املاح آب دارند بکار رفته و گاهی زمین کشاورزی در مصرف چنین آب‌هایی به اصلاح و شستشو نیاز دارد.

C_3 = آب‌های با غلظت املاح زیاد که فقط در زمین‌هایی که زهکشی شده‌اند به عنوان آب کشاورزی به کار می‌روند و گیاهانی که در برابر غلظت املاح مقاومند می‌توانند با این گونه آب‌ها آبیاری شوند.

C_4 = آب‌های با غلظت املاح خیلی زیاد که تحت شرایط معمولی برای آبیاری مناسب نیستند. زمینی که برای کشاورزی و آبیاری بکار برده می‌شود باید قابلیت نفوذ خوب و زهکشی داشته باشد و گیاهانی که در برابر غلظت خیلی زیاد املاح آب مقاومت دارند، می‌توانند از این آب‌ها تغذیه نمایند.



شکل ۸-۱ - دیاگرام طبقه‌بندی آب در آبیاری [۱۶]

S_1 = آب‌های با سدیم کم که اغلب زمین‌ها را با آن می‌توان آبیاری نمود.

S_2 = آب‌های با سدیم متوسط که فقط در زمین‌هایی که قدرت مبادله زیاد دارند و قدرت نفوذ آنها زیاد است بکار رفته و هر چه

میزان گچ زمین بیشتر باشد آبیاری نتایج بهتری خواهد داشت.

S_3 = آب‌های با غلظت سدیم زیاد که فقط در زمین‌های با زهکشی و دارای مواد آلی زیاد مورد استعمال داشته و زمین‌های با مقداری گچ بهتر در برابر آبیاری با این آب‌ها مقاومت می‌نمایند.

S_4 = آب‌های با غلظت خیلی زیاد سدیم که اغلب برای آبیاری مناسب نیستند.

۳- پساب‌های سمی یا شیمیایی: فاضلاب‌های سمی شامل فلزات سنگین از قبیل وانادیم، نیکل، کرم، کبالت، کادمیم، آهن، مس و ترکیبات آلی بازدارنده و دترجت‌های مورد مصرف در شستشوی‌های شیمیایی تجهیزات مختلف نیروگاه هستند. این فاضلاب‌ها هم تیره بوده و هم از املاح محلول بالایی برخوردار می‌باشند که بدلیل وجود مواد سمی، تخلیه آنها به محیط زیست مجاز نمی‌باشد. تولید این پساب‌ها به صورت ناپیوسته است که هر چند ماه و یا چند سال یکبار صورت می‌پذیرد [۱۴، ۱۵].

۴- پساب‌های آلوده به سوخت و روغن: این پساب‌ها تنها در نیروگاه‌های با سوخت مایع تولید می‌گردد که قسمت عمده‌ای از آن ناشی از نشت تجهیزات از قبیل دستگاه‌های منتقل کننده سوخت، پمپ‌ها و لوله‌های انتقال، نشت گرمکن‌های سوخت و غیره می‌باشد. بخش دیگر تولید فاضلاب آلوده به سوخت به شستشوی محوطه تخلیه سوخت تانکرها و مخازن مربوطه در سیستم انتقال و مصرف برمی‌گردد [۱۵].

۵- درین‌های گرم: معمولاً ناشی از کندانس بخارات گرمایش یا بلودان دائم بویلر بوده و میزان املاح آن بسیار اندک است. البته بلودان برج خنک‌کن تر یا خروجی سیستم خنک‌کن یاز نیز می‌تواند در این دسته قرار گیرد. اما کیفیت آن به مراتب پایین‌تر از درین‌های فوق الذکر است [۱۴].

۶- فاضلاب‌های بهداشتی: مشکل اصلی در این نوع فاضلاب‌ها بالا بودن مقادیر BOD و ذرات معلق می‌باشد و می‌بایستی قبل از تخلیه از طریق فرآیندهای بیولوژیکی تصفیه گردد [۱۴].

۱-۲-۳- بررسی پساب‌های تولید شده در نیروگاه‌های کشور

بر اساس مطالعات انجام گرفته در گروه محیط زیست پژوهشگاه نیرو در سال ۱۳۸۷ میزان مصرف آب و تولید انواع پساب در نیروگاه‌های بخاری و سیکل ترکیبی کشور ایران مطابق با جدول ۱-۱۲ می‌باشد [۱۷]

جدول ۱-۱۲ - میزان مصرف آب و تولید پساب در نیروگاه‌های بخاری و سیکل ترکیبی کشور

نیروگاه‌های سیکل ترکیبی (متر مکعب در سال)	نیروگاه‌های بخاری (متر مکعب در سال)		
۱،۶۶۳،۰۶۲	دارای برج خنک‌کن خشک	دارای برج خنک‌کن تر	مصرف آب
	۷،۸۵۴،۱۳۸	۹۳،۳۲۵،۶۵۷	
۴۰،۰۰۹	۷،۱۳۸،۹۷۸		پساب لجنی
۴۲۶،۲۶۴	دارای برج خنک‌کن خشک	دارای برج خنک‌کن تر	پساب‌های نمکی
	۷،۰۵۰،۸۳۰	۱۶،۸۴۱،۹۷۰	
۵،۸۰۹	۱۲۲،۴۴۹		پساب‌های سمی یا شیمیایی
۴،۰۸۰	۱۳،۵۵۶		پساب‌های آلوده به سوخت و روغن
۱،۱۲۴،۵۱۵	۴،۵۸۸،۷۰۱		درین‌های گرم
۵۹،۳۷۰	۱۸۴،۶۵۰		فاضلاب‌های بهداشتی

با تقسیم میزان پساب تولیدی بر تولید خالص نیروگاه‌ها در سال جدول ۱-۱۳ به دست می‌آید. لازم به ذکر است که برای

نیروگاه‌های سیکل ترکیبی تنها مگاوات تولیدی در بخش بخاری در محاسبات آورده شده است [۱۷].

جدول ۱-۱۳ - میزان مصرف آب و تولید پساب بر حسب مگاوات ساعت تولیدی در نیروگاه‌های بخاری و سیکل ترکیبی

نیروگاه‌های سیکل ترکیبی (m ³ /MWh)	نیروگاه‌های بخاری (m ³ /MWh)		
۰/۲۲	دارای برج خنک‌کن خشک	دارای برج خنک‌کن تر	مصرف آب
	۰/۲۶	۲/۶۶	
۰/۰۰۳	۰/۰۹		پساب لجنی
۰/۲۲	دارای برج خنک‌کن خشک	دارای برج خنک‌کن تر	پساب‌های نمکی
	۰/۱۶	۰/۴۸	
۰/۰۳	۰/۰۰۲		پساب‌های سمی یا شیمیایی
۰/۰۹	۰/۰۰۵		پساب‌های آلوده به سوخت و روغن
۰/۰۱	۰/۰۶		درین‌های گرم
۰/۰۰۳	۰/۰۰۳		فاضلاب‌های بهداشتی

۱-۲-۴ - بررسی اثرات زیست محیطی استفاده از پساب و آب برگشتی

۱-۲-۴-۱ - اثرات فیزیکی بر محیط زیست

بقایای فلزات سنگین و مواد آلی در پساب‌های شهری و صنعتی در صورت استفاده غیر صحیح و راه‌یابی به منابع آب موجب تخریب زیست بوم‌های آبی می‌گردد. نمک‌ها با تاثیر بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک موجب تغییر در سامانه جذب آب توسط گیاه گردیده و نهایتاً بر عملکرد گیاه اثر می‌گذارند. مصرف آب شور با تاثیر منفی بر ویژگی‌های خاک موجب افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک، کاهش پایداری ساختمان خاکدانه‌ها و کاهش نفوذ آب به خاک و کاهش تولید محصول خواهد شد. افزایش قلیائیت خاک که ممکن است به دلیل غلظت زیاد سدیم اتفاق بیفتد، در اثر افزایش سدیم قابل تبادل، کانی‌های رسی متورم و پراکنده گردیده و موجب تخریب ساختمان خاک و کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود [۱۳].

در استفاده از فاضلاب بهداشتی جهت آبیاری، اغلب پاتوژن‌ها و تخم انگل‌های نماتودی، در چند سانتی متری اول خاک فیلتر می‌شوند. ویروس‌ها و کیست آمیب‌ها در مقایسه با باکتری‌ها با توجه به قدرت ماندگاری بالا، مدت زمان طولانی در خاک زنده می‌مانند. از میان آلودگی‌های شیمیایی، نیترات یکی از فاکتورهای اصلی محسوب می‌شود. این ترکیب می‌تواند تا عمق زیادی همراه آب در خاک حرکت کرده و مخاطرات زیادی را در استفاده از منابع آب زیر زمینی به وجود آورد. پساب‌ها و آب‌های برگشتی به دلیل غنی بودن از عناصر مغذی و داشتن میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا در صورت استفاده غیر اصولی، قادر به راهیابی به منابع آب سطحی و آلودگی آن‌ها و تشدید پدیده تغذیه‌گرایی خواهند بود. در این زمینه طراحی و در نظرگیری زهکش‌های مناسب ضروری می‌باشد [۱۳].

حضور ذرات معلق معدنی و آلی در فاضلاب خام، پساب تصفیه شده و حتی آب آبیاری معمولی، ممکن است موجبات انسداد خلل و فرج خاک را به خصوص در لایه‌های سطحی فراهم آورد. این امر می‌تواند کاهش شدت نفوذ آب به درون خاک و نقصان هدایت هیدرولیکی آن را سبب شود [۱۳].

در صورت عدم برنامه‌ریزی و استفاده غیر اصولی از این منابع، انتشار بوی نامناسب از اثرات سوء دیگری می‌باشد که می‌تواند برای ساکنین مناطق هم‌جوار و هم‌چنین کارگران شاغل در پروژه‌های استفاده مجدد ناخوشایند و آزار دهنده باشد [۱۳].

۱-۲-۴-۲- اثرات سوء بر محیط زیست بیولوژیکی

یکی از شاخص‌های مهم در حفظ سلامت جوامع انسانی، حفاظت از محیط زیست است که یکی از مولفه‌های مهم توسعه پایداره شمار می‌آید. یکی از مصارف پساب‌ها و آب‌های برگشتی، استفاده مستقیم و غیر مستقیم برای حیات وحش و پایداری محیط زیست می‌باشد. در صورت استفاده غیر اصولی، مواد سمی موجود در پساب‌ها و آب‌های برگشتی، میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا در پساب‌های بهداشتی و سموم شیمیایی و آفت‌کش‌ها در زه‌آب‌های کشاورزی برای حیوانات و به ویژه آبزیان، سمی بوده و سلامت آن‌ها را به خطر می‌اندازد [۱۳].

برخی از پساب‌ها که برای آبیاری مصرف می‌شوند حاوی یون‌هایی چون بر (B)، کلر (Cl) و سدیم (Na) و عناصر کمیاب (آلمینیوم، بریلیوم، کبالت، فلوتور، آهن، لیتیوم، منگنز، مولیبیدن، سلنیوم، قلع، تیتانیوم، تنگستن و وانادیوم) در غلظتی بیش از حد نیاز گیاه می‌باشند. این حالت باعث کاهش رشد، تغییر شکل گیاه و یا کم شدن و از بین رفتن محصول می‌گردد [۱۳].

بُر (B) در مراحل تصفیه به طور موثر جدا نشده و نسبت به سایر عناصر کمیاب سریع‌تر از خاک عبور می‌کند. در غلظت ۰/۰۴ میلی‌گرم در لیتر علایم کمبود بُر در گیاه ظاهر شده و در غلظت بیش از یک میلی‌گرم در لیتر، برای بسیاری از گونه‌های گیاهی حساس، سمی می‌باشد [۱۳].

تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی آلوده به فلزات سنگین، برای آبیاری محصولات موجب انتقال و تجمع این فلزات در محصولات تولیدی و در نهایت در ایجاد مخاطرات بهداشتی برای حیوانات و انسان خواهد گردید. همچنین استفاده از پساب با آلودگی میکروبی برای آبیاری گونه‌های علوفه‌ای، علاوه بر مخاطرات بهداشتی برای کارگران، می‌تواند باعث انتقال آلودگی به احشام و دام‌ها گردد. مهم‌ترین بیماری‌ها در این رابطه شامل سل، کرم کدوی گاوی و سالمونلایی می‌باشد. نتایج مطالعات انجام گرفته نشان می‌دهد که کاربرد فاضلاب بهداشتی برای آبیاری منجر به شیوع بیماری‌های انگلی اسکاریس و تریکوریس گردیده است. گزارش‌های ارائه شده از استرالیا و دانمارک نشان داده است که دام‌های چرا کرده در مزارع آبیاری شده با فاضلاب و یا استفاده کرده از کانال‌های فاضلاب به عنوان شرب، به شدت به بیماری کیست هیداتیک آلوده شده‌اند. همچنین غلظت بالای نترات در آب شرب حیوانات، نیز می‌تواند برای آن‌ها خطرناک باشد، زیرا باکتری که مسوول تبدیل نترات به نیتريت هستند در نشخوارکنندگان، ماکیان و اسب‌ها نیز وجود دارد [۱۳].

تجمع عناصر سنگین در گیاهان و مصرف آن‌ها توسط احشام، باعث انتقال این عناصر به انسان می‌شود. چون حیوانات در معرض مقادیر بیشتری از عناصر سنگین (به علت استفاده از گیاهان) نسبت به انسان هستند، لذا پتانسیل حیوانات از نظر آلودگی با این عناصر بیشتر می‌باشد.

در موارد متعددی مشاهده می‌شود که زه‌آب‌های کشاورزی به عنوان تامین کننده بخشی از حبابه‌های محیط زیستی در رودخانه استفاده می‌شود. این عمل با توجه به میفیت نامطلوب این منابع و دارا بودن آلاینده‌های مختلف، تخریب زیست بوم‌های آبی پایین دست و مرگ و میر آبزیان مفید از جمله ماهی‌ها را به دنبال خواهد داشت [۱۳].

۱-۲-۳- اثر بر وضعیت بهداشت و سلامتی

یکی از مسائل خطرزا در تصفیه و استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی، وجود عوامل بیماری‌زا و انتشار آن‌ها در بین کارگران، جوامع محلی و اجتماعات انسانی مجاور و همچنین مصرف کنندگان محصولات تولیدی می‌باشد. راه‌های پیش‌گیری شامل

ضد عفونی پساب تا در حد رسیدن به کیفیت مورد نظر، به ویژه استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) می‌باشد که برای کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران مناسب‌تر به نظر می‌رسد [۱۳].

ترکیبات آلی بخشی از ناخالصی‌ها می‌باشند که به فرم‌های مختلف در آب‌های بازیافتی مشاهده می‌شوند. این گروه با شاخص‌های BOD، COD و TOC بیان می‌شوند. این گروه قابلیت تجزیه زیستی داشته و در سامانه‌های تصفیه معمول، اکسید و به ترکیبات پایدار تبدیل می‌گردند. بخش محدودی از این موارد به صورت ترکیبات آلی حلقوی مقاوم به تجزیه زیستی بوده و همراه پساب به منابع پذیرنده دفع می‌شود [۱۳].

ترکیبات شیمیایی موجود در پساب‌ها و آب‌های برگشتی با دارا بودن خواص شیمیایی و سمی، در طولانی مدت دارای خطراتی بر سلامتی افراد مرتبط با آن‌ها می‌باشد. این گروه شامل فلزات سنگین، عناصر کمیاب، مواد آلی سرطان زا ترکیبات شیمیایی و دارویی می‌باشد. این گروه از فاکتورهای کیفی مهم پساب‌های صنعتی به ویژه صنایع شیمیایی و فلزی بوده و از ماندگاری و اثرات مخرب بالایی برخوردار می‌باشند. این منابع هم‌چنین دارای مقدار قابل توجهی از مواد دارویی و هورمون‌ها می‌باشند که وقتی پساب خروجی برای آبیاری استفاده شود و در گیاهان مختلف تجمع یافته و یا منجر به تولید ترکیبات ثانویه شده و در نهایت به بدن دام یا انسان منتقل می‌شود و می‌تواند اختلالات مختلفی را، از جمله اختلال در باروری و زاد و ولد را به همراه داشته باشد. محققین پیش بینی می‌کنند که بیش از ۷۰۰۰ نوع از این ترکیبات در خروجی پساب تصفیه‌خانه‌ها موجود باشد که در حال حاضر تنها ۴۵ نوع این گروه شناخته شده است. ترکیبات و سمومی از جمله دیوکسین‌ها، پلی کلر و بی‌فنیل (PCBs)، حشره کش‌هایی چون DDT و کارباریل، علف کش‌هایی هم چون 2,4 D و آترازین نیز از جمله ترکیبات شیمیایی می‌باشند که در فاضلاب مشاهده می‌شوند [۱۳].

فلزات سنگین از نیمه عمر زیستی بالایی برخوردار بوده و با تجمع در خاک و انتقال به زنجیره غذایی، بعد از ورود به بدن در بافت‌های نرم از جمله کلیه و کبد ذخیره می‌گردند. بعضی از این فلزات از جمله کادمیوم، باریوم، نیکل و کبالت مشکوک به سرطان‌زایی بوده و نیاز به ملاحظات خاص در استفاده از منابع آلوده دارند. در جدول ۱-۱۴ مخاطرات بهداشتی ناشی از عناصر سنگین موجود در آب ارائه شده است.

جدول ۱-۱۴ - مخاطرات بهداشتی ناشی از عناصر سنگین [۱۳]

نام عنصر	اثرات سوء
----------	-----------

کادمیوم	تجمع در کلیه‌ها و کبد، نقراد پروتوبین اوره، گرفتگی مجاری ادرار و تسریع در پیدایش سنگ کلیه، پیدایش امراض قلبی و فشار خون، دردهای استخوانی، اسهال، سرطان پروستات
باریم	افزایش فشار خون، تحریک ماهیچه‌های قلب، بروز تشنج، ضایعات عصبی، بروز سرطان، نارسایی کلیوی
جیوه	تجمع در کبد و کلیه، ایجاد مسمومیت در مغز، اختلال در سامانه اعصاب تا حد مرگ
کروم	عنصری است تجمعی: ورم ریه، ایجاد حساسیت‌های پوستی
مس	کم خونی در اطفال، ایجاد ناراحتی‌های کبدی، تهوع و استفراغ
سرب	تولید دردهای استخوانی، التهاب دستگاه گوارش، تهوع و استفراغ، فلج، اختلالات مغزی
آرسنیک	سرطان پوست و ریه، کم شدن وزن، اسهال، خستگی مفرط، ورم ماهیچه‌های چشم، تورم بدن
نیکل	سرطان ریه، تورم بدن
کبالت	عامل گواتر و افزایش فشار خون
قلع و وانادیوم	ایجاد عارضه در حلق، بینی و گلو

۱-۲-۴-۴ اثر بر منابع آب و خاک

استفاده غیر اصولی از منابع آب غیر متعارف با عوارض سوء ناگواری بر محیط زیست و به ویژه منابع آب و خاک همراه است. شوری زیاد و بقایای سموم، آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی در آب‌های برگشتی و زه‌آب‌ها و همچنین فلزات سنگین در پساب‌های صنعتی در صورت استفاده غیر صحیح و راه‌یابی به منابع آب موجب تخریب زیست بوم‌های آبی می‌گردد. ترکیبات ازته (نیتريت و نیترات) از جمله عوامل آلاینده منابع آب زیر زمینی محسوب می‌شوند که می‌تواند طی مصرف پساب‌ها و آب‌های برگشتی تشدید گردد [۱۳].

همانطور که ذکر گردید یکی از مشکلات عمده در استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی، تجمع فلزات سنگین در خاک و انتقال آن به گیاه می‌باشد. این عناصر در کوتاه مدت تاثیر چندانی بر روی گیاه نداشته ولی به تدریج با تجمع در اندام‌های گیاهی و مصرف توسط انسان و دام، به بدن آنها منتقل و تجمع پیدا کرده و باعث صدمه و آسیب می‌گردد. اکثر این فلزات در حین نفوذ در لایه سطحی خاک رسوب نموده و به ترکیبات نامحلول و غیر قابل جذب گیاه تبدیل می‌گردند، ولی طی عملیات خاک‌ورزی در سال‌های آتی به ناحیه ریشه منتقل شده و در دسترس گیاه قرار می‌گیرد. استفاده طولانی مدت از پساب‌ها و

آب‌های برگشتی در اراضی جنوب تهران باعث تجمع و تمرکز فلزات سنگین در خاک و محصولات زراعی تولیدی در این مناطق شده است [۱۳].

۱-۲-۴-۵- اثرات بر حیات وحش و آبزیان

یکی از مصارف پساب‌ها و آب‌های برگشتی، استفاده مستقیم و غیر مستقیم برای حیات وحش و پایداری محیط زیست می‌باشد. مواد سمی موجود در پساب‌ها و آب‌های برگشتی، میکرو ارگانسیم‌های بیماری‌زا در پساب‌های بهداشتی در زه‌آب‌های کشاورزی برای حیوانات، به ویژه آبزیان سمی بوده و سلامت آن‌ها را به خطر می‌اندازد [۱۳].

هم‌چنین استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی آلوده به فلزات سنگین، برای آبیاری محصولات علوفه‌ای موجب انتقال و تجمع این فلزات در محصولات نهایی و در نهایت ایجاد مخاطرات بهداشتی برای حیوانات و انسان خواهد بود. هم‌چنین استفاده از پساب‌هایی با آلودگی میکروبی برای آبیاری گونه‌های علوفه‌ای، علاوه بر مخاطرات بهداشتی برای کارگران می‌تواند باعث انتقال آلودگی به احشام و دام‌ها گردد. مهم‌ترین بیماری‌ها در این رابطه شامل سل، کرم کدوی گاوی و آلودگی‌های سالمونلایی می‌باشد. بیش‌ترین ریسک خطر مربوط به آلودگی‌های انگلی ناشی از کرم‌های روده‌ای است [۱۳].

ضرورت کاهش پسماندهای جامد

۱-۳-۱- اهمیت مدیریت پسماندهای صنعتی و ضرورت آن در صنعت برق

یکی از مهم‌ترین زیر بخش‌های انرژی، صنعت برق می‌باشد که انرژی الکتریکی لازم کشور را فراهم می‌کند. در کشور ما بیش از ۹۴ درصد انرژی الکتریکی با استفاده از سوخت‌های فسیلی تولید می‌شود. استفاده از نیروگاه‌های حرارتی بخار و چرخه ترکیبی باعث تولید مقدار قابل توجهی از زائدات جامد و نیمه جامد می‌گردند. این زائدات به طور مستقیم یا غیر مستقیم نتیجه عمل احتراق و سیستم تصفیه و تامین آب و فعالیت‌های انسانی نیروگاه هستند و کمیت و کیفیت آن‌ها به عوامل متعددی بستگی دارد. [۱۸]

می‌توان گفت که عمده زائدات صنعت برق کشور ناشی از نیروگاه‌ها بوده و به ویژه مربوط به نیروگاه‌های حرارتی بخار و پس از آن چرخه ترکیبی می‌باشد. این موضوع هم با توجه به آمار تولید الکتریسیته از طریق نیروگاه‌ها و هم از دیدگاه فرآیندهای تولید و مواد اولیه و مصرفی در فرآیند تولید نیروگاه‌ها مشخص می‌شود. به عبارت دیگر نیروگاه‌های حرارتی بخار، با

توجه به نوع سوخت مصرفی، فرآیند تولید و میزان الکتریسیته تولیدی در کشور بیشترین مقدار تولید زائدات را به خود اختصاص می‌دهند. پس از آن نیروگاه‌های چرخه ترکیبی هستند که از سوخت پاک‌تر (گاز و گازوئیل) استفاده کرده و زائدات کمتری تولید می‌نمایند. همچنین میزان کل تولید الکتریسیته به وسیله این نیروگاه‌ها کمتر از نیروگاه‌های حرارتی بخار می‌باشد. در نهایت در نیروگاه‌های گازی با توجه به فرآیند تولید الکتریسیته و سوخت مصرفی (عمدتاً گاز) و سهم نسبتاً اندک این نیروگاه‌ها در تولید برق کشور می‌توان گفت از دیدگاه زائدات جامد در مکان سوم قرار دارند [۱۸].

از دیدگاه منبع تولید، مهم‌ترین زائدات جامد و نیمه جامد نیروگاه‌ها را می‌توان به ۴ دسته تقسیم کرد [۱۸]:

- ۱- زائدات مرتبط با احتراق
- ۲- زائدات مرتبط با سیستم گردش و تصفیه آب
- ۳- زائدات مربوط به زباله‌های انسانی
- ۴- زائدات لجن‌های ناشی از تصفیه پساب بهداشتی

زائدات مرتبط با احتراق: خاکستر و زائدات ته‌نشین شده در کف بویلر و محفظه احتراق و یا پیش گرم‌کن‌های هوا و سطوح خارجی اکونومایزر و در صورت وجود سیستم‌های تصفیه دود و غبار ذرات جمع‌آوری شده در فیلترهای الکتروستاتیک، لجن‌های ناشی از سیستم تصفیه گوگرد، دود خروجی از دودکش. همچنین لجن‌های ناشی از ته‌نشینی عناصر و تصفیه پساب‌های شستشوی سطوح خارجی لوله‌های بویلر، پیش گرم‌کن‌های هوا و تمیز کاری بویلر و جامدات ناشی از آگیری این لجن‌ها، این زائدات جامد و نیمه جامد معمولاً حاوی آهن، سدیم، پتاسیم، آلومینیوم، تیتانیوم و تعدادی از عناصر سنگین با توجه به نوع سوخت می‌باشند [۱۸].

زائدات ناشی از سیستم گردش و تصفیه آب: عبارتند از لجن‌ها و رسوبات کلاریفایرهای واحد تصفیه آب، رزین‌های تبادل یونی مستعمل، لجن‌های ناشی از تصفیه و پساب‌های شستشوی شیمیایی سطوح داخلی لوله‌های بویلر، اکونومایزر، سوپرهیترها، چگالنده‌ها و جامدات خشک ناشی از آگیری این رسوبات و لجن‌ها. لجن‌ها و مقادیر کمی از انواع رسوبات کلاریفایرها معمولاً حاوی مواد آهکی، کلسیم، آهن، منیزیم و گاهی آلومینیوم و گاهی آلومینیوم و کمک منعقدکننده‌ها می‌باشند [۱۸].

زائادات مربوط به زباله های انسانی: شامل زایدات فلزی کارگاههای نیروگاه، زایدات الکتریکی، زایدات فلزی، عایقهای آزیست دار، پشم شیشه و زایدات ناشی از سندبلاست تجهیزات می باشد [۱۵].

زائادات لجن های ناشی از تصفیه پساب بهداشتی: عمدتاً حاوی مواد آلی، چربی، روغن و عوامل بیماری‌زا می باشند [۱۵].

۱-۳-۲ - کیفیت لجن‌ها و زائادات جامد و نیمه جامد

با توجه به اینکه زائادات جامد اغلب به طور غیر مستقیم از پساب‌ها به وجود می‌آیند حاوی انواع آلاینده‌های پساب مربوطه خواهند بود. جدول ۱-۱۵ بیانگر انواع آلاینده‌ها و ترکیبات موجود در انواع زائادات جامد و نیمه جامد نیروگاهی می‌باشد.

جدول ۱-۱۵ - انواع آلاینده‌ها و ترکیبات موجود در زائادات نیروگاه‌های فسیلی [۱۸]

ردیف	نوع ماده زائد	انواع آلاینده‌ها و ترکیبات
۱	رسوبات و لجن کلاریفایرها (آبگیری شده و نشده)	pH, TSS (قلیایی)، Al و Fe (در صورت استفاده از سولفات آلومینیوم)، مواد آلی
۲	لجن آبگیری شده و نشده ناشی از شستشوی سطوح خارجی (سمت گاز تجهیزات)	برخی مواد آلی (ترکیبات آلی فرار)، فلزات سنگین و سایر فلزات، هیدروکسیدهای مس، منیزیم، کربنات کلسیم، COD زیاد، pH متغیر
۳	لجن آبگیری شده و نشده ناشی از شستشوی شیمیایی سطوح داخلی تجهیزات (اسید شوئی، قلیا شوئی)	فلزات، pH متغیر، مواد آلی و نیتروژن‌دار، COD زیاد، املاح
۴	لجن آبگیری شده و نشده ناشی از پساب‌ها و زائادات انسانی	جامدات متعلق، چربی و روغن، نیتروژن، فسفر، آهن، اکسید سیلیسیوم، اسیدهای آلی، مواد و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، تخم انگل و سایر عوامل بیماری‌زا
۵	رزین‌های تبادل یونی مستعمل	رزین‌های اسیدی گروه‌های سولفونیک، متیلن سولفونیک، کربوکسیلیک رزین‌های بازی: آمونیوم چهارتایی، آمین‌های نوع اول، دوم و سوم انواع برخی از فلزات

مهم‌ترین عوامل موثر بر کمیت و کیفیت زائدات جامد تولیدی در نیروگاه‌ها عبارتند از: نوع نیروگاه، نوع سوخت، نوع فرآیندهای تصفیه آب مصرفی نیروگاه و نوع تصفیه پساب‌ها و آبیگری ناشی از تصفیه [۱۸].

دفع زائدات جامد نیروگاهی

با توجه به بررسی‌های انجام شده در پروژه اطلس آلودگی نیروگاه‌های کشور که در گروه محیط زیست پژوهشگاه نیرو در سال ۱۳۸۷ انجام شد، میزان زائدات جامد ناشی از احتراق در نیروگاه‌های مازوت سوز ایران مطابق با جدول ۱-۱۶ می‌باشد.

جدول ۱-۱۶ - مشخصات و میزان خاکستر جامد خروجی از نیروگاه‌های مازوت سوز [۱۹]

نام نیروگاه	کل زائدات (۱۳۸۶) Ton/Yr	میزان آلاینده‌ها و فلزات سنگین موجود در خاکستر (Kg/yr)					
		Ni	Cd	Cr	V	Cu	Fe
منتظری	۱۵۰	۰/۰۶۹	۰/۰۰۱۵	۰/۰۶	۶/۱۰۵	۰/۰۲۷	۲۴/۶
مفتح	۸۰	۲/۰۶۴	۰/۰۰۰۸	۰/۱۰۴	۳/۵۵	۰/۰۴۸	۲۳/۱۳۶
نکا	۴۰	۰/۶۸۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۶	۳/۳	۰/۰۸۸	۱۲/۲۳
ایران‌شهر	۲۴۰	۳/۴۸	۰/۰۰۲۴	۰/۱۸	۱۸/۷۲	۰/۰۲۲	۳۰/۹۶
بعثت	۲۷۳	۱/۵۸	۰	۰/۲۰۸	۳/۶۳	۰/۱۵	۹۰/۶۴
تبریز	۶۵	۱/۵۱	۰	۰/۱۰۴	۴/۴۲	۰/۰۳۲	۴۵/۵
رجایی	۱۵۰	۲/۵۰۵	۰/۰۰۱۵	۰/۱۹۵	۹/۹۶	۰/۰۶	۶۰/۴۵
اسلام آباد	۷۰	۰/۳۴۳	۰/۰۰۰۷	۰/۱۴۷	۳/۷۶	۰/۵۶	۵۱/۵۲
شازند	۲۱۰	۰/۳۳۶	۰/۰۰۲۱	۰/۱۰۵	۳/۴۹	۰/۰۰۲۱	۵۷/۵۴
رامین	۶۰	۰/۶	۰/۰۰۰۴	۰/۰۵۵	۲/۷	۰/۰۴۶	۱۸/۶۲
توس	۳۰	۰/۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۲۷	۱/۳	۰/۰۲۳	۹/۳۱
سهند	۵۰	۰/۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۴۵	۲/۲	۰/۰۳۹	۱۵/۵۱
مجموع تولید	۱۴۱۸	۱۴	۰	۱/۳	۶۳/۲	۱/۱	۴۴۰

موارد استفاده مجدد از خاکستر فرار بویلر در نیروگاه‌ها عبارتند از: تثبیت خاک، مصالح ساختمانی سبک، مصالح سقف‌ها، بتون و سیمان پرتلند، کشاورزی، پوشش کنار جاده‌ها و زیر سازی جاده‌ها، ترکیبات پوششی ساخت توپ گلف، واکنش‌گرهای دود، افزودنی به لجن فاضلاب بهداشتی برای بهبودی و احیای خاک به عنوان کود، کاهش واکنش قلیایی در بتون.

میزان تولید لجن حاصل از کلاریفایرهای کشور در نیروگاه‌های مطابق با بررسی‌های انجام گرفته در سال ۱۳۸۶ در گروه محیط زیست پژوهشگاه نیرو، در جدول ۱-۱۷ ارائه شده است

جدول ۱-۱۷- میزان لجن حاصل از کلاریفایرها در نیروگاه‌های کشور [۲۰]

نام نیروگاه	لجن تولیدی Ton/year
لوشان	۱۰۸۱
بیستون	۲۴۹۸
بخاری مشهد	۱۲۵۱
سیکل ترکیبی قم	۷۷
تبریز	۹۸۹
شهید مفتح همدان	۴۰۰۰
منتظر قائم	۱۱۸۷
بعثت	۲۹۷۹
اسلام آباد	۵۸۵۲
شهید منتظری	۱۹۴
زرگان	۲/۴
رامین	۱۴/۵

یکی از مشکلات عمده در نیروگاه‌های بخاری کشور، چگونگی دفع زایدات جامد ناشی از لجن زلال‌سازهای^۱ سختی‌گیر در سیستم پیش تصفیه آب می‌باشد. این معضل خصوصاً در شرایطی که سیستم خنک کن نیروگاه از نوع برج تر با سیکل نیمه باز^۲ و سیستم تصفیه آب بی یون، متشکل از مبدل‌های یونی باشد، عمده خواهد شد. بطوریکه میزان تزریق آهک با توجه به

^۱ Clarifiers

^۲ open recirculating

حجم بالای آب خنک کن مصرفی بسیار بالا بوده و نتیجتاً لجن حاصل از پساب خروجی زلال سازها روزانه حجم عظیمی از زائدات جامد نیروگاهی را تشکیل خواهد داد [۲۰]

حضور لجن با این حجم بالا در محوطه نیروگاه مشکلات زیست محیطی عدیده‌ای ایجاد می‌نماید، لذا روش‌های زیر جهت دفع و مدیریت زائدات جامد قابل اجراست [۲۰]:

- ۱- حمل و تخلیه زائدات جامد در بیابانهای لم یزرع، بطوریکه پراکندگی ماده جامد زبانی بر محیط اطراف وارد نیورد.
 - ۲- دفن در حفره‌های زیرزمینی، که در این صورت باید مسأله تغییر شکل ژئولوژیکی زمین و جلوگیری از آلودگی آبهای زیر زمینی مدنظر قرار گیرد.
 - ۳- تخلیه به آبهای سطحی که باعث صدمه زدن به ماهیها و سایر ارگانسیمهای حیاتی آبی و صدمه به اکوسیستم می‌شود و از نظر زیست محیطی مردود است.
 - ۴- بکارگیری لجن جامد و استفاده مجدد از آن در سایر صنایع و یا تبدیل آن به محصولات ارزشمند.
- باتوجه به موارد فوق، مؤثرترین شیوه برخورد با مشکل زائدات جامد که اخیراً مورد توجه دانشمندان و اکولوژیست‌ها قرار گرفته است، استفاده از آن می‌باشد، زیرا سایر روشها سبب افزایش آلودگی محیط زیست می‌گردد.
- امروزه از پیشرفته‌ترین روشهای تحقیقاتی در ارتباط با انرژی و توسعه پایدار، استفاده از مواد زائد یک واحد به عنوان خوراک و یا سوخت واحدهای دیگر می‌باشد. زیرا با بکارگیری زائدات بعنوان ماده مؤثر، علاوه بر صرفه جویی در مصرف مواد خام مورد نیاز سایر صنایع، مشکلات زیست محیطی زائدات یک صنعت نیز کاهش می‌یابد.
- هیئت وزیران به استناد ماده ۲۲ قانون پسماندها مصوب سال ۱۳۸۳، آیین نامه اجرایی قانون مدیریت پسماندها را تصویب نمود که بر اساس ماده ۳ این آیین نامه، وزارتخانه‌ها موظف به تدوین دستورالعملهای مربوط به دفع، پردازش و بازیافت پسماندها و شیوه‌های تولید و مصرف به نحوی که پسماند کمتری ایجاد شوند می‌باشند. لذا ضرورت توجه به تدوین دستورالعملهای اجرایی استفاده از زائدات تصفیه‌خانه‌های آب نیروگاه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۲۰].

تحقق بخشیدن به این امر به دلیل عدم شناخت ارزش این زایدات و مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن و نیز کمبود اطلاعات عمومی پیرامون بازارهای مصرف، نیازمند تدوین یک چارچوب قانونمند مشتمل بر طبقه بندی کیفی و کمی زایدات و وضعیت فعلی دفع آن، تدوین استاندارد جهت تجمع و دفع زایدات با توجه به کیفیت آنها، بررسی پروسه‌های مورد نیاز جهت مصرف زایدات در صنایع با توجه به کیفیت آنها و بازار مصرف در هر منطقه و پروسه‌های تطبیقی جهت قابل مصرف نمودن زایدات و نهایتاً تدوین دستورالعمل استفاده از زایدات می‌باشد [۲۰].

صنایعی که زائدات جامد کلاریفایرها قابلیت استفاده در آنها را داراست عبارتند از:

الف) استفاده به عنوان پرکننده: صنایع تولید کاغذ، صنایع تولید رنگ، صنایع تولید شیشه، صنایع تولید پلاستیک، صنایع تولید لاستیک، تولید سموم دفع آفات، استفاده از کربنات کلسیم بعنوان اصلاح کننده خاکهای زراعی و کشاورزی، صنایع تولید چسبها و بتونه‌ها، تولید مواد ساختمانی، تهیه داروها و افزودنی‌های خوراکی، استفاده از لجن آهکی تصفیه آب در تولید خاکهای تجاری، کاربرد لجن آهکی در ساخت بستر جاده و استفاده از زایدات تصفیه‌خانه‌های آب در دفن بهداشتی زباله‌های شهری [۲۰].

ب) موارد استفاده به عنوان ماده واکنش دهنده: صنایع سیمان، استفاده از لجن آهکی برای حذف SOx از گاز دودکش نیروگاهها، استفاده از زایدات تصفیه‌خانه‌های آب در خنثی سازی فاضلابها، استفاده از کربنات کلسیم در تولید آهن و در کوره‌های ذوب آهن، استفاده از کربنات کلسیم در فرآیند لبلانک^۱، استفاده از فرآیند سولوی در تولید کربنات کلسیم و بازیابی آهک [۲۰].

۱-۳- ضرورت تدوین سند راهبردی برای کاهش آلاینده‌ها

بدون شک امروزه، با توجه به روند جهانی شدن و شکل‌گیری یک دنیای رقابتی و دائم‌التغییر، تفکر استراتژیک و مدیریت استراتژیک برای تدوین و اجرای برنامه‌های استراتژیک در عرصه‌های مختلف اجتماعی ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است و حتی به عنوان یکی از شاخص‌های توسعه‌یافتگی مورد توجه جوامع، دولت‌ها و نهادهای بین‌المللی قرار گرفته است. با نگاهی اجمالی به سیر تحول در کشورهای مختلف، به ویژه در کشورهایی که در دهه‌های اخیر از رشد و توسعه چشمگیری برخوردار بوده‌اند، جایگاه و نقش برنامه‌های استراتژیک در پیشرفت آنها کاملاً مبرهن می‌باشد.

¹ Leblank Process

بررسی، مطالعه و شناسایی نیازها، مسائل و تنگناهای توسعه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی کشور، اولین گام مثبت به سوی توسعه و پیشرفت است. سطح نازل کمی و کیفی تولیدات کشور، وابستگی یک جانبه اقتصادی و حیات اجتماعی کشور به درآمدهای نفتی، ترکیب جمعیتی جوان و معضل بیکاری، نوسان در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی‌های کلان و تخریب بی رویه منابع طبیعی و از دست دادن ذخیره‌گاه‌های زیست‌محیطی و کیفیت محیط‌زیست برخی از وجوه مهم تنگناهای کشور را تشکیل می‌دهد.

دستیابی به شناخت علمی در خصوص روند توسعه کشور در حوزه‌ها و شاخه‌های مختلف و تعیین چالش‌ها و اولویت قطعاً می‌تواند در پی ریزی و ترسیم افق‌های آتی و تحقق اهداف ملی و دستیابی به اهداف سند چشم‌انداز بیست ساله موثرتر باشند.

توجه به ابعاد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی توسعه جامعه و ایجاد هماهنگی و همسویی بین این ابعاد، بنیادی‌ترین رکن برنامه‌ریزی در رسیدن به توسعه پایدار و اهداف سند چشم‌انداز بیست ساله کشور می‌باشد. توسعه اقتصادی پایدار کشور مرهون بهره‌برداری مناسب از امکانات آب، خاک، منابع طبیعی و ظرفیت‌های موجود نیروی انسانی و به عبارتی حفاظت از محیط‌زیست است. لذا لازم است ایران با تاکید بر حفظ محیط‌زیست، گام‌های مستحکم خود را در جهت نیل به اهداف توسعه پایدار که در واقع همان اهداف چشم‌انداز بلندمدت و بیست ساله کشور است بردارد.

در این راستا تاملی بر تجارب سایر کشورها و همچنین بهره‌گیری از شاخص‌ها و روش‌های پیشرفته جهانی مبتنی بر امکانات و فعالیت‌های عملی امری گریزناپذیر است که می‌تواند ما را در تعیین اولویت‌های راهبردی، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی برای نیل به اهداف کلان و توسعه پایدار کشور مساعدت نماید. حفاظت محیط‌زیست باید در طراحی استراتژی و سیاست‌های مربوط به بخش‌های برنامه‌ریزی شهری، صنعت، کشاورزی، حمل و نقل، انرژی و انتخاب فناوری نیز فعالانه مداخله داشته باشد. از جمله مسائل حفاظت محیط‌زیست که باید در برنامه‌ریزی ملی مورد توجه قرار گیرد می‌توان به برخورد با انواع آلودگی‌های محیط شامل آلودگی‌های آب، خاک، هوا، صوت، پرتوایی و مانند آن‌ها اشاره کرد.

به‌رغم حقیقت فوق، پژوهش‌ها و شاخص‌های جهانی حاکی از این است که کشور در بخش عملکرد زیست‌محیطی که از ارکان نیل به توسعه پایدار است، توفیق لازم را کسب نکرده است. گزارش تحقیقات بین‌المللی دانشگاه ییل، دانشگاه کلمبیا، مجمع

جهانی اقتصاد و مرکز تحقیقات مشترک اتحادیه اروپا که تحت عنوان شاخص جهانی عملکرد زیست‌محیطی^۱ EPI در ژانویه ۲۰۰۸ در مجمع جهانی اقتصاد در داووس منتشر شده است، نشان می‌دهد که رتبه ایران در میان ۱۴۹ کشور جهان در مقایسه با سال ۲۰۰۶ میلادی (با رتبه ۵۳) با ۱۴ پله نزول به رتبه ۶۷ رسیده است.

شاخص عملکرد زیست‌محیطی، اهداف گسترده و قابل دسترسی برای بهبود عملکرد محیط‌زیستی را مورد توجه قرار داده و ارزیابی می‌کند که هر یک از کشورهای جهان تا چه میزان به این اهداف نزدیک شده‌اند. این شاخص به عنوان یک عامل کمی در کنترل آلودگی‌ها و پیامدهای مدیریت منابع طبیعی، ابزار قدرتمندی را برای بهبود مدیریت، سیاست‌گذاری، تصمیم‌گیری‌های و تعیین راهبردهای محیط‌زیستی تر فراهم می‌کند.

به طور کلی آلاینده‌های مختلفی در نقاط مختلف کشور تولید می‌شوند که نیاز به یک مدیریت گسترده در کل کشور برای شناسایی و کنترل آن‌ها می‌باشد. این مدیریت گسترده خود نیازمند تصویب بودجه مشخص، منظم و همچنین تهیه نقشه راه در افق آینده می‌باشد. بنابراین نیاز به مدیریت یکپارچه کلیه موارد فوق، ضرورت تدوین سند راهبردی را نمایان می‌کند. از این رو تدوین سند راهبردی برای مدیریت آلاینده‌ها که در حقیقت بخشی از حفاظت محیط‌زیست می‌باشد، امری اجتناب ناپذیر می‌باشد.

قابل ذکر است که کاهش آلاینده‌های صنعت برق به روشهای دیگر نیز میسر است. یعنی از طریق کاهش مصرف برق (بهینه سازی مصرف) و استفاده از انرژیهای تجدید پذیر در تولید برق.

با توجه به اینکه پروژه‌های مشابهی در پژوهشگاه نیرو برای تهیه سند در زمینه بهینه سازی مصرف و انرژیهای تجدید پذیر در دست انجام است، این موارد در شمول این پروژه نمی‌باشد و در سندهای خاص به این موضوعات پرداخته می‌شود [۲۵،۲۴،۲۳،۲۲،۲۱].

¹ Environmental Performance Index

فصل دوم: تبیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات سند

سیستم، یک مفهوم نظری قابل پیاده‌سازی در زمینه‌های کاربردی مختلف است. بر این اساس، تعریف سیستم در هر زمینه کاربردی، از جمله در فرآیند تدوین اسناد ملی توسعه فناوری ضروری است. بر این اساس لازم است تا در قالب تعریف توسعه فناوری، به تعیین سطح تحلیل، افق زمانی برنامه‌ریزی و مرزبندی نظام اجتماعی-فنی مورد مطالعه پرداخته شود. سطح تحلیل مشخص می‌کند اندازه مجاز حوزه اثر و سطح تأثیرگذاری بر محیط (منطقه‌ای، ملی، فراملی) چقدر است. افق برنامه‌ریزی معین‌کننده بازه زمانی مورد انتظار برای رسیدن به چشم‌انداز و تحقق اهداف توسعه فناوری است. مرزبندی نظام اجتماعی فنی هم باعث می‌گردد تا سیستم از محیط اطراف خود جدا شده و تحلیل از قابلیت کنترل بالاتری در ارائه نتایج برخوردار باشد. این سه گام در روش‌شناسی پیشنهادی در قالب شناخت ابعاد موضوع و محدوده مطالعات سند به انجام می‌رسد. اهمیت تعیین سطح تحلیل، افق برنامه‌ریزی و مرزبندی سیستم از این جهت است که مانند تمام مؤلفه‌های مبانی سند، نتیجه آن بر خروجی مؤلفه‌های بعدی اثرگذار بوده و دشواری آن نیز بدین دلیل است که روش مشخص و مدونی برای آن وجود ندارد. بنابراین در این قسمت سعی می‌شود تا مشخص کردن ابعاد و زوایای مختلف از توسعه فناوری، به شناخت ابعاد موضوع و محدوده مطالعات سند کمک شود.

۲-۱- سطح تحلیل

با توجه به تأثیرگذاری فناوری و نوآوری فناورانه در ابعاد مختلف جامعه، تصمیم‌گیری راهبردی را می‌توان در سطوح مختلفی به انجام رساند. این سطوح را می‌توان در قالب جغرافیایی به سه سطح منطقه‌ای، ملی و فراملی تقسیم نمود. سطح منطقه‌ای به تصمیم‌گیری در مورد ملی با پتانسیل از لحاظ ایجاد کسب و کارهای دانش‌بنیان می‌پردازد (مانند خوشه‌های صنعتی و قطب-های فناورانه). سطح ملی بیان‌گر تصمیمات دولت‌ها در توسعه اقتصادی مرتبط بخش‌ها و فناوری‌های موجود در یک کشور است. سطح فراملی نیز بیانگر همکاری‌های بین‌المللی در برنامه‌ریزی برای توسعه محصولات و فناوری‌ها است. با توجه به اینکه این سند در رابطه با کاهش آلاینده‌ها در نیروگاه‌های تولید برق در کشور می‌پردازد، از این منظر این سند ملی است.

از بعد دیگر (فرای جغرافیا)، اسناد راهبردی می‌تواند در سطوح بخشی نیز تدوین گردد. سطح بخشی به تعیین سیاست و تدوین راهبرد در حوزه‌ی یک صنعت خاص (مشمول بر فناوری‌ها آن) می‌پردازد. از این منظر نیز در این سند به تدوین راهبردها جهت کاهش آلاینده‌های نیروگاه‌های بزرگ تولید برق در کشور پرداخته می‌شود.

پیش از شروع هر گام دیگر در تدوین اسناد ملی، لازم است تا وضعیت سطح تحلیل در هر دو بعد (جغرافیا و تخصص) تعیین گردد. مشخص شدن این سطح در تعیین اندازه‌های سیستم تحت مطالعه و انتخاب نوع ابزارهای سیاست‌گذاری و تدوین راهبرد مؤثر خواهد بود.

۲-۲-۲- افق زمانی تحلیل

ماهیت اسناد راهبردی با در نظرگیری افق‌های برنامه‌ریزی فراتر از زمان حال برای اقدامات و فعالیت‌ها معنی پیدا می‌کند. دلیل برنامه‌ریزی آینده و افق‌های برنامه‌ریزی بلندمدت در اسناد راهبردی، در نظر گرفتن روندهای آتی، اتفاقات ممکن، و تغییرات احتمالی است که بر نحوه توسعه فناوری و فرآیند تصمیم‌گیری اثرگذار است. در نظرگیری این افق‌های بلندمدت امکان انجام رفتار فعالانه در توسعه فناوری را مهیا می‌نماید.

در عمل، معمولاً تفاوت زیادی میان افق‌های برنامه‌ریزی تعیین شده در موردهای مختلف وجود دارد. این اختلاف‌ها معمولاً به-دلیل تفاوت موضوعات مورد بحث و فاکتورهای اثرگذار بر توسعه سیستم مورد مطالعه است. افق برنامه‌ریزی می‌تواند بلندمدت ۱۵ تا ۲۵ ساله، میان‌مدت ۵ - ۱۵ ساله و یا کوتاه‌مدت ۱ - ۵ ساله باشد. عمدتاً افق برنامه‌ریزی در اسناد ملی توسعه فناوری‌های راهبردی می‌تواند بلندمدت یا میان‌مدت باشد که معمولاً در فاصله‌های ۵ ساله مورد ارزیابی و بازنگری قرار می‌گیرند. در این سند افق برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت ۳ ساله (سال ۱۳۹۶)، افق برنامه‌ریزی میان‌مدت ۷ ساله (سال ۱۴۰۰) و بلندمدت ۱۱ ساله (سال ۱۴۰۴) می‌باشد.

۲-۳- مرزبندی فنی

با تعریف نظام‌های توسعه فناوری به‌عنوان شبکه‌ای از عوامل متعامل^۱ در یک حوزه‌ی فناورانه و اثرگذار در فرآیند تولید، انتشار و بهره‌برداری نوآوری، سطوح مختلف تحلیلی برای این سیستم می‌توان در نظر گرفت. بر این اساس، توسعه فناوری را می‌توان

در سه واحد تحلیل فناوری به معنای یک حوزه‌ی دانشی، محصول، و مجموعه‌ای از محصولات مرتبط به هم و با هدف برآوردن کارکردی خاص مورد بررسی قرار داد. انتخاب سطح تحلیل بر شناسایی اجزای درون سیستم و تحلیل‌های آتی اثرگذار خواهد بود. در این سند توسعه فناوری در سطح تحلیل مجموعه‌ای از محصولات مرتبط به هم و با هدف برآوردن کارکردی خاص مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۲-۴- مرزبندی ساختاری

مرزبندی ساختاری برای جدایی سیستم از محیط و تشخیص عوامل داخلی اثرگذار بر توسعه فناوری از عوامل خارجی آن ضروری است. هر سیستم از مؤلفه‌ها و روابط مختلفی تشکیل شده است. مرزبندی ساختاری با این فرض که تعاملات میان اجزای سیستم قوی‌تر از تعاملات موجود با محیط است، به شناسایی اجزای ساختاری درون یک سیستم می‌پردازد. با داشتن نگاهی سیستمی، نظام توسعه فناوری از چهار جزء کنش‌گران^۱، نهادها^۲، شبکه‌ها^۳ و فناوری‌ها^۴ تشکیل شده است.

۲-۴-۱- کنش‌گران

کنش‌گران یکی از سه مؤلفه‌ی ساختاری در توسعه فناوری می‌باشد که با انجام فعالیت، بر فرآیند خلق، انتشار و بهره‌برداری از نوآوری اثر می‌گذارد. در توسعه فناوری، کنش‌گر را می‌توان مترادف با ذینفع در برنامه‌ریزی راهبرد سازمانی قلمداد نمود. بر این اساس کنش‌گر، عبارت است از فرد، گروه و یا سازمانی که می‌تواند بر ورودی‌ها (منابع) و یا برون‌دادهای یک سیستم تأثیر بگذارد و یا از خروجی‌ها و برون‌دادهای آن (خدمات، محصولات، پیامدها و ...) تأثیر پذیرد. کنش‌گران یک سیستم به دو دسته کلی کنش‌گران داخلی و کنش‌گران خارجی تقسیم می‌شوند.

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

1 Actors
2 Institutions
3 Networks
4 Technologies

سیستم مشخص نمود و در درجه دوم نیز آترناتیوهای ساختاری را شناسایی کرد که منجر به ایجاد عملکرد بالا در سیستم می‌شود.

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.

در این بخش به بررسی نهادهای حاکمیتی و دولتی و مراکز پژوهشی و دانشگاهی که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم در بخش کاهش آلاینده‌ها نقشی را ایفا می‌کنند، آورده شده است و با توجه به الگوهای که در فصل قبل به تفصیل بحث گردید، بازیگران این حوزه به صورت زیر شناسایی و طبقه‌بندی شدند.

در جدول ۱-۲ به نهادهای حاکمیتی و دولتی که توسط الگوی Triple Helix در بخش کاهش آلاینده‌های کشور شناسایی شده‌اند، اشاره می‌گردد.

جدول ۱-۲ نهادهای حاکمیتی بخش کاهش آلاینده‌ها

<ul style="list-style-type: none"> • وزارت صنایع • وزارت نفت • شرکت توانیر • کمیسیون امور زیربنایی، صنعت و محیط زیست 	<ul style="list-style-type: none"> • مجمع تشخیص مصلحت نظام • مجلس • معاونت علمی فناوری ریاست جمهوری • وزارت نیرو • سازمان حفاظت محیط‌زیست
--	--

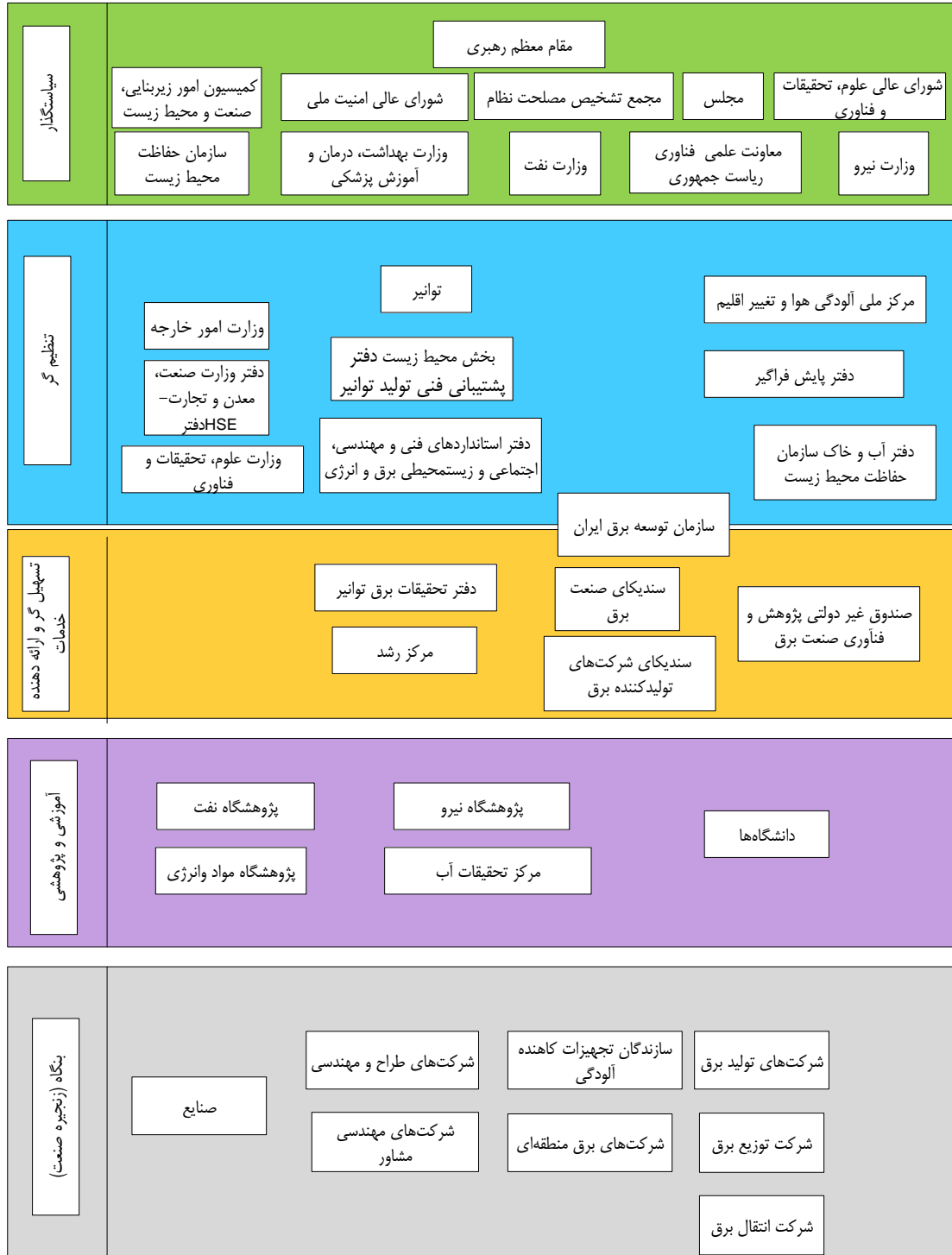
همچنین مراکز پژوهشی و دانشگاهی شناسایی شده توسط الگوی Triple Helix به صورت زیر است. در جدول ۲-۲ بازیگران شامل پژوهشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و ... که نقش پژوهشی در بخش کاهش آلاینده‌ها دارند، آورده شده است.

^۱ Snowball Method

جدول ۲-۲ مراکز پژوهشی بخش کاهش آلاینده‌ها

<ul style="list-style-type: none">• دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران• دانشکده عمران دانشگاه شریف• دانشکده انرژی دانشگاه شریف• دانشکده عمران دانشگاه شهید عباسپور• دانشکده عمران دانشگاه علم و صنعت	<ul style="list-style-type: none">• پژوهشگاه نیرو• پژوهشگاه مواد و انرژی• مرکز تحقیقات آب• پژوهشگاه نفت
---	--

حال با توجه به این الگوها مراکز شناسایی شده به صورت شکل ۲-۱ طبقه‌بندی می‌گردد.



شکل ۱-۲ مراکز شناسایی شده توسط الگوی Triple Helix

در ادامه به بررسی تفصیلی هر یک از این نهادها و سازمان‌ها و مؤسسات شناسایی شده پرداخته می‌شود و نقش هر یک را در کاهش آلاینده‌ها و صنعت آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲-۴-۱-۱- نهادهای سیاست‌گذاری

در این بخش به بررسی نهادهای سیاست‌گذاری که به صورت مستقیم و یا غیرمستقیم در بخش کاهش آلاینده‌ها نقشی را ایفا می‌کنند و اقداماتی را که این سازمان‌ها در زمینه کاهش آلاینده‌ها انجام داده‌اند، پرداخته می‌شود. همچنین این اقدامات مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

۲-۴-۱-۱-۱- مجمع تشخیص مصلحت نظام

قانون وظیفه تعیین اعضای آن را به عهده مقام رهبری گذاشته است. در سال ۱۳۶۸ و در جریان بازنگری قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، این مجمع رسماً به صورت یکی از نهادهای رسمی کشور درآمد و وظیفه اصلی آن حل اختلاف بین مجلس شورای اسلامی و شورای نگهبان است.

وظایف مجمع تشخیص مصلحت نظام

مجمع تشخیص مصلحت نظام، مسئولیت تصمیم‌گیری در سیاست‌های کلان داخلی و خارجی ایران و حل اختلاف میان قوای سه‌گانه را برعهده دارد و همچنین ناظر بر فعالیتهای آنان است. این مجمع، وظیفه تدوین برنامه چشم‌انداز ۲۰ ساله (از ۱۳۸۴ تا ۱۴۰۴) و نظارت بر اجرای آن را برعهده دارد. همچنین از سال ۱۳۸۵ رهبر جمهوری اسلامی، اختیار نظارت بر عملکرد قوای سه‌گانه را که از اختیارات رهبر است، به این مجمع واگذار کرد.

مرکز تحقیقات استراتژیک مجمع تشخیص مصلحت نظام

مرکز تحقیقات استراتژیک با هدف تدوین و تنظیم استراتژی برای جمهوری اسلامی ایران در ابعاد گوناگون، در سال ۱۳۸۶ تشکیل گردید. وظیفه این مرکز انجام مطالعات استراتژیک در زمینه‌های مختلف بین‌المللی، سیاسی، اقتصادی، حقوقی، فرهنگی و اجتماعی می‌باشد.

این مرکز تا سال ۱۳۷۶ در زمره یکی از مؤسسات تابعه نهاد ریاست جمهوری قرار داشت، اما در این سال بر اساس مصوبه شورای عالی اداری از نهاد ریاست جمهوری منتزع گردید و به‌عنوان بخش تحقیقاتی مجمع تشخیص مصلحت نظام به آن پیوست. در این راستا انجام مطالعه و تحقیق پیرامون آن دسته از موضوعاتی که بر اساس قانون در حیطه وظایف مجمع تشخیص مصلحت نظام قرار دارد (تدوین سیاست‌های کلان نظام، ارائه مشاوره به رهبری، بازنگری احتمالی قانون اساسی، ارائه راه‌حل در زمینه معضلات کلان و موضوعات مورد اختلاف میان نهادهای قانونی و...) بر عهده این مرکز قرار گرفت. با توجه به اینکه مجمع تشخیص مصلحت نظام در جهت تدوین استراتژی کلی نظام عمل می‌نماید، لذا فعالیت‌های پژوهشی مرکز نیز عمدتاً ماهیتی استراتژیک دارند.

مرکز تحقیقات استراتژیک بخش قابل ملاحظه‌ای از نتایج تحقیقات خود را برای مسئولان عالی رتبه کشور ارائه می‌کند و برخی را نیز به‌صورت کتاب منتشر می‌سازد. علاوه بر آن، نشریه "راهبرد" فصلنامه مرکز تحقیقات استراتژیک نیز بخش دیگری از نتایج تحقیقی را در قالب مقالات منتشر می‌کند. [۴]

مرکز تحقیقات استراتژیک دارای شش معاونت به شرح ذیل می‌باشد:

- معاونت پژوهش‌های سیاست خارجی
- معاونت پژوهش‌های روابط بین‌الملل
- معاونت پژوهش‌های اقتصادی
- معاونت پژوهش‌های فرهنگی و اجتماعی
- معاونت پژوهش‌های فقهی و حقوقی
- معاونت اجرایی و اطلاع‌رسانی

***وظیفه این مرکز انجام مطالعات استراتژیک در زمینه‌های مختلف بین‌المللی، سیاسی، اقتصادی، حقوقی، فرهنگی و اجتماعی می‌باشد. به علاوه مجمع تشخیص دارای کمیته خاص محیط‌زیست است و می‌تواند در راستای کاهش آلودگی کشور سیاست‌های مناسبی را برای دستگاه‌های مختلف تعیین نماید.

شورای عالی امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران، شورایی است که به منظور تأمین منافع ملی و پاسداری از انقلاب ایران و تمامیت ارضی کشور و حاکمیت ملی به ریاست رئیس‌جمهور ایران تشکیل می‌گردد. این شورا مهم‌ترین وزنه تصمیم‌گیری در سیاست خارجی و امنیتی ایران محسوب می‌شود. اعضای این شورا را مقامات عالی‌رتبه سیاسی، نظامی و اطلاعاتی ایران تشکیل می‌دهند. دبیر شورای عالی امنیت ملی با انتخاب مستقیم رئیس‌جمهور تعیین می‌شود و مسئولیت اداره دبیرخانه و نظارت بر اجرای صحیح تصمیمات و مصوبات شورا و امور اداری و اجرایی شورا را بر عهده دارد. بر اساس اصل ۱۷۶ قانون اساسی ایران، وظایف این شورا عبارتند از:

- تعیین سیاست‌های دفاعی-امنیتی کشور، در محدوده سیاست‌های کلی تعیین شده از طرف رهبری
 - هماهنگ نمودن فعالیت‌های سیاسی، اطلاعاتی، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی در ارتباط با تدابیر کلی دفاعی-امنیتی
 - بهره‌گیری از امکانات مادی و معنوی کشور برای مقابله با تهدیدهای داخلی و خارجی
- حدود اختیارات و وظایف شوراهای فرعی را قانون معین می‌کند و تشکیلات آنها به تصویب شورای عالی می‌رسد. مصوبات شورای عالی امنیت ملی پس از تأیید رهبری قابل اجراست.
- ***از آنجایی که آلودگی محیط‌زیست می‌تواند به‌عنوان یک تهدید داخلی یا خارجی مطرح شود بنابراین شورای عالی امنیت ملی امکان ورود به این حیطة را با هدف کاستن از تهدید دارد.

۲-۴-۱-۱-۳- مجلس

مجلس در نظام جمهوری اسلامی ایران از اهمیت ویژه و والایی برخوردار بوده و محور بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها، قانون‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها است و چراغ هدایت دولت و ملت را به دست دارد. مجلس پایگاه اساسی نظام و مردم و مایه حضور و مشارکت واقعی مردم در تصمیم‌گیری‌ها و مظهر اراده ملی است. با توجه به نقش مؤثر و مهم مجلس در نظام کشور، وظایف عمده مجلس در دو بخش خلاصه می‌گردد:

- قانون‌گذاری
- نظارت

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

مرکز پژوهش‌های مجلس

از اواخر سال ۱۳۷۱ به دستور هیأت رئیسه محترم مجلس، نهادی مستقل، دائمی و سازمان‌یافته به نام «مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی» برای ارائه خدمات مستمر کارشناسی و مطالعاتی در کنار مجلس قرار گرفت. مراحل قانونی تأسیس این مرکز در پاییز سال ۱۳۷۴ به انجام رسید.

اهداف و شرح وظایف

- مطالعه، بررسی و ارائه نظرهای کارشناسی بر روی تمام طرح‌ها و لوایح
- گردآوری، نقد و تنظیم نظرهای محققان و پژوهشگران مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی، دستگاه‌های اجرایی، نهادهای گروه‌ها و احزاب سیاسی و افکار عمومی در مورد نیازهای جامعه

۲-۴-۱-۱-۴- وزارت نیرو

لایحه قانون تأسیس وزارت آب و برق مصوب بیست و ششم اسفند ۱۳۴۲ در واقع نقطه پایانی به تمامی سرگردان‌هایی بود که هم مصرف‌کنندگان آب و برق داشتند و هم شرکت‌هایی که در این زمینه فعالیت می‌کردند.

وزارت آب و برق از سازمان آب تهران، بنگاه برق تهران، بنگاه مستقل آبیاری، اداره کل لوله‌کشی آب تهران، آب و برق خوزستان، آب و برق کرج و اداره حفاظت از تاسیسات سدهای لار و لتیان و یا سایر سازمان‌های دولتی که برای احداث و بهره‌برداری از سدها و منابع آب و برق کشور به وجود آمده بودند؛ تشکیل شد. به این وسیله هم مصرف‌کنندگان آب و برق و هم شرکت‌ها و سازمان‌های متولی این دو صنعت صاحب یک وزارتخانه با شرح وظایف مشخص شدند.

قانون تأسیس وزارت نیرو در بیست و هشتم بهمن ۱۳۵۳ به تصویب رسید که هدف آن حداکثر استفاده از منابع انرژی و آب کشور و همچنین تهیه و تأمین انرژی و آب برای انواع مصارف عمومی شهروندان عنوان شد.

با تاسیس وزارت نیرو تمامی اختیارات وزارت آب و برق به وزارت نیرو منتقل شد و حتی بر اساس ماده ۹ این قانون سازمان انرژی اتمی ایران از سازمان‌های زیرمجموعه وزارت نیرو محسوب شد و در اصلاح ماده ۱ قانون وزارت نیرو در بیستم اردیبهشت ۱۳۵۷، احداث، تکمیل و بهره‌برداری از نیروگاه‌های اتمی نیز از وظایف اصلی وزارت نیرو تلقی شد. بر اساس ماده ۸ این قانون شرکت ملی نفت ایران نیز موظف شد که برنامه‌های تولید، پالایش و توزیع نفت و گاز را در اختیار وزارت نیرو قرار دهد. هرچند پس از پیروزی انقلاب اسلامی و توجه به توسعه و ضرورت استفاده گسترده از انرژی اتمی، «سازمان انرژی اتمی» مستقل و از وزارت نیرو منفک شد. مهم‌ترین وظیفه وزارت نیروی ایران در بخش برق عبارتند از:

- سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، اجرا و توسعه طرح‌های تولید، انتقال و توزیع انرژی برق در شهرها و روستاهای سراسر کشور
- بررسی و تدوین پیشنهادهای لازم در زمینه راهبردها، سیاست‌ها، برنامه‌ها، قوانین و آیین‌نامه‌های صنعت برق و تعرفه‌های بهای مصرف و اشتراک برق به طور سالیانه جهت ارائه به دولت و مجلس و اجرای آنها
- برنامه‌ریزی جهت انجام طرح‌های تحقیقاتی و پژوهشی مرتبط با فعالیت شرکت و هماهنگی و برنامه‌ریزی آموزشی به منظور ارتقاء سطح علمی کارکنان صنعت برق کشور
- جذب سرمایه‌های داخلی و خارجی و ایجاد زمینه‌های لازم برای مشارکت بخش خصوصی در اجرای طرح‌های تولید و انتقال برق در سراسر کشور.
- عضویت در کمیته و کنوانسیون‌های جهانی انرژی و کسب و تبادل اطلاعات لازم به منظور استاندارد کردن و ارتقا فعالیت‌های صنعت برق کشور
- هدفمند کردن میزان مصرف برق و یارانه‌ها برابر استانداردهای جهانی
- سیاست‌گذاری، نظارت و هماهنگی بین شرکت‌های زیرمجموعه به منظور اجرای به موقع طرح‌های برق در راستای پیشبرد اهداف کلان صنعت برق کشور

*** وزارت نیرو به‌عنوان یک نهاد مسئول در زمینه تولید، انتقال و توزیع برق در کشور به موضوعات سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، اجرا و توسعه طرح‌ها مشغول است و بحث توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها نیز در این محدوده است.

۲-۴-۱-۱-۵- وزارت نفت

صنعت نفت به‌عنوان پیشران اقتصاد کشور دارای جایگاه ویژه‌ای است که داشتن نقش اساسی در تحقق اهداف کلان اقتصاد ملی در افق چشم‌انداز ۲۰ ساله، موتور محرکه اقتصاد ملی، پیشبرد دیپلماسی اقتصادی جمهوری اسلامی ایران و تضمین امنیت ملی کشور از طریق توسعه همکاری‌ها و تعاملات منطقه‌ای و بین‌المللی از آن جمله است. ضمن آنکه سهم ۲۸ درصدی در تولید ناخالص داخلی کشور، سهم ۸۴ درصدی از درآمد ارزی کشور، سهم بیش از ۹۵ درصدی در تأمین انرژی اولیه موردنیاز کشور غیرقابل انکار است.

چشم‌انداز صنعت نفت و گاز ایران در افق ۱۴۰۴

- کاهش شدت انرژی کشور به کمتر از ۰,۳ (معادل تن نفت خام به ازای هزار دلار تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۲۰۰۰)
 - حفظ جایگاه ظرفیت دومین تولیدکننده نفت خام در اوپک که مستلزم حفظ فاصله مناسب از نظر ایجاد ظرفیت تولید با سایر رقبای این جایگاه می‌باشد.
 - دستیابی به جایگاه دوم جهانی در ظرفیت تولید گاز طبیعی با توجه به ضرورت استفاده از مخازن مشترک.
 - دستیابی به جایگاه اول منطقه به لحاظ ظرفیت پالایشی به‌منظور ایجاد بالاترین ارزش‌افزوده از منابع هیدروکربوری کشور.
 - دستیابی به جایگاه اول منطقه از لحاظ ارزش تولید مواد و کالاهای پتروشیمیایی به‌منظور ایجاد بالاترین ارزش‌افزوده از منابع هیدروکربوری کشور.
 - نیل به جایگاه اول فناوری نفت و گاز در منطقه.
- *** وزارت نفت به‌عنوان تنها تأمین‌کننده سوخت برای نیروگاه‌ها و صنایع، دارای نقش اساسی در کاهش آلودگی نیروگاه‌ها از مبدأ است. چون این وزارتخانه قادر خواهد بود با کاستن از آلاینده‌گی سوخت حین فرآیندهای پالایش نفت و گاز، سوخت پاک‌تری را در اختیار وزارت نیرو قرار دهد.

۲-۴-۱-۱-۶- سازمان حفاظت محیط‌زیست

در سال ۱۳۵۰ نام سازمان شکاربانی و نظارت بر صید به سازمان حفاظت محیط‌زیست و نام شورای عالی شکاربانی و نظارت بر صید به شورای عالی حفاظت محیط‌زیست تبدیل شد و امور زیست‌محیطی از جمله پیشگیری از اقدام‌های زیان‌بار برای تعادل و تناسب محیط‌زیست نیز به اختیارات قبلی آن افزوده شد.

در سال ۱۳۵۳ پس از برپایی اجلاس جهانی محیط‌زیست در استکهلم و با تصویب قانون حفاظت و بهسازی محیط‌زیست در ماده ۲۱، این سازمان از اختیارات قانونی تازه‌ای برخوردار شد و از نظر تشکیلاتی نیز تا اندازه‌ای از ابعاد و کیفیت سازگار با ضرورت‌های برنامه‌های رشد و توسعه برخوردار شد.

مهم‌ترین اهداف سازمان به ترتیب اهمیت عبارتند از:

۱- تحقق اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران به‌منظور حفاظت از محیط‌زیست و تضمین بهره‌مندی درست و مستمر از محیط‌زیست و همسو با توسعه پایدار.

۲- پیش‌گیری و ممانعت از تخریب و آلودگی محیط‌زیست.

۳- حفاظت از تنوع‌زیستی کشور، وسعت بخشیدن به منابع طبیعی.

وظایف اساسی

- مطالعه عوامل مخرب و آلاینده‌های مختلف محیط‌زیست
- به‌کارگیری فن‌آوری‌های سازگار با محیط‌زیست و ارائه دستورالعمل‌های زیست‌محیطی برای مکان‌یابی محل استقرار واحدهای صنعتی بزرگ، کشاورزی و سکونت‌گاه‌های انسانی
- شناسایی و تعیین زیستگاه‌های بحرانی با ارزش زیست‌بومی بالا
- گسترش همکاری‌های منطقه‌ای و بین‌المللی در زمینه محیط‌زیست
- تهیه و تدوین ضوابط و استانداردهای زیست‌محیطی برای مدیریت و بهره‌برداری از منابع آب، خاک، هوا، مدیریت پسماندها و زباله‌های شهری، روستایی، صنعتی و کشاورزی، کنترل دخالت در اکوسیستم‌ها برحسب ظرفیت‌های طبیعی آنها
- گسترش آگاهی زیست‌محیطی

- جمع‌آوری، نگهداری و نمایش گونه‌های گیاهی و جانوری از طریق ایجاد موزه‌ها و نمایشگاه‌های مختلف
 - اعمال نظارت و دخالت قانونی برای پیشگیری و منع ورود آلاینده‌ها به منابع زیست‌محیطی
- *** تأکید این سازمان بر به‌کارگیری فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست و نیز نظارت برای پیشگیری از ورود آلاینده‌ها به منابع پذیرنده نشان‌دهنده نقش سیاست‌گذاری و نظارتی بر تمامی صنایع بخصوص نیروگاه‌ها دارد.

۲-۴-۱-۱-۷- معاونت علمی فناوری ریاست جمهوری

این معاونت به‌منظور کمک به توسعه همکاری‌ها در زمینه فناوری‌های نوین مشغول به فعالیت می‌باشد. با توجه به تأثیر فناوری در رشد اقتصادی و ایجاد تحول در تأمین معاش و ارتقای زندگی انسانی، معاونت مذکور به توسعه فناوری‌های نوین در راستای توسعه اقتصاد دانش‌بنیان کمک می‌نماید.

اهداف:

- ارتقای اقتدار ملی، تولید ثروت و افزایش کیفیت زندگی مردم از طریق افزایش توانمندی‌های فناوری و نوآوری در کشور
- ارتقای «نظام ملی نوآوری» و تکمیل مؤلفه‌ها و حلقه‌های آن
- توسعه «اقتصاد دانش‌بنیان» از طریق هماهنگی و هم‌افزایی بین‌بخشی و بین‌دستگاهی
- ارتقای ارتباط «دانش» با «صنعت» و «جامعه» و تسهیل تبادلات بین بخش‌های عرضه و تقاضای فناوری و نوآوری
- تجاری‌سازی دستاوردهای فناوری و نوآوری و توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان
- توسعه فناوری‌های راهبردی و اولویت‌دار ملی مصرح در نقشه جامع علمی کشور
- اعتلای ارتباطات بین‌المللی علمی، فناوری و نوآوری و توسعه دیپلماسی علمی و فناوری

وظایف اساسی:

- برنامه‌ریزی، هماهنگی بین‌بخشی و هم‌افزایی در «نظام ملی نوآوری» در جهت تحقق اقتصاد دانش‌بنیان
- هماهنگی و هم‌افزایی بین برنامه‌های توسعه کشور و سیاست‌های کلان توسعه علم و فناوری کشور

- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی تأمین منابع مالی در نظام علم، فناوری و نوآوری کشور
 - هدفمندسازی، هدایت و توسعه پژوهش‌های کاربردی، تقاضامحور و مأموریت‌گرا و کمک به تجاری‌سازی نتایج آنها
 - توسعه فناوری، تقویت فرآیند تجاری‌سازی و حمایت از مؤسسات و شرکت‌های دانش‌بنیان و شرکت‌های طراحی مهندسی
 - حمایت از گسترش فعالیت تحقیق و توسعه در کشور و ارتقای توان «مدیریت فناوری» در شرکت‌های دانش‌بنیان
 - آینده‌نگاری و رصد فناوری، توسعه مراکز اطلاع‌رسانی فناوری و ایجاد و ساماندهی فن‌بازارهای عمومی و تخصصی
 - حمایت از ایجاد و تقویت زیرساخت‌های علمی، فناوری و نوآوری
 - ارتقای کارآفرینی فناورانه و بهبود فضای کسب‌وکار دانش‌بنیان و هدایت سرمایه‌های کشور جهت تولید کالاها و خدمات دانش‌بنیان توسعه‌ساز و کارهای سرمایه‌گذاری خطرپذیر و تأمین مالی لازم در اقتصاد دانش‌بنیان
 - کمک به ارتقاء نظام مالکیت فکری و نظام استاندارد در حوزه علم، فناوری و نوآوری
- ***با توجه به وظایف این معاونت در حمایت برپایی فناوری‌های نوین در کشور، دارای نقش مهمی در به‌کارگیری فناوری‌های نوین برای کاهش آلودگی در صنعت برق خواهد بود.

۲-۴-۱-۱-۸- شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری در سال ۱۳۸۳ تشکیل شده است. این شورا به عنوان نهاد فرابخشی سیاست‌گذار علوم، تحقیقات و فناوری کشور، بر اساس ماده ۹۹ قانون برنامه سوم توسعه و مواد ۳ و ۴ قانون تشکیل وزارت علوم، تحقیقات و فناوری (مصوب مرداد ۱۳۸۳) تشکیل شده است و اولین جلسه خود را در ۱۳ اسفند سال ۱۳۸۳ به ریاست رئیس‌جمهوری وقت تشکیل داد.

در این شورا هفت وزیر، روسای سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، بانک مرکزی، فرهنگستان علوم، نمایندگان روسای دانشگاه‌ها، انجمن‌های علمی و تعدادی از صاحب‌نظران بخش‌های تولیدی و خدماتی دولتی و خصوصی عضویت دارند و انجام وظایف دبیرخانه‌ای این شورا طبق قانون به وزارت علوم محول شده است.

کمیسیون دائمی شورای عالی بر اساس ماده ۹ آیین‌نامه داخلی شورای مزبور و به‌منظور استمرار و سرعت بخشیدن به فرایند تصمیم‌گیری و کارشناسی اولیه دستور کارهای شورای عالی تشکیل شده است. وظایف و اختیارات کمیسیون دائمی طبق ماده ۱۰ آیین‌نامه داخلی شورای عالی عبارت است از: تصمیم‌گیری، بررسی و اظهار نظر در مواردی که از طرف شورای عالی تفویض اختیار و یا ارجاع می‌شود.

این شورا مصوبات لازم در مورد تحقیقات و فناوری، آموزش عالی و مکانیزم‌های اجتماعی جهت هماهنگی و نظارت بین دستگاه‌ها و اعتبارات تحقیقاتی را تعیین می‌کند. در ساختار تشکیلاتی شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری، شوراهای تخصصی انرژی، عمران، حمل و نقل، کشاورزی و آب، صنایع و معادن، دفاع و امنیت و سیاست خارجی، هنر، فرهنگ و اجتماعی، اقتصاد بازرگانی و بهداشت و سلامت طراحی شدند و هر یک از این شوراهای اعضای از وزارتخانه‌های مرتبط داشتند.

دبیرخانه شورای عالی علوم تحقیقات و فناوری نیز در معاونت پژوهشی وزارت علوم با تشکیل کمیسیون‌های دائمی شورا و جلساتی با حضور معاونین آموزشی و پژوهشی وزارتخانه‌های مختلف بر فعال نگاه داشتن شورای عتف تلاش می‌کند.

***روشن است که این نهاد در بحث مدیریت آلاینده‌های صنعت برق می‌تواند نقش سیاست‌گذاری داشته باشد.

۲-۴-۱-۱-۹- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مأموریت:

فراهم آوردن موجبات تأمین بهداشت و درمان کلیه افراد کشور از طریق تعمیم و گسترش خدمات بهداشتی، درمانی و آموزشی.

اهداف:

الف) بهداشت:

۱. ارتقاء سطح خدمات بهداشتی کشور
۲. توسعه اقدامات پیشگیری از بروز معلولیت‌های جسمی و روانی
۳. افزایش خدمات قابل ارائه در نظام شبکه‌های سلامت کشور

۴. توسعه و تشدید کنترل بهداشتی اماکن عمومی و مراکز تهیه و توزیع و فروش و نگهداری مواد غذایی
۵. توسعه عملیات بهداشت محیط در روستاها
۶. توسعه فعالیت‌های مربوط به تأمین آب آشامیدنی سالم در روستاها
۷. توسعه خدمات دندانپزشکی در مناطق شهری و روستایی
۸. بهبود تغذیه مادران باردار و زنان شیرده و کنترل رشد کودکان
۹. ارتقاء کیفیت تغذیه‌ای کشور

ب) درمان:

۱. افزایش موجبات دستیابی جامعه به امکانات درمانی
 ۲. ایجاد تناسب در سطوح خدمات درمان عمومی، تخصصی و فوق تخصصی کشور
 ۳. جلوگیری از مصرف بی رویه دارو
 ۴. تأمین موجبات ارتقاء سطح علمی و تخصص پزشکان و بازآموزی جامعه پزشکی
 ۵. افزایش کارایی مراکز درمان شیری و استفاده بهینه از ظرفیت‌ها و منابع انسانی
 ۶. تأمین موجبات و مشارکت فعالیت بخش غیردولتی در سرمایه‌گذاری‌ها
- ج) آموزش و پژوهش پزشکی:
۱. تقویت جنبه‌های فرهنگی دانشجویان و تعمیق معرفت دینی و ارزش اسلامی در آنان
 ۲. افزایش مشارکت مردم در توسعه آموزش و پژوهش
 ۳. انطباق محتوای برنامه‌های درسی رشته‌های مختلف آموزشی با نیازهای جامعه و مقتضیات ناشی از توسعه علوم و فناوری

۴. بهبود شاخص‌های کیفی و کمی آموزش به‌ویژه در آموزش‌های کارشناسی ارشد و بالاتر

۵. فراهم نمودن فرصت‌های یکسان برای دسترسی داوطلبان مستعد به آموزش

۶. توسعه وظایف و اختیارات هیأت‌های امناء دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی دولتی

۷. توأم ساختن آموزش با پژوهش در کلیه سطوح آموزشی

۸. بهبود شاخص‌های کیفی و کمی تحقیقات

شرح وظایف:

- تدوین و ارائه سیاست‌ها، تعیین خط‌مشی‌ها و برنامه‌ریزی برای فعالیت‌های مربوط به تربیت نیروی انسانی گروه پزشکی، پژوهشی، خدمات بهداشتی- درمانی، دارویی، بهزیستی و تأمین اجتماعی
- تأمین بهداشت عمومی و ارتقاء سطح آن از طریق اجرای برنامه‌های بهداشتی، خصوصاً در زمینه سلامت محیط، مبارزه با بیماری‌ها، تغذیه و تنظیم خانواده، سلامت دهان و دندان، آموزش بهداشت عمومی، بهداشت کار، بهداشت مدارس و شاغلین با تأکید بر اولویت مراقبت‌های بهداشتی اولیه، به‌ویژه بهداشت مادران و کودکان با همکاری و هماهنگی دستگاه‌های ذی‌ربط
- ایجاد نظام هماهنگ بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و گسترش شبکه تلفیقی بهداشت و درمان
- تعیین رشته‌ها و مقاطع تحصیلی مورد نیاز کشور جهت تصویب شورای عالی انقلاب فرهنگی و اجرای برنامه‌های تربیت نیروی انسانی گروه پزشکی در جهت نیل به خودکفائی
- انجام تحقیقات بنیادی و کاربردی در جمیع رشته‌های پزشکی و زمینه‌های بهداشتی و درمانی و نیز ایجاد گسترش مؤسسات و واحدهای پژوهش پزشکی و نظارت بر پژوهش‌ها و هماهنگ ساختن برنامه‌های مؤسسات تحقیقات پزشکی
- برنامه‌ریزی به‌منظور توزیع متناسب و عادلانه نیروی انسانی و سایر امکانات (آموزش پزشکی و تسهیلات بهداشتی و درمانی) کشور با تأکید بر اولویت برنامه‌های بهداشتی و رفع نیاز مناطق محروم و نیازمند
- فراهم نمودن تسهیلات لازم برای برخورداری همگان از خدمات درمانی در حدود امکانات از طریق ایجاد و گسترش مراکز درمانی دولتی و بهبود استاندارد آنها و استفاده از همکاری مؤسسات خیریه و بخش خصوصی

و انواع بیمه‌های درمانی

- تأمین منابع مالی با بهره‌گیری از اعتبارات مردمی، حق بیمه، درآمدهای اختصاصی و کمک‌ها و مشارکت مردمی
- تأمین و ارائه خدمات لازم به معلولین جسمی، ذهنی و اجتماعی و انجام اقدامات حمایتی برای کودکان در سنین قبل از دبستان و سالمندان و خانواده و افراد بی سرپرست نیازمند و تشویق و ترغیب افراد خیر و مؤسسات خصوصی جهت ارائه خدمات مذکور
- تأمین و ارائه خدمات لازم به معلولین جسمی، ذهنی و اجتماعی و انجام اقدامات حمایتی برای کودکان در سنین قبل از دبستان و سالمندان و خانواده و افراد بی سرپرست نیازمند و تشویق و ترغیب افراد خیر و مؤسسات خصوصی جهت ارائه خدمات مذکور
- تعیین و اعلام استانداردهای مربوط به:
 - خدمات بهداشتی، درمانی، بهزیستی، دارویی
 - مواد دارویی، خوراکی، آشامیدنی، بهداشتی، آرایشی و آزمایشگاهی، تجهیزات و ملزومات و مواد مصرفی پزشکی و توان‌بخشی
- بهداشت کلیه مؤسسات و واحدهای خدماتی- تولیدی مربوط به خدمات و مواد مذکور
- تعیین مبانی محاسبه هزینه خدمات تشخیصی و درمانی، دارویی، بهزیستی و تعیین تعرفه‌های مربوط در بخش دولتی و غیردولتی و تعیین شهریه آموزش‌های غیررسمی و آزاد در زمینه‌های مختلف علوم پزشکی
- تعیین ضوابط مربوط به ارزیابی، نظارت و کنترل برنامه‌ها و خدمات واحدها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی، بهداشتی، درمانی و بهزیستی و انجام این امور براساس استانداردهای مربوطه
- تعیین ضوابط مربوط به ورود، ساخت، نگهداری، صدور، مصرف و انهدام مواد اولیه بیولوژیک مخدر، خوراکی، آشامیدنی، بهداشتی، آرایشی و آزمایشگاهی و فرآورده‌های دارویی و تجهیزات و ملزومات و مواد مصرفی پزشکی و توان‌بخشی و ارزشیابی، نظارت و کنترل ضوابط مذکور
- انجام پژوهش در زمینه طب سنتی و بررسی و تحقیق در زمینه خواص دارویی گیاهان و امکانات تهیه و

استفاده از داروهای گیاهی و آموزش صحیح در زمینه‌های فوق و ایجاد مراکز مناسب برای طب سنتی

*** با دقت در موارد فوق می‌توان دریافت که تأمین بهداشت عمومی و ارتقاء سطح آن و نظارت بر این بهداشت از وظایف لاینفک این وزارتخانه بشمار می‌رود و جلوگیری از کاهش سطح بهداشت از طریق آلاینده‌های شهری و صنعتی نیز در این گروه از وظایف جای می‌گیرد.

۲-۴-۱-۱-۱۰- کمیسیون امور زیربنایی، صنعت و محیط‌زیست

این کمیسیون یکی از سازمان‌های وابسته به دولت جمهوری اسلامی ایران می‌باشد. شرح وظایف این کمیسیون شامل موارد زیر است:

۱- تنظیم و تدارک جلسات کارشناسی کمیسیون در امور مربوط به بخش‌های صنعت و معادن، ارتباطات و فناوری اطلاعات، محیط‌زیست، نفت، آب، برق، راه، مسکن و شهرسازی و عمران روستایی، انرژی اتمی، هواشناسی، کشاورزی، منابع طبیعی، شیلات، دام و طیور

۲- تنظیم دستور جلسات، موضوعات و گزارش‌های قابل طرح در کمیسیون

۳- تهیه گزارش‌های مربوط به نحوه تشکیل و فعالیت‌های کمیسیون

۴- اجرای مقررات مربوط به کمیسیون

۵- برقراری ارتباط با دستگاه‌ها و مراجع ذی‌ربط به منظور استعلام نظر و کسب اطلاعات موردنیاز برای رسیدگی پیشنهادها

۶- تشکیل پرونده برای پیشنهادها و تکمیل اطلاعات و پاسخ استعلام‌ها تا حصول نتیجه نهایی

۷- استفاده از عناصر فراهی و راهبردی در موارد لزوم در فرایند تصمیم‌سازی، تلفیق عناصر مختلف فنی و کارشناسی و تأمین اهداف پیشنهاد در قالب یک سند حقوقی، جهت تصمیم‌گیری کمیسیون

۸- انطباق دادن تصمیمات کمیسیون با راهبردهای اساسی ابلاغی قوه مجریه، خطمشی‌ها و برنامه‌های مصوب دولت،

روال‌ها و اصول کلی مورد نظر دولت در این زمینه

۹- اقدام لازم در مورد ارتقای سطح کیفی تصمیمات کمیسیون

۱۰- هماهنگی مورد درباره تصمیمات کمیسیون با مراجع مختلف تصمیم‌گیری

۱۱- مدیریت کارگروه‌ها، نشست‌ها و کمیسیون‌های فرعی که به تلفیق جنبه‌های مرتبط با موضوعات فرابخشی تصمیم‌گیری کمیسیون می‌پردازد.

۱۲- تدوین و تنظیم تصمیمات و مصوبات و لوایح مصوب کمیسیون و تصمیمات اتخاذ شده در دولت در زمینه یادشده با رعایت فنون و اصول مربوط به تنظیم قوانین و مقررات

۱۳- برقراری امکان مشارکت نخبگان، کارشناسان برجسته مراکز علمی و پژوهشی و مدیران با سابقه در تصمیم‌سازی کمیسیون.

ترکیب اعضای کمیسیون امور زیربنایی، صنعت و محیط‌زیست:

۱- وزیر راه و شهرسازی (رئیس کمیسیون)

۲- وزیر ارتباطات و فناوری اطلاعات (نایب‌رئیس کمیسیون)

۳- وزیر نیرو

۴- وزیر دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح

۵- وزیر نفت

۶- وزیر صنعت، معدن و تجارت

۷- وزیر کشور

۸- وزیر ورزش و امور جوانان

۹- وزیر جهاد کشاورزی

۱۰- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور

۱۱- رئیس سازمان حفاظت محیط‌زیست

۱۲- رییس سازمان انرژی اتمی

۱۳- رییس بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

۱۴- معاونت اجرایی رییس‌جمهور

۱۵- معاونت علمی و فناوری رییس‌جمهور

۱۶- رییس مرکز توسعه روستایی و مناطق محروم کشور

***بر اساس وظایف محوله به این کمیسیون و ترکیب اعضای آن، هرگونه فعالیت کلان دولت جمهوری اسلامی می‌بایست در این ارگان مورد بررسی و تایید قرار گیرد و از این منظر دارای نقش سیاست‌گذاری در بخش کاهش آلاینده‌ها است.

۲-۴-۱-۲- تنظیم‌گرها

۲-۴-۱-۲-۱- وزارت صنعت، معدن و تجارت

از آنجایی که این وزارتخانه مسئولیت هماهنگی بین بخش‌های مختلف صنعتی کشور را برعهده دارد، بنابراین می‌تواند به‌عنوان بازویی برای همکاری صنایع مختلف در زمینه استفاده از دورریزهای یک صنعت، به‌عنوان مواد اولیه موردنیاز صنعت دیگر نقش بسزایی را ایفا نماید. به‌عنوان مثال می‌توان رسوبات حاصل از تصفیه آب نیروگاه‌ها را با هماهنگی مناسب در صنایع سیمان به مصرف رساند و منافی را عاید کشور نمود و یا فلزات خاص (وانادیوم) موجود در رسوبات حاصل از شستشوی بویلر را در دیگر صنایع شیمیایی مورد استفاده قرار داد.

۲-۴-۱-۲-۲- وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

آموزش عالی در فرهنگ و تمدن پویای ایرانی و اسلامی از قدمت و غنای شایسته‌ای برخوردار است. با شروع عصر رنسانس و پیشرفت‌های علمی و صنعتی در کشورهای غربی، در کشور ما نیز عناصری از آموزش عالی مبتنی بر الگوی اروپای غربی ایجاد شد. اولین بار امیرکبیر علاوه بر اعزام دانشجو به خارج، با تاسیس دارالفنون در سال ۱۲۲۸ هجری شمسی، از استادان خارجی

برای تدریس در دانشکده‌های تخصصی فنی دارالفنون دعوت کرد. دانشگاه تهران و تعدادی از دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی بعد از تاسیس دارالفنون شکل گرفتند. با تصویب قانون اجازه تاسیس دانشگاه تهران در سال ۱۳۱۳ شمسی، دانشگاه تهران به‌عنوان اصلی‌ترین مرکز آموزش عالی ایران آغاز به کار کرد.

با تاسیس وزارت علوم و آموزش عالی در بهمن ماه ۱۳۴۶ و متعاقب آن تشکیل "شورای مرکزی دانشگاه‌ها" در سال ۱۳۴۸، نخستین گام در جهت تمرکز، تجدید سازمان و اعمال یک نظارت مرکزی بر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی برداشته شد. وزارت فرهنگ و آموزش عالی در تاریخ ۱۳۵۷/۱۲/۱۷ با ادغام وزارت علوم و آموزش عالی و وزارت فرهنگ و هنر تشکیل شد. پس از پیروزی انقلاب اسلامی در اردیبهشت ماه ۱۳۵۹ قانون تشکیل شورای عالی فرهنگ و آموزش عالی به تصویب شورای انقلاب رسید و به دنبال آن به‌منظور ایجاد تحولی اساسی در دانشگاه‌ها و به درخواست دانشجویان مسلمان و انقلابی، ستادی با عنوان ستاد انقلاب فرهنگی با فرمان رهبر کبیر انقلاب اسلامی حضرت امام خمینی (ره) تشکیل شد که این ستاد بزرگ‌ترین نقش را در سیاست‌گذاری فرهنگی و آموزشی کشور برعهده گرفت.

در مردادماه ۱۳۶۴ با تصویب "قانون تشکیل وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی"، کلیه اختیارات، وظایف و مسئولیت‌های وزارت فرهنگ و آموزش عالی در زمینه آموزش پزشکی به وزارتخانه جدید انتقال یافت.

بر اساس قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، وزارت فرهنگ و آموزش عالی در سال ۱۳۷۹ به‌منظور انسجام بخشیدن به امور اجرایی و سیاست‌گذاری نظام علمی کشور، به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری تغییر نام داد و وظایف برنامه‌ریزی، حمایت و پشتیبانی، ارزیابی و نظارت، بررسی و تدوین سیاست‌ها و اولویت‌های راهبردی در حوزه‌های تحقیقات و فناوری به وظایف این وزارتخانه افزوده شد.

*** وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مسئول انسجام بخشیدن به امور اجرایی، سیاست‌گذاری نظام علمی، تحقیقاتی و فناوری ایران است. تمامی مراکز پژوهشی و دانشگاهی کشور فعال در زمینه آموزش و پژوهش در امر محیط‌زیست و فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها زیر نظر این وزارتخانه قرار دارند. این وزارتخانه می‌تواند از طریق ایجاد رشته‌های دانشگاهی مرتبط و جدید و نیز حمایت از پروژه‌های مربوطه، نقش بسزایی در توسعه دانش این حوزه ایفا کند.

۲-۴-۱-۲-۳- شرکت توانیر

شرکت مادر تخصصی مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر) شرکتی زیرمجموعه وزارت نیروی ایران است که مسئولیت «توسعه تأسیسات تولید، انتقال و عمده‌فروشی برق» را در کشور برعهده دارد.

توسعه سریع صنعت برق در ایران فکر ایجاد وزارتخانه‌ای برای تأمین آب و برق موردنیاز کشور را ایجاد کرد و بر همین اساس در ۲۲ اسفند ۱۳۴۲ وزارت آب و برق تأسیس شد. در تیرماه ۱۳۴۴ قانون توسعه مؤسسات برق غیردولتی به تصویب مجلس شورای ملی و مجلس سنا رسید. همین طور بر اساس ماده ۲ قانون سازمان برق ایران در سال ۱۳۴۶ به وزارت آب و برق اجازه داده شد تا کشور را از نظر تأمین برق بدون الزام به پیروی از تقسیمات کشوری به مناطقی تقسیم و به تدریج نسبت به تأسیس شرکت‌های برق منطقه‌ای اقدام کند. در سال ۱۳۴۸ نیز شرکت توانیر با مسئولیت توسعه تأسیسات تولید، انتقال و عمده‌فروشی برق تشکیل شد.

در ۲۸ بهمن ۱۳۵۳ با محول کردن برنامه‌ریزی جامع و هماهنگ کردن فعالیت انرژی در سطح کشور به وزارت آب و برق این وزارت به وزارت نیرو تغییر نام یافت و در همان سال و سال بعد تغییراتی در اساسنامه شرکت توانیر ایجاد شد. پس از انقلاب اسلامی ایران و با شرایط جدیدی که در صنعت برق از نظر کیفی و کمی ایجاد شد مسئله تغییرات در ساختار صنعت برق اهمیت ویژه‌ای یافت و سرانجام شرکت توانیر در مهرماه سال ۱۳۷۴ به سازمان مدیریت تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر) تبدیل و وظایف و مأموریت‌های معاونت امور برق وزارت نیرو به این سازمان محول و پست مدیرعامل این سازمان به معاونت امور برق داده شد.

بالاخره در جلسه مورخ ۲۷ آذر سال ۱۳۸۱ هیئت‌وزیران بنا به پیشنهاد وزارت نیرو و تأیید سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و وزارت امور اقتصادی و دارایی در ساختار شرکت توانیر تغییراتی ایجاد و اساسنامه آن به نام شرکت مادر تخصصی مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر) به تصویب رسید.

- شرکت‌های زیرمجموعه
- شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان
- شرکت برق منطقه‌ای اصفهان
- شرکت برق منطقه‌ای باختر

- شرکت برق منطقه‌ای تهران
- شرکت برق منطقه‌ای خراسان
- شرکت برق منطقه‌ای خوزستان
- شرکت برق منطقه‌ای زنجان
- شرکت برق منطقه‌ای سمنان
- شرکت برق منطقه‌ای سیستان و بلوچستان
- شرکت برق منطقه‌ای غرب
- شرکت برق منطقه‌ای فارس
- شرکت برق منطقه‌ای کرمان
- شرکت برق منطقه‌ای گیلان
- شرکت برق منطقه‌ای مازندران
- شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان
- شرکت برق منطقه‌ای یزد
- سازمان توسعه برق ایران
- توسعه صنایع نیروگاهی ایران

*** شرکت‌های مدیریت تولید برق و توزیع برق زیرمجموعه شرکت‌های برق منطقه‌ای سراسر کشور جز شرکت‌های زیرمجموعه شرکت مادر تخصصی توانیر می‌باشند. بعلاوه شرکت توانیر دارای ارتباط مالی و نظارتی بر تمامی نیروگاه‌ها و خطوط انتقال و توزیع است و شرکت‌های مرتبط با آنها می‌باشد و از این طریق می‌تواند نقش نظارتی موثری در موضوع کنترل آلاینده‌های صنعت برق ایفا نماید.

۲-۴-۱-۲-۴- سازمان توسعه برق ایران

در بحبوحه سخت‌ترین سال‌های جنگ تحمیلی که تأسیسات صنعتی ایران یکی پس از دیگری با بمباران‌های پی در پی تخریب می‌شدند، تصمیم گیران بر آن شدند که ۸ سال پس از پیروزی انقلاب اسلامی و قطع دست بیگانگان از منابع ملی، در

سال ۱۳۶۶ نسبت به تشکیل سازمان برق ایران در قالب معاونت طرح و توسعه شرکت توانیر اقدام ورزند. پس از آن به مدت ۱۰ سال این تشکیلات جدید برای حفظ تأسیسات، بازسازی و ایجاد ظرفیت‌های جدید تلاش کرد تا در نهایت در سال ۱۳۷۵ سازمان توسعه برق ایران به‌عنوان یکی از بازوهای اجرایی وزارت نیرو شکل گرفت. در حال حاضر در پی سال‌ها فعالیت این سازمان، هم‌اینک در بخش تولید برق به بیش از ۹۵ درصد خودکفایی در ساخت داخل تجهیزات دست‌یافته‌ایم و به موازت این بخش، توانمندی کشور در ساخت تجهیزات مورد استفاده در بخش‌های توزیع به ۱۰۰ درصد و در بخش انتقال به بیش از ۹۷ درصد رسیده است.

چشم‌انداز

صنعت برق در همه کشورهای توسعه‌یافته، روندی را طی می‌کند که منتهی به خصوصی شدن این صنعت زیربنایی است. در همین زمینه در ایران نیز نیاز فراوان و رو به رشد کشور، وزارت نیرو را بر آن داشت که با درک مزیت‌های ورود بخش خصوصی به صنعت برق، وظیفه جذب بخش خصوصی را به‌ویژه در بخش نیروگاه‌های حرارتی به سازمان توسعه برق ایران بسپارد. در همین راستا سازمان توسعه برق ایران تاکنون موفق به جذب مشارکت سرمایه‌گذاران خصوصی ایرانی و خارجی برای ساخت چندین نیروگاه خصوصی در قالب قراردادهای BOT (Build, Operate, Transfer) و BOO (Build-Own-Operate) شده است. به همین دلیل سازمان توسعه برق ایران به نمایندگی از مجموعه وزارت نیرو قصد دارد که با تعامل هرچه بیشتر با بخش خصوصی نسبت به جذب سرمایه‌گذاری‌های داخلی و خارجی در این صنعت اقدام نماید.

خط مشی سازمان توسعه برق ایران

سازمان توسعه برق ایران مأموریت مدیریت و راهبری طرح‌ها و پروژه‌های صنعت برق را در زمینه احداث و توسعه نیروگاه‌ها، ایجاد و توسعه خطوط و پست‌های انتقال برق، مراکز دیسپاچینگ، شبکه‌های مخابراتی برق و تأسیسات مرتبط با آن، از طریق تأمین منابع، انتخاب و به کارگیری مشاوران و پیمانکاران ذی‌صلاح و کنترل پروژه‌های عملیاتی بر اساس قوانین کشور و استانداردهای صنعت برق برعهده دارد. در جهت تحقق چشم‌انداز کسب جایگاه نخست تأمین برق مطمئن و پایا در منطقه، سازمان توسعه برق ایران استراتژی‌های اصلی خود را در حوزه‌های مختلف به شرح زیر اعلام می‌دارد:

- اتخاذ راهکارهای نوین مدیریتی به منظور بهبود نقدینگی، کاهش هزینه‌ها و افزایش سودآوری شرکت؛
- برنامه‌ریزی به منظور استفاده از ظرفیت‌های نهادهای بازار پول و سرمایه و بهره‌گیری از روش‌های نوین تأمین و تجهیز منابع مالی، کمک‌های فنی و اعتباری و مدیریت وجوه اداره شده؛
- اولویت برنامه‌های بهبود بهره‌وری، ارتقاء نظام مالی و اصلاح ساختار نیروی انسانی شرکت؛
- استقرار و تقویت واحدهای حسابرسی داخلی در حوزه مدیریت عامل شرکت؛
- اتخاذ تمهیدات لازم و مناسب برای محاسبه قیمت تمام شده مالی و اقتصادی برق هماهنگ با سیستم متحدالشکل حسابداری برق؛

۲. تحقیقات و منابع انسانی

- برنامه‌ریزی برای بهبود سرانه آموزشی در شرکت با رویکرد اثربخشی آموزش‌ها؛
- تلاش در جهت توسعه و انجام تحقیقات کاربردی موردنیاز صنعت برق و برقراری تعامل لازم با دانشگاه‌ها و مراکز علمی و پژوهشی داخلی و خارجی؛
- گسترش فضاهای مجازی جهت دسترسی ذینفعان به‌ویژه بخش خصوصی به اطلاعات و داده‌های پایه؛
- ظرفیت‌سازی و تربیت نیروی انسانی، توسعه خلاقیت و نوآوری، جذب نخبگان و به‌هنگام‌سازی دانش و ارتقاء مهارت کارکنان و استقرار سیستم‌های مدیریت کیفیت و دانش در واحدهای ذی‌ربط؛
- دستیابی به روش‌ها و فناوری نوین جهانی (انتقال فناوری و دانش فنی به کشور) و همگام‌سازی با روند سریع پیشرفت‌های جهانی؛

۳. توسعه و بهره‌برداری تأسیسات برق

- تأمین برق مطمئن با محوریت آمایش سرزمین؛
- هماهنگی در برنامه‌ریزی و اجرای طرح‌های تولید و انتقال برق (با اولویت بخش غیردولتی در تولید) با طرح‌های توسعه مراکز جمعیتی؛
- راهبری و حمایت از توسعه نیروگاه‌های با راندمان بالاتر با تأکید بر حضور فعال بخش دولتی؛
- افزایش ضریب ایمنی تأسیسات در دست بهره‌برداری تأمین و توزیع برق؛

- راهبری به‌منظور توسعه نیروگاه‌ها با توجه به استفاده از بخار و حرارت حاصل از تولید برق (اجرای طرح‌های CHP) و فراهم‌آوری ابزارهای تشویقی مناسب برای جلب متقاضیان سرمایه‌گذاری در این خصوص؛
 - توسعه مبحث مهندسی ارزش در کلیه طرح‌های صنعت برق؛
 - ترغیب سرمایه‌گذاران جهت توسعه مولدهای مقیاس کوچک و توزیع پراکنده برق (DG)؛
 - توجه به مقوله محیط‌زیست با محوریت کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی نیروگاه‌ها و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی کشور؛
 - حمایت از ابتکارات و خلاقیت‌ها در توسعه و بهره‌برداری تأسیسات برق؛
۴. بهره‌وری، اقتصاد برق و امور مشترکین
- افزایش قابلیت اطمینان پایداری و امنیت شبکه و کیفیت برق با رعایت حقوق مصرف‌کنندگان؛
 - ارتقای اثربخشی تعرفه‌های برق؛
 - برنامه‌ریزی مشخص سالانه در بهبود کیفیت برق و کاهش مدت زمان خاموشی‌ها؛
 - تدوین برنامه جامع و کمی کاهش تلفات و افزایش راندمان در تأسیسات صنعت برق (تولید، انتقال و توزیع)؛
 - تدوین برنامه منسجم مدیریت مصرف برق از طریق اشاعه فرهنگ مصرف بهینه برق به مشترکین با بهره‌گیری از آموزش‌های فردی و رسانه‌های جمعی و سایر روش‌های مناسب؛
 - تدوین برنامه کمی استفاده از کنتورهای هوشمند (تعویض کنتورهای قدیم و نصب در انشعابات جدید)؛
 - راهبری لازم در توسعه صادرات و مبادله برق کشور با کشورهای همجوار؛
 - ارتقای جایگاه انرژی برق در اقتصاد ملی و محاسبه و لحاظ کردن هزینه‌های اجتماعی برق در محاسبات اقتصادی انرژی ملی؛
۵. بازار و بورس برق

توسعه بازار و بورس برق از دو طرف عرضه و تقاضا؛ مدیریت سازمان توسعه برق ایران به‌منظور ایجاد یکپارچگی، توازن و همسوئی میان مجموعه فعالیت‌های ستادی، عملیاتی و مدیریتی سازمان، نظام مدیریت کیفیت مبتنی بر استاندارد-ISO 9001

۲۰۰۸ را در سازمان مستقر ساخته و از طریق پاسخگویی به الزامات این سیستم، اهداف و سیاست‌های وزارت نیرو و به تبع آن مأموریت سازمان توسعه برق ایران را محقق ساخته و در جهت تأمین منافع سایر ذی‌نفعان تلاش می‌کند.

***به‌طور کلی ساخت نیروگاه‌های جدید در دسته‌بندی وظایف سازمان توسعه برق ایران جای دارد و توجه به مقوله محیط‌زیست با محوریت کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی نیروگاه‌ها نیز از رویکردهای اصلی این سازمان است که باید بدان توجه خاص داشت.

۲-۴-۱-۲-۵- بخش محیط‌زیست دفتر پشتیبانی فنی تولید توانیر

بخش محیط‌زیست یکی از زیرمجموعه‌های دفتر پشتیبانی فنی تولید توانیر است که وظیفه هماهنگی امور محیط‌زیستی نیروگاه‌ها را برعهده دارد.

وظایف دفتر پشتیبانی فنی تولید توانیر

- 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 تأسیسات تولید برق به‌منظور نظارت کلی و عالی بر عملیات بهره‌برداری و نگهداری تأسیسات و ارائه پیشنهادها لازم در مورد رفع اشکالات (حوزه فعالیت مالکیتی) *
- ۵- نظارت بر راه‌اندازی نیروگاه‌های جدید و شرکت در کمیته‌های بهره‌برداری (حوزه فعالیت حاکمیتی) *
- ۶- نظارت بر آزمایش‌های کارایی نیروگاه‌ها (حوزه فعالیت مالکیتی) *
- ۷- بررسی معایب فنی موجود در نیروگاه‌ها و تعیین راهکارهای موردنیاز (حوزه فعالیت سندیکائی) *
- ۸- هدایت و پشتیبانی فنی نیروگاه‌ها و ارائه خدمات تخصصی لازم (حوزه فعالیت سندیکائی) *
- ۹- همکاری با واحدهای ایمنی و بهداشت محیط کار و شرکت در جلسات کمیته‌های ایمنی (حوزه فعالیت حاکمیتی) *

- ۱۰- همکاری در تجزیه و تحلیل حوادث عمده نیروگاه‌ها و ارائه روش‌های پیشگیری و تکرار (حوزه فعالیت سندیکائی).
- ۱۱- تهیه دستورالعمل‌ها و استانداردهای موردنیاز جهت بهره‌برداری و تعمیرات نیروگاه‌ها (حوزه فعالیت مالکیتی).
- ۱۲- برگزاری سمینارهای تخصصی برای نیروگاه‌ها جهت تبادل اطلاعات و تحلیل مشکلات فنی (حوزه فعالیت سندیکائی).
- ۱۳- تلفیق و تأیید برنامه‌ریزی بهره‌برداری از نیروگاه‌ها و تطبیق عملکرد آنها و بررسی انحرافات ایجاد شده و ارائه روش‌های رفع آن (حوزه فعالیت حاکمیتی).
- ۱۴- بررسی‌های لازم جهت افزایش بهره‌وری نیروگاه‌ها (حوزه فعالیت سندیکائی).
- ۱۵- هماهنگی‌های لازم در جهت تأمین سوخت نیروگاه‌ها (حوزه فعالیت مالکیتی).
- ۱۶- ارزیابی فنی -مدیریتی نیروگاه‌ها و شرکت‌های مدیریت تولید (حوزه فعالیت حاکمیتی).
- ۱۷- همکاری در تهیه استانداردهای نیروی انسانی موردنیاز نیروگاه‌ها (حوزه فعالیت حاکمیتی).
- ۱۸- همکاری در تهیه استانداردهای آموزشی موردنیاز نیروی انسانی بخش تولید (حوزه فعالیت حاکمیتی).
- ۱۹- بررسی عوامل تلفات انرژی و ارائه روش‌های مناسب جهت کاهش تلفات (حوزه فعالیت مالکیتی).
- ۲۰- هماهنگی در تدوین برنامه تعمیرات نیروگاه‌ها (حوزه فعالیت حاکمیتی).
- ۲۱- نظارت بر فعالیت تعمیراتی نیروگاه‌ها جهت انجام مطابق برنامه (حوزه فعالیت سندیکائی).
- ۲۲- تهیه و تدوین آمار و گزارشات تولید -سوخت و حوادث (حوزه فعالیت حاکمیتی).
- ۲۳- نظارت بر راه‌اندازی اولیه نیروگاه‌ها پس از اجرای تعمیرات اساسی و ارائه گزارش کیفیت کارهای تعمیراتی انجام‌شده (حوزه فعالیت مالکیت).
- ۲۴- اقدامات لازم در جهت تهیه استانداردها و شاخص‌های صنعت برق (حوزه فعالیت حاکمیتی).
- ۲۵- همکاری با واحد استاندارد و شرکت در جلسات کمیته استاندارد نیروگاه‌ها (حوزه فعالیت مالکیت).

- ۲۶- رسیدگی و همکاری با برق‌های 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 شیمیایی موردنیاز نیروگاه‌ها جهت تعیین زمان شستشوی شیمیایی (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 محیط‌زیست در نیروگاه‌ها و ارائه راهکارهای کاهش این آلودگی‌ها (حوزه فعالیت سندیکائی).
- ۳۲- شرکت در کمیته‌های مختلف زیست‌محیطی (حوزه فعالیت حاکمیتی).
- ۳۳- همکاری در تهیه استانداردهای زیست‌محیطی جهت ایجاد هماهنگی در نیروگاه‌ها (حوزه فعالیت حاکمیتی).
- *** لازم به ذکر نیست که کلیه فعالیت‌های زیست‌محیطی نیروگاه‌های کشور می‌بایستی با هماهنگی این دفتر انجام پذیرد.

۲-۴-۱-۲-۶- مرکز ملی آلودگی هوا و تغییر اقلیم

این مرکز در سال ۱۳۵۳ به دنبال برپایی کنفرانس جهانی محیط‌زیست در استکهلم و تغییر نامه ساختار سازمان شکاربانی و نظارت بر صید به سازمان حفاظت محیط‌زیست به‌عنوان یکی از زیر بخش‌های معاونت محیط‌زیست انسانی، شروع به فعالیت نموده است:

اهداف مرکز ملی هوا و تغییر اقلیم:

- تحقق اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران
- تعیین استراتژی‌ها و خط‌مشی‌های کشور در سه بخش هوا، صدا و انرژی
- بررسی و تحقیق در زمینه استفاده از فناوری‌های هوا جهت جلوگیری از انتشار آلاینده‌ها
- تدوین قوانین، آیین‌نامه‌ها و استانداردها و دستورالعمل‌های اجرایی و نظارتی
- همکاری‌های بین‌المللی و مشارکت فعال در کنوانسیون‌ها، پروتکل‌ها و تفاهم‌نامه‌ها

• فعالیت‌های فرهنگی و آموزشی

فعالیت‌های اجرایی این مرکز نیز شامل برنامه‌ریزی جهت اجرای استراتژی و خطی مشی پایداری کیفیت هوا، تدوین استانداردهای وسایل نقلیه موتوری، نظارت بر انجام تست آلاینده‌های خودروهای تولیدی و وارداتی، تدوین قوانین، آیین‌نامه‌ها، ضوابط و مقررات و استانداردها، تهیه و محاسبه شاخص آلودگی هوا مرتبط به ایستگاه‌های پایش آلودگی هوا، نظارت بر اجرای برنامه معاینه فنی خودروها، هدایت و راهنمایی عملیات استانی جهت اجرای استراتژی‌ها، حذف آلاینده‌های خاص و پایش online صنایع بزرگ کشور من جمله کارخانه‌های سیمان و ... می‌باشد. مرکز ملی هوا و تغییر اقلیم در زمینه فعالیت‌ها و طرح‌های ملی و بین‌المللی نیز نقش بسزایی ایفا نموده است. این مرکز از طریق بازوی اجرایی خود یعنی دفتر پایش فراگیر اقدام به نظارت بر حسن اجرای استانداردهای زیست‌محیطی می‌نماید.

۲-۴-۱-۲-۷- دفتر پایش فراگیر

دفتر پایش فراگیر آلودگی محیط‌زیست، سنجش و پایش آلاینده‌های زیست‌محیطی را بر عهده دارد. مرکز کنترل و پایش آلودگی کشور و دبیرخانه عوارض آلاینده‌های سازمان نیز زیر نظر این دفتر فعالیت می‌نمایند.

وظایف دفتر پایش فراگیر آلودگی محیط‌زیست

- نظارت بر نحوه انجام آزمایش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک بر روی نمونه‌های پسابهای صنعتی، شهری و کشاورزی و آنالیز کامل مواد جامد به منظور شناخت کمی و کیفی عوامل آلوده‌کننده، در جهت کنترل آلودگی‌های زیست‌محیطی در سطح ملی؛
- تعریف و اجرای پروژه‌های علمی و تحقیقاتی آزمایشگاهی در زمینه‌های مختلف زیست‌محیطی، به صورت مستقل یا با همکاری سایر سازمان‌ها و مراکز تحقیقاتی؛
- ارائه خدمات آزمایشگاهی به واحدهای مرکزی و خارج از مرکز سازمان، در مواردی که مورد درخواست خارج از توان آزمایشگاهی آنها باشد؛
- ایجاد هماهنگی بین آزمایشگاه مرکزی و کلیه آزمایشگاه‌های خارج از سازمان در جهت افزایش توان علمی و فنی کادر آزمایشگاهی، از طریق مبادله و انتقال اطلاعات و تجربیات فنی موجود و دستاوردهای جدید علمی و معرفی فناوری، تجهیزات و روش‌های نوین در امور آزمایشگاهی و نیز تهیه دستورالعمل‌های لازم در جهت

استاندارد نمودن روش‌های نمونه‌برداری و آزمایش‌های مربوط در سطح کشور؛

- ایجاد هماهنگی و برنامه‌ریزی و ارائه طریق در جهت تاسیس آزمایشگاه‌های جدید در استان‌ها، تجهیز و تکمیل واحدهای موجود و هدایت آنها در انجام این امور همراه با نظارت بر اجرای صحیح آن؛
- ایجاد آمادگی فنی در جهت برقراری ارتباط با مراکز علمی داخلی، منطقه‌ای و بین‌المللی، به‌منظور دستیابی به روش‌های نوین فعالیت‌های آزمایشگاهی و آنالیز مواد، از طریق تبادل اطلاعات و کارشناس؛
- فراهم آوردن امکانات لازم اعم از پرسنلی و تجهیزاتی، به‌منظور فعال‌تر نمودن آزمایشگاه‌های مرکزی سازمان و نیز هدایت و نظارت بر اجرای این امر در واحدهای استانی برای ارائه خدمات آزمایشگاهی به‌صورت انتفاعی به افراد و واحدهای مختلف برون‌سازمانی در بخش‌های مختلف دولتی و خصوصی؛
- برنامه‌ریزی در جهت تکمیل و تجهیز بخش‌های آزمایشگاهی مرکزی سازمان و هدایت این برنامه در واحدهای خارج از مرکز، با استفاده از اعتبارات قابل هزینه از محل کسب درآمدهای ناشی از وصول تعرفه‌های آزمایشگاهی، با رعایت قوانین و مقررات مربوطه و هماهنگی مدیریت‌های ذی‌ربط ستادی در سازمان؛
- انجام آزمایش‌ها و پژوهش‌های مربوطه، به‌منظور شناسایی و ردیابی بقایای سموم در محیط‌زیست؛
- بررسی و پژوهش در مورد عوامل بیولوژیکی موثر در میزان آلودگی محیط‌زیست شناخت اجزاء پاتوژن؛
- ارائه راهکارهای علمی و برای سنجش مستمر پارامترهای آلاینده هوا، به‌منظور آگاهی از وضعیت آلودگی هوا در نقاط مختلف تهران و شهرهای آلوده در سطح کشور؛
- برنامه‌ریزی به‌منظور تاسیس ایستگاه‌های کنترل و مراقبت دائم هوا در نقاط مختلف کشور، به‌منظور پژوهش در زمینه آلودگی هوا و تدوین استانداردهای مربوطه؛
- فراهم آوردن امکانات لازم شامل برنامه‌ریزی و مدیریت، به‌منظور تامین قطعات یدکی، سرویس‌های فنی لازم و نگهداری ایستگاه‌های مرکزی و آزمایشگاه‌های سیار در سطح کشور؛
- بررسی شیوه‌های مورد عمل واحدهای تابعه برای سنجش میزان آلاینده‌های هوا ناشی از فعالیت صنایع، به‌منظور شناخت و کنترل آلودگی هوا در استان‌های کشور؛
- سنجش میزان آلاینده‌های هوا ناشی از وسایط نقلیه موتوری، به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات و برنامه‌ریزی در جهت کاهش آلودگی هوا؛

- نشر مطالعات علمی و نتایج حاصل از پژوهش‌های آزمایشگاهی؛
- برنامه‌ریزی و مدیریت به‌منظور تاسیس، تجهیز و تکمیل آزمایشگاه‌های مختلف در واحدهای استانی؛
- پژوهش به‌منظور شناخت آخرین متدهای آنالیز مواد که مورد تایید مراکز علمی بین‌المللی باشد و انعکاس آن به آزمایشگاه‌های خارج از مرکز و تامین آموزش‌های لازم برای پرسنل آنها؛
- حفظ و نگهداری تجهیزات و مواد شیمیایی آزمایشگاه‌ها و پیش‌بینی هزینه‌های وسایل و موارد موردنیاز، در جهت تخصیص اعتبارات سالیانه؛
- انجام سایر امور مربوطه که از طرف مقام مافوق ارجاع می‌گردد.

***به‌طور کلی می‌توان گفت دفتر پایش فراگیر وظیفه نظارت بر اجرای دقیق استانداردهای زیست‌محیطی در صنعت برق را برعهده دارد.

۲-۴-۱-۲-۸- دفتر آب و خاک سازمان حفاظت محیط‌زیست

اهداف و وظایف دفتر آب و خاک سازمان حفاظت محیط‌زیست

- بررسی و شناخت اثرات کمی و کیفی آلودگی آب و خاک ناشی از منابع مختلف آلوده‌کننده آن
- بررسی برای تعیین ظرفیت قابل تحمل محیط از نظر پذیرش مواد آلوده‌کننده آب و خاک و تعیین قدرت خود پالایی منابع پذیرنده آب
- بررسی، ارائه و طرق کاهش آلودگی‌های آب و خاک و پیش‌بینی وضعیت آینده با توجه به ظرفیت قابل تحمل آن
- بررسی به‌منظور تعیین استانداردها و ضوابط مربوط به منابع و مواد آلوده‌کننده آب و تعیین شاخص‌های زیست‌محیطی در این زمینه
- بررسی آثار زیست‌محیطی بهره‌برداری از منابع آب و ارائه پیشنهادات لازم برای استفاده بهینه از این منابع
- بررسی پدیده سیل و سیلاب‌ها و عوامل ایجادکننده آن به‌منظور جلوگیری از آثار مخرب زیست‌محیطی
- انجام مطالعات لازم به‌منظور کنترل فاضلاب‌های صنعتی و خانگی و تاسیسات عمومی

- برنامه‌ریزی و تعیین اولویت برای انجام پژوهش‌ها و اقدامات مربوط به جلوگیری از آلودگی آب و خاک ناشی از مواد زائد جامد، زباله، فاضلاب‌ها، مصرف سموم و آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی و برنامه‌ریزی در این زمینه با هدف به حداقل رساندن ضایعات با استفاده مجدد از آنها
- انجام مطالعات و اقدامات لازم به منظور جلوگیری از آثار مخرب عوامل آلوده‌کننده آب و خاک
- بررسی عوامل فرسایش خاک به منظور تعیین آثار زیست‌محیطی آن و ارائه هشدارها و پیشنهادات لازم در این زمینه
- انجام بررسی‌های لازم در زمینه الگوهای مصرف ناسازگار با محیط به منظور ارائه الگوهای مناسب کاهش پسماندها
- بررسی عوامل ایجاد و گسترش بیابان‌ها و شن‌های روان به منظور تعیین آثار زیست‌محیطی آنها و تدوین ضوابط و ارائه راه‌حل‌های مناسب به منظور جلوگیری از گسترش پدیده‌های فوق
- بررسی پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از زمین لرزه و رانش زمین و انجام اقدامات مقتضی در این زمینه
- به روز نگاه داشتن اطلاعات مربوط به آلودگی آب و خاک و همکاری متقابل و مستمر با بانک اطلاعات سازمان تهیه و اجرای طرح‌های مناسب در رابطه با نظارت مستمر خاک، آب و پسماند
- تهیه اطلاعات به منظور ارائه هشدارهای لازم در ارتباط با آلودگی آب و خاک و ارائه راه‌حل‌های رفع آلودگی‌ها از طریق اقدامات فرهنگی و قانونی
- انجام مطالعات کاربردی بر روی انواع پسماندها و تدوین ضوابط و برنامه‌های کمی برای بازیافت و یا معدوم نمودن آنها
- تامین زمینه تخصصی اقدامات حقوقی و قانونی سازمان در ارتباط با آلودگی آب و خاک
- بررسی آثار زیست‌محیطی مصرف سموم، کود شیمیایی و آفت‌کش‌ها با تاکید تطابق آنها با شرایط اقلیمی مناطق مختلف کشور و همچنین بررسی و پیشنهاد راه‌حل‌های مناسب

***از آنجایی که انجام اقدامات لازم به منظور جلوگیری از آثار مخرب عوامل آلوده‌کننده آب و خاک از وظایف این دفتر بشمار می‌رود بنابراین بر نیروگاه‌ها و صنعت برق نیز نظارت دارند.

۲-۴-۱-۲-۹- دفتر وزارت صنعت، معدن و تجارت

وظایف این دفتر به‌عنوان یکی از زیرمجموعه‌های وزارتخانه عبارتست از:

- تهیه، تدوین و تصویب و ابلاغ جامع HSE (ایمنی، محیط‌زیست و انرژی) در کلیه سازمان‌ها و شرکت‌های تابعه
- تدوین شناسه HSE سازمان‌ها و شرکت‌های تابعه
- تشکیل شورای عالی HSE وزارت صنعت، معدن و تجارت
- تشکیل کمیته‌های تخصصی و راهبری HSE به تفکیک حوزه‌ای

***البته در بحث مدیریت آلاینده‌های صنعت برق این دفتر می‌تواند به‌عنوان هماهنگ‌کننده برای تبادل زایدات نیروگاه‌ها با صنایع مصرف‌کننده این زایدات، عمل نماید.

۲-۴-۱-۲-۱۰- دفتر استانداردهای فنی و مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی برق و انرژی

در معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو، دفتری تحت عنوان دفتر استانداردهای فنی و مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی برق و انرژی شکل گرفته است که با رویکرد حاکمیتی و با بهره‌گیری از دستاوردهای گذشته، به این مهم بپردازد. به‌طور کلی نتایج نهایی فعالیت‌های صنعت برق از طریق کارآمدی و اثربخشی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و درازمدت آشکار می‌شود و جامعه و مسئولین آن را از دو طریق درک می‌نمایند:

۱. تاثیرگذاری مثبت بر کیفیت زندگی مردم

۲. تاثیرگذاری مثبت بر توسعه پایدار ملی

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

- حفاظت از حقوق متقابل مشتریان و بخش عرضه برق
- حفظ پایایی و امنیت سیستم قدرت کشور
- بهره‌وری بخش عرضه برق

- مدیریت تقاضای برق
- تعاملات صنعت برق با محیط‌زیست
- خوداتکایی علمی و فنی صنعت برق
- بازرگانی برق (بازرگانی داخلی و خارجی)
- توازن و پایداری اقتصادی صنعت برق

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

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

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

***همان‌گونه که دیده می‌شود یکی از وظایف این دفتر نظارت عالی بر تعاملات صنعت برق با محیط‌زیست است.

۲-۴-۱-۳- تسهیل‌گری و ارائه‌دهنده خدمات

۲-۴-۱-۳-۱- دفتر تحقیقات برق توانیر

تحقیق و توسعه انجام کارهای خلاق و ابتکاری است که بر اساس یک روش اصولی و نظام‌مند صورت پذیرفته و از نتایج آن به‌منظور افزایش گنجینه دانش انسانی، فرهنگی، اجتماعی و ابداع کاربردهای جدید استفاده می‌شود. دفتر تحقیقات برق توانیر برای دستیابی به اهداف بلندمدت وزارت نیرو در بخش تحقیق و توسعه اصول ذیل را بایستی مدنظر قرار دهد:

- مهندسی مجدد فرآیندها
 - ایجاد نگرش جدید نسبت به نیروهای خلاق
 - هم‌راستا سازی روش‌های سابق تحقیقات با تفکرات جدید
 - تأکید بیشتر بر فناوری جدید
 - اهمیت بخشیدن به ارزش یادگیری
- این دفتر برای موارد زیر دارای برنامه‌ریزی راهبردی تحقیقات می‌باشد:

- بعد مدیریت
- اقتصادی و مالی
- بعد فنی بخش تولید
- مشتریان
- بعد فنی بخش توزیع
- بعد فنی بخش انتقال
- بعد فنی بخش دیسپاچینگ
- بعد محیط‌زیست
- فناوری اطلاعات و ارتباطات
- بعد ایمنی

*** همان‌طوری که مشاهده شد یکی از موارد مورد توجه در این دفتر به‌کارگیری فناوری‌های جدید است که باید بعد محیط‌زیست توانیر را نیز شامل شود. بنابراین این دفتر یکی از بازوهای شرکت توانیر در عرصه‌های توسعه فناوری در نیروگاه‌ها خواهد بود.

۲-۴-۱-۳-۲- سندیکای شرکت‌های تولیدکننده برق

نظر به سیاست‌های دولت جمهوری اسلامی ایران در خصوص کاهش تصدیی‌گری دولت، در برنامه‌های سوم و چهارم توسعه اجتماعی- اقتصادی کشور، خصوصی‌سازی در صنعت برق، وفق بند ب ماده ۱۲۲ قانون برنامه سوم و بند ب ماده ۲۵ قانون

برنامه چهارم، یک امر تکلیفی گردید و در برنامه‌ریزی برق کشور نیز سهم نیروگاه‌های خصوصی در چشم‌انداز ده ساله تا سال ۱۳۹۲ در حد نصف برق موردنیاز کشور یا حدود ۱۴۰۰۰ مگاوات طرح‌ریزی شد، حضور سرمایه‌گذاران غیردولتی در این عرصه، تفکر لزوم سازمان‌دهی اعضای در یک تشکل واحد را در دستور کار پیش‌قراولان این حرکت قرار داد.

در راستای سیاست‌های فوق و با حدود ۲ سال تلاش، سندیکای شرکت‌های تولیدکننده برق با هدف حمایت از منافع مشترک اعضا و مشارکت گروهی بخش خصوصی تولیدکننده برق، به استناد بند "ک" ماده ۵ قانون اتاق بازرگانی و صنایع و معادن ایران و صورت‌جلسه مورخ ۳۰/۲/۱۳۸۶ مجمع عمومی مؤسسين، تحت شماره ۲۲۴ به تاریخ ۴/۴/۱۳۸۶ در اتاق مذکور به ثبت رسید. اعضا مؤسس سندیکای شرکت‌های تولیدکننده برق ۲۴ شرکت بوده‌اند که اسامی آن‌ها در جدول ۲-۳ ارائه شده است.

جدول ۲-۳ اعضا هیئت‌مدیره و مسئولین سندیکا

سمت	نام خانوادگی	نام
رئیس هیات مدیره	ملاکی	محمد
نایب‌رییس هیات مدیره	وحدتی	محمدعلی
نایب‌رییس هیات مدیره	بهبهانی	خلیل
عضو هیات مدیره	صبوری	اسداله
عضو هیات مدیره	مطهری	سید احمد
عضو هیات مدیره	مداحی	سید حسن
عضو هیات مدیره	خوش‌گفتار	ابراهیم
دبیر سندیکا	آریانی‌پور	اصغر
بازرس	طهماسبی	داریوش

***از انجایی که بسیاری از نیروگاه‌های تولید برق در این سندیکا عضویت دارند، بنابراین سندیکای شرکت‌های تولیدکننده برق می‌تواند به‌عنوان یک نهاد تسهیل‌ساز در عرصه ایجاد هماهنگی بین نیروگاه‌های خصوصی نقش‌آوری نماید.

۲-۴-۱-۳- سندیکای صنعت برق

سندیکای صنعت برق ایران یک نهاد صنفی، متشکل از ۴۷۰ شرکت سازنده تجهیزات، پیمانکار و مشاور صنعت برق است که در راستای دفاع از منافع مشروع اعضای خود و بر اساس نقش و جایگاه تشکلهای صنفی در سند چشم‌انداز ۲۰ ساله کشور، افزایش اثربخشی سرمایه‌گذاری‌های انجام‌شده در صنعت برق از طریق ساماندهی بخش خصوصی و تعمیق مشارکت و شکل‌دهی به سرمایه اجتماعی در میان خانواده صنعت برق ایران را دنبال می‌کند.

این تشکل به‌عنوان تنها تشکل صادراتی نمونه کشور در سال ۱۳۹۰، به‌منظور تحقق اهداف خود، توسعه بازار اعضا، مطالعه مستمر و ایجاد بانک اطلاعاتی در زمینه‌های مرتبط، ارائه خدمات مشورتی و حقوقی، جلوگیری از ایجاد رقابت‌های ناسالم، توسعه ارتباط و همکاری با سازمان‌های دولتی و خصوصی، تدوین استانداردها و آیین‌نامه‌ها، ارتقای دانش فنی، گسترش ظرفیت‌های اطلاع‌رسانی و تکمیل ساختار سازمانی خود را بر اساس الگوهای مدرن انجمن‌های کسب‌وکار دنیا تنظیم و در دستور کار قرار داده است.

سندیکای صنعت برق ایران از زمان تأسیس در سال ۱۳۷۹ تاکنون، در مسیر دستیابی به اهداف و آرمان‌های اجماعی اعضای خود، توانسته است با تکیه بر ظرفیت‌ها و امکانات گسترده موجود در صنعت برق ایران و با حمایت و همراهی اعضای خود بر بسیاری از مشکلات و گلوگاه‌های موجود در این صنعت فائق آمده و زمینه دستیابی به موفقیت‌های مهمی را تمهید کند.

اهداف سندیکا:

اهداف سندیکای صنعت برق ایران به‌طور کلی به چهار بخش نمایندگی از اعضا، تمهید مشارکت اعضا، ارائه خدمات به اعضا و تنظیم و توسعه صنعت برق کشور تقسیم بندی می‌شود. اهم اهداف سندیکا عبارتند از:

- دفاع از حقوق و حمایت از منافع اعضا
- پیگیری رشد و توسعه منظم و همه‌جانبه صنعت برق کشور، به ویژه با تأکید بر اجرای ابلاغیه اصل ۴۴ قانون اساسی
- مشارکت و همفکری با مراکز تصمیم‌گیری دولت در تدوین آیین‌نامه‌ها و مقررات مرتبط با صنعت برق
- حمایت از ساخت داخل و فناوری ملی با تأکید ویژه بر هم‌افزایی ظرفیت‌های موجود

- ساماندهی فعالیت اعضا در راستای بهبود کیفیت تولید و خدمات
- ایجاد فرصت‌ها و ظرفیت‌های جدید اقتصادی و تجاری در حوزه صنعت برق کشور
- گسترش رایزنی و مذاکره با مراکز تصمیم سازی کشور به منظور ایفای نقش موثر در فرآیند سیاست‌گذاری عمومی صنعت برق ایران و پایش تصمیمات در این زمینه
- تقویت بنیه صادراتی صنعت برق، به نحوی که دسترسی شرکت‌های بزرگ‌تر به بازارهای خارجی افزایش یافته و زمینه کسب‌وکار داخلی برای شرکت‌های کوچک‌تر توسعه یابد
- تلاش برای حذف انحصار و شکل‌گیری شرایط متوازن و رقابتی در حوزه صنعت برق
- تلاش در جهت گشودن افق‌های تازه کارآفرینی همچون بهینه‌سازی، کاهش تلفات و برق هوشمند و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر
- ترویج ارتباط نزدیک‌تر میان اعضا و گسترش تفاهم، درون خانواده صنعت برق
- ایجاد ظرفیت‌های آموزشی برای رشد و به روز نگه‌داشتن توانایی‌ها، تخصص‌ها و ظرفیت‌های علمی و فنی اعضا
- تلاش در ایجاد وفاق و حفظ منافع مشترک به منظور حضور توانمند و متحد در بازارهای منطقه
- اطلاع‌رسانی و آموزش قوانین، بخشنامه‌ها و تغییرات مرتبط با صنعت برق برای اعضا

خدمات نمایندگی:

- حضور در رسانه‌های عمومی و اعلام مستمر مسائل و خواسته‌های مشترک اعضا
- حضور مستمر در شبکه‌های فعالین اقتصادی
- اطلاع‌رسانی، مکاتبه و رایزنی با روسای قوای سه‌گانه
- ارتباط مستمر با کمیسیون‌های مرتبط مجلس شورای اسلامی (کمیسیون انرژی، بودجه، صنایع و ...)
- تشکیل کارگروه‌های همکاری مشترک با شرکت توانیر
- ارتباط مستمر با وزارتخانه‌های مرتبط با کسب‌وکار اعضا

خدمات حقوقی:

- پیگیری مطالبات اعضا از وزارت نیرو و نهادهای مرتبط
- پیگیری موضوعات و مشکلات عمومی قراردادی اعضا
- خدمات حل اختلاف
- پیگیری رفع اختلاف اعضا با یکدیگر و یا سایر سازمان و نهادهای مرتبط

خدمات مشاوره‌ای:

- ارائه خدمات مشاوره‌ای مرتبط با بیمه تأمین اجتماعی
- ارائه خدمات مشاوره‌ای مرتبط با بیمه‌های بازرگانی
- ارائه خدمات مشاوره‌ای مالیاتی
- ارائه خدمات مشاوره‌ای حقوقی

خدمات توسعه کسب‌وکار اعضا:

- معرفی اعضا به بانک‌های عامل جهت استفاده از تسهیلات ارزی و ریالی
- تسهیل امور گمرکی اعضا
- جمع‌آوری و ارائه اطلاعات بازارهای هدف صادراتی
- ایجاد دایرکتوری اعضا در سایت سندیکا و تخصیص پروفایل اختصاصی به هر یک از شرکت‌های عضو
- تهیه فهرست و معرفی توانمندی‌های اعضا در کاتالوگ‌های فارسی و انگلیسی
- ارائه معرفی‌نامه‌های فارسی و انگلیسی به اعضا
- اعزام و پذیرش هیات‌های تجاری
- امضای تفاهم‌نامه‌های بین‌المللی برای گسترش نفوذ اعضا به بازارهای بین‌المللی
- سازمان‌دهی نمایشگاه‌های تخصصی
- تسهیل حضور اعضا در نمایشگاه‌های مرتبط داخلی و خارجی
- درج آگهی اعضا در سایت سندیکا و ایجاد لینک مستقیم سایت شرکت عضو

- ارائه تخفیف ویژه به اعضا برای درج آگهی در نشریه و بولتن الکترونیک
- انتشار سررسید سندیکا با درج فهرست اعضا

خدمات مشارکتی:

- امکان حضور اعضا در جلسات کمیته‌های سندیکا و مشارکت در سیاست‌گذاری‌ها و تصمیمات سندیکا
- نظرسنجی از اعضا در مورد موضوعات و مسائل مختلف
- دعوت از اعضا برای حضور در مجامع و گردهمایی‌های عمومی و تخصصی سندیکا
- دعوت از اعضا برای حضور در جلسات مشترک با وزارت نیرو، توانیر و اتاق بازرگانی و صنایع و معادن ایران و سایر سازمان‌ها و نهادهای مرتبط
- انتشار یادداشت‌ها و مقالات اعضا در بولتن و نشریه سندیکا
- درج اخبار اختصاصی و دستاوردهای شرکت‌های عضو در نشریه ستبران
- درج مقالات علمی اعضا در نشریه ستبران

خدمات آموزشی:

- برگزاری دوره‌های آموزشی فنی و تخصصی
- برگزاری دوره‌های آموزشی عمومی
- ارائه تسهیلات ویژه برای استفاده اعضا از مراکز آموزشی معتبر
- برگزاری سمینارها و کارگاه‌های تخصصی در حوزه‌های مرتبط با کسب‌وکار اعضا
- امکان حضور رایگان اعضا در دوره‌های بازرگانی سازمان توسعه تجارت
- برگزاری دوره‌های آموزشی مشترک با اعضا
- نظرسنجی از اعضا برای برنامه‌ریزی دوره‌های موردنیاز
- اطلاع‌رسانی دوره‌های آموزشی

خدمات اطلاع‌رسانی:

- ارائه اخبار و اطلاعات صنعت برق و انرژی به اعضا از طریق سایت، بولتن الکترونیک به صورت روزانه و از

طریق نشریه ستبران به صورت ماهیانه

- اطلاع‌رسانی اخبار مناقصات داخلی و خارجی
- اطلاع‌رسانی قوانین و مقررات و بخشنامه‌های ناظر بر صنعت برق و انرژی به اعضا
- اطلاع‌رسانی موضوعی اخبار و رویدادهای ویژه در حوزه صنعت و اقتصاد

خدمات رفاهی:

- امکان استفاده اعضا از بیمه تکمیل درمان گروهی سندیکا
- امکان استفاده کارکنان اعضا از بیمه اشخاص (بیمه‌های اتومبیل، عمر و حادثه و...)
- تسهیل امکان استفاده اعضا از مجموعه‌های ورزشی فرهنگی طرف قرارداد

خدمات زیرساختی و پشتیبانی:

- فراهم کردن امکان استفاده اعضا از خدمات بیمه‌ای شرکت‌های معتبر بیمه؛ مانند بیمه مسئولیت، آتش‌سوزی با تخفیف ویژه
- فراهم کردن امکان استفاده اعضا از خدمات حمل و نقل بین‌المللی شرکت‌های معتبر حمل و نقل بین‌المللی
- فراهم کردن امکان استفاده اعضا از نرم‌افزارهای اتوماسیون اداری شرکت‌های معتبر ارائه‌دهنده خدمات اتوماسیون اداری
- فراهم کردن امکان استفاده اعضا از نرم‌افزارهای مالی شرکت‌های معتبر ارائه‌دهنده خدمات نرم‌افزارهای مالی
- فراهم کردن امکان استفاده اعضا از خدمات پشتیبانی از شبکه‌های کامپیوتری
- فراهم کردن امکان استفاده اعضا از خدمات طراحی سایت و مولتی‌مدیا
- فراهم کردن امکان استفاده اعضا از خدمات کنترلی و نظارتی (سیستم‌های امنیتی و دوربین‌های مداربسته)
- فراهم کردن امکان استفاده اعضا از خدمات تأمین تجهیزات اداری

*** از آنجایی که بسیاری از شرکت‌های سازنده تجهیزات مرتبط با صنعت برق و نیروگاه در این سندیکا عضویت دارند، بنابراین می‌توانند به‌عنوان تسهیل‌گر در زمینه فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها وارد عمل شوند.

۲-۴-۱-۳-۴- صندوق غیردولتی پژوهش و فناوری صنعت برق

صندوق در تاریخ ۱۳۸۳/۱۱/۴ بر اساس مجوز ماده ۱۰۰ قانون برنامه سوم توسعه به صورت موسسه غیر تجاری تاسیس و تحت شماره ۱۷۷۱۳ به ثبت رسیده است. سرمایه صندوق توسط واحدهای فعال در زمینه‌های مختلف صنعت برق به شرح زیر تامین شده است:

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

هدف صندوق عبارتست از حمایت از فعالیت‌های محققین و طرح‌های تحقیقاتی بخش غیردولتی صنعت برق به منظور تولید و توسعه دانش فنی، ارتقا سطح فناوری، جذب، انتقال و بومی‌سازی فناوری‌های نوین جهان.

انواع حمایت‌ها:

- اعطای تسهیلات اعتباری (به صورت عقود اسلامی) جهت اجرای طرح‌های تحقیقاتی.
 - اعطای یارانه سود برای طرح‌های تحقیقاتی که از سایر منابع مالی و اعتباری کشور تسهیلات دریافت داشته‌اند.
 - صدور ضمانت‌نامه و تضمین برای بازپرداخت تسهیلات دریافتی طرح‌های تحقیقاتی از سایر منابع مالی و اعتباری کشور.
 - مشارکت، سرمایه‌گذاری و تامین سرمایه خطرپذیر به منظور اجرای طرح‌های تحقیقاتی.
- برخورداری از حمایت‌های صندوق مشروط به رعایت اولویت‌های بخش برق کشور و احراز صلاحیت‌های لازم از جمله اثبات توجیه‌پذیری طرح و توانایی مجریان می‌باشد.

*** این صندوق به‌عنوان یکی از حامیان انجام تحقیقات و توسعه و بومی‌سازی فناوری‌های جدید در عرصه صنعت برق قادر است که با ارائه تسهیلات و خدمات به دیگران، راه را برای گسترش استفاده از این فناوری‌ها بخصوص در زمینه محیط‌زیست هموار نماید.

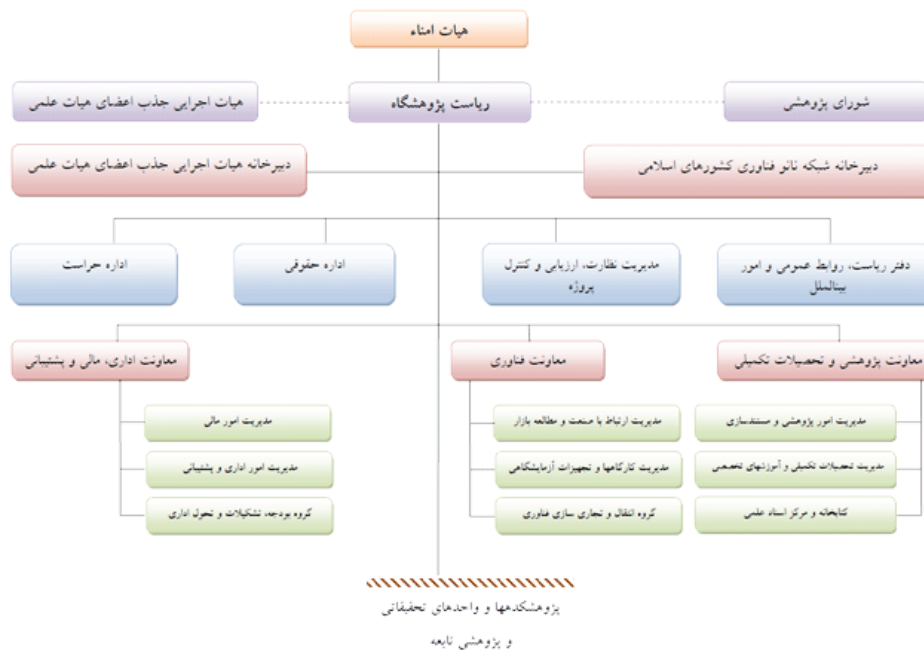
۲-۴-۱-۴- آموزش و پژوهشی

۲-۴-۱-۴-۲- پژوهشگاه مواد و انرژی

یکی از پژوهشگاه‌های مستقل و زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری ایران است. این پژوهشگاه از چهار پژوهشکده سرامیک، نیمه‌هادی‌ها، انرژی و پژوهشکده فناوری نانو و مواد پیشرفته تشکیل شده است که در ۱۲ گروه تخصصی به فعالیت‌های تحقیقاتی در زمینه‌های مرتبط با مواد و انرژی می‌پردازند. این پژوهشگاه هم‌اکنون با توجه به اهداف برنامه‌های توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور، همکاری گسترده‌ای با دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی، صنایع، مؤسسات اجرایی بخش دولتی و بخش خصوصی برقرار کرده است.

سرلوحه اهداف پژوهشگاه، گسترش علوم و تکنولوژی در زمینه‌های بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای است که از طریق اجرای پروژه‌های مربوط تحقق می‌یابد. علاوه بر این، پژوهشگاه آموزش بخشی از کادر پژوهشی موردنیاز کشور را از طریق تاسیس و توسعه دوره‌های تحصیلات تکمیلی در سطوح دکترا (مهندسی مواد) و کارشناسی ارشد (سرامیک، نانو مواد و تبدیل و ذخیره انرژی) و نیز آموزش‌های کوتاه‌مدت تخصصی داخلی و خارجی برای انتقال تجربه‌های فنی به عهده دارد.

اینک پژوهشگاه مواد و انرژی با پشتوانه بیش از ۴۰ سال تجربه تحقیقاتی و با برخورداری از تخصص‌های حدود ۷۶ نفر عضو هیات علمی، ۱۰۰ نفر کارشناس و تکنیسین پژوهشی و نیز تجهیزات پیشرفته و بعضاً منحصر به فرد در ایران، نقش مهمی در توسعه و بهبود کیفیت صنعت نوپای کشور به عهده دارد



شکل ۲-۲ ارکان پژوهشگاه مواد و انرژی

***از آنجایی که پژوهشگاه مواد و انرژی علاوه بر انجام پروژه‌های بنیادی، به امر پژوهش در امور کاربردی نیز مشغول بوده و تربیت کارشناسان آینده این کشور را برعهده دارد، بنابراین یکی از ذی‌نفعان این نقشه راه در عرصه مراکز پژوهشی بشمار می‌آید.

۲-۴-۱-۴-۲- دانشگاه‌ها

دانشگاه تهران:

دانشگاه تهران بزرگ‌ترین مرکز آموزش عالی در ایران که در سال ۱۳۱۳ هجری شمسی با حمایت رضاشاه پهلوی تأسیس شد. در حال حاضر محمود نیلی احمدآبادی ریاست این دانشگاه را به عهده دارد. دانشگاه تهران هم‌اکنون دارای ۲۵ دانشکده، ۹ پردیس و ۱۱ مرکز پژوهشی است. دانشکده‌های مکانیک، محیط‌زیست و شیمی این دانشگاه فعالیت‌های چشمگیری در حوزه محیط‌زیست و نیروگاه داشته‌اند. از فعالیت‌های این دانشگاه می‌توان به چاپ کتاب‌های "انرژی و محیط‌زیست"، "بهره‌وری

انرژی در دیگ‌های بخار"، "مدیریت زیست‌محیطی نیروگاه‌ها" و "مکانسیم توسعه پاک در مدیریت انرژی" توسط اساتید این دانشگاه اشاره داشت. همچنین پایان‌نامه‌های زیر نمونه‌ای از فعالیت‌های این دانشگاه در حوزه محیط‌زیست و نیروگاه می‌باشد.

- تحقیق در طراحی و ساخت پایلوت تصفیه خانه پسابهای نیروگاهی
- تأثیر استفاده از فن آوری تولید همزمان برق و حرارت (CHP) در کاهش آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای " مطالعه موردی نیروگاه کارخانه ذوب آهن اصفهان
- بررسی تغییرات کیفی آب دریای خزر به علت تخلیه پساب نیروگاه نکا و ارائه طرق مناسب جهت بهینه‌سازی وضعیت فعلی نیروگاه
- مطالعه رفتار و نحوه پخش پلوم آلودگی حرارتی طرح توسعه نیروگاه بندرعباس با استفاده از مدل CORMIX و اثرات زیست‌محیطی آن
- مقایسه استفاده از سوخت پشتیبان با سوخت معمول نیروگاه‌های گازی از دیدگاه انتشار آلاینده‌های هوا، گازهای گلخانه‌ای و پراکندگی آلاینده‌ها
- طراحی اکولوژیک محیط و منظر نیروگاه‌های برق‌آبی - نمونه موردی: نیروگاه برق‌آبی سد لتیان
- تدوین برنامه پایش نیروگاه‌های بخاری مطالعه موردی نیروگاه بیستون
- رهیافت‌های بهینه برنامه‌ریزی و مدیریت در نیروگاه برق آبی رودبار لرستان جهت کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی آن
- طراحی محیط و منظر فضاها، باز و سبز مجتمع‌های بزرگ صنعتی با رویکرد توسعه پایدار و محیط‌زیست نمونه موردی: نیروگاه تولید برق دماوند
- مکانیابی نیروگاه حرارتی (سیکل ترکیبی) در شهرستان بهبهان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و به‌کارگیری مدل فازی تاپسیس
- بررسی ارتباط برنامه‌ریزی و مدیریت با محیط‌زیست در نیروگاه بندر عباس
- امکان‌سنجی استقرار نیروگاه خورشیدی در شهرک صنعتی سیمین‌دشت کرج
- بررسی پیامدهای زیست‌محیطی طرح نیروگاه سیکل ترکیبی به‌منظور مدیریت محیط‌زیست

- ارزیابی عملکرد زیست‌محیطی نیروگاه شرکت مپنا و بررسی پارامترهای شاخص جهت پیاده سازی استاندارد ایزو ۱۴۰۳۱ (مطالعه موردی: نیروگاه حافظ شیراز)

دانشکده مهندسی مکانیک: دانشکده مهندسی مکانیک، یکی از چهار گروهی بود که همزمان با تاسیس دانشگاه تهران در سال ۱۳۱۳ در ساختمان مدرسه دارالفنون فعالیت خود را با چند نفر عضو هیات علمی و تعداد محدودی دانشجو در دوره کارشناسی آغاز نمود. به موازات گسترش فعالیت‌های صنعتی در کشور و نیاز به تخصص‌های مهندسی مکانیک، این گروه از نظر کمی و کیفی به توسعه و جذب امکانات و بهره‌گیری از استادان برجسته مبادرت نمود.

دانشکده محیط‌زیست: هسته اولیه دانشکده محیط‌زیست در شهریور ۱۳۵۳ به نام مرکز هماهنگی مطالعات محیط‌زیست در دانشگاه تهران تشکیل شد. این دانشکده که اولین دانشکده تحصیلات تکمیلی دانشگاه تهران است بعد از کنفرانس سران زمین در استکهلم در سال ۱۳۵۰ (۱۹۷۲ میلادی) و توجه جهانی به محیط‌زیست با عنوان اولیه مرکز هماهنگی مطالعات محیط‌زیست در دانشگاه تهران تاسیس گردید. این مرکز با توجه به ضروریات کشور در زمینه‌های زیست‌محیطی تحقیقاتی را انجام داد و توانست در زمان خود منشا اثرات مهمی در ارتقای کیفیت محیط‌زیست در کشور شود.

گسترش صنایع و بروز مشکلات زیست‌محیطی در کشور لزوم تربیت کادر تخصصی در زمینه محیط‌زیست به‌منظور جوابگویی به نیازهای بخش‌های مختلف کشور را نمایان ساخت؛ بنابراین دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران با جذب کادر تخصصی و استفاده از ظرفیت‌های مرکز هماهنگی مطالعات محیط‌زیست با هدف آموزش و ایجاد دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری در زمینه‌های مختلف زیست‌محیطی در سال ۱۳۶۸ تاسیس گردید.

دانشکده مهندسی شیمی: کشور ما دارای ذخایر عظیم نفت، گاز، زغال‌سنگ و منابع متنوع مواد معدنی می‌باشد. استقلال اقتصادی و خودکفایی صنعتی کشور در گرو نقش کلیدی‌ای است که مجموعه صنایع شیمیایی کشور ایفا می‌نماید. عملیات استخراج نفت، گاز، زغال‌سنگ و مواد معدنی در ایران، از سابقه‌ای طولانی برخوردار است و دانشکده مهندسی شیمی پردیس دانشکده‌های فنی با بیش از ۵۰ سال سابقه خدمات آموزشی و تحقیقاتی به تربیت متخصصین مجرب در صنایع پالایش، صنایع شیمیایی معدنی، صنایع گاز، صنایع غذایی و جدیداً مهندسی پلیمر همت گمارده است.

دانشگاه صنعتی شریف:

دانشگاه صنعتی شریف یکی از دانشگاه‌های تهران است. این دانشگاه در سال ۱۳۴۴ با نام دانشگاه صنعتی آریامهر بنیان‌گذاری گشت که پس از انقلاب به افتخار یکی از دانش‌آموختگان آن، مجید شریف واقفی، به دانشگاه صنعتی شریف تغییر نام داد. دانشکده‌های مکانیک، انرژی و شیمی این دانشگاه در حوزه محیط‌زیست و نیروگاه فعالیت دارند. از فعالیت‌های این دانشگاه می‌توان به چاپ کتاب‌های "انرژی، محیط‌زیست و توسعه پایدار"، "نیروگاه‌های مولد برق"، "نیروگاه‌های آبی" و "مهندسی محیط‌زیست" توسط اساتید این دانشگاه، همچنین اختراع‌های در حوزه انرژی‌های تجدید پذیر "طراحی و ساخت دستگاه مبدل انرژی امواج دریا"، "دستگاه توربین بادی محور افقی، با استفاده از پره‌های دوسو باد گرد"، "طراحی و ساخت سکوی شناور پایه کششی جهت استقرار توربین بادی در مناطق فراساحل" نام برد؛ انجام پایان‌نامه‌های با عناوین زیر از جمله فعالیت‌های این دانشگاه در حوزه محیط‌زیست و نیروگاه می‌باشد:

- مدل سازی و ارزیابی اقتصادی بازیافت دی‌اکسید کربن از نیروگاه به روش احتراق با اکسیژن
- ارزیابی زیست‌محیطی پروژه‌های CCS برای نیروگاه‌های تولید برق در ایران
- تحلیل فرایند نیروگاه گازسوز سیکل ترکیبی با احتراق اکسیژنی تولیدی توسط غشا به همراه جداسازی دی‌اکسیدکربن
- برنامه‌ریزی سیستم تولید انرژی الکتریکی از نقطه نظر قابلیت اطمینان با وجود نیروگاه‌های بادی
- تحلیل انرژی نیروگاه‌های حرارتی
- طراحی بهینه یک نیروگاه حرارتی خورشیدی از نوع برج خورشیدی
- اثر تغییرات اقلیم بر نیروگاه‌های برق آبی
- مقایسه ریسک CO2 نیروگاه‌های فسیلی با ریسک هسته‌ای
- ارائه مدلی برای مکانیابی نیروگاه‌های برق آبی با استفاده از GIS و روش تصمیم‌گیری چند معیاره

دانشکده مهندسی مکانیک: دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف از سال ۱۳۴۴ همزمان با تاسیس این دانشگاه پیشرو کشور فعالیت خود را آغاز نمود. در طی بیش از ۴۰ سال تلاش مستمر، این دانشکده توانسته است با جذب هدفمند اعضای هیات علمی کارآمد و دانشجویان مستعد و نیز با فراهم‌سازی زیرساخت‌ها و امکانات مناسب آموزشی و پژوهشی به

جایگاهی درخور در سطح کشور و منطقه دست یابد. این دانشکده فعالیت‌های زیادی در حوزه مطالعات نیروگاهی و انرژی‌های تجدید پذیر داشته است.

دانشکده مهندسی انرژی: طرح ایجاد دانشکده مهندسی انرژی، با هدف کلی نهادینه کردن و سازمان‌دهی موثر فعالیت‌های دانشگاه صنعتی شریف در زمینه‌های مهندسی سیستم‌های انرژی و مهندسی هسته‌ای، در مهر ۱۳۸۳ از طرف تعدادی از اعضای هیات علمی گروه‌های یادشده پیشنهاد شد و پس از تصویب در شورای تحصیلات تکمیلی و شورای دانشگاه (آبان ۱۳۸۳)، در تاریخ ۱۳۸۴/۱۰/۵ در شورای گسترش آموزش عالی مورد تصویب قطعی قرار گرفت. یکی از حوزه‌های فعالیت این دانشگاه انرژی و محیط‌زیست می‌باشد، که در این حوزه واحدهای درسی با عنوان انرژی بادی، انرژی خورشیدی و تحلیل سیستم‌های انرژی تدریس می‌شود.

دانشکده مهندسی شیمی و نفت: دانشکده مهندسی شیمی و نفت دانشگاه صنعتی شریف در سال ۱۳۴۴ تحت عنوان دانشکده مهندسی شیمی تأسیس شد. این دانشکده در سال ۱۳۷۹ پس از انعقاد قراردادی با شرکت ملی نفت ایران (NIOC) به مهندسی شیمی و نفت تغییر نام داد.

پردیس فنی و مهندسی شهید عباسپور:

دانشگاه صنعت آب برق - شهید عباسپور وابسته به دانشگاه شهید بهشتی از سال ۱۳۴۹ هجری شمسی تحت عنوان مرکز آموزش‌های تخصصی برق به‌منظور ارائه آموزش‌های موردنیاز مهندسی و تکنسین‌های برق تأسیس شد. این مرکز متناسب با نیاز صنعت برق و سپس صنعت آب به سرعت در قالب مجمع عالی آموزشی و پژوهشی شهید عباسپور، دانشکده صنعت آب و برق (شهید عباسپور) و دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور) گسترش یافت. در چهارچوب سیاست‌های کلان آموزش عالی و تجدید ساختار در صنعت آب و برق و همچنین تعمیم آموزش و پژوهش از بخش‌های مهندسی به حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی و مدیریتی، شورای گسترش آموزش عالی در جلسه ۲۴ فروردین ۱۳۹۲ دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور) را تحت عنوان پردیس فنی و مهندسی شهید عباسپور به دانشگاه شهید بهشتی الحاق نمود.

عملکرد دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور) در گذشته و نقش برجسته آن در توسعه آموزش‌های تخصصی و تربیت مهندسیین کارآمد و سرمایه‌گذاری عظیم انجام‌شده در توسعه منابع انسانی و امکانات این دانشگاه و همچنین ارتباط نزدیک آن

با صنعت آب و برق کشور از یک سو و اعتبار علمی و گستره فراگیر فعالیت‌های دانشگاه شهید بهشتی، از سوی دیگر، شرایط مساعدی را فراهم آورده است تا پردیس فنی و مهندسی شهید عباسپور دانشگاه شهید بهشتی بتواند در راستای ایجاد قطب‌های آموزشی، علمی و پژوهشی در حوزه‌های حیاتی آب، آبفا، برق، انرژی و محیط‌زیست حرکت نماید. از نمونه فعالیت‌های پژوهشی این دانشگاه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- آنالیز انتشار آلودگی ناشی از سوانح هسته‌ای در محل انبار موقت پسماندهای نیروگاه اتمی بوشهر به روش مونت کارلو
- بررسی پیامدهای احداث نیروگاه حرارتی ۱۰۰۰ مگاواتی شهید مفتح همدان بر محیط‌زیست منطقه
- مدل‌سازی و بهینه‌سازی دیوار خورشیدی (Solar chimney) جهت کاربرد در سرمایش و گرمایش ساختمان
- طراحی یک نرم‌افزار جهت مدل‌سازی ترمودینامیکی چرخه تولید همزمان آب و برق و بررسی اثر آنالیز آب دریا و آنالیز محصول بر روی عملکرد
- تحلیل، بررسی و طراحی واحد جذب CO₂ از دودکش نیروگاه‌ها به روش پس از احتراق با استفاده از جاذب شیمیایی مونواتانول آمین
- مدل‌سازی ترمودینامیکی، آنالیز انرژی اقتصادی، زیست‌محیطی و بهینه‌سازی چند هدفه سیستم ترکیبی پیل سوختی اکسید جامد و میکروتوربین گازی با هدف شیرین‌سازی آب بر اساس الگوریتم ژنتیک
- آنالیز انرژی، انرژی‌اقتصادی و زیست‌محیطی و بهینه‌سازی چند هدفه سیکل بخار نیروگاه نکا توسط الگوریتم ژنتیک

دانشگاه تربیت مدرس:

دانشگاه تربیت مدرس یکی از برترین دانشگاه‌های دولتی ایران و تنها مرکز تحصیلات تکمیلی جامع دولتی کشور می‌باشد که در شهر تهران واقع شده است. این دانشگاه در سال ۱۳۶۰ با عنوان مدرسه تربیت مدرس و با هدف تربیت کادر هیئت علمی دانشگاه‌ها، به‌عنوان تنها دانشگاه تخصصی تحصیلات تکمیلی ایران تاسیس گردید. این مدرسه در سال ۱۳۶۵ به دانشگاه

تربیت مدرس ارتقا یافت. گروه بهداشت و محیط این دانشگاه فعالیت‌های پژوهشی در حیطه نیروگاه داشته است که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- بررسی کیفیت پساب نیروگاه برق آلستوم تهران (شهید فیروزی) و ارائه راه‌حل مناسب جهت کاهش آلودگی آن
- بررسی کیفیت پساب نیروگاه بعثت و اثرات احتمالی آن بر محیط‌زیست منطقه
- روش‌های بهینه‌سازی و تحلیل نیروگاه بخار پیشرفته سیکل رانکین بر اساس آنالیز انرژی واکسرژی و مقایسه آنها
- ارزیابی اثرات زیست‌محیطی سد و نیروگاه برقابی کوران بوزان
- ارزیابی اثرات زیست‌محیطی نیروگاه برق آلستوم تهران از نظر آلاینده‌های هوا و پیشنهاد مناسب‌ترین روش کنترلی
- بررسی کیفیت پساب نیروگاه شهید محمد منتظری و اثرات آن بر آب، خاک و گیاهان منطقه
- بررسی کیفیت پساب نیروگاه حرارتی بندرعباس و اثرات زیست‌محیطی آن
- بررسی نحوه گسترش آلاینده دی‌اکسید گوگرد از دودکش‌های یک نیروگاه

۲-۴-۱-۳- مرکز تحقیقات آب

در سال ۱۳۴۶ سازمانی تحت عنوان مرکز تحقیقات و لابراتوار وابسته به وزارت نیرو، به منظور مدل‌سازی هیدرولیکی سدها و تأسیسات آبی آغاز به کار نمود. این مرکز در سال ۱۳۵۴ از حوزه ستادی وزارت نیرو منتزع و تحت عنوان مؤسسه بررسی‌ها و آزمایشگاه‌های منابع آب به کار خود ادامه داد. در سال ۱۳۶۸، هیات وزیران مؤسسه فوق را به سازمان تحقیقات منابع آب تبدیل نمود. اهداف این شرکت انجام تحقیقات و مطالعات کاربردی در زمینه منابع آب و ارائه راهکارهایی به منظور بهبود کمی و کیفی آب کشور بود. در سال ۱۳۷۰ همگام با روند خصوصی‌سازی واحدهای مختلف تحت پوشش وزارت نیرو، شرکت فوق تبدیل به یک شرکت نیمه‌دولتی و مجموعه‌ای خودگردان با عنوان مرکز تحقیقات آب گردید که فعالیت در زمینه‌های مهندسی رودخانه و دریا و سواحل را نیز آغاز نمود.

از آن زمان، محدودیت‌های ناشی از خودگردانی، به عنوان مانعی بر سر راه ظرفیت‌سازی و انجام فعالیت‌های تحقیقاتی منسجم و منطبق با نیازهای صنعت آب کشور، بروز نمود. از سوی دیگر، مراکزی برای پاسخگویی به برخی ضرورت‌های پژوهشی آب در

سایر نقاط کشور تاسیس شدند. پس از تثبیت ستاد تحقیقات آب در قالب معاونت پژوهشی سازمان مدیریت منابع آب ایران، کمبود یک مجموعه اجرایی توانمند برای پیشبرد همه‌جانبه امر تحقیقات در پیکره امور آب کشور نمایان گردید. لذا به‌منظور جمع‌آوری کلیه فعالیت‌های پژوهشی آب کشور، مؤسسه تحقیقات آب پس از اخذ مجوز قطعی از وزارت علوم، تحقیقات و فن آوری در سال ۱۳۸۰ رسماً هویت یافت و از نیمه دوم سال ۱۳۸۱ عملاً فعالیت خود را آغاز نموده است.

اهداف مؤسسه:

مطابق اساسنامه مصوب، اهداف مؤسسه به‌صورت زیر تعیین شده‌اند:

- توسعه و گسترش پژوهش، تعمیق دانش و تولید فناوری در امور آب
- کوشش برای دستیابی به دانش و فناوری‌های نوین جهانی امور آب
- زمینه‌سازی مناسب برای ارتقای فعالیت‌های پژوهشی درباره مباحث آب و کاربرد
- علمی و فنی برای بهره‌برداری بهینه از منابع آب

وظایف مؤسسه:

با توجه به اهداف یاد شده، وظایف مؤسسه عبارتند از:

- بررسی و شناسایی نیازهای پژوهشی امور آب
- انجام طرح‌های پژوهشی کاربردی، بنیادی و توسعه‌ای با هدف دستیابی به دانش فنی موردنیاز امور آب
- برگزاری دوره‌ها، همایش‌ها، کارگاه‌های علمی و تخصصی در زمینه‌های مرتبط با آب
- انتشار کتب، نشریات تخصصی و ترویج نتایج تحقیقات و دستاوردهای علمی در زمینه آب
- تشخیص نیازهای پژوهشی و همکاری در تدوین برنامه‌های پژوهشی مربوطه
- ایجاد ارتباط مستمر با دانشگاه‌ها، واحدهای تحقیقاتی و انجمن‌های علمی-تخصصی موردنیاز بخش‌های دولتی و غیردولتی در کلیه زمینه‌های مرتبط با آب
- ایجاد ارتباط کارآمد با نیازهای متخصص و مبتکر در کشور و فراهم نمودن امکانات لازم برای بهره‌گیری از

جدیدترین دستاوردهای پژوهشی امور آب

پژوهشکده‌ها و مراکز:

۱. پژوهشکده مهندسی هیدرولیک و محیط‌های آبی

پژوهشکده مهندسی هیدرولیک و محیط‌های آبی با هدف انجام تحقیقات در زمینه‌های سازه‌های هیدرولیکی، دریا و سواحل، رودخانه، کنترل آلودگی آب‌ها و توسعه مدل‌های ریاضی مربوطه و بهینه‌سازی هیدرولیکی طرح‌های بزرگ آبی تشکیل گردیده است.

۲. پژوهشکده مطالعات و تحقیقات منابع آب

شناخت فرآیندهای چرخه آب، ارزیابی کمی و کیفی منابع و مصارف آب و ارائه راهبردهای مدیریت در مراحل تولید، انتقال و بهره‌برداری پایدار از منابع آب از اهداف این پژوهشکده است.

۳. مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر- ساری

انجام مطالعه و تحقیق در زمینه‌های مختلف منابع آبی در دریای خزر و همچنین حوضه آبریز آن با همکاری مراکز پژوهشی و مطالعاتی داخل و خارج از کشور خصوصا " کشورهای ساحلی دریای خزر و استفاده بهینه از پتانسیل‌های دریای خزر از وظایف این مراکز است.

۴. مرکز ملی مطالعات و تحقیقات سازندهای سخت (کارست) - شیراز

انجام مطالعات و تحقیقات در زمینه شناخت پدیده‌های کارستی کشور، تعیین پتانسیل بهره‌برداری، تهیه مدل‌های کمی، کیفی و ارائه روش‌های مدیریت و بهره‌برداری بهینه منابع آب موجود در سازندهای سخت (کارست) با استفاده از فناوری نوین از وظایف این مرکز می‌باشد.

۵. مرکز ملی تحقیقات و مطالعات باروری ابرها- یزد

اهداف این مرکز عبارتند از:

- تقویت موقعیت راهبردی کشور در ارتباط با مسائل آینده مدیریت ابرها و سیستم‌های جوی و تعدیل

- آب و هوا در سطح کشورهای منطقه و جهان
 - استحصال آب از طریق اجرای پروژه‌های باروری ابرها
 - کسب دانش و انتقال فناوری باروری ابرها و تعدیل آب و هوا به منظور کسب استقلال فنی و اجرای عملیات با استفاده از کلیه امکانات فنی و انسانی داخل کشور
 - پرورش نیروی انسانی متخصص جهت انجام تحقیقات و اجرای عملیات باروری ابرها و تعدیل آب و هوا
۶. مرکز تحقیقات آب و فاضلاب

انجام تحقیقات در زمینه‌های تصفیه و توزیع آب، جمع‌آوری، انتقال و تصفیه فاضلاب، اجرای سیستم‌های مدیریت کیفیت آب و محیط‌زیست و همچنین تدوین استانداردهای ملی موردنیاز در صنعت آب و فاضلاب از جمله اهداف این مرکز می‌باشد.

امکانات و آزمایشگاه‌ها:

نیروی انسانی: مؤسسه تحقیقات آب علاوه بر اعضای هیات علمی و پژوهشگران تمام‌وقت خود، از همکاری اعضای هیات علمی دانشگاه‌ها به صورت پاره‌وقت بهره می‌برد. همچنین دانشجویان دوره‌های تحصیلات تکمیلی نیز در چار چوپ انجام پروژه‌های دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری در این مؤسسه فعالیت می‌نمایند.

آزمایشگاه‌ها و تجهیزات: مؤسسه تحقیقات آب دارای آزمایشگاه‌ها و تجهیزات پیشرفته‌ای است که بعضاً در سطح منطقه منحصر به فرد می‌باشند که برخی از آنها عبارتند از:

- آزمایشگاه هیدرولیک سازه‌های جنبی سدها
- آزمایشگاه مهندسی رودخانه و سواحل
- آزمایشگاه تجهیزات هیدرومکانیک
- آزمایشگاه‌های اندازه‌گیری ایزوتوپ‌های محیطی
- آزمایشگاه شیمی آب
- آزمایشگاه رسوب‌شناسی
- ایستگاه هواشناسی و اندازه‌گیری پارامترهای محیطی

- هواپیماها و تجهیزات مربوط به باروری ابرها
- شناور تحقیقاتی مجهز به سیستم هیدروگرافی پیشرفته
- سیستم اندازه‌گیری پارامترهای محیطی آب

*** آب یکی از موضوعاتی است که هر روزه بر ارزش آن افزوده می‌گردد و این موضوع در صنعت برق مشهودتر است، زیرا برای تولید برق در نیروگاه‌های بخاری و سیکل ترکیبی به آب نیاز است. از سوی دیگر فاضلاب‌های این صنعت بایستی به نحو مناسبی تصفیه شده و به محیط بازگردانده شود. بر این اساس موسسه تحقیقات آب به‌عنوان یک بازو برای وزارت نیرو است که فعالیت‌های پژوهشی در خصوص آب را برعهده دارد.

۲-۴-۱-۴-۲ پژوهشگاه نیرو

پژوهشگاه نیرو سازمانی دولتی و وابسته به وزارت نیرو می‌باشد که مسئولیت راهبری تحقیقات وابسته به صنعت برق و انرژی ایران برگزار می‌کند. پژوهشگاه نیرو در سال ۱۳۷۶ با اخذ مجوز سه پژوهشکده "برق"، "تولید نیرو" و "انتقال و توزیع نیرو" از شورای گسترش آموزش عالی به‌طور رسمی کار خود را آغاز و در سال ۱۳۷۷ با اخذ دو مجوز جدید پژوهشکده‌های "انرژی و محیط‌زیست" و "کنترل و مدیریت شبکه" را نیز به مجموعه خود افزود و در ادامه با ایجاد "مراکز شیمی و مواد"، "توسعه فناوری توربین‌های بادی" و "آزمایشگاه‌های مرجع" فعالیت‌های خویش را توسعه بخشید. هم‌اکنون با ۵ پژوهشکده، ۳ مرکز و ۲۱ گروه پژوهشی علاوه بر پروژه‌های ملی در چندین پروژه بین‌المللی نیز با مشارکت کشورهای پیشرفته صنعتی حضور داشته و سعی دارد نقش خود را در این قبیل پروژه‌ها توسعه بخشد.

با توجه به نقش زیر بنایی صنعت برق در رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور، پژوهشگاه نیرو با انجام پروژه‌های بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای به‌منظور پاسخگویی بهتر و بیشتر به نیازهای صنعت برق و رفع مشکلات آن و دستیابی به فناوری‌های نوین اقدام به تعریف پروژه برنامه استراتژیک خود هم‌راستا با خواسته‌ها و برنامه‌های استراتژیک وزارت نیرو و برنامه توسعه پنجم کشور نموده و در سال ۱۳۸۷ پس از تبیین بیانیه‌های مأموریت، چشم‌انداز و ارزش‌های سازمانی با تحلیل محیط داخلی و خارج و همچنین مطالعات تطبیقی در عرصه بین‌المللی استراتژی‌ها و اهداف پژوهشگاه را تدوین و در سال ۱۳۸۹ با استفاده از

متدولوژی کارت امتیازی متوازن (BSC) با اجرای برنامه‌ها و دستیابی به اهداف کمی راه رسیدن به چشم‌انداز را هموار نموده است

این پژوهشگاه دارای پژوهشکده‌های زیر است:

- پژوهشکده برق
- پژوهشکده تولید نیرو
- پژوهشکده کنترل و مدیریت شبکه
- پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
- پژوهشکده انرژی و محیط‌زیست
- مرکز شیمی و مواد
- مرکز توسعه فناوری توربین‌های بادی
- مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی: که به منظور حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان تاسیس شده است

بیانیه ماموریت پژوهشگاه نیرو:

فلسفه وجودی ماموریت پژوهشگاه نیرو شامل ارتقاء فناوری، توسعه پژوهش و نوآوری جهت افزایش توانمندی، رقابت‌پذیری و بهره‌وری صنعت برق و انرژی کشور است.

محصولات و خدمات این ماموریت تکمیل چرخه مدیریت نوآوری و فناوری صنعت برق و انرژی از طریق:

- انجام تحقیقات توسعه‌ای و کاربردی و بنیادی در حوزه صنعت برق و انرژی
- اجرای مطالعات و تحقیقات راهبردی، کلان، بلندمدت و با ریسک بالای صنعت برق و انرژی
- مدیریت تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای صنعت برق و انرژی
- آینده‌نگاری، سیاست پژوهی و برنامه‌ریزی فناوری‌های نوین در عرصه صنعت برق و انرژی
- اکتساب فناوری‌های نوین در عرصه صنعت برق و انرژی
- تجاری‌سازی نتایج تحقیقات و به‌کارگیری در صنعت برق و انرژی

- تهیه استانداردها و ارائه خدمات آزمایشگاهی و ارزیابی کیفیت تجهیزات و سیستم‌های صنعت برق و انرژی
- طراحی و توسعه زیرساخت‌های موردنیاز جهت ایجاد مراکز و شرکت‌های نوآور در حوزه صنعت برق و انرژی
- ایجاد و توسعه شبکه فناوری میان دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و قطب‌های علمی-پژوهشی داخل و خارج کشور در حوزه صنعت برق و انرژی

زمینه‌های فعالیت پژوهشگاه نیرو:

- همکاری با مراکز آموزش عالی، مؤسسات پژوهشی و سازمان‌های اجرایی در زمینه‌های پژوهشی
- توسعه دانش و فناوری‌های مرتبط با تخصص‌های موجود در وزارت نیرو
- انتقال تجارب سایر کشورها در زمینه فن‌آوری و دستیابی به دانش فنی با هدف خودکفایی در ارتباط با وظایف و نیازهای وزارت نیرو
- انتشار انواع کتب علمی، نتایج تحقیقات و استفاده از فناوری ارتباطات با ایجاد شبکه‌های وسیع کامپیوتری به‌منظور دستیابی به آخرین اطلاعات فنی در جهان

شرح فعالیت‌های پژوهشگاه نیرو:

- انجام طرح‌های پژوهشی بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای با هدف دستیابی به دانش فنی موردنیاز وزارت نیرو در داخل کشور با توجه به اصل توسعه پایدار.
- انجام فعالیت‌های ضروری به‌منظور به‌کارگیری نتایج تحقیقات در صنعت و تجاری‌سازی آنها.
- برقراری ارتباط با سایر مؤسسات و جوامع علمی پژوهشی در داخل و خارج کشور از طریق برگزاری گردهمایی‌های علمی و اجرای پروژه‌های تحقیقاتی مشترک جهت دستیابی به علوم و فن‌آوری‌های جدید
- برقراری ارتباط با نیروهای متخصص و مبتکر در مراکز علمی پژوهشی کشور و فراهم نمودن امکانات لازم برای آنها در راستای اهداف پژوهشگاه.
- مطالعه و تحقیق در مورد ساخت و تأمین نیازهای بنیادی و فنی انواع نیروگاه‌ها، پست‌ها، خطوط انتقال نیرو و سایر مسائل مرتبط با وزارت نیرو و کارخانه‌های وابسته به آن

*** با توجه به مأموریت جدید محول شده از سوی وزارت نیرو به پژوهشگاه نیرو در خصوص برعهده گرفتن مدیریت تحقیقات، به نظر می‌رسد که نقش آتی این مرکز پژوهشی بسیار پررنگ‌تر از وظایف کنونی آن باشد و بایستی تمامی امور تحقیقات در بخش برق توسط این مرکز به انجام رسد. برای این هدف تمامی امور مرتبط با آینده‌پژوهی در فناوری‌های موردنیاز برای زمینه‌های مختلف در این مرکز متمرکز خواهد بود.

۲-۴-۱-۴-۵- پژوهشگاه نفت

پژوهشگاه صنعت نفت در آغاز با نام «اداره توسعه تحقیقات شرکت ملی نفت ایران» در سال ۱۳۳۸ تاسیس شد و هدف اولیه آن، تحقیق و پژوهش در زمینه کاربرد مواد نفتی بود. بعد از پیروزی انقلاب اسلامی، نام این سازمان به «مرکز پژوهش و خدمات علمی» تغییر یافت و به توسعه فعالیت‌ها در راستای اهداف موردنظر پرداخت. در سال ۱۳۶۸، این مرکز، طبق موافقت‌نامه اصولی شورای گسترش وزارت فرهنگ و آموزش عالی، «پژوهشگاه صنعت نفت» نام گرفت و با هدف انجام تحقیقات بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای، به فعالیت‌های خود ادامه داد.

راهبرد پژوهشگاه صنعت نفت، ایجاد ارزش‌افزوده از راه تولید و تجاری‌سازی فناوری با رویکرد اصل انجام پژوهش برای توسعه و داخلی‌سازی فناوری‌های جدید است. فعالیت‌های پژوهشگاه در سه مجموعه «پرديس پژوهش و توسعه صنایع بالادستی نفت»، «پرديس پژوهش و توسعه صنایع پایین‌دستی نفت» و «پرديس پژوهش و توسعه انرژی و محیط‌زیست» انجام می‌شود.

اهداف و سیاست‌ها:

- پیگیری و جهت‌دهی به راهبردها و فعالیت‌های پژوهشگاه در راستای تحقق هدف «پژوهش منجر به فناوری»
- ارتقای فناوری‌های ملی، جذب سرمایه، ظرفیت‌سازی و توسعه منابع انسانی لازم برای تبدیل علم به فناوری
- طراحی راه‌کارهای فناورانه و فرایندهای بومی‌سازی فناوری برای مقابله با تحریم‌ها و تهاجم‌ها
- ارتباط و تعامل مستمر با بدنه عملیاتی صنعت و رفع نیازهای فناورانه صنعت نفت
- تاسیس، توسعه و همکاری با شرکت‌های دانش‌بنیان اقماری و پارک‌های علم و فناوری برای پژوهش گسترده و صنعتی‌سازی دستاوردهای پژوهشی

- بسط و گسترش ارتباطات و همکاری‌های داخلی و بین‌المللی
- افزایش بهره‌وری با توجه به ظرفیت و مزیت‌های موجود سازمان
- دستیابی به اهداف بلندمدت با بهره‌برداری بهینه از منابع

سیاست‌ها و فعالیت‌ها:

- ارائه خدمات علمی-آزمایشگاهی
- ارائه مشاوره برای بهینه‌سازی و رفع تنگناهای صنایع با اولویت صنعت نفت
- اکتشاف و ارزیابی منابع هیدروکربوری و توسعه روش‌های ازدیاد برداشت
- اتخاذ رویکرد افزایش تولید کوتاه‌مدت با تاکید بر روش چاه‌محور
- شناسایی منابع هیدروکربوری غیرمتعارف
- مطالعات جامع مخازن و ارائه برنامه توسعه میدان
- شناسایی، ارزیابی و ساخت کاتالیست
- رفع معضلات صنایع نفت و گاز به کمک نانوفناوری
- توسعه فنی، انتقال و بومی کردن فناوری‌های پالایشگاهی
- ارائه لیسانس‌ها و طراحی واحدهای تحت لیسانس پالایشگاه‌های نفت و میعانات گازی
- توسعه پژوهش‌های مرتبط با بهبود و ارتقای کیفیت فرآورده‌های نفتی
- توسعه روش‌های تصفیه و انتقال گاز و تبدیل آن به دیگر محصولات با ارزش
- سنتز و فرمولاسیون مواد شیمیایی برای صنایع نفت، گاز و پتروشیمی
- شبیه‌سازی فرایندهای صنایع نفت و پتروشیمی به کمک نرم‌افزارهای مهندسی مرتبط
- شناسایی و کاربرد پلیمرهای ویژه در صنایع
- توسعه دانش فنی و بومی‌سازی فرایندها، طراحی مفهومی، بنیادی، تفصیلی و رفع مشکلات صنایع مرتبط
- ساخت پایلوت‌های مهندسی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرایندها
- توسعه و انتقال فناوری ساخت تجهیزات صنعت نفت

- ارائه فناوری‌های نوین در رفع آلودگی آب، هوا، خاک و حفاظت از تاسیسات نفتی.
- دستیابی به لیسانس‌های موردنیاز و بومی‌سازی ساخت پالایشگاه‌های ملی نفت، گاز و میعانات گازی
- ارائه خدمات علمی - آزمایشگاهی

*** از آنجایی که پژوهشگاه صنعت نفت به‌عنوان یکی از بازوهای علمی وزارت نفت بشمار آمده و این وزارتخانه نیز مسئولیت تأمین سوخت نیروگاه‌ها را برعهده دارد بنابراین نمی‌توان از نقش پژوهشی این مرکز در زمینه تأمین سوخت‌های پاک‌تر برای کاهش آلاینده‌های نیروگاهی غافل شد.

۲-۴-۱-۵- بنگاه (زنجیره صنعت)

۲-۴-۱-۵-۱- شرکت‌های تولید برق

از آنجایی که شرکت‌های تولیدکننده برق، عمده‌ترین مراکز تولید آلاینده‌ها در صنعت برق بشمار می‌روند. در نتیجه هرگونه فعالیت کنترلی در این شرکت‌ها، تأثیر عمده‌ای در کاهش و مدیریت آلودگی این صنعت خواهد داشت. در جدول ۲-۴ لیست شرکت‌های تولیدکننده برق که عضو سندیکا نیز می‌باشند، آورده شده است.

۲-۴-۱-۵-۱-۱- شرکت‌های تولیدکننده برق

ردیف	نام شرکت	ردیف	نام شرکت
۱	شرکت آربن ماهتاب گستر	۱۶	شرکت توسعه مسیر برق گیلان
۲	شرکت افق توسعه انرژی خلیج فارس	۱۷	شرکت توسعه نیروگاه‌ها و انرژی برق
۳	شرکت اندیشه سازان بهین سرآمد	۱۸	شرکت تدبیر سازان سرآمد
۴	شرکت انرژی تابان پویا	۱۹	شرکت تولید برق پرند مپنا
۵	شرکت انرژی گستر جم	۲۰	شرکت تولید برق پره سر
۶	شرکت پرشیا فولاد	۲۱	شرکت تولید برق توس مپنا
۷	شرکت توسعه برق و انرژی سپهر	۲۲	شرکت تولید برق خوزستان مپنا
۸	شرکت تولید برق سنندج مپنا	۲۳	شرکت صنایع برق و انرژی صبا

ردیف	نام شرکت	ردیف	نام شرکت
۹	شرکت تولید نیروی زاگرس	۲۴	شرکت فراب
۱۰	شرکت ساین گستر پردیسان	۲۵	شرکت قشم مولد
۱۱	شرکت ری نیرو	۲۶	شرکت گوهر انرژی سیرجان
۱۲	شرکت تولید برق ماهتاب کاسپین	۲۷	شرکت مولد برق یزد
۱۳	شرکت تولید برق ماهتاب کهنوج	۲۸	شرکت مولد نیروگاهی تجارت فارس
۱۴	شرکت تک نیرو	۲۹	شرکت مولد نیروی خرم آباد
۱۵	شرکت سرمایه‌گذاری نیروگاهی ایران (سنا)	۳۰	شرکت نیروگاهی سیکل ترکیبی کرمانیان

۲-۴-۱-۵-۲- شرکت‌های برق منطقه‌ای

اهداف کلی شرکت‌های برق منطقه‌ای عبارتند از:

تأمین برق مطمئن و موردنیاز مشترکان، بهره‌برداری بهینه و اقتصادی از تأسیسات برق، راهکارهای عملی برای افزایش کارایی کارکنان، کاهش هزینه‌ها، بهبود مدیریت مصرف، صرفه‌جویی و استفاده منطقی از انرژی برق، نیل به خودکفائی و اداره اقتصادی تأسیسات برق، گسترش تحقیقات و آموزش‌های کاربردی و ... در جهت تحقق اهداف ذکر شده شرکت برق منطقه‌ای اقداماتی به شرح زیر را به انجام رسانده و در حال ادامه راه برای رسیدن به اهداف تعیین‌شده در برنامه سوم توسعه است:

بهبود برنامه‌های نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های زیر پوشش، اصلاح و متعادل نمودن شبکه‌های انتقال، فوق توزیع به‌منظور کاهش تلفات، تسریع در عملیات برقراری انشعاب‌های متقاضیان جدید، تأمین برق مشترکان با ولتاژ و فرکانس استاندارد، اصلاح سیستم محاسبه و وصول بهای برق مصرفی مشترکان، تأمین تجهیزات شبکه‌های توزیع از صنایع داخلی، آموزش و رشد سطح دانش کارکنان، ایجاد واحدهای ارتباط مردمی برای آگاهی از نقطه نظرها و خواسته‌های مصرف‌کنندگان برق، بهبود روش‌های خبردهی و خبرگیری نظیر راه‌اندازی تلفن گویا، استقرار سیستم‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و ...

*** باید توجه داشت که قسمتی از نیروگاه‌های تولید برق و خطوط انتقال و توزیع تحت پوشش شرکت‌های برق منطقه‌ای

قرار دارند و این شرکت‌ها فناوری‌های موجود در این عرصه را رصد می‌کنند و از این لحاظ یکی از ذینفعان بشمار می‌روند.

۲-۴-۱-۵-۳- شرکت توزیع برق

از دیرباز وظیفه توزیع نیروی برق در کشور تا سطح ۶۳ کیلوولت به عهده شرکت‌های برق منطقه‌ای بوده و به تدریج مسولیت ولتاژهای بالاتر هم به آن افزوده شد و پس از چندی وظیفه تولید و انتقال نیز به این شرکت‌ها محول گردید؛ که البته به مرور زمان مشکلاتی در عمل بروز نمود که برای مقابله با آنها در ستاد صنعت برق مطالعاتی صورت گرفت و با توجه به قانون برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور و سیاست دولت جمهوری اسلامی ایران مبنی بر واگذاری کارهای خدماتی به بخش خصوصی فکر ایجاد شرکت‌های مستقل و غیردولتی که مسولیت توزیع نیروی برق را عهده دار گردد ریشه گرفت و پس از فراهم کردن مقدمات کار و اخذ مجوزات لازم، شرکت‌های توزیع نیروی برق ایجاد گردید.

ایجاد شرکت‌های توزیع برق از اولین تجربه‌های اصلاح ساختار در بخش خدمات عمومی در کشور به شمار می‌رود که توانسته است راهگشای سایر بخش‌های مشابه در این زمینه باشد و علیرغم وجود مشکلات و مسائل فراوان، این شرکت‌ها راه خود را به سوی تکامل پیموده و امروزه همپای بخش‌های تولید و انتقال هویتی مستقل یافته است.

در این چند سال بخش توزیع "از معضلی فراموش شده" به "موضوعی مطرح و اندیشه برانگیز" تبدیل شده و با بکار گرفتن امکانات و توانمندی‌های موجود کشور و توسعه این امکانات به پیکار ناکامی‌ها و غفلت‌های گذشته پرداخته و در مدت زمان کوتاه راهی دراز پیموده است تا آنجا که برای شتاب گرفتن بیشتر این حرکت نیاز به بهره‌گیری از توانمندی‌های عملی و تخصصی فرامرزی کاملاً محسوس شده است.

اهداف بنیادین بخش توزیع در صنعت برق:

بخش توزیع نیرو به سبب آنکه رابط بین صنعت برق و مشترکان است نقشی چند سویه بر عهده دارد که به شرح ذیل می‌باشد:

۱- نقش فنی برای نگهداری، راهبری و توسعه شبکه‌های توزیع

۲- پذیرش و خدمات‌رسانی به مشترکان و تامین رضایت ایشان و فروش انرژی برق به‌عنوان یک کالای اقتصادی

۳- حفظ ارتباط و هماهنگی با بخش‌های بالادست صنعت به‌طوری که مجموعه صنعت برق از این رهگذر بتواند به فرآیند تولید و عرضه برق ادامه دهد.

*** این شرکت‌ها بر اساس رسالتی که برعهده دارند قادرند که از روش‌ها و فناوری‌های جدید در عرصه توزیع برق استفاده نمایند تا کمترین آسیب‌های زیست‌محیطی و بهداشتی و ایمنی متوجه پرسنل و مردم اجتماع باشد که بیشتر در زمینه‌های حفاظت در برابر میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی و صوت وسعت عمل دارند.

۲-۴-۱-۵-۴- شرکت‌های طراح و مهندسی

این شرکت‌ها از این قابلیت برخوردارند که تجهیزات موردنیاز برای فناوری‌های نو موردنیاز برای کاهش آلودگی در صنعت برق را طراحی و مهندسی نمایند و به‌نوعی می‌توانند به تفکرات جامه عمل بپوشانند و هزینه‌های مربوط به قسمت طراحی و مهندسی را کاهش دهند، چرا که برای این نوع امور نیز باید به خارج متکی بوده و هزینه پرداخت نمود.

۲-۴-۱-۵-۵- سازندگان تجهیزات کاهنده آلودگی

نقش شرکت‌های سازنده تجهیزات از آن جهت حایز اهمیت است که این شرکت‌ها قادرند بر اساس نقشه‌های تهیه شده برای تجهیزات کاهنده آلودگی، این دستگاه‌ها را در ایران ساخته و این دانش را برای امور بعدی در داخل کشور حفظ نمایند و عموماً هزینه‌ها را نیز کاهش دهند.

۲-۴-۱-۵-۶- صنایع

صنایع مختلف می‌توانند در زمینه استفاده از دورریزهای یک صنعت، به‌عنوان مواد اولیه موردنیاز صنعت دیگر نقش بسزایی را ایفا نمایند. به‌عنوان مثال می‌توان رسوبات حاصل از تصفیه آب نیروگاه‌ها را با هماهنگی مناسب در صنایع سیمان به مصرف رساند و منافی را عاید کشور نمود و یا فلزات خاص (وانادیوم) موجود در رسوبات حاصل از شستشوی بویلر را در دیگر صنایع شیمیایی مورد استفاده قرار داد.

۲-۴-۱-۵-۷- شرکت‌های مهندسی مشاور

در خصوص شرکت‌های مهندسی مشاور دست اندرکار در صنعت برق ایران می‌توان به موارد زیادی اشاره داشت که در زیر چند شرکت عمده مورد معرفی قرار می‌گیرند:

شرکت مهندسی قدس نیرو

شرکت مهندسی قدس نیرو با حدود ۳۰ سال سابقه در صنعت مهندسی مشاور، یکی از پیشگامان این صنعت در حوزه برق و آب کشور محسوب می‌شود. این شرکت را با داشتن سوابق گسترده در حوزه وزارت نیرو به شرح جدول ۲-۵، می‌توان به‌عنوان یکی از سه شرکت بزرگ کشور در این حوزه معرفی نمود.

۲-۵ پروژه‌های انجام شده در شرکت مهندسی قدس نیرو

نوع پروژه‌های انجام شده	حجم پروژه انجام شده طی مهر و موم‌های گذشته
پروژه‌های نیروگاهی	بیش از ۲۲۵۰۰ مگاوات
پروژه‌های پست	بیش از ۳۵۰ پست فشارقوی (۶۳ الی ۴۰۰ کیلوولت)
پروژه‌های خطوط و شبکه‌های انتقال	بیش از ۲۱,۰۰۰ کیلومتر (۶۳ الی ۴۰۰ کیلوولت) و تعداد زیادی پروژه‌های توزیع در سطح کشور
پروژه‌های سازه‌های آبی	بیش از ۶۰ پروژه
پروژه نفت و گاز	دو پروژه عظیم در گستره استان‌های خوزستان و بوشهر
پروژه‌های انرژی	انجام بیش از ۲۰ پروژه در زمینه انرژی‌های نو و بهینه‌سازی انرژی

شرکت مهندسی مشاور نیرو

مهندسی مشاور نیرو یکی از شرکت‌های مهندس مشاور نیرو در ایران است که تخصص‌های مختلف موردنیاز را برای ارائه خدمات طراحی مهندسی و مشاوره‌ای دارا می‌باشد. این شرکت خدمات مهندسی در زمینه احداث نیروگاه‌های بخاری، نیروگاه‌های توربین گاز، نیروگاه‌های سیکل ترکیبی، پست‌های فشارقوی و فوق‌توزیع، خطوط انتقال فشارقوی و فوق‌توزیع، پست‌ها و خطوط توزیع نیرو، تأسیسات جانبی صنایع، نیروگاه‌های خورشیدی و انرژی‌های نو، مدیریت انرژی و تدوین استانداردهای موردنیاز صنعت برق را ارائه می‌دهد.

شرکت مهندسی مشاور نیرو دارای رتبه صلاحیت در سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی (رتبه یک) و دارای رتبه دو صلاحیت در شرکت نفت می‌باشد. سازمان این شرکت دارای بخش‌های اصلی زیر است:

- مدیریت انرژی
- دپارتمان انتقال و دیسپاچینگ مخابرات
- دپارتمان توزیع و سمت تقاضا
- دپارتمان نفت، گاز و پتروشیمی و پالایش
- دپارتمان صنایع ریلی
- دپارتمان انرژی
- دپارتمان ساختمان
- دپارتمان پروژه‌های خاص

محدوده خدمات شرکت شامل موارد زیر می‌باشد:

- مطالعات توجیهی فنی - اقتصادی
- مطالعات امکان‌سنجی و تعیین محل شامل مطالعات شبکه و پخش بار، زمین‌شناسی، ژئوتکنیک، محیط‌زیست، سوخت‌رسانی، منابع آب، جاده‌های دسترسی و موارد دیگر
- طراحی مقدماتی، تهیه مشخصات فنی و تهیه اسناد مناقصه
- انجام تشریفات مناقصه، بررسی و ارزیابی فنی و مالی، انتخاب پیمانکار، مذاکرات قراردادی، تهیه اسناد فنی - قراردادی
- طراحی تفصیلی، بررسی و کنترل طراحی، نظارت عالی بر کارهای اجرایی، مدیریت و برنامه‌ریزی و کنترل پروژه
- بازرسی فنی ساخت و آزمایش تجهیزات در کارخانه‌های سازنده
- نظارت کارگاهی بر اجرای کارهای ساختمانی، نصب، تست و راه‌اندازی تا مرحله تحویل قطعی
- ارائه خدمات مهندسی در دوران بهره‌برداری و بهینه‌سازی تاسیسات و صنایع

شرکت سهامی خدمات مهندس برق (مشانیر)

این شرکت از قدیمی‌ترین شرکت‌های مشاور در حوزه صنعت برق بشمار می‌رود که فعالیت‌های زیر را انجام داده است:

- انجام مطالعات و نقشه‌برداری و آزمایش‌های لازم جهت طرح‌های مربوط به احداث نیروگاه‌های مختلف و ایجاد

خطوط انتقال و شبکه توزیع نیروی برق و تأسیسات مربوط به آنها.

- انجام مطالعات و تهیه طرح‌های لازم جهت توسعه و تکمیل و کنترل الکتریکی سیستم‌های موجود و بهره‌وری سیستم‌های در حال بهره‌برداری
- تهیه طرح‌های لازم و همکاری برای ایجاد مراکز آزمایشگاهی مرتبط با سیستم‌های برق.
- مشارکت در تهیه استانداردهای تأسیسات و ایمنی در زمینه تولید و انتقال و توزیع نیروی برق و ارائه خدمات مشاوره‌ای در این ارتباط
- انجام تحقیقات و پژوهش‌های کاربردی و تهیه طرح‌های مقدماتی و تفصیلی برای استفاده از انرژی‌های غیر سنتی و سایر منابع انرژی و در اختیار گرفتن انرژی‌های دست نیافته به‌منظور مشاوره در زمینه تولید نیروی برق در قالب سیاست‌های انرژی
- تهیه طرح‌های اجرایی متناسب با نیاز کارفرمایان، برای شرکت در مناقصات و مشارکت طرح و اجرا.
- همکاری و اشتراک مساعی با دیگر مشاوران و شرکت‌ها و مؤسسات مرتبط با اهداف شرکت اعم از داخلی و خارجی برای عرضه یا دریافت خدمات تخصصی و مشارکت در انجام پروژه‌ها در زمینه‌های مطالعاتی، مهندسی، اجرایی و همچنین انتقال، جذب و ارتقاء فناوری.
- عضویت در کنفرانس‌ها و انجمن‌های بین‌المللی مربوط و اعزام کارشناسان و متخصصان برای شرکت در جلسات آنها و کسب تبادل اطلاعات تخصصی به‌منظور ارتقاء سطح کارآمدی شرکت با رعایت مقررات مربوطه.
- انجام هرگونه عملیات و معاملات که علاوه بر رعایت صرفه و صلاح، برای مقاصد شرکت ضروری و مرتبط باشد.

شرکت مونکو ایران

مونکو ایران در بیش از ۴۶۰۰۰ مگاوات پروژه‌های تولید نیرو نقش‌آفرینی کرده است که تنها صاحب تکنولوژی طراحی کامل نیروگاه برق در ایران است و در طراحی و مهندسی ۷۵٪ از کل ظرفیت تولید نیروی ایران مشارکت داشته است. این معاونت متشکل از متخصصین تراز اول در قالب تیم‌های متعدد مدیریت پروژه و نیز همکاران شاغل در ۱۹ دفتر فنی نیروگاه‌های گازی و سیکل ترکیبی در داخل و خارج از کشور و استفاده از همکاری ماتریسی طراحان مجرب شاغل در معاونت

مهندسی شرکت در قالب دیسپلین‌های تخصصی عهده‌دار طراحی و مدیریت پروژه‌هایی است که اکثر قریب به اتفاق نیروگاه‌های در حال بهره‌برداری و ساخت در کشور را در بر می‌گیرد.

این معاونت از بخش‌های ذیل تشکیل شده است :

- مدیریت پروژه‌های نیروگاه‌های سیکل ترکیبی و بخار
- مدیریت پروژه‌های نیروگاه‌های گازی و تأسیسات
- مدیریت پروژه‌های تولیدات پراکنده (شامل انرژی‌های نو)
- مدیریت پروژه‌های بهسازی و بازتوانی نیروگاه‌ها
- مدیریت پروژه‌های نیروگاه‌های برق - آبی

به علاوه معاونت انتقال و دیسپاچینگ شرکت موندکو ایران در کلیه زمینه‌های اجزای شبکه انتقال برق در داخل و خارج از کشور شامل خطوط انتقال، شبکه‌های توزیع، پست‌های فشار قوی، اسکادا، مانیتورینگ و دیسپاچینگ، شبکه‌ها و سیستم‌های مخابراتی، سیستم‌های اندازه‌گیری و شبکه هوشمند، سازه و ساختمان‌های ویژه ارائه خدمات نموده و با در اختیار داشتن امکانات گسترده از جمله کادر فنی و مجرب، توان نرم‌افزاری و سخت‌افزاری و استفاده از جدیدترین فناوری‌های روز دنیا و همچنین با تکیه بر تجارب ارزنده خود در پروژه‌های انجام‌شده در چنددهه اخیر، انجام کلیه مراحل خدمات مهندسی و مشاوره، طراحی پایه، مفهومی و تفصیلی با جزئیات آن، آموزش‌های تخصصی، نظارت عالی و کارگاهی و مدیریت بسیاری از پروژه‌های حساس و با اهمیت صنعت برق و سایر صنایع را به عهده داشته و دارد.

شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس

شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس در سال ۱۳۶۲ از ادغام دو شرکت «خدمات مهندسی آب» و «عمران زمین و توسعه منابع آب» تشکیل شده است و به صورت نیمه‌دولتی و زیر نظر وزارت نیرو کار می‌کند.

مهاب قدس یکی از بزرگ‌ترین شرکت‌های مهندسی مشاور صنعت آب در ایران به شمار می‌آید. این شرکت تاکنون بیش از ۱۱۰۰ طرح و پروژه مختلف را به انجام رسانده است.

عمده‌ترین فعالیت‌های این شرکت در زمینه طراحی و احداث سدهای خاکی و بتنی است. این شرکت حدود ۲۵۰۰ نفر کارشناس در رشته‌های مختلف مرتبط با هیدرولیک، نیروگاه و تاسیسات زیربنایی را در استخدام خود دارد. این شرکت خدمات مهندسی خود را به کشورهای دیگر نیز صادر می‌کند. از بدو تأسیس تا به امروز، این شرکت بیش از ۲۰۰ سد بزرگ را مطالعه و طراحی نموده است.

این شرکت موفق به دریافت گواهینامه جایزه ملی کیفیت ایران و همچنین دریافت نشان‌های افتخار، لیاقت و تقدیرنامه‌های متعدد از مجامع و شخصیت‌های علمی داخلی و بین‌المللی شده است. همچنین دارای تقدیرنامه‌های اشتها در سرآمدی و اهتمام به سرآمدی از سوی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران است.

اهم فعالیت‌های شرکت

انجام خدمات مهندسی در رابطه با مطالعات شناسایی، توجیهی، طراحی و نظارت بر اجرای طرح‌ها، تهیه اسناد مناقصه و پیمان و انجام تشریفات مناقصه‌های داخلی و بین‌المللی، مهندسی ارزش طرح‌ها، تهیه استاندارد خدمات مهندسی، نرم‌افزار و خدمات انفورماتیکی که به شرح زیر است: ۱- مطالعات جامع منابع آب ۲- مطالعات برنامه‌ریزی و مدیریت یکپارچه منابع آب ۳- مطالعات مدیریت حوضه‌ای آبریز ۴- مطالعات سنجش و ارزیابی جامع پیامدهای اجرای طرح‌های توسعه در حوضه‌های آبریز ۵- مطالعات برنامه‌ریزی و مدیریت پیامدهای اجرای طرح‌های توسعه و بهره‌برداری از منابع آب و خاک در حوضه‌های آبریز ۶- مطالعات زمین‌شناسی و ژئوتکنیک ۷- مطالعات زیست‌محیطی ۸- مطالعات ایمنی و کاهش خطرات و پدافند غیرعامل ۹- مطالعات آبخیزداری و کنترل سیل ۱۰- مطالعات اجتماعی و اقتصادی ۱۱- سد و نیروگاه‌های برقی ۱۲- شبکه‌های جمع‌آوری و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب ۱۳- تصفیه‌خانه و تلمبه‌خانه آب ۱۴- مخازن آب و شبکه‌های توزیع شهری و خطوط انتقال آب ۱۵- شبکه‌های آبیاری و زهکشی ۱۶- مهندسی رودخانه ۱۷- راه، پل و تونل و قطار شهری (مترو) ۱۸- تولید، توزیع و انتقال نیرو ۱۹- ترمیم و بازسازی و نگهداری سدها ۲۰- کشاورزی، منابع طبیعی و دامپروری و پرورش آبزیان ۲۱- مقاوم‌سازی (گروه مهندسی آب) ۲۲- مدیریت بهره‌برداری و نگهداری از سد و شبکه‌های آبیاری و زهکشی و آب و فاضلاب ۲۳- نقشه‌برداری زمینی، هیدروگرافی و فتوگرامتری ۲۴- سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS ۲۵- سنجش از دور ۲۶- میکروژئودزی ۲۷- بازرسی فنی ۲۸- ساختمان‌های مسکونی، تجاری و اداری ۲۹- طرح و ساخت سدسازی و سازه‌های آبی

۳۰ - طرح و ساخت تأسیسات آب و فاضلاب ۳۱ - طرح و ساخت شبکه‌های آبیاری و زهکشی ۳۲ - طرح و ساخت حفاظت و مهندسی رودخانه ۳۳ - خدمات مدیریت طرح‌های سدسازی، آب و فاضلاب، آبیاری و زهکشی، راهسازی

*** شرکت‌های مهندسی مشاور می‌توانند با ارائه مشاوره‌های مناسب در زمینه به‌کارگیری فناوری‌های مناسب و جدید از همان ابتدای ساخت نیروگاه‌ها، از هدر رفت انرژی و تولید بیشتر آلودگی جلوگیری نمایند.

۲-۴-۲- نهادها

نهادها، قواعد بازی هستند. نهادها در توسعه فناوری، مجموعه قوانین و مقررات، قواعد، نرم‌ها و استانداردهایی می‌باشند که یا به‌شکل بازدارنده و یا به‌صورت تحریک‌کننده، به رفتارهای اجتماعی-اقتصادی-صنعتی شکل می‌دهند. تفاوت بین نهادها با کنش‌گران در این است که کنش‌گران به اجرا و دنبال کردن فعالیت‌ها می‌پردازند، درحالی که قواعد تنها تعاملات بین آن‌ها را تعریف کرده و چارچوبی برای انجام فعالیت‌ها ایجاد می‌نمایند. بدین وسیله نهادها موجب کاسته شدن از عدم قطعیت موجود در مسیر رشد فناوری شده و نوعی پایداری در مجموعه حاکم می‌کند. نهادها را می‌توان به دو دسته کلی رسمی و غیررسمی تقسیم‌بندی نمود. نهادهای رسمی از سوی سازمان‌ها صادر شده و دارای ضمانت اجرایی از نوع قانون می‌باشند. در طرف مقابل، نهادهای غیررسمی در جریان طبیعی تعاملات اجتماعی باب شده و دارای ضمانت اجرایی از نوع تعهد اجتماعی هستند. از بعد نوع نیز نهادها به سه دسته‌ی تنظیمی^۱، هنجاری^۲، و شناختی^۳ تقسیم می‌شوند. نهادهای تنظیمی مجموعه قواعد رسمی هستند که مجاز بودن یا مجاز نبودن انجام فعالیت‌ها را از طریق داشتن ضمانت اجرایی قانونی مشخص می‌نمایند. نهادهای هنجاری قواعدی غیررسمی هستند که به تعیین درست و یا غلط بودن فعالیت‌های از طریق ارزش‌های قابل قبول در جامعه می‌پردازند. در نهایت، نهادهای شناختی نیز قواعدی غیررسمی هستند که با شکل‌گیری در محدوده‌ی ذهنی هر فرد، بر مجموعه رفتارها و تصمیم‌گیری‌های فرد اثرگذار می‌شوند. در کنار این دو بعد، نهادها را می‌توان از ابعاد بخش، مرز جغرافیایی، و سطح وابستگی به فناوری نیز تقسیم‌بندی نمود.

در ادامه نهادها و قوانین و مقررات موجود در این حوزه به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است.

¹ Regulative

² Normative

³ Cultural Cognitive

۲-۴-۱-۲- قوانین، مقررات و استانداردهای مرتبط موجود در سطح ملی

قوانین، مقررات و استانداردهای موجود در سطح ملی در حوزه مدیریت آلاینده‌ها شامل موارد زیر می‌باشد:

- اصل پنجاهم قانون اساسی
- قوانین
- آیین‌نامه‌ها و مصوبات
- مصوبات شورای عالی حفاظت محیط‌زیست کشور

در هر یک از اسناد قانونی فوق‌الذکر به نحو مستقیم یا کلی اشاراتی ناظر بر انجام فعالیت‌های عمرانی در چارچوب‌های مصوب و بدون ایجاد خسارات زیست‌محیطی جدی ممکن است وجود داشته باشد. در این بخش به مواد و بندها و تبصره‌هایی از این اسناد که به طور مستقیم یا غیرمستقیم قابل استفاده برای مسائل زیست‌محیطی نیروگاه‌های برق باشد اشاره می‌گردد.

۲-۴-۱-۱- اصل پنجاهم قانون اساسی

اصل پنجاهم به طور صریح عبارتست از در جمهوری اسلامی، حفاظت محیط‌زیست که نسل امروز و نسل‌های بعد باید در آن حیات اجتماعی رو به رشدی داشته باشند، وظیفه عمومی تلقی می‌گردد. از این رو فعالیت‌های اقتصادی و غیر آن که با آلودگی محیط‌زیست یا تخریب غیر قابل جبران آن ملازمه پیدا کند، ممنوع است.

اصل پنجاهم به طور واضح و کلی مشخص کرده است که کلیه فعالیت‌هایی که باعث تخریب یا آلودگی محیط گردند، در کشور ممنوع هستند، در صورتی که این تخریب یا آلودگی غیر قابل جبران باشد. این اصل بر تمامی فعالیت‌ها از جمله پروژه‌های تولید برق اطلاق شده است.

۲-۴-۱-۲- قوانین

قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (مصوب ۱۳۷۴/۲/۳):

ماده ۱- جهت تحقق اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران و به منظور پاک‌سازی و حفاظت هوا از آلودگی‌های کلیه دستگاه‌ها و مؤسسات و کلیه اشخاص حقیقی و حقوقی موظفند مقررات و سیاست‌های مقرر در این قانون را رعایت نمایند.

ماده ۲- اقدام به هر عملی که موجبات آلودگی هوا را فراهم نماید، ممنوع است.

منظور از آلودگی هوا عبارتست از وجود و پخش یک یا چند آلوده‌کننده اعم از جامد، مایع، گاز، تشعشع پرتوزا و غیر پرتوزا در هوای آزاد به مقدار و مدتی که کیفیت آن را به طوری که زیان‌آور برای انسان و یا سایر موجودات زنده و یا گیاهان و یا آثار و ابنیه باشد، تغییر دهد.

ماده ۳- منابع آلوده‌کننده هوا که تحت مقررات این قانون قرار دارند به سه دسته زیر طبقه‌بندی می‌شوند.

- وسایل موتوری
- کارخانه‌ها و کارگاه‌ها و نیروگاه‌ها
- منابع تجاری خانگی و منابع متفرقه

تبصره ۱ از ماده ۱۳ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (مصوب ۷۴/۲/۳)

احداث نیروگاه‌ها موقوف به رعایت ضوابط و معیارهای سازمان حفاظت محیط‌زیست از لحاظ محل استقرار می‌باشد.

ماده ۱۴ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (مصوب ۷۴/۲/۳)

همچنین فعالیت و بهره‌برداری از نیروگاه‌هایی که بیش از حد مجاز موجبات آلودگی هوا را فراهم آورند، ممنوع است.

ماده ۱۵ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (مصوب ۷۴/۲/۳)

سازمان حفاظت محیط‌زیست نیروگاه‌های که آلودگی آنها بیش از حد مجاز استانداردهای محیط‌زیست باشد را مشخص نموده و مراتب را با تعیین نوع و میزان آلودگی به صاحبان یا آلودگی به صاحبان یا مسئولان نیروگاه‌ها ابلاغ خواهند کرد تا در مهلت معینی که توسط سازمان با همکاری و مشارکت دستگاه‌های ذی‌ربط تعیین می‌شود نسبت به رفع آلودگی یا تعطیل کار و فعالیت خود تا رفع آلودگی اقدام نمایند.

ماده ۱۶ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (مصوب ۷۴/۲/۳)

در صورتی که صاحبان و یا مسئولان نیروگاه‌های آلوده‌کننده ظرف مهلت تعیین‌شده مبادرت به رفع آلودگی یا ممانعت از کار و فعالیت ذی‌ربط نیروگاه‌های مربوطه نمایند، در پایان مهلت مقرر به درخواست سازمان حفاظت محیط‌زیست و دستور مرجع قضایی ذی‌ربط محلی که بلافاصله توسط مأمورین انتظامی به مورد اجرا گذاشته می‌شود از کار و فعالیت آلوده‌کننده جلوگیری

به عمل خواهد آمد. ادامه کار یا فعالیت نیروگاه مزبور منوط به صدور اجازه سازمان حفاظت محیط‌زیست و یا رأی دادگاه صلاحیت‌دار خواهد بود.

ماده ۲۰ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (مصوب ۷۴/۲/۳)

نیروگاه‌ها موظف به استفاده از سوخت و سیستم‌های احتراقی مناسب قابل‌دسترسی به نحوی که موجبات کاهش آلودگی هوا را فراهم نمایند، هستند.

ماده ۱۲۳- عوارض وصولی ارزش افزوده و عوارض آلودگی واحدهای تولیدی موضوع بند (الف) و تبصره (۱) ماده (۳۸) قانون مالیات بر ارزش افزوده در هر شهرستان به نسبت جمعیت بین شهرداری‌ها و دهیاری‌های همان شهرستان توزیع می‌گردد. در صورتی که آلودگی واحدهای بزرگ تولیدی (پنجاه نفر و بیشتر) به بیش از یک شهرستان در یک استان سرایت کند، عوارض آلودگی بر اساس سیاست‌های اعلامی معاونت به نسبت تاثیر گذاری، در کمیته‌ای مرکب از معاون برنامه‌ریزی استان، فرمانداران شهرستان‌های ذی‌ربط، مدیرکل محیط‌زیست و مدیرکل امور مالیاتی استان بین شهرستان‌های متاثر توزیع می‌شود. در صورتی که شهرستان‌های متاثر از آلودگی در دو یا چند استان واقع شده باشند، اعضاء کمیته توزیع‌کننده عوارض آلودگی واحدهای بزرگ (پنجاه نفر و بیشتر) متشکل از نماینده معاونت، معاونین برنامه‌ریزی استان‌های ذی‌ربط، نماینده سازمان حفاظت محیط‌زیست و نماینده اداره کل مالیاتی براساس سیاست‌های اعلامی معاونت اقدام به توزیع عوارض آلودگی خواهند نمود.

ماده ۱۳۸- کلیه سازمان‌ها و شرکت‌های مشمول قانون برنامه که به‌منظور کاهش گازهای آلاینده در چهارچوب ساز و کارهای بین‌المللی موجود مانند ساز و کار توسعه پاک (CDM)، موفق به اخذ گواهی کاهش انتشار می‌شوند، مجاز به واگذاری یا فروش آن طی سال‌های برنامه می‌باشند. هفتاد درصد (۷۰٪) وجوه حاصله جزء درآمدهای داخلی شرکت ذی‌ربط منظور می‌شود و هزینه‌های مربوط به اخذ گواهی‌های مزبور از همین محل قابل تامین و پرداخت خواهد بود. سی درصد (۳۰٪) باقیمانده به خزانه‌داری کل کشور واریز می‌شود.

ماده ۱۹۲- به‌منظور کاهش عوامل آلوده‌کننده و مخرب محیط‌زیست کلیه واحدهای بزرگ تولیدی، صنعتی، عمرانی، خدماتی و زیربنایی موظفند:

الف- طرح‌ها و پروژه‌های تولیدی، خدماتی و عمرانی خود را پیش از اجرا و در مرحله مطالعات امکان‌سنجی و مکان‌یابی براساس ضوابط مصوب شورای عالی حفاظت محیط‌زیست، مورد ارزیابی اثرات زیست‌محیطی قرار دهند. رعایت نتیجه ارزیابی توسط مجریان طرح‌ها و پروژه‌ها الزامی است.

ب- نسبت به نمونه‌برداری و اندازه‌گیری آلودگی و تخریب زیست‌محیطی خود اقدام و نتیجه را در چهارچوب خود اظهاری به سازمان حفاظت محیط‌زیست ارائه نمایند. واحدهایی که قابلیت و ضرورت نصب و راه‌اندازی سامانه (سیستم)‌های مذکور اقدام نمایند. متخلفین مشمول ماده (۳۰) قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا مصوب ۱۳۷۴/۲/۳ می‌شوند.

ج- مشخصات فنی خود را به نحوی ارتقاء دهند که با ضوابط و استانداردهای محیط‌زیست و کاهش آلودگی و تخریب منابع پایه بالاخص منابع طبیعی و آب تطبیق یابد.

تبصره ۱- دولت مکلف است ارزش اقتصادی منابع زیست‌محیطی و جداول و حساب‌های مربوطه را در حساب‌های ملی محاسبه و ملحوظ نماید.

تبصره ۲- معاونت مکلف است با همکاری سازمان حفاظت محیط‌زیست و سایر دستگاه‌های مرتبط به‌منظور برآورد ارزش‌های اقتصادی منابع طبیعی و زیست‌محیطی و هزینه‌های ناشی از آلودگی و تخریب محیط‌زیست در فرآیند توسعه و محاسبه آن در حساب‌های ملی، نسبت به تنظیم دستورالعمل‌های محاسبه ارزش‌ها و هزینه‌های موارد دارای اولویت از قبیل: جنگل، آب، خاک، انرژی، تنوع زیستی و آلودگی‌های زیست‌محیطی در نقاط حساس اقدام و در مراجع ذی‌ربط به تصویب برساند. ارزش‌ها و هزینه‌هایی که دستورالعمل آنها به تصویب رسیده، در امکان‌سنجی طرح‌های تملک‌دارایی‌های سرمایه‌ای در نظر گرفته خواهد شد.

ماده ۱۹۳- الف- شهرداری شهرهای بالای دویست هزار نفر جمعیت و شهرهای ساحلی و شهرهای حاشیه تالاب‌های داخلی در راستای مدیریت پسماند شهری موظفند تا پایان سال چهارم برنامه، پسماندهای خود را با روش‌های نوین و فناوری‌های جدید با اولویت روش‌های آلی (ارگانیک) از قبیل کرم پوسال (ورمی کمپوست) بازیافت نمایند. از سال پایانی برنامه، هر گونه دفن پسماندها در این گونه شهرها مطلقاً ممنوع است.

قانون جلوگیری از آلودگی آب

ماده ۲ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۲/۱۸)

اقدام به هر عملی که موجبات آلودگی آب را فراهم نمایند، ممنوع است.

ماده ۴ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۲/۱۸)

سازمان موظف است نسبت به شناسایی منابع مختلف مولد آلودگی آب، به طریق مقتضی اقدام نماید. مسئولین موظفند اطلاعات و مدارک موردنیاز را در صورت درخواست در اختیار سازمان قرار دهد. ماده ۷ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۴/۲/۱۸)

سازمان موظف است طبق برنامه پیش‌بینی‌شده از فاضلاب و مواد زائد جامد منابع آلوده‌کننده، نمونه‌برداری و نوع و میزان آلودگی هر یک از این منابع را مشخص نماید. در صورتی که شدت آلودگی هر یک از منابع آلوده‌کننده بیش از حد استاندارد باشد سازمان مراتب را کتباً به مسئول مربوطه اخطار خواهد نمود که در رفع آلودگی و میزان آن و همچنین مهلت رفع آلودگی که تناسب با امکانات تعیین می‌گردد و صریحاً قید خواهد شد.

ماده ۸ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب

مسئولین مکلفند ظرف مدت مذکور در اخطاریه نسبت به رفع آلودگی در حد استاندارد اقدام کنند، در غیر این صورت بر اساس ماده ۱۱ قانون حفاظت و بهسازی محیط‌زیست از فعالیت یا بهره‌برداری منبع مربوط تا رفع آلودگی جلوگیری خواهد شد.

ماده ۹ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۲/۱۸)

در صورتی که سازمان منبع آلوده‌کننده با دلایل و مدارک قابل قبول سازمان اثبات نماید که ظرف مهلت مقرر در اخطاریه رفع آلودگی عملی نمی‌باشد سازمان می‌تواند مهلت اضافی مناسب برای این‌گونه منابع قائل شود مشروط بر اینکه ادامه فعالیت این منابع خطرات جدی برای سلامت انسان و سایر موجودات زنده در بر نداشته است.

ماده ۱۰ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۲/۱۸)

سازمان حفاظت محیط‌زیست در اجرای وظایف قانونی خود موظف است هر یک از منابع آلوده‌کننده را توسط مأمورین خود مورد بازرسی قرار دهد در صورتی که بازرسی هر یک از منابع موجب قوانین دیگر مستلزم یک اجازه از دادستان باشد نسبت به اخذ نمایندگی دادستان اقدام خواهد شد.

ماده ۱۴ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۲/۱۸)

تخلیه و پخش فاضلاب یا هر نوع ماده آلوده‌کننده از منابع متفرقه به آب‌های پذیرنده به میزان بیش از حد استاندارد ممنوع است. انواع و طبقه‌بندی آلوده‌کننده و متفرقه توسط سازمان و با همکاری وزارتخانه‌ها و موسسات ذی‌ربط تعیین خواهد شد.

ماده ۱۵ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۲/۱۸)

در مواردی که سازمان بنا به دلایل کافی تشخیص دهد کاهش یا از بین بردن آلودگی ناشی از منابع آلوده‌کننده موجود از طریق دیگر به جز انتقال آنها به نقاط مناسب امکان‌پذیر نمی‌باشد، طرحی در این مورد با همکاری وزارتخانه کشاورزی، جهاد سازندگی، مسکن و شهرسازی، نیرو، کار و امور اجتماعی تهیه و پس از تصویب هیئت‌وزیران به مورد اجرا خواهد گذاشت.

ماده ۱۶ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۲/۱۸)

سازمان مجاز است در مواقعی که ضرورت ایجاب نماید استفاده از وسایل و روش‌های مناسب را برای منابع متفرقه برقرار نماید.

ماده ۱۷ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۳/۱۸)

رقیق کردن در مرحله تخلیه به‌عنوان تصفیه ممنوع است مگر در موارد خاصی که به تشخیص سازمان حفاظت محیط‌زیست، خطر آلودگی محیط‌زیست را در بر نداشته باشد.

ماده ۱۸ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۳/۱۸)

مسئولین مکلفند تدابیری اتخاذ نمایند تا در مواقع اضطراری که تصفیه فاضلاب‌ها به هر علتی متوقف می‌شود از تخلیه مستقیم فاضلاب به آب‌های پذیرنده خودداری نمایند.

ماده ۲۲ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوب ۷۳/۳/۱۸):

چنانچه تخلف از مقررات این آیین‌نامه موجب ورود هر گونه خسارت به محیط‌زیست آبریزان و منابع طبیعی شود دادگاه حسب درخواست سازمان، مسئولین را به پرداخت و جبران خسارت وارد شده محکوم خواهد کرد.

قانون توزیع عادلانه آب

ماده ۴۶- آلوده ساختن آب ممنوع است. مسئولیت پیشگیری و ممانعت و جلوگیری از آلودگی منابع آب به سازمان حفاظت محیط‌زیست محول می‌شود. سازمان مذکور موظف است پس از کسب نظر سایر مقامات ذی‌ربط کلیه تعاریف ضوابط، مقررات و آئین‌نامه‌های مربوط به جلوگیری از آلودگی آب را تهیه و به تصویب هیات وزیران برساند و پس از تصویب لازم الاجرا خواهد بود.

ماده ۴۷- موسساتی که آب را به مصارف شهری یا صنعتی یا معدنی یا دامداری و نظایر آن می‌رسانند و موظفند طرح تصفیه آب با تصویب مقامات مسئول ذی‌ربط تهیه و اجرا کنند.

قانون جلوگیری از آلودگی صوتی

ماده ۲ آیین‌نامه، نحوه جلوگیری از آلودگی صوتی (مصوب ۸۷/۳/۱۹):

مبادرت به هر گونه اقدامی که موجبات آلودگی صوتی را فراهم نماید ممنوع می‌باشد. حد مجاز یا استاندارد آلودگی صوتی توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست با همکاری دستگاه‌های ذی‌ربط تهیه و به تصویب شورای عالی محیط‌زیست می‌رسد.

ماده ۳ آیین‌نامه نحوه جلوگیری از آلودگی صوتی (مصوب ۸۷/۳/۱۹):

سازمان ضمن شناسایی منابع و کانون‌های آلودگی موضوع بند ۶ ماده ۱ این آیین‌نامه که نیروگاه‌ها از مواد مطرح شده در آن می‌باشند، تعیین میزان آلودگی آنها بر اساس استانداردهای موضوع ماده ۲ مراتب را به عامل یا عاملین منابع مذکور اعلام نمود و مهلت مناسبی را برای رفع آلودگی تعیین می‌کند. عاملین منابع صوتی مذکور موظفند در مهلت مناسب تعیین شده حسب مورد نسبت به رفع آلودگی صوتی اقدامی نمایند.

ماده ۵ آیین‌نامه، نحوه جلوگیری از آلودگی صوتی (مصوب ۸۷/۳/۱۹):

سازمان مجاز است در اجرای وظایف قانونی خود و اطمینان از رعایت مفاد قانون و این آیین‌نامه هر زمان که لازم بداند هر یک از منابع آلوده‌کننده را بازرسی نماید.

تبصره: با عاملین یا هر شخص دیگری که به طور مستقیم یا غیرمستقیم از انجام بازرسی و یا تعیین میزان آلودگی صوتی جلوگیری نموده و یا از ارائه آمار و اطلاعات موردنیاز سازمان خودداری نمایند طبق ماده ۳۰ قانون رفتار خواهد شد.

ماده ۱۲ آیین‌نامه، نحوه جلوگیری از آلودگی صوتی (مصوب ۸۷/۳/۱۹):

در صورتی که رفع آلودگی صوتی ناشی از فعالیت‌های منابع آلوده‌کننده که نیروگاه‌ها جز آن هستند و در داخل محدوده شهرها و نقاط مسکونی استقرار دارند به طرق دیگری جز انتقال آنها به محل‌های مناسب امکان‌پذیر نباشد. طرح انتقال این‌گونه منابع توسط سازمان با همکاری وزارت کشور (شهرداری و بخش‌داری‌ها) وزارت مسکن و شهرسازی تهیه و پس از تصویب هیأت وزیران به مورد اجرا گذاشته خواهد شد.

قانون حفاظت و بهسازی محیط‌زیست (مصوب ۱۳۵۳/۳/۲۸ و اصلاحیه ۱۳۷۱/۸/۲۴)

در این قانون وظایف و اختیارات سازمان حفاظت محیط‌زیست و شورای عالی حفاظت محیط‌زیست کشور تعیین گردیده است.

ماده ۷- هر گاه اجرای هر یک از طرح‌های عمرانی و یا بهره‌برداری از آنها به تشخیص سازمان با قانون و مقررات مربوط به حفاظت محیط‌زیست مغایرت داشته باشد، سازمان مورد را به وزارتخانه یا موسسات مربوط اعلام خواهد نمود تا با همکاری سازمان‌های ذی‌ربط به‌منظور رفع مشکل در طرح مزبور تجدید نظر به عمل آید. در صورت وجود اختلاف نظر، طبق دستور رئیس‌جمهور عمل خواهد شد.

ماده ۹- "اقدام به هر عملی که موجبات آلودگی محیط‌زیست را فراهم نماید ممنوع است"، تعریف آلودگی را ذیل ماده ۹ قانون ارائه نموده است: "منظور از آلوده ساختن محیط عبارتست از پخش یا آمیختن مواد خارجی به آب، هوا یا زمین به میزانی که کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آن را به طوری که زیان‌آور به حال انسان یا سایر موجودات زنده و گیاهان یا آثار و ابنیه باشد، تغییر دهد". با این تعریف واضح و صریح پروژه‌های نیروگاهی نیز در مواردی که باعث آلودگی مستقیم یا غیرمستقیم گردند از طریق این قانون، قابل پیگیری خواهند بود.

ماده ۱۰- مقررات جلوگیری از آلودگی یا تخریب محیط‌زیست و جلوگیری از پخش و ایجاد صداهای زیان‌آور به محیط‌زیست و همچنین ضوابط تعیین معیار و میزان آلودگی موضوع ماده ۹ این قانون و محدودیت و ممنوعیت‌های مربوط به حفظ و بهبود و بهسازی محیط‌زیست به موجب آئین‌نامه‌هایی خواهد بود که به تصویب کمیسیون‌های جهاد کشاورزی و بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و دادگستری مجلس برسد.

ماده ۱۱- سازمان با توجه به مقررات و ضوابط مندرج در آئین‌نامه‌های مذکور در ماده ۱۰ کارخانجات و کارگاه‌هایی را که موجبات آلودگی محیط‌زیست را فراهم می‌نمایند مشخص و مراتب را کتبا با ذکر دلایل برحسب مورد به صاحبان یا مسئولان آنها اخطار می‌نماید که ظرف مدت معینی نسبت به رفع موجبات آلودگی مبادرت یا از کار و فعالیت خودداری کنند. در صورتی که در مهلت مقرر اقدام ننماید به دستور سازمان از کار و فعالیت ممانعت به عمل خواهد آمد.

در صورتی که اشخاص ذی‌نفع نسبت به اخطار یا دستور سازمان معترض باشند، می‌توانند به دادگاه عمومی محل شکایت نمایند. دادگاه فوراً و خارج از نوبت به موضوع رسیدگی می‌کند و در صورتی که اعتراض را وارد تشخیص دهد رأی به ابطال اخطار یا رفع ممانعت خواهد داد. رأی دادگاه قطعی است.

تبصره- رئیس سازمان می‌تواند در مورد منابع و عواملی که خطرات فوری در برداشته باشد بدون اخطار قبلی دستور ممانعت از ادامه کار و فعالیت آنها را بدهد.

قانون شکار و صید (مصوب ۱۳۴۶/۳/۱۶ با اصلاحات ۵۳/۱۰/۳۰ و ۷۵/۹/۲۵ ت ۱):

ماده ۱۲ این قانون به صراحت مجازات حبس از سه ماه تا سه سال و یا جزای نقدی از یک میلیون و پانصد هزار ریال تا هجده میلیون ریال را برای کسانی که باعث "از بین رفتن رستنی‌ها و تعلیف و تخریب در پارک‌های ملی و آثار طبیعی ملی و هر گونه تجاوز و فعالیت غیرمجاز در این گونه مناطق" و "آلوده نمودن آب رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و تالاب‌های حفاظت‌شده، چشمه‌ها و آبشخورها به موادی که باعث آلودگی آب و از بین رفتن آبزیان گردد" را در نظر گرفته است.

قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور (مصوب ۷۹/۱/۱۷)

ماده ۱۰۵ این قانون به صراحت اشاره دارد که "کلیه طرح‌ها و پروژه‌های بزرگ تولیدی و خدماتی باید پیش از اجرا و در مرحله انجام مطالعات امکان‌سنجی و مکان‌یابی، بر اساس ضوابط پیشنهادی شورای عالی حفاظت محیط‌زیست و مصوب هیأت وزیران مورد ارزیابی زیست‌محیطی قرار گیرند و رعایت نتایج ارزیابی توسط مجریان طرح‌ها و پروژه‌های مذکور الزامی است." بر این اساس طرح‌های بزرگ نیروگاه (بیش از ۱۰۰ مگاوات) بایستی مورد ارزیابی زیست‌محیطی قرار گیرند.

قانون توزیع عادلانه آب (مصوب ۱۳۶۱/۲/۱۶)

بر اساس تبصره ۳ ماده ۲ این قانون " ایجاد هر نوع اعیانی و حفاری و دخل و تصرف در بستر رودخانه‌ها و انهار طبیعی و کانال‌های عمومی مسیل‌ها و مرداب و برکه‌های طبیعی و همچنین در حریم سواحل دریاها و دریاچه‌ها اعم از طبیعی و یا مصنوعی ممنوع است مگر با اجازه وزارت نیرو".

بنابراین عملیات احداث و ساخت و ساز در پروژه‌های نیروگاهی که در بسیاری موارد با حفاری و دخل و تصرف در حریم‌های منابع آب و رودها و بستر رودخانه‌ها ملازم است باید با اجازه وزارت نیرو بوده و در غیر این صورت از نظر قانونی ممنوع است.

قانون حفظ کاربری اراضی زراعی و باغ‌ها (مصوب ۱۳۷۳/۳/۳۱)

مطابق ماده یک این قانون تغییر کاربری اراضی زراعی و باغ‌ها در محدوده‌های خارج از شهرها و شهرک‌ها جز در موارد ضروری ممنوع است. بنابراین در پروژه‌های نیروگاهی که تغییر کاربری اراضی از ضروریات خواهد بود و با توجه به اثرات غیرمستقیم و توسعه‌های ناخواسته وابسته به پروژه توجه به این قانون لازم است.

۲-۲-۴-۲- مصوبات شورای عالی حفاظت محیط‌زیست کشور

بر اساس مصوبه شماره ۱۳۸ شورای عالی حفاظت محیط‌زیست و سایر مصوبات، پروژه‌های نیروگاهی و به‌خصوص پروژه‌های بزرگ (ظرفیت نیروگاهی بیش از ۱۰۰ مگاوات) موظف به انجام مطالعات ارزیابی اثرات زیست‌محیطی به همراه مطالعات امکان‌سنجی بوده و نتایج آن باید توسط مجریان طرح‌ها به مورد اجرا گذاشته شود. بر اساس ماده ۲ این مصوبه شروع عملیات اجرایی طرح‌ها پس از تصویب گزارش ارزیابی توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور خواهد بود.

مصوبه شماره ۱۵۶ شورای عالی محیط‌زیست کشور آیین‌نامه ارزیابی زیست‌محیطی پروژه‌ها را مشخص کرده است. بر اساس این مصوبه ابعاد مورد بررسی در گزارش ارزیابی که در برگیرنده برنامه پایش نیز می‌باشد، در چهار بخش اصلی خلاصه می‌گردد:

أ. اثرات زیست‌محیطی بر محیط فیزیکی

ب. اثرات زیست‌محیطی بر محیط طبیعی

ج. اثرات زیست‌محیطی بر محیط‌های اجتماعی و فرهنگی

د. اثرات زیست‌محیطی بر سایر طرح‌های توسعه‌ای

با توجه به مجموعه مطالب ارائه‌شده، پروژه‌های نیروگاهی به‌منظور تولید برق، مشمول قانون الزام انجام مطالعات ارزیابی زیست‌محیطی می‌شوند. همچنین با توجه به مفاد و آیین‌نامه‌های قوانین نحوه جلوگیری از آلودگی هوا، جلوگیری از آلودگی صوتی، قانون برنامه سوم توسعه، قانون حفاظت و بهسازی محیط‌زیست، حفظ کاربری اراضی، توزیع عادلانه آب و سایر قوانین و مقررات و استانداردهای زیست‌محیطی کلیه فعالیت‌های مرتبط با پروژه‌های تولید برق در مرحله احداث (کارگاه‌ها، عملیات آماده‌سازی و ...) و بهره‌برداری (تعمیرگاه‌ها، ایستگاه‌ها، ...) موظف به رعایت مقررات، جلوگیری از آلوده‌سازی آب، هوا، خاک، صوت و جلوگیری از تخریب محیط‌زیست گیاهی و جانوری و منابع زیستی و رعایت کاربری اراضی هستند.

۲-۴-۲-۱- استانداردهای زیست‌محیطی

استانداردهای زیست‌محیطی مرتبط و لازم‌الاجرا بر اساس ضوابط و استانداردهای زیست‌محیطی منتشر شده از طرف معاونت محیط‌زیست انسانی سازمان حفاظت محیط‌زیست شامل استانداردهای آلودگی هوا، خروجی فاضلاب‌ها و آلودگی صوتی می‌باشد.

استانداردهای آلودگی هوا

بر اساس قوانین و مقررات زیست‌محیطی کشور دو نوع استاندارد کیفی آلودگی هوا از طرف سازمان محیط‌زیست کشور ابلاغ گردیده است. نخست استاندارد هوای پاک که مشخص‌کننده حداکثر غلظت قابل قبول آلاینده‌ها در هوای آزاد می‌باشد و استانداردهای نوع دوم استانداردهای حداکثر غلظت مجاز آلاینده‌ها در دودکش‌ها و خروجی‌های کارخانه‌ها و کارگاه‌های صنعتی که به تفکیک نوع کارخانه ارائه‌شده است. جدول ۲-۶ نشان‌دهنده استانداردهای هوای پاک کشور و جدول ۲-۷ نشان‌دهنده استانداردهای خروجی می‌باشد.

جدول ۲-۶- استانداردهای کشوری هوای پاک

استاندارد سال ۱۳۹۰		نوع آلاینده
ppm	میکروگرم در مترمکعب	
۹	۱۰۰۰۰	منواکسید کربن
۳۵	۴۰۰۰۰	حداکثر غلظت ۸ ساعته * حداکثر غلظت ۱ ساعته
۰/۰۰۷	۲۰	دی‌اکسید گوگرد میانگین سالیانه
۰/۰۳۷	۱۰۰	* حداکثر غلظت ۲۴ ساعته * حداکثر غلظت ۳ ساعته
۰/۰۲۱	۴۰	دی‌اکسید نیتروژن میانگین سالیانه
-	۱۰	ذرات معلق (PM10) میانگین سالیانه
-	۲۵	حداکثر غلظت ۲۴ ساعته
-	۱۰	ذرات معلق (PM2.5) میانگین سالیانه
-	۲۵	حداکثر غلظت ۲۴ ساعته
۰/۰۵	۱۰۰	ازن
	۰/۵	سرب (سالیانه)
	۵	بنزن (سالیانه)
	۱	بنزو آلفاپیرن

* نباید بیش از یکبار در سال رخ دهد.

جدول ۲-۷- استاندارد آلودگی هوای خروجی از واحدها

ملاحظات	درصد تیبری		استاندارد ذرات			استاندارد گازها			نوع گاز
	درجه ۲	درجه ۱	واحد	درجه ۲	درجه ۱	واحد	درجه ۲	درجه ۱	
۴	۲۰	۲۰	mg / m3	۳۵۰	۱۵۰	ppm	۸۰۰	۸۰۰	SO2
-	-	-	mg / m3	-	-	ppm	۱۵۰	۱۵۰	CO

ملاحظات	ن	درصد تیرگی		استاندارد ذرات			استاندارد گازها			
		-	-	mg / m3	-	-	ppm	۳۵۰	۳۵۰	NOx

استاندارد خروجی فاضلاب‌ها

در ۲-۸ حداکثر غلظت مجاز برخی آلاینده‌های موجود در فاضلاب بر اساس استاندارد خروجی فاضلاب‌های سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور ارائه شده است.

۲-۸- حداکثر غلظت آلاینده‌ها در فاضلاب‌های خروجی

استاندارد سازمان محیط‌زیست ایران			نوع آلاینده	شماره
مصارف کشاورزی و آبیاری Ppm	تخلیه به چاه جاذب ppm	تخلیه به آب‌های سطحی Ppm		
۰/۱	۰/۱	۱	Ag	۱
۵	۵	۵	Al	۲
۰/۱	۰/۱	۰/۱	As	۳
۱	۱	۲	B	۴
۱	۱	۵	Ba	۵
۰/۵	۱	۰/۱	Be	۶
-	-	۷۵	Ca	۷
۰/۰۵	۰/۱	۰/۱	Cd	۸
۰/۲	۱	۱	کلر آزاد	۹
۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰	Cl ⁻	۱۰
۱	۱	۱	CH ₂ O	۱۱
۱	ناچیز	۱	C ₆ H ₅ OH	۱۲
۰/۱	۰/۱	۰/۵	CN	۱۳
۰/۰۵	۱	۱	Co	۱۴
۱	۱	۰/۵	Cr ^{۶+}	۱۵
۲	۲	۲	Cr ^{۳+}	۱۶
۰/۲	۱	۱	Cu	۱۷

استاندارد سازمان محیط زیست ایران			نوع آلاینده	شماره
مصارف کشاورزی و آبیاری Ppm	تخلیه به چاه جاذب ppm	تخلیه به آب‌های سطحی Ppm		
۲	۲	۲/۵	F	۱۸
۳	۳	۳	Fe	۱۹
ناچیز	ناچیز	ناچیز	Hg	۲۰
۲/۵	۲/۵	۲/۵	Li	۲۱
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	Mg	۲۲
۱	۱	۱	Mn	۲۳
۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	Mo	۲۴
۲	۲	۲	Ni	۲۵
-	۱	۲/۵	آمونیم NH ₄	۲۶
-	۱۰	۱۰	NO ₂	۲۷
-	۱۰	۵۰	NO ₃ ⁻	۲۸
-	۶	۶	PO ₄ ^{۳-}	۲۹
۱	۱	۱	Pb	۳۰
۰/۱	۰/۱	۱	Se	۳۱
۳	۳	۳	H ₂ S	۳۲
۱	۱	۱	SO ₃	۳۳
۵۰۰	۴۰۰	۴۰۰	SO ₄ ^{-۲}	۳۴
-	۰/۱	۰/۱	V	۳۵
۲	۲	۲	Zn	۳۶
۱۰	۱۰	۱۰	روغن و چربی	۳۷
۰/۵	۰/۵	۱/۵	دترجنت ABS	۳۸
۲۰۰	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)	COD	۳۹
۱۰۰	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)	BOD	۴۰
۲	-	۲	اکسیژن محلول (DO)	۴۱

		تخلیه در صورتی مجاز است که پساب خروجی، غلظت کلراید و سولفات منبع پذیرنده را در شعاع ۱۰۰ متری بیش از ۱۰٪ افزایش ندهد	TDS	۴۲
۱۰۰	-	(لحظه‌ای ۶۰) ۴۰	TSS	۴۳
-	-	۰	SS	۴۴
۶-۸/۵	۵-۹	۶/۵-۸/۵	pH	۴۵
۰	۰	۰	مواد رادیو اکتیو	۴۶
۵۰	-	۵۰	کدورت (واحد کدورت)	۴۷
۷۵	۷۵	۷۵	رنگ (واحد رنگ)	۴۸
۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	کلیرم گوارشی (تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر)	۴۹
۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	کل کلیرم (تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر)	۵۰
کمتر یا مساوی یک	-	-	تخم انگل	۵۱
		درجه حرارت پساب نباید درجه حرارت منبع پذیرنده را از شعاع ۲۰۰ متری محل ورود آن، بیش از ۳ درجه سانتی‌گراد آن افزایش یا کاهش دهد.	دما	۵۲

* تخلیه با غلظت بیش از مقدار مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که پساب خروجی، غلظت کلرید، سولفات و مواد محلول منبع پذیرنده را در شعاع ۲۰۰ متری بیش از ۱۰٪ افزایش ندهد.

** تخلیه با غلظت بیش از مقدار مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که افزایش کلرید، سولفات و مواد محلول پساب خروجی نسبت به آب مصرفی بیش از ۱۰٪ نباشد.

*** صنایع موجود مجاز خواهند بود BOD5 و COD را حداقل ۹۰٪ کاهش دهند.

**** تعداد تخم انگل (نماتد) در فاضلاب تصفیه‌شده شهری در صورت استفاده از آن برای آبیاری محصولاتی که به‌صورت خام مورد استفاده قرار می‌گیرند نباید بیش از یک عدد در لیتر باشد.

استانداردهای آلودگی صوتی

بر اساس کاربری زمین استانداردهای سطوح صدا در کشور به پنج دسته تقسیم شده است. استانداردهای صوتی برای هر منطقه به‌وسیله سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور ارائه‌شده که در جدول ۲-۹ بیان گردیده است. قوانین و مقررات موجود مرتبط با ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پروژه‌های مشمول قانون ارزیابی نیز در جدول ۲-۱۰ آورده شده است

۲-۹- استانداردهای صدا در هوای آزاد ایران (dB)

نوع منطقه	روز: ۷ صبح تا ۱۰ شب (LP)	شب: ۱۰ شب تا ۷ صبح (LP)
مسکونی	۵۵	۴۵
مسکونی - تجاری	۶۰	۵۰
تجاری - اداری	۶۵	۵۵
مسکونی - صنعتی	۷۰	۶۰
صنعتی	۷۵	۶۵

تعاریف: ۱- منطقه مسکونی: محدوده‌ای که بیش از ۵۰ درصد آن دارای کاربری مسکونی خالص باشد و بقیه آن (علاوه بر شبکه معابر) شامل خدمات مربوط به مسکونی و بدون مزاحمت برای مسکونی باشد. ۲- منطقه تجاری- مسکونی: منطقه‌ای است که معمولاً طبقات همکف به‌صورت تجاری و طبقات بالاتر به‌صورت مسکونی پیش‌بینی شده باشد، اما کاربری مسکونی معمولاً بیش از تجاری است. ۳- منطقه تجاری- اداری: منطقه‌ای است که عمدتاً دارای کاربری‌های مربوط به آن (دفاتر اداری، تفریحی، فرهنگی و غیره...) باشد. " بیش از ۵۰ درصد اراضی " ۴- منطقه مسکونی - صنعتی: منطقه‌ای است که کنار نواحی مسکونی بعضی از صنایع غیر مزاحم و غیر آلوده می‌گیرد (مانند بعضی از کارگاه‌ها) در اینجا کاربری عمده مسکونی است. ۵- منطقه صنعتی: منطقه‌ای است که دارای کاربری صنعتی بوده و برحسب ملاحظات زیست‌محیطی با



۱۳۴

سند راهبردی و نقشه راه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران

ویرایش اول، شهریور ۱۳۹۳

فاز ۱: تدوین مبانی سند

فاصله‌ای بیرون از شهر و نواحی مسکونی قرار گیرد. به هرحال باید اذعان داشت که کشور ایران از نظر وضع قوانین و استانداردها دارای وضعیت مطلوبی است.

													اثرات زیست محیطی، مصوب ۱۳۷۳	
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	صورت جلسه شماره ۱۵۶ شورای عالی حفاظت محیط زیست در مورد الگوی ارزیابی اثرات زیست محیطی، مصوب ۱۳۷۶	۱۳
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	صورت جلسه مورخ ۷۸/۶/۳ شورای عالی حفاظت محیط زیست در مورد واحدهای کشت و صنعت با وسعت پنج هزار در هکتار به عنوان طرح های مشمول ارزیابی اثرات زیست محیطی	۱۴
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	صورت جلسه مورخ ۷۸/۱۰/۱۵ شورای عالی حفاظت محیط زیست در مورد کشتارگاه های بزرگ صنعتی و محل دفن زباله شهری مراکز استان و شهرهای با جمعیت بیش از ۲۰۰ هزار نفر و شهرهای جدید و مراکز صنعتی بازیافت زباله (کارخانه ها)	۱۵



												کمپوست) به‌عنوان طرح‌های جدید مشمول ارزیابی اثرات زیست‌محیطی	
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	صورت‌جلسه مورخ ۷۹/۹/۹ در مورد تعیین دو مورد پروژه‌ها و طرح‌های جنگلداری بزرگ و طرح‌های خطوط انتقال، سکوها و مخازن زیرزمینی نفت و گاز به‌عنوان طرح‌های عمرانی مشمول ارزیابی	۱۶

-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×	مصوبه هیأت وزیران در مورد برقراری و نصب تأسیسات فنی مربوط به دستگاه‌های ناوبری و مخابراتی برای تأمین بی‌خطری پرواز هواپیماها در تاریخ ۱۳۵۲/۲/۲	۲۲
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×	آیین‌نامه طراحی محوطه زمینی فرودگاه‌ها، نشریه ۱۹۷ سازمان برنامه و بودجه ۱۳۷۹	۲۳
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×	آیین‌نامه کاربری اراضی اطراف فرودگاه، نشریه شماره ۲۳۳ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور سال ۱۳۸۰	۲۴
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	بند الف ماده ۱۲۱ قانون برنامه سوم توسعه	۲۵
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ماده ۱۲۲ قانون برنامه ۳ توسعه	۲۶

ادامه ۲-۱۰: قوانین و مقررات موجود مرتبط با ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پروژه‌های مشمول قانون ارزیابی

ردیف	قوانین و مقررات موجود مرتبط با ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پروژه‌ها	فرودگاه‌ها	کشت و صنعت	سدها	بزرگراه‌ها	راه‌آهن	پتروشیمی	کارخانه‌ها	نیروگاه‌های حرارتی	جنگلداری	طرح‌های صنعتی	شهرک‌های صنعتی	پالایشگاه‌ها	آبیاری و زهکشی پروژه‌های شهری	زباله شهری دفن	زباله سوزهای شهری
۲۷	بند الف ماده ۱۰۴ قانون برنامه سوم توسعه	-	-	-	-	-	-	-	-	×	-	-	-	-	-	-
۲۸	مصوبه ۱۳۷۳ مربوط به قانون حفظ کاربری اراضی زراعی و باغی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×	-	-
۲۹	مصوبه ۱۳۶ مربوط به قانون توزیع عادلانه آب	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×	-	-
۳۰	آیین‌نامه اجرای بندهای (ب)، (ج) و (د) ماده ۴۵ قانون وصول برخی از درآمدهای دولت و مصرف آن در موارد معین، مصوب ۱۳۵۷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×	-	-
۳۱	استانداردهای مربوط به ویژگی‌های بیولوژیکی و حد مجاز آلودگی باکتریولوژیک آب آشامیدنی، شماره استاندارد ۱۰۱۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×	-	-

-	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	استانداردهای مربوط به ویژگی‌های آب آشامیدنی، شماره استاندارد ۱۰۵۳	۳۲
-	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	آیین‌نامه اجرایی لایحه قانونی اصلاح لایحه قانونی واگذاری و احیاء اراضی، مصوب ۱۳۵۹	۳۳
-	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	آیین‌نامه حریم مخازن، تأسیسات آبی، کانال‌های عمومی آبرسانی، آبیاری و زهکشی (مواد ۱ تا ۸)	۳۴
-	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	دستورالعمل چگونگی تصرف و تملک اراضی و املاک واقع در محدوده دریاچه‌ها و اراضی و رقوم بالاتر از آن، ردیف‌های ۱ تا ۱۳، ابلاغیه شماره ۱۳۴۱/۱۰۰ وزارت نیرو در تاریخ ۱۳۷۶/۵/۴	۳۵
-	-	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	بند الف ماده ۰۴ (۱۲۰) سند برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی	۳۶
×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مواد ۲۴، ۳۱، ۳۲ و ۶۸۸ قانون مجازات اسلامی	۳۷

۲-۴-۳- زیرساخت‌ها

بر اساس ادبیات مرور شده در باب تعریف و دسته‌بندی زیرساخت‌ها، هکرت و ویدزبورگ، دسته‌بندی کاملی از زیرساخت‌ها را در سه گروه زیرساخت‌های فیزیکی، مالی و دانشی در نظر گرفته‌اند. زیرساخت‌های فیزیکی^۱ شامل: مصنوعات ساخته دست بشر مانند: ابزارآلات، ماشین‌آلات، جاده‌ها، ساختمان‌ها و...؛ زیرساخت‌های دانشی^۲ شامل تخصص، دانش فنی، مهارت و ... و زیرساخت‌های مالی^۳ شامل یارانه‌ها، برنامه‌های مالی، وام‌های بلاعوض و ... است.

۲-۴-۴- شبکه‌ها

روابط موجود در یک گروه از کنش‌گران، نهادها و فناوری‌ها می‌تواند از روابط موجود در خارج از گروه، قوی‌تر باشد. در صورتی که این مؤلفه‌های ساختاری باعث ایجاد یک پی‌گیری متراکم گردند، می‌توان آن را یک ساختار شبکه‌ای یا یک شبکه نامید. شبکه‌ها روابط میان سازمانی کنش‌گرانی هستند که به دنبال دستیابی به اهداف مشترکی می‌باشند. در حقیقت، یک سیستم توسعه‌دهنده فناوری شبکه‌هایی از کنش‌گران، نهادها، فناوری‌ها و روابط میان آن‌ها محسوب می‌گردند. اتحادیه‌های راهبردی^۴، اتحادیه‌های گروه‌های کاری^۵، کمیته‌های فنی^۶، شبکه‌های پروژه^۷، شبکه‌های منطقه‌ای و شبکه‌های سیاسی همگی از انواع شبکه‌ها میان کنش‌گران هستند. شبکه‌ها در حالت کلی در دو صورت رسمی (در راستای برآوردن اهدافی راهبردی، عضویت خودآگاه کنش‌گران) و غیررسمی (عدم وجود هدف برنامه‌ریزی شده، عدم مرزبندی مشخص در عضویت و یا عدم عضویت کنش‌گران) شکل می‌گیرند. در یک دسته‌بندی دیگر، شبکه‌ها را از بعد هدفمندی و میزان درهم-تنیدگی به چهار دسته‌ی شبکه‌های زنجیره تأمین، شبکه‌های سنتی، شبکه‌های راهبردی و کالج‌های نامشهود^۸ تقسیم می‌-

- 1 Physical Infrastructure
- 2 Knowledge Infrastructure
- 3 Financial Infrastructure
- 4 Strategic Alliance
- 5 Working Group Association
- 6 Technical Committee
- 7 Project Networks
- 8 Scientific Invisible College

کنند. به‌طور کلی شبکه‌ها دارای پنج کارکرد اصلی تبادل اطلاعات و ایجاد دانش، انتشار دانش، ارتباطات، اعمال نفوذ و ساختارسازی هستند.

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

منابع و مآخذ

- [1]-ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۰، وزارت نیرو
- [2]- M. Shafie-Pour, M. Ardestani, Environmental damage costs in Iran by the energy sector, Energy Policy 35 (2007) 4413-4423
- [3]- پروژه تدوین اطلس آلودگی نیروگاه‌های کشور، پژوهشگاه نیرو، گروه محیط‌زیست، ۱۳۸۵-۱۳۸۷
- [4]- آمار تفصیلی صنعت برق ایران سال ۱۳۹۰، شرکت توانیر
- [5]- S. Nazari, et al, SO2 pollution of heavy oil-fired steam power plants in Iran, Energy Policy, 43(2012), 456-465
- [6]- J Williams, America's Best Coal Plants, Power engineering magazine, July 2014
- [7]- Cross-State Air Pollution Rule Reducing Air Pollution Protecting Public Health
U.S. Environmental Protection Agency Office of Air and Radiation, 2013
- [8]- <http://www.epa.gov/airtransport/CSAPR/>
- [9]- Amlan Saha, CSAPR & MATS: What Do They Mean for Electric Power Plants? 15th Annual Energy, Utility, and Environment Conference (EUEC 2012), Phoenix, AZ, January 31, 2012
- [۱۰] گزارش مرحله سوم از پروژه "تحقیق و پژوهش در طراحی و بهینه‌سازی سیستم‌های تصفیه فاضلاب نیروگاه ایران‌شهر با هدف بازیابی پساب‌ها"، امیر سهرابی کاشانی، پژوهشگاه نیرو، گروه محیط زیست، اسفند ۱۳۸۴
- [۱۱] بازیابی فاضلاب نیروگاه‌های بخاری با بکارگیری تبخیرکننده از نوع تراکم مجدد بخار، امیر سهرابی کاشانی، روشنگ ریاضی، مجله صنعت برق، اسفند ۱۳۸۳، شماره ۱۰۶
- [۱۲] گزارش مرحله اول از پروژه "تحقیق در انتخاب تکنولوژی مناسب بازیابی فاضلاب‌های نمکی نیروگاه‌های منتخب از طریق بررسی فنی و اقتصادی سیستم‌های مختلف نمک‌زدایی"، زهرا دل‌آورمقدم، پژوهشگاه نیرو، گروه محیط زیست، آذر

[۱۳] ضوابط زیست محیطی استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و پساب‌ها، نشریه شماره ۵۳۵، وزارت نیرو، دفتر مهندسی و معیارهای آب و آبفا

[۱۴] گزارش مرحله اول از پروژه "تحقیق بهینه‌سازی مصرف آب نیروگاه‌های حرارتی کشور از طریق کاهش تلفات و بازیابی پساب‌ها"، مرتضی جلالی، پژوهشگاه نیرو، گروه محیط زیست، آذر ۱۳۸۷

[۱۵] گزارش مرحله دوم از پروژه "تدوین راهکارهای اجرایی بمنظور مدیریت مواد زائد در نیروگاه بعثت"، امیر سهرابی کاشانی، پژوهشگاه نیرو، گروه محیط زیست، فروردین ۱۳۸۸

[۱۶] رس. آیزر، دو. وست کاد، "کیفیت آب برای کشاورزی"، ترجمه دکتر شاپور حاج رسولیها، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۴

[۱۷] گزارش مرحله اول از پروژه "تحقیق بهینه‌سازی مصرف آب نیروگاه‌های حرارتی کشور از طریق کاهش تلفات و بازیابی پساب‌ها"، مرتضی جلالی، پژوهشگاه نیرو، گروه محیط زیست، مهر ۱۳۸۳

[۱۸] نسترن رحیمی، نرگس کارگری، مریم خودی، "مدیریت زائادات جامد در نیروگاه‌های حرارتی کشور"، دومین همایش ملی مدیریت پسماند و جایگاه آن در برنامه ریزی شهری، ۱۳۸۴

[۱۹] گزارش مراحل سوم تا ششم از پروژه "تدوین اطلس آلودگی نیروگاه‌های کشور"، سعید نظری کودهی، پژوهشگاه نیرو، گروه محیط زیست، ۱۳۸۷

[۲۰] گزارش مرحله اول از پروژه "تحقیق و پژوهش در تدوین دستورالعمل‌های اجرایی مدیریت و بکارگیری زائادات تصفیه خانه های آب نیروگاه‌ها و پیاده سازی آن در یک نیروگاه نمونه"، الهام گروهی، پژوهشگاه نیرو، گروه محیط زیست، مهر ۱۳۸۶

[۲۱] پروژه طرح کلان "تدوین سند راهبردی و نقشه راه بکارگیری تجهیزات پر بازده انرژی بر در بخش ساختمان"

[۲۲] پروژه طرح کلان "تدوین سند راهبردی و نقشه راه مدیریت بارهای سرمایشی"

[۲۳] پروژه طرح کلان " تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوریهای مرتبط با انرژی زیست توده "

[۲۴] پروژه طرح کلان " تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوریهای مرتبط با انرژی خورشیدی "

[۲۶] پروژه طرح کلان " تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوریهای مرتبط با انرژی زمین گرمایی "

فهرست مطالب

۶۰	.....SNCR فرآیندهای ۲-۲-۳-۱-۱
۶۰	..... تر FGD فرآیندهای ۳-۲-۳-۱-۱
۷۰	..... فناوری‌های کاهش CO ۴-۱-۱
۷۰	..... احتراق کاتالیستی ۱-۴-۱-۱
۷۲	..... هوای اضافه بهینه ۲-۴-۱-۱
۷۳	..... PM فناوری‌های کاهش ۵-۱-۱
۷۳	..... رسوب‌دهنده الکترواستاتیک (ESP) ۱-۵-۱-۱
۷۵	..... فیلترهای پارچه‌ای (FF) ۲-۵-۱-۱
۷۶	..... اسکرابر تر ۳-۵-۱-۱
۷۶	..... سیکلون ۴-۵-۱-۱
۷۷	..... فناوری‌های کاهش جیوه ۶-۱-۱
۷۸	..... فرآیندهای کاهش جیوه قبل از احتراق ۱-۶-۱-۱
۷۸	..... تمیز کردن زغال سنگ ۱-۱-۶-۱-۱
۷۸	..... K-Fueling ۲-۱-۶-۱-۱
۷۹	..... فرآیندهای کاهش جیوه پس از احتراق ۲-۶-۱-۱
۷۹	..... تزریق کربن فعال (ACI) ۱-۲-۶-۱-۱
۸۰	..... افزودن هالوژن ۲-۲-۶-۱-۱
۸۰	..... رسوب‌دهنده الکترواستاتیک (ESP) ۳-۲-۶-۱-۱
۸۱	..... فیلتر پارچه‌ای ۴-۲-۶-۱-۱
۸۱	..... مولتی سیکلون ۵-۲-۶-۱-۱
۸۱	..... اسکرابر تر ۶-۲-۶-۱-۱
۸۲	..... اسکرابر خشک با فیلتر پارچه‌ای ۷-۲-۶-۱-۱
۸۲	..... تزریق جاذب خشک (DSI) ۸-۲-۶-۱-۱

- ۷-۱-۱ فناوری‌های کاهش آلاینده‌های خطرناک هوا (HAPs) ۸۵
- ۲-۱ فناوری‌های تصفیه آب و فاضلاب ۸۷
- ۱-۲-۱ فاضلاب شهری ۸۷
- ۱-۱-۲-۱ سیستم راکتورهای ناپیوسته متوالی (SBR) ۸۷
- ۲-۱-۲-۱ روش لجن فعال (Activated Sludge) ۹۲
- ۳-۱-۲-۱ روش MBR (Membrane Biological Reactors) ۹۶
- ۴-۱-۲-۱ وتلند ۹۸
- ۵-۱-۲-۱ استخرهای تثبیت فاضلاب ۱۰۲
- ۶-۱-۲-۱ جذب سطحی (تصفیه با کربن فعال) ۱۰۵
- ۲-۲-۱ فاضلاب صنعتی ۱۰۶
- ۱-۲-۲-۱ فاضلاب‌های لجنی ۱۰۶
- ۱-۱-۲-۲-۱ ته‌نشینی ۱۰۶
- ۲-۱-۲-۲-۱ انعقاد (Coagulation) ۱۰۸
- ۳-۱-۲-۲-۱ فیلتراسیون ۱۱۰
- ۲-۲-۲-۱ فاضلاب‌های روغنی و نفتی ۱۱۲
- ۱-۲-۲-۲-۱ روش API ۱۱۲
- ۲-۲-۲-۲-۱ روش DAF ۱۱۳
- ۳-۲-۲-۲-۱ استفاده از Nano (photocatalyst) ۱۱۶
- ۴-۲-۲-۲-۱ روش غشائی (membrane) ۱۱۹
- ۵-۲-۲-۲-۱ جذب سطحی (تصفیه با کربن فعال) ۱۱۹
- ۳-۲-۲-۲-۱ فاضلاب‌های ویژه و سمی ۱۱۹
- ۱-۳-۲-۲-۱ تصفیه شیمیایی ۱۱۹
- ۴-۲-۲-۱ فاضلاب‌های نمکی ۱۲۱
- ۱-۴-۲-۲-۱ روش غشائی ۱۲۱
- ۲-۴-۲-۲-۱ روش‌های تبخیری ۱۲۴

- ۱۲۸ روش EDI (Electro-DeIonization) ۳-۴-۲-۲-۱
- ۱۳۰ تبادل یونی ۴-۴-۲-۲-۱
- ۱۳۲ روش crystallization ۵-۴-۲-۲-۱
- ۱۳۵ وتلند ۶-۴-۲-۲-۱
- ۱۳۶ ۳-۱ فناوری های کاهش آلاینده های پسماند
- ۱۳۶ ۱-۳-۱ رسوبات تصفیه فاضلاب شهری
- ۱۳۶ ۱-۱-۳-۱ تثبیت هوازی
- ۱۳۸ ۲-۱-۳-۱ تولید گاز متان
- ۱۴۱ ۲-۳-۱ رسوبات تصفیه آب و رسوبات سولفور زدایی
- ۱۴۱ ۱-۲-۳-۱ تصفیه برای کاربردهای دیگر
- ۱۴۲ ۳-۳-۱ آلودگی خاک به روغن و مواد نفتی
- ۱۴۲ ۱-۳-۳-۱ تصفیه فیزیکی-شیمیایی-زیستی
- ۱۴۹ ۴-۳-۱ پسماندهای خطرناک و ویژه
- ۱۴۹ ۱-۴-۳-۱ پسماندهای محفظه احتراق
- ۱۴۹ ۱-۱-۴-۳-۱ لندفیل
- ۱۵۳ ۲-۱-۴-۳-۱ استخراج فلزات گران بها
- ۱۵۶ PCBs ۲-۴-۳-۱
- ۱۵۶ ۱-۲-۴-۳-۱ زباله‌سوزی (PCBs > 7000 ppm)
- ۱۵۸ ۲-۲-۴-۳-۱ روش‌های کاهش و تولید (PCBs ≤ 7000ppm)
- ۱۶۱ ۲ فصل دوم: آینده پژوهی فناوری های مدیریت آلاینده ها
- ۱۶۲ ۱-۲ روند مربوط به فناوری‌های کاهش آلودگی هوا
- ۱۶۲ ۱-۱-۲ مقدمه
- ۱۶۴ ۲-۱-۲ روش‌ها
- ۱۶۵ ۳-۱-۲ روند کاهش NOx

- ۱۶۶ ۱-۳-۱-۲ روش‌های پیش احتراق در کاهش NOx
- ۱۶۷ ۲-۳-۱-۲ روش‌های حین احتراق در کاهش NOx
- ۱۶۷ ۳-۳-۱-۲ روش‌های پس از احتراق در کاهش NOx
- ۱۷۱ ۴-۳-۱-۲ نتیجه‌گیری در روند فناوری‌های کاهش NOx
- ۱۷۴ ۵-۳-۱-۲ تجارت انتشار و قوانین کنترل NOx در آمریکا
- ۱۷۵ ۴-۱-۲ روند کاهش SO₂
- ۱۷۹ ۱-۴-۱-۲ مطالعه موردی: کاهش انتشار SO₂ در هنگ کنگ
- ۱۸۰ ۵-۱-۲ روند کاهش CO₂
- ۱۸۲ ۱-۵-۱-۲ روش‌های قبل از احتراق کاهش CO₂
- ۱۸۲ ۱-۱-۵-۱-۲ روش IGCC
- ۱۸۲ ۲-۵-۱-۲ روش‌های پس از احتراق کاهش CO₂
- ۱۸۳ ۱-۲-۵-۱-۲ روش جذب
- ۱۸۳ ۲-۲-۵-۱-۲ روش جذب سطحی
- ۱۸۴ ۳-۲-۵-۱-۲ روش حلقه شیمیایی
- ۱۸۴ ۴-۲-۵-۱-۲ روش غشائی
- ۱۸۵ ۵-۲-۵-۱-۲ روش غشاء انتقال تسهیل یافته
- ۱۸۵ ۶-۲-۵-۱-۲ غشاءهای mixed matrix
- ۱۸۵ ۳-۵-۱-۲ نتیجه‌گیری روند فناوری‌های کاهش CO₂
- ۱۸۷ ۶-۱-۲ روند کاهش PM
- ۱۸۸ ۷-۱-۲ روند کاهش جیوه
- ۱۸۹ ۱-۷-۱-۲ روش‌های چند منفعتی کنترل جیوه
- ۱۸۹ ۲-۷-۱-۲ روش‌های کنترل مخصوص جیوه
- ۱۹۱ ۳-۷-۱-۲ هزینه‌های سرمایه‌گذاری و اجرایی روش‌های کنترل جیوه
- ۱۹۱ ۴-۷-۱-۲ بهینه کردن روش‌های کنترل جیوه
- ۱۹۴ ۵-۷-۱-۲ کنترل جیوه در نیروگاه‌های موجود در سراسر دنیا

- ۱۹۴ کنترل جیوه از طریق کربن فعال ۱-۵-۷-۱-۲
- ۱۹۴ امکان کنترل جیوه با روش‌های کنترل ذرات ۲-۵-۷-۱-۲
- ۱۹۴ امکان کنترل جیوه با اسکراب‌های تر ۳-۵-۷-۱-۲
- ۱۹۵ افزایش نرخ حذف جیوه با روش‌های کنترل NOx ۴-۵-۷-۱-۲
- ۱۹۶ نتیجه‌گیری کلی در روند فناوری‌های کاهش آلودگی هوا ۸-۱-۲
- ۱۹۷ مطالعه موردی: روند کنترل آلودگی هوا از نیروگاه‌های زغال سنگی چین ۹-۱-۲
- ۱۹۸ میزان فعالیت ۱-۹-۱-۲
- ۲۰۰ فاکتورهای انتشار ۲-۹-۱-۲
- ۲۰۳ میزان انتشار در سال ۲۰۱۰ ۳-۹-۱-۲
- ۲۰۴ تعطیل کردن واحدهای کوچک ۴-۹-۱-۲
- ۲۰۴ طرح‌های آینده ۵-۹-۱-۲
- ۲۰۸ روند مربوط به فناوری‌های تصفیه آب و فاضلاب ۲-۲-۲
- ۲۰۸ مقدمه ۱-۲-۲
- ۲۰۹ روند مربوط به روش‌های تصفیه فاضلاب نفتی ۲-۲-۲
- ۲۰۹ روش شناورسازی ۱-۲-۲-۲
- ۲۱۰ لخته سازی ۲-۲-۲-۲
- ۲۱۱ تصفیه بیولوژیکی ۳-۲-۲-۲
- ۲۱۲ روش غشائی ۴-۲-۲-۲
- ۲۱۴ روش MBR ۳-۲-۲
- ۲۱۵ نانو تکنولوژی ۴-۲-۲
- ۲۱۷ روش EDI ۵-۲-۲
- ۲۱۸ وتلند ۶-۲-۲
- ۲۲۰ جذب سطحی ۷-۲-۲
- ۲۲۱ نانوفیلتراسیون ۸-۲-۲

- ۲۲۱ انعقاد ۹-۲-۲
- ۲۲۳ خلاصه مدیریتی ۱۰-۲-۲
- ۲۲۵ روند مربوط به فناوری‌های کاهش پسماند ۳-۲
- ۲۲۵ روند تولید زایدات ۱-۳-۲
- ۲۲۶ روند باز چرخش مواد زاید ۲-۳-۲
- ۲۲۷ Bioremediation روش ۳-۳-۲

فهرست جداول

- جدول ۱-۱- میزان تولید روغن از هر گیاه ۶
- جدول ۲-۱- تراوایی و انتخاب پذیری پلیمرهای مورد استفاده در جداسازی هوا ۲۴
- جدول ۳-۱- میزان کارایی روش‌های کاهش انتشار NOx ۴۰
- جدول ۴-۱- مقادیر محدودیت‌های بکار رفته برای سوخت‌های مایع در EU ۴۱
- جدول ۵-۱- محتویات سولفور زغال سنگ ۴۲
- جدول ۶-۱- روش‌های رایج تصفیه زغال سنگ ۴۳
- جدول ۷-۱- مشخصات کلی سیستم تزریق جاذب در کانال دود ۴۵
- جدول ۸-۱- مشخصات کلی سیستم پاشش جاذب در کوره ۴۸
- جدول ۹-۱- خشک‌کنهای پاششی FGD تجاری سازی شده ۵۲
- جدول ۱۰-۱- مشخصات کلی راکتور بستر سیال ۵۷
- جدول ۱۱-۱- فرآیندهای گوگردزدایی شستشوی تر با استفاده از ترکیبات سدیم ۶۰
- جدول ۱۲-۱- فرآیندهای تجاری گوگردزدایی تر با آهک، اصلاح شده با منیزیم ۶۶
- جدول ۱۳-۱- روش‌های متداول و اختصاصی کنترل انتشار جیوه ۸۴
- جدول ۱۴-۱- چهار نوع فرآیند ته‌نشینی در حوضچه ۱۰۷
- جدول ۱۵-۱- مقایسه مزایا و معایب سیستم DAF ۱۱۶
- جدول ۱۶-۱- تکنولوژی‌های جداسازی غشایی برای تصفیه پساب ۱۲۲
- جدول ۱۷-۱- مقایسه هزینه‌های بهره‌برداری سالانه برای بازیافت فلوراید (15 m³/h, 700 ppm) ۱۳۵
- جدول ۱۸-۱- مزایا و معایب تعدادی از روش‌های فیزیکی-شیمیایی تصفیه فلزات سنگین در فاضلاب ۱۳۵
- جدول ۱۹-۱- معیارهای انتخاب زمین دفن ۱۵۱
- جدول ۲۰-۱- موارد محدودکننده در اجرای برنامه‌های کاهش در مبدأ صنعتی ۱۵۹
- جدول ۱-۲- محدودیت‌های انتشار برای منابع ثابت جدید و موجود ۱۶۵

- جدول ۲-۲- مقایسه روش‌های کنترل NO_x ۱۷۲
- جدول ۲-۳- درصد استفاده از فناوری‌های کنترل NO_x نیروگاه‌های زغال سنگی آمریکا در سال ۲۰۱۲ ۱۷۴
- جدول ۲-۴- پیش‌بینی فناوری‌های کنترل NO_x برای نیروگاه‌های آمریکا تا سال ۲۰۱۶ ۱۷۴
- جدول ۲-۵- قوانین انتشار NO_x از منابع ثابت در آمریکا ۱۷۵
- جدول ۲-۶- درصد استفاده از فناوری‌های کنترل SO₂ در سال ۲۰۱۲ در آمریکا ۱۷۸
- جدول ۲-۷- پیش‌بینی فناوری‌های کنترل SO₂ برای نیروگاه‌های بزرگ‌تر از ۵۰ MW تا سال ۲۰۱۶ ۱۷۹
- جدول ۲-۸- تحلیل مقایسه‌ای روش‌های مختلف کاهش CO₂ ۱۸۶
- جدول ۲-۹- واحدهای تولید برق زغال سنگ سوز با کنترل ذرات در آمریکا در سال ۲۰۱۲ ۱۸۸
- جدول ۲-۱۰- پیش‌بینی فناوری‌های کنترل ذرات معلق برای نیروگاه‌های آمریکا تا سال ۲۰۱۶ ۱۸۸
- جدول ۲-۱۱- هزینه روش‌های کنترل جیوه ۱۹۱
- جدول ۲-۱۲- بهینه‌سازی کنترل جیوه ۱۹۲
- جدول ۲-۱۳- میانگین جیوه گرفته شده از طریق ساختارهای کنترل پس از احتراق موجود ۱۹۳
- جدول ۲-۱۴- فاکتورهای انتشار NO_x (kg t⁻¹) ۲۰۱
- جدول ۲-۱۵- راندمان حذف ذرات از نیروگاه زغال سنگی چین ۲۰۲
- جدول ۲-۱۶- تصفیه فاضلاب نفتی از طریق شناورسازی ۲۱۰
- جدول ۲-۱۷- تصفیه فاضلاب نفتی از طریق لخته‌سازی ۲۱۱
- جدول ۲-۱۸- تصفیه بیولوژیکی فاضلاب نفتی ۲۱۲
- جدول ۲-۱۹- تصفیه فاضلاب نفتی به روش غشائی ۲۱۳
- جدول ۲-۲۰- راندمان حذف ترکیبات حاوی کلر از فاضلاب توسط روش جذب سطحی ۲۲۱
- جدول ۲-۲۱- روش‌های استفاده شده در تصفیه فاضلاب و توانایی حذف آلاینده توسط این روش‌ها ۲۲۳
- جدول ۲-۲۲- مزایا و معایب روش‌های تصفیه فیزیکی - شیمیایی فلزات سنگین از فاضلاب ۲۲۴

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- طراحی فرآیند ریفرمینگ سه مرحله‌ای با استفاده از گاز دودکش ۵
- شکل ۲-۱- مکانیسم انتقال در غشاهای انتقال تسهیل یافته ۱۲
- شکل ۳-۱- مکانیسمهای انتقال در غشاهای پلیمری متخلخل و غیر متخلخل ۱۴
- شکل ۴-۱- فرآیند حلقه شیمیایی ۱۶
- شکل ۵-۱- احتراق حلقه شیمیایی ۱۷
- شکل ۶-۱- سیستم احتراق حلقه شیمیایی با استفاده از دو راکتور بستر سیال ۱۸
- شکل ۷-۱- ارزیابی قابلیت تولید بستر زغال سنگ و پتانسیل جداسازی CO₂ ۱۹
- شکل ۸-۱- انتخاب پذیری اکسیژن/نیتروژن برحسب تراوایی ۲۴
- شکل ۹-۱- میزان بازیابی نیتروژن به صورت تابعی از غلظت نیتروژن تولیدی ۲۵
- شکل ۱۰-۱- شماتیک فرآیند بیولوژیکی کاهش NO_x ۲۷
- شکل ۱۱-۱- نمودار فرآیندی سیستم SCR ۳۰
- شکل ۱۲-۱- مشعل احتراق مرحله‌ای ۳۶
- شکل ۱۳-۱- نمودار فرآیندی تزریق سدیم در کانال دود ۴۷
- شکل ۱۴-۱- نمودار فرآیندی پاشش مستقیم جاذب در کوره ۵۰
- شکل ۱۵-۱- نمودار فرآیند خشک کن پاششی با آهک ۵۵
- شکل ۱۶-۱- نمودار فرآیند خشک کن پاششی با کربنات سدیم ۵۶
- شکل ۱۷-۱- نمودار راکتور بستر سیال آهک ۵۹
- شکل ۱۸-۱- شستشوی تر به روش دو قلیایی سدیم / آهک ۶۳
- شکل ۱۹-۱- شستشوی تر با محلول سدیم یک بار گذر ۶۴
- شکل ۲۰-۱- روش بهینه شده دوغاب آهک با منیزیم ۶۸
- شکل ۲۱-۱- نمودار فرآیند محلول هیدروکسید منیزیم یک بار گذر ۶۹

- شکل ۲۲-۱- شمای نحوه انجام فرایند اکسیداسیون CO در سطح کاتالیست ۷۰
- شکل ۲۳-۱- میزان تبدیل CO برحسب دما برای کاتالیست Pd-Cu/Al₂O₃ ۷۱
- شکل ۲۴-۱- پنج فاز واحد SBR ۹۱
- شکل ۲۵-۱- نحوه عملکرد واحد SBR ۹۲
- شکل ۲۶-۱- فرآیند لجن فعال ۹۵
- شکل ۲۷-۱- شماتیک وتلند استفاده شده توسط سیدل ۹۸
- شکل ۲۸-۱- نمودار راندمان حذف BOD در تصفیه فاضلاب شهری توسط وتلند با جریان زیرسطحی ۹۹
- شکل ۲۹-۱- نمودار راندمان حذف TSS در تصفیه فاضلاب شهری توسط وتلند با جریان زیرسطحی ۹۹
- شکل ۳۰-۱- نمودار راندمان حذف فسفر کل در تصفیه فاضلاب شهری توسط وتلند با جریان زیرسطحی ۱۰۰
- شکل ۳۱-۱- نمودار راندمان حذف نیتروژن کل در تصفیه فاضلاب شهری توسط وتلند با جریان زیرسطحی ۱۰۰
- شکل ۳۲-۱- آرایش استفاده از وتلند به همراه سایر روش‌ها در تصفیه فاضلاب ۱۰۲
- شکل ۳۳-۱- فرآیند فیلتراسیون ۱۱۲
- شکل ۳۴-۱- شماتیک کلی جداساز API ۱۱۳
- شکل ۳۵-۱- شماتیک ساختار و مسیر فرایندی سیستم DAF افقی ۱۱۵
- شکل ۳۶-۱- واکنش فتوکاتالیستی اکسید ۱۱۸
- شکل ۳۷-۱- شماتیک کلی روش EDI ۱۲۹
- شکل ۳۸-۱- بلورساز با بستر سیال ۱۳۳
- شکل ۳۹-۱- یک نمونه از طرح نمک‌زدایی بدون زائدهات برای نمک‌زدایی در محل ۱۳۴
- شکل ۴۰-۱- بیورآکتور هوازی ۱۳۸
- شکل ۴۱-۱- سیستم جمع‌آوری شیرابه در فرآیند لندفیل هوازی ۱۳۸
- شکل ۴۲-۱- گردش کار یک محل دفن مهندسی - بهداشتی ۱۴۰
- شکل ۴۳-۱- طرح شماتیک سیستم‌های شستشوی خاک ۱۴۴

- شکل ۱-۴۴- استخراج بخار از خاک به صورت شماتیک ۱۴۵
- شکل ۱-۴۵- طرح دستگاه دفع حرارتی ۱۴۶
- شکل ۱-۴۶- متوسط هزینه‌های دفن یک تن پسماند در آمریکا ۱۵۳
- شکل ۱-۴۷- تعداد مکان‌های دفن آمریکا در سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۰ ۱۵۳
- شکل ۱-۴۸- هزینه‌های دفن بهداشتی و پسماند سوزی در آمریکا ۱۵۳
- شکل ۱-۴۹- مقایسه کل استخراج توسط روش‌های آزمایش شده ۱۵۵
- شکل ۲-۱- تقاضای جهانی انرژی برای سال‌های بین ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ ۱۶۲
- شکل ۲-۲- تاریخچه قوانین زیست‌محیطی در آمریکا و اروپا ۱۶۳
- شکل ۲-۳- نکات کاهش انتشار ۱۶۴
- شکل ۲-۴- روند میانگین انتشار NOx از نیروگاه حرارتی در پنج کشور مختلف ۱۶۶
- شکل ۲-۵- روند انتشار SO2 از نیروگاه حرارتی در کشورهای مختلف طی سال‌های ۱۹۹۸-۲۰۱۴ ۱۷۶
- شکل ۲-۶- انتشار دی‌اکسید سولفور ناشی از تولید برق در آمریکا طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۴۰ ۱۷۷
- شکل ۲-۷- درصد استفاده از FGD در کشورهای مختلف با توجه به کل ظرفیت تولید در سال ۲۰۱۲ ۱۷۸
- شکل ۲-۸- انتشار CO2 ناشی از سوخت‌های فسیلی در شش کشور و EU با بیشترین میزان انتشار ۱۸۰
- شکل ۲-۹- میزان انتشار CO2 ناشی از سوخت فسیلی در کشورهای مختلف ۱۸۱
- شکل ۲-۱۰- درصد انتشار جیوه ناشی از احتراق در کشورهای مختلف ۱۸۹
- شکل ۲-۱۱- درصد حذف جیوه در مقابل نرخ تزریق کربن فعال ۱۹۰
- شکل ۲-۱۲- سیستم تصفیه گاز دودکش ۱۹۶
- شکل ۲-۱۳- مقادیر انتشار به دست آمده پس از استفاده از سیستم استاندارد تصفیه گاز دودکش ۱۹۷
- شکل ۲-۱۴- ساعات کار متوسط سالانه و مصرف زغال سنگ برای نیروگاه‌های چین از ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ ۱۹۹
- شکل ۲-۱۵- مصرف زغال سنگ نیروگاه‌ها بر اساس اندازه واحد از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ ۲۰۰
- شکل ۲-۱۶- درصد واحدهای مجهز به FGD در ایالات مختلف چین ۲۰۱

- شکل ۱۷-۲- انتشارات نیروگاه زغال سنگی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ ۲۰۳
- شکل ۱۸-۲- میزان استفاده از روش‌های کنترل انتشار در سال ۲۰۱۵ و ۲۰۲۰ ۲۰۵
- شکل ۱۹-۲- انتشارات ناشی از نیروگاه از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ تحت سناریوهای مختلف ۲۰۷
- شکل ۲۰-۲- حجم آب مصرفی در جهان به‌طور سالانه در بخش صنعت، کشاورزی و شهری ۲۰۸
- شکل ۲۱-۲- توسعه بازار روش MBR در بخش صنعتی و شهری در اروپا از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵ ۲۱۵
- شکل ۲۲-۲- روند حجم مواد زاید در قاره‌های مختلف از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۵ ۲۲۵
- شکل ۲۳-۲- ترکیبات مواد زاید بر مبنای اقتصاد کشورهای مختلف ۲۲۶

مقدمه

آینده قابل پیشگویی نیست و هیچ کس در هیچ کجا با قاطعیت کافی نمی داند آینده چگونه خواهد بود. معهدا، اصل " غیر قابل پیش بینی بودن آینده " بدین معنا نیست که نگران آینده نباشیم و تنها به بخت و اقبال یا سرنوست تکیه و اعتماد کنیم، یا اینکه بنشینیم تا هر وقت بحرانهای ناگهانی تازه ای سر برآورد، بدون طرح و برنامه قبلی خود را به امواج بحرانها بسپاریم. بلکه این اصل حکم می کند که نسبت به آینده موضع مناسبتری اتخاذ کنیم.

با همه اینها، بسیاری از طراحان معتقدند که می توان وضعیتهای عمده آینده را تشخیص داده و طرح ریزی اثر بخشی برای استقبال از آنها انجام داد. اما دست کم سه نوع روند را می شناسیم که درک هر کدامشان روش متفاوتی دارد.

الف- روندهایی که استمرار حال و گذشته است

برای فهم اینها باید آنچه را که در شرف وقوع است و آنچه را که پیشتر روی داده، به درستی بشناسیم. بخشی از این شناخت با تامل در تجربه های شخصی، و بخشی دیگر با درک آموزه های علوم طبیعی و اجتماعی به دست می آید.

ب- روندهایی کم و بیش ادواری

این روندها در گستره تجارب شخصی ما قرار نمی گیرد، اما بخشی از ابعاد گذشته های دورتر است. در این عرصه، تکیه بر موفقیتها یا شکستهای شخصی برای پیش بینی آینده می تواند گمراه کننده باشد. اما شاید در اسناد و مدارک تاریخی، فلسفی یا مذهبی و یا در آداب و رسوم مردم، ثبت و ضبط شده و به طور غیر مستقیم در دسترس ما قرار گیرند.

ج- روندهای نوظهور

اما آینده ممکن است آستن اموری باشد که کاملاً نو بوده و پیشتر هرگز به تجربه بشری در نیامده باشد. چنین روندهایی را " مسائل نو ظهور " مینامیم. گرچه احتمال بروز آنها در آینده هم وجود دارد، اما در حال حاضر به سختی قابل مشاهده اند و در گذشته هم موجود نبوده اند. بسیاری از آینده پژوهان استدلال می کنند که مهمترین روندهای آینده، همین مسائل نوظهور است که به طور عمده پیامد مستقیم یا غیر مستقیم فن آوریهای جدید می باشد. به اتکای این فن آوریها، بشر دست به اموری می زند که قبلاً نمی توانسته و در عین حال محیط زندگی را نیز تغییر داده اند.

۱ فصل اول: شناسایی حوزه های فناورانه مدیریت آلاینده ها

۱-۱ فناوری های مدیریت آلاینده های هوا

۱-۱-۱ فناوری های کاهش CO₂

۱-۱-۱-۱ کاهش CO₂ پیش از احتراق

در این سیستم جریان گاز CO₂ قبل از احتراق جداسازی می‌شود. ابتدا سوخت فسیلی طی یک فرآیند اکسیداسیون جزئی، ریفیرینگ با بخار آب یا ریفیرینگ حرارتی، به هیدروژن و مونوکسید کربن تبدیل می‌شود. در ادامه طی واکنش تبدیلی گاز - آب، CO تبدیل به گاز CO₂ می‌گردد. با جداسازی هیدروژن از CO₂، فرآیند احتراق توسط هیدروژن صورت می‌گیرد. CO₂ جداسازی شده از هیدروژن فشاری بالاتر از ۸۰ بار و دمای ۳۰۰ تا ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد دارد. با افزایش غلظت و فشار گاز CO₂، اندازه و هزینه‌های تجهیزات جداسازی کاهش می‌یابد. به همین دلیل، توجه به تکنولوژی احتراق با توانایی تولید گاز CO₂ با غلظت و فشار بالا افزایش یافته است [۱] و [۲] و [۳].

۱-۱-۱-۱-۱ روش IGCC

در این فرآیند ابتدا نیتروژن از اکسیژن جدا شده و از جریان غنی اکسیژن برای سوختن زغال استفاده می‌شود. با احتراق زغال سنگ یا سایر سوخت‌ها توسط اکسیژن گاز سنتز (مخلوط هیدروژن و مونوکسید کربن) تولید و به راکتوری که در آن گاز CO از طریق بخار به H₂ و CO₂ تبدیل می‌شود، انتقال می‌یابد.

گاز CO₂ از جریان هیدروژن جداسازی و با جریان هوا به توربین منتقل می‌شود. گازهای داغ خروجی از توربین به منظور تولید بخار مورد نیاز در توربین بخار و افزایش بازده سیستم حرارتی به بویلر بازیاب (HRGS) فرستاده می‌شود [۴].

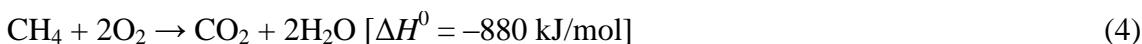
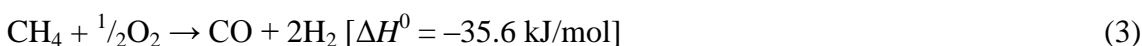
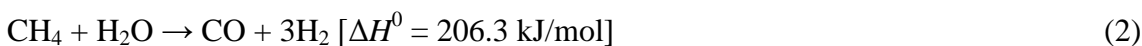
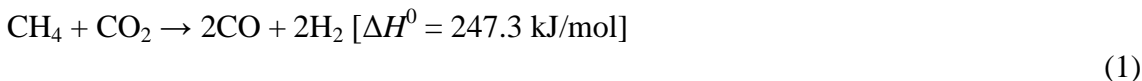
این سیستم در واقع متشکل از یک نیروگاه سیکل ترکیبی در مجاورت یک واحد تولید و تصفیه گاز سنتز از خوراک زغال سنگ است. سیستم تولید گاز، زغال سنگ را به گاز سنتز که عاری از آلودگی است، تبدیل می‌کند و در اثر سوختن این گاز در نیروگاه سیکل ترکیبی الکتریسیته ایجاد می‌شود. به واسطه تصفیه گاز حاصل از زغال قبل از احتراق از ظهور مقدار زیادی از آلودگی‌ها که در اثر احتراق مستقیم زغال سنگ در نیروگاه‌های زغال سوز معمولی ایجاد می‌شود جلوگیری به عمل می‌آید. علاوه بر این به دلیل تبدیل زغال به گاز امکان استفاده از زغال سنگ با مرغوبیت پایین و رطوبت بالا بدون تغییر و یا کاهش بار نیروگاه

وجود دارد. از دیگر مزایای این سیستم می‌توان به کاهش خسارت‌های ناشی از خوردگی در این نوع نیروگاه‌ها اشاره کرد. هزینه تأسیس این واحدها برخلاف راندمان آنها در حال کاهش است.

۱-۱-۱-۱-۲ ریفرمینگ سوخت

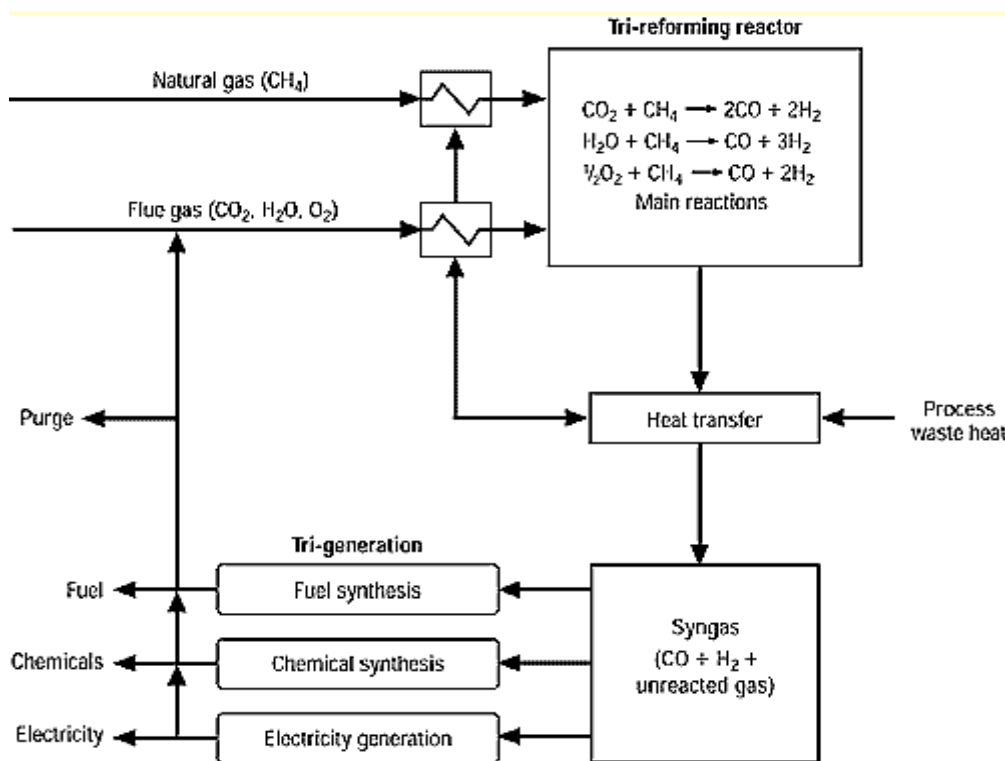
فرآیند ریفرمینگ شامل یک فرآیند واکنشی سه مرحله‌ای است که دوستدار محیط‌زیست بوده و انتشارات CO₂ را به میزان زیادی کاهش می‌دهد و می‌تواند یک روش اقتصادی در تولید گاز مصنوعی نیز باشد. در این روش لازم نیست CO₂ از گاز دودکش جدا شده باشد. در واقع آب و اکسیژن همراه CO₂ موجود در گاز دودکش، برای ریفرمینگ سه مرحله‌ای و تولید گاز مصنوعی به کار خواهند رفت.

این فرآیند در واقع ریفرمینگ همزمان بخار آب/CO₂ از گاز است و ترکیبی از ریفرمینگ گرماگیر CO₂ (معادله ۱)، ریفرمینگ بخار آب (معادله ۲) و اکسیداسیون گرماده متان (معادلات ۳ و ۴) می‌باشد. شکل ۱-۱ نمودار فرآیند ریفرمینگ سه مرحله‌ای تبدیل CO₂ با استفاده از گاز دودکش برای تولید گاز مصنوعی را نشان می‌دهد.



ریفرمینگ بخار آب در صنعت به‌طور گسترده جهت تولید H₂ به کار می‌رود. ترکیب ریفرمینگ CO₂ و بخار آب نسبت مطلوبی از $\frac{\text{H}_2}{\text{CO}}$ (۲ یا کمتر) به ما می‌دهد. ریفرمینگ CO₂ (ریفرمینگ خشک) متان توجهات زیادی را در سراسر جهان جلب کرده است و نسبت به ریفرمینگ بخار آب ۲۰ درصد گرماگیرتر است. تولید کربن در ریفرمینگ CO₂ متان، یک مشکل اساسی است. هنگامی که با ریفرمینگ بخار آب ترکیب شود، این مسئله تا حدود زیادی کاهش می‌یابد. تشکیل کربن در ریفرمینگ CO₂ با افزودن اکسیژن، کاهش می‌یابد.

گازهای مصنوعی به‌عنوان مواد خام در تولید سوخت‌های مایع و مواد شیمیایی مختلف به کار می‌روند. با استفاده از این فرآیند، مصرف مواد خام در مقایسه با ریفرمینگ بخار آب معمول کاهش عمده‌ای خواهد یافت. این پیشرفت در مصرف انرژی، باعث کاهش قابل توجهی در سرمایه و هزینه‌های اجرایی شده و میزان CO_2 را نیز کاهش می‌دهد. هزینه سرمایه‌گذاری در این روش در مقایسه با فرآیندهای رایج در تولید گاز مصنوعی با ضریب $\frac{\text{H}_2}{\text{CO}}$ برابر ۱ تا ۲۰ درصد و در تولید گاز مصنوعی با ضریب H_2/CO ۰/۵ تا ۴۰ درصد کاهش می‌یابد.



شکل ۱-۱- طراحی فرآیند ریفرمینگ سه مرحله‌ای با استفاده از گاز دودکش [۴]

۱-۱-۱-۲ کاهش CO_2 پس از احتراق

در این حالت گاز CO_2 تولیدشده در فرآیند احتراق از گاز دودکش خروجی جدا می‌شود. گاز دی‌اکسید کربن، غلظتی در حدود ۵ تا ۲۵ درصد دارد و ترکیبات دیگری نظیر SO_2 ، O_2 ، NO_2 نیز به مقدار ناچیز یافت می‌شوند.

در فرآیند پس از احتراق، گاز CO_2 از جریان گاز دودکش جدا می‌گردد. نیروگاه‌های حرارتی موجود از جریان هوا حاوی ۷۹ درصد نیتروژن برای احتراق استفاده می‌کنند که در نتیجه آن گاز دودکش با فشار اتمسفریک و غلظت پایین کمتر از ۱۵ درصد

CO₂ تولید می‌شود. به دلیل غلظت پایین گاز CO₂، فشار جزئی کمتر از ۰/۱۵ اتمسفر، توسعه یک فرآیند اقتصادی برای حذف CO₂ ضروری است [۳].

۱-۱-۱-۱ استفاده از بیوتکنولوژی

طی چند سال اخیر بحث افزایش قیمت نفت و تمایل به سوخت‌های زیستی یکی از موضوعات مهم مورد بحث است. تحقیقات انجام شده بیانگر آن است که بعضی از جلبک‌ها دارای ترکیبات مشابه نفت (به میزان نیمی از جرم خود) هستند. چون جلبک‌ها می‌توانند به‌عنوان یک سوخت زیستی مطرح باشند، از این رو در جهان صنعتی شدیداً به دنبال آن هستند که با بکارگیری بیوراکتورها، ترکیبات CO₂ و NO_x موجود در دود صنایع را به جلبک و در ادامه به سوخت پاک بدل نمایند.

بعضی تحولات جدید در زمینه ساخت "نیروگاه‌های بدون نشر کربن" هنوز رو به جلو حرکت می‌کنند. یکی از این مفاهیم بهره‌گیری از انتشارات کربنی نیروگاه‌ها برای رشد جلبک است تا نهایتاً نیز این جلبک‌ها را به انرژی تبدیل کنند. نتایج تحقیقات بیانگر آن است که این روش باعث کاهش شدید انتشار دی‌اکسید کربن خواهد شد. آزمایشگاه ملی انرژی تجدید پذیر آمریکا (NREL) برای تولید انرژی، حدود ۳۰۰ گونه از جلبک‌ها را انتخاب نموده است که در این میان انواع جلبک‌های آب‌های شیرین و شور قرار دارند.

نباید از یاد برد که تولید سوخت‌های زیستی مرسوم، نیازمند زمین‌های وسیع می‌باشد. سوخت‌های زیستی مرسوم به دو دسته روغن‌های حاصل از آفتابگردان و کلزا و الکل حاصل از تخمیر مواد قندی موجود در چغندر، نیشکر و دیگر غلات و نشاسته‌ها دسته‌بندی می‌گردند.

در جدول ۱-۱ می‌توان میزان تولید روغن از هر گیاه را مشاهده نمود:

جدول ۱-۱- میزان تولید روغن از هر گیاه [۵]

نوع گیاه	جلبک	آفتابگردان	سویا	جاتروفا	کلزا
میزان تولید روغن (kg/m ²)	۰/۷۵۷۳	۰/۰۸۰۷	۰/۰۵۰۴	۰/۱۶۳۶	۰/۱۰۲۵

شرکت NRG ENERGY روش تولید جلبک را در یکی از نیروگاه‌های ایالت لوئیزیانا اجرا نموده است. یعنی از جلبک‌هایی که در طبیعت وجود دارند جهت کاهش دی‌اکسید کربن منتشره از نیروگاه‌ها بهره جسته است. در ادامه نیز این شرکت به‌طور روزانه این جلبک‌های پرانرژی را برداشت نموده و می‌تواند از آنها در تولید سوخت‌های زیستی یا خوراک مغذی برای دام استفاده نماید.

یک شرکت از سان دیه‌گو بنام SAPPHIRE ENERGY اظهار داشته است که آنها نیز قادرند که دی‌اکسید کربن خروجی از نیروگاه‌ها را جذب کرده و در مراحل بعدی به یک سوخت سبز مثل بنزین و بیودیزل تبدیل نمایند. حسن این کار آن است که این ترکیبات جدید با زیرساخت‌های کنونی انرژی از قبیل خودروها، پالایشگاه‌ها و خطوط نفت نیز سازگار است.

ضمناً اخیراً شرکت بزرگ نفتی اکسون موبیل با همکاری یک شرکت اقدام به راه‌اندازی پروژه تولید سوخت از جلبک نموده است و شرکت BP نیز برای دور نماندن از این قافله اقدام مشابهی را انجام داده است.

شرکت Algenol برخلاف دیگر شرکت‌ها و بر پایه فناوری خاص خود تحت نام «مستقیم به اتانول» می‌تواند جلبک را به سوخت اتانول تبدیل کند [۵].

شرکت Solazyme در رده‌بندی شرکت‌های تولیدکننده سوخت زیستی جایگاه مناسبی دارد. روش نوآورانه آنها به‌گونه‌ای است که جلبک را به روش خاصی رشد می‌دهند. یعنی جلبک‌های خود را مستقیماً با شکر تغذیه می‌کنند و دیگر از فرآیند فتوسنتز خبری نیست. این فرآیند باعث می‌شود که یکی از موانع اصلی در تولید سوخت‌های بیودیزل از جلبک مرتفع شود و آن مشکلی نیست مگر راندمان پایین فتوسنتز. این شرکت در سال ۲۰۰۸ اعلام کرد اولین سوخت دیزل صد درصد جلبکی را بر اساس مشخصات سخت‌گیرانه ASTM-975 تولید کرده‌اند که یک سوخت دیزل با گوگرد بسیار کم (ULSD) است. این شرکت این محصول را Soladiesel نام نهاد [۶].

۱-۱-۱-۲ استفاده از نانوتکنولوژی

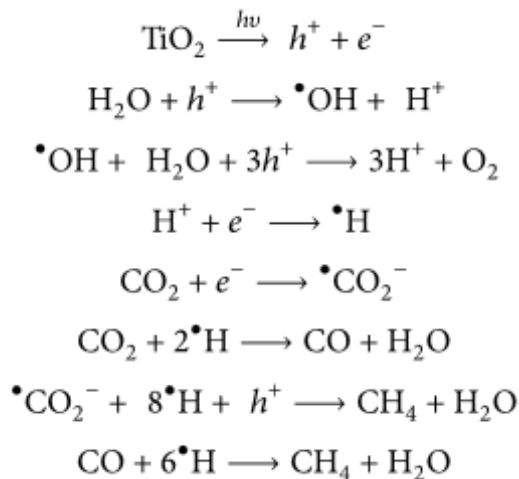
کاهش فتوکاتالیستی دی‌اکسید کربن به هیدروکربن‌ها، روشی جذاب در کاهش انتشارات CO₂ و تولید سوخت‌های کاربردی در یک‌زمان است. TiO₂ یکی از فتوکاتالیست‌های مهم برای رسیدن به این هدف می‌باشد و مواد TiO₂ با ساختار نانو اغلب منجر به افزایش راندمان واکنش‌های فتوکاتالیستی می‌شوند. غشاء‌های متخلخل نانویی TiO₂ با کلسینه نمودن غشاء‌های اسید

تیتانیوم در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد تهیه می‌شوند. آنها فعالیت فتوکاتالیستی قوی در کاهش CO_2 نشان می‌دهند که علت آن به ساختار متخلخل و ناحیه سطحی بزرگ مربوط می‌شود. به‌منظور بهبود فعالیت‌های فتوکاتالیستی، ذرات نانو Pt به‌طور یکنواخت با اندازه متوسط ۳-۴ nm روی لایه‌های متخلخل TiO_2 قرار داده می‌شوند. بارگذاری Pt، توانایی جذب لایه متخلخل را گسترش داده و بازده تبدیل CO_2 به متان را بیشتر می‌کند. هنگامی که سیستم در تاریکی نگه‌داشته می‌شود، هیچ متانی تولید نمی‌شود که این امر نشان می‌دهد که فرآیند photoexcited در TiO_2 بارگذاری شده با Pt در photoreduction دی‌اکسید کربن ضروری می‌باشد. وقتی که در غیاب آب آزمایش انجام گیرد، تقریباً هیچ متانی شناسایی نشده که نشانگر نقش اساسی آب در کاهش CO_2 به این روش است. اگر ورقه‌ای خام از Ti با مساحت یکسان غشاء TiO_2 با Pt در سیستم گذاشته شود، نرخ تولید متان بسیار آهسته و کم خواهد بود که علت آن لایه نازک اکسید بر روی سطح ورقه Ti می‌باشد.

یکی از دلایلی که موجب افزایش نرخ تولید متان در pt-TiO₂ نسبت به غشاء متخلخل TiO_2 می‌گردد، این است که پلاتین انتقال بار بین ذرات را افزایش داده و انتقال الکترون‌ها از نوار رسانایی TiO_2 به ذرات Pt را آسان می‌کند تا اینکه الکترون کافی برای کاهش دی‌اکسید کربن به متان را فراهم سازد. همچنین ناحیه وسیع و توانایی جذب قوی صفحات نانو TiO_2 ، امکان جذب بیشتری را برای مولکول‌های CO_2 مهیا ساخته و از این‌رو غلظت متمرکز شده CO_2 بر روی سطح TiO_2 بیشتر شده و واکنش کاهش CO_2 به متان سریع‌تر انجام می‌گیرد.

بسیاری از محققان اعلام کرده‌اند که این فرآیند بر مبنای انتقال چند الکترونی با کمک پروتون استوار است. هنگامی که غشاء متخلخل نانو Pt-TiO₂ با نور UV روشن شود، فوتون‌ها تولید الکترون (e^-) کرده و حفره‌هایی (h^+) روی سطح TiO_2 ایجاد می‌شوند. روزه‌های تحریک‌شده با مولکول‌های جذب‌شده آب روی سطح کاتالیست واکنش داده و رادیکال‌های هیدروکسیل ($\cdot\text{OH}$) و یون‌های هیدروژن (H^+) تولید می‌کند. پس از آن مجدداً اکسید شده و O_2 و H^+ آزاد می‌گردد. H^+ با الکترون‌های تحریک‌شده واکنش داده و رادیکال $\cdot\text{H}$ تشکیل می‌دهد. در همان زمان، الکترون‌های روی نوار رسانایی TiO_2 به‌راحتی توسط نانو ذرات Pt گیر افتاده که علت آن میزان انرژی پیوند فلز نجیب می‌باشد. سپس برای انجام واکنش photoreduction، به سرعت به‌طرف CO_2 جذب‌شده، انتقال می‌یابند. مولکول‌های CO_2 با الکترون‌های تحریک‌شده

واکنش داده تا رادیکال‌های CO_2^- را تشکیل داده و پس از آن با H^\bullet روی سطح کاتالیست واکنش داده و متان تولید کنند. واکنش‌های انجام گرفته به شکل زیر می‌باشند:



۱-۱-۱-۲-۳ فرآیندهای غشائی

استفاده از فرایندهای غشائی در جداسازی مخلوط‌های گازی در مقیاس‌های صنعتی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. از گاز CO_2 برای تزریق به مخازن نفتی به منظور ازدیاد برداشت از مخازن استفاده می‌شود. با توجه به تهدیدهای جهانی محیط‌زیست در اثر افزایش تقاضای بازار جهانی برای مصرف سوخت‌های فسیلی و افزایش چشمگیر CO_2 تولیدی لازم است که از ورود این گاز به اتمسفر جلوگیری شود [۷].

استفاده از فرایندهای متداول مانند جذب سطحی نیازمند مصرف انرژی بالا، هزینه‌های سرمایه‌گذاری بالا، آلودگی زیست‌محیطی و ... است. به همین دلیل توجه به فرایندهای غشائی در نیروگاه‌های حرارتی به شدت افزایش یافته است. غشاء لایه‌ای است نازک که اجزاء را به صورت انتخابی از خود عبور می‌دهد. انتخاب پذیر بودن غشاء نسبت به اجزاء یک مخلوط، ناشی از قابلیت بالای جابجایی یا نفوذپذیری یک جزء نسبت به سایر اجزاء می‌باشد. بازده یک غشاء با توجه به تراوش پذیری و انتخاب پذیری آن قابل محاسبه است. تراوش پذیری یک غشاء به صورت میزان عبور دهی یک جزء گاز در واحد زمان و سطح تعریف می‌شود و واحد آن Barrer است $(1 \text{ Barrer} = 10^{-10} \text{ cm}^3 (\text{STP}) \cdot \text{cm} / \text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{cm-Hg})$. از طرف دیگر انتخاب پذیری غشاء نسبت به یک جزء گازی به صورت نسبت تراوش پذیری جزء مورد نظر به جزء دوم تعریف می‌شود [۸]. نیروی محرکه در

فرآیندهای جداسازی غشایی بر اساس نوع مکانیسم انتقال متفاوت است. انتقال جرم در طول یک غشاء ممکن است به صورت نفوذ و یا جابجایی اتفاق بیفتد. جابجایی می‌تواند در اثر اختلاف پتانسیل الکتریکی، غلظت، فشار و یا دما انجام شود. استفاده از فرآیندهای غشایی در جداسازی گاز CO₂ به دلیل هزینه‌های عملیاتی و سرمایه‌گذاری پایین، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حجم پایین واحد روند رو به رشدی داشته است. برای حذف گاز CO₂ می‌توان از غشاءهایی پلیمری معدنی، فلزی استفاده کرد [۹] و [۱۰].

کاربرد غشاء برای حذف CO₂ از جریان گاز دودکش نیروگاه‌های حرارتی به عوامل مختلفی بستگی دارد. دمای بالای گاز دودکش می‌تواند منجر به تخریب غشاء گردد. بنابراین دمای جریان گاز قبل از ورود به واحد جداسازی غشایی لازم است به زیر ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد کاهش یابد. غشاءهای مورد استفاده بایستی مقاومت شیمیایی بالایی در برابر ترکیبات آلاینده موجود در گاز دودکش داشته باشند یا حذف این ترکیبات آلاینده قبل از ورود به غشاء الزامی می‌باشد. نتایج تحقیقات Millazo و همکاران نشان داده است که استفاده از غشاءهای پلیمری در حذف گاز CO₂ بازده مناسبی داشته است [۱۱].

➤ تماس دهنده غشائی

تماس دهنده غشایی وسیله‌ای است که انتقال جرم مایع/مایع، گاز/مایع را بدون توزیع یک فاز در دیگری میسر می‌سازد. این امر با عبور جداگانه سیالات در دو سمت یک غشاء آب‌گریز ریز متخلخل صورت می‌گیرد. در مقایسه با روش‌های متعارف جذب یا عاری سازی مانند ستون‌های حبابی یا پر شده، این روش مزایای فراوانی به شرح زیر دارد: [۱۲ و ۱۳]

۱- سطح ویژه بالایی دارند (۳۰۰۰-۵۰۰ m²/m³) بنابراین حجم واحد حدود ۷۰٪ کاهش می‌یابد [۱۴].

۲- کاهش در میزان مصرف حلال و کاهش هزینه‌های انرژی سیستم

۳- حدود ۲۰٪ کاهش در قیمت تمام شده CO₂

۴- سهولت در افزایش مقیاس تماس دهنده غشائی

با توجه به طبیعت آب‌گریز غشاء و کشش سطحی، محلول آبی نمی‌تواند از راستای غشاء عبور کند. این در حالی است که فاز گاز به درون مجاری لوله‌ای غشاء نفوذ کرده و از خلل و فرج غشاء عبور می‌کند. گاز عبوری می‌تواند به وسیله یک جاذب و به وسیله فرآیند جذب فیزیکی یا شیمیایی خارج شود که این امر سبب ادامه انتقال جرم می‌شود [۱۵].

مواد سازنده غشاء نه تنها بر روی آب‌گریزی و نفوذپذیری تأثیر می‌گذارد بلکه میزان جذب و ثبات شیمیایی غشاء در شرایط عملیاتی نیز بسیار وابسته به انتخاب دقیق مواد سازنده غشاء می‌باشد. در میان پلیمرهای آب‌گریز مختلف، پلی پروپیلن و پلی اتیلن بیشترین کاربرد را در ساخت غشاءها دارند.

پارامتر مهم دیگر در کارکرد تماس دهنده غشائی انتخاب حلال مناسب می‌باشد که یکی از مهمترین عوامل جهت جلوگیری از خیس شدن غشاء است [۱۳].

➤ غشاء انتقال تسهیل یافته

غشاء انتقال تسهیل یافته که در دو نوع غشاء مایع و غشاء تبادل یونی یافت می‌شود، ترکیبی از یک حامل واکنش دهنده و یک غشاء می‌باشد. حامل واکنش دهنده در یک شبکه ژل مانند قرار می‌گیرد و توسط نگهدارنده‌های متخلخل از دو طرف نگه‌داشته می‌شود. وجود حامل در این شبکه موجب واکنش‌های کمپلکس و انتخابی با یکی از دو جزء خوراک گازی می‌شود. حامل‌های مورد استفاده در غشاهای انتقال تسهیل یافته به دو حالت ثابت و متحرک می‌باشند. مکانیسم محصول انتقال در غشاهای غیرمتخلخل، مکانیسم انحلال - نفوذ است. در غشاهای انتقال تسهیل یافته علاوه بر مکانیسم فوق، واکنش شیمیایی تشکیل کمپلکس نیز بر نحوه انتقال تأثیرگذار است. به طوری که مراحل انتقال را می‌توان به صورت زیر بیان کرد: [۱۶] و [۱۷].

۱- انحلال (جذب) اجزاء گازی: در این حالت همانند غشاءهای پلیمری اجزا گازی جذب شبکه پلیمر می‌شود و در طول شبکه ژلی نفوذ می‌کنند.

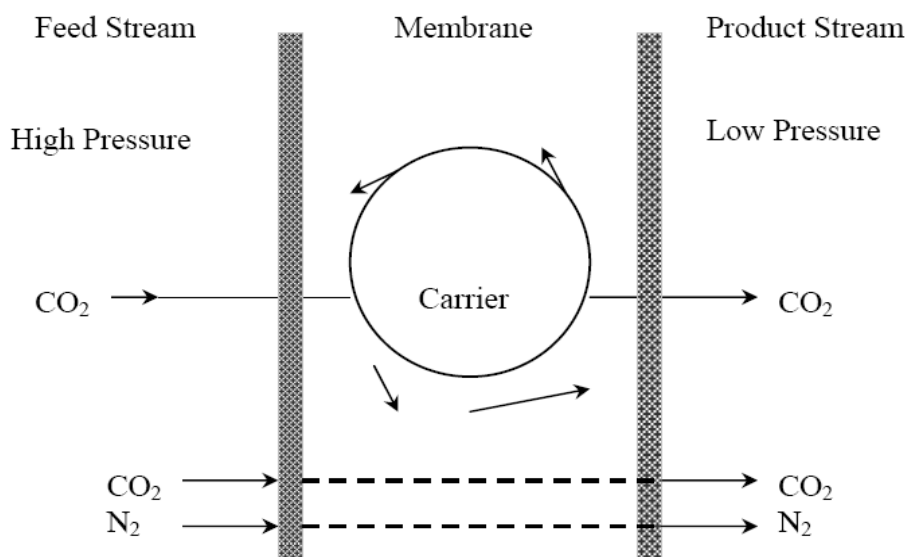
۲- واکنش کمپلکس بین جزء گازی و حامل: حامل موجود در شبکه ژلی در طرف فشار بالای غشاء با یکی از اجزا به صورت انتخابی تشکیل کمپلکس می‌دهد. از نکات قابل توجه این است که جزء گازی که قابلیت تشکیل واکنش کمپلکس را با حامل دارد، می‌تواند به صورت آزاد نیز در شبکه نفوذ کند به طوری که فلاکس این گاز به صورت مجموع فلاکس کمپلکس گاز - حامل و گاز واکنش نداده، تعریف می‌شود.

۳- نفوذ در عرض غشاء: کمپلکس‌های تشکیل شده بین حامل - گاز به دلیل وجود گرادیان غلظت در عرض غشاء انتقال می‌یابند و به طرف دوم غشاء (طرف فشار پایین) حرکت می‌کنند.

۴- تجزیه کمپلکس و دفع در دو طرف فشار پایین غشاء: با انتقال کمپلکس‌های گاز- حامل به طرف دوم غشاء و تجزیه آنها جزء گازی از طرف دوم دفع شده و حامل‌های آزاد شده به دلیل افزایش غلظت در قسمت پایین غشاء در جهت مخالف به طرف قسمت فشار بالای غشاء حرکت می‌کنند. این روند و حرکت چرخشی حامل به طور مداوم تکرار شده و بدین ترتیب اجزاء گازی را به طور انتخابی عبور می‌دهند [۱۶] و [۱۷]. در شکل (۲-۱) شماتیکی از مکانیسم انتقال در غشاهای انتقال تسهیل یافته ارائه شده است.

یکی از پارامترهای مهم و تأثیرگذار بر عملکرد غشاهای انتقال تسهیل یافته پایداری حامل نسبت به اختلاف فشارهای بالا در عرض غشاء، عدم تبخیر آن نسبت به زمان و عدم تشکیل واکنش‌های شیمیایی نامطلوب یا محصولات غیرقابل برگشت می‌باشد [۱۶].

یکی از مشکلات اصلی غشاهای انتقال تسهیل یافته پایداری ناچیز آنها در شرایط عملیاتی سخت و همچنین کاهش تراوایی آنها نسبت به زمان است.



شکل ۲-۱- مکانیسم انتقال در غشاهای انتقال تسهیل یافته [۱۶]

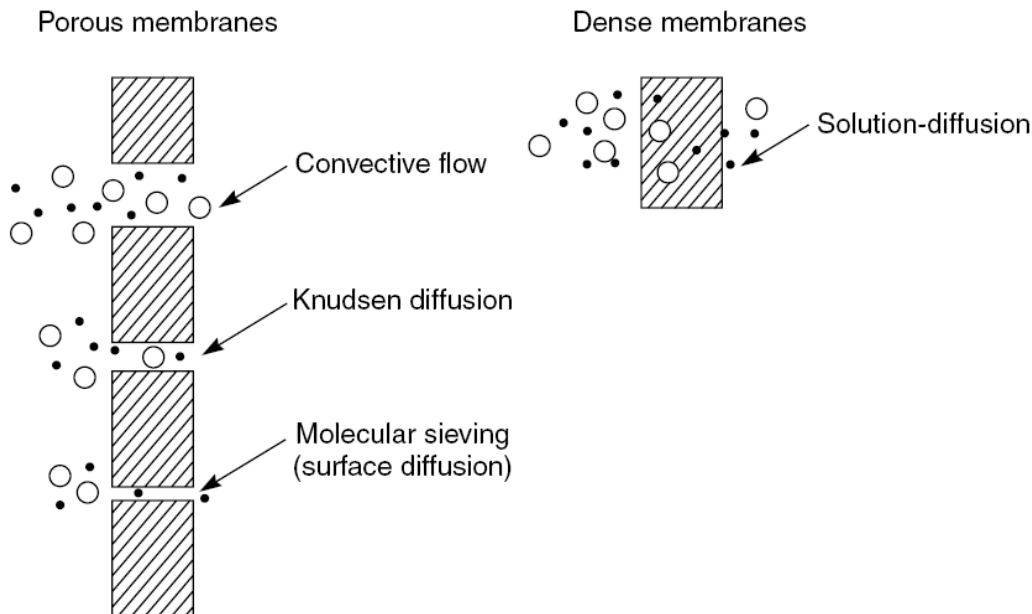
➤ غشاء معدنی

غشاءهای معدنی به‌عنوان یکی دیگر از گزینه‌های جداسازی می‌باشند. این نوع غشاءها به دو دسته متخلخل و غیر متخلخل تقسیم می‌شوند. غشاءهای غیر متخلخل معمولاً برای جداسازی هیدروژن با انتخاب پذیری بالا از قبیل آلیاژهای پالادیم استفاده می‌شوند. غشاءهای معدنی متخلخل از لحاظ هزینه ارزان‌تر و انتخاب پذیری کمتری دارند. از مشخصه‌های اصلی غشاء معدنی کارکرد در دماهای بالا می‌باشد.

اندازه بزرگ (قطر سینتیکی بالا) مولکول‌های CO_2 نسبت به H_2 موجب می‌شود که جریان عبور کرده از غشاء غنی از هیدروژن باشد. با تغییر ساختار و خواص حفرات موجود در غشاءها می‌توان تراوایی گاز CO_2 را بهبود بخشید. در این حالت تراوایی تابعی از پدیده نفوذ سطحی مولکول‌های گاز CO_2 است. به‌عنوان مثال Al_2O_3 به‌عنوان نگهدارنده توسط یک لایه متخلخل جداساز پوشش دهی شده است . با استفاده از یک لایه انتخابی از قبیل $BaTiO_3$ یا MgO تراوایی گاز CO_2 به دلیل افزایش کشش و جذب مولکول‌های CO_2 به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است. برای $BaTiO_3$ انتخاب پذیری $\frac{CO_2}{N_2}$ در حفرات ۵ نانومتری ۳/۱ گزارش شده است به‌طور مشابه انتخاب پذیری $\frac{CO_2}{N_2}$ در غشاء سرامیکی شامل لایه MgO برابر ۱۲۰ و تراوایی آن بیشتر از ۰/۰۲ Barrer بوده است. عملکرد غشاء فوق به محدوده Robeason نزدیک شده است . غربال‌های مولکولی مورد استفاده به دو شکل طبیعی و سنتز شده وجود دارند و به دو دسته ژئولیتی (سیلیکات آلومینوم) یا غیر ژئولیتی از قبیل سیلیکا و... تقسیم می‌شوند. غربال‌های مولکولی یک ساختار شامل کانال‌ها و قفسه‌ها (قالب) تشکیل داده و اجزاء را برحسب اندازه مولکولی عبور می‌دهد. [۱۸].

➤ غشاء پلیمری

غشاهای پلیمری به دلیل مزیت‌هایی از قبیل سادگی ساخت، هزینه پایین و همچنین قابلیت ساخت مدول‌های فیبر توخالی ، تخت ، لوله‌ای بیشترین کاربرد را در فرآیندهای جداسازی گازی در صنعت دارند. این غشاهای به‌صورت متخلخل و متراکم تهیه می‌شوند. مکانیسم‌های انتقال گاز در غشاهای متخلخل و غیرمتخلخل متفاوت است. در شکل (۱-۳) انواع مکانیسم‌های انتقال در غشاهای پلیمری ارائه شده است [۱۹].



شکل ۱-۳- مکانیسم‌های انتقال در غشاهای پلیمری متخلخل و غیر متخلخل [۱۹]

مکانیسم انتقال گاز در غشاها به تخلخل و عدم تخلخل در شبکه غشاء بستگی دارد. به‌طورمعمول غشاهای پلیمری غیرمتخلخل به‌عنوان سیستم‌های انتخاب‌گر در جداسازی گاز مورد استفاده قرار می‌گیرند. درحالی‌که در غشاهای متخلخل بسته به حفرات غشاء و قطر سنیتیکی مولکول‌های گازی یکی از سه مکانیسم جریان ویسکوز، جریان ناوسن، غربال مولکولی و یا ترکیبی از آنها می‌باشد [۲۰] و [۲۱].

اولین غشاهای جداسازی گاز CO_2 از جنس سلولز استات بوده است. این غشاهای پلیمری شامل یک لایه نازک و انتخاب‌گر است که بر روی نگهدارنده متخلخل و غیرانتخابی قرار گرفته است. این حالت برای کلیه غشاهای نامتقارن مورد استفاده در صنعت مشاهده می‌شود. کاهش تراوایی غشاهای سلولز استات نسبت به زمان در اثر نرم سازی پلیمر و فشرده شدن شبکه تحت شرایط خوراک موجب شد که توجه به پلیمرهای شیشه‌ای با پایداری بالاتر و انتخاب پذیری و تراوایی مطلوب‌تر افزایش یابد. بهبود تراوایی غشاهای پلیمری انتخاب‌گر نسبت به گاز CO_2 از دو طریق عملی است: افزایش حلالیت پذیری گاز CO_2 با تغییر ترکیب پلیمر و دیگری افزایش نفوذپذیری گاز CO_2 با افزایش حجم آزاد شبکه پلیمر (این تغییر میزان حجم آزاد با اضافه کردن گروه‌های جانشینی حجیم میسر است).

ترکیب دو پلیمر مختلف برای تشکیل یک کامپوزیت، یکی دیگر از موارد مورد توجه در چند سال اخیر بوده است. پلیمرهای مورد استفاده دارای دو خاصیت متفاوت می‌باشند. یکی از پلیمرها از زنجیرهای سخت و دیگری دارای زنجیرهای انعطاف پذیر می‌باشد. سختی زنجیرهای پلیمری (شیشه‌ای) موجب استحکام مکانیکی کامپوزیت و بخش لاستیکی آن انتقال گاز را میسر می‌کند. این ایده یک پلیمر با انتخاب پذیری بالا و یک پلیمر با تراوایی مناسب را ترکیب می‌کند. استفاده از کو پلیمرهای پلی ایمیدی از موارد مورد توجه در بهبود عملکرد غشاءها بوده است [۱۱].

تراوایی غشاءهای پلیمری تحت تأثیر عوامل مختلف می‌باشد. به عنوان مثال نحوه ساخت و بررسی پارامترهای تأثیرگذار نشان می‌دهد که نوع حلال، مدت زمان خشک کردن فیلم ضخامت آن، فشار و دمای عملیاتی و غلظت پلیمر می‌توانند منجر به تغییرات عمده در تراوایی و انتخاب پذیری غشاء شوند.

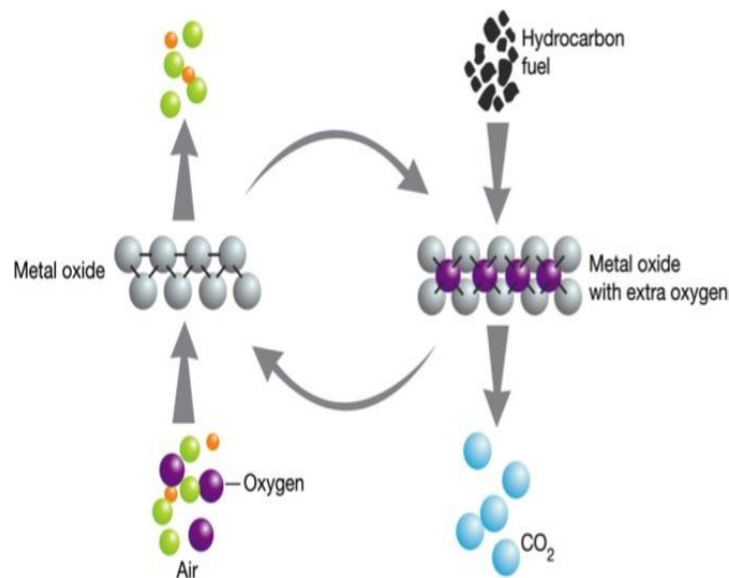
در حالت کلی برای حذف CO₂ از گاز دودکش از غشاءهای مختلف با مواد تشکیل دهنده متفاوت استفاده شده است. هدف نهایی در این طراحی‌ها و ساخت‌ها افزایش تراوایی غشاء و کاهش سطح مورد نیاز می‌باشد. اخیراً مرکز تحقیقات غشائی (MTR) از غشاءهای پلیمری کامپوزیتی برای حذف گاز CO₂ استفاده کرده است. نتایج نشان داده است که تراوایی این غشاءها نسبت به غشاءهای متداول مورد استفاده از قبیل سلولز استات ۱۰ برابر است. همچنین نتایج طراحی‌ها حاکی از آن است که سطح مورد نیاز غشاء برای جداسازی ۹۰٪ گاز CO₂ (یک تن در روز) در یک نیروگاه حرارتی ۶۰۰ مگاواتی برابر ۲۰ مترمربع می‌باشد.

۱-۱-۱-۲-۴ روش Chemical Looping

روش حلقه شیمیایی یک روش جدید است که فقط اکسیژن را به فرآیند احتراق زغال سنگ می‌رساند و مانع از ورود سایر گازها مانند نیتروژن هوا می‌شود. این مسئله باعث می‌شود که گاز CO₂ تقریباً خالص تولید شود که می‌تواند بعداً بدون فرآیند اضافی به صورت نسبتاً آسان ذخیره شود. رساندن اکسیژن به منطقه احتراق به واسطه یک واکنش فلز یا اکسید فلزی حاصل می‌شود. ذرات کوچک فلز مانند منگنر یا آهن، در معرض هوا قرار گرفته و با اکسیژن موجود واکنش داده تا اکسید فلزی تشکیل دهند. این فرآیند به عنوان اکسیداسیون مطرح است. این فرآیند دقیقاً شبیه زنگ زدن آهن است، هرچند این امر در دمای بیشتر و درون رآکتورهای به خصوص طراحی شده جهت افزایش سرعت فرآیند، انجام گرفته است. سپس اکسید فلز (یا فلز زنگ زده) به کوره احتراق زغال سنگ جایگزین می‌شود. انتقال می‌یابد. واکنش حاصله بین سوخت فسیلی و اکسید فلزی

به‌عنوان واکنش کاهش شناخته می‌شود. که در اینجا کربن سوخت با اکسیژن اکسید فلزی واکنش داده تا CO_2 تولید کرده و اکسید فلزی را به فلز خالص برگرداند.

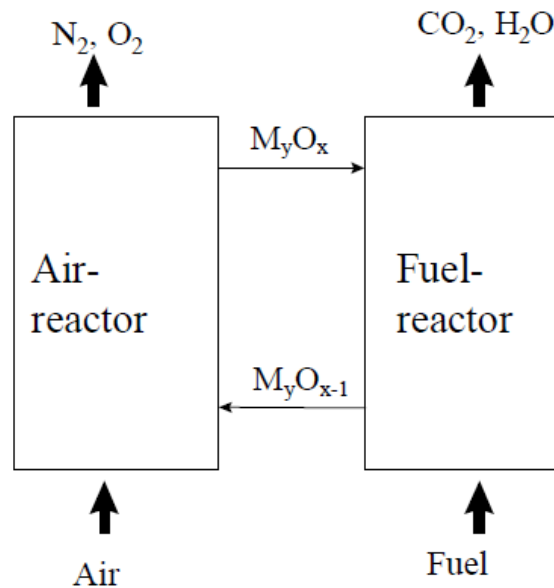
سپس ذرات فلزی چرخش یافته و دستخوش اکسیداسیون در هوا می‌شوند تا اکسید فلزی تولید و فرآیند دوباره آغاز گردد. این بازچرخش فلز یا اکسید فلز بخش Looping این تکنولوژی است [۲۲]. شکل ۴-۱ نحوه انجام این فرایند را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱- فرآیند حلقه شیمیایی [۲۲]

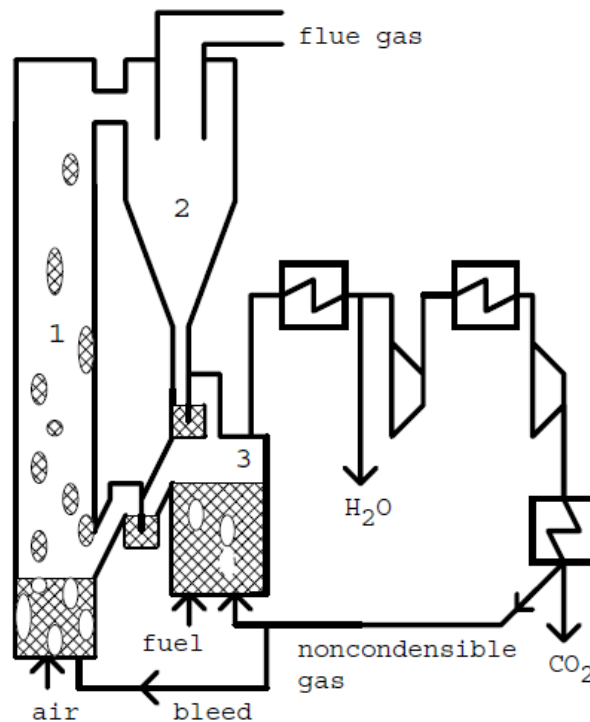
این یک روش مؤثر با مصرف انرژی پایین و بار پارازیتی کم برای نیروگاه است. در مقایسه با سایر روش‌های قدیمی گرفتن کربن مانند جذب حلال آمین، مزایای قابل توجهی دارد. تمرکز این روش بر جداسازی دی‌اکسید کربن از گاز دودکش است، بدون اینکه انرژی اضافه یا وسایل جانبی پرهزینه احتیاج داشته باشد [۲۳]. نتایج موفقیت‌آمیز این روش در دانشگاه ohio نشانگر پتانسیل بالای آن است. هرچند یکی از اشکالات اصلی این تکنولوژی خود ذرات فلزی هستند. فلزات مانند ماسه بوده و میان کوره احتراق و رآکتور اکسیداسیون دمیده می‌شوند. ذرات فلزی با یکدیگر بسیار ساینده بوده و تجهیزات نیروگاه به‌طور مداوم ماسه پاشی از درون را به هنگام تکمیل نمودن حلقه فلز یا اکسید فلزی تجربه خواهند کرد. این یک مشکل بزرگ است، زیرا این قسمت باید از فلزات گران‌قیمت که در برابر سایش مداوم فلزات مقاوم‌اند، ساخته شود. در این مرحله، این تکنولوژی نسبت به سایر روش‌های گرفتن کربن مانند حلال آمین گران‌تر است.

حلقه شیمیایی به‌عنوان نسل اول روش‌های CCS که طی دهه آینده اجرایی می‌شوند، بعید به نظر می‌رسد. اما از طرفی تحقیقات در جهت رفع اشکالات موجود ادامه خواهد یافت و این روش، نسل دوم یا سوم CCS در دهه‌های آینده خواهد شد. روش حلقه شیمیایی از دو راکتور یکی هوا و دیگری راکتور سوخت تشکیل شده که در شکل (۱-۵) قابل مشاهده است [۲۴].



شکل ۱-۵-۱- احتراق حلقه شیمیایی [۲۴]

این روش بر مبنای دو بستر سیال متصل که پیش‌تر توسط Lyngfelt ارائه شده بود، طراحی شده است [۲۵]. در این طراحی که در شکل (۱-۶) قابل مشاهده است، راکتور هوا (۱) یک بستر سیال با سرعت بالاست که در آنجا اجزای اکسیژن بر با جریان هوا به بالای راکتور هوا انتقال یافته و سپس به راکتور سوخت (۳) با یک سیکلون منتقل می‌شوند. راکتور سوخت، یک راکتور بستر سیال حبابدار با اکسیژن بر کاهش یافته است که توسط یک لوله اضافه به راکتور هوا مجدداً برمی‌گردد.



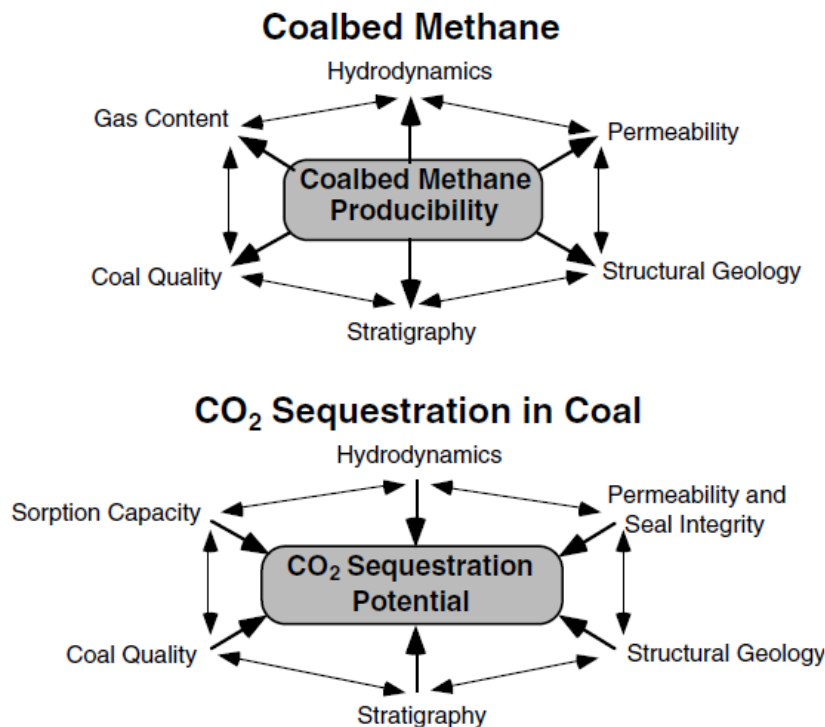
شکل ۱-۶- سیستم احتراق حلقه شیمیایی با استفاده از دو رآکتور بستر سیال [۲۵]

۱-۱-۱-۱-۲-۵ روش Coal Bed Methane (CBM)

بستر زغال‌سنگی می‌تواند برای ذخیره‌سازی CO_2 به کار رود. زیرا مولکول‌های CO_2 به سطح زغال‌سنگ می‌چسبند. هرچند امکان‌پذیری عملی به نفوذپذیری بستر زغال‌سنگی بستگی دارد. در فرآیند جذب، زغال‌سنگ متان از قبل جذب‌شده را آزاد می‌کند و متان می‌تواند بازیافت شود. فروش متان به‌عنوان یک منبع مهم انرژی بخشی از هزینه‌های ذخیره‌سازی CO_2 را جبران می‌کند. سوزاندن متان حاصله ممکن است برخی مزایای جداسازی CO_2 اولیه را خنثی کند [۲۶].

جداسازی CO_2 در زغال‌سنگ یک راه حل تجاری و زیست‌محیطی با پتانسیل کاهش انتشارات CO_2 همراه با افزایش بازیافت متان بستر زغال‌سنگ می‌باشد. تولید متان بستر زغال‌سنگ از طریق تزریق CO_2 نسبت به روش‌های دیگر که به تولید و دفع مقدار زیادی آب احتیاج دارند، کارآمدتر است. هرچند توانایی جداسازی زغال‌سنگ هنوز کمی نشده و معیارهای لازم برای انتخاب مکان باید مشخص گردند.

درواقع متغیرهای زمین‌شناسی کنترل‌کننده توزیع و تولید متان زغال‌سنگ، مشابه متغیرهای تعیین‌کننده پتانسیل جداسازی کربن هستند. این متغیرها شامل وضعیت زمین، هندسه ساختمانی، نفوذپذیری، وضعیت آب‌های زیرزمینی (شامل فشار و شیمی آب)، کیفیت زغال‌سنگ، محتویات گاز و ظرفیت جذب می‌باشد. علاوه بر دما و فشار، ترکیبات زغال‌سنگ نیز تأثیر عمده‌ای بر ظرفیت جذب دارند. نزدیکی به نیروگاه، سیستم‌های خط لوله، طراحی زمین متان بستر زغال‌سنگی و مکان معادن زغال‌سنگ زیرزمینی و نواحی ذخیره آنها، عوامل زیرسازی هستند که برای شناخت منطقه و استفاده از تکنولوژی جهت جداسازی کربن باید شناخته شوند [۲۷]. شکل ۱-۷ پتانسیل عملکرد این فرآیند را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۷-۱- ارزیابی قابلیت تولید بستر زغال‌سنگ و پتانسیل جداسازی CO₂ [۲۷]

۱-۱-۱-۲-۶ روش جذب

جذب شیمیایی توسط آمین‌ها با استفاده از محلول مونو اتانول آمین (MEA) متداول‌ترین تکنولوژی برای حذف گاز CO₂ در فرآیند پساب احتراق است. این فرآیند به دلیل سرعت بالا و قوی بودن واکنش شیمیایی اتفاق افتاده، قابلیت جداسازی بیش از ۹۰ درصد گاز CO₂ را از جریان گاز دودکش دارد. با این وجود خوردنده بودن آمین‌ها و قابلیت تجزیه آنها در صورت وجود

ترکیبات سولفور در گاز دودکش منجر به کاهش بازده این فرآیند شده است. علاوه بر آن، جذب شیمیایی توسط آمین‌ها مصرف انرژی بالایی دارد (۴ تا ۶ مگاژول به ازای هر کیلوگرم CO₂). این مصرف بالای انرژی مربوط به مرحله احیاء فرآیند است. بنابراین این فرآیند نیازمند تجهیزات با مقیاس و اندازه نسبتاً بالا بوده و بازده را کاهش می‌دهد. تحقیقات NETL، DOE نشان می‌دهد که فرآیند جذب شیمیایی توسط محلول‌های MEA برای حذف CO₂ هزینه‌های انرژی را برای یک نیروگاه حرارتی جدید تا ۸۵ درصد افزایش و بازده واحد را ۳۰ درصد کاهش می‌دهد [۶]. آمین‌ها قابلیت واکنش با گاز CO₂ و تشکیل ترکیبات آبی قابل حل را دارند. به همین منظور از این ترکیبات می‌توان برای حذف CO₂ از جریان‌های حاوی دی‌اکسید کربن با فشار جزئی پایین استفاده کرد. با این وجود، ظرفیت این سیستم محدود به شرایط تعادل است. با وجود استفاده از ترکیبات آمینی در زمینه جداسازی گازها به ویژه حذف گازهای اسیدی از گاز طبیعی، هنوز هم امکان پیشرفت و بهبود عملکرد این سیستم وجود دارد. آمین‌های در سه نوع (نوع اول، دوم و سوم)، که هر یک از آنها معایب و مزایایی دارند، موجود می‌باشند. در حال حاضر از مواد افزودنی به منظور بهبود عملکرد این سیستم استفاده می‌شود.

شرکت‌های مختلف نظیر Cansolv, MHI, Flour با استفاده از ترکیبات آمینی در جداسازی گاز CO₂ با دیگر تکنولوژی‌های کاهش این گاز در رقابت می‌باشند [۲۸].

جذب شیمیایی در غلظت‌های پایین تا متوسط به جذب فیزیکی ترجیح داده می‌شود. حلال‌هایی که برای این منظور مناسب می‌باشند، مونواتانل آمین، دی اتانل آمین و متیل دی اتانل آمین هستند. سایر حلال‌ها نیز مانند آمونیاک و کربنات پتاسیم تا حدی کارایی دارند. گازهای سوختی که از نیروگاه خارج می‌شوند، معمولاً در فشار اتمسفری قرار دارند و فشار جزئی CO₂ در آنها بین ۳/۵ تا ۲۱ Kpa متغیر می‌باشد، در این فشار کم، بهترین حلال مونواتانل آمین می‌باشد [۲۹ و ۳۰ و ۳۱ و ۳۲]. زیرا قابلیت جذب آن با توجه به هزینه تولید و هزینه فرآیند از سایر حلال‌ها مقرون به صرفه‌تر می‌باشد. سابقه استفاده از مونواتانل آمین (MEA) به شصت سال پیش برمی‌گردد که از این حلال برای حذف CO₂ و H₂S از گاز طبیعی استفاده می‌شد. فرآیند جذب و دفع گاز توسط MEA به این صورت می‌باشد که در یک برج جذب با ایجاد تماس متقابل بین گاز و حلال (Counter Current)، CO₂ در حلال به صورت شیمیایی جذب می‌شود. عمل دفع CO₂ از حلال، فرآیندی بر پایه حرارت می‌باشد. در حین دفع، CO₂ و بخار آب از محلول آمین خارج می‌شود و در ادامه بخار آب توسط یک کندانسور از CO₂ جدا می‌گردد [۳۳].

واکنش برگشت‌پذیری که در حین فرآیند اتفاق می‌افتد به صورت زیر می‌باشد:



حلالی که CO₂ از آن دفع شده دوباره به برج جذب بازمی‌گردد تا دوباره مورد استفاده قرار گیرد. البته این روش دارای مشکلاتی می‌باشد که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: [۳۴]

۱- حلال MEA توسط گازهای سوختی و اکسیژن قابل از بین رفتن می‌باشد. بنابراین نیاز به اضافه کردن حلال تازه به فرایند می‌باشد.

۲- سرعت خوردگی در تجهیزات بالا می‌باشد.

۳- انرژی مورد نیاز برای آماده‌سازی دوباره حلال زیاد می‌باشد.

۱-۱-۱-۱ روشی pressure swing adsorption

در روش PSA گاز در فشار بالا جذب و در فشار پایین دفع می‌گردد، درحالی که دما در طی فرآیند دفع و جذب ثابت می‌ماند. کربن اکتیو، غربال‌های مولکولی، زئولیت طبیعی از انواع جاذب‌هایی هستند که معمولاً برای جدا کردن دی‌اکسید کربن استفاده می‌شوند. معمولاً این جاذب‌ها برای جداسازی CO₂ از مخلوط گازهای H₂، O₂، N₂، CO₂ در حضور رطوبت استفاده می‌شوند. دما در حدود ۲۵ درجه و فشار در بالاترین حد به ۳۰۰ psi می‌رسد. اختلاف بین منحنی جذب و دفع در این فرآیند مؤید آن است که عمل دفع به‌طور کامل صورت نمی‌گیرد مگر اینکه فشار تا نزدیکی خلأ پایین آورده شود. باین‌وجود انتخاب پذیری جذب (Selectivity) کاملاً قابل قبول می‌باشد. به علت نیاز به فشار در حد خلأ در هنگام دفع هزینه این روش بالا است. اما پیش‌بینی می‌شود این روش در آینده کاربرد وسیعی پیدا کند [۳۵].

جذب سطحی یکی دیگر از روش‌های متداول در جداسازی گاز CO₂ از نیتروژن است. در فرایند جذب سطحی جریان سیال (گاز یا مایع) در تماس با یک جامد قرار داده می‌شود. فرآیند جذب PSA یکی از فرآیندهای متداول در جداسازی مخلوط‌های گاز با روش جذب سطحی است. در این سیستم با افزایش فشار میزان جذب بیشتر شده و با کاهش فشار سیستم، فرآیند دفع اتفاق می‌افتد. این سیستم قابلیت جداسازی اکثر مخلوط‌های گازی را دارد [۳۶].

فرآیند جذب PSA در چهار مرحله صورت می‌گیرد:

۱- افزایش فشار مخلوط در درون سیستم

۲- جذب گاز CO₂ توسط جاذب و خروج گاز N₂

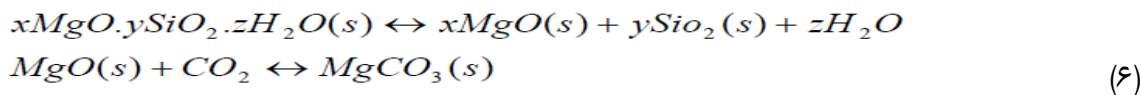
۳- کاهش فشار سیستم و جمع‌آوری CO₂ دفع شده

۴- بازیابی مجدد سیستم از طریق عبور دهی جریان گاز N₂

فرآیند جذب PSA در بیشتر موارد برای خالص‌سازی هیدروژن، جداسازی هوا و خشک‌کردن هوا استفاده می‌شود. از جمله جاذب‌هایی که در فرآیند PSA کاربرد زیادی دارند می‌توان به کربن فعال، سیلیکاژل، آلومینا و زئولیت اشاره کرد.

۱-۱-۱-۲ روش mineral carbonation

از بین تمام جاذب‌های جامد که برای حذف CO₂ وجود دارد، سیلیکات‌های منیزیم نتایج بهتری نشان می‌دهند. این سیلیکات‌ها serpentine (Mg₃ Si₂O₅ (OH)₄) و olivine (Mg₂ SiO₄) می‌باشند که کربن را به فرم جامد تبدیل می‌کنند. با توجه به منابع زیاد ترکیبات منیزیم دار، استفاده از این روش تا حدی معقول به نظر می‌رسد. واکنش حذف به صورت زیر است:



در مقیاس‌های بالای حذف CO₂ نیاز به مقدار زیادی از انواع سیلیکات منیزیم می‌باشد. بطوریکه به ازای حذف یک کیلوگرم از CO₂، حدود دو کیلوگرم Serpentine احتیاج است. بنابراین با توجه به حجم عظیم گازهای سوختی در نیروگاه، به مقدار خیلی زیاد ماده اولیه (سیلیکات‌ها) احتیاج دارد. از طرفی هزینه حمل‌ونقل ماده اولیه نیز بسیار بالا بوده و در حین فرآیند مقدار بسیار زیاد MgCO₃ تولید می‌شود [۳۷].

۱-۱-۲ فناوری‌های کاهش NO_x

۱-۱-۲-۱ سیستم‌های کاهش NO_x پیش از احتراق

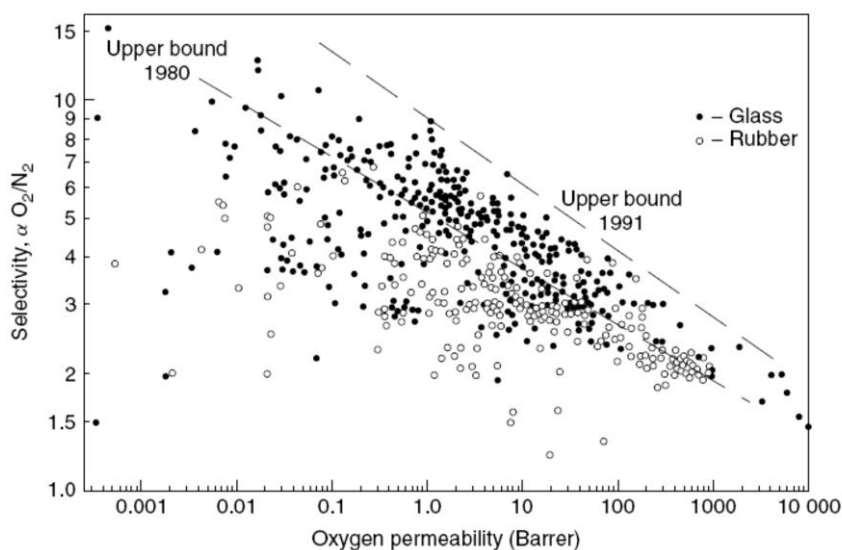
۱-۱-۲-۱-۱ غشائی (جداسازی نیتروژن از هوا)

جداسازی نیتروژن از هوا توسط فرآیندهای غشائی بیشترین سهم را در استفاده از این تکنولوژی دارد. در این فرایند هوا به جریان‌ات غنی از نیتروژن و اکسیژن جداسازی شده و هر یک از جریان‌ات می‌توانند محصول مفیدی باشند. جداسازی هوا بر پایه شدت تراوش پذیری نسبی اجزاء موجود در مخلوط هوا استوار است که به دلیل اختلاف فشار در دو سوی غشاء این تراوش پذیری رخ می‌دهد. غشاءهایی که برای اولین بار مورد استفاده قرار گرفت بر پایه پلی متیل پنتن (PMP) و اتیل سلولز ساخته شده بودند. انتخاب پذیری اکسیژن نسبت به نیتروژن در این مواد پلیمری برابر ۴ بوده است. لذا این فرآیندها از نظر اقتصادی چندان مطلوب نیستند. دسته جدیدی از مواد پلیمری که در حال حاضر برای جداسازی هوا مورد استفاده قرار می‌گیرند، دارای انتخاب پذیری ۶ الی ۸ بوده و از لحاظ اقتصادی مطلوب هستند. جدول (۱-۲) تراوش پذیری و انتخاب پذیری پلیمرهایی را نشان می‌دهد که بیشتر از سایر مواد برای جداسازی هوا به کار گرفته می‌شوند [۳۸ و ۹۱]. همان‌طوری که در جدول مشخص است، رابطه معکوسی بین انتخاب پذیری و تراوش پذیری غشاء وجود دارد. عموماً تراوش پذیری غشاءهایی که انتخاب پذیری آنها بین ۶ تا ۸ است، ۰/۱ درصد شار غشاءهایی است که انتخاب پذیری آنها بین ۲ تا ۳ قرار دارد.

بنابراین در فرآیند لازم است بین دو پارامتر فوق تعادل برقرار کرد. رابطه معکوس موجود بین این دو پارامتر در شکل (۱-۸) ارائه شده و انتخاب‌گری غشاء را برحسب تراوش پذیری نشان می‌دهد.

جدول ۱-۲- ترآوایی و انتخاب پذیری پلیمرهای مورد استفاده در جداسازی هوا [۹]

Polymer	Oxygen permeability (Barrer)	Nitrogen permeability (Barrer)	Oxygen/nitrogen selectivity
Poly(1-trimethylsilyl-1-propyne) (PTMSP)	7600	5400	1.4
Teflon AF 2400	1300	760	1.7
Silicone rubber	600	280	2.2
Poly(4-methyl-1-pentene) (TPX)	30	7.1	4.2
Poly(phenylene oxide) (PPO)	16.8	3.8	4.4
Ethyl cellulose	11.2	3.3	3.4
6FDA-DAF (polyimide)	7.9	1.3	6.2
Polysulfone	1.1	0.18	6.2
Polyaramide	3.1	0.46	6.8
Tetrabromo bis polycarbonate	1.4	0.18	7.5

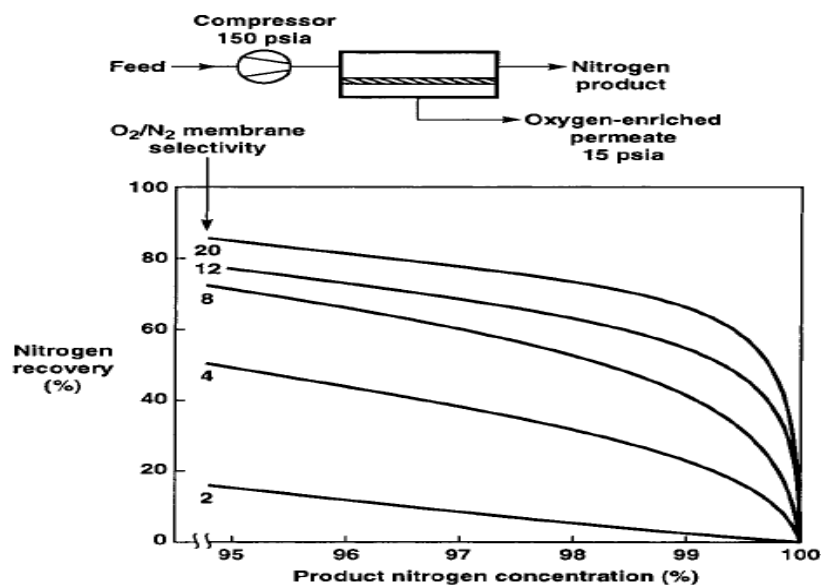


شکل ۱-۸- انتخاب پذیری اکسیژن/نیتروژن برحسب ترآوایی [۱۰]

برای اقتصادی بودن فرآیند تولید نیتروژن از هوا، باید انتخاب پذیری اکسیژن نسبت به نیتروژن بالا باشد. شکل (۱-۹) اثر بهبود بخشی انتخاب‌گری غشاء را در فرآیند تولید نیتروژن نشان می‌دهد. در این شکل میزان بازیابی نیتروژن موجود در خوراک گازی برحسب خلوص نیتروژن در جریان پسماند در ۵ نوع غشاء با انتخاب‌گری مختلف نشان داده شده است. همانند سایر

روش‌های جداسازی گاز، رسیدن به خلوص بالا، کاهش بازیابی را به همراه دارد و لذا باید بین بالا بودن خلوص محصول و درصد بازیابی بالا تعادل برقرار کرد.

یکی از راه‌های غلبه بر تضاد رفتاری^۱ بین تراوش پذیری و انتخاب پذیری که توسط Robeson ارائه شده است، استفاده از غشاءهای انتقال تسهیل یافته در جداسازی نیتروژن می‌باشد [۳۹]. در این غشاءها یک کمپلکس بین حامل و اکسیژن تشکیل شده و در شبکه ژلی غشاء حل می‌شود. این واکنش تشکیل کمپلکس موجب افزایش چشمگیر انتخاب پذیری اکسیژن می‌گردد.



شکل ۱-۹- میزان بازیابی نیتروژن به صورت تابعی از غلظت نیتروژن تولیدی [۳۸]

Fuel Switching ۲-۱-۲-۱-۱

یکی از راه‌های کاهش انتشار NO_x تغییر دادن سوخت به سوخت‌هایی با تولید NO_x پایین می‌باشد، اما وابسته به شرایط خاص مملکتی مانند سیاست‌های انرژی و زیرساختی حاکم می‌باشد. سوخت‌های حاوی میزان بالای نیتروژن مانند مازوت سنگین و زغال سنگ منجر به تشکیل میزان بالایی از NO_x سوختی شده ولی در سوخت‌های غنی از هیدروژن مانند گاز

^۱ - Trade off

طبیعی، NO_x ایجاد شده عمدتاً ناشی از دمای احتراق بالا است که منجر به تشکیل NO_x حرارتی می‌گردد. همچنین انتخاب سوخت می‌تواند بر انتشار سایر آلاینده‌ها مانند سولفور، PM و گازهای گلخانه‌ای و نیز قابلیت اجرا و سنجش کاهش آلودگی تأثیر داشته باشد [۴۰].

۱-۱-۲-۱-۳ Fuel Cleaning

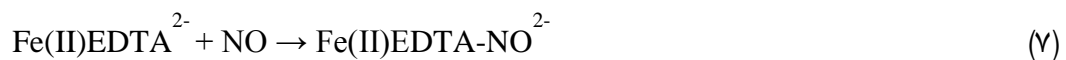
تمیز کردن سوخت به منظور حذف نیتروژن یک گزینه تجاری نمی‌باشد. هرچند فرآوری سوخت با هیدروژن در پالایشگاه‌ها نیز نیتروژن موجود در تولیدات نهایی را کاهش می‌دهد [۴۰].

۱-۱-۲-۱-۱ سیستم‌های کاهش NO_x پس از احتراق

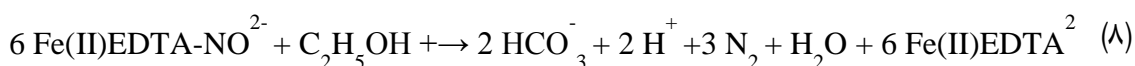
در این سیستم‌ها پس از تشکیل NO_x در محفظه احتراق، اکسید نیتروژن توسط مواد شیمیایی در حضور کاتالیست و یا عدم حضور آن به شرح زیر حذف می‌گردد. لازم به ذکر است که در توربین‌های گازی جدید مجهز به سیستم SF_6 (باز سوزش دود توسط سوخت) میزان NO_x کاهش می‌یابد.

۱-۱-۲-۱-۱ استفاده از بیوتکنولوژی

روش بیوتکنولوژی یک روش جدید در حذف NO_x از گاز دودکش بوده و یک فرآیند ترکیبی بیولوژیکی و فیزیکی-شیمیایی است که در آن واکنش‌های میکروبی با واکنش‌های شیمیایی با هم شکل می‌گیرند. NO_x از طریق جذب تر از گاز دودکش جدا شده و در اسکرابر با Fe(II)EDTA^{2-} ترکیب می‌شود.



در مرحله دوم فرآیند، NO_x به صورت بیولوژیکی و توسط باکتری‌های کاهنده نیتروژن با اتانول به عنوان الکترون ده درون بیورآکتور، کاهش می‌یابد.

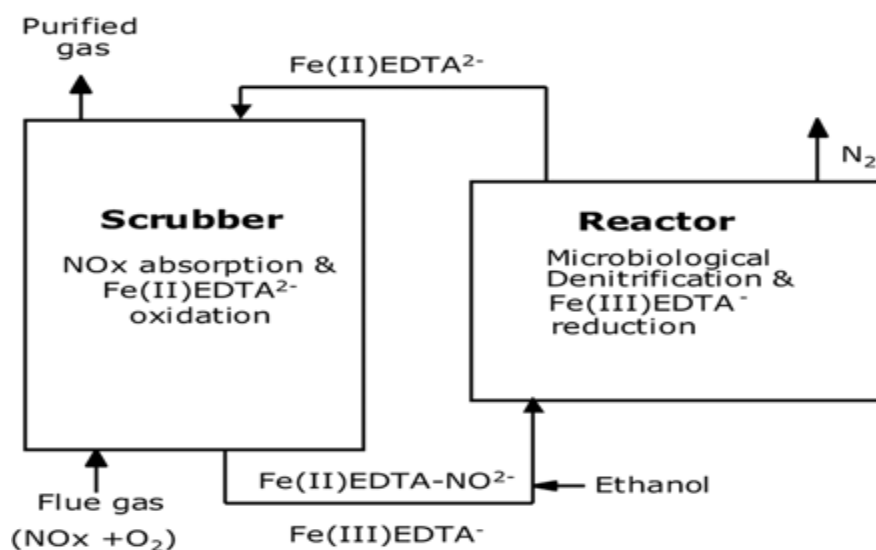


باوجودی که اصول و اساس فرآیند ساده است، به دلیل تعداد زیاد واکنش‌های موازی و تبدیلات پیوسته میکروبی، فرآیند عملی پیچیده‌تر خواهد بود. به‌منظور دریافت صحیح و بهینه‌سازی فرآیند به بررسی‌های جزئی‌تر میکروبیولوژیکی احتیاج است [۴۱].

به دلیل دمای بالای گاز دودکش، فرآیند در دمای بین ۵۵-۵۰ درجه سانتی‌گراد عمل می‌کند. فرآیند شامل چهار واکنش است. دو واکنش شیمیایی در اسکرابر و دو واکنش میکروبیولوژیکی در بیورآکتور (شکل ۱-۱۰). واکنش اول جذب و ترکیب NO_x با Fe(II)EDTA^{2-} است. این واکنش شیمیایی بسیار سریع بوده و باعث افزایش نرخ انتقال جرم NO_x می‌شود. واکنش دوم اکسیداسیون Fe(II)EDTA^{2-} به Fe(III)EDTA^{1-} توسط اکسیژن گاز دودکش می‌باشد. این واکنش یک واکنش شیمیایی ناخواسته است و موجودیت Fe(II)EDTA^{2-} را برای جذب NO کاهش می‌دهد. درون بیورآکتور، NO_x توسط باکتری‌های کاهنده نیترات و با استفاده از یک جزء عملگر آلی مانند اتانول به‌عنوان الکترون دهنده به N_2 کاهش می‌یابد. سپس احیاء کننده‌های آهن، Fe(III)EDTA^{1-} را به Fe(II)EDTA^{2-} با استفاده از اتانول به‌عنوان الکترون ده تبدیل می‌کنند [۴۲].

بازده حذف اکسید نیتروژن بین ۹۰ تا ۹۹ درصد با محدوده دمایی ۴۵-۶۰ درجه سانتی‌گراد بوده است.

نرخ کاهش به غلظت NO و Fe(II)EDTA^{2-} و نیز دما بستگی دارد.



شکل ۱-۱- شماتیک فرآیند بیولوژیکی کاهش NO_x [۴۲]

۱-۱-۲-۲ استفاده از نانوتکنولوژی

➤ استفاده از فتوکاتالیست

حذف دی‌اکسید نیتروژن توسط پودر TiO_2 (P25) در فرآیند فتوکاتالیستی با در نظر گرفتن پارامترهایی مانند جرم کاتالیست، هندسه سطح تحت تابش قرار گرفته، ساختار کاتالیست و عمل‌آوری گرمایی برای شرح کاهش غلظت نیتروژن دی‌اکسید مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داده است که با افزایش جرم کاتالیست، میزان تبدیل تا رسیدن به یک نقطه بهینه افزایش می‌یابد. حذف NO_x با بهبود هندسه سطح کاتالیست افزایش می‌یابد. تبدیل ساختار آناتاز به روتایل به وسیله عملیات گرمایی، فعالیت فتوکاتالیستی را کاهش می‌دهد.

در فرآیند فتوکاتالیستی حذف NO_x توسط TiO_2 (P25) که تأثیر پارامترهایی مانند زمان ماند و رطوبت نسبی مورد بررسی قرار گرفته، مشاهده شده است که میزان حذف NO_x حداقل ۶۰ درصد و حداکثر ۸۵ درصد است. بازدهی حذف NO_x در زمان‌های ماند بیشتر در رطوبت نسبی کمتر، بیشتر است و تأثیر رطوبت نسبی روی بازدهی فتوکاتالیستی بیشتر است.

حذف NO_x به وسیله فتوکاتالیستی بر پایه TiO_2 به طور وسیعی مورد مطالعه قرار گرفته است. خواص فتوکاتالیستی که بر بازدهی حذف NO تأثیر می‌گذارد، شامل فاز کریستال، سایز کریستال، مساحت سطح و ساختار فتوکاتالیستی است.

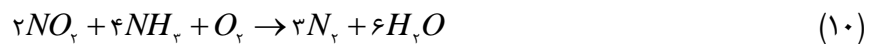
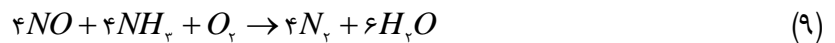
تیتانیوم نانو تیوب، تیتانیوم دی‌اکسیدهایی با ساختار لوله‌ای هستند و به خاطر سطح زیاد و فعالیت فتوکاتالیستی بالا، کاربرد بالایی دارند که مورد توجه واقع شده‌اند.

تابش نور UV روی TiO_2 در حضور اکسیژن، O^{2-} و رادیکال‌های آزاد را تولید می‌کند. این یون‌های سوپر اکسید سپس با نیتروژن دی‌اکسید واکنش می‌دهند و نترات تولید می‌کند.

۱-۱-۲-۳ حذف انتخابی کاتالیستی (SCR)

سیستم SCR بر مبنای حذف شیمیایی NO_x در حضور کاتالیست عمل می‌کند. در این فرآیند یک ماده احیاکننده، حاوی نیتروژن مانند آمونیاک یا اوره به دود تزریق می‌شود. این ماده به صورت انتخابی در یک محدوده دمایی خاص به همراه کمی اکسیژن واکنش داده و بخار آب و نیتروژن گازی تولید می‌کند. گازها در یک ناحیه متلاطم کاملاً با یکدیگر مخلوط و سپس از بستر کاتالیستی عبور می‌نمایند که طی این فرآیند میزان NO_x کاهش می‌یابد. نقش کاتالیست تسریع در واکنش می‌باشد اما

مصرف نمی‌شود. کار اصلی SCR، احیای NO_x به N_2 و آب توسط واکنش میان NO_x و آمونیاک درون بستر کاتالیستی می‌باشد. واکنش‌های مربوطه به شرح زیر انجام می‌شوند.

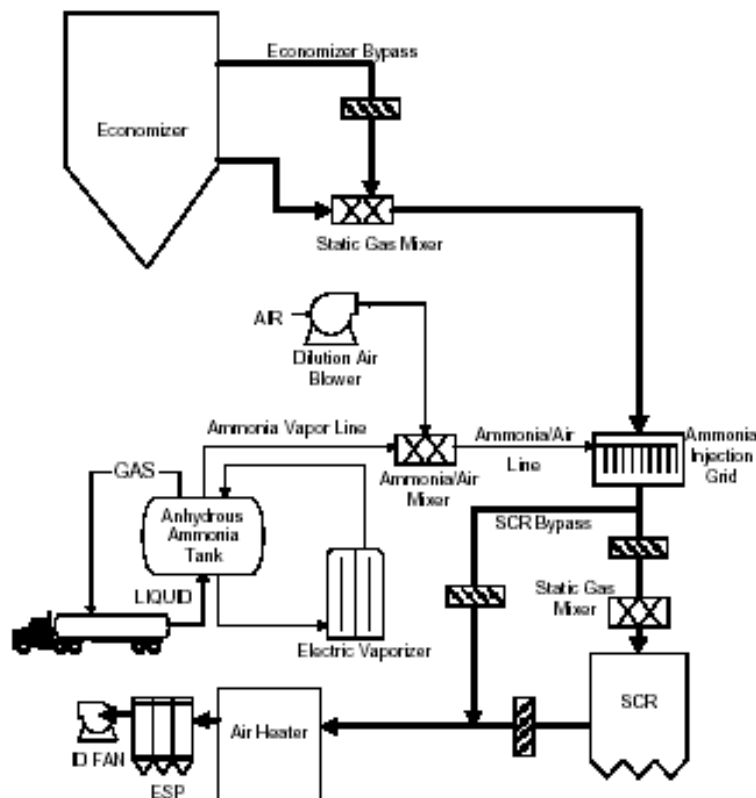


محدوده دمایی مناسب عملکرد کاتالیست به نوع و مواد تشکیل‌دهنده آن بستگی دارد. کاتالیست‌ها معمولاً از فلزات، اکسیدهای فلزی و یا زئولیت‌ها ساخته شده‌اند. به‌طور مثال اکسید وانادیوم در محدوده ۸۵۰-۵۷۵ درجه فارنهایت، زئولیت ۱۰۵۰-۶۵۰ درجه فارنهایت و پلاتین در محدوده ۵۰۰-۲۵۰ درجه فارنهایت بهترین عملکرد را دارد. برای عملکرد بهینه سیستم SCR، حفظ دمای دود خروجی در این محدوده بسیار مهم است. زیرا اگر دما کمتر از پایین‌ترین دمای محدوده باشد، راندمان بسیار کاهش یافته و مقادیر قابل توجهی NO_x و آمونیاک به اتمسفر وارد خواهند شد. از طرف دیگر، افزایش دما باعث تخریب و تجزیه شدن کاتالیست می‌گردد. دمای دود خروجی توربین‌های گازی معمولاً در حدود $538^\circ C$ ($1000^\circ F$) می‌باشد که واحد HRSG با گرفتن حرارت اضافی و تولید بخار جهت مصارف واحدهای دیگر و یا استفاده در توربین بخار سیکل ترکیبی، این دما را تا مقدار ممکن کاهش می‌دهد. در نیروگاه‌هایی که بدون سیکل ترکیبی یا بویلر بازیافت کار می‌کنند، می‌بایست از کاتالیست‌هایی با محدوده دمایی بیشتر استفاده نمود. شکل (۱-۱۱) نمودار فرآیندی سیستم SCR به همراه تجهیزات جانبی آن را نشان می‌دهد.

در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی راکتور کاتالیستی SCR بعد از سوپر هیتر و یا قبل از اکونومایزر با توجه به محدوده دمایی کاتالیست مصرفی نصب می‌گردد. محل نصب سیستم SCR و دمای دود تعیین‌کننده نوع کاتالیست می‌باشد. سیستم SCR به دلیل ایجاد کمترین تغییر در بالانس حرارتی و سیالاتی در توربین‌های گاز و بویلرهای موجود فاقد سیستم کنترل به‌طور وسیعی در دنیا به کار می‌رود. همچنین با توجه به راندمان بالا به‌صورت ترکیبی با سایر سیستم‌ها هیبرید می‌شود [۸ و ۱]. بازده این روش در برخی موارد به ۹۴ درصد نیز می‌رسد و قادر است میزان NO_x را به کمتر از ۲۰ ppm کاهش داده و از جمله مؤثرترین روش‌ها در حذف NO_x بشمار می‌رود. هنگامی که این سیستم به همراه مشعل‌های LNB یا پاشش آب و بخار مورد استفاده قرار گیرد، میزان NO_x را تا کمتر از ۵-۱۰ ppm کاهش می‌دهد. این سیستم به‌جز کاتالیست‌های مصرف‌شده، حاوی مواد زائد

نمی‌باشد. محاسبات ساده ترمودینامیکی نشان داده است که در دمای 343°C می‌توان به درصد حذف بالای ۹۹ درصد نیز دست‌یافت که عامل اثرگذار در این امر، درجه اختلاط NO_x با آمونیاک می‌باشد. در واقع بازده حذف واقعی تابعی از میزان کاتالیست مصرفی و میزان آمونیاک تزریق شده می‌باشد.

از جمله مشکلات سیستم SCR، ایجاد سولفات آمونیوم یا بی سولفات آمونیوم است که در اثر واکنش بین آمونیاک و سولفور موجود در سوخت حاصل شده و مانند یک ماده چسبنده به سطح کاتالیست و خلل و فرج آن چسبیده و باعث کاهش فعالیت و در نتیجه عمر مفید کاتالیست می‌شود. میزان تولید این ماده به میزان نشتی آمونیاک و میزان سولفور موجود در سوخت بستگی دارد. بنابراین سیستم کاتالیستی برای سوخت‌های حاوی گوگرد پیشنهاد نمی‌شود. از معایب دیگر این سیستم، تأمین و ذخیره آمونیاک موردنیاز برای تزریق می‌باشد [۴۴].



شکل ۱-۱-۱۱- نمودار فرآیندی سیستم SCR [۴۴]

۱-۱-۲-۲-۴ سیستم حذف غیر کاتالیستی آمونیاک (SNCR)

طی این سیستم آمونیاک به جریان گازهای خروجی دودکش در داخل بویلر تزریق شده و آمونیاک موجود در جریان با NO_x موجود در گاز دودکش در دمای $900-1150^\circ \text{C}$ بدون استفاده از کاتالیست واکنش می‌دهد. بنابراین اوره یا آمونیاک به کوره در منطقه پس از احتراق تزریق شده و مانند SCR، NO_x را به نیتروژن و آب کاهش می‌دهد.

این سیستم برای بویلرها کاربرد داشته و در توربین‌های گازی و سیکل‌های ترکیبی به کار نمی‌رود. زیرا محدود دمای عملیاتی آن تنها در داخل محفظه توربین گاز وجود دارد که به دلیل عدم امکان تزریق آمونیاک در محفظه توربین گاز عملی نیست. راندمان این سیستم ۳۰ تا ۵۰ درصد می‌باشد و برای بویلرهای با ظرفیت کمتر از ۳۰۰ مگاوات قابل استفاده است [۴۳].

سیستم SNCR در واحدهایی که به مشعل‌های با NO_x پایین مجهزند، به محدوده ۲۵-۳۰ درصد کاهش NO_x می‌رسد. هزینه سرمایه‌گذاری سیستم SNCR بسیار کمتر از سیستم SCR می‌باشد. هزینه عملیاتی SNCR اساساً هزینه ناشی از اوره یا آمونیاک است.

SNCR در بویلرهای کوچک بسیار رایج است. این موضوع تا حدودی به این علت است که اقتصاد SCR برای بویلرهای کوچک چالش برانگیز است. به علاوه، نصب SCR روی بویلرهای بزرگ به تأسیسات این امکان را می‌دهد که واحد بزرگ را کنترل کرده و از تکنولوژی کم‌هزینه‌تری استفاده کنند، مانند سیستم SNCR در کنترل NO_x روی واحدهای کوچک‌تر. سیستم‌های SNCR نسبتاً سیستم‌های ساده‌ای بوده به طوری که می‌توانند طی دوره تقریباً ۱۲ ماهه نصب و دایر شوند.

هیبرید SNCR/SCR:

SNCR و SCR می‌توانند به شکل یک هیبرید ترکیب شوند. در این صورت یک لایه کوچک کاتالیست در پایین دست SNCR نصب می‌شود. با کاتالیست پایین دست، سیستم SNCR می‌تواند به شکلی رفتار کند که نرخ حذف NO_x بیشتری را ارائه دهد، درحالی که از کاتالیست SCR استفاده می‌کند تا نشتی نامطلوب آمونیاک از سیستم SNCR را کاهش دهد. با وجودی که در کاتالیست مقدار SCR، مقدار NO_x نیز کاهش می‌یابد، کاربرد آن اصولاً به عنوان ابزاری در جهت کاهش نشتی آمونیاک به یک سطح قابل قبول است. برای برخی بویلرهای کوچک که می‌توانند اصلاحات مورد نیاز و ضروری برای

هیبرید SNCR/SCR را آماده کنند، این یک تکنولوژی جالب برای کاهش انتشار NO_x به میزانی فراتر از قابلیت‌های سیستم SNCR می‌باشد.

۱-۱-۲-۲-۵ روش SCO NO_x

روش SCO NO_x یک سیستم جدید کاهش NO_x است که از یک کاتالیست روکش شده برای اکسیداسیون CO و NO_x استفاده کرده و بدین ترتیب انتشارات نیروگاه را کاهش می‌دهد. این سیستم قادر است به غلظت انتشار NO_x تا ۲ ppm مبنی بر غلظت ماکزیمم ورودی ۲۵ ppm و کاهش ۹۰ درصد CO مبنی بر غلظت ورودی ماکزیمم ۵۰ ppm دست یابد.

سیستم SCO NO_x شامل یک کاتالیست است که در گاز دودکش و در نقطه‌ای که دما بین ۲۸۰-۶۵۰ درجه فارنهایت است، نصب شده است. یک فرآیند دو مرحله‌ای باعث کاهش انتشارات NO_x می‌شود. ابتدا انتشارات NO_x به NO_2 اکسید شده و سپس روی کاتالیست جذب می‌شود. در مرحله دوم متناوباً یک گاز احیاء کننده از کاتالیست عبور می‌کند. این گاز NO_2 را از کاتالیست جدا کرده و آن را به N_2 کاهش می‌دهد. این سیستم از آمونیاک به‌عنوان واکنش‌گر استفاده نمی‌کند، بلکه از گاز طبیعی به‌عنوان پایه برای فرآیند احیاء کاتالیست استفاده می‌نماید. مزایای این فرآیند عبارت‌اند از:

- علاوه بر NO_x ، CO را نیز کاهش می‌دهد.
- فرآیند SCO NO_x از آمونیاک استفاده نمی‌کند. این امر موضوعات ایمنی انتقال و ذخیره آمونیاک را برطرف می‌نماید. از معایب این روش می‌توان موارد زیر را نام برد:
- یک سیستم شستشوی کاتالیست باید به کار گرفته شود. طراحی سیستم شستشوی کاتالیست به‌صورت online هنوز به‌صورت کامل شکل نگرفته است. اگر سیستم شستشوی online به کار نرود، تأسیسات برای تمیز کردن باید خاموش شوند.
- به دلیل هزینه بیشتر کاتالیست اولیه و جایگزین، SCO NO_x نسبت به SCR با تزریق آمونیاک گران‌تر می‌باشد. کاتالیست SCO NO_x یک فلز گران‌بهاست [۵۶].

۱-۱-۲-۳ سیستم‌های کاهش NO_x حین احتراق

این سیستم‌ها بر اساس جلوگیری از تشکیل NO_x حین احتراق بنیان شده و عملکرد آن از طریق کاهش دمای پیک در محفظه احتراق و کاهش زمان ماند در دمای پیک می‌باشد.

۱-۱-۲-۱-۳-۱ مشعل‌های با NO_x پایین (LNB)

در این روش با مرحله‌ای نمودن هوا یا سوخت دمای احتراق کاهش می‌یابد. به طوری که ابتدا احتراق اولیه صورت گرفته و باقیمانده هوا یا سوخت به سیستم تزریق می‌شود و در نهایت مخلوط توسط هوا رقیق می‌گردد. مشعل LNB شامل شعله پایدار متشکل از مناطق غنی از سوخت، منطقه باز سوزش سوخت و منطقه با هوای اضافی کمتر جهت کاهش دمای احتراق می‌باشد [۴۵].

در مشعل‌های LNB با هوای چندمرحله‌ای، هوای ورودی به دو قسمت اولیه و ثانویه تقسیم و تمامی سوخت پس از تزریق به گلوگاه مشعل، با هوای اولیه که کمتر از حد استوکیومتری است ترکیب شده و می‌سوزد سپس قسمت دوم جریان هوا در پایین دست شعله تزریق و احتراق را کامل می‌کند. راندمان کاهش NO_x این مشعل ۲۰-۳۵ درصد می‌باشد [۴۶].

در مشعل‌های LNB با سوخت چندمرحله‌ای سوخت در دو مرحله به محفظه احتراق تزریق و در نتیجه منطقه‌ای رقیق از سوخت ایجاد می‌کند که خود باعث تأخیر در کامل شدن فرآیند احتراق به دلیل دور بودن از حد استوکیومتری شده و با کاهش ماکزیمم دمای شعله موجب کاهش NO_x می‌گردد. باقیمانده سوخت از طریق نازل‌های ثانویه به منطقه دوم احتراق تزریق می‌شود. راندمان کاهش NO_x این سیستم ۳۰-۵۰ درصد می‌باشد [۴۵]. مشعل‌های پیشرفته LNB، ۲۰ درصد بیشتر از مشعل‌های عادی، NO_x را کاهش می‌دهند.

۱-۱-۲-۳-۲ مشعل‌های پیش اختلاط^۱ (DLN)

اساس کار این مشعل‌ها بر مبنای پیش اختلاط هوا و سوخت و ایجاد مخلوط‌های غیر استوکیومتری جهت کاهش دمای شعله و کاهش زمان اقامت می‌باشد. نسبت بهینه هوای اضافی که موجب تشکیل کمترین میزان CO و NO_x می‌گردد برابر ۱/۸ تا ۲/۴ میزان استوکیومتری خواهد بود. مشعل DLN برای بار نامی کاربرد دارد و در صورت تغییر بار و تغییر سوخت به حالت مشعل نفوذی تغییر می‌کند. مشعل‌های DLN که با هر دو سوخت گاز و گازوئیل عمل می‌نماید، هزینه بالایی دارند [۴۷]. مشعل‌های DLN قادرند میزان NO_x خروجی توربین‌های گازی را تا محدوده ۹-۲۵ ppm کاهش دهند. در مشعل‌های جدیدتر پیش اختلاط، میزان کاهش تا حد کمتر از ۵ ppm نیز امکان‌پذیر است.

۱-۱-۲-۳-۳ سیستم برگشت دود به محفظه احتراق^۲ (FGR)

برگشت دود خنک شده به محفظه احتراق می‌تواند به‌عنوان ماده جاذب گرما و رقیق‌کننده سوخت و هوا باعث کاهش دمای احتراق گردد. در این روش بیش از ۲۵-۳۰ درصد از دود به محفظه احتراق برگشت داده می‌شود و اکثراً برای بویلرهایی که مجهز به فن^۳ برگشت دود برای کنترل دمای ری هیت در حالت مازوت سوز می‌باشند، کاربرد دارد. این روش می‌تواند با سایر روش‌های حین احتراق همچون LNB یا OFA ترکیب شود [۴۷].

۱-۱-۲-۴ سیستم هوای بالای شعله (OFA)

در بویلرها هنگامی که در احتراق از مخلوط غنی از سوخت استفاده می‌شود، از بالای مشعل و از طریق نازل‌ها، هوای اضافه وارد می‌گردد که موجب کاهش دمای محفظه احتراق می‌گردد. این سیستم‌ها کاربری بالا با هزینه‌های نسبتاً پایین دارند [۴۷].

۱-۱-۲-۵ باز سوزش سوخت (FR)

این روش مشابه روش FGR بوده با این تفاوت که در آن به همراه دود مقداری سوخت نیز به سیستم اضافه می‌کنند. این موضوع علاوه بر کاهش دمای احتراق، باعث می‌شود که چنانچه احتراق مرحله دوم نیز صورت بگیرد این میزان سوخت اضافه باعث تبدیل شدن NO_x به مولکول‌های نیتروژن شود. بازده حذف این روش بالای ۵۰ درصد می‌باشد [۴۶].

1 Dry Low NO_x (DLN)

2 Flue Gas Recirculation

3 Gas Recirculation Fan (GRF)

۱-۱-۲-۳-۶ هوای اضافی کمتر^۱ LEA

میزان هوای اضافه که به محفظه احتراق تزریق می‌شود، نسبت مستقیم با میزان تولید NO_x دارد. محدود کردن این میزان هوا تا ۲ درصد می‌تواند به شدت روی میزان NO_x موجود در دود تأثیر بگذارد.

۱-۱-۲-۳-۷ کاهش میزان پیش گرم کردن هوا^۲

پیش گرم کردن هوا به منظور کاهش دمای دود، کاهش اتلاف حرارت و افزایش بازده انجام می‌شود. از طرف دیگر پیش گرم شدن باعث افزایش دمای احتراق و افزایش میزان تولید NO_x حرارتی می‌شود. با کاهش میزان گرم کردن هوای ورودی به بویلر، دمای احتراق کاهش پیدا کرده و باعث کاهش تولید NO_x می‌گردد. البته این موضوع تا حدودی باعث کاهش راندمان می‌شود [۴۶].

۱-۱-۲-۳-۸ پاشش آب یا بخار

در این سیستم‌ها از جاذب آب یا بخار به عنوان کاهش دهنده دمای پیک شعله استفاده می‌گردد که در ضمن موجب افزایش توان خروجی توربین گازی به میزان ۲ درصد می‌گردد. تزریق آب به سیستم می‌تواند از طریق اختلاط با سوخت به صورت امولسیون قبل از مشعل و یا پاشش از طریق نازل مجزا و یا تزریق در خروجی کمپرسور هوا صورت گیرد. نسبت تزریق آب یا بخار بین ۰/۵ تا ۲/۵ برابر سوخت و بازده حذف متناسب با میزان تزریق حداکثر ۷۰ درصد می‌باشد. تزریق آب راندمان بیشتری نسبت به بخار دارد. این سیستم به مصرف بالای آب دمین نیاز داشته و موجب به هم خوردن شرایط احتراق و ایجاد احتراق ناقص می‌گردد. بر اساس بررسی‌های انجام شده افزودن سیستم فاگ جهت افزایش توان خروجی توربین در زمان کارکرد (فصل گرم) به صورت جانبی، ۱۷-۱۵ درصد کاهش NO_x را به دنبال دارد [۴۸].

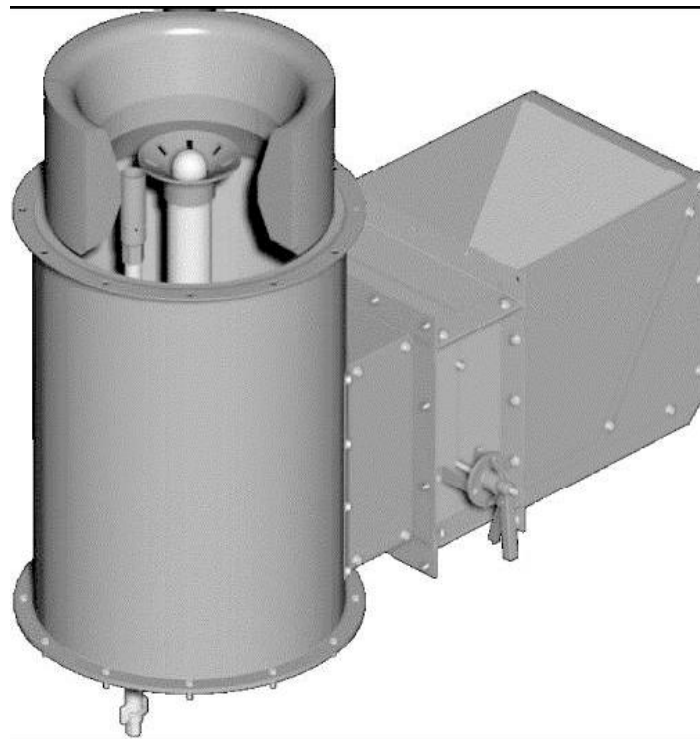
۱-۱-۲-۳-۹ مرحله‌ای کردن هوا

به جای اختلاط کامل سوخت و هوا به یکباره و با یکدیگر در یک منطقه احتراق داغ، می‌توان سوخت، هوا یا هر دو را به صورت مرحله‌ای و در امتداد طول مشعل وارد نمود. افزودن گام به گام سوخت (دو یا سه مرحله کافی است) اختلاط را به تأخیر انداخته و امکان انتقال گرما به اطراف را قبل از احتراق بیشتر فراهم می‌کند. به طور کلی مرحله‌ای نمودن هوا در کاهش NO_x

¹ Less Excess Air

² reduced air preheat

ناشی از نیتروژن موجود در سوخت تأثیرگذارتر بوده، درحالی که مرحله‌ای نمودن سوخت بر کاهش NO_x حرارتی تأثیر بیشتری دارد. شکل (۱-۱۲) یک مشعل احتراق مرحله‌ای را که به‌منظور کاهش NO_x طراحی شده است، نشان می‌دهد. [۴۹]. اساس کار هوای مرحله‌ای ایجاد دو ناحیه است که یکی از آنها ناحیه غنی سوخت بوده که در آنجا احتراق اولیه انجام می‌گیرد و دوم جایی است که هوا جهت اطمینان از احتراق کامل افزوده می‌شود. این عمل، تشکیل NO_x حرارتی را در ناحیه اول جایگزین نیتروژن کمتری در دسترس است و در ناحیه دوم یعنی جایگزین دما کمتر است، کاهش می‌دهد. این ناحیه ممکن است به شکل‌های مختلفی ایجاد شود. در BBF نرخ جریان هوا و سوخت متغیر است، در BOOS جریان سوخت به‌طرف مشعل برای مدت کوتاهی قطع می‌شود و در OFA هوا بالای ناحیه احتراق معمولی تزریق می‌شود [۵۰]. احتراق هوای مرحله‌ای بارها در ترکیب با مشعل‌های با NO_x پایین (LNB) استفاده می‌شود.



شکل ۱-۱۲- مشعل احتراق مرحله‌ای [۴۹]

۱-۱-۲-۳-۱۰ احتراق کاتالیستی

استفاده از یک کاتالیست برای رخ دادن احتراق زیر دمای تشکیل NO_x ، می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مناسب برای کاهش NO_x در نظر گرفته شود. استفاده از این روش چندان متداول نیست، زیرا نسبت به بار بسیار حساس می‌باشد. هرچند اگر درجایی استفاده گردد، احتراق کاتالیستی می‌تواند به غلظت کمتر از ۱ ppm برای NO_x در گاز دودکش دست یابد.

کاتالیست به‌منظور واکنش سوخت با هوا در دمای کمتر از احتراق طبیعی استفاده می‌شود که در آن دما، تولید مقدار قابل توجهی NO_x اتفاق نمی‌افتد. هرچند اگر احتراق برای توربین باشد، راندمان توربین به رسیدن به دمای بالاتر بستگی پیدا می‌کند. هنگامی که کاتالیست وجود دارد، باید مطمئن باشید که NO_x در دمای احتراق حاصله تشکیل نخواهد شد.

این روش سرمایه و هزینه نگهداری و عملیاتی نسبتاً بالایی دارد. زیرا علاوه بر هزینه اولیه اساسی، هزینه جایگزینی کاتالیست نیز احتیاج دارد. با این وجود، احتراق کاتالیستی می‌تواند کمترین سطح NO_x حرارتی را تولید کند.

۱-۱-۲-۳-۱۱ Non-thermal plasma

پلاسمای غیرحرارتی با استفاده از متان و هگزان به‌عنوان عوامل کاهنده، می‌تواند NO_x را از طریق یک رآکتور کاهش دهد. عوامل کاهنده با یک ولتاژ بالای زودگذر یونیزه شده و پلاسمای غیرحرارتی ایجاد می‌کنند. عوامل کاهنده یونیزه شده با NO_x واکنش داده و به DRE (Destruction or Removal Efficiency) ۹۴ درصد می‌رسند. بر اساس یافته‌ها، حتی DRE بیشتر نیز قابل دستیابی است. یک کمپانی تجاری موفق از آمونیاک به‌عنوان ماده کاهنده استفاده کرده که در یک پلاسمای اشعه الکترونی با NO_x واکنش دهد. این گونه رآکتور کوچک می‌تواند با فضای موجود در هر نیروگاهی سازگار باشد. همچنین رآکتور پلاسمای غیرحرارتی می‌تواند بدون عامل کاهنده استفاده شود، که بدین ترتیب ازن تولید کرده و از ازن تولیدی جهت افزایش ظرفیت نیتروژن برای جذب به‌عنوان اسید نیتریک استفاده می‌شود.

پلاسمای غیرحرارتی شامل گاز یونیزه شده است که می‌تواند توسط رآکتورهای تخلیه کرونا یا باریکه الکترون تولید گردد. پلاسمای رادیکال‌های فعال تولید می‌کنند که قادر است NO را به NO_2 و N_2O_5 اکسید کند. این اجزاء NO_x انحلال‌پذیر در آب بوده و می‌توانند از طریق جذب، حذف شوند. یک شکل از پلاسمای رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیک مرسوم هستند.

همچنین رادیکال‌های اکسیژن با سایر ترکیبات نیز می‌توانند واکنش دهند. به‌عنوان مثال، رادیکال‌های اکسیژن با مونواکسید کربن واکنش داده و دی‌اکسید کربن تشکیل می‌دهند، با SO_2 واکنش داده و SO_3 تولید می‌کند و اکسید نیتروژن (NO_x)، اسید نیتریک (HNO_3) در حضور رطوبت تشکیل می‌دهد. همچنین ازن با ذرات کوچک کربن (۲/۵ میکرون) واکنش داده که دی‌اکسید کربن و با جیوه عنصری نیز واکنش و اکسید جیوه تشکیل می‌دهد. جیوه عنصری پس از اکسیداسیون از فاز بخار به فاز جامد تغییر حالت می‌دهد. تری اکسید گوگرد هنگامی که در معرض رطوبت قرار گیرد، به اسیدسولفوریک هیدرولیز می‌شود. این فرآیند برحسب غلظت ترکیبات نیتروژن و گوگرد، می‌تواند مقادیر قابل توجهی از اسیدهای معدنی تولید کند [۵۱].

۱-۱-۲-۳-۱۲ مشعل‌های خارج از سرویس (BOOS)

BOSS یک روش از تغییرات احتراق مرحله‌ای برای کاهش تشکیل NO_x می‌باشد. یک روش کنترل کم‌هزینه و بهبود یافته برای مشعل‌های موجود است. در کوره‌های بزرگ چند مشعلی، مشعل‌های انتخابی با قطع کردن سوختشان می‌توانند خارج از سرویس شوند. سوخت به مشعل‌های فعال باقیمانده باز توزیع شده و نرخ کل سوخت تغییر نمی‌کند. ضمناً هوای احتراق برای همه مشعل‌ها بدون تغییر است. این یک روش ارزان برای مرحله‌ای کردن هوای احتراق می‌باشد. شعله‌های اولیه از سوخت غنی و رقیق شده در هوا استفاده کرده و تشکیل NO_x را کم می‌کنند. بیرون منطقه شعله داغ، اما همچنان درون محفظه احتراق، جاییکه احتراق در حال تکامل است، هوای احتراق اضافی، باقیمانده سوخت را در دمای کاهش یافته شعله می‌سوزاند. نتایج آزمایش‌های بویلر زغال سنگ، کاهش NO_x را ۱۵-۳۰ درصد نشان داده‌اند.

بویلرهای دارای چند مشعل می‌توانند یک سری مشعل با تعدادی مشعل خارج از سرویس (تغذیه نشده توسط سوخت اما با تولید گاز دودکش یا هوا) داشته باشند. این موضوع به مشعل‌های اطراف آنها این امکان را می‌دهد که هوا و سوخت به جریان هوا یا گاز دودکش BOOS عرضه کنند. نتیجه کار احتراق در مراحل مختلف با دمای کمتر از زمانی است که تمام مشعل‌ها در سرویس هستند. بنابراین NO_x حرارتی کمتر است. میزان کاهش NO_x به فاصله BOOS نسبت به سایر مشعل‌ها بستگی دارد [۵۲].

۱-۱-۲-۳-۱۳ استفاده از میدان الکترومغناطیس

مطالعات آزمایشگاهی نشان می‌دهد که تقابل میان میدان الکتریکی شعاعی و شعله باعث نیروی حرکتی و حرکت سوقی یون‌های رادیکال مثبت در جهت میدان می‌شود. انرژی مبادله شده بین یون‌ها و اجزای گاز تولید گرما کرده و باعث انتقال جرم وارونه و به سمت دیواره‌های کانال می‌گردد. از این رو با تغییر ولتاژ به کاررفته، دمای شعله کاهش یافته و در نتیجه تولید NO_x حرارتی طی احتراق سوخت بین ۸۰-۳۰ درصد کمتر می‌شود [۵۳].

تأثیر میدان الکتریکی بر جریان‌ات شعله توجهات بسیاری را در خصوص کنترل فرآیندهای انتقال جرم/گرما و احتراق سوخت به خود جلب کرده است [۵۴] و [۵۵]. این تکنولوژی یک روش ارزان برای کاهش آلاینده از هواست. علاوه بر کاهش آلودگی، میزان سوخت مصرفی نیروگاه نیز کاهش می‌یابد. بخش عمده آلودگی نیروگاه‌ها، ناشی از مشکلات احتراق است. اگر قسمت‌هایی از شعله بسیار داغ شوند، می‌تواند منجر به تشکیل اکسید نیتروژن شود و احتراق ناقص ناشی از اختلاط ضعیف هوا و سوخت می‌تواند تشکیل دوده دهد.

استفاده از میدان الکترومغناطیس با ولتاژ بالا باعث بهبود اختلاط هوا و سوخت با یکدیگر می‌شود. مصرف انرژی این تکنولوژی تنها ۰/۱ درصد انرژی سوخت مصرفی نیروگاه است. این روش با استفاده از الکترودهای میان شعله عمل می‌کند. الکترودها ولتاژ بالا تولید کرده و بر حرکت یون‌ها تأثیر می‌گذارد. این روش علاوه بر کاهش NO_x ، تولید CO، smog و دوده را نیز کاهش می‌دهد.

علاوه بر کاهش آلودگی، این روش می‌تواند کارایی نیروگاه را به چندین صورت افزایش دهد. بهبود اختلاط سوخت و هوا به معنی کاهش سوخت هدر رفته توسط احتراق ناقص است. همچنین تکنولوژی قادر است انتقال گرما از شعله به آب را در بویلر اصلاح کند و در نتیجه سوخت کمتری برای تشکیل بخار آب مورد نیاز توربین احتیاج است [۵۳].

سیستم‌های هیبریدی کاهش NO_x :

با توجه به نیاز ضروری به روش‌های کاهش NO_x و پاسخگویی به استانداردهای سخت‌گیرانه روز دنیا، توجه خاص بر روی ترکیب روش‌های مختلف کاهش NO_x معطوف شده است که منجر به افزایش بازده و کاهش هزینه نیز می‌گردد. همچنین از آنجایی که سیستم‌های حین احتراق به تنهایی پاسخگوی کاهش NO_x مورد نظر نمی‌باشند، ترکیب آنها با سیستم‌های دیگر

ضروری به نظر می‌رود. این روش‌ها شامل ترکیب روش‌های حین احتراق با یکدیگر (مانند LNB/OFA)، ترکیب روش‌های حین احتراق با روش‌های پس از احتراق (مانند LNB به‌علاوه SCR) و یا ترکیب روش‌های پس از احتراق با یکدیگر (مانند SCR و SNCR) می‌باشد. هیبرید به این معنی است که هر دو تکنولوژی به خوبی با یکدیگر کار کنند ضمن این‌که بازده کل افزایش یافته و هزینه کل کاهش یابد. بری مثال هزینه سیستم SCR حدود ۲-۱/۵ برابر سایر روش‌های کنترل حین احتراق می‌باشد. برای کاهش هزینه‌های این سیستم، ترکیب آن با یکی از روش‌های حین احتراق باعث کاهش هزینه‌های SCR در حد ۶۵ درصد خواهد شد. در این حالت روش‌های حین احتراق میزان NO_x را در ورودی SCR کاهش داده و حجم کاتالیست موردنیاز را پایین می‌آورد، بنابراین هزینه‌های سرمایه‌گذاری کاهش می‌یابد. از طرفی با این ترکیب هزینه‌های عملیاتی مربوط به تعویض کاتالیست و مصرف ماده شیمیایی کاهش می‌یابد [۵۷].

یکی دیگر از سیستم‌های هیبریدی ترکیب سیستم SCR/SNCR می‌باشد. ترکیب این دو، موجب کاهش هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی، کاهش مصرف کل آمونیاک و همچنین کاهش نشتی آن به دلیل عبور از سیستم تکمیلی SCR می‌گردد. همچنین به علت اکسیداسیون SO_2 و تولید ماده غیر خورنده بیوسولفات آمونیوم خوردگی در راکتور کاتالیستی نیز کاهش می‌یابد [۵۸].

جدول (۱-۳) خلاصه‌ای از نحوه عملکرد روش‌های کاهش NO_x را نشان می‌دهد [۴۰]:

جدول ۱-۳- میزان کارایی روش‌های کاهش انتشار NO_x [۴۰]

محدودیت‌ها	نرخ میانگین کاهش NO_x	روش
سوختن ناقص	۱۰-۴۴٪	LEA (Low Excess Air)
سوختن ناقص	۱۰-۷۰٪	OFA (Overfire Air)
ناپایداری شعله	(زغال سنگ) < ۲۰٪ (گاز، ترکیب با OFA) ۳۰-۵۰٪	FGR (Flue Gas Recirculation)
	۲۰-۳۰٪	RAP (Reduced Air Preheat)
سوختن ناقص، ناپایداری شعله	۲۵-۳۵٪	Air Staging
Ammonia slip، آلودگی خاکستر توسط آمونیاک، رسوب گرم کن هوا	۸۰-۹۵٪	SCR

محدودیت‌ها	نرخ میانگین کاهش NOx	روش
Ammonia slip که معمولاً نسبت به حالت بیشتر است SCR	۳۰-۵۰ %	SNCR

۳-۱-۱ فناوری‌های گوگردزدایی از گاز دودکش

۱-۳-۱-۱ فرآیندهای پیش از احتراق (pre-combustion)

۱-۳-۱-۱-۱ کاهش سولفور سوخت

سولفور موجود در سوخت با اکسیژن موجود در هوای احتراق واکنش داده و SO₂ را تشکیل می‌دهد. سوخت‌های فسیلی جامد بزرگ‌ترین منبع SO₂ هستند. سولفور موجود در سوخت‌های فسیلی جامد از ۰/۵ تا بیش از ۵ درصد تغییر می‌کند. سولفور گاز طبیعی نیز مانند سولفور چوب بسیار کم می‌باشد. سولفور سوخت‌های فسیلی مایع در محدوده ۰/۰۰۱ تا بیش از ۵ درصد است. سوخت‌های فسیلی مایع با محتویات سولفور کم به حذف سولفور در پالایشگاه و پذیرش فرآیندهای خاص احتیاج دارند. طی دهه اخیر مجلس قانون‌گذاری ملی و اروپایی محدودیت‌های لازم برای سولفور موجود در فرآورده‌های نفتی را سخت‌گیرانه‌تر کرده‌اند. جدول ۴-۱ مقادیر محدودیت‌های نمونه را که برای سوخت‌های مایع در EU به کار می‌روند، نشان می‌دهد [۴۰].

جدول ۴-۱- مقادیر محدودیت‌های بکار رفته برای سوخت‌های مایع در EU [۴۰]

EU directive	Current sulphur content (% weight)	Fuel
1999/32/EC	< 1 % or 10000 ppm	Residual oil
1999/32/EC	< 0.1 % or 1000 ppm	Gas-oil

تغییر سوخت (به‌عنوان مثال از زغال‌سنگ‌ها و یا سوخت‌های مایع با سولفور بالا به کم، یا از زغال‌سنگ یا سوخت مایع به گاز) منجر به انتشار کمتر سولفور می‌گردد. اما ممکن است محدودیت‌های خاصی مانند قابلیت استفاده از سوخت‌هایی با سولفور کم و سازگاری سیستم‌های احتراق موجود با سوخت‌های مختلف وجود داشته باشد. در بسیاری از کشورهای اروپایی برخی تأسیسات احتراق نفت یا زغال‌سنگ توسط تأسیسات گازسوز جایگزین شده‌اند. تأسیسات دوگانه‌سوز می‌توانند تعویض سوخت را راحت‌تر کنند. همچنین تعویض سوخت اثرات مفیدی بر میزان انتشار دی‌اکسید نیتروژن و ذرات دارد.

علاوه بر این، عملیات دیگر، تصفیه سوخت و سولفور زدایی از سوخت (درصد کم یا متوسط) است که به دلایل عملیاتی و به‌طور گسترده به کار گرفته می‌شود. سولفور زدایی در نسبت‌های بالا به لحاظ فنی امکان‌پذیر می‌باشد، با این‌وجود خصوصیات نفت خام باید در نظر گرفته شود. هرچند سولفور زدایی از مواد باقیمانده برج تقطیر اتمسفریک معمولاً انجام نمی‌شود، فرآورش خام با میزان سولفور پایین برتری دارد. تکنولوژی‌های تبدیل کامل و هیدروکراکینگ توسعه یافته‌اند که در آنها سولفور بالا را با فرآورده‌های سبک ترکیب می‌کند. تعداد پالایشگاه‌های تبدیل کامل مرتباً در حال افزایش است. این‌گونه پالایشگاه‌ها ۸۰ تا ۹۰ درصد از سولفور را بازیابی کرده و همه قسمت‌های باقیمانده را به فرآورده‌های سبک یا سایر فرآورده‌های قابل‌فروش تبدیل می‌کنند. این‌گونه پالایشگاه‌ها انرژی بیشتری مصرف کرده و سرمایه بیشتری نیاز دارند. میزان سولفور فرآورده‌های پالایشگاه باید با محدودیت‌های EU که در جدول (۱-۴) ارائه شده، مطابقت داشته باشد. این تکنولوژی‌ها در تصفیه زغال‌سنگ قادر به حذف تقریباً ۵۰ درصد سولفور غیر آلی هستند (بستگی به ویژگی‌های زغال‌سنگ دارد)، درحالی‌که هیچ مقداری از سولفور آلی را کاهش نمی‌دهند. تکنولوژی‌های تأثیرگذارتری نیز توسعه یافته‌اند، اما انجام آنها به سرمایه‌های هنگفتی احتیاج دارد. بنابراین کارایی حذف سولفور از طریق تصفیه زغال‌سنگ در مقایسه با سولفور زدایی از گاز، محدود شده است. ممکن است برخی کشورها توانایی بهینه‌سازی در خصوص بهترین ترکیب از تصفیه سوخت و تصفیه گاز دودکش را داشته باشند.

زغال‌سنگ شامل سولفید آهن، سولفور آلی و نیز مقداری سولفات می‌باشد. سولفید آهن یک فرم معدنی است درحالی‌که سولفور آلی به‌طور شیمیایی در ساختار زغال‌سنگ قرار گرفته است [۵۲]. بیشتر سولفور معدنی می‌تواند از طریق فرآیندهای تمیز کردن زغال‌سنگ به شکل مکانیکی حذف گردد، اما حذف سولفور آلی نیازمند پردازش‌های شیمیایی است. مقادیر موجود در جدول (۱-۵) ارائه شده است [۵۹]:

Organic wt%	Sulfatic wt%	Pyritic wt%	Total wt. %	Coal
3.210	0.060	1.23	4.490	Illinois
1.415	0.135	5.05	6.615	Kentucky
0.600	0.120	1.48	2.200	Martinka
1.480	0.070	1.05	2.600	Westland
0.800	—	0.40	1.200	Texas lignite

فرآیندهای معمول تصفیه زغال‌سنگ شامل فرآیندهای فیزیکی و مکانیکی می‌باشد. زغال‌سنگ به قطر کمتر از ۵۰ mm شکسته شده و به بخش‌هایی با اندازه ذرات درشت، متوسط و ریز غربال می‌شود. خرد شدن به اندازه کوچک‌تر، سولفورهای غیر آلی و مواد معدنی را به شکل خاکستر آزاد می‌کند (مانند سولفید آهن و FeS_2). ماده معدنی نسبت به ذرات غنی آلی زغال‌سنگ دارای چگالی بیشتری است و می‌تواند از ذرات درشت و متوسط زغال‌سنگ به وسیله جیگ‌ها، وان‌های با تراکم متوسط، سیستم‌های سیکلونی و صفحات تغلیظ کننده جدا شود. (جدول ۱-۶) [۶۰].

جدول ۱-۶- روش‌های رایج تصفیه زغال‌سنگ [۶۰]

[

Process	Technology type
Grinders pulverize coal, which is then screened into coarse	Crushing
(>50 mm in diameter), intermediate, and fine (<0.5 mm)	
Particles. The crushing liberates the inorganic, bound mineral	
Particles from the coal. Because these mineral particles are	
denser than the organically rich coal, they can be separated	
From the coal by further processing (see next items).	
For course to intermediate particles.	Jigs (G)
For course to intermediate particles.	Dense-medium baths (G)
For course to intermediate particles.	Cyclones (G)
For fines; relies on the different surface properties of ash	Froth flotation (G)
(hydrophilic) versus coal (hydrophobic); high potential, but	
current technologies do not handle the small particles efficiency	
Note: G = gravity(density)-based separation.	

بین ۴۰ تا ۹۰ درصد از محتویات کل سولفور در زغال‌سنگ از طریق این روش‌های فیزیکی پاکسازی، قابل حذف شدن است. روش‌های فیزیکی قادر به حذف سولفورهای آلی نیستند و حذف آنها به روش‌های شیمیایی یا بیولوژیکی احتیاج دارد. کارایی

پاکسازی، به اندازه ذرات سولفید آهن و نسبت سولفور در فرم سولفید آهن بستگی دارد. بنابراین هرچه درصد سولفور آلی در زغال سنگ بیشتر باشد، درصد سولفور حذف شده به روش‌های فیزیکی کمتر خواهد شد.

ترکیب روش تصفیه فیزیکی زغال سنگ و FGD جزئی، به نیروگاه‌ها در رسیدن به استانداردهای انتشار SO_x با هزینه کمتر نسبت به استفاده از روش FGD به تنهایی کمک می‌کند.

تعدادی از روش‌های پیشرفته تصفیه جهت بهبود عملکرد و شرایط اقتصادی شکل گرفته‌اند. این تکنولوژی‌ها شامل پیش تصفیه آلی، فیزیکی، آبی پیشرفته و انباشتگی انتخابی می‌باشند [۶۰].

توانایی تصفیه قسمت‌های ریز زغال سنگ بیشتر از بخش‌های متوسط و درشت است، اما روش‌های معمول بر روی ذرات ریز به‌طور مؤثر عمل نمی‌کنند. ذرات ریز با قطر کمتر از ۰/۵ mm می‌توانند از طریق شناورسازی کفی (froth floatation) با استفاده از اختلاف سطحی بین زغال سنگ و خاکستر جدا شوند. سطح زغال سنگ آب‌گریز بوده و سطح خاکستر آب‌دوست می‌باشد. یکی از روش‌های شناوری تجاری، تکنولوژی شناوری میکروسول است.

یک روش جدید در تصفیه زغال سنگ، سولفور زدایی هیدروترمال است. تصفیه هیدروترمال، سولفور آلی (و نیز سولفور غیر آلی) را حذف کرده، ظرفیت نگهداشت آب را کاهش داده و سایر آلاینده‌های خطرناک مانند جیوه را نیز حذف می‌کند. این یک روش تصفیه بهبود یافته که خصوصاً برای زغال سنگ‌هایی با میزان سولفور آلی و جیوه بالا و یا برای زغال سنگ‌های مرتبه پایین با محتویات آب و خاکستر بالا مناسب است. به‌طور کلی این روش شامل تماس زغال سنگ با آب داغ و در برخی موارد در فشار بالا می‌باشد، کاتالیست یا واکنش‌دهنده غیر آلی نیز می‌توانند افزوده شوند.

یک نمونه از این روش، استفاده از آب فوق بحرانی به همراه یک کاتالیست است. مرکز تحقیقات محیط‌زیست و انرژی (EERC) در دانشگاه North Dakota، مرکز فلزات سمی هوا (CATM) در حال بررسی روش پیش تصفیه هیدروترمال زغال سنگ جهت حذف فلزات سنگین هستند. همچنین سولفید آهن و سولفور آلی نیز در این روش حذف می‌گردند. یکی از مزایای این روش استفاده از آب به‌منظور حذف سولفور می‌باشد که از این‌رو هیچ‌گونه نیازی به مواد شیمیایی خطرناک یا پرهزینه برای این فرآیند نیست.

۱-۱-۳-۲ فرآیندهای پس از احتراق (post-combustion)

۱-۱-۳-۱-۱ فرآیندهای FGD خشک

➤ تزریق جاذب در کانال دود

در این روش دوغاب قلیایی سدیم در بخش بالادستی سیستم جمع‌آوری ذرات (فیلترهای پارچه‌ای یا فیلتر الکترواستاتیک) ، به داخل کانال دود تزریق می‌شود. بخشی از حذف SO_2 در داخل کانال و بخش دیگر در فیلترها صورت می‌پذیرد. از عوامل مؤثر در کارایی این روش می‌توان به آماده‌سازی جاذب، نحوه تزریق جاذب (به صورت مرطوب یا خشک)، زمان اقامت جاذب در کانال و نوع سیستم جمع‌آوری ذرات اشاره نمود. میزان رطوبت دود یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در کارایی این روش می‌باشد. معمولاً تزریق دوغاب و یا اسپری آب در مسیر دود به منظور مرطوب ساختن موجب افزایش کارایی فرآیند در مقایسه با سیستم کاملاً خشک می‌شود. همچنین استفاده از فیلتر پارچه‌ای در مقایسه با فیلترهای الکترواستاتیک با توجه به زمان اقامت بیشتر دود/جاذب در این فیلترها کارایی بیشتری دارد. این فرآیند به دو صورت (۱) تزریق بیکربنات سدیم خشک و (۲) روش نیمه‌خشک پاشش دوغاب، تجاری‌سازی شده است. جاذب مورد استفاده معمولاً کربنات سدیم، بیکربنات سدیم (ناکولیت^۱) و کانی‌های معدنی حاوی سدیم می‌باشد. واکنش‌های انجام‌شده در کانال دود مشابه واکنش‌های انجام‌شده در خشک‌کن پاششی سدیم می‌باشد. مشخصات کلی سیستم تزریق سدیم در کانال دود در جدول (۱-۷) و نمودار فرآیندی این روش در شکل (۱-۱۳) ارائه شده است.

جدول ۱-۷- مشخصات کلی سیستم تزریق جاذب در کانال دود [۶۰]

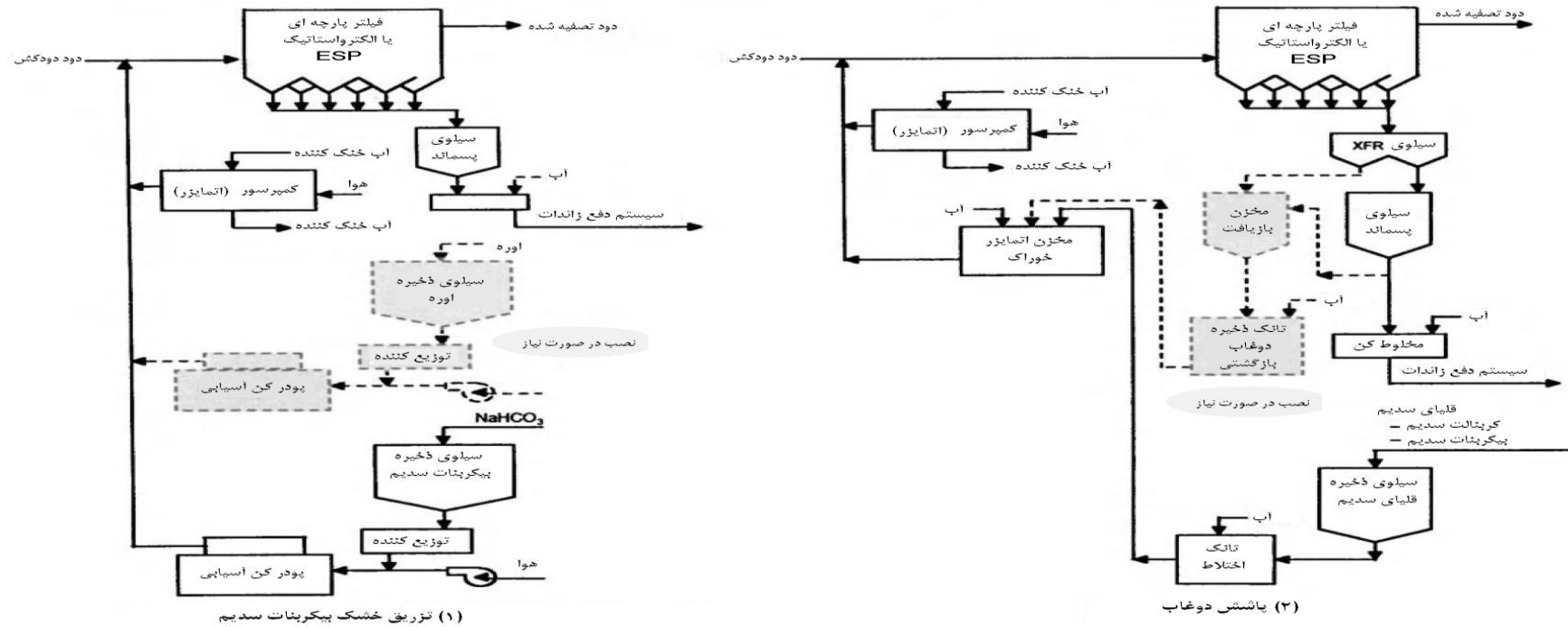
عنوان	محصول جانبی	جاذب	مشخصات
تزریق سدیم در کانال دود ^۲	ندارد	کربنات/بیکربنات سدیم (دورریز)	عمده مناطق نصب‌شده: اروپا، آمریکا محدودیت غلظتی SO_2 : ۱۲۰۰-۳۰۰ ppm راندمان: ۸۵-۲۵٪

مزایا: حذف هم‌زمان SO_2 و ریزدانه‌ها، تعمیر و نگهداری آسان و کم‌هزینه، عدم ایجاد رسوب و گرفتگی، قابلیت حذف دیگر آلاینده‌ها نظیر SO_3 و HCL، در بیشتر مواقع گاز خروجی به دودکش نیاز به گرمایش مجدد ندارد.

1 Nahcolite

2 Sodiurn-Based Duct Injection

معایب: تولید محصولات دورریز، عدم کارایی روش برای غلظت‌های بالای SO_2 ، مشکلات زیست‌محیطی ناشی از قابلیت انحلال بالای پسماندهای تولیدی.



شکل ۱-۱۳- نمودار فرآیندی تزریق سدیم در کانال دود [۶۰]

➤ پاشش مستقیم جاذب در کوره

در این روش سنگ‌آهک یا آهک پودر شده به‌طور مستقیم به داخل محفظه احتراق بویلر و در منطقه‌ای که از لحاظ دمایی برای جذب SO_2 مناسب‌ترین دما را دارا باشد (معمولاً در محدوده $1200-900^\circ C$) پاشیده می‌شود. در این فرآیند آهک (CaO) یا سنگ آهک که توسط حرارت کلسینه شده است با SO_2 واکنش داده و به $CaSO_4$ بدون آب تبدیل می‌گردد. جامدات تشکیل شده در پایین دست توسط فیلترهای پارچه‌ای یا فیلتر الکترواستاتیک جمع‌آوری می‌شوند. این روش از لحاظ بکارگیری اجزاء دارای تنوع زیادی می‌باشد که می‌توان به استفاده از سنگ‌آهک یا آهک، نصب اسپری آب در بالادست سیستم جمع‌آوری ذرات، بازیافت بخشی از جاذب مصرف‌شده به‌عنوان جریان بازگشتی، استفاده از مواد افزودنی (عمدتاً سدیم قلیایی) و یکپارچه‌سازی این روش با سیستم کنترل NO_x ، که معمولاً از طریق تزریق هم‌زمان اوره انجام می‌شود، اشاره نمود. عوامل مؤثر بر راندمان جداسازی SO_2 عبارت‌اند از غلظت SO_2 (هر چه کمتر راندمان بالاتر)، نوع آهک / سنگ آهک (وجود منیزیم در آهک / سنگ آهک فرآیند جذب را بهبود می‌دهد)، میزان رطوبت دهی دود (افزایش رطوبت دهی موجب افزایش راندمان می‌شود)، اندازه ذرات جاذب، مواد افزودنی، زمان اقامت ذرات جاذب در کانال، میزان مصرف جاذب نسبت به میزان استوکیومتری و نوع سیستم جمع‌آوری ذرات (فیلتر پارچه‌ای معمولاً مناسب‌تر است). مشخصات کلی سیستم پاشش آهک/سنگ آهک در کوره در جدول ۸-۱ و نمودار فرآیندی این روش در شکل ۱-۱۴ ارائه شده است.

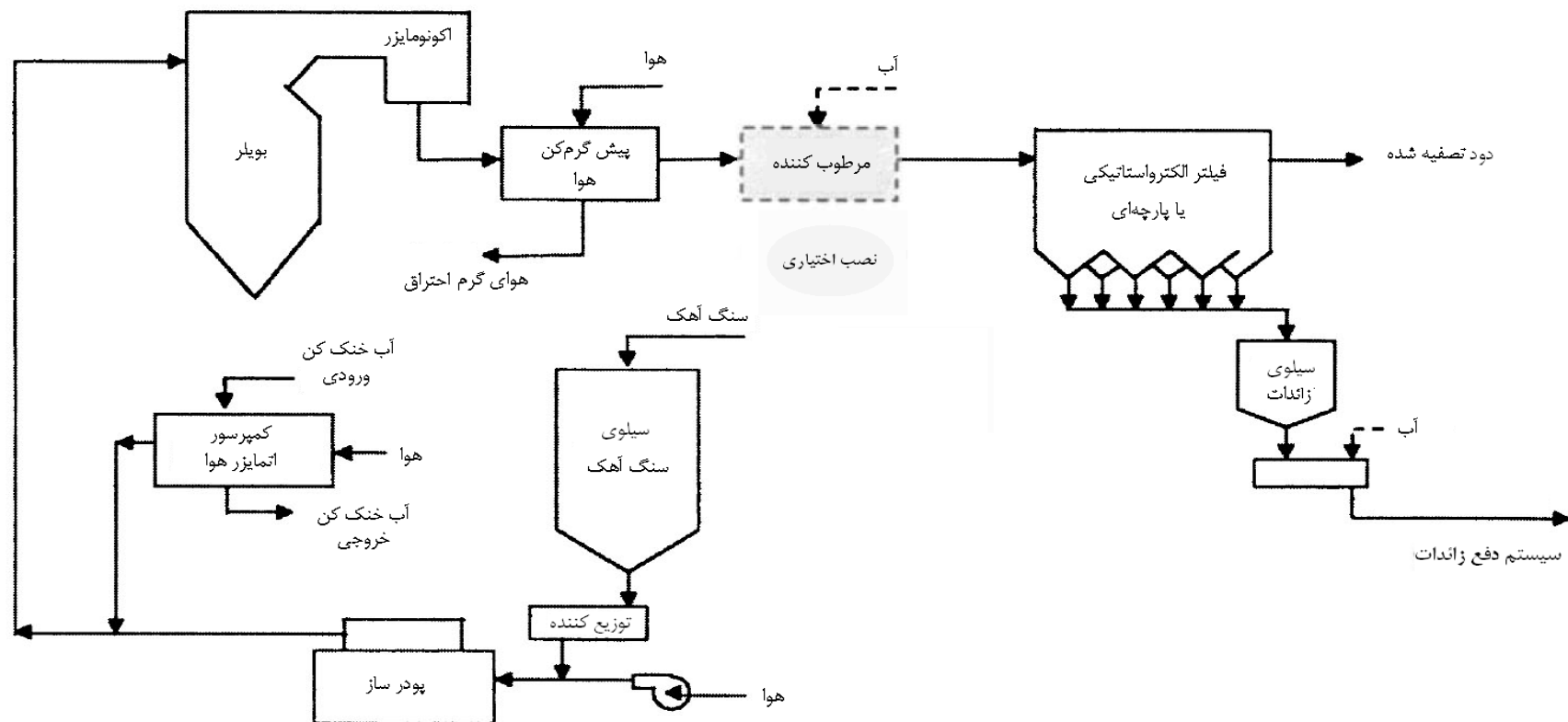
جدول ۸-۱- مشخصات کلی سیستم پاشش جاذب در کوره [۶۰]

عنوان	محصول جانبی	جاذب	مشخصات
پاشش آهک/سنگ آهک در کوره ^۱	ندارد	آهک/سنگ آهک (دورریز)	عمده مناطق نصب‌شده: اروپا، آمریکا و آسیا محدودیت غلظتی SO_2 : ۷۰۰ - ۲۵۰ ppm راندمان: ۴۵-۹۰٪

مزایا: حذف هم‌زمان SO_2 و ریزدانه‌ها و در برخی طراحی‌ها NO_x ، تعمیر و نگهداری آسان و کم‌هزینه، عدم ایجاد رسوب و گرفتگی، در بیشتر مواقع گاز خروجی به دودکش نیاز به گرمایش مجدد ندارد.

معایب: تولید محصولات دورریز، معمولاً در غلظت‌های بالای SO_2 راندمان جداسازی کمتر از ۹۰٪ می‌باشد، مصرف زیاد آهک

/ سنگ آهک.



شکل ۱-۱۴-۱- نمودار فرآیندی پاشش مستقیم جاذب در کوره [۶۰]

➤ خشک‌کن پاششی

فرآیند خشک‌کن پاششی یکی از روش‌های پرکاربرد گوگردزدایی بوده که در مناطق خشک و کم آب کاربرد گسترده‌ای دارد. این فرآیند دارای چهار عملیات آماده‌سازی جاذب، فرآیند پاشش و خشک‌کردن، جمع‌آوری ذرات خشک‌شده و دفع و خروج مواد زائد است. در این فرآیند ماده جذب به‌صورت دوغاب از طریق نازل‌های توزیع‌کننده به داخل رآکتور پاشیده شده و با گاز خروجی از دودکش تماس یافته و واکنش می‌دهد. مقدار دوغاب، اندازه ذرات و دمای گاز خروجی از رآکتور طوری تنظیم می‌گردد تا محصول ایجاد شده خشک و درنهایت توسط فیلترهای پارچه‌ای حذف گردد. جاذب ورودی معمولاً توسط راه آهن به واحد تحویل داده‌شده و در یک مکان مناسب به‌صورت پنوماتیکی منتقل و ذخیره می‌شود. جاذب معمولاً با آب مخلوط و فراوری گردیده و سپس برای جلوگیری از هرگونه وجود ذرات بزرگ الک می‌گردد.

مهم‌ترین جاذب‌های مورد استفاده در این فرآیند عبارت‌اند از: آهک و کربنات سدیم. آهک به دلیل هزینه‌های پایین‌تر، در دسترس بودن و نامحلول بودن محصول واکنش آن در آب به‌طور معمول جاذب اصلی مورد استفاده در فرآیند اسپری خشک می‌باشد. کاربرد کربنات سدیم به دلیل هزینه بالا و مشکلات دفع فاضلاب تولیدی آن محدود می‌باشد. مشکل بالقوه در تهیه جاذب، نیاز اسپری خشک‌کن‌ها به یک دوغاب با خواص ویژه‌ای نظیر دارا بودن ۳۵-۵۰ درصد مواد جامد و دانه بندی ریز ذرات به‌منظور جلوگیری از گرفتگی و سایش در فرآیند تمیز کردن دوغاب است. در جدول ۱-۹ مشخصات خشک‌کن‌های FGD تجاری‌سازی شده ارائه شده است.

جدول ۹-۱- خشک‌کن‌های پاششی FGD تجاری‌سازی شده [۶۰]

مشخصات	جاذب	محصول جانبی	عنوان
عمده مناطق نصب‌شده: ۵ قاره محدودیت غلظتی SO ₂ : ۱۰۰ - ۳۰۰۰ ppm راندمان: ۸۰-۹۳٪	آهک (دورریز)	ندارد	خشک‌کن پاششی با آهک ^۱
عمده مناطق نصب‌شده: آمریکای شمالی، اروپا، آسیا محدودیت غلظتی SO ₂ : ۱۰۰ - ۱۸۰۰ ppm راندمان: ۸۵-۹۵٪	کربنات سدیم/سود (دورریز)	ندارد	خشک‌کن پاششی با سدیم ^۲

• خشک‌کن پاششی با آهک

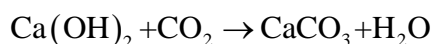
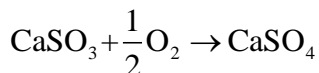
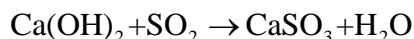
در اولین مرحله این فرآیند دود خروجی از پیش گرم از طریق کانال‌هایی به خشک‌کن پاشنده هدایت و با استفاده از پره‌های هدایت‌کننده دوار به بهترین نحو در محفظه، توزیع می‌گردد و هم‌زمان دوغاب آهک توسط نازل‌هایی به داخل خشک‌کن پاششی تزریق می‌گردد. نحوه پخش و محاسبات باید طوری انجام گیرد که محصولات خروجی واکنش، خشک باشد. از آنجا که عملیات در محیط غیر اسیدی و غیر مرطوب انجام می‌شود، جنس رآکتور خشک‌کن پاششی لزوماً نباید از فولاد ضدزنگ یا ضد اسید باشد. طراحی‌ها باید طوری باشد که درصد رطوبت محصول تولیدی کمتر از ۵ درصد باشد. بخشی از پودر خشک تولیدشده از این روش همراه دود از سیستم خارج می‌شود که توسط فیلترهای پارچه‌ای^۳ جداسازی می‌گردد. بخشی از جذب SO₂ هم‌زمان در این فیلترها توسط آهک واکنش نداده، انجام می‌شود.

واکنش‌های اصلی جذب در خشک‌کن پاششی عبارت‌اند از:

1 Lime-Based Spray Dry Absorption

2 Sodium-Based Spray Dry Absorption

3 Bag-House



(۱۱)

در این واکنش‌ها، کربنات کلسیم تولیدشده یک محصول ناخواسته می‌باشد که عملاً مصرف‌کننده آهک است. البته آزمایش‌های نشان داده است که چنانچه مقدار آهک کمتر از مقدار استوکیومتری (۰/۵ درصد) باشد کربنات تشکیل نمی‌شود. در شکل (۱-۱۵) فرآیندی خشک‌کن پاششی با آهک ارائه شده است.

مزایا: حذف هم‌زمان SO_2 و ریزدانه‌ها، تعمیر و نگهداری آسان و کم‌هزینه، قابلیت خاموشی موقت واحد توسط چرخش جریان گاز تمیز، سرعت بالای جذب SO_2 ، در بیشتر مواقع گاز خروجی به دودکش نیاز به گرمایش مجدد ندارد

معایب: تولید محصولات دورریز، محدودیت راندمان جداسازی در غلظت‌های بالای SO_2 ، مصرف زیاد آهک، عدم تطابق با سیستم‌های کاهش NO_x (SCR)

• خشک‌کن پاششی با سدیم

در این روش فرآیند جذب توسط دوغاب یا محلول سدیم انجام می‌شود. جاذب مورد استفاده معمولاً کربنات سدیم، بی‌کربنات سدیم (ناکولیت^۱) و کانی‌های معدنی حاوی سدیم می‌باشد.

جریان دود در خشک‌کن پاششی با دوغاب قلیایی سدیم مشابه خشک‌کن پاششی آهک تماس داده می‌شود. SO_2 موجود در دود پس از واکنش به صورت سولفات و سولفیت سدیم وارد فاز جامد می‌شود. بخشی از محصولات جامد تولیدی از انتهای خشک‌کن خارج شده و بخشی دیگر همراه دود از بالای خشک‌کن خارج می‌شوند. دود خروجی از خشک‌کن وارد فیلتر پارچه‌ای و یا الکتروستاتیک شده تا ذرات جامد آن جدا گردند. بخشی از جامد جمع‌آوری شده با دوغاب قلیایی سدیم تازه مخلوط و به فرآیند باز گردانیده می‌شود. مواد زائد جامد باقیمانده به انبارهای ذخیره‌سازی منتقل شده و از آنجا مستقیماً به وسیله کامیون برای دفع به بیرون از نیروگاه انتقال داده می‌شود. واکنش‌های اصلی جذب SO_2 توسط کربنات سدیم در خشک‌کن پاششی عبارت‌اند از:



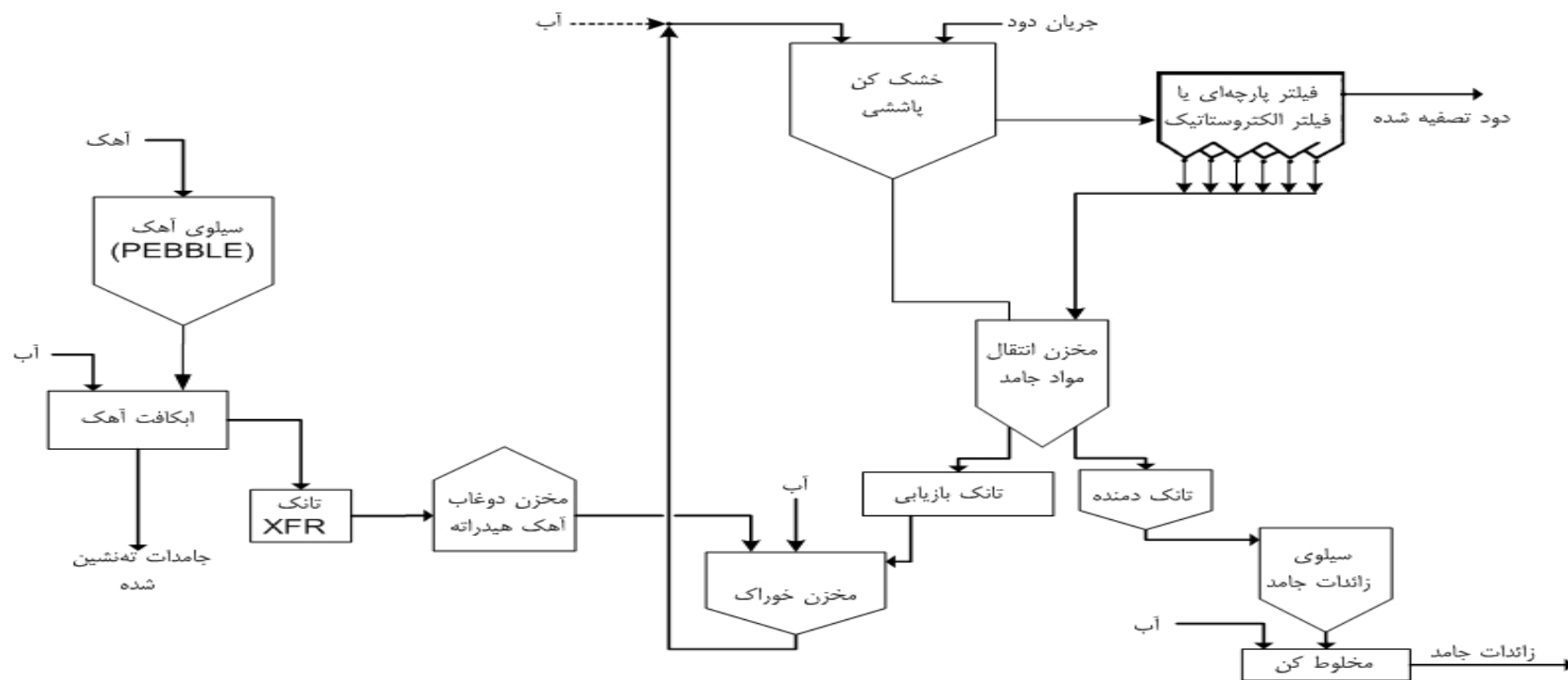
در شکل (۱-۱۶) نمودار فرآیندی خشک‌کن پاششی با کربنات سدیم ارائه شده است.

مزایا: حذف هم‌زمان SO_2 و ریزدانه‌ها، تعمیر و نگهداری آسان و کم‌هزینه، عدم ایجاد رسوب و گرفتگی، قابلیت خاموشی

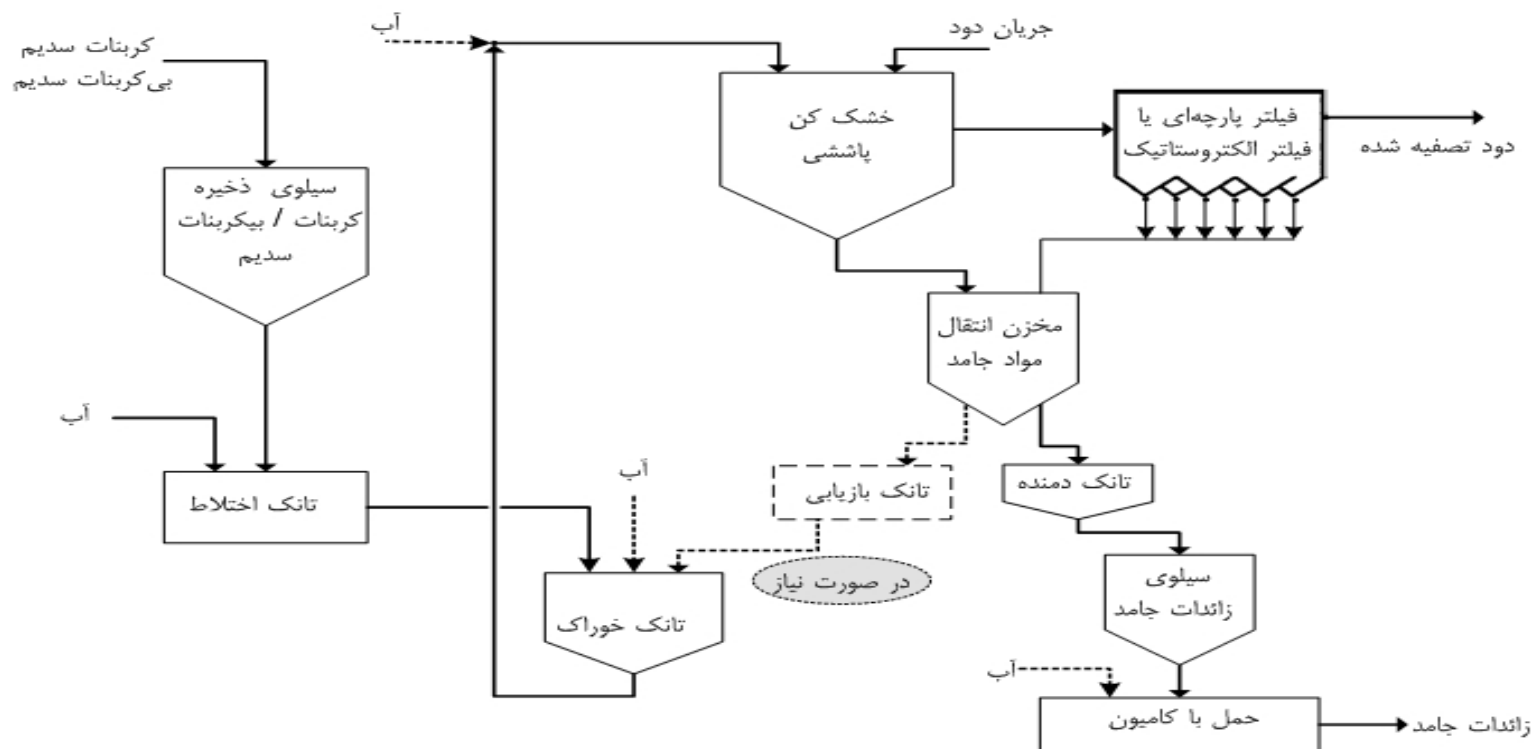
موقت، سرعت بالای جذب SO_2 ، در بیشتر مواقع گاز خروجی به دودکش نیاز به گرمایش مجدد ندارد

معایب: هزینه‌های بالاتر جاذب، تولید محصولات دورریز، مشکلات دفع پسماندهای تولیدی با توجه به محلول بودن آن‌ها،

محدودیت راندمان جداسازی در غلظت‌های بالای SO_2 ، عدم تطابق با سیستم‌های کاهش NO_x (SCR)



شکل ۱-۱۵- نمودار فرآیند خشک‌کن پاششی با آهک [۶۰]



شکل ۱-۱۶- نمودار فرآیند خشک‌کن پاششی با کربنات سدیم [۶۰]

➤ راکتور بستر سیال

در این روش، دود با عبور از یک ونتوری تا حدی مرطوب شده و در راکتور بستر سیال با جریان همسو^۱ با آهک هیدراته تماس داده می‌شود. جامد ورودی به راکتور همراه جریان دود از بالای راکتور خارج و توسط فیلتر پارچه‌ای و یا فیلتر الکترواستاتیک جمع‌آوری می‌شود. بخشی از جامد جمع‌آوری شده به صورت جریان بازگشتی با آهک تازه مخلوط و به راکتور باز گردانیده می‌شود. پسماندهای جامد به یک سیلوی ذخیره‌سازی انتقال یافته و توسط کامیون برای دفع به بیرون از نیروگاه منتقل می‌شوند. از آنجاکه آهک هیدراته به صورت خشک به سیستم تزریق می‌شود، آهک هیدراته را می‌توان به صورت سنگ‌ریزه‌های خرد شده خریداری نمود. تزریق خوراک به صورت خشک و اختلاط کامل جریان‌ها، امکان کاربری این روش را برای غلظت‌های بالاتری از SO₂ و همچنین دستیابی به راندمان بالاتر فراهم می‌آورد. واکنش‌های صورت گرفته در این فرآیند مشابه فرآیند خشک‌کن پاششی آهک می‌باشد. مشخصات کلی راکتور بستر سیال آهک در جدول ۱-۱۰ و نمودار فرآیندی آن در شکل ۱-۱۷ ارائه شده است.

جدول ۱-۱۰-۱- مشخصات کلی راکتور بستر سیال [۶۰]

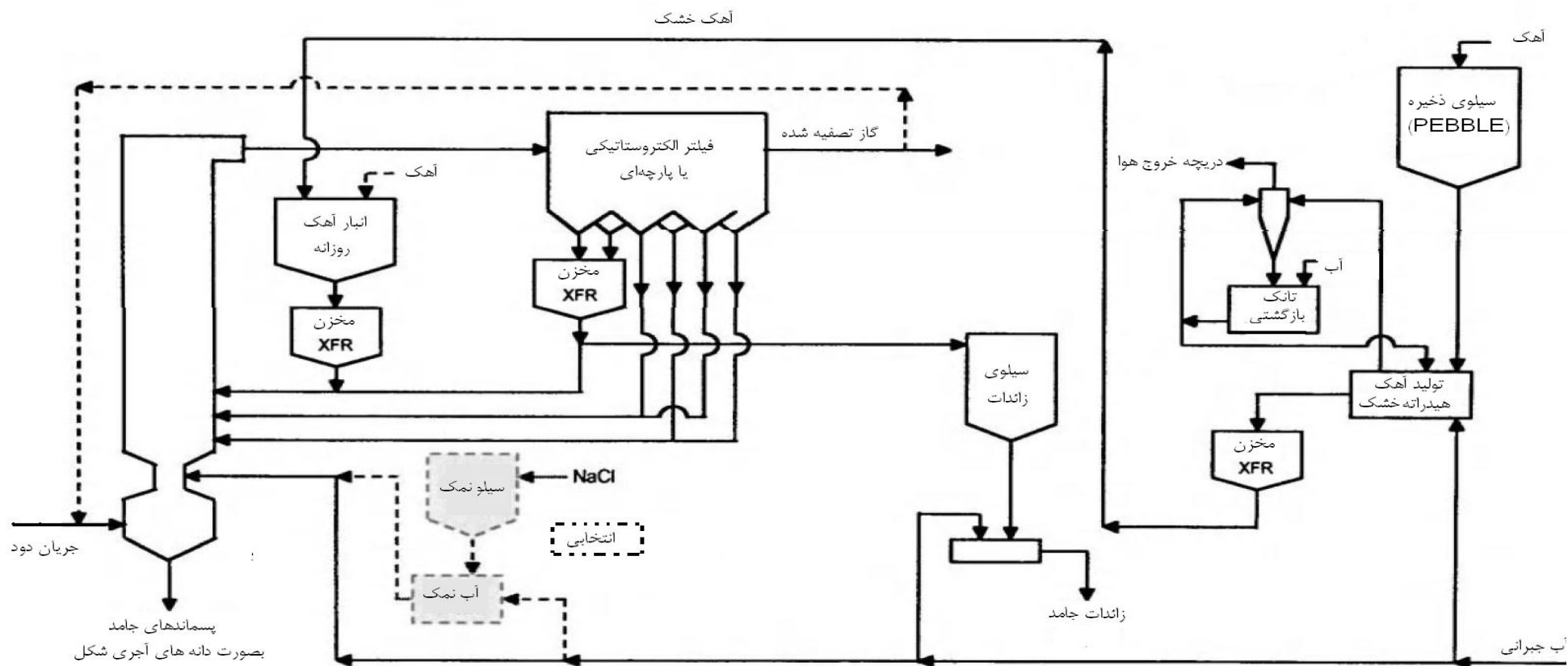
عنوان	محصول جانبی	جاذب	مشخصات
راکتور بستر سیال آهک ^۲	ندارد	آهک (دورریز)	عمده مناطق نصب‌شده: اروپا، آمریکا محدودیت غلظتی SO ₂ : ۳۸۰۰-۱۰۰ ppm راندمان حذف: ۸۵-۹۵٪

مزایا: حذف هم‌زمان SO₂ و ریزدانه‌ها، تعمیر و نگهداری آسان و کم‌هزینه، عدم ایجاد رسوب و گرفتگی، راندمان بالای جذب، امکان کارکرد در غلظت‌های بالای SO₂، قابلیت خاموشی موقت، در بیشتر مواقع گاز خروجی به دودکش نیاز به گرمایش مجدد ندارد.

¹ Up flow cocurrent fluid bed-type reactor

² Circulating Fluid Entrained Bed (Lime-Based)

معایب: پیچیدگی فرآیند، هزینه‌های بالاتر سرمایه‌گذاری، تولید محصولات دورریز، مصرف بیشتر آهک در مقایسه با خشک‌کن -
های پاششی، عدم تطابق با سیستم‌های کاهش NO_x (SCR).



شکل ۱-۱۷- نمودار رآکتور بستر سیال آهک [۶۰]

۱-۱-۳-۲ فرآیندهای SNCR

در بخش ۱-۱-۲-۲-۴ توضیح داده شده است.

۱-۱-۳-۳ فرآیندهای FGD تر

➤ استفاده از ترکیبات سدیم

اولین کاربرد تجاری سدیم به‌عنوان جاذب در فرآیند شستشوی تر مربوط به سال ۱۹۷۰ می‌شود که برای استفاده در نیروگاه‌های زغال سوز با میزان بالای گوگرد توصیه شده بود. در ادامه توسعه این روش تاکنون دو فرآیند گوگردزدایی شستشوی تر با بهره‌گیری از ترکیبات سدیم به‌صورت تجاری عرضه شده‌اند. در جدول ۱-۱۱ مشخصات کلی فرآیندهای فوق به اختصار ارائه شده است.

جدول ۱-۱۱- فرآیندهای گوگردزدایی شستشوی تر با استفاده از ترکیبات سدیم [۶۰]

مشخصات	جاذب	محصول جانبی	عنوان
عمده مناطق نصب‌شده: آمریکای شمالی، اروپا، هند و آسیای جنوب شرقی محدودیت غلظتی SO ₂ : ۱۲۰۰-۱۵۰۰۰۰۰ ppm راندمان: ۹۹/۵-۹۰٪	آهک (دورریز) کربنات سدیم/سود (بازیابی)	ندارد	شستشوی تر به روش دو قلیایی سدیم / آهک ^۱
عمده مناطق نصب‌شده: بیشتر نقاط دنیا	کربنات سدیم/سود (دورریز)	ندارد	محلول سدیم یک‌بار گذر

➤ شستشوی تر به روش دو قلیایی سدیم / آهک

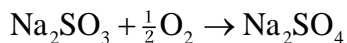
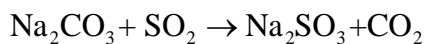
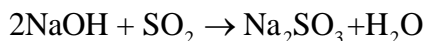
سیستم دو قلیایی از دو مرحله مجزا تشکیل شده است. در مرحله اول در اسکرابر گاز SO₂ توسط جاذب‌های قلیایی سود یا کربنات سدیم^۲ در یک مدار بسته شستشو داده شده و سولفیت سدیم (محلول) تشکیل می‌شود. سپس در مرحله دوم محلول خروجی از برج تر در مدار دوم با آهک (جاذب قلیایی ارزان) واکنش داده و سولفات و سولفیت کلسیم به‌صورت رسوب تشکیل

¹ Sodium-lime Dual Alkali

² Sodium carbonate : Na₂CO₃ , Caustic: NaOH

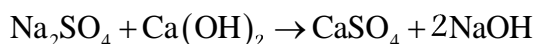
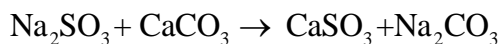
و پس از عبور از تغلیظ کننده و فیلترها به صورت رسوبات جامد دفع می گردند. در مدار دوم جاذب قلیایی گران (سود) به طور مداوم احیا و بازیابی شده و جهت مصرف در برج تر به مدار اول برگردانده می شود. شمای این فرآیند در شکل ۱-۱۸ نشان داده شده است. واکنش های جذب و بازیابی جاذب که در این فرآیند در دو مدار جداگانه انجام می شوند عبارت اند از:

مدار (۱) انجام واکنش های جذب :



(۱۳)

مدار (۲) واکنش های بازیابی جاذب سدیم با آهک:



(۱۴)

مزایا: تشکیل نشدن رسوبات جامد در برج، جلوگیری از سایش و فرسایش افشانک ها، لوله ها، پمپ ها، قطع عملیات ناشی از انسداد مجاری در اثر رسوب، بازیابی جاذب گران (سود)، راندمان بالای حذف SO_2 (بیش از ۹۰ درصد).

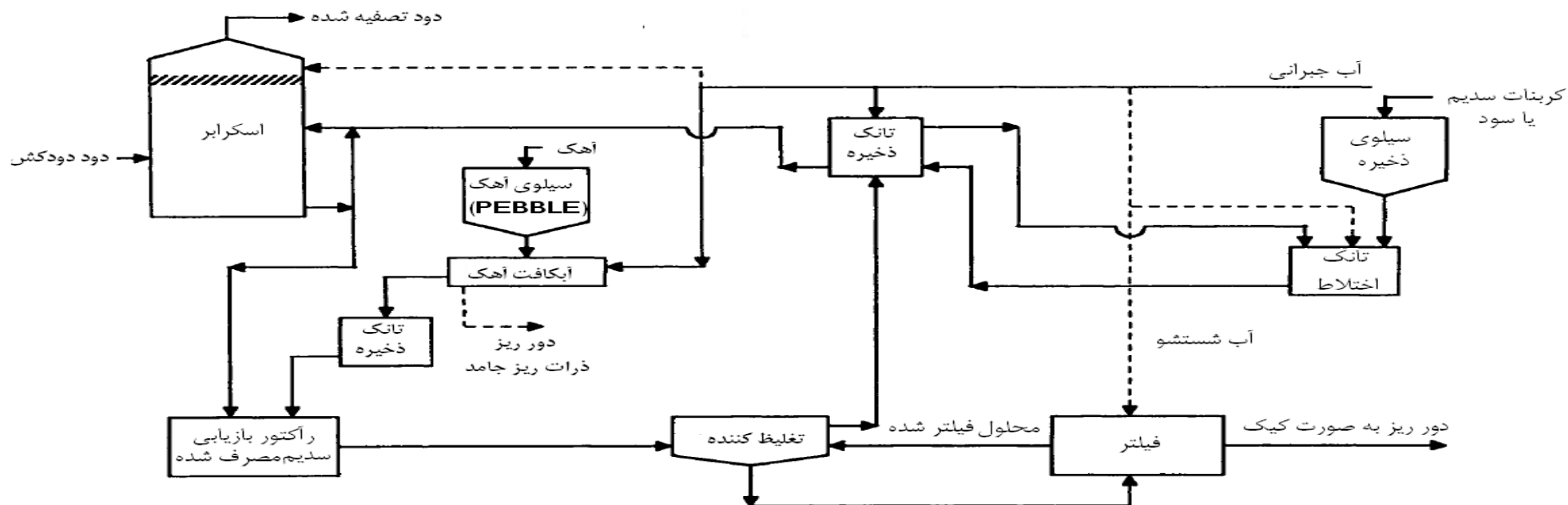
معایب: بدون مصرف بودن محصول جامد تولیدی، هزینه بالای جاذب مصرفی، هزینه های تجهیزاتی بالا، غیر اقتصادی بودن این روش در گوگردزایی در غلظت های پایین.

➤ محلول سدیم یک بار گذر

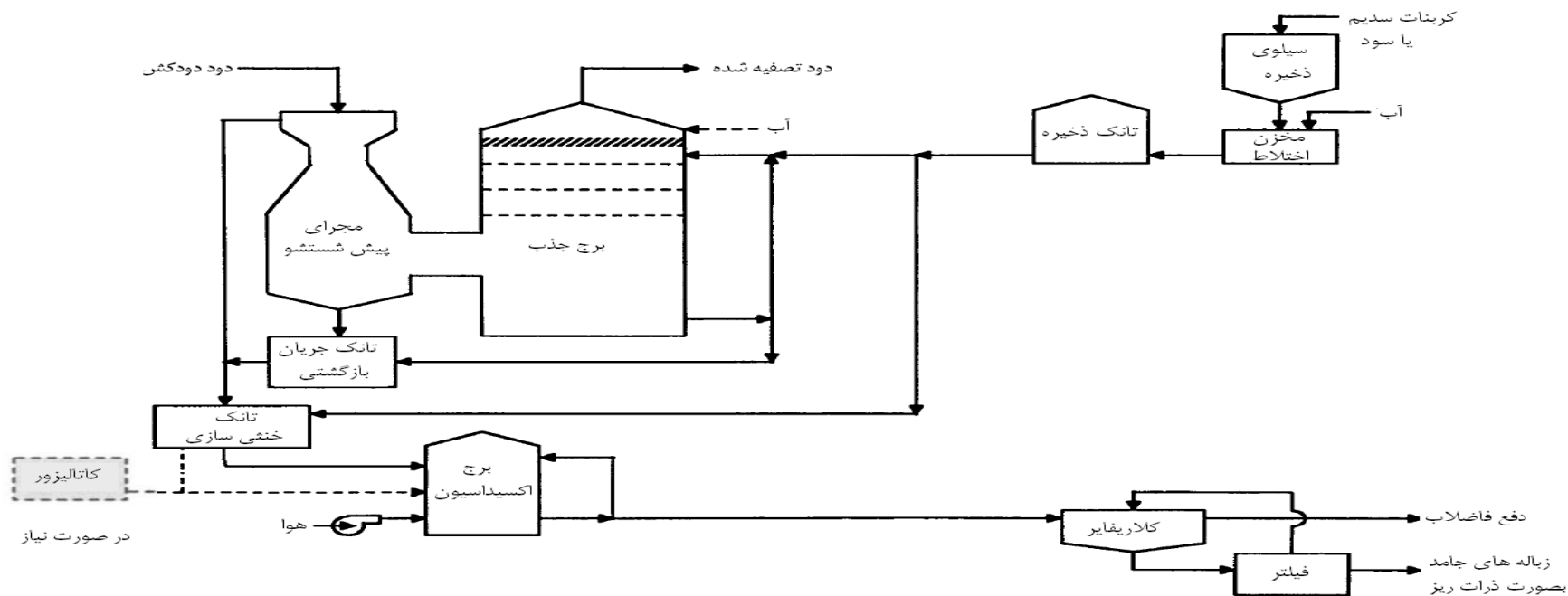
در این فرآیند که از سال های ۱۹۳۰ توسعه یافته است و یکی از ساده ترین فرآیندهای FGD به شمار می رود، با استفاده از جاذب های قلیایی سود یا کربنات سدیم گوگرد موجود در دود دودکش جداسازی شده و جاذب مصرف شده به صورت فاضلاب از فرآیند خارج می شود (شکل ۱-۱۹). در این فرآیند تمامی جاذب مورد استفاده مصرف می شود. قبل از خروج فاضلاب تولیدی معمولاً یک مرحله خنثی سازی بر روی این فاضلاب انجام می شود.

مزایا: تشکیل نشدن ماده جامد و جلوگیری از گرفتگی در برج، جلوگیری از سایش و فرسایش افشانک ها، راندمان بالای جداسازی، حساسیت کم به تغییرات دبی جریان دود و امکان جداسازی هم زمان گوگرد و ریز گرد ها.

معایب: محدودیت‌های زیست‌محیطی فاضلاب تولیدی این روش، هزینه بالای جاذب مصرفی.



شکل ۱-۱۸- شستشوی تر به روش دو قلیایی سدیم / آهک [۶۰]



شکل ۱-۱۹-۱- شستشوی تر با محلول سدیم یکبار گذر [۶۰]

➤ اسکرابر تر با استفاده از خاکستر قلیایی

در این فرآیند شستشوی آلاینده‌های گاز دودکش با استفاده از دوغاب خاکستر قلیایی بدست آمده از نیروگاه‌های زغال سوز انجام می‌شود. همچنین در برخی واحدهای نصب‌شده به‌منظور تنظیم فرآیند، جذب آهک و یا سنگ آهک نیز به دوغاب خاکستر اضافه می‌شود. محصول تولیدی در این روش به‌صورت ترکیبات فلزی سولفیت و سولفات همراه با خاکستر به‌صورت پسماند دورریز می‌شود. این روش معمولاً برای گازهای دودکش حاوی ppm ۲۰۰۰-۶۰۰ گوگرد بکار گرفته‌شده و راندمان جداسازی گوگرد آن در محدوده ۹۵-۶۰ درصد می‌باشد. طراحی این روش به‌گونه‌ای بوده که ذرات معلق موجود در دود هم‌زمان با جذب گوگرد در اسکرابر جداسازی می‌گردد. با توجه به اینکه جاذب مصرفی در این روش خاکستر نیروگاه‌های زغال سوز می‌باشد، فعلاً استفاده از این روش در ایران امکان‌پذیر نمی‌باشد.

➤ اسکرابر تر با استفاده از ترکیبات منیزیم

به‌منظور جلوگیری از رسوب‌گذاری و بالا بردن راندمان حذف SO_2 ، فرآیند شستشوی آلاینده‌های گاز دودکش با استفاده از سنگ آهک با تغییر و اصلاح محلول، بهینه می‌گردد. بدین‌صورت که سولفات منیزیم به‌عنوان محلول جاذب اضافه گشته و راندمان جذب SO_2 را به بیش از ۹۰ درصد افزایش می‌دهد و درعین‌حال ایجاد رسوبات در داخل برج تر را حذف و یا کاهش داده و علاوه بر این مصرف انرژی را به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌دهد. منیزیم مورد‌استفاده در این روش سنگ معدنی MgO ، محلول $Mg(OH)_2$ و یا آهک غنی از منیزیم می‌باشد. در جدول ۱-۱۲ فرآیندهای تجاری شده‌ای که از ترکیبات منیزیم به‌عنوان جاذب اصلی یا کمکی استفاده‌شده، ارائه‌شده است.

جدول ۱-۱۲- فرآیندهای تجاری گوگردزدایی تر با آهک، اصلاح شده با منیزیم [۶۰]

مشخصات	جاذب	محصول جانبی	عنوان
عمده مناطق نصب شده: آسیا و آمریکا محدودیت غلظتی SO ₂ : ۴۰۰۰-۱۰۰۰ ppm راندمان: ۹۵-۹۰٪	آهک (دورریز) هیدروکسید منیزیم (دورریز)	ندارد	روش بهینه شده دوغاب آهک با منیزیم ^۱
محدودیت غلظتی SO ₂ : ۲۰۰۰-۱۵۰۰ ppm راندمان: ۹۵-۸۵٪	آهک (محصول جانبی) سولفیت منیزیم (بازیابی شده)	گچ	روش دو قلیایی دوغاب منیزیم/آهک شرکت Kawasaki
عمده مناطق نصب شده: ایالات متحده آمریکا، شرق دور محدودیت غلظتی SO ₂ : تا ۲۵۰۰ ppm راندمان: ۹۰٪	سولفیت / بی سولفیت منیزیم	دورریز / سولفات منیزیم	هیدروکسید منیزیم یکبار گذر ^۲

➤ روش بهینه شده دوغاب آهک با منیزیم

در این فرآیند معمولاً از چند برج تماس دهنده پاششی استفاده می‌شود. در انتهای هر برج یک مخزن به منظور چرخش جریان محلول جاذب به داخل برج در نظر گرفته می‌شود. مخلوطی از آهک و هیدروکسید منیزیم پس از اختلاط در این تانک در نسبت L/G بالا به داخل برج تغذیه می‌گردد. وجود محلول قلیایی منیزیم موجب بهبود فرآیند جذب SO₂ می‌شود. جاذب استفاده شده به طور مداوم از اسکرابر خارج و با استفاده از فرآیندهای تیکنر و فیلتراسیون آب آن جداسازی می‌شود. در فرآیندهای تجاری معمولاً جاذب به سه روش تهیه می‌شود. در اولین روش که توسط شرکت Dravo ارائه شده است، از آهک کلسینه شده با محتوای منیزیم بالا (۷-۴ درصد) استفاده می‌شود. در روش دوم که توسط شرکت Bechtel توسعه یافته از ترکیب آهک دولومیت (محتوای منیزیم ۳-۶٪) با آهک کلسینه شده استفاده می‌شود. در روش سوم هیدروکسید منیزیم (Mg(OH)₂) به صورت محلول و یا پس از فراوری و آبکافت MgO به فرآیند اضافه می‌شود. (شکل ۱-۲۰).

مزایا: افزایش و تسهیل جذب SO₂ با توجه به استفاده از محلول قلیایی منیزیم و کاهش تشکیل رسوب‌های سولفات

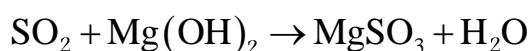
¹ Lime Slurry - Magnesium-Promoted (magnesium-enhanced lime)

² Magnesium Hydroxide Solution - Once-Through

معایب: بدون مصرف بودن محصول جامد تولیدی

➤ استفاده از محلول هیدروکسید منیزیم

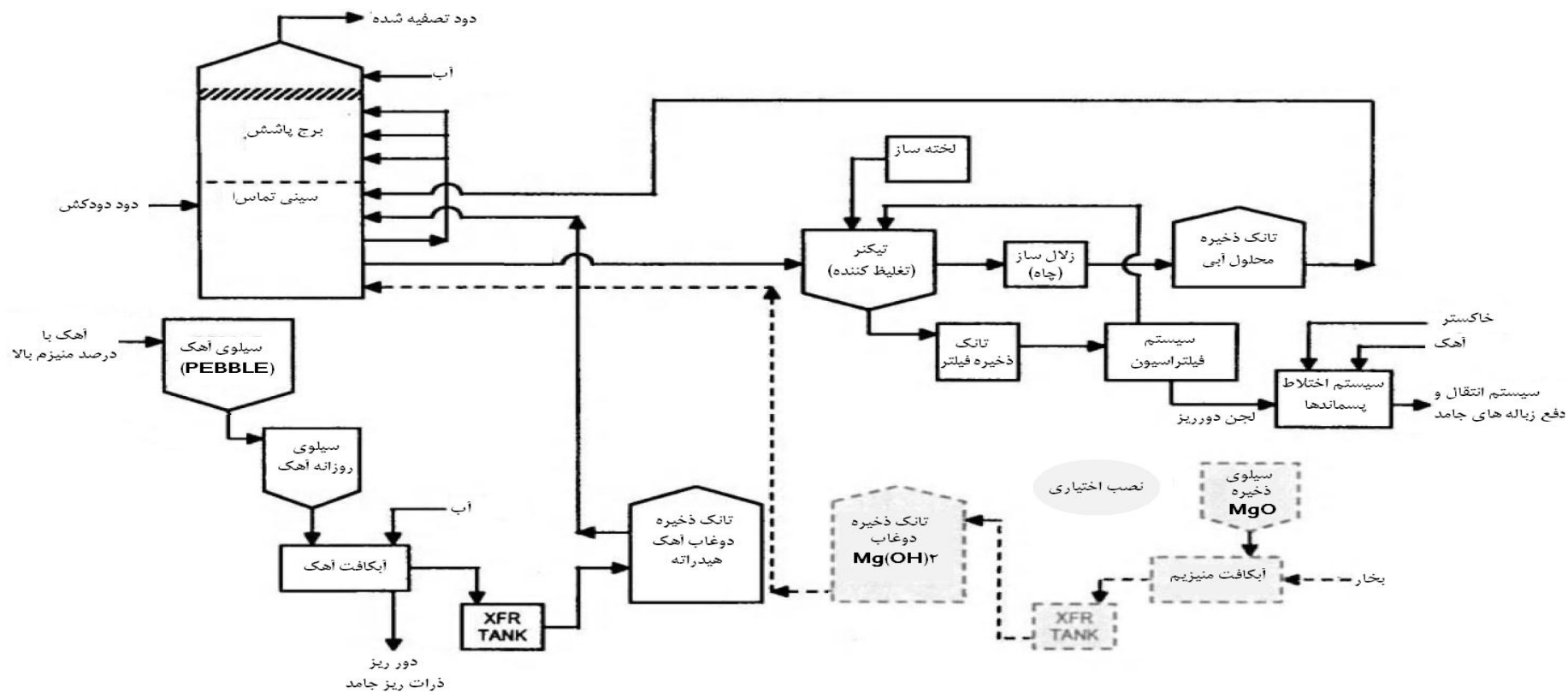
در این روش شستشوی دود با استفاده از محلول گردشی سولفیت یا سولفات منیزیم انجام می‌شود. به منظور حفظ pH محلول هیدروکسید منیزیم تازه نیز به اسکرابر تزریق می‌گردد. محلول جاذب مصرفی معمولاً به دو طریق از فرآیند خارج می‌گردد. روش اول انتقال مستقیم محلول تولیدی و استفاده از آن در کارخانه خمیر کاغذسازی می‌باشد. در روش دوم محلول به سیستم تصفیه پساب ارسال شده و طی مراحل خنثی‌سازی به کمک دوغاب هیدروکسید منیزیم و اکسیداسیون پساب تصفیه شده به بیرون از نیروگاه تخلیه می‌شود. (شکل ۱-۲۱). واکنش‌های انجام‌شده در این روش عبارت‌اند از:



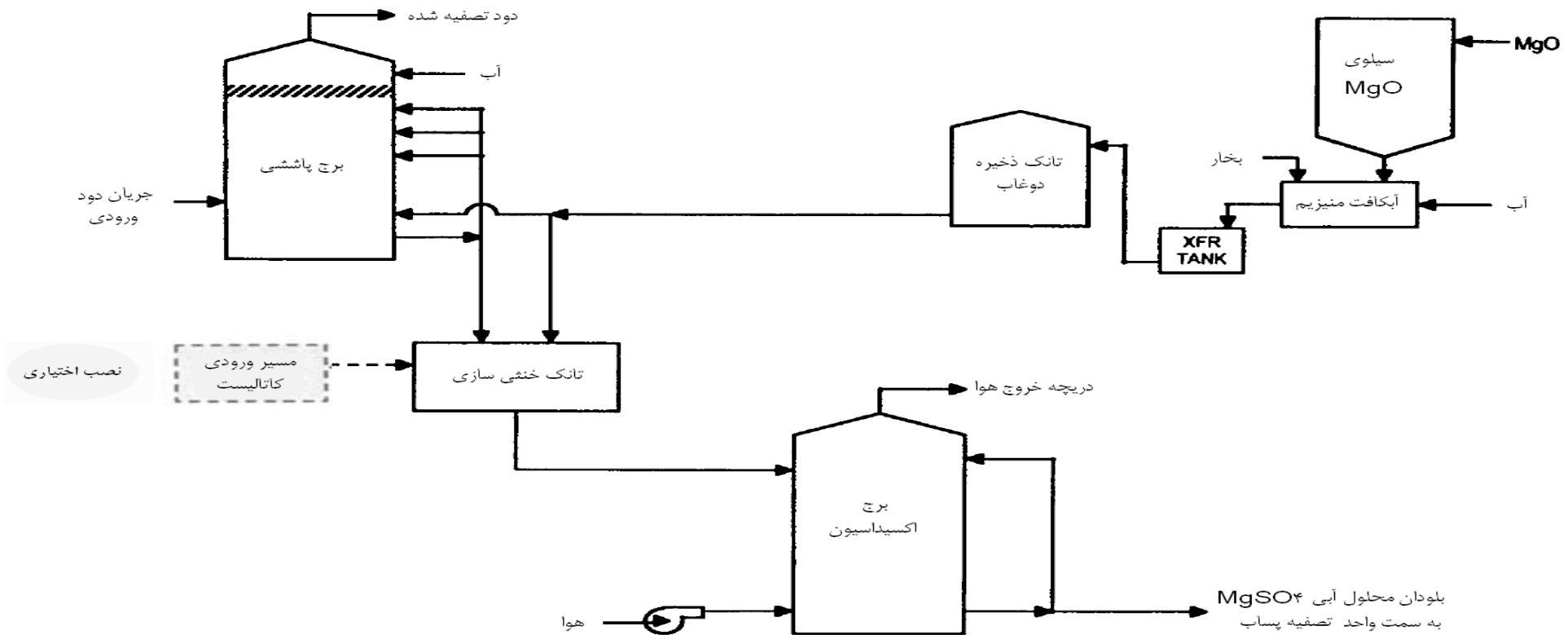
(۱۵)

مزایا: راندمان بالای جداسازی برای دامنه وسیعی از غلظت SO_2 در جریان دود، سازگاری با نوسانات غلظتی SO_2 در دود ورودی، سادگی فرآیند، جداسازی هم‌زمان SO_2 و ریزدانه‌ها

معایب: تولید پساب با محدودیت‌های زیست‌محیطی، هزینه بالای جاذب



شکل ۱-۲۰- روش بهینه شده دوغاب آهک با منیزیم [۶۰]

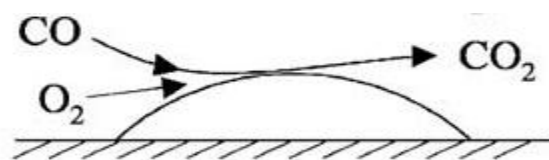


شکل ۱-۲۱- نمودار فرآیند محلول هیدروکسید منیزیم یک بار گذر [۶۰]

۱-۱-۴ فناوری‌های کاهش CO

۱-۴-۱-۱ احتراق کاتالیستی

اکسیداسیون کاتالیستی از روش‌های رایج و اقتصادی اکسیداسیون است. در بین کاتالیست های CO ، پالادیوم به علت بازدهی بالا ، صرفه اقتصادی مناسب و روش‌های سنتز نسبتاً ساده بسیار موردتوجه قرار گرفته است. مطالعات نشان داده است که کاتالیست های دارای فاز فعال Pd می‌توانند به صورت مؤثر در کنار کاتالیست های با فاز فعال Ir, Ru, Rh, Au, Pt عمل کنند که این امر موجب استفاده روزافزون این دسته از کاتالیست ها در فرآیند اکسیداسیون CO در دمای پایین می‌شود. برخی فلزات مانند پلاتینیوم ، رودیوم و پالادیوم به عنوان کاتالیست در تبدیل گازهای خطرناک به گازهای با خطر کمتر نقش اساسی را ایفا می‌کنند. پالادیوم کاتالیستی بسیار فعال است که در بسیاری از واکنش‌ها مورد استفاده قرار گرفته است ، همچنین کاتالیست های پالادیمی به عنوان ترکیبی ضروری در تبدیل‌کننده‌های کاتالیستی در دودکش‌ها جهت تبدیل CO مورد استفاده قرار می‌گیرند. شکل ۱-۲۲ بیانگر نحوه انجام این واکنش با استفاده از کاتالیست است.



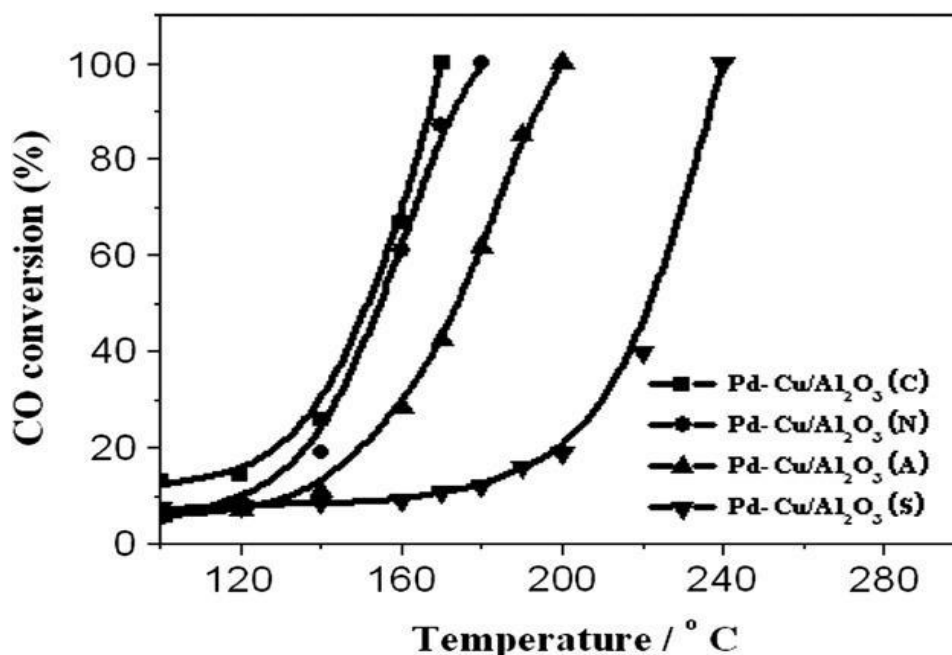
شکل ۱-۲۲- شمای نحوه انجام فرایند اکسیداسیون CO در سطح کاتالیست [۵۲]

با توجه به دمای نسبتاً پایین در دودکش‌ها استفاده از کاتالیستی که بتواند تبدیل را در دمای پایین انجام دهد و انتخابی نیز باشد ، بسیار اهمیت دارد. در این میان کاتالیست های پالادیم به علت توانایی مناسب تبدیل در دمای نسبتاً پایین و انتخاب پذیری مناسب ، بسیار موردتوجه هستند.

به‌طور کلی کاتالیست های سنتز شده در فرایند اکسیداسیون CO را می‌توان به دو دسته کاتالیست های کلاسیک و نوین تقسیم کرد. در کاتالیست های کلاسیک از فلزات نجیب مانند پلاتین ، طلا ، روبیدیم و ایریدیوم استفاده شده است. در کاتالیست های جدیدتر ترکیبی از این فلزات بر روی انواع مختلف زئولیت ها یا آلومینا لایه نشانی می‌شوند که باعث بهبود خواص کاتالیستی خواهد شد.

دارا بودن سطح زیاد ، توانایی تبادل یونی مناسب ، پایداری ذرات و اقتصادی بودن از مزایای کاتالیست های پالادیم می‌باشد.

فعالیت کاتالیست های Pd-Cu/Al₂O₃ در دماهای مختلف در شکل ۱-۲۳ نشان داده شده است. نمک‌های مختلف مس شامل Cu(CH₃COO)₂، CuSO₄، CuCl₂، Cu(NO₃)₂ با A,S,C,N نشان داده شده‌اند.



شکل ۱-۲۳- میزان تبدیل CO بر حسب دما برای کاتالیست Pd-Cu/Al₂O₃ [۵۲]

نتایج نشان می‌دهد که استفاده از نمک‌های مختلف می‌تواند در ویژگی‌هایی مانند پخش‌شدگی فلز و اندازه ذرات و نیروهای بین مولکولی Pd-Cu مؤثر باشد.

روش‌های سنتز کاتالیست‌های فرایند اکسیداسیون CO را می‌توان به روش‌های زیر دسته‌بندی کرد:

روش تلقیح: روشی ساده برای تهیه کاتالیست است که در آن حفره‌های موجود در بستر (ترکیبات متخلخلی مانند آلومینا، انواع مختلف کربن، سیلیکا ژل، ...) با محلولی از نمک فلز که در آن حلال تبخیر شده است، پر می‌شود. یکی از اصلی‌ترین کاربردهای این روش در سنتز کاتالیست‌هایی است که در آن فاز فعال فلزات نجیب هستند. از مزایای این روش می‌توان به سریع بودن، ساده بودن و اقتصادی بودن آن اشاره کرد.

روش رسوبی: این روش شامل رسوب یون‌های فلزی با یون‌های بستر است که منجر به تولید مخلوطی از کاتالیست و بستر می‌شود. نمونه‌ای از این روش رسوب یون‌های آهن با یون‌های آلومینیوم است که منجر به تولید آلومینا ژل رسوب شده‌ای می‌شود که شامل هیدروکسید فلزی است. پخش‌شدگی فاز فعال در کاتالیست‌های سنتز شده در این روش بیشتر از روش تلقیح است.

۱-۱-۴-۲ هوای اضافه بهینه

تصور رایج در صنعت درباره افزودن مقدار هوای اضافه ورودی به کوره‌ها و محفظه‌های احتراقی گاز طبیعی این است که هرچقدر میزان درصد هوای اضافه ورودی افزایش یابد، احتراق بهتر خواهد بود و به اصطلاح سوخت خوب می‌سوزد و CO کمتری تولید می‌شود. هوای اضافه در هر نسبتی مطلوب نیست و یک نسبت بهینه دارد که فراتر از آن تنها باعث هزینه بیشتر است. افزودن بیش از مقدار بهینه هوای اضافه به محفظه‌ها و کوره‌های احتراقی تنها باعث افزایش مصرف میزان سوخت گاز طبیعی و تولید بیشتر گاز مخرب NO و در نتیجه افزایش احتمال تولید گازهای مخرب NOx می‌شود و تأثیری در کاهش میزان تولید گاز CO ندارد. به عبارت دیگر می‌توان گفت با افزودن بیشتر از مقدار هوای اضافه تولید گاز CO تقریباً ثابت می‌ماند و تنها بر مصرف مقدار سوخت گاز طبیعی و همچنین تولید گازهای مخرب NOx اضافه می‌شود که مشکلات خاص خودش را دارد. بنابراین با افزایش درصد هوای اضافه به بیش از مقدار بهینه، سه اتفاق قابل توجه در سیستم رخ می‌دهد:

(۱) افزایش مقدار سوخت مصرفی

(۲) کاهش تولید CO و در نتیجه افزایش تولید CO₂

(۳) افزایش تولید NO

با اضافه شدن هوای بیشتر (اکسیژن بیشتر) به سیستم، طبیعی است که احتراق کامل بهتر و راحت‌تر صورت می‌گیرد و در نتیجه تولید CO کاهش و تولید CO₂ افزایش می‌یابد. با این کار در واقع از نرخ تولید گاز مخرب CO کاسته می‌شود ولی CO و CO₂ با مساعد بودن شرایط می‌توانند باعث وارونگی هوا در شهرهای آلوده شوند. بنابراین با افزودن هوای اضافه اساساً کمکی به حل این پدیده نمی‌شود و شاید در واقع به نفع این پدیده هم کار می‌شود زیرا وزن مولکولی CO از CO₂ کمتر است و با افزودن هوای اضافه از نرخ تولید CO کاسته و به نرخ تولید CO₂ که سنگین‌تر است افزوده می‌شود. با اضافه شدن هوای

بیشتر به سیستم، مقدار N_2 بیشتری در محیط واکنش حضور دارد و بنابراین امکان تشکیل گازهای مخرب و زیان‌آور NO_x بالا می‌رود.

هر چه قدر میزان اکسیژن در هوای ورودی بیشتر باشد (میزان N_2 کمتر باشد) نتایج نامطلوب افزودن هوای اضافه کاهش می‌یابد. امکان تشکیل گازهای مخرب و زیان‌آور NO_x و مقدار سوخت مصرفی با کاهش N_2 در محیط واکنش کاهش قابل توجهی می‌یابد. در نتیجه پیشنهاد می‌شود که با روش به‌صرفه، هوای ورودی به کوره غنی شود (از میزان N_2 کاسته و بر O_2 افزوده می‌شود).

۱-۱-۵ فناوری‌های کاهش PM

اصول حاکم بر روش‌های کاهش PM موجود در گاز دودکش به شرح زیر می‌باشند:

- نیروی اینرسی ذرات
- جذب
- شارژ الکترواستاتیک ذرات و امکان استفاده از میدان الکتریکی
- شستشو

هر یک از روش‌های زیر بر اساس اندازه ذرات دارای فواید و معایبی می‌باشد. از آنجاکه (BC: Black Carbon) ناشی از سوخت ناقص با قطر کمتر از یک میکرومتر همراه با ذرات وجود دارد، تنها روش‌های کاهش که قادر به حذف ذرات ریز هستند، تأثیر به‌سزایی بر انتشار BC خواهند داشت [۴۰].

۱-۱-۵-۱ رسوب‌دهنده الکترواستاتیک (ESP)

اساس کار ESP بر باردار کردن الکترواستاتیکی ذرات موجود در گاز دودکش به هنگام عبور از منطقه دارای یون‌های گازی ایجاد شده توسط الکترودها در ولتاژ بالا (حدود ۲۰ تا ۱۰۰ Kv) می‌باشد. سپس ذرات باردار شده به طرف یک میدان الکتریکی هدایت شده و در دیوارهای جمع‌آوری‌کننده ته‌نشین می‌شوند. از آنجایی که ذرات بزرگ‌تر نسبت به ذرات کوچک‌تر یون‌های بیشتری را جذب می‌کنند، بازده حذف ESP برای ذرات بزرگ‌تر مقدار بیشتری می‌باشد. ESP های جدید در صورتیکه ابعاد دقیق داشته و در شرایط بهینه بهره‌برداری قرار داشته باشند، در محدود ۰/۱ تا ۱۰۰ میکرومتر می‌توانند به راندمان ۹۹ تا حدود

۹۹/۹۹ درصد برسند و انواع قدیمی آن ۹۰ تا ۹۹/۹ درصد کارایی دارند [۳۶۲و۶۱]. حداقل اندازه ذرات حذف شده توسط ESP کمتر از ۱ میکرومتر است. قابلیت حذف برای ذراتی با قطر ۰/۱ تا ۱ میکرومتر کمترین مقدار می‌باشد. میزان کارایی به اندازه ESP (ناحیه جمع‌آوری) و نیز مقاومت غبار، دما، ترکیبات شیمیایی غبار و گاز و توزیع اندازه ذرات بستگی دارد. هدایت الکتریکی غبار یکی از مهمترین خصوصیات برای عملکرد ESP می‌باشد. در شرایط مناسب و پایدار احتراق، اصولاً ذرات از ترکیبات غیر آلی مانند نمک ساخته شده‌اند که رسانایی مطلوب را فراهم کرده و از طریق ESP حذف می‌گردند. دوده و BC رسانایی بالایی ایجاد کرده و در نتیجه قابلیت ته‌نشینی را افزایش می‌دهند اما بازگشت مجدد ذرات متراکم را مشکل می‌سازند. ترکیبات آلی تراکم پذیر (COC: Condensable organic compounds) ناشی از سوخت چوب (که در دمای پایین و در اثر تجزیه حرارتی چوب با ترکیبات مشخص وابسته به زمان ماند، نرخ گرمایش، دما و سایر پارامترهای عملیاتی و در دمای متوسط و فقدان اکسیژن موضعی شکل گرفته‌اند) رسانایی کمی نشان داده و از این جهت باعث بازگشت میدان‌های یونیزه کننده که عملکرد ESP را محدود می‌سازند، می‌شود [۶۴].

غبار درون جمع‌آوری کننده‌ها می‌تواند به صورت خشک یا تر با پاشش عموماً آب حذف گردد (ESP خشک یا تر). ESP های خشک رایج‌تر هستند، زیرا جابجایی غبار خشک جمع شده آسان‌تر از دوغاب است که به تصفیه نیاز دارد. ESP های خشک به مصالح غیر خورنده احتیاج دارند. اگرچه حذف ذرات با مقاومت نسبتاً زیاد یا کم در ESP های خشک مشکل است، اما ESP های تر می‌توانند ذراتی با مقاومت بالا و نیز ذرات چسبنده، مه یا غبار قابل احتراق را جمع‌آوری کنند. همچنین ESP های تر برای ذرات کوچک‌تر کارایی بیشتری نشان می‌دهند. تزریق جامدات، مایعات و یا گازهای آماده کننده در آب‌های به خصوص و SO₃ می‌تواند بازده حذف را افزایش دهد. فواید استفاده از ESP ها عبارت‌اند از: افت فشار بسیار کم، کارایی حذف بسیار خوب (اما برای ذرات ریز کمتر است)، هزینه‌های بهره‌برداری کم و نیز قابلیت کاربرد گسترده (ذرات چسبنده، با حرارت بالا، مقاومت زیاد (ESP تر)، مه، اسیدها، آمونیاک، گازهای منفجر شونده (ESP خشک)). معایب آنها شامل: سرمایه‌گذاری زیاد، فضای مورد نیاز زیاد، تشکیل ازن به علت ولتاژ بالا، احتیاج به افراد ماهر برای کار با ولتاژ بالا و کاربرد محدود در شرایط متغیر گاز دودکش (نرخ جریان، دما، بار غبار، ترکیب غبار) و لزوم پس تصفیه دوغاب (ESP تر) می‌باشند.

برای تأسیسات احتراق ، ESP ها می‌توانند انتشار کم غبار و BC را در شرایط پایدار و مناسب احتراق تضمین کنند. از طرف مقابل در طول شرایط ناپایدار و گذرا ، انتشار ذرات (شامل PM10, PM 2.5, black carbon) افزایش می‌یابد. علت این امر تنها افزایش غلظت گاز خام نیست ، بلکه ناشی از کاهش بازده رسوب‌گذاری نیز می‌باشد.

به‌منظور دستیابی به راندمان بالای حذف غبار و BC از طریق ESP ، توصیه‌های زیر برای احتراق بیومس ارائه می‌شود [۶۴]:

- طراحی بهینه و یکپارچگی سیستم احتراق و سوخت جهت فراهم ساختن عملکرد پایدار
- کنترل یکپارچه فرآیند ESP با اطلاعات به‌خصوص مانند شاخص خصوصیات ذرات ، دمای گاز دودکش ، نرخ هوای اضافه ، دمای احتراق ، محتویات آب سوخت. این مسئله دامنه تغییرات شرایط مؤثر ESP را افزایش می‌دهد.
- اندازه‌هایی که از بازگشت مجدد جلوگیری می‌کنند : محدودیت سرعت گاز به کمتر از ۱/۵ m/s ، بهینه‌سازی شکل صفحات جمع‌آوری کننده ، فواصل زمانی غبارگیری کوتاه‌تر در طول رژیم‌های بازگشت مجدد.
- کارایی کمتر ESP ها در ذرات زیر میکرومتر می‌تواند با استفاده از ترکیب یک ESP و یک FF یا استفاده از یک متراکم کننده اصلاح شود [۶۵].

۱-۱-۵-۲ فیلترهای پارچه‌ای (FF)

در یک FF گازهای دودکش از میان یک پارچه نفوذپذیر عبور کرده که در آنجا ذرات بزرگ‌تر الک یا جذب سطحی می‌شوند. قالب فیلتر که از ذرات جمع شده تشکیل شده است ، ذرات بیشتری را نیز می‌تواند انباشته و نگهداری کند. هنگامی که افت فشار با ضخامت قالب فیلتر افزایش یابد ، فیلتر پارچه‌ای باید تمیز شود. سه مکانیسم پاکسازی به کار می‌رود: پالس جت فیلتر که فیلترها به وسیله پالس فشار هوا از طرف دیگر شسته می‌شوند ، مکانیسم لرزاننده و جریان گاز معکوس. امروزه پالس جت فیلترها رایج‌تر هستند ، زیرا به فضای کمتری احتیاج دارند ، ارزان‌تر هستند و برای بارهای غبار بالا قابل استفاده‌اند و افت فشار ثابتی را ایجاد می‌کنند. بازده حذف ۹۹ تا ۹۹/۹۹ درصد برای تأسیسات جدید و ۹۵ تا ۹۹/۹ درصد برای تأسیسات قدیمی‌تر می‌باشد که به سرعت فیلتراسیون ، مشخصات ذرات و پارچه‌ها و مکانیسم پاکسازی بکار رفته بستگی دارد [۶۶]. FF توانایی ویژه ای در حذف غبارات ریز و فوق‌ریز داشته و در نتیجه برای حذف BC بسیار مؤثر است. تهویه گاز دودکش با استفاده از سولفور ، آمونیاک و SO₃ به‌منظور دستیابی به نرخ‌های بالاتر حذف ، کاهش افت فشار و کاهش بازگشت مجدد ذرات به کار می‌رود [۱]. دمای گاز دودکش به جنس مواد فیلتر مورد استفاده و نقطه شبنم گاز دودکش بستگی دارد و عموماً در محدوده بین

۱۸۰-۱۲۰ درجه سانتی‌گراد تغییر می‌کند. فواید استفاده از FF شامل میزان انتشار بسیار پایین حتی کمتر از ذرات فوق‌ریز (بسته به نوع پارچه) و مستقل بودن از بار غبار، نرخ جریان و نوع غبار (به جز COC به دلیل خصوصیات چسبندگی)، بهره‌برداری آسان و به‌طور کلی عدم مشکلات ناشی از خوردگی می‌باشد. معایب این روش هزینه‌های نسبتاً بالای نگهداری و بهره‌برداری ناشی از تعویض کیسه‌های فیلتر (عمر آنها به دما و غبار بستگی دارد) و افت فشار و محدودیت‌های جزئی کاربردی در محیط‌های مرطوب و ذرات نمودار، با حرارت و چسبنده و نیز اسیدها و آمونیاک و گازهای منفجره می‌باشد [۶۷] و [۶۸].

۱-۱-۵-۳ اسکرابر تر

تزریق آب به بخار گاز دودکش باعث تشکیل قطرات ریز آب شده که همراه با غبار تولید دوغاب می‌کنند. اصولاً از اسکرابر ها برای حذف SOx استفاده می‌کنند اما غبار را نیز کاهش می‌دهند. راندمان حذف برای برج‌های پاششی به‌علاوه اسکرابر های دینامیکی تا ۸۰ درصد و برای اسکرابر های ونتوری تا ۹۹ درصد است [66]. حداقل اندازه ذرات حذف شده توسط برج‌های پاششی ۱۰ میکرومتر، توسط اسکرابر های دینامیکی ۲/۵ میکرومتر و توسط اسکرابر های ونتوری ۰/۵ میکرومتر می‌باشد. مزایای استفاده از اسکرابر های تر شامل حذف همزمان SOx و غبار (و حتی سایر آلاینده‌ها مانند HCL و HF)، نگهداری کم، بازده حذف نسبتاً بالا (در برخی اسکرابر های ونتوری به‌خصوص)، محدودیت‌های کاربردی کم (نوسانات نرخ جریان، گازهای خورنده و مرطوب، گرم یا سرد، غبارها غیر بحرانی‌اند) و خطرات کم انفجاری از غبار می‌باشند. از معایب این روش تولید زائادات (دوغاب)، هزینه‌های نگهداری بالا به دلیل افت فشار زیاد، مشکلات خوردگی و بازده حذف نسبتاً پایین برای ذرات ریز مانند ذرات همراه با BC می‌باشند.

۱-۱-۵-۴ سیکلون

در سیکلون ها نیروی اینرسی ذرات در حذف گرد و غبارات به کار می‌رود. گاز دودکش در سیکلون معمولاً به‌واسطه یک اتاقک مخروطی شکل با حرکت دایره‌ای به‌جاییکه ذرات با نیروی اینرسی به دیواره سیکلون چسبیده و جمع شده‌اند، فرستاده می‌شود. میزان اجتماع ذرات شدیداً به اندازه ذرات وابسته بوده و با بار آلودگی افزایش می‌یابد. برای سیکلون های معمول تکی این مقادیر به‌صورت ۷۰-۹۰ درصد برای TSP، ۳۰-۹۰ درصد برای PM10 و ۰-۴۰ درصد برای PM2.5 تعیین شده‌اند [۶۹]. حداقل اندازه ذرات حذف شده توسط سیکلون ها برابر با ۲۵-۵ میکرومتر و در سیکلون های چندگانه ۵ میکرومتر است [۶۶]. از این رو سیکلون های معمولی به‌عنوان پیش پاک‌کننده‌ها (pre-cleaners) تلقی می‌گردند. سیکلون های معمولی

به تنهایی برای تأسیسات صنعتی BAT نیستند اما می‌توانند گزینه مناسبی در کاهش انتشار گرد و غبار از تأسیسات احتراق کوچک از جمله بخش‌های خانگی یا تجاری باشند. سیکلون‌های با راندمان بالا و توانایی حذف ۶۰-۹۵ درصد PM_{10} و ۷۰-۲۰ درصد $PM_{2.5}$ ایجاد شده‌اند، ولی با وجود افت فشار بالا منجر به مصرف زیاد انرژی و در نتیجه هزینه‌های بهره‌برداری می‌شود [۴۰]. دستیابی به کارایی حذف بالاتر در سیکلون‌ها یک مشکل اساسی در ایجاد افت فشار می‌باشد. سیکلون‌هایی با عملکرد بالا با هدف حذف قسمت‌های بزرگ‌تر غبار در افت فشار پایین طراحی شده‌اند. در سیکلون‌های چندگانه تعداد زیادی سیکلون کوچک جهت دستیابی به راندمان حذف مشابه یا بیشتر از سیکلون‌های خوب بازده به صورت موازی عمل می‌کنند [۶۹]. استفاده از سیکلون‌ها به‌عنوان تمیز کننده اولیه (pre-cleaner) به منظور حذف اجزای ساینده می‌تواند باعث افزایش عمر سایر تجهیزات کاهنده آلودگی شود. همچنین سیکلون‌ها در بازیافت تولیدات قابل بازگردانی ناشی از گاز دودکش مانند صنایع فلزات آهنی و غیر آهنی استفاده می‌شوند. مزایای استفاده از سیکلون‌ها عبارت‌اند از: سرمایه‌گذاری اندک، هزینه نگهداری و بهره‌برداری کم نسبت به میزان PM حذف شده، محدود شدن بازه دمایی و فشار به مواد، جمع‌آوری مواد خشک، اندازه نسبتاً کوچک. معایب سیکلون‌ها شامل موارد زیر می‌باشد: راندمان حذف پایین برای PM ریز (و یا افت فشار بالا) و غیرکاربردی بودن برای مواد چسبناک. کارایی سیکلون‌ها در خصوص BC را می‌توان مشابه کارایی بدست آمده از $PM_{2.5}$ در نظر گرفت.

۱-۱-۶ فناوری‌های کاهش جیوه

حذف جیوه از جریان گازهای حاصل از احتراق به دلیل فرارپذیری و حضور در فاز گازی بسیار دشوار می‌باشد. روش‌های مختلفی مشتمل بر روش‌های قبل از احتراق (Pre-Combustion) و بعد از احتراق (Post Combustion) جهت کنترل انتشار جیوه از نیروگاه‌های زغال‌سنگ سوز توسعه داده شده‌اند. استراتژی‌های پیش احتراق مشتمل بر انتخاب و جایگزینی زغال‌سنگ با سوخت‌های دارای محتوی کمتر جیوه و شستشوی زغال‌سنگ (Coal Cleaning) می‌باشد. روش‌های بعد از احتراق بر اساس جذب و یا روش‌های تبدیل یک یا چند گونه از جیوه در محصولات احتراق متمرکز هستند. بسیاری از روش‌های موجود جهت کنترل انتشار گازها و یا ذرات معلق می‌توانند به‌عنوان کاربرد ثانویه (کنترل همزمان) جهت کنترل انتشار جیوه در دود خروجی از نیروگاه‌های کشور از طریق برهمکنش‌های شیمیایی و فیزیکی با گونه‌های مختلف جیوه مورد استفاده قرار گیرند.

۱-۱-۶-۱ فرآیندهای کاهش جیوه قبل از احتراق

۱-۱-۶-۱-۱ تمیز کردن زغال سنگ

روش‌های کنترل پیش از احتراق جیوه اصولاً مبتنی بر تکنیک‌های پاک‌سازی حضور جیوه در زغال سنگ می‌باشد. اگرچه تعویض سوخت یا استراتژی‌های مدیریتی هم در این حوزه مورد تحقیق و بررسی قرار می‌گیرند. تکنیک‌های تمیز سازی زغال سنگ شامل زغال شویی با محلول آبی یا استفاده از یک محیط مغناطیسی به‌عنوان محیط جداسازی می‌باشد.

۱-۱-۶-۱-۱ K-Fueling

دیگر روش‌های تمیز سازی نظیر K-Fuel جهت حذف جیوه از زغال سنگ با استفاده از حرارت توسعه داده شده‌اند ، باوجوداینکه اطلاعات در مورد این روش‌های غیرآبی محدود می‌باشد. شستشوی زغال سنگ یا تمیز سازی آن روشی فیزیکی جهت حذف آن دسته از ناخالصی‌های زغال سنگ است که به ذرات و اجزاء تشکیل‌دهنده زغال سنگ متصل هستند. طبق تحقیقات انجام شده میزان جیوه در بخش معدنی زغال سنگ بالای ۵۰ درصد از کل جیوه موجود در آن را تشکیل می‌دهد. آن بخش از جیوه زغال سنگ که به‌صورت غیر کانی (آلی) در زغال سنگ حضور دارد ، تحت تأثیر فرآیند تمیز سازی قرار نمی‌گیرد. در طی فرآیند تمیز سازی ترکیبات جیوه مرتبط با گونه‌های جیوه عنصری و یون جیوه ممکن است از زغال سنگ حذف شوند ، اما قسمتی از جیوه در بخش معدنی بین ۸ تا ۱۵ درصد ممکن است در زغال سنگ باقی بمانند.

زغال‌های شسته شده عموماً ارزش حرارتی خویش را به دلیل جذب رطوبت و آب از دست می‌دهند. در ۲۴ مورد زغال شویی گزارش شده ، میزان متوسط حذف جیوه بر مبنای انرژی در حدود ۳۷ درصد و بر مبنای جرمی ۳۰ درصد گزارش شده است. میزان راندمان ناخالصی‌های زغال سنگ از جیوه به‌طور چشمگیری تحت تأثیر چند پارامتر نظیر نوع زغال سنگ، رتبه ، محتوی خاکستر و ترکیبات معدنی است. اگرچه در این روش قسمتی از جیوه محتوی زغال سنگ کاهش می‌یابد ، اما باید روش‌های پس از احتراق جهت کنترل انتشار باقی‌مانده جیوه موجود در زغال سنگ مورد استفاده قرار گیرد. شستشوی زغال سنگ دارای فوایدی از جمله کاهش میزان خاکستر و کاهش میزان محتوی سولفور که منجر به کاهش انتشار آلاینده SO₂ خواهد شد، می‌باشد. روش دیگر کنترل پیش از احتراق جیوه در نیروگاه‌های زغال سنگ سوز ، مدیریت سوخت مورد استفاده جهت احتراق است. استفاده از سوخت‌های جایگزین زغال سنگ که دارای محتوی جیوه بسیار کمتری می‌باشند ، یکی از این روش‌ها محسوب می‌شود.

۱-۱-۶-۲ فرآیندهای کاهش جیوه پس از احتراق

جیوه در زغال سنگ با غلظت‌های متغیر برحسب نوع زغال سنگ وجود دارد. جیوه طی فرآیند احتراق آزاد شده و به سه شکل در گاز دودکش نیروگاه محبوس می‌شود: جیوه متصل به ذرات، جیوه عنصری گازی و جیوه یونی گازی. در جدول ۶-۱ روش‌های کنترل انتشار جیوه ارائه شده است [۴۴].

۱-۱-۶-۱-۱ تزریق کربن فعال (ACI)

در روش تزریق کربن فعال، پودر کربن فعال قبل از سیستم‌های متداول کنترل ذرات (نظیر رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیک یا فیلترهای کیسه‌ای) در مسیر دود تزریق می‌شود. این روش نسبتاً ساده و مقرون به صرفه و مشتمل بر سیستم ذخیره‌سازی، سیستم حمل و نقل پنوماتیک و سخت‌افزار تزریق می‌باشد. هزینه سرمایه‌گذاری آن $5 \text{ \$/kW}$ می‌باشد و در کمتر از ۱۲ ماه یا کمتر مبنی بر دستورالعمل NESCAUM (Northeast States for Coordinated Air Use Management) نصب می‌شود. به دلیل هزینه سرمایه‌گذاری پایین روش تزریق کربن فعال، نیروگاه‌های قدیمی‌تر تمایل بیشتری جهت نصب این سیستم نسبت به سایر سیستم‌های کنترل جیوه دارند. حداقل هزینه نصب سیستم ACI یک میلیون دلار می‌باشد در حالی که حداقل هزینه نصب سایر سیستم‌های کنترل جیوه بین ۵۰ تا ۱۰۰ میلیون دلار می‌باشد. سیستم تزریق کربن فعال به منظور حذف جیوه از محصولات حاصل از احتراق بسیار مؤثر می‌باشد، مگر اینکه زغال سنگ با محتوی بالای گوگرد مورد استفاده قرار گیرد یا گاز SO_3 به منظور آماده‌سازی ذرات ورودی (به جهت اصلاح هدایت الکتریکی ذرات) به رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیک به جریان دود تزریق شود. در این حالت راندمان این سیستم کاهش می‌یابد. حذف گاز SO_3 توسط تزریق جاذب خشک در بالادست سیستم تزریق کربن فعال موجب افزایش راندمان حذف سیستم ACI خواهد شد. سیستم تزریق کربن فعال می‌تواند موجب حذف سایر آلاینده‌های خطرناک هوا (Hazardous Air Pollutants) نظیر فوران‌ها و دی‌اکسیدها شود. دو نوع سیستم تزریق کربن فعال برای کنترل انتشار جیوه از منابع ساکن مشتمل بر کربن فعال پودر شده ساده (Plain Powdered Activated Carbon) و کربن فعال پودر شده برم دار (Brominated PAC) وجود دارد. کاربرد روش کربن فعال پودر شده ساده برای کنترل جیوه از صنایع زباله‌سوز شروع شد. اما این روش برای کاربردهای دیگر نظیر استفاده در بویلرهای نیروگاهی به خوبی عمل نمی‌کند. روش کربن فعال پودر شده برم دار در دماهای بالاتر و غلظت‌های پایین جیوه و

هیدروژن کلراید به خوبی عمل می‌کند. اگرچه روش کربن فعال پودر شده برم دار بسیار گران‌تر از روش کربن فعال پودر شده ساده می‌باشد.

در سال‌های اخیر استفاده از ترکیبات برم دار به منظور اکسیداسیون جیوه در گازهای حاصل از احتراق متداول شده است. میزان بالای جیوه در این روش اکسید می‌شود، اما جیوه هنوز باید تحت کنترل قرار گیرد. جیوه عنصری در آب نامحلول است و در سیستم اسکرابر حذف نمی‌گردد در نتیجه روش تزریق کربن فعال (به صورت ساده و برم دار) بعد از اسکرابر و یا قبل از سیستم کنترل ذرات جهت حذف مؤثرتر یون جیوه مورد استفاده قرار می‌گیرد [۴۴].

۱-۱-۶-۲-۲ افزودن هالوژن

در نمونه‌های زغال سنگ با درصد پایین کلرین روش افزودن هالوژن به منظور تقویت حذف جیوه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش را نمی‌توان به خوبی پایش و کنترل نمود. در این روش پتانسیل خوردگی در داکت‌ها یا گرم‌کننده‌های هوا و تجهیزات کنترل کیفیت هوا افزایش می‌یابد [۴۴].

۱-۱-۶-۲-۳ رسوب‌دهنده الکترواستاتیک (ESP)

رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیک یکی دیگر از تجهیزات جمع‌آوری است که از نیروی الکترواستاتیک برای حذف ذرات با قطر کمتر از ۵ میکرومتر استفاده می‌کند. حذف ذرات با این اندازه کوچک توسط سیکلون‌ها بسیار مشکل است. اما ESP می‌تواند این ذرات را یا راندمان تقریباً ۱۰۰ درصد حذف نماید. برای تفکیک فلز، ESP به عنوان اولین و اصلی‌ترین ابزار کنترل آلودگی هوا به کار می‌رود.

رسوب‌دهنده الکترواستاتیک احتیاج به نگهداری اختلاف پتانسیل بالا بین دو الکتروود دارد، که یکی از آنها الکتروود تخلیه است و دیگری الکتروود جمع‌آوری‌کننده. دو نوع ESP وجود دارد. در ESP تک‌مرحله‌ای، یونیزاسیون گاز و جمع‌آوری ذرات در ESP تک‌مرحله‌ای انجام می‌گیرد که در ولتاژ یونیزه کننده بین ۴۰۰۰۰ تا ۷۰۰۰۰ VDC عمل می‌کند. رسوب‌دهنده دو مرحله‌ای، در ولتاژ DC بین ۱۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰۰ V برای یونیزه کردن کار می‌کند. ذرات فلز در اولین محفظه یونیزه شده و سپس در دومین محفظه جمع می‌شوند [۷۰].

مقاومت ذرات فلز پارامتر غالب تأثیرگذار بر عملکرد ESP می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهد که مقاومت کم شده و چسبندگی افزایش یافته ذرات، مؤثرترین روش در افزایش راندمان جمع‌آوری ESP و کاهش انتشارات خروجی از ESP می‌باشد.

۱-۱-۶-۲-۴ فیلتر پارچه‌ای

استفاده از فیلترهای پارچه‌ای یک روش مطمئن، مؤثر، رایج و اقتصادی است که بر اساس اصول فیلتراسیون می‌باشد. این فیلترها شامل تعدادی کیسه عمودی به قطر تقریباً ۱۸-۴ اینچ و طول ۴۰-۱۰ فوت می‌باشند. تعداد کیسه‌ها می‌تواند از چند صد تا هزاران یا بیشتر تغییر کند که به اندازه فیلتر بستگی دارد. فیلترها به صورت واحدهای تک یا چند قسمتی ساخته شده‌اند. برای حذف فلز، مقاومت سایشی، مقاومت شیمیایی، استحکام کششی، نفوذپذیری و هزینه فیلتر باید در نظر گرفته شود. الیاف مورد استفاده برای فیلترهای پارچه‌ای بسته به کاربردهای صنعتی تغییر می‌کنند. برخی فیلترها از الیاف طبیعی مانند پنبه یا پشم ساخته شده‌اند. برخی از الیاف مصنوعی مانند نایلون یا پلی استر استفاده می‌کنند. به‌طور کلی الیاف مصنوعی در برابر دماهای بیشتر و مواد شیمیایی خورنده مقاوم هستند.

سرعت فیلتر کردن از ۱/۵ تا ۴ ft/min تغییر می‌کند. افت فشار در فیلترها بین ۴ تا ۸ اینچ آب می‌باشد [۵۲].

۱-۱-۶-۲-۵ مولتی سیکلون

یک مولتی سیکلون شامل تعدادی سیکلون با قطر کوچک است که به صورت موازی عمل می‌کنند. مولتی سیکلون‌ها نسبت به ESP و فیلترهای پارچه‌ای در نصب و اجرا کم‌هزینه‌تر هستند. اما در حذف ذرات به همان میزان مؤثر نیستند. آنها اغلب به‌عنوان پیش تمیزکننده جهت حذف توده ذرات سنگین‌تر از گاز دودکش قبل از ورود به بخش اصلی کنترل استفاده می‌شوند [۵۲].

۱-۱-۶-۲-۶ اسکرابر تر

بیش از ۲۰ درصد از نیروگاه‌های زغال‌سنگ سوز در آمریکا از سیستم FGD تر به منظور کنترل انتشار SO_2 استفاده می‌کنند. سیستم FGD تر موجب حذف آلاینده SO_2 با استفاده از جذب آن در محلول آب آهک می‌شوند. ترکیبات گازی یون جیوه (Hg^{+2}) عموماً در آب قابل انحلال و در نتیجه در سیستم FGD تر قابل حذف می‌باشند. جیوه عنصری در آب نامحلول بوده و در نتیجه با استفاده از این روش حذف نمی‌شود. یون جیوه در هنگام جذب در محلول دستگاه FGD تر با سولفید محلول وارد

واکنش شده و در نتیجه سولفید مرکوری یا جیوه تشکیل می‌شود که این ماده در لجن خروجی از سیستم FGD ترسیب یافته و از جریان دود خارج می‌شود. میزان جیوه قابل حذف در دستگاه‌های کنترلی FGD تر بستگی به میزان یون جیوه در گاز حاصل از احتراق ورودی و تکنولوژی حذف و کنترل ذرات معلق دارد. میزان متوسط حذف جیوه در یک واحد احتراقی که از زغال سنگ subbituminous استفاده می‌کند، از ۲۹ درصد در هنگام استفاده از سیستم ESP بعلاوه سیستم FGD تا ۹۸ درصد (در صورتی از زغال سنگ bituminous استفاده نماید) در هنگام استفاده از فیلتر کیسه‌ای بعلاوه سیستم FGD تر متغیر است. راندمان بالای حذف جیوه در سیستم اخیر ناشی از افزایش اکسیداسیون و حذف جیوه در فیلتر کیسه‌ای و متعاقب آن حذف یون جیوه در سیستم اسکرابر تر می‌باشد [۵۲].

۱-۱-۶-۲-۷ اسکرابر خشک با فیلتر پارچه‌ای

میزان کارایی حذف اسکرابر های خشک تقریباً % ۹۸ بوده که به شرایط خاص کاربرد بستگی دارد. در مقایسه با اسکرابر تر هزینه سرمایه‌گذاری کمتری احتیاج دارد. اگر همراه با فیلتر پارچه‌ای به کار رود، پتانسیل انتشارات جیوه کاهش قابل ملاحظه ای خواهد داشت. علاوه بر این کاهش SO_3 نیز روند افزایشی خواهد یافت [۷۸].

۱-۱-۶-۲-۸ تزریق جاذب خشک (DSI)

بیشتر از ۱۰ درصد نیروگاه‌های زغال سنگ سوز آمریکا از سیستم SDA (Spary Dryer Absorber) به منظور کنترل انتشار SO_2 استفاده می‌کنند. در این روش گازهای حاصل از احتراق با ذرات آهک (پس از عبور دوغاب آهک از خشک‌کننده) مخلوط می‌شود. آلاینده SO_2 نیز پس از واکنش با ذرات آهک به سولفات یا سولفیت کلسیم تبدیل می‌شود. در این روش نیز امکان دارد یون جیوه حذف گردد. ذرات جاذب محتوی سولفات یا سولفیت به همراه ذرات دارای جیوه در پایین دست جریان توسط دستگاه‌های کنترلی ذرات معلق (ESP و یا فیلتر کیسه‌ای) حذف می‌شوند. در صورتی که دستگاه کنترلی فیلتر کیسه‌ای باشد، بر روی فیلتر کیسه‌ای متشکل از ذرات خشک شده دوغاب و یا fly ash تشکیل می‌گردد که این کیک از پتانسیل بسیار خوبی جهت جذب جیوه عنصری (در حالت گازی) برخوردار است.

به‌طور کلی روش‌های کنترل جیوه شامل تکنولوژی‌های کنترلی ویژه مشتمل بر روش تزریق کربن فعال و افزودن هالوژن و روش‌های کنترل متداول چندمنظوره مشتمل بر رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیک، سیکلون‌ها و فیلترهای کیسه‌ای، اسکرابر تر

و خشک و تزریق جاذب خشک می‌باشد (جدول ۱-۱۳). بسیاری از تکنولوژی‌ها روش‌های چندمنظوره ای را برای کنترل جیوه فراهم می‌کنند. فیلترهای کیسه‌ای دارای فواید چندمنظوره بیشتری جهت کنترل انتشار جیوه نسبت به رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیک می‌باشند. بر اساس گزارشات EPA نیروگاه‌های bituminous coal-fired boilers مجهز به فیلترهای کیسه‌ای دارای بیشترین نرخ کاهش انتشار جیوه می‌باشند. نیروگاه‌های مجهز به فیلترهای کیسه‌ای از تکنولوژی ACI به‌طور مؤثرتری نسبت به نیروگاه‌های که به فیلتر کیسه‌ای مجهز نیستند استفاده می‌کنند. اسکرابر های تر با سیستم SCR در بالادست جریان به‌طور مؤثری جیوه اکسید شده را حذف می‌کنند.

جدول ۱-۱۳-۱- روش‌های متداول و اختصاصی کنترل انتشار جیوه [۴۴]

۱- روش‌های کنترل اختصاصی			
کاربرد جانبی	هزینه سرمایه‌گذاری	واکنشگر	نام روش
کنترل انتشار فوران‌ها و دی‌اکسیدها	پایین	زغال فعال پودری	تزریق کربن فعال (Activated Carbon Injection)
کربن فعال، جیوه گازی را از طریق جذب سطحی تبدیل به ذرات جامد جیوه (Hg^0) نموده که این ذرات توسط سیستم‌های کنترل ذرات معلق در پایین‌دست جریان حذف می‌شوند.			
ندارد	ناچیز	افزودنی محتوی هالوژن	افزودن هالوژن (Halogen Addition)
افزودن هالوژن (برومین) به گازهای حاصل از احتراق موجب افزایش اکسیداسیون جیوه شده در نتیجه به‌راحتی در پایین‌دست جریان توسط سیستم کنترلی اسکرابر و یا سایر سیستم‌های کنترلی ذرات حذف می‌گردد.			
۲- روش‌های کنترل متداول چندمنظوره			
نام روش			
Multi-cyclone).Fabric Filter.(Electro Static Precipitator رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیک، سیکلون‌ها و فیلترهای کیسه‌ای (کنترل انتشار ذرات معلق دارای جیوه)			
(Wet Scrubber) اسکرابر تر (یون جیوه (Hg^{+2}) را حذف می‌کند)			
(Dry Scrubber with Fabric Filter) اسکرابر خشک با فیلتر کیسه‌ای (جیوه در پایین‌دست جریان توسط فیلتر کیسه‌ای حذف می‌شود)			
(Dry Sorbent Injection) تزریق جاذب خشک (با حذف SO_3 موجب افزایش راندمان حذف جیوه توسط سیستم تزریق کربن فعال می‌شود)			
(NOx Catalyst) کاتالیست کاهش NOx (کاتالیست در سیستم Selective Catalytic Reduction موجب تولید یون جیوه شده که به‌طور مؤثری توسط سیستم اسکرابر تر حذف می‌شود)			

۱-۱-۷ فناوری‌های کاهش آلاینده‌های خطرناک هوا (HAPs)

آلاینده‌های خطرناک نیروگاه‌ها شامل جیوه، گازهای اسیدی (HCl, HF)، فلزات سنگین (نیکل، کروم، آرسنیک، سلنیوم، کادمیوم و ...) و HAPs آلی (دیوکسین و فوران) می‌باشد. بسیاری از آلاینده‌های خطرناک منتشر شده از نیروگاه‌ها از طریق تکنولوژی‌های کنترل آلودگی هوای موجود تا حدودی گرفته می‌شوند. با این وجود قوانین مواد سمی هوای پیشنهاد شده توسط EPA استانداردهای انتشاری را برقرار نموده که به نصب کنترل‌های بیشتر احتیاج خواهند داشت.

اسیدهای قوی مانند HCl و HF از محتویات هالوژن موجود در زغال سنگ ناشی شده که در طول احتراق آزاد شده و با سرد شدن زغال سنگ تشکیل اسید می‌دهد. غلظت هالوژن‌های موجود در زغال سنگ بر اساس نوع زغال سنگ متغیر می‌باشد. از آنجاکه کلر نسبت به سایر هالوژن‌ها بیشترین غلظت را دارد، از اهمیت و توجه گسترده‌تری برخوردار است. قانون مواد سمی هوای پیشنهاد شده توسط EPA آمریکا برای نیروگاه‌ها، یک سری محدودیت‌های انتشار برای HCl وضع کرده است. همچنین محدودیت‌های HCl به عنوان جایگزین برای سایر گازهای اسیدی که در قانون پیشنهادی محدودیتی برای آنها ارائه نشده است، به کار می‌رود [۴۴].

اساساً اسکرابر های تر و خشک SO₂ می‌توانند برای کنترل HCl و HF در بویلر های نیروگاه‌ها بکار روند، هرچند که احتمالاً ضرورتی ندارد، زیرا روش‌های ارزان‌تری وجود دارد. در مورد تأسیساتی که دارای اسکرابر تر یا خشک برای کنترل SO₂ هستند، احتمالاً این واحدها امکان گرفتن HCl را نیز فراهم خواهند کرد. برای آن واحدهایی که مجهز به اسکرابر نیستند، می‌توانند از طریق سیستم‌هایی مانند DSI کنترل را انجام دهند.

تزریق جاذب خشک (DSI) می‌تواند بر گرفتن گازهای اسیدی با استفاده از ترونا (یک ترکیب پدید آمده به شکل طبیعی از کربنات سدیم و بی کربنات سدیم)، بی کربنات سدیم، یا آهک هیدراته تأثیرگذار باشد. با وجودی که تکنولوژی DSI گسترش سایر تکنولوژی‌ها مانند اسکرابرهای تر یا خشک برای کنترل گازهای اسیدی را ندارد، اما به عنوان یک روش مؤثر در کنترل انتشار گازهای اسیدی شامل HCl و HF پیشنهاد می‌شود. هزینه اجرای DSI کم تا متوسط ارزیابی شده است. از مزایای این روش می‌توان به کاهش SO₂ و NO_x و جیوه اشاره نمود. همچنین به حذف کلر و تشکیل کمتر دیوکسین/فوران کمک می‌کند.

روش DSI می‌تواند در ترکیب با تجهیزات کنترل PM در حذف گازهای اسیدی به اندازه کافی مؤثر واقع شود. هرچند در برخی موارد لازم است که تجهیزات کنترل PM موجود اصلاح شده یا ابزار جدید نصب گردد. اگر برای کنترل PM فیلتر پارچه‌ای استفاده شده باشد، گرفتن گازهای اسیدی را توسط DSI و جیوه و دیوکسین/فوران را توسط ACI آسان خواهد کرد. این روش نسبت به نصب یک اسکرابر تر ارزان تر خواهد بود. تجهیزات DSI در مقایسه با اسکرابر نسبتاً ساده و کم‌هزینه بوده و طی مدت ۱۲ ماه قابل نصب کردن می‌باشد.

فرآیند تزریق کربن فعال (ACI) که از کربن فعال به‌عنوان یک واسطه جذب سطحی استفاده می‌کند، روشی است که به‌وسیله آن مواد سمی حتی در غلظت‌های کم به شکل اقتصادی از گاز خروجی حذف می‌شوند. ظرفیت جذب سطحی کربن فعال برای HAP اغلب توسط ایزوترم جذب سطحی ارائه می‌شود که میزان HAP جذب شده را به فشار تعادلی (غلظت) در دمای ثابت مرتبط می‌سازد. توانایی جذب سطحی کربن فعال با افزایش وزن مولکولی HAP افزایش می‌یابد. ترکیبات اشباع نشده نسبت به ترکیبات اشباع بیشتر جذب شده و نیز ترکیبات سیکلی از ترکیبات با ساختار خطی راحت تر جذب می‌شوند [۷۲].

ظرفیت جذب سطحی با دمای عملیاتی کمتر و غلظت‌های بیشتر HAP افزایش می‌یابد. از آنجاکه کربن فعال غیر قطبی است، قادر به جذب گازهای آلی و بخارات در اولویت نسبت به بخار آب در جریان گاز می‌باشد.

توانایی کربن فعال در نگه‌داشتن HAP جذب شده یک خصوصیت مهم است که باعث شده در کاربردهای صنعتی و تجاری بسیار مورد توجه قرار گیرد. هنگامی که جذب صورت گرفت، HAP باید در بستر باقیمانده و هنگامی که مقادیر اضافی گاز از میان بستر عبور می‌کنند، آزاد نشود.

عملکرد کربن فعال در کنترل آلودگی هوا یک فرآیند دینامیکی است. هنگامی که جریان آلوده از بستر کربن عبور کرده و جذب صورت گرفت، ناحیه اشباع بستر به طرف جلو حرکت کرده تا اینکه به نقطه شکافت رسیده و غلظت HAP خروجی به سرعت شروع به افزایش می‌کند. منطقه بستر جاییکه گرادیان غلظت وجود دارد، اغلب منطقه انتقال جرم (MTZ) نامیده می‌شود. هنگامی که جریان گاز ادامه می‌یابد، MTZ به‌طور پیش‌رونده در طول بستر پیشروی کرده و با لایه‌های جدید کربن که از آلاینده‌ها غیر اشباع‌اند، تماس می‌یابد.

۱-۲ فناوری های تصفیه آب و فاضلاب

۱-۲-۱ فاضلاب شهری

۱-۱-۲-۱ سیستم راکتورهای ناپیوسته متوالی (SBR)

تصفیه فاضلاب به روش راکتور متوالی منقطع (SBR) یک سیستم لجن فعال پر و خالی شونده برای تصفیه فاضلاب می‌باشد. در این سیستم تصفیه فاضلاب، فاضلاب جهت تصفیه به یک راکتور منقطع واحد منتقل می‌گردد تا اجزای نامطلوب آن حذف گردد، سپس فاضلاب تخلیه می‌گردد. متعادل سازی، هوادهی و زلال سازی همگی می‌تواند با بکارگیری یک واحد راکتور منقطع حاصل شوند. جهت بهینه‌سازی عملکرد سیستم، دو یا چند راکتور منقطع با توالی در عملکرد تعبیه می‌گردد. دستگاه‌های SBR به‌طور موفقیت‌آمیزی برای تصفیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی به کار رفته‌اند. این روش‌ها در تصفیه فاضلاب‌های با جریان متناوب و یا جریان کم نقش منحصر به فردی دارند.

بر خلاف آنچه تصور می‌شود، فرآیندهای منقطع پر و خالی نظیر SBR روشی نیست که در مقطع فعلی پیشرفت نموده باشد. بین سال‌های ۱۹۱۴ الی ۱۹۲۰ دستگاه‌های مختلف پر و خالی در حال کار بودند. علاقه‌مندی به دستگاه‌های SBR در اواخر دهه ۱۹۵۰ و اوایل دهه ۱۹۶۰ مجدداً رونق گرفت که علت آن پیشرفت دستگاه‌ها و تکنولوژی‌های جدید بود. پیشرفت در تجهیزات هوادهی و دستگاه‌های کنترل به سیستم SBR اجازه داد تا به‌طور موفقیت‌آمیزی با سیستم لجن فعال متعارف رقابت نماید.

فرآیند SBR و لجن فعال متعارف در تصفیه فاضلاب هر دو به یک صورت می‌باشد. گزارش سال ۱۹۸۳ آژانس محیط زیست آمریکا این واقعیت را با جمله زیر بیان داشت:

سیستم تصفیه فاضلاب SBR با سیستم لجن فعال متعارف اختلافی ندارد، جز آنکه این سیستم به جای آنکه با فضا عمل نماید، با زمان عمل می‌کند.

تفاوت بین دو تکنولوژی در این است که سیستم تصفیه فاضلاب SBR با یک کنترل توالی زمان، عملیات متعادل‌سازی، تصفیه بیولوژیکی و زلال‌سازی ثانویه را در یک حوضچه انجام می‌دهد. این مدل از راکتورها، عملاً زلال‌سازی اولیه را نیز در خود شامل می‌شوند. در یک سیستم لجن فعال متعارف، فرآیندهای فوق هر یک بایستی در مخزنی جداگانه صورت پذیرند.

یک روش اصلاح شده تصفیه فاضلاب SBR سیستم هوادهی ممتد سیکل تناوبی (ICEAS: Intermittent Cycle Extended Aeration System) می‌باشد. در سیستم ICEAS، فاضلاب ورودی به‌طور یکنواخت وارد راکتور می‌گردد. در حقیقت این فرآیند در مقایسه با دستگاه‌های SBR متعارف، یک سیستم منقطع حقیقی نمی‌باشد. ساختار طراحی دستگاه‌های تصفیه فاضلاب SBR و ICEAS از جهات دیگر بسیار شبیه به یکدیگر می‌باشد.

عملکرد یک تصفیه‌خانه که با سیستم تصفیه فاضلاب به روش SBR عمل می‌نماید، به شرح زیر است:

معمولاً فاضلاب ورودی قبل از اینکه وارد مخزن SBR گردد، از یک آشغال‌گیر و دانه‌گیر عبور می‌نماید. سپس فاضلاب وارد یک راکتور نیمه پر می‌شود که شامل توده جرمی باقیمانده از سیکل قبلی است. هنگامیکه راکتور پر می‌باشد، مشابه یک سیستم لجن فعال متعارف اما بدون یک جریان پیوسته ورودی یا خروجی عمل می‌نماید. هنگامیکه توده جرمی ته‌نشین می‌گردد و مواد آلی فاضلاب توسط میکروارگانیسم‌ها مصرف می‌شود، زمانی است که واکنش‌های بیولوژیکی کامل گشته‌اند و دیگر نیازی به هوادهی و اختلاط نمی‌باشد. توده جرمی اضافی در هر زمان در طول سیکل دور ریخته می‌شود. با نگهداشتن و تنظیم نسبت ماده آلی به توده جرمی در هر سیکل، میزان لجن دفعی مازاد مشخص می‌گردد. در دستگاه‌های لجن فعال متعارف پیوسته، نسبت ماده آلی به توده جرمی با بازگشت لجن از مخزن ته‌نشینی تنظیم می‌گردد که میزان آن وابسته به میزان فاضلاب ورودی و مشخصات و غلظت مواد در حوضچه ته‌نشینی و عوامل دیگر می‌باشد. پس از واحد SBR، توده فاضلاب وارد یک مخزن متعادل‌سازی می‌گردد تا بتوان جهت فرآیندهای بعدی، فاضلاب را با نرخ جریان ثابت وارد سیستم نمود. در برخی حالات، فاضلاب جهت حذف جامدات اضافی از فیلتر عبور داده می‌شود و سپس ضد عفونی می‌گردد.

در دستگاه‌های تصفیه فاضلاب SBR، به پمپ‌های بازگشت لجن فعال و پمپ‌های لجن اولیه که در دستگاه‌های لجن فعال متعارف نیاز است، احتیاجی نمی‌باشد. در سیستم SBR معمولاً تنها یک لجن برای دفع وجود دارد. لزوم وجود تغلیظ‌کننده‌های ثقلی قبل از هاضم‌ها بسته به خصوصیات لجن، در هر مورد فاضلاب بایستی بررسی گردد.

یک سیستم SBR به هنگام ورود فاضلاب به داخل آن به‌عنوان یک سیستم متعادل ساز عمل می‌نماید که این امر سیستم را قادر می‌سازد تا بارگذاری‌ها و نیز ورودی‌های ماکزیمم را که به‌صورت منقطع وارد می‌شوند، متعادل نماید. در بسیاری از دستگاه‌های لجن فعال متعارف، جهت حفاظت سیستم بیولوژیکی از جریان ماکزیمم که ممکن است باعث شستن و خارج

کردن توده جرمی‌گردد و یا حفاظت سیستم بیولوژیکی از ماکزیمم بارگذاری که ممکن است فرآیند تصفیه را دچار مشکل نماید ، از یک مخزن متعادل‌سازی جداگانه استفاده می‌گردد.

همچنین بایستی توجه گردد که زلال‌ساز اولیه جهت تصفیه فاضلاب‌های شهری قبل از واحد SBR معمولاً موردنیاز نمی‌باشد. در تمام تصفیه‌خانه‌های لجن فعال متعارف، زلال‌سازهای اولیه قبل از دستگاه‌های بیولوژیکی به کار گرفته می‌شوند. هر چند که سازندگان دستگاه‌های SBR پیشنهاد می‌کنند که هرگاه مجموع جامدات معلق (T.S.S) و یا میزان اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی (BOD) بیشتر از ۴۰۰ الی ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر باشد ، از زلال‌سازهای اولیه استفاده گردد. جهت طراحی بهتر است که از اطلاعات ذخیره شده از پروژه‌های مختلف و نیز اطلاعات سازندگان استفاده گردد و سپس حوضچه زلال‌سازی اولیه و متعادل‌سازی برای دستگاه‌های SBR در فاضلاب‌های شهری و صنعتی تعبیه گردد.

متعادل‌سازی بسته به آنکه فرآیند پس از SBR چه باشد، ممکن است لازم شود. در صورتی که قبل از فیلتر نمودن فاضلاب از مخزن متعادل‌سازی استفاده نشود ، باید فیلتر را طوری طراحی نمود تا قابلیت تحمل و تصفیه فاضلاب عمده خارج شده از سیستم SBR را داشته باشد. طراحی فیلتر به نحوی که سطح بستر آن تحمل ورود فاضلاب منقطع ماکزیمم را داشته باشد ، گاهاً امکان‌پذیر و اقتصادی نمی‌باشد و لذا بهتر است از یک متعادل‌ساز استفاده گردد. متعادل‌ساز جداگانه در دستگاه‌های لجن فعال متعارف معمولاً به کار گرفته نمی‌شود ، زیرا جریان خروجی معمولاً به صورت پیوسته و ثابت می‌باشد.

دستگاه‌های تصفیه فاضلاب SBR معمولاً برای جریان‌های تا ۵ میلیون گالن در روز و یا کمتر کاربرد دارند. فعالیت‌ها و عملیات خاص که برای جریان‌های بالاتر از این میزان لازم است ، معمولاً باعث می‌شود تا استفاده از این سیستم‌ها جهت جریان‌های بالاتر چندان مقبول نباشد.

از آنجایی که این سیستم‌ها نسبتاً جای کمی را اشغال می‌نماید ، جهت مناطق با زمین محدود بسیار مناسب می‌باشند. همچنین سیکل‌های درون سیستم می‌تواند حذف مواد مغذی را که ممکن است در آینده افزایش یابند ، به راحتی اصلاح کند. این امر دستگاه‌های SBR را نسبت به تغییرات پارامترهای فاضلاب ورودی نظیر میزان مواد مغذی موجود در آن انعطاف‌پذیر می‌سازد. دستگاه‌های SBR همچنین برای مواقعی که فیلتراسیون پس از تصفیه بیولوژیکی موردنیاز است ، بسیار اقتصادی و به صرفه می‌باشد. برخی محاسن و معایب دستگاه‌های تصفیه فاضلاب SBR در زیر بیان شده است:

محاسن سیستم تصفیه فاضلاب SBR:

- متعادل‌سازی، زلال‌سازی اولیه، تصفیه بیولوژیکی و زلال‌سازی ثانویه همگی می‌توانند در یک راکتور واحد به دست آیند.
- انعطاف در عملکرد و کنترل
- حداقل جاگیری
- کاهش هزینه سرانه با حذف واحدهای زلال‌ساز و تجهیزات دیگر.

معایب سیستم تصفیه فاضلاب SBR:

- جهت واحدهای تنظیم زمان و کنترل‌ها، در مقایسه با دستگاه‌های متعارف، به یک سیستم هوشمندتری نیاز می‌باشد.
- با توجه به کنترل‌گرهای هوشمند، سوئیچ‌های اتوماتیک و شیرهای اتوماتیک در مقایسه با دستگاه‌های متعارف، نگهداری دستگاه‌های SBR در سطح بالاتری قرار دارد.

- احتمال تخلیه لجن ته‌نشین شده و یا لجن معلق در هنگام مرحله تخلیه و یا آبیگری سیستم تصفیه

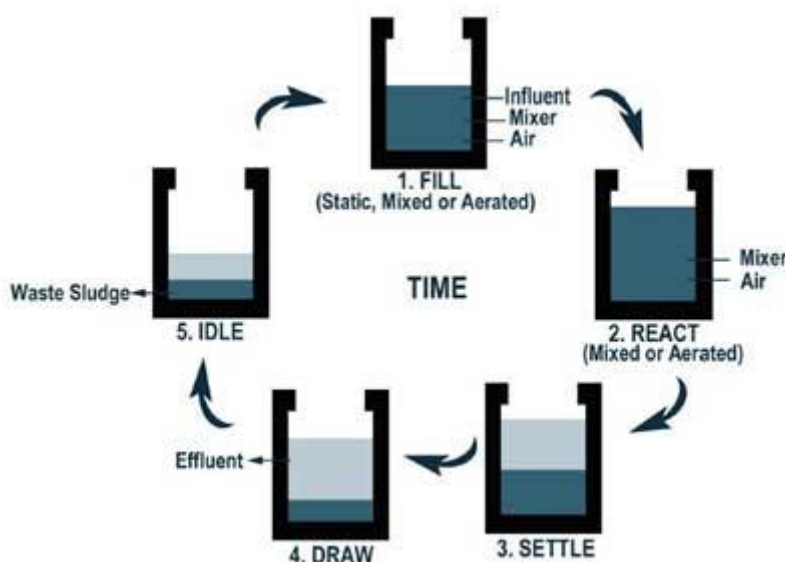
فاضلاب SBR

- احتمال گرفتن دیفیوزرها در هنگام وقفه‌های سیکل هوادهی که البته به مدل ساخت سازندگان نیز بستگی دارد.
- احتمال نیاز به متعادل‌ساز پس از راکتور SBR که به فرآیندهای بعدی تصفیه‌خانه نیز بستگی دارد.

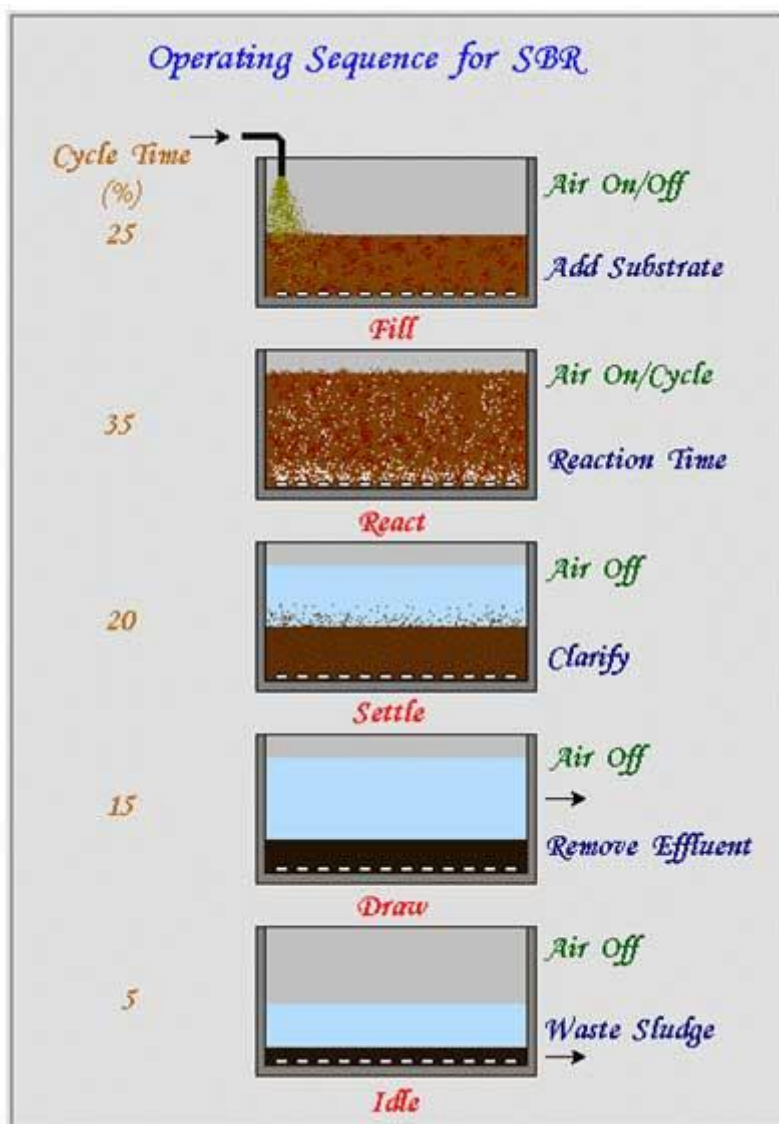
برای طراحی هر تصفیه‌خانه فاضلاب، قدم اول آن است که مشخصات فاضلاب ورودی و خروجی از سیستم مشخص شود. پارامترهای فاضلاب ورودی معمولاً شامل موارد زیر می‌گردند: جریان طراحی، ماکزیمم جریان ورودی، T.S.S، PH، BOD5، قلیائیت، دمای فاضلاب، کل نیتروژن کجدال (TKN)، آمونیاک- نیتروژن (NH3-N) و فسفر کل (TP). جهت فاضلاب‌های صنعتی و خانگی، برخی پارامترهای محلی نیز موردنیاز می‌باشند. جهت فاضلاب خروجی بایستی قوانین محلی در نظر گرفته شود. مواردی که در جریان خروجی باید رعایت گردند، عبارتند از: BOD5، T.S.S و کلیفرم فکال. برخی قوانین

سخت‌تر موارد زیر را نیز لازم می‌دانند: نیتروژن کل TN ، TKN و NH₃-N و TP . مشخص نمودن پارامترهای فاضلاب خروجی الزامی است ، زیرا پارامترهای خروجی بر روی توالی عملیات سیستم SBR تأثیر می‌گذارد. برای مثال در صورتی که مواد مغذی و NH₃-N و یا TKN نیاز باشد ، در آن صورت نیتریفیکاسیون لازم خواهد بود و یا هرگاه در خروجی محدودیت میزان نیتروژن کل (TN) را داشته باشیم ، عملیات نیتریفیکاسیون و دینیتریفیکاسیون لازم خواهند بود. هنگامیکه مشخصات ورودی و خروجی تعیین می‌گردد ، مهندس معمولاً برای طراحی با سازندگان دستگاه‌های SBR مشورت می‌نماید. بر مبنای این معیارها و دیگر پارامترهای محلی مانند دما ، پارامترهای طراحی برای سیستم مشخص می‌گردد [۷۳].

شکل های ۱-۲۴ و ۱-۲۵ فازهای روش SBR و نیز چگونگی عملکرد این سیستم را نشان می‌دهند.



شکل ۱-۲۴- پنج فاز واحد SBR [۷۳]



شکل ۱-۲۵- نحوه عملکرد واحد SBR [۷۳]

۲-۱-۲-۱ روش لجن فعال (Activated Sludge)

فرآیند لجن فعال یک سیستم کشت میکروبی معلق است که از اوایل قرن بیستم مورد توجه و استفاده بوده است. دلیل نامیدن این فرآیند به لجن فعال از آنجاست که لجن ته‌نشین شده حاوی میکرو ارگانیسم‌های زنده و یا فعال است که برای افزایش جرم زنده و تسریع واکنش‌ها باز گردانیده می‌شود. بنابراین فرآیند لجن فعال از نوع کشت میکروبی معلق با لجن بازگشتی است که

ممکن است به صورت اختلاط کامل یا جریان لوله‌ای باشد. این فرآیند هوازی است و اکسیژن به وسیله تزریق هوا تأمین می‌شود.

در عمل از متغیرهای متعددی در دستگاه‌های اختلاط کامل و یا جریان لوله‌ای استفاده می‌شود. برخی از این متغیرها دستخوش تغییرات اندکی می‌شوند، نظیر سرعت‌ها و نقاط ورود هوا یا فاضلاب و زمان ماند.

عوامل زیادی وجود دارند که در طراحی دستگاه‌های لجن فعال باید در نظر گرفته شوند. باید تلفیق متغیرهای فرآیند و انواع رآکتورهایی که سازگار با خصوصیات فاضلاب و محدودیت‌های محیطی باشند، انتخاب شود. عوامل خارجی مانند هزینه‌های ساخت، بهره‌برداری و مشکلات مربوط به نگهداری و هزینه آن و همچنین محدودیت فضا و مکان باید در نظر گرفته شوند. معمولاً برای طراحی کامل، مهندس طراح چند نمونه را که مناسب به نظر می‌رسد، برای آنالیز انتخاب می‌نماید. ثابت‌های بیولوژیکی مربوط به فاضلاب و رآکتور تعیین شده و نیز پارامترهای عملیاتی که میزان مطلوب تصفیه را فراهم می‌کنند، از لحاظ کمی مشخص می‌شوند. یک طراحی اولیه از هر کدام از روش‌های ممکن، انجام می‌شود. روشی که از لحاظ قیمت مناسب‌تر است، برای طراحی دقیق‌تر و نهایتاً ساخت انتخاب می‌شود.

اگر چه برای فرآیند و انتخاب رآکتور نکات مطلق اندکی وجود دارد، اما تجربیات اخیر چند نتیجه کلی به دست داده‌اند. دستگاه‌های هوادهی ممتد به دلیل حجم مورد نیاز رآکتور معمولاً برای جریان‌های $7500 \text{ m}^3/\text{d}$ و یا کمتر طراحی می‌شوند. دستگاه‌های اختلاط کامل نسبت به رآکتورهای جریان لوله‌ای در حالتی که شدت جریان دارای نوسانات زیادی باشد، از اولویت برخوردارند. رقیق شدن آبی در هواده موجب کاهش اثر سوء بارهای ناگهانی انتقال یافته به سیستم جریان لوله‌ای و در نتیجه ایجاد خصوصیات متغیر جریان خروجی می‌شود در جاییکه بار ورودی به تصفیه‌خانه تقریباً ثابت است، دستگاه‌های جریان لوله‌ای، لجن سنگین با خواص ته‌نشینی بسیار خوب ایجاد می‌نمایند. نکاتی که در طراحی لجن فعال باید مورد توجه قرار گیرند، عبارتند از: وابستگی متقابل رآکتور بیولوژیکی و زلال‌ساز ثانویه. غلظت‌های زیاد جرم زنده و زمان‌های کوتاه هوادهی تصفیه خوبی را از نظر BOD محلول ایجاد می‌کند.

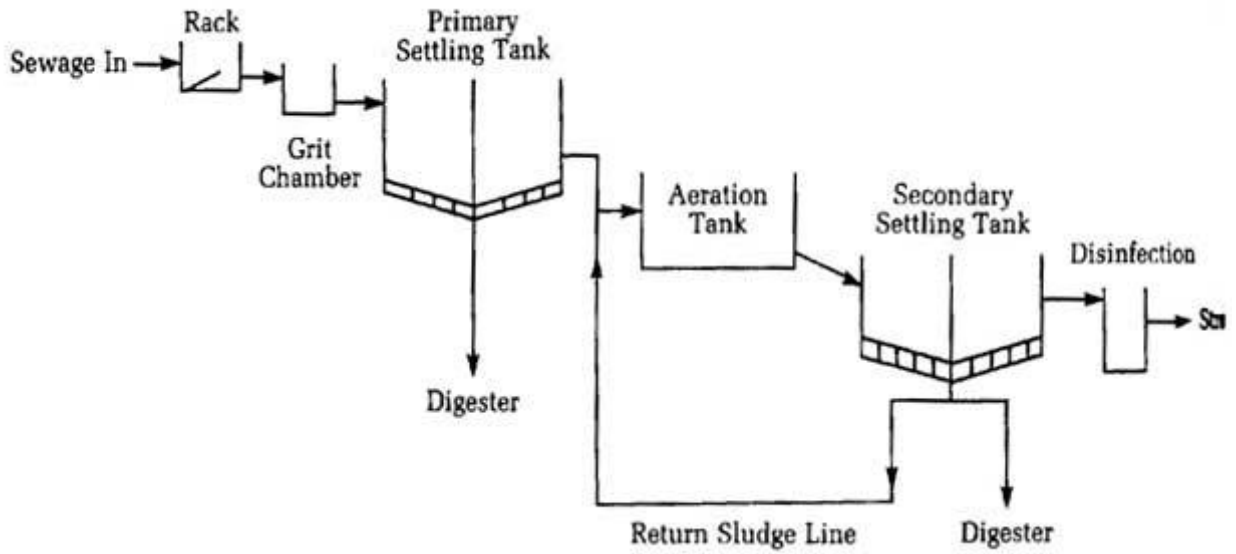
هوادهی لجن فعال: سرعتی که با آن اکسیژن توسط میکرو ارگانیسم‌ها به مصرف می‌رسد، در رآکتورهای بیولوژیکی به نام سرعت مصرف اکسیژن نامیده می‌شود. برای فرآیندهای لجن فعال سرعت مصرف اکسیژن همیشه از سرعت جایگزینی طبیعی

آن بیشتر است و از این رو برای افزودن اکسیژن وسایل مصنوعی مورد نیاز است. به استثنای سیستم اکسیژن خالص، اکسیژن از طریق هوادهی مایع مخلوط در رآکتور بیولوژیکی تأمین می‌شود.

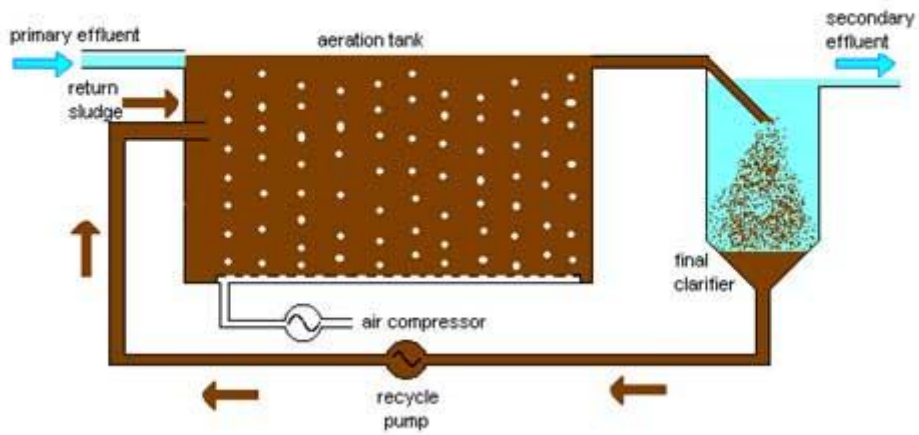
سرعت مصرف اکسیژن تابعی از خواص فاضلاب و رآکتور است. تصفیه فاضلاب معمولی شهری به کمک هوادهی ممتد معمولاً منجر به سرعت مصرف اکسیژن تا حدود 10 mg/l.h می‌شود.

برای هماهنگی با سرعت مصرف لازم است افزایش اکسیژن به قدر کافی باشد. بدین صورت همواره مقدار اندکی اکسیژن اضافی در مایع مخلوط وجود دارد و سوخت و ساز هوازی با اطمینان انجام می‌پذیرد.

تکنیک‌های هوادهی عبارتند از: پخش‌کننده‌های هوا (دیفیوزر) برای تزریق هوای فشرده به درون رآکتور بیولوژیکی و یا استفاده از همزن‌های مکانیکی برای اختلاط شدید جهت توزیع هوا در مایع. استفاده از پخش‌کننده هوا در دستگاه‌های جریان لوله‌ای و هوادهی مکانیکی در دستگاه‌های کاملاً مخلوط شده متداول است [۷۴]. فرآیند لجن فعال در شکل ۱-۲۶ نمایش داده شده است.



Activated Sludge Process



شکل ۱-۲۶- فرآیند لجن فعال [۷۴]

۱-۲-۱-۳ روش MBR (Membrane Biological Reactors)

امروزه یکی از روش‌های پیشرفته تصفیه فاضلاب روش غشایی (MBR) است که در این روش جداسازی میکروب‌ها توسط غشاء انجام می‌شود. با نصب این غشاءها درون رآکتور بیولوژیکی، دیگر نیازی به بخش‌های ته‌نشینی و فیلتراسیون نیست و همین غشاءها وظیفه جداسازی فاضلاب تصفیه شده از لجن را انجام می‌دهند. استفاده از غشاء باعث می‌شود در فضای کم، تصفیه فاضلاب با راندمان بالا انجام شود به طوری که کیفیت فاضلاب تصفیه شده از استانداردهای فاضلاب برای تخلیه به آب‌های سطحی نیز بهتر است.

در تصفیه فاضلاب، بیو رآکتور غشایی (MBR) فن‌آوری جدیدی محسوب می‌شود و ترکیبی از تصفیه به روش لجن فعال سنتی و فن‌آوری نوین جداسازی توسط غشاء می‌باشد. به علت خاصیت جداسازی قوی غشاء، لجن فعال و مواد آلی با مولکول‌های بزرگ می‌توانند در مخزن MBR جمع‌آوری شوند. فرآیندهای مربوط به سیستم MBR، بیو-رآکتور و فیلتراسیون آب می‌توانند به صورت هم‌زمان انجام شوند. مخزن برای لجن رسوب شده لازم نیست. در این روش، غلظت لجن بسیار بیش‌تر از روش سنتی است. زمان اقامت فاضلاب در مخزن (HRT) و زمان اقامت لجن در مخزن (SRT) می‌تواند به صورت جداگانه کنترل شود. در روش MBR نه تنها فاضلاب معمولی، بلکه بسیاری از فاضلاب‌های آلوده شده با مقادیر بسیار زیاد مواد آلی نیز می‌توانند تصفیه گردند. با استفاده از فن‌آوری MBR می‌توان به آسانی بسیاری از فاضلاب‌ها را تصفیه نمود.

به علت خاصیت جداسازی غشاء، عملکرد بیو رآکتور توسط MBR ارتقاء زیادی پیدا کرده است. این روش در مقایسه با روش سنتی تصفیه فاضلاب، دارای مزیت‌هایی می‌باشد، مانند مؤثرتر واقع شدن عملکرد بیو رآکتور، مقاومت خوب در برابر فشار و ضربه‌ی ناشی از فاضلاب خروجی، کیفیت بالای آب خروجی، اندازه‌ی کوچک تأسیسات مربوط به تصفیه فاضلاب و طول عمر زیاد لجن. به علت خاصیت جداسازی غشاء، آب خروجی دارای کیفیت خوبی بوده، آن‌چنان‌که می‌تواند بدون بروز مشکل، مورد استفاده مجدد قرار گیرد [۷۵ و ۸۱].

از مزیت‌های روش MBR می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- جداسازی بسیار خوبی ارائه می‌دهد. آب خروجی حاصل از MBR دارای کیفیت بالایی می‌باشد، آن‌چنان‌که می‌تواند مستقیماً مورد استفاده مجدد قرار گیرد ($SS < 0.5 \text{mg/L}$, $NTU < 0.2$).

- غشاء می‌تواند تمامی میکروارگانیسم‌ها را به‌صورت توده‌ای در مخزن MBR جمع‌آوری نماید ، آن‌چنان‌که زمان ماند فاضلاب در مخزن (HRT) به‌راحتی کنترل شود . روش MBR برای فاضلاب‌های گوناگون با COD و BOD مختلف ، مناسب می‌باشد.
- غلظت زیاد لجن در مخزن MBR نسبت به روش سنتی ، ۲ تا ۳ مرتبه بیش‌تر است. MBR روش کاملی برای متراکم کردن بار فاضلاب می‌باشد.
- MBR می‌تواند $NH_3.N$ و P را به‌خوبی حذف کند .
- با طول عمر زیاد لجن (SRT) ، مواد آلی پیچیده می‌توانند تخریب شوند.
- سیستم MBR می‌تواند به‌وسیله‌ی PLC کنترل شود. این نوع از بهره‌برداری به‌صورت خودکار انجام می‌گردد .
- MBR می‌تواند به‌صورت مجموعه‌ای کامل و متحرک طراحی شود ، آن‌چنان‌که فقط به محلی با وسعت بسیار کم نیاز داشته باشد.

شرایط بهره‌برداری از غشاء در سیستم MBR عبارتند از:

- دما : ۵ تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد ، PH بین ۲ تا ۱۰
- نسبت هوا به آب : ۲۰ به ۱ تا ۳۰ به ۱
- فشار عملیاتی : کمتر از ۰/۰۲ Mpa

محدوده کاربرد شامل:

- فاضلاب با غلظت بالا
- فاضلاب حاصل از صنایع غذایی ، دامپروری و کشتارگاهی
- فاضلاب حاصل از کارخانجات نوشابه‌سازی
- فاضلاب حاصل از کارخانجات رنگ‌سازی ، چرم‌سازی و کاغذسازی
- استفاده مجدد از آب حاصل از ماشین‌شویی

- فاضلاب با غلظت بالای مواد آلی ، مانند فاضلاب کارخانجات داروسازی

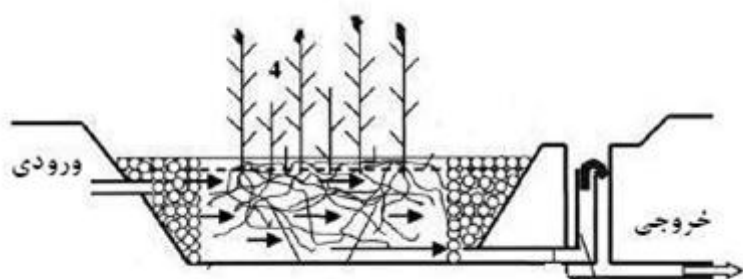
- تغییر شکل تأسیسات قدیمی فاضلاب

- تأسیسات کوچک تصفیه آب

- استفاده مجدد از آب حاصل از فاضلاب شهری

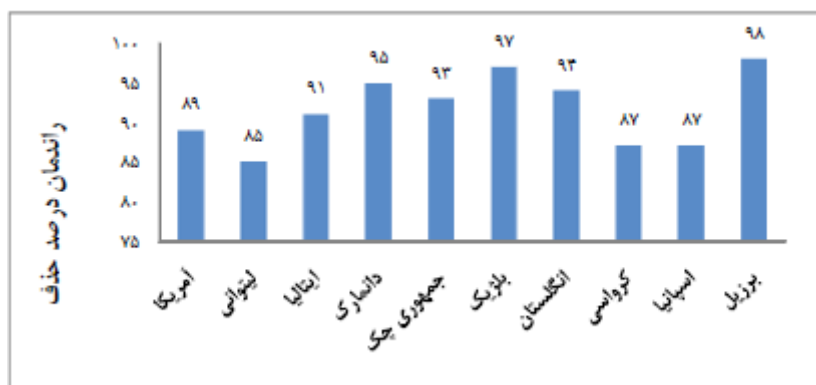
۴-۱-۲-۱-۱ وتلند

قرن‌های زیادی است که انسان‌ها از وتلند برای کنترل آلودگی استفاده می‌کنند. وتلندها دو دسته‌اند: طبیعی و مصنوعی. وتلندهای ساختگی نیز دو نوع هستند؛ وتلند ساختگی با جریان زیرسطحی (Subsurface flow) و وتلند ساختگی با جریان روستحی (Free water surface). وتلند عبارت است از زمینی که سطح آب در آن به اندازه‌ای است که خاک را از آب اشباع و شرایط لازم برای رشد گیاهان را فراهم آورد. وتلندهای ساختگی نیز سیستم‌های مهندسی هستند که به‌عنوان یک روش مناسب و جایگزین برای تکنولوژی‌های متداول تصفیه فاضلاب که مصرف انرژی بالایی دارند، طراحی شده‌اند. در وتلندهای ساختگی فرایندهای تصفیه تحت شرایط کنترل شده تری نسبت به وتلندهای طبیعی انجام می‌شود. تصفیه فاضلاب با وتلندهای ساختگی با جریان زیرسطحی اولین بار توسط Kickuth و Seidel و Happle در دهه ۱۹۶۰ در آلمان و سپس در دهه ۱۹۷۰ توسط Kickuth مورد بررسی و استفاده قرار گرفت (شکل ۱-۲۷) و [۷۷] و [۷۸].

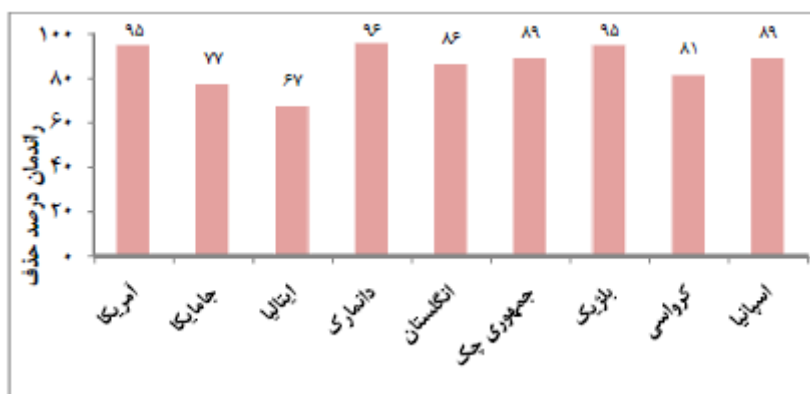


شکل ۱-۲۷- شماتیک وتلند استفاده شده توسط سیدل [۷۷]

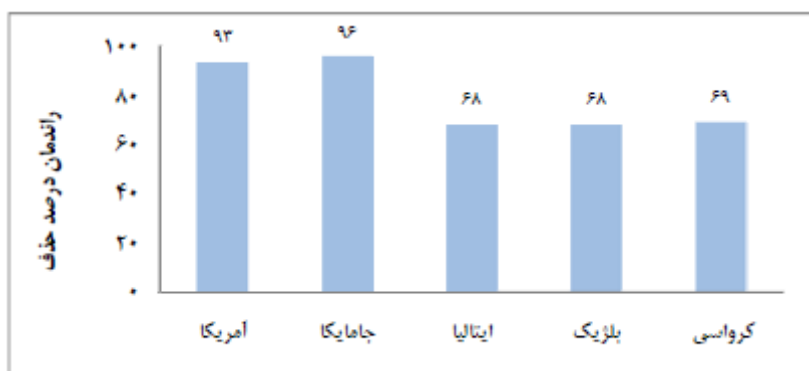
مطالعه Fan بر روی تأثیر انواع نیزار در حذف آلاینده نشان داد که درصد حذف BOD و آمونیاک و فسفر به ترتیب ۸۹/۹، ۹۳/۵ و ۷۶ درصد بوده است. نمودار راندمان حذف BOD، TSS، فسفر کل و نیترژن کل در تصفیه فاضلاب شهری توسط وتلند با جریان زیرسطحی در شکل‌های ۱-۲۸ تا ۱-۳۱ نشان داده شده است.



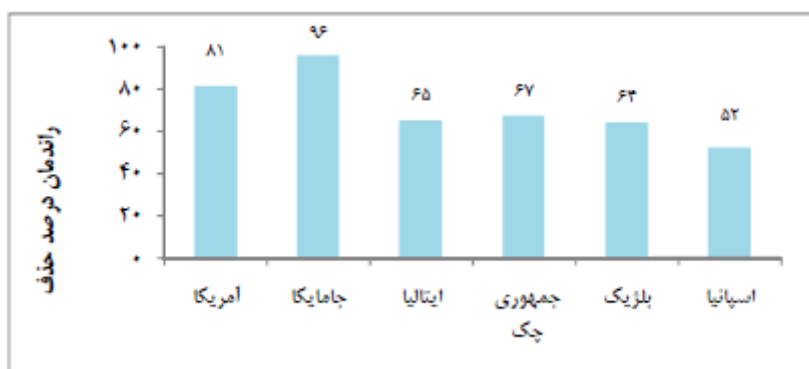
شکل ۱-۲۸- نمودار راندمان حذف BOD در تصفیه فاضلاب شهری توسط وتلند با جریان زیرسطحی [۷۸ و ۷۹]



شکل ۱-۲۹- نمودار راندمان حذف TSS در تصفیه فاضلاب شهری توسط وتلند با جریان زیرسطحی [۷۸ و ۷۹]



شکل ۱-۳۰- نمودار راندمان حذف فسفر کل در تصفیه فاضلاب شهری توسط وتلند با جریان زیرسطحی [۷۸] و [۷۹]



شکل ۱-۳۱- نمودار راندمان حذف نیتروژن کل در تصفیه فاضلاب شهری توسط وتلند با جریان زیرسطحی [۷۸] و [۷۹]

Gersberg در سال ۱۹۸۴ از لویی و جگن جهت حذف نیتروژن فاضلاب شهری در نيزار مصنوعی استفاده نموده است. نتایج این تحقیق نشان داد که راندمان حذف برای نیتروژن معدنی و نیتروژن کل به ترتیب ۹۷ و ۹۴ درصد بوده است. در سال ۱۹۹۵ نیز کارایی نيزارها در تصفیه پساب‌های آلوده، توسط EPA مورد بررسی قرار گرفت. محدوده حذف در این مطالعه برای BOD_5 ، نیتروژن و فسفر به ترتیب ۵۰-۹۰ درصد، ۳۰-۹۸ درصد و ۲۰-۹۰ درصد بوده است. تغییرات زیاد در بازدهی ناشی از تغییرات آب و هوا، اختلاف درجه حرارت، شدت نور خورشید، اختلاف در وضعیت فیزیکی سطح آب، عمق آب و نوع گیاه می‌باشد. نمونه‌ای دیگر کاربرد وتلند در ترکیب با انعقاد فیزیکیوشیمیایی در تصفیه فاضلاب است که در چین صورت گرفته است. از دیگر کارهای انجام شده می‌توان به کاربرد و استفاده از وتلندهای ساختگی در حذف نیتروژن موجود در پساب دفعی آب‌شیرین‌کن‌های غشایی اشاره کرد.

از مزایای سیستم‌های وتلند می‌توان به هزینه‌های پایین ساخت، بهره‌برداری و نگهداری، عدم نیاز به نیروی متخصص، مصرف پایین انرژی، ارزان بودن و همچنین بکارگیری آنها برای جوامع کوچک و تا حدودی بزرگ اشاره نمود. از جمله مشکلات عمده روش‌های متداول تصفیه فاضلاب شهری مصرف زیاد انرژی، بالا بودن هزینه‌های ساخت، بهره‌برداری و نگهداری، تصفیه و دفع لجن و استفاده از سیستم‌های مکانیزه و تکنولوژی بالا می‌باشد که این موارد در وتلندها محسوس نیست.

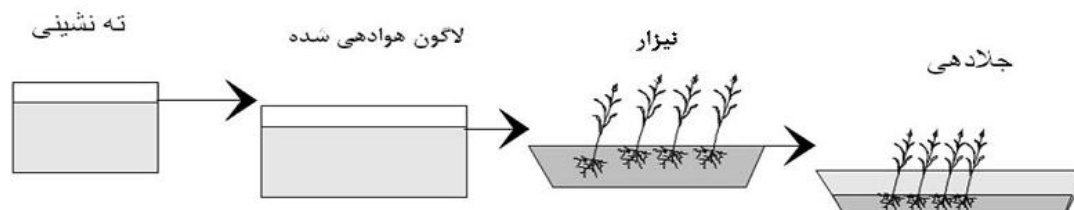
از دیگر مزایای این سیستم‌ها می‌توان به مواردی چون: مقرون به صرفه بودن (cost-effectiveness)، سادگی- (simplicity)، کارایی (efficiency)، قابلیت اطمینان (reliability)، عدم نیاز به بهره‌گیری از تکنولوژی بالا، استفاده از انرژی‌های موجود طبیعی و تجدید پذیر و پتانسیل بالا برای استفاده در مناطق دوردست و محروم اشاره کرد.

وتلندها دارای فواید دیگری از جمله تأمین آب، حفاظت در برابر سیلاب‌ها، کنترل فرسایش، زیستگاه حیات وحش و گیاهان و مکان‌های تفریحی و ارزش‌های تجاری نیز هستند.

از جمله معایب وتلندها می‌توان مواردی هم چون نیاز به زمین زیاد، طولانی بودن مدت زمان تصفیه، اثر نامطلوب برخی از آلاینده‌های سمی بر روی عملکرد وتلند و نابودی گیاهان و رشد پشه و حشرات در مجاورت آن را نام برد.

عملکرد وتلند وابسته به مکانیسم‌های مختلفی هم چون فیزیکی شامل فیلتراسیون، ته‌نشینی، تجمع و اشعه ماورای بنفش، بیولوژیکی شامل هضم توسط نماتودها، پروتوزوآها، کلادوسراها، حمله باکتریوفاژها و مرگ طبیعی و انتشار آنتی بیوتیک‌ها و شیمیایی شامل اکسیداسیون، جذب سطحی و تماس با سموم منتشره توسط میکروارگانیسم‌ها و گیاهان می‌باشد. از دیگر عوامل مؤثر در عملکرد وتلندها نوع گیاه و شرایط جغرافیایی است. گیاهانی برای وتلند مناسب هستند که توانایی سازگاری با شرایط محلی، آفات بیماری‌زا و آلاینده‌ها را داشته باشند. در حال حاضر معمول‌ترین گیاهانی که در وتلندهای مصنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل Reed، bulrushes، Narrow-leaved cattail، Broad-leaved cattail، Yellow flag، Carex، Reed grass، Sweet flag می‌باشند [۷۸].

باید توجه داشت که در اکثر مواقع به تنهایی از وتلند برای تصفیه فاضلاب استفاده نمی‌شود، بلکه به‌طور معمول مجموعه‌ای از روش‌های ته‌نشینی، برکه بی‌هوای یا اختیاری، لاگون هوادهی شده و در بعضی مواقع از روش‌های فیزیکی- شیمیایی نیز استفاده می‌شود که بستگی به شرایط موجود و نظر طراح دارد. شکل ۱-۳۲ نمونه‌ای از این فعالیت‌ها می‌باشد.



شکل ۱-۳۲- آرایش استفاده از وتلند به همراه سایر روش‌ها در تصفیه فاضلاب [۷۸]

از وتلندها در تصفیه انواع مختلفی از فاضلاب استفاده می‌شود و کشورهای زیادی نیز از این سیستم برای تصفیه فاضلاب‌های مختلف استفاده نموده‌اند. در ایران استفاده از وتلند به‌طور عمده برای فاضلاب‌های خانگی است، لذا باید کاربرد وتلند برای دیگر انواع فاضلاب را در ایران، مدنظر قرار داد.

۱-۲-۱-۵ استخرهای تثبیت فاضلاب

استخرهای تثبیت فاضلاب در ساده‌ترین شکل خود، حوضچه‌های عریض و کم‌عمقی هستند که در آن فاضلاب خام به روش‌های کاملاً طبیعی و در اثر واکنش جلبک‌ها و باکتری‌ها تصفیه می‌گردد. هزینه‌های ساختمانی، میزان سرمایه‌گذاری اولیه و تعمیرات موردنیاز آنها پایین و بهره‌برداری و نگهداری از آنها بسیار آسان و کم هزینه است. در ضمن در این روش کاهش کلیفرم‌های مدفوعی نسبت به سایر روش‌های تصفیه فاضلاب بیشتر می‌باشد. استخرهای تثبیت فاضلاب بدون شک در مناطق گرمسیری و جایی که زمین کافی در اختیار باشد، یکی از مؤثرترین روش‌های تصفیه فاضلاب است.

البته باید متذکر شد که استفاده از این استخرها منحصر به مناطق گرمسیر نمی‌باشد و در اکثر شرایط آب و هوایی حتی مناطق سردسیری مانند آلاسکا راندمان مناسبی داشته است. در تصفیه فاضلاب‌های صنعتی نیز استخرهای تثبیت فاضلاب کارآرایی چشمگیری از خود نشان داده است. در کشورهای صنعتی نیز علی‌رغم وجود تکنولوژی مدرن و پیشرفته، سهم عمده‌ای از تصفیه فاضلاب به استخرهای تثبیت واگذار گردیده است. به‌طور مثال یک سوم از کل تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری در آمریکا از نوع استخرهای تثبیت می‌باشند. به‌طور کلی استخرهای تثبیت، بر اساس ماهیت واکنش‌های بیولوژیکی درون آنها به سه دسته اساسی زیر تقسیم‌بندی می‌شوند: [۷۴ و ۷۵]

۲- استخرهای بی‌هوازی

۳- استخرهای هوازی و بی‌هوازی (اختیاری)

استخرهای هوازی:

یک استخر هوازی شامل باکتری‌ها و جلبک‌های در حال تعلیق بوده که در عمق آن نیز شرایط هوازی غالب باشد. در این برکه‌ها اکثر اکسیژن مورد نیاز میکروارگانیسم‌ها توسط عمل فتوسنتز جلبک‌ها و مقداری هم توسط عمل هوازی طبیعی که در استخر صورت می‌گیرد، تأمین می‌شود.

استخرهای بی‌هوازی:

این استخرها در مواقعی مورد استفاده قرار می‌گیرند که بار آلی فاضلاب بسیار بالا بوده و مواد جامد فرار فراوانی نیز در آن وجود داشته و فاضلاب کاملاً عاری از اکسیژن محلول باشد. در این استخرها شرایط بی‌هوازی در سراسر عمق به جز لایه رویی حاکم است. در اینجا اکسیژن آزاد مولکولی وجود ندارد و باکتری‌های بی‌هوازی اکسیژن مورد نیاز خود را از تجزیه مواد آلی و غیر آلی فاضلاب به دست می‌آورند، بدین صورت که مواد آلی را به CO_2 , CH_4 و سایر محصولات گازی شکل، اسیدهای آلی و بافت‌های سلولی تبدیل می‌کنند. مواد جامد در کف برکه، محلی که این مواد به صورت بی‌هوازی هضم می‌گردند، ته‌نشین می‌شود. فاضلابی که مواد جامد آن ته‌نشین شده است، جهت تصفیه کامل‌تر به استخر اختیاری (Facultative Ponds) هدایت می‌گردد. تصفیه رضایت‌بخش در برکه‌های بی‌هوازی بستگی به رفتار متقابل باکتری‌های مولد اسید و باکتری‌های مولد گاز دارد. بنابراین لازم است که درجه حرارت برکه بیشتر از ۱۵ درجه سانتیگراد و PH آن بیش از ۶ باشد. تحت چنین شرایطی است که تولید و تجمع لجن به حداقل خود خواهد رسید. این استخرها در قدیم به علت بوی شدید طرفدار چندانی نداشته‌اند، ولی در حال حاضر رابطه بین تولید بو و بار آلی با دلایل کافی و روشن بررسی شده، بنابراین رفع این مشکل معمولاً با یک طراحی صحیح امکان پذیر می‌باشد.

استخرهای هوازی و بی‌هوازی (اختیاری):

در این استخرها تثبیت آلوده‌کننده‌ها به وسیله مجموعه‌ای از باکتری‌های هوازی، بی‌هوازی و اختیاری صورت می‌گیرد. یک استخر تثبیت اختیاری از ۳ ناحیه تشکیل شده است.

I – ناحیه هوازی: این ناحیه در سطح استخر قرار دارد و باکتری‌های هوازی و جلبک‌ها دارای یک رابطه‌ی همزیستی می‌باشند.

II – ناحیه بینابینی: که ناحیه هوازی بی‌هوازی بوده و تجزیه مواد آلی توسط باکتری‌های هوازی، بی‌هوازی صورت می‌پذیرد.

III – ناحیه بی‌هوازی: این ناحیه در قسمت تحتانی استخر قرار دارد و مواد جامد (لجن) ته‌نشین شده توسط باکتری‌های بی‌هوازی تجزیه می‌شوند.

عوامل مؤثر در راندمان استخرهای هوازی- بی‌هوازی عبارتند از:

- اختلاط: باد و حرارت دو عامل بسیار مهم هستند که در کیفیت اختلاط موجود در یک استخر، تأثیر به‌سزایی دارند.
- عمق: عمق کمتر از یک متر باعث رویش سبزینه در سطح استخر خواهد بود، که از این حالت بایستی اکیداً پرهیز نمود. در عمق‌های بیشتر از ۱/۵ متر تجمع اکسیژن نزدیک سطح استخر است و در نتیجه به جای اینکه استخر دارای حالت هوازی باشد به‌صورت هوازی-بی‌هوازی عمل خواهد نمود.
- آب و هوا: آب و هوای گرم برای عملکرد استخرها مناسب و ایده آل می‌باشد. جهت اطمینان از کارایی مطلوب استخرها باید طراحی بر اساس بدترین شرایط آب و هوایی (سردترین ماه سال) انجام گیرد.

از محاسن استخرهای تثبیت فاضلاب می‌توان موارد زیر را نام برد:

- این استخرها قادرند که هر درجه موردنیاز از تصفیه را با کمترین قیمت و حداقل امکانات فنی به‌وسیله کارکنان غیر متخصص و مجرب انجام دهند.
- کاهش و حذف عوامل بیماری‌زا در این سیستم (بدون اضافه کردن مواد ضدعفونی‌کننده) نسبت به سایر روش‌های تصفیه فاضلاب، فوق‌العاده زیاد است.
- این استخرها به خوبی قادرند شوک‌های ناشی از بار مواد آلی و بار هیدرولیکی را تحمل نمایند.

۱-۲-۱-۶ جذب سطحی (تصفیه با کربن فعال)

پیش از این در تصفیه فاضلاب، از فرآیند جذب سطحی به‌طور گسترده، استفاده نمی‌شد، اما نیاز به کیفیت بالاتر خروجی فاضلاب تصفیه شده به بررسی عمیق و استفاده گسترده از فرآیند جذب سطحی روی کربن فعال منجر شده است. معمولاً تصفیه فاضلاب با کربن فعال را یک فرآیند تصفیه نهایی تلقی می‌کنند که روی آبی که قبلاً در معرض تصفیه زیستی متعارف قرار گرفته است، اعمال می‌شود. در این حالت برای جداسازی بخشی از مواد آلی محلول باقیمانده، از کربن استفاده می‌شود. بسته به وسیله تماس کربن با آب می‌توان مواد جامد ریز را نیز جدا کرد.

کربن فعال را ابتدا با تهیه زغال از موادی چون پوست بادام، نارگیل و گردو، سایر انواع چوب و زغال سنگ تولید می‌کنند. برای تهیه این زغال مواد را تا حد گداختگی گرما می‌دهند تا هیدروکربن‌های آن خارج شود، اما مقدار هوا را کمتر از حد کافی نگه می‌دارند تا سوختن ادامه یابد. سپس ذرات زغال را با قرار دادن آن در معرض یک گاز اکساینده در دمای بالا، فعال می‌کنند. این گاز یک ساختار متخلخل در زغال ایجاد می‌نماید. بدین ترتیب یک سطح بزرگ با مساحت زیاد درون آن ایجاد می‌شود. خواص سطحی که حاصل می‌شود هم ناشی از مواد اولیه مورد استفاده است و هم به نحوه دقیق تهیه آن بستگی دارد. نوع ماده اصلی که کربن فعال از آن به دست می‌آید نیز می‌تواند بر توزیع اندازه خلل و فرج و مشخصه‌های بازیابی آن مؤثر باشد. پس از فعال‌سازی، کربن را می‌توان در اندازه‌های مختلف با ظرفیت‌های مختلف جذب سطحی جدا کرد. دو نوع آن عبارتند از: کربن فعال دانه‌ای (GAC) که قطر بزرگ‌تر از ۰/۱ mm دارد و کربن فعال پودری (PAC) که قطر کمتر از ۲۰۰ میکرون دارد.

استفاده اقتصادی از کربن به وجود روشی کارآمد برای بازیابی کربن پس از رسیدن به آخرین حد ظرفیت جذب سطحی آن بستگی دارد. کربن دانه‌ای را می‌توان به راحتی با اکسایش مواد آلی آن در کوره و جدا کردن آنها از سطح کربن، بازیابی کرد. مقداری از کربن (در حدود ۵ تا ۱۰ درصد) در فرآیند بازیابی از بین می‌رود که باید کربن نو جایگزین آن کرد. ظرفیت کربن بازیافته کمی کمتر از کربن بکر است. مشکل عمده در مصرف کربن فعال پودری این است که روش بازیابی آن به خوبی شناخته شده نیست. مصرف کربن فعال پودری حاصل از مواد جامد زاید بازیابی شده، می‌تواند نیاز به بازیابی کربن کارکرده را برطرف کند.

مقدار ماده جذب شدنی که یک جذب‌کننده می‌تواند آن را جذب کند تابعی از مشخصه‌ها و غلظت ماده جذب شدنی و دما است. عموماً مقدار ماده جذب شده را به منزله تابعی از غلظت در دمایی ثابت به دست می‌آورند و تابع نتیجه را تک دمای جذب سطحی می‌نامند [۷۵] و [۷۶].

۱-۲-۲-۱ فاضلاب صنعتی

۱-۲-۲-۱-۱ فاضلاب‌های لجنی

۱-۲-۲-۱-۱-۱ ته‌نشینی

ته‌نشینی عبارت از جدا کردن ذرات معلق سنگین‌تر از آب از طریق ترسیب ثقلی است. ته‌نشینی یکی از پرکاربردترین عملیات در تصفیه فاضلاب و مهم‌ترین روش تصفیه مکانیکی است که در اکثر تصفیه‌خانه‌های فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرد. عمل ته‌نشینی برای حذف مواد دانه‌ای، حذف ذرات در مخزن ته‌نشینی اولیه، حذف لخته زیستی در مخزن ته‌نشینی لجن فعال و حذف لخته شیمیایی در مواردی که از فرآیند انعقاد شیمیایی استفاده شده، به کار گرفته می‌شود. همچنین از این عمل برای تغلیظ جامدات در تغلیظ‌کننده‌های لجن نیز استفاده می‌شود. در اکثر حالات، هدف اولیه تولید پساب خروجی صاف بوده است، ولی تولید لجن با غلظتی که به راحتی قابل حمل و تصفیه باشد، ضرورت دارد. در طراحی مخازن ته‌نشینی باید به تولید پساب صاف و لجن تغلیظ شده توجه نمود.

اساس کار روش ته‌نشینی بر این هدف قرار دارد که با کاهش سرعت جریان در استخرهایی امکان ته‌نشین شدن مواد معلق در فاضلاب به وجود آید. حجم یک استخر ته‌نشینی را می‌توان به چهار منطقه تقسیم کرد: (۱) منطقه ورودی که توسط آن فاضلاب در استخر پخش می‌گردد. (۲) منطقه ته‌نشینی که در آن ذرات معلق فاضلاب ته‌نشین می‌شوند. (۳) منطقه جمع شدن لجن که در آن ذرات ته‌نشین شده متراکم گشته و تشکیل لجن می‌دهند. (۴) منطقه خروجی که توسط آن فاضلاب ته‌نشین شده از استخر بیرون می‌رود.

به علت اینکه در حوضچه‌های ته‌نشینی عمل ته‌نشینی به صورت مداوم رخ می‌دهد، مدت جریان فاضلاب در استخر که به مدت زمان توقف فاضلاب معروف است، باید علاوه بر بار سطحی فاضلاب در طراحی دخالت داده شده و به قدری باشد که

ذرات همگی به کف استخر برسند. یکان‌هایی که در تصفیه‌خانه‌ها ویژه عملیات ته‌نشینی می‌باشند، عبارتند از حوضچه‌های دانه گیر، استخرهای ته‌نشینی اولیه و استخرهای ته‌نشینی نهایی.

در حوضچه‌های دانه گیر، مواد معدنی و سختی از فاضلاب جدا می‌شوند که وجود آنها موجب مشکلاتی در کار تصفیه‌خانه مانند سائیدگی پمپ‌ها، سخت شدن لجن و فزونی مقدار آن می‌گردد. در استخرهای ته‌نشینی نخستین، مواد معلق از فاضلاب جدا می‌شوند که فسادپذیر بوده و حتماً باید لجن به‌دست‌آمده مورد تصفیه واقع گردد و سرانجام در استخرهای ته‌نشینی نهایی لجن‌هایی از فاضلاب جدا می‌شوند که بسته به نوع و درجه تصفیه‌ای که برای فاضلاب انجام گرفته ممکن است کاملاً تثبیت شده و یا قسمتی تثبیت شده و قسمتی فسادپذیر باشد.

بر اساس غلظت و تمایل ذرات به برهمکنش، چهار نوع ته‌نشینی اتفاق می‌افتد: ذرات مجزا، لخته‌ای، تأخیری (منطقه‌ای) و متراکمی. این نوع پدیده‌های ته‌نشینی در جدول ۱-۱۴ توصیف شده‌اند. طی یک عمل ته‌نشینی، معمولاً بیش از یک نوع ته‌نشینی در یک زمان رخ می‌دهد و ممکن است هر چهار نوع ته‌نشینی به‌طور همزمان اتفاق بیفتد. این چهار حالت در جدول ۱-۱۴ درج گردیده است [۷۵] و [۸۰].

جدول ۱-۱۴ - چهار نوع فرآیند ته‌نشینی در حوضچه [۸۰]

نوع پدیده ته‌نشینی	شرح	کاربرد/وقوع
ذرات منفرد (نوع اول)	ته‌نشینی در سوسپانسیون با غلظت اندک مواد. ذرات به‌صورت منفرد ته‌نشین شده و هیچ برهمکنش مهمی بین ذرات مجاور وجود ندارد.	ذرات دانه‌ای و ماسه‌ای را از فاضلاب جدا می‌کند.
لخته‌ای (نوع دوم)	اشاره به سوسپانسیون نسبتاً دقیق ذرات که در حین عمل ته‌نشینی به هم چسبیده یا لخته می‌شوند. با به هم چسبیدن جرم ذرات افزایش یافته و سریع‌تر ته‌نشین می‌شوند.	بخشی از جامدات معلق موجود در فاضلاب تصفیه نشده را در تأسیسات ته‌نشینی مقدماتی و در قسمت‌های فوقانی تأسیسات ته‌نشینی ثانویه حذف می‌کند. همچنین لخته‌های شیمیایی را در مخازن ته‌نشینی جدا می‌کند.
منطقه‌ای (نوع سوم)	اشاره به سوسپانسیون‌های با غلظت متوسط که در آنها نیروهای بین ذرات برای ممانعت از ته‌نشینی ذرات مجاور مؤثرند. ذرات تمایل دارند نسبت به هم در موقعیت ثابتی باشند، لذا به‌صورت منفرد ته‌نشین می‌شوند. یک لایه حد فاصل بین مایع و جامد در بالای توده ته‌نشین	در تأسیسات ته‌نشینی ثانویه که همراه با تأسیسات تصفیه زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرد، دیده می‌شود.

نوع پدیده ته‌نشینی	شرح	کاربرد/وقوع
	شده ایجاد می‌شود.	
تراکمی (نوع چهارم)	ذرات جامد به دلیل غلظتشان یک مجموعه ساختاری تشکیل داده و ته‌نشینی بیشتر تنها با تراکم ساختار امکان‌پذیر است. تراکم از وزن ذراتی حاصل می‌شود که به‌طور ثابت با ته‌نشین شدن از مایع به ساختار اضافه می‌شوند.	معمولاً در لایه‌های تحتانی یک توده عمیق لجن مانند کف حوضچه ته‌نشینی ثانویه عمیق و تأسیسات تغلیظ لجن اتفاق می‌افتد.

۱-۲-۲-۱-۲ انعقاد (Coagulation)

فرآیند انعقاد یا لخته سازی به منظور حذف ذرات کلوئیدی می‌باشد که ذرات کلوئیدی باعث به وجود آمدن کدورت می‌شوند. این فرآیند به کمک مواد شیمیایی، مواد معلق سبک و به ویژه مواد نیمه محلول و کلوئیدی شکل را به صورت لخته‌ها و قطعات بزرگ در آورده تا در اثر وزن خود ته‌نشین شوند. به عبارت دیگر انعقاد، تشدیدکننده عمل ته‌نشینی در تصفیه مکانیکی است.

یکی از بهترین روش‌های راهبری صحیح تصفیه‌خانه و خصوصاً فرآیند انعقاد، مدیریت تزریق مواد شیمیایی است. مدیریت تزریق منعقد کننده‌ها یک مسئله جهانی است که معیاری برای رسیدن به کدورت کم در هر تصفیه‌خانه می‌باشد و شامل تعیین نوع مواد شیمیایی، میزان تزریق، روش کاربرد مواد و... می‌باشد.

تزریق ماده شیمیایی مناسب معیاری برای بهینه کردن عملیات لخته سازی و ته‌نشینی است. سه نوع ماده شیمیایی متداول به کار می‌رود که شامل منعقد کننده، کمک منعقد کننده و ماده کنترل کننده PH می‌باشد.

منعقد کننده‌ها مواد شیمیایی هستند که برای جذب کدورت و مواد آلی به کار می‌روند و باکتری‌ها، جلبک‌ها، رنگ، اکسید آهن، اکسید منگنز، کربنات کلسیم و خاک رس را حذف می‌کنند. مهم‌ترین مواد منعقد کننده در فاضلاب عبارتند از پلی‌الکترولیت‌ها، سولفات و هیدرات آلومینیوم، سولفات، کلرور و هیدرات دو و سه ظرفیتی آهن، خاک رس و آب آهک. از متداول‌ترین نمک‌های فلزی می‌توان آلوم (زاج سفید) و کلرور فریک را نام برد. افزودن مواد منعقد کننده به فاضلاب مقدار لجن به دست آمده در استخرهای ته‌نشینی را دو تا سه برابر افزایش می‌دهد و در نتیجه حجم منبع‌های هضم لجن افزایش می‌یابد. به علاوه لجنی که با کمک مواد شیمیایی تهیه می‌شود، گاز بیشتری تولید می‌کند. به عبارت دیگر افزودن مواد منعقد کننده درجه تصفیه فاضلاب را افزایش داده و مانند آن است که یک تصفیه زیستی ناقص نیز انجام گرفته باشد. برای انتخاب منعقد کننده از آزمایش استاندارد جار که تأثیر نسبی منعقد کننده‌ها را نشان می‌دهد، استفاده می‌شود.

آزمایش جار برای نشان دادن تأثیر مواد شیمیایی، در تصفیه‌خانه‌ها طراحی شده است. این آزمایش یک روش عمومی برای ارزیابی انعقاد، لخته سازی و ته‌نشینی در تصفیه‌خانه می‌باشد. آزمایش جار در واقع یک مدل کوچک از واحدهای اختلاط سریع، انعقاد و ته‌نشینی در تصفیه‌خانه است. در این روش افزودن مواد شیمیایی خصوصاً موادی مثل آلوم، کلرور فریک و پلیمرها را می‌توان در مقیاس آزمایشگاهی ارزیابی نمود. پس آزمایش جار به سه دلیل انجام می‌گیرد: (۱) کدام نوع مواد منعقد کننده لازم است (۲) آیا مواد منعقد کننده لازم است (۳) چه میزان مواد منعقد کننده لازم است.

کمک منعقد کننده‌ها به ورودی یا همزمان با منعقد کننده برای بهبود لخته‌ها اضافه می‌شود. کمک منعقد کننده‌ها از طریق تشکیل سریع‌تر لخته‌ها، فرآیند ته‌نشینی را (که ته‌نشینی مواد بر اساس دو مکانیسم ۱- قطر مواد ۲- سبک و سنگین بودن مواد انجام می‌شود) تسریع و بارگذاری کدورت روی فیلترها (که در اغلب تصفیه‌خانه‌ها از فیلتر سنی ثقیل استفاده می‌شود که در کاربردهای تجاری می‌توان از مواد منعقد کننده به همراه فیلترهای تحت فشار نیز استفاده نمود) را کاهش می‌دهد و به تبع آن افزایش سیکل راهبری فیلترها را سبب می‌شود.

کمک منعقد کننده‌ها شامل ۱- اکسیدکننده ۲- عوامل جاذب و سنگین کننده ۳- سیلیکا فعال ۴- پلی الکترولیت (انواع پلی الکترولیت شامل کاتیونی و آنیونی و غیر یونی) می‌باشد.

بهینه کردن PH سبب می‌شود که منعقد کننده‌های فلزی، لخته‌های قوی‌تری تشکیل دهند و در نتیجه حذف کدورت بهتر صورت گیرد. مقدار مناسبی قلیائیت برای تشکیل لخته کلرید آهن یا آلوم ضروری است. به‌عنوان مثال محدوده PH آلوم بین ۴ تا ۷ و محدوده PH کلرور فریک بین ۳/۵ تا ۶/۵ و بالاتر از ۸/۵ است.

نقطه تزریق هر ماده شیمیایی به شدت می‌تواند بر راندمان تأثیر بگذارد. بهترین حالت آن است که مواد بتواند در هفت نقطه از فرآیند تصفیه اضافه شود تا راهبر با انجام آزمایش قادر باشد بهترین نقطه تزریق را پیدا کند. این نقاط عبارتند از: قبل از اختلاط سریع، در طی اختلاط سریع، قبل از لخته سازی، قبل از ته‌نشینی، قبل از فیلتراسیون، پس از فیلتراسیون، قبل از شستشوی فیلترها [۷۵] و [۸۰] و [۸۲].

۱-۲-۲-۱-۳ فیلتراسیون

فیلتراسیون به‌عنوان پیش‌تصفیه برای حذف جامدات معلق از فاضلاب‌های حاوی جامدات معلق کم، به کار برده می‌شود. این فرآیند در تصفیه فیزیکی شیمیایی بعد از منعقد سازی و یا به‌عنوان تصفیه پیشرفته بعد از فرآیندهای بیولوژیکی انجام می‌شود. جامدات معلق به‌وسیله فیلتراسیون بر روی سطح (straining) و جذب سطحی در فیلتر عمقی، حذف می‌شوند. جذب سطحی به پتانسیل زتا جامدات معلق و بستر فیلتر بستگی دارد. معمولاً ذرات موجود در پساب از نظر اندازه و بار الکتریکی متفاوت بوده و بعضی از آنها به‌طور پیوسته از فیلتر عبور می‌کنند. بنابراین فرآیند فیلتراسیون تابع موارد زیر است:

- غلظت و مشخصات ذرات معلق
- مشخصات بستر فیلتر و وسایل کمکی فیلتراسیون
- روش بهره‌برداری فیلتر

فیلترهای با محیط دانه‌ای می‌توانند با نیروی ثقل یا فشار کار کنند. فیلترهای ثقلی را با سرعت ثابت می‌توان به دو صورت راهبری نمود، روش اول کنترل دبی ورودی و قطع و وصل جریان و روش دوم کاهش دبی ورودی است که در این روش تعداد چهار فیلتر و یا بیشتر از یک دهانه مشترک تغذیه می‌شود. در این روش برای رسیدن به سرعت ثابت از وسیله‌ای که افت فشار مصنوعی ایجاد می‌کند (تنظیم‌کننده دبی) استفاده می‌شود. با حذف جامدات معلق و افزایش اتلاف هد، اتلاف هد مصنوعی کاهش یافته و بنابراین افت فشار کل ثابت می‌ماند. در طراحی یک فیلتر با دبی کاهش، کاهش دبی یک فیلتر در اثر افزایش افت فشار، دبی فیلترهای دیگر را بالا می‌برد. وقتی که افت فشار کل با نیروی محرکه موجود مساوی شد یا وقتی که مقدار جامدات معلق یا کدورت در خروجی بالا رفت، چرخه کار فیلتر پایان یافته است.

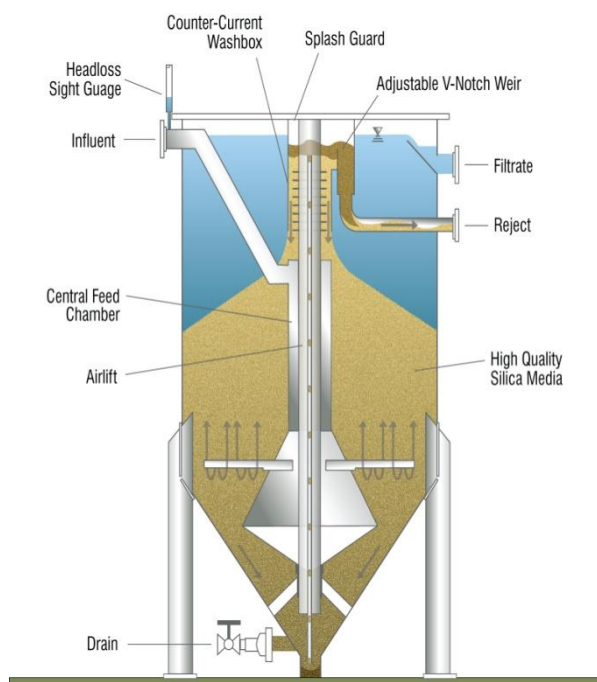
یک عامل مهم در طراحی فیلتر، اندازه بستر است. اندازه دانه شن طوری انتخاب می‌شود که حذف به‌دست‌آمده کمی بهتر از حذف لازم باشد. در فیلترهای با بستر دوگانه، اندازه دانه زغال سنگ طوری انتخاب می‌شود که در ۲-۱/۵ ft از بستر فیلتر، ۹۰-۷۵ درصد جامدات معلق حذف شوند. به‌عنوان مثال در صورتی که حذف ۹۰ درصد جامدات معلق مد نظر باشد، باید ۸۰-۶۸ درصد آن را از طریق لایه زغال و ۲۵-۱۰ درصد آن را از طریق لایه شن حذف کرد. در صورتی که اندازه ذرات معلق بزرگ‌تر از ۵ درصد اندازه دانه‌های بستر فیلتر باشد، صاف شدن مکانیکی رخ خواهد داد.

به‌طور کلی دو نوع فیلتر تک بستری ریز و درشت موجود است. بستر ریز در فیلترهای تجاری خاص نظیر فیلترهای خودکار شستشوی معکوس یا فیلتر نوع بستر پالس وجود دارد و حذف آن بر اساس مکانیسم صاف کردن انجام می‌شود. شستشوی معکوس (یا پالس دهی) مکرر مخصوصاً در مواقع غیر عادی و یا در شرایطی که کدورت ورودی بالاست، مورد نیاز خواهد بود. فیلتر تک بستر درشت معمولاً خیلی عمیق‌تر از بسترهای بزرگ‌تری است که شستشوی معکوس اقتصادی آنها مستلزم به هم خوردن شدید (scour) می‌باشد. راهبری فیلتر با محیط درشت به‌وسیله کارکرد طولانی‌تر آن و توانایی آن در مقابله با تغییرات ناگهانی واحد مشخص می‌شود.

سرعت فیلتراسیون، مقدار افت فشار حاصله و کیفیت قابل حصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. سرعت بهینه فیلتراسیون، سرعتی است که حداکثر حجم فیلتر شده در واحد سطح فیلتر با کیفیت قابل قبول تأمین می‌شود.

با اضافه کردن منعقد کننده به فاضلاب قبل از انجام فیلتراسیون، می‌توان حذف جامدات معلق را افزایش داد. استفاده از آلوم، فسفر را نیز در فیلتر ترسیب و حذف خواهد کرد. چون فیلتر خود به‌صورت یک لخته ساز عمل می‌کند، لخته سازی لازم نیست [۸۰].

امروزه چندین نوع فیلتر در بازار وجود دارد. سه نوع متداول‌تر آن عبارتند از: فیلتر با بستر دو گانه حاوی آنتراسیت (زغال) و شن، فیلتر آبشوی (hydroclear) و فیلتر با شستشوی معکوس پیوسته. فیلتر Dynasand (DSF) یک فیلتر دانه‌ای با عمق زیاد، جریان رو به بالا، خودپالا و دارای شستشوی معکوس پیوسته است. بستر فیلتر به‌وسیله برگردان شن از درون یک لوله هوا (airlift pipe) و یک شوینده شن به‌طور پیوسته تمیز می‌شود. در شکل ۱-۳۳ نمونه‌ای از فرآیند فیلتراسیون قابل مشاهده است.



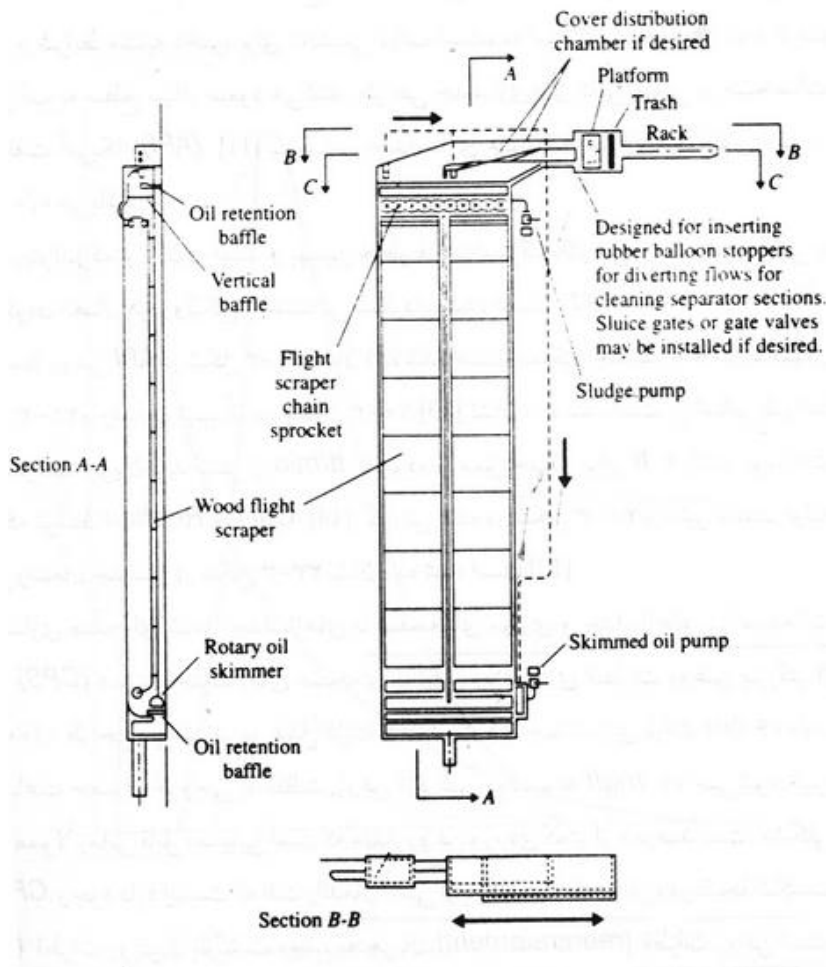
شکل ۱-۳۳- فرآیند فیلتراسیون [۸۰]

۱-۲-۲-۲-۲-۱ فاضلاب‌های روغنی و نفتی

۱-۲-۲-۲-۲-۱ روش API

روش API که مخفف American Petroleum Institute می‌باشد، یک روش شناورسازی به منظور جداسازی مواد جامد سبک‌تر از آب (مواد روغنی و نفتی) است. در جداسازی روغن، روغن آزاد در سطح تانک شناور شده و سپس از آن زدوده می‌شود. وضعیت و شرایط مشابه ته‌نشینی ذرات است، به استثنای اینکه قطرات و ذرات سبک‌تر از آب به سطح سیال صعود می‌کنند. طراحی جداسازی‌های ثقلی مبتنی بر مشخصات مؤسسه نفت آمریکا API بر اساس جداسازی همه قطرات روغن آزاد بزرگ‌تر از ۰/۰۱۵ سانتیمتر می‌باشد. استفاده از دستگاه‌های جداکننده API به منظور پیش‌تصفیه محدود شده است و بیشتر به‌عنوان ابزار کنترل از آنها استفاده می‌شود. جداکننده‌های API بسته به نوع مواد موجود در فاضلاب، مقدار لکه‌های نفتی را به ۵۰-۱۵ میلی‌گرم در لیتر کاهش می‌دهند و برای فاضلاب‌های امولسیون شده هیچ نوع حذفی را انجام نمی‌دهند. لخته سازی شیمیایی همراه با شناورسازی با هوای محلول، برای این نوع فاضلاب‌ها بسیار توصیه شده است. برخی اوقات جداکننده‌های API نمی‌توانند برای تصفیه به‌تنهایی کافی باشند و استفاده از صافی‌های منعقدکننده یا سیستم لخته ساز از نوع چورون (chevron) می‌تواند عملکرد API را افزایش دهد. برای فاضلاب‌های با دبی کم از یک پیش‌فیلتر استفاده

می‌شود و سپس از یک فیلتر مخلوط کننده فولادی کارتریج همانند فیلترهای ساخته شده توسط سرفیلکو (Serfilco) ، پال (Pall) و دیگر فیلترها استفاده می‌شود. این نوع سیستم‌ها به خوبی کار می‌کنند و قادرند روغن‌های آزاد را به کمتر از ۱۵ میلی‌گرم در لیتر کاهش دهند. راندمان حذف چربی و نفت در حدود ۸۰-۷۰ درصد است. شکل ۱-۳۴ نمای روش API رانشان می‌دهد [۸۳] و [۸۴] و [۸۵].



شکل ۱-۳۴- شماتیک کلی جداساز API [۸۵]

۱-۲-۲-۲-۲-۱ روش DAF

دستگاه‌های DAF (Dissolved Air Flotation) عموماً به سیستم‌هایی اطلاق می‌شود که در آنها شناورسازی ذرات معلق موجود در آب به کمک دمش هوای فشرده از پایین صورت می‌گیرد. شناورسازی با استفاده از هوا ، اولین بار در سال ۱۹۰۰ به‌عنوان یکی از روش‌های جداسازی ذرات از سنگ معدن ، کاربرد پیدا کرد.

شناورسازی یک روش تصفیه فیزیکی است که برای جداسازی ذرات جامد یا مایع غیرقابل انتزاج (مانند چربی‌ها) از فاز مایع به کار می‌رود. جداسازی از طریق وارد کردن حباب‌های ریز گاز (معمولاً هوا) به داخل فاز مایع صورت می‌پذیرد. حباب‌های هوا به ذرات جامد یا مایع غیر محلول می‌چسبند و چگالی مجموعه ذره و حباب‌های هوا به اندازه‌ای کاهش می‌یابد که سبب صعود ذره به سطح می‌شود، بدین ترتیب می‌توان ذراتی را که چگالی آنها از مایع بیشتر است، به صعود به سطح واداشت.

مزیت اصلی شناورسازی با هوای محلول بر ته‌نشینی این است که در این روش، ذراتی که بسیار کوچک و یا سبک هستند و به آرامی ته‌نشین می‌شوند را می‌توان کامل‌تر و در زمان کوتاه‌تر حذف کرد.

در سیستم DAF، هوا تحت فشار چند اتمسفر در بخشی از آب تصفیه شده خروجی، حل می‌شود، سپس فشار تا حد فشار اتمسفر کاهش می‌یابد. کل جریان به مدت چند دقیقه در یک مخزن تحت فشار باقی می‌ماند تا فرصت برای حل شدن هوا تأمین شود. سپس جریان تحت فشار از میان یک شیر فشارشکن عبور می‌کند و حباب‌ها که در اثر کاهش فشار آب اشباع شده با هوا، در فشار بیش از فشار اتمسفر ایجاد می‌شوند، به مخزن شناورسازی، جایی که هوا به صورت حباب‌های کوچک از میان کل حجم آب ورودی عبور می‌کند، راه می‌یابند.

ذرات معلق شناور شده که به سطح آمده‌اند، توسط بازوهای جمع‌کننده از آب جدا شده و به محفظه نگهدارنده لجن منتقل می‌شوند.

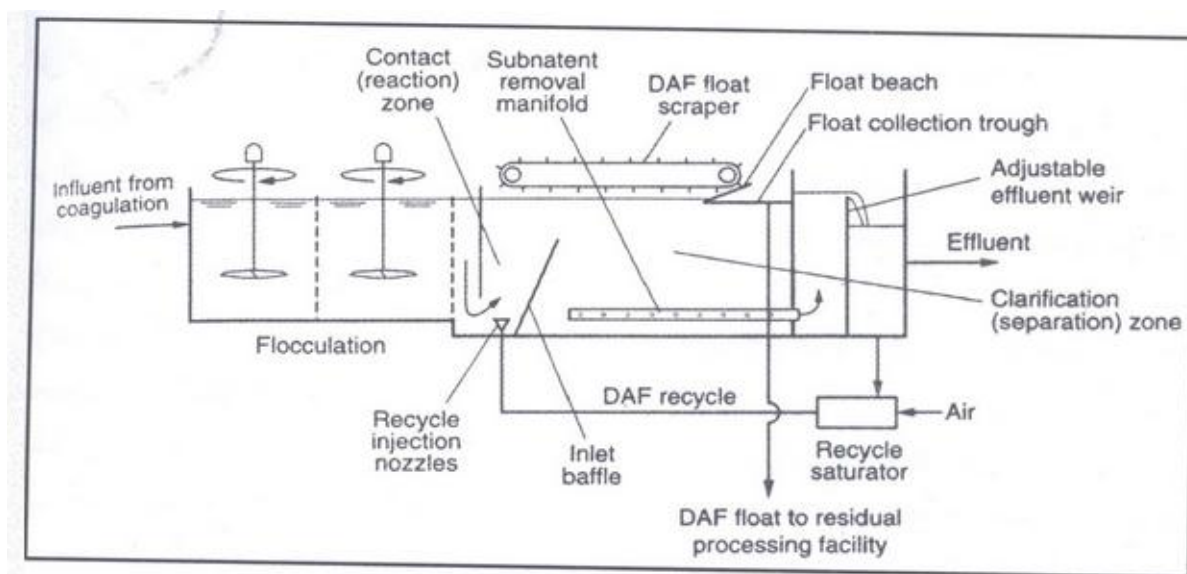
مقداری از لجن موجود در این محفظه توسط یک پمپ به بخش اختلاط اولیه با آب رفته و با آب خام جهت به وجود آوردن مراکز تشکیل لخته‌های معلق، مخلوط می‌شود. در بخش اختلاط اولیه کنترل‌های شیمیایی آب ورودی نیز صورت می‌گیرد.

دستگاه‌های DAF نیز مانند کلاریفایرها به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

۱- دستگاه‌های DAF افقی یا مستطیلی (Rectangular DAF System)

۲- دستگاه‌های DAF عمودی یا چرخشی (Circular DAF System)

در دستگاه‌های DAF افقی یا مستطیلی (Rectangular DAF System) همانطور که در شکل ۱-۳۵ نشان داده شده است، محفظه‌های مستطیل شکل اختلاط و شناورسازی در کنار هم قرار گرفته‌اند و جریان کلی آب در کل سیستم به صورت افقی می‌باشد.



شکل ۱-۳۵- شماتیک ساختار و مسیر فرایندی سیستم DAF افقی [۸۷]

همان طوری که در شکل فوق مشاهده می‌شود لخته‌های شناور شده توسط تیغه‌هایی که به صورت افقی روی سطح آب حرکت می‌کنند، جداسازی می‌گردند. از فرایند DAF به طور گسترده جهت جداسازی جامدات معلق، روغن، گریس و فیبر از آب و فاضلاب استفاده می‌شود.

انواع کاربردهای این سیستم عبارتند از: زلال‌سازی فاضلاب پالایشگاه‌ها، جداسازی جامدات و دیگر مواد در تصفیه‌خانه‌های آب آشامیدنی، تغلیظ لجن و جداسازی لخته‌های بیولوژیکی، حذف یا جداسازی یون‌ها، تصفیه ذرات ریز معدنی، حذف جامدات آلی، روغن‌های محلول و ترکیبات آلی فرار، حذف جلبک‌ها، تخم انگل‌های ژیاوردیا و کریپتوسپوریدیوم [۸۶].

در جدول ۱-۱۵ مزایا و معایب دستگاه‌های DAF در مقایسه با دیگر روش‌های زلال‌سازی ذکر شده است.

جدول ۱-۱۵- مقایسه مزایا و معایب سیستم DAF [۸۷]

Advantages	Disadvantages
<ul style="list-style-type: none"> • High loading rate: Typically 10 – 20 m/h (4 – 8 gpm/ft²) , and new variants of the process have successfully operated in the vicinity of 40 m/h (16 gpm/ft²) • Very thick Sludge (float) product; Typically 2 – 3% total solids float can be achieved using mechanical skimming devices. Float can be dewatered without intermediate thickening. • Since DAF does not require a large dense floc, Polymer/Coagulant dosages may be reduced in some circumstances. • Shorter flocculation times are possible, again since a smaller floc is required. • Very quick start-up, typically <45 – 60 min to reach steady state. • Excellent algae removal efficiencies. • Excellent Giardia and cryptosporidium removal efficiencies (> 1.7 log) 	<ul style="list-style-type: none"> • Requires a cover or hosting to protect the float layer from wind and precipitation. • Mechanically more complex than conventional clarifiers. • Power intensive compared to many other technologies. Total installed duty electrical load for DAF systems is typically of the order of 3.5 kW/mgd. • Generally not well suited for clarification of higher turbidity, silt-laden waters. • Because DAF is more mechanically intensive may not be suitable for location where low mechanical content is desirable or where equipment maintenance is likely to be neglected.

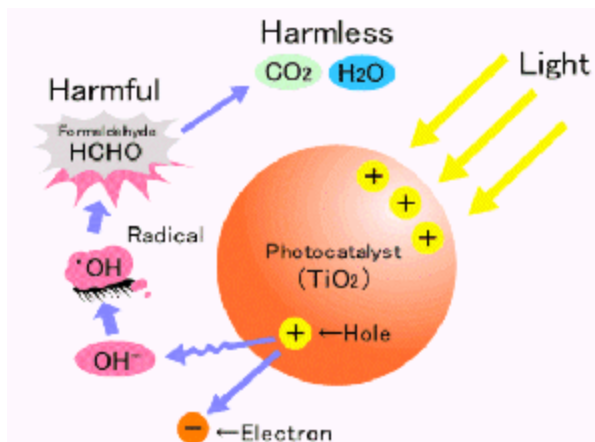
۱-۲-۲-۳ استفاده از Nano (photocatalyst)

فناوری نانو با ارائه راهکارهایی مناسب برای تصفیه آب، فاضلاب و پساب می‌تواند نقشی سازنده در حفاظت از محیط زیست داشته باشد. نانو تکنولوژی توان حذف آلودگی‌های کوچک کمتر از ۲۰۰ نانومتر و اندازه‌گیری و کاهش آلودگی در مناطق بزرگ را دارد. همچنین امکان بازیافت و استفاده مجدد از مواد و انرژی را فراهم می‌کند.

فتوکاتالیست از دو بخش فتو و کاتالیست تشکیل شده که فتو معرف نوردهی و کاتالیست معرف فرآیندی است که سرعت واکنش انتقال شیمیایی را برای مواد شرکت کننده بدون توقف واکنش افزایش می‌دهد. در سال‌های اخیر استفاده از نیمه‌رساناها به‌عنوان فتوکاتالیست برای کاهش آلودگی آلی افزایش یافته است. به علت ویژگی‌های نوری و الکتریکی، قیمت پایین، فعالیت فتوکاتالیستی بالا، ثبات شیمیایی، غیر سمی بودن، فراوانی و در دسترس بودن و عدم فرسایش و خوردگی در برابر نور، از

دی‌اکسید تیتانیوم به‌عنوان فتوکاتالیست رایج استفاده می‌شود. دی‌اکسید تیتانیوم به‌عنوان یک ماده مناسب جهت حذف آلودگی‌هایی مانند مواد آلی سمی و انواع فلزات سنگین از فاضلاب استفاده می‌شود.

تمام خصوصیات دی‌اکسید تیتانیوم نیز در نانو دی‌اکسید تیتانیوم وجود دارد، با این تفاوت که اندازه ذرات آن بسیار کوچک‌تر است و از این‌رو قابلیت بیشتری دارد. زیرا به واسطه کوچکی اندازه ذرات، سطح تماس بیشتر و کارایی افزایش می‌یابد. زمانی که اندازه ذرات دی‌اکسید تیتانیوم به مقیاس نانو کاهش می‌یابد، فعالیت فتوکاتالیستی می‌تواند افزایش یابد، زیرا مساحت سطح مؤثر بیشتر می‌شود. دی‌اکسید تیتانیوم یک فتوکاتالیست ایده آل است. نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم بر سطح زیر لایه‌های مناسبی از جمله شیشه و یا ترکیبات سیلیسی پوشش داده شده و در حوضچه‌های تحت تابش نور ماوراء بنفش قرار می‌گیرند. دستگاه‌های متفاوت دی‌اکسید تیتانیوم شدت جریان و سرعت‌های حذف متنوعی دارند. نانو پودرهای سوسپانسیون شده دی‌اکسید تیتانیوم، فرآیند کاتالیستی پر بازدهی را ارائه می‌دهد، زیرا سطح داخلی آنها در معرض تابش اشعه فرابنفش و آلودگی قرار می‌گیرد. به دلیل ترکیب سطوح واکنش‌پذیر با مواد پایه و در نتیجه کاهش سطح فعال، بازده نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم که به‌عنوان پوشش استفاده شده یا روی زیر لایه‌هایی از قبیل شیشه و سرامیک ثابت شده‌اند، پنج برابر درصد بازده فتوکاتالیستی نانو ذرات سوسپانسیون شده است. دی‌اکسید تیتانیوم به‌صورت نانو پودر و لایه نازک می‌تواند در انواع رآکتورهای شیمیایی به انجام واکنش کمک کند. اندازه این فتوکاتالیست در ابعاد ۲۰ نانومتر می‌باشد. پس از جذب اشعه ماوراء بنفش به‌وسیله این ذرات، الکترون‌های آنها برانگیخته و از مدار خود خارج می‌شوند که در نتیجه حفراتی به جا می‌ماند که قابلیت اکسیدکنندگی بسیار بالایی دارند. در عین حال الکترون‌ها نیز که خاصیت احیاء‌کنندگی قوی دارند، پس از تماس با فاضلاب، رادیکال آزاد اکسیژنی و هیدروکسیدی ایجاد می‌کند. این رادیکال‌ها نیز خاصیت اکسیدکنندگی بالایی داشته و می‌توانند مواد آلاینده و باکتری‌ها را به مواد بی‌خطر مانند آب و دی‌اکسید کربن تجزیه کنند [۹۱-۸۸]. شکل ۱-۳۶ عملکرد دی‌اکسید تیتانیوم را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳۶- واکنش فتوکاتالیستی اکسید [۹۱]

برای افزایش کارایی این نانو ذرات از دی‌اکسید تیتانیوم تلقیح شده با آهن استفاده می‌شود. استفاده تجاری از نانو دی‌اکسید تیتانیوم به‌عنوان فتوکاتالیست، در دنیا فراگیر شده است. دلایل زیر استفاده از دی‌اکسید تیتانیوم را به عاملی مهم در تصفیه فاضلاب تبدیل می‌کند:

- فرآیند تصفیه فاضلاب با استفاده از دی‌اکسید تیتانیوم در شرایط جوی موجود امکان‌پذیر است.
- اکسیداسیون سوسپنرا به دی‌اکسید کربن به‌طور کامل صورت می‌گیرد.
- فتوکاتالیست دی‌اکسید تیتانیوم ارزان قیمت بوده و راندمان بالایی دارد.
- فرآیند با پتانسیل بالا انجام گرفته و در تکنولوژی صنعتی جهت سمیت زدایی فاضلاب مناسب است.
- دی‌اکسید تیتانیوم تقریباً همه آلودگی‌های آلی را تجزیه می‌کند. بسیار آب‌دوست بوده و از این‌رو توانایی جذب آلودگی‌های زیستی و فلزات سنگین از قبیل آرسنیک را دارد. راندمان آن تابع کیفیت دی‌اکسید تیتانیوم، شدت پرتو فرا بنفش، PH، اکسیژن موجود و غلظت آلودگی‌هاست. بسیاری از آلاینده‌های موجود در پساب صنعتی که دی‌اکسید تیتانیوم آنها را به آب و دی‌اکسید کربن تبدیل می‌کند، عبارتند از: آلکان‌ها، آلکن‌ها، آلکین‌ها، اترها، آلدئید، الکل، ترکیبات آمینی، ترکیبات سیانیدی، استر و ترکیبات آمیدی.

۱-۲-۲-۲-۴ روش غشائی (membrane)

در بخش ۱-۲-۲-۲-۴ توضیح داده شده است.

۱-۲-۲-۲-۵ جذب سطحی (تصفیه با کربن فعال)

در بخش ۱-۲-۲-۱-۶ شرح داده شده است.

۱-۲-۲-۳ فاضلاب‌های ویژه و سمی

۱-۲-۲-۱-۳ تصفیه شیمیایی

اکسیداسیون شیمیایی معمولاً به استفاده از مواد اکسیدکننده‌ای نظیر ازن O_3 ، پراکسید هیدروژن H_2O_2 ، پرمنگنات MnO_4 ، دی‌اکسید کلر ClO_2 یا $HOCl$ یا حتی اکسیژن O_2 برای انجام واکنش شیمیایی اطلاق می‌شود که برای پیشرفت آن نیازی به میکروارگانیسیم‌ها نمی‌باشد. برای رساندن سرعت واکنش به حد قابل قبول، معمولاً به استفاده از کاتالیزورها نیاز است. کاتالیزور می‌تواند تنظیم ساده PH ، کاتیون‌های فلزات واسطه (transition)، آنزیم‌ها و یا یک سری ترکیبات تجاری با ترکیب اعلام نشده باشد.

معمولاً اکسیداسیون شیمیایی در مواقعی که ترکیبات آلی، غیرقابل تجزیه بیولوژیکی (مقاوم)، سمی و یا بازدارنده رشد میکروبی باشند، انجام می‌شود. در هر حال، اکسیداسیون شیمیایی برای زدایش بسیاری از ترکیبات غیرآلی و کاهش ترکیبات مؤثر نظیر اکسیداسیون سولفیدها ($H_2S \rightarrow SO_4^{2-}$) عمل می‌کند.

در حالیکه اکسیژن اکسیدکننده‌ای است که به‌سادگی در بازار یافت شده و برای فرآیندهای تصفیه بیولوژیکی، بسیار مقرون به صرفه است، سایر اکسیدکننده‌های شیمیایی نسبتاً گران بوده و از نظر اقتصادی توانایی رقابت با تصفیه بیولوژیکی هوازی را ندارند. با این وجود لازم نیست اکسیداسیون شیمیایی به‌طور کامل (یعنی تبدیل کربن آلی به CO_2) صورت پذیرد. گاهی اکسیداسیون جزئی ترکیبات خاصی نظیر آلاینده‌های اولیه، تجزیه‌پذیری بیولوژیکی آنها را افزایش می‌دهد. کلاً اکسیداسیون ترکیبات خاص را می‌توان بر اساس مقدار تجزیه محصولات نهایی اکسیداسیون، توصیف نمود.

به جز مشکل تولید محصولات جانبی غیرقابل قبول، اکسیداسیون شیمیایی می‌تواند سمیت یا رفتار بازدارندگی را کاهش دهد و نیز قابلیت تجزیه بیولوژیکی ترکیبات ماده را تا مقداری بسیار کمتر از مقدار موردنیاز برای تجزیه نهایی، افزایش دهد. بنابراین

فرآیندهای جفت شده اکسیداسیون شیمیایی / بیولوژیکی، که در آن اکسیداسیون شیمیایی برای پیش تصفیه پساب‌های مقاوم بکار گرفته می‌شود، معمولاً به‌عنوان یک گزینه تصفیه مورد نظر می‌باشد.

به‌جز اکسیژن، اکثر اکسیدکننده‌ها گران بوده و برای تصفیه حجم‌های بالای فاضلاب‌های غلیظ، توانایی رقابت با روش‌های بیولوژیکی تصفیه پساب را ندارند. با این حال اغلب برای فاضلاب‌هایی که تصفیه بیولوژیکی آنها به دلیل سمیت، بازدارندگی و یا ترکیبات مقاوم جوابگو نمی‌باشد، فرآیندهای اکسیداسیون شیمیایی طراحی می‌شود. بعلاوه، با استفاده از اکسیداسیون شیمیایی همراه با تصفیه بیولوژیکی، می‌توان پساب‌های سمی / مقاوم را پیش تصفیه کرد تا کارایی تصفیه بیولوژیکی بهبود یابد. اکسیداسیون شیمیایی جزئی بسیاری از فاضلاب‌ها اقتصادی بوده و مجموعه‌ای از اسیدهای آلی قابل تجزیه بیولوژیکی، تولید می‌شود [۸۰].

ازن، (O_3) یک اکسیدکننده قوی است ($E_H > 2/0 \text{ volts}$) که کاربرد وسیعی در گندزدایی و تصفیه فاضلاب دارد. تولید ازن، تعیین‌کننده وجه اقتصادی عملیات است. ازن زنی را می‌توان برای حذف رنگ و مواد آلی مقاوم باقی‌مانده در خروجی‌ها بکار برد.

پراکسید هیدروژن، H_2O_2 ، درجات خلوص مختلف تجاری، قابل تهیه است. محلول ۳۰ تا ۵۰ درصد (وزنی) آن برای تصفیه فاضلاب متداول تر است. از زمان گذشته، از پراکسید هیدروژن برای اکسیداسیون سولفیدهای موجود در شبکه‌های جمع‌آوری و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب استفاده می‌شده و اخیراً برای مواد آلی سمی و مقاوم بکار می‌رود.

پراکسیداسیون قلیایی (PH بین ۱۰ تا ۱۲) روش مؤثری برای نابودی کل سیانیدها نمی‌باشد.

فرآیند $UV - H_2O_2$ معمولاً برای پساب‌های دارای رنگ، کدورت و غلظت پایین نظیر آب‌های زیرزمینی آلوده بکار می‌رود، اما برای فاضلاب‌های غلیظ تر، بعضی افزودنی‌های خاص در بازار موجود است. بسیاری از ترکیبات نظیر بنزن، تولوئن، زایلین، تری کلرواتان و پرکلرواتیلن به خوبی توسط $UV - H_2O_2$ تصفیه می‌شود. بعضی دیگر نظیر کلروفرم، استون، تری نیترو بنزن، و n-اکتان در مقابل تصفیه مقاوم هستند. پراکسید هیدروژن در بسیاری موارد برای حذف آلاینده‌های خاصی نظیر آلاینده‌های اصلی، کاهش سمیت و یا اصلاح قابلیت تجزیه بیولوژیکی (هم سرعت و هم مقدار تجزیه) مفید واقع می‌شود.

اکسیداسیون با H_2O_2 می‌تواند همراه با تصفیه بیولوژیکی صورت پذیرد تا COD بیشتر به حد قابل قبول نزدیک شود. در بسیاری از موارد اکسیداسیون COD مقاوم موجب افزایش BOD خواهد شد.

کلر از مدت‌ها پیش، به‌عنوان اکسیدکننده در تصفیه آب و فاضلاب استفاده شده است و این ماده مخصوصاً در حذف رنگ‌های آلی عملکرد بسیار مناسبی داشته است. در عین حال اخیراً مشاهده تشکیل محصولات جانبی کلرینه، نظیر کلروفرم، میزان استفاده از کلر را بسیار کاهش داده است. گرچه کلر در حذف رنگ بسیار خوب عمل می‌کند، مواد آلی کلرینه نیز باید مد نظر قرار گیرد. چنین جریان‌هایی موقع تخلیه به آب‌های پذیرنده با دی‌های کم، با مشکل اخذ مجوز مواجه می‌شود.

پرمنگنات، MnO_4^- ، یک اکسیدکننده قوی است ($E_H > 1/68$ volts) و در محدوده وسیعی از PH (در PH بالا، سرعت بالاتر است) و برای مقدار زیادی از ترکیبات آلی و غیر آلی قابل استفاده می‌باشد. این ماده در حالت پایدار به‌صورت جامد و با خلوص ۹۶/۵ درصد تا بالای ۹۹ درصد، یا درحالت تغلیظ شده آبی تهیه می‌شود. از گذشته $KMnO_4$ برای کنترل بو (اکسیداسیون سولفید های آلی و غیر آلی) و فرآیندهای نساجی، دباغی، فولاد، رنگ کاری فلزات، کاغذ و کاغذسازی و پالایشگاه نفت بکار رفته است. اکسیداسیون سولفیدها در شرایط اسیدی و قلیایی، روندهای مختلفی را طی می‌کند. بر خلاف سایر اکسیدکننده‌ها محصول جانبی جامدی ($MnO_2 (s)$) تشکیل شده که به‌صورت لجن بوده و باید آن را همراه با سایر جامدات و رسوبات حاصل از تصفیه پساب دفع کرد. میزان این لجن برای فاضلاب‌های غلیظ می‌تواند قابل ملاحظه باشد.

۴-۲-۲-۱ فاضلاب‌های نمکی

۱-۴-۲-۲-۱ روش غشائی

فیلتراسیون غشائی، محدوده وسیعی از فرآیندهای جداسازی از فیلتراسیون و اولترافیلتراسیون تا اسمز معکوس را در برمی‌گیرد. معمولاً فرآیندهایی که تحت عنوان فیلتراسیون شناخته می‌شود، سیستم‌هایی است که در آن‌ها سوراخ‌ها یا حفره‌های مجزایی به بزرگی $10^2 - 10^4$ nm یا بزرگ‌تر، در محیط فیلتر موجود است. کارایی این نوع فیلتراسیون کاملاً به اختلاف اندازه سوراخ و ذراتی که باید حذف شود، وابسته است. تکنولوژی‌های مربوط به این روش را در جدول ۱-۱۶ می‌توان مشاهده نمود.

جدول ۱-۱۶- تکنولوژی‌های جداسازی غشایی برای تصفیه پساب [۸۰]

Feature	Micro-filtration	Ultra-filtration	Nano-filtration	Reverse osmosis	Per-vaporation
Suspended solids removal	Excellent	Impractical	Impractical	Impractical	N/A
Dissolved organic removal	N/A	Excellent [†]	Excellent [†]	Excellent [†]	Good [§]
VOC removal	N/A	Poor	Fair [†]	Fair-good [†]	Excellent
Dissolved inorganic removal	N/A	N/A	Good (function of salt species)	Very good (90-99% removal)	N/A
Osmotic pressure effects	None	Minor	Significant	High	None
Concentration capabilities	Up to 5% total solids	Up to 50% total organics	Up to 15% [‡]	Up to 15% [‡]	N/A
Permeate quality	Excellent	Excellent	Good	Excellent	Excellent
Energy requirements	1-3 bars	3-7 bars	5-10 bars	15-70 bars	<25% of distillation
Capital costs (\$/GPD)	0.15-1.5	0.15-1.85	0.15-1.5	0.15-1.5	1.85-4.00
Operating cost (\$/1000 liter feed rate)	0.15-1.10	0.15-0.80	0.20-0.80	0.25-0.80	0.80-1.30

در اسمز معکوس از یک غشاء نیمه تراوا استفاده می‌شود و با استفاده از تفاضل فشار، آب تازه را به یک طرف سلول رانده، نمک‌ها را در ورودی یا سمت نفوذناپذیر سلول تغلیظ می‌کنند.

معیارهای کارایی غشاء شامل درجه نفوذناپذیری (غشاء چقدر می‌تواند مانع از جریان ماده حل شده بشود) و درجه نفوذ پذیری (سیال چقدر آسان از غشا می‌گذرد) می‌باشد. غشاهای استات سلولز ترکیب جالب توجهی از این خواص را ارائه می‌دهد.

به دلیل تمایل طبیعی مواد معلق به ته‌نشین شدن روی سطح غشا و گرفتگی سوراخ‌های غشا، شرایط جریان باید متلاطم نگاه داشته شود (عدد رینولدز بیش از ۲۰۰۰ باشد). برای اینکه سیستم بازیافت بالایی داشته باشد، معمولاً باید درصد قابل توجهی از ماده تغلیظ شده را به سمت ورودی پمپ برگرداند. طبعاً افزودن این جریان غلیظ به محلول ورودی، غلظت جامدات محلول را بالا برده و فشار اسمزی را افزایش می‌دهد.

برای به حداقل رساندن گرفتگی غشا باید پیش تصفیه صورت گیرد تا مواد معلق، باکتری‌ها و یون‌های قابل ته‌نشین حذف شود.

دمای بیش از 85°F (29°C) و تا 100°F (38°C) تخریب غشا را سرعت بخشیده و در دوره‌های عملیاتی طولانی توسط غشا تحمل نمی‌شود.

ضریب بازیافت در واقع ظرفیت واحد را نشان می‌دهد و معمولاً در محدوده ۹۵-۷۵ درصد است. مقدار حداکثر عملی آن ۸۰ درصد می‌باشد و در صورتی که ضریب بازیافت بالا باشد، غلظت آب فرآیندی و نیز غلظت شورابه بالاتر است، در غلظت‌های بالاتر، ته‌نشینی نمک روی غشا افزایش یافته و راندمان بهره‌برداری پایین می‌آید.

پس زدن نمک (توسط غشا) بستگی به نوع و خواص غشا انتخاب شده و نیز گرادیان غلظت نمک دارد. به‌طور کلی مقدار پس‌زنی می‌تواند ۸۵-۹۹/۵ درصد باشد. مقدار معمول آن ۹۵ درصد است.

طول عمر غشا تحت تأثیر حضور مواد نامطلوب در خوراک ورودی مثل فنل، باکتری، قارچ و نیز دماهای بالا و PH پایین یا بالا شدیداً کاهش می‌یابد. معمولاً غشا تا دو سال کار می‌کند [۸۰ و ۹۲].

در وضعیت فعلی تکنولوژی، کاربرد مستقیم غشاها به ورودی با TDS کمتر از 10000 mg/l محدود می‌شود. همچنین حضور مواد مولد رسوب نظیر کربنات کلسیم، سولفات کلسیم، اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن، منگنز و سیلیکون، سولفات‌های باریوم و استرونیوم، سولفید روی، و فسفات کلسیم باید با استفاده از پیش‌تصفیه کنترل شود یا باید آنها را بعداً از روی غشا حذف نمود.

چون با استفاده مداوم، غشا گرفته خواهد شد، امکان پاکسازی مکانیکی و یا شیمیایی باید وجود داشته باشد. این روش‌ها شامل کاهش قطع فشار، شستشو با جریان سریع آب، شستشو با مخلوط آب-هوا، شستشوی معکوس، پاکسازی با شوینده‌های آنزیمی، اتیلن دی‌آمین، تتراستیک اسید و پرپورات سدیم می‌باشد.

با توجه به عواملی از جمله هزینه‌های بالای فراوری، استفاده از مواد شیمیایی سمی، فضای مورد نیاز برای نصب و راه‌اندازی آلودگی ثانویه که مانع کاربردهای گسترده‌ی روش‌های شیمیایی و بیولوژیکی برای فرآوری آب‌های زائد شده‌اند. در نتیجه جداسازی فیزیکی بر پایه‌ی غشا یک فن‌آوری امیدوارکننده برای قرن بیست و یکم است.

۱-۲-۲-۴-۲ روش‌های تبخیری

از میان روش‌های مختلف تصفیه فاضلاب، روش طبیعی تبخیر همچنان مؤثرترین روش است. پساب به جوش آمده و تولید بخار می‌کند و آلاینده‌های جامد محلول به جا می‌گذارد. سپس بخار به آب تقطیر شده خالص متراکم می‌گردد.

به‌منظور کنترل میزان جامدات محلول در جریان، یک جریان ثابت منحرف می‌شود که تغلیظ نامیده می‌شود. تمامی جامدات محلول که وارد سیستم می‌شوند، از طریق تغلیظ از سیستم خارج می‌شوند. به‌عنوان مثال، یک جریان حاوی جامدات محلول مانند کلرید سدیم، یک جریان تصفیه شده و یک جریان کلرید سدیم تغلیظ یافته تولید می‌کند [۷۵] و [۸۰].

➤ روش MSF

فرآیند MSF (Multi Stage Flash) جزء فرآیندهای نمک‌زدایی حرارتی است. این فرآیند از روش‌های یک‌بار گذر و بازچرخش استفاده می‌کند، پساب نمکی توسط بخار گرم شده و سپس منجر به یک سری اثرات (مراحل) شده و فشار کاهش یافته، از این‌رو بدون نیاز به گرمای اضافه، به جوش (flash) می‌رسد.

فرآیند MSF اساساً برای ایستگاه‌های نمک‌زدایی حرارتی در مقیاس بزرگ به کار می‌رود که در آنجا انرژی حرارتی به شکل بخار با فشار کم (بیشتر از ۲ bara) در اختیار باشد، مانند نیروگاه‌های حرارتی یا شهرک‌های صنعتی.

خوردگی یکی از بزرگ‌ترین مشکلات این نوع فرآیند است و به دنبال تجربیات فراوان از فولاد مخصوص برای ساخت دستگاه چگالنده استفاده می‌شود. به‌عنوان مثال، لوله‌های از جنس تیتانیوم برای سطوح مبادله کننده گرما در تبخیرکننده‌ها به‌منظور اطمینان از قابلیت استفاده حداکثر واحد به کار می‌رود.

در واحد MSF پساب تا بالاترین دمای شورآب درون یک وسیله (گرم‌کن شورآب) و توسط بخار تغلیظ شده بر روی دسته لوله‌های انتقال‌دهنده پساب گرم می‌شود. سپس پساب شور گرم شده به سمت مرحله بعدی جریان می‌یابد، جاییکه فشار محیط کمتر است. این عمل باعث می‌شود آب سریعاً به جوش آمده، بخار شده تا شورآب به دمای اشباع خود برسد. این فرآیند در دما و فشار کاهش‌یافته در مراحل زیر اتفاق می‌افتد.

بخار آزاد شده بر روی سطح خارجی لوله‌های مبادله کننده گرما که طی انجام مراحل در حال اجرا بوده و آب خنک کننده را انتقال می‌دهند، به آب متراکم می‌شود. این امر امکان پیش‌گرمایش تدریجی پساب خام را فراهم کرده و انرژی حرارتی لازم در گرم‌کن شورآب را کاهش می‌دهد. محصول میعان مراحل انجام شده، منبع آب نمک‌زدایی شده تولیدی می‌باشد.

فرآیند MSF در دمای حدود ۱۱۵ درجه سانتیگراد با راندمان حداکثر عمل کرده که منجر به مصرف پایین انرژی و واحدهای با مقیاس بزرگ می‌شود [۹۳].

➤ روش MED

روش MED (Multi Effect Distillation) هنگامیکه یک منبع بخار با فشار کم (۰/۳ bar a) یا گرمای تلف شده نیروگاه موجود است، اقتصادی‌ترین روش نمک‌زدایی با در نظر گرفتن کارایی انرژی خواهد بود. MED به‌طور کلی برای واحدهای بزرگ یا متوسط به کار می‌رود.

یکی از بزرگ‌ترین واحدهای نمک‌زدایی حرارتی اروپا در هلند نصب شده است. دو واحد MED دارای ظرفیت ۲۴۰۰۰ m³/d بوده و آب فرآیند تعدادی از واحدهای شهرک صنعتی را فراهم می‌کنند.

نمک‌زدایی MED طی یک سری مراحل اتفاق می‌افتد که همگی به لوله‌های مبادله کننده گرما مجهز شده‌اند. پساب خام روی این لوله‌ها پاشیده شده که از درون توسط بخار متراکم گرم می‌شوند.

به دلیل انتقال گرما توسط دیوارهای لوله، بخشی از غشاء مایع روی بخش بیرونی لوله، تبخیر می‌شود. بنابراین بخار تولید شده و سپس در مرحله بعدی به کار می‌رود که در آنجا روی سطح درونی لوله مجدداً متراکم می‌شود. اولین مرحله، تنها مرحله‌ای است که از یک منبع بخار خارجی گرم می‌شود.

از مزایای این روش می‌توان به عملکرد فرآیند MED در دمای پایین اشاره نمود که باعث مصرف پایین انرژی حرارتی، کاهش خطر مقیاس‌گذاری، ابعاد کوچک تا متوسط واحد و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری می‌گردد [۹۳].

➤ روش MVR

روش (MVR) Mechanical vapor recompression اولین روش اصلی در تکنولوژی تبخیر طی ۲۵ سال است. در سیستم MVR از یک کمپرسور جهت افزودن انرژی موردنیاز جوش پساب به بخار استفاده می‌شود. جریان پساب به دو جریان مجزا شده و از مبادله کننده‌های پیش-گرمایش جریان می‌یابد. یک جریان به آب تصفیه شده تغییر کرده و سیستم را ترک می‌کند. در حالیکه جریان دیگر تغلیظ می‌شود. هر دو جریان تصفیه شده و تغلیظ یافته بسیار داغ (نزدیک جوش) بوده و گرمای خود را به جریان ورودی انتقال می‌دهند.

پس از آن، جریان داغ از یک هواگیر عبور کرده که در آنجا گازهای محلول (مانند دی‌اکسید کربن) آزاد شده و بیرون داده می‌شوند. سپس جریان داغ هواگیری شده وارد چرخه بازیافت می‌گردد.

چرخه بازیافت شامل جریان از جداکننده به سمت پمپ چرخش و به طرف مبادله کننده بخار و برگشت به جداکننده می‌شود. پمپ‌های چرخش جریان تغلیظ را از جداکننده به مبادله کننده تبخیر انتقال داده که در آنجا بخشی از آن به بخار تبدیل می‌شود. مخلوط بخار و تغلیظ در حال جوش از بالای مبادله کننده تبخیر خارج شده و به طرف جداکننده جریان می‌یابد.

درون جداکننده، بخار از تغلیظ جدا می‌شود. بخار از طریق کمپرسور از جداکننده بیرون کشیده شده که با افزودن فشار به بخار باعث افزایش دمای آن می‌شود. این بخار با دمای بالا و فشار بالا از طریق مبادله کننده تبخیر به آب تصفیه شده متراکم شده و گرمای آن به تغلیظ در حال جوش انتقال یافته و بخار بیشتری تولید می‌کند.

آب تصفیه شده از کف مبادله کننده تبخیر جریان یافته و وارد دریافت کننده می‌شود. سپس از مبادله کننده پیش‌گرمایش تقطیر/تغذیه پمپاژ شده که در آنجا گرمای آن به طرف ورودی رفته و در نتیجه سرد می‌گردد. جریان خنک شده از سیستم خارج می‌شود.

جهت جلوگیری از تمرکز نمک در چرخه بازیافت، یک جریان ثابت از تغلیظ در حال جوش از جداکننده با پمپ تغلیظ بیرون می‌آید. این جریان از طریق مبادله کننده پیش‌گرمایش تغلیظ/تغذیه پمپاژ شده که در اینجا این جریان نیز سرد شده و گرمای آن به طرف ورودی جریان می‌یابد. سپس جریان خنک شده از سیستم وارد مخزن ذخیره می‌گردد.

روش MVR بسیار پیچیده و با این وجود بسیار مؤثر می‌باشد. از آنجا که آب در حال جوش روی کوره به 1000 BTU انرژی احتیاج دارد تا یک پوند بخار تولید کند، MVR از 50 BTU انرژی استفاده کرده که بخار با همان پوند تولید کند (یا 5% انرژی تبخیر معمول) [۹۳].

➤ استفاده از Solar

روش تولیدی الکتروشیمیایی حرارتی انرژی خورشیدی بر مبنای استفاده از انرژی خورشید بوده و از فرآیندهای شیمیایی مؤثر ناشی می‌شود. به دنبال استفاده از این روش، پایداری آلاینده‌های آلی (توان اکسیداسیون هیدروکربن) با افزایش دما، کاهش می‌یابد. به‌عنوان نمونه، در اکسیداسیون الکتروشیمیایی حرارتی خورشیدی فنول نشان داده شده است که آلاینده‌های آلی پایدار به دی‌اکسید کربن که به‌راحتی حذف می‌شود، اکسید می‌گردد. با استفاده از محاسبات ترمودینامیکی می‌توان افت سریع توان اکسیداسیون فنول را با افزایش دما نشان داد. نتایج نشان می‌دهد که این افزایش دما توسط گرمایش خورشیدی فراهم می‌گردد.

این یک روش سبز، مؤثر، ایمن و پایدار در تصفیه فاضلاب آلی به‌وسیله انرژی خورشیدی می‌باشد.

سیستم شبنم خورشیدی از روش‌های جدید بازیافت آب و پساب است که بر اساس تراوش تبخیری (Pervaporation) کار می‌کند، پدیده تراوش تبخیری فرآیندهای نفوذ و تبخیر را دربرمی‌گیرد. انرژی موردنیاز این سیستم از طریق تشعشع خورشیدی تأمین می‌شود.

به این ترتیب غلظت نمک، فلزات و دیگر مواد آلوده‌کننده پساب در غشا مانده و افزایش می‌یابد. در عمل تصفیه، پساب از دیواره غشا عبور می‌کند و به سطح غشا می‌رسد که بر اثر حرارت حاصل از تابش نور خورشید، آب در سطح بیرونی تبخیر می‌شود و ترکیبات نمکی در محلول باقی می‌مانند.

به دلیل اختلاف غلظت نمک در دو طرف غشاء مواد آلوده‌کننده به فاز آبی برمی‌گردند و در غشا غلیظ می‌شوند.

این سیستم شامل بخش‌های مختلف است. ابتدا پساب نمکی و آلوده در یک مخزن ذخیره می‌شود. پساب از این مخزن به‌صورت ثقیل و به‌طور مستقیم به درون غشاهای موجود که به شکل لوله‌ای یا کیسه‌ای بوده و در داخل محفظه اصلی قرار دارند، هدایت می‌شود.

محفظه اصلی سیستم، یک اتاقک پلاستیکی شفاف است که غشاءها در داخل آن قرار می‌گیرند تا محفظه تبخیر برای عمل کندانس بخارات ایجاد شده به وجود آید. مخزن پساب تصفیه شده هم در این سیستم در نظر گرفته شده که سبب جمع‌آوری و ذخیره پساب تصفیه شده می‌شود، از این پساب تصفیه شده می‌توان برای آبیاری و کشاورزی استفاده کرد. یک مخزن جمع‌آوری پساب تغلیظ شده نیز جهت جمع‌آوری این پساب‌ها در نظر گرفته شده است.

در مناطقی که زمین فراوان و ارزان و میزان تابش نور خورشید زیاد باشد، برای تصفیه پساب‌های نمکی و آلوده، سیستم تصفیه خورشیدی می‌تواند اقتصادی باشد. با توجه به شرایط اقلیمی کشور، این روش می‌تواند در مناطق جنوبی کشور که مشکل تصفیه فاضلاب هم دارند، به‌عنوان روشی مناسب و مقرون به صرفه مورد استفاده قرار گیرد [۹۴].

۱-۲-۲-۴-۳ روش EDI (Electro-DeIonization)

روش EDI فرآیندی است که تکنولوژی غشائی نیمه نفوذناپذیر را با تبادل یونی ترکیب کرده تا یک فرآیند حذف مواد معدنی با راندمان بالا ارائه دهد.

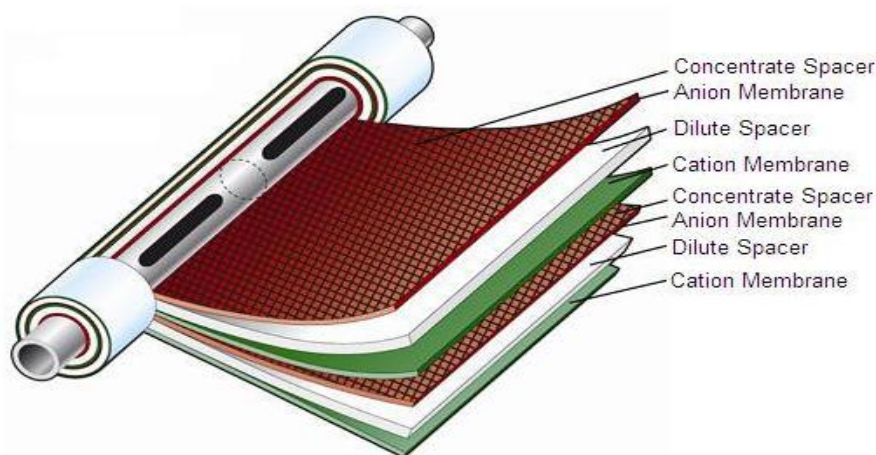
الکترودیالیز از جریان الکتریکی و غشاءهای مخصوص استفاده می‌کند که نسبت به یون‌ها مبنی بر بارشان، جریان الکتریکی و توانایی کاهش یون‌ها بر اساس بار آنها، تقریباً نفوذ پذیرند. توسط الکترودیالیز، پتانسیل الکتریکی انتقال یافته و اجزاء آبدار باردار شده را جدا می‌کند. جریان الکتریکی به‌منظور احیاء پیوسته رزین استفاده شده و نیاز به احیاء دوره‌ای را برطرف می‌نماید (شکل ۱-۳۷).

فرآیند EDI با استفاده کمتر از ۹۵ درصد فرآورده‌های شیمیایی که در فرآیندهای تبادل یونی معمول استفاده می‌شود، آب صنعتی با درجه خلوص بالا تولید می‌کند. در روش EDI، غشاءها و الکتریسیته جایگزین میلیون گالن اسید و مواد شیمیایی می‌شوند که فرآیندهای قدیمی به‌طور روزانه احتیاج دارند.

EDI دارای ساختار پایه محفظه یون‌زدایی است. این محفظه شامل یک رزین تبادل یون بوده که بین یک غشاء تبادل کاتیونی و یک غشاء تبادل آنیونی قرار گرفته است. تنها یون‌ها می‌توانند از میان غشاء عبور کنند.

هنگامیکه جریان وارد رزین بخش محلول می‌گردد، چندین فرآیند به حرکت در می‌آیند. یون‌های قوی توسط رزین‌های بستر اختلاط تمیز می‌شوند. تحت تأثیر جریان مستقیم، یون‌های باردار از رزین کشیده شده و به طرف الکترودهای باردار مخالف

می‌روند. بدین صورت یون‌های باردار قوی به‌طور پیوسته جدا شده و به قسمت‌های متمرکز مجاور منتقل می‌شوند. هنگامیکه یون‌ها به طرف غشاء می‌روند، آنها می‌توانند از محفظه تراکم عبور کنند اما نمی‌توانند به الکتروود برسند. آنها توسط غشاء مجاور که حاوی رزین با بار مشابه است، بسته شده‌اند [۹۵].



شکل ۱-۳۷- شماتیک کلی روش EDI [۹۳]

هنگامیکه یون‌های قوی از جریان فرآیند حذف شدند، رسانایی جریان کاملاً کم می‌شود. پتانسیل الکتریکی قوی به کار رفته باعث شکافتن آب در سطح رزین شده و تولید یون‌های هیدروژن و هیدروکسید می‌نماید. این‌ها به‌عنوان عوامل احیاء پیوسته رزین تبادل یونی عمل می‌کنند. این رزین‌های احیاء شده امکان یونیزاسیون اجزاء خنثی یا یونیزه شده ضعیف مانند دی‌اکسید کربن یا سیلیکا را فراهم می‌کنند. یونیزاسیون از طریق حذف از میان جریان مستقیم و غشاءهای تبادل یونی ادامه می‌یابد.

روش EDI برای هر کاربردی که به حذف اقتصادی و دائم آلودگی‌ها بدون استفاده از مواد شیمیایی خطرناک احتیاج دارد، مفید است.

به‌عنوان جایگزین فرآیندهای تبادل یونی قدیمی معمول، روش EDI در مصرف انرژی و هزینه‌های بهره‌برداری دارای مزایای بیشتری است. با حذف ملزومات احیاء دوره‌ای رزین تبادل یونی، فواید زیست‌محیطی نیز با اجتناب از راه‌اندازی و پردازش اسید و مواد شیمیایی سوزآور دارد.

برخی از مزایای روش EDI به‌صورت زیر است:

- بهره‌برداری آسان و پیوسته

- مواد شیمیایی جهت احیاء کاملاً حذف شده‌اند.
- نگهداری و بهره‌برداری مؤثر در هزینه‌ها
- مصرف کم انرژی
- بدون آلودگی، ایمن و قابل اطمینان
- به شیرهای خودکار یا کنترل‌های پیچیده کمی که باید توسط اپراتور نظارت شوند، احتیاج دارد.
- فضای کمی نیاز دارد.
- در یک جریان ثابت درجه تصفیه بالایی دارد.
- حذف کامل ذرات غیر آلی محلول را فراهم می‌کند.
- با ترکیب شدن با پیش‌تصفیه اسمز معکوس، بیش از ۹۹/۹٪ یون‌ها را حذف می‌کند.

از معایب این روش می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- برای سختی‌های بیش از یک نمی‌تواند استفاده شود.
- به پیش‌تصفیه احتیاج دارد.

۱-۲-۲-۴ تبادلی یونی

برای حذف آنیون‌ها و کاتیون‌های نامطلوب از پساب می‌توان از تبادل یونی استفاده کرد. کاتیون‌ها با هیدروژن یا سدیم و آنیون‌ها با یون‌های هیدروکسید مبادله می‌شوند.

رزین‌های تبادل یونی از ساختار شبکه آلی یا غیر آلی متصل به گروه‌های عامل تشکیل شده است. اکثر رزین‌های تبادل یونی بکار رفته در تصفیه فاضلاب، رزین‌های مصنوعی تهیه شده از پلیمریزاسیون ترکیبات آلی به صورت یک ساختار سه‌بعدی متخلخل می‌باشد. میزان اتصالات عرضی بین زنجیره‌های آلی تعیین کننده ساختار داخلی منفذ است و هر قدر اتصالات عرضی متراکم تر باشد اندازه منافذ کوچک تر می‌شود. از نقطه نظر سینتیکی کم بودن اتصالات عرضی نفوذ یون‌ها به منافذ بزرگ تر را افزایش می‌دهد. در عین حال کاهش تراکم اتصالات عرضی، استحکام فیزیکی کاهش یافته و تورم رزین در آب افزایش می‌یابد.

گروه‌های یونی عامل معمولاً به‌وسیله واکنش دادن شبکه پلیمری با ترکیبات شیمیایی حاوی گروه موردنظر تولید می‌شود. ظرفیت تبادل بر اساس تعداد گروه‌های عامل در واحد جرم رزین تعریف می‌شود.

رزین‌های تبادل یونی مبادله کننده یون مثبت را کاتیونی و مبادله کننده یون منفی را آنیونی می‌نامند. رزین‌های کاتیونی دارای گروه‌های عامل اسیدی نظیر سولفوریک و رزین‌های آنیونی دارای گروه‌های عامل بازی نظیر آمین می‌باشد. اغلب رزین‌های تبادل یونی را بر اساس ماهیت گروه‌های عامل به اسید قوی، اسید ضعیف، باز قوی و باز ضعیف دسته‌بندی می‌کنند.

علاوه بر عامل غلظت، ماهیت تبادل گر و یون‌های مبادله شده، عواملی نظیر دما و اندازه ذرات تبادل گر نیز اهمیت فراوانی در سینتیک تبادل یون دارد. درجه تبادل به چندین عامل بستگی دارد:

۱- اندازه و والانس (بار) یون‌هایی که در تبادل نقش دارند.

۲- غلظت یون‌های آب یا محلول

۳- ماهیت (فیزیکی یا شیمیایی) ماده مورد تبادل یونی

۴- دما

رادیوم مورد تمایل ترین کاتیون و لیتیم کم متقاضی‌ترین کاتیون است. کم متقاضی‌ترین آنیون، کمترین زمان ماند را داشته و قبل از بقیه در خروجی ظاهر می‌شود، مورد تمایل ترین آنیون با بیشترین زمان ماند بعد از دیگران در خروجی ظاهر می‌شود. در موارد خاص می‌توان یک یون کم متقاضی را به یک کمپلکس چند ظرفیتی تبدیل کرد که بسیار مورد تمایل رزین بوده و بنابراین تبادل یونی را به‌عنوان یک فرآیند مناسب آلودگی زدایی بکار برد.

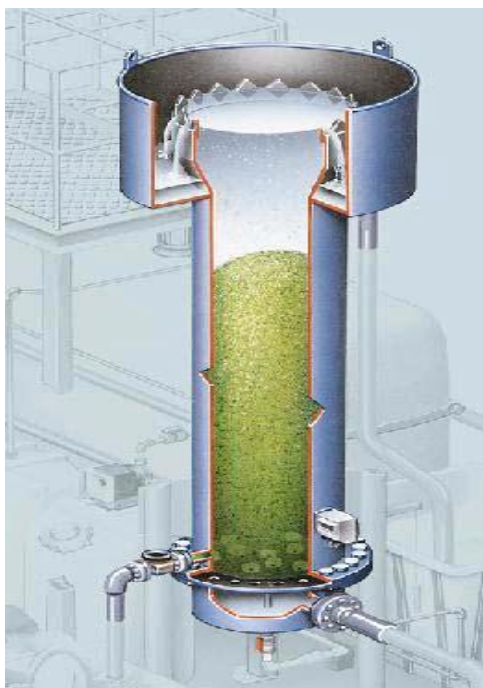
عملکرد و جوانب اقتصادی تبادل یونی به ظرفیت رزینی که یون مبادله می‌کند و نیز به مقدار ماده موردنیاز برای احیا بستگی دارد [۹۶ و ۹۷].

۱-۲-۲-۴-۵ crystallization روش

رسوب‌گذاری بارها با استفاده از فرآیندهای تصفیه فیزیکی/شیمیایی جهت حذف فلزات و آنیون‌ها مانند فسفات، سولفات و فلوراید از فاضلاب به کار رفته است. کریستالیزیشن (تبلور) در بلورسازهای با بستر سیال که کریستال اکتور نیز نامیده می‌شوند، یک گزینه مناسب برای این قبیل فرآیندهای مرسوم است. خصوصیات تأثیربخشی هزینه و عدم اتلاف زائادات این تکنولوژی، این روش را به یک گزینه پایدار برای صنایع در جهت تصفیه فاضلاب و بازیافت مواد خام با فواید مهم اقتصادی و زیست‌محیطی تبدیل کرده است.

در حقیقت شیمی این فرآیند با رسوب‌گذاری معمول مقایسه شده است. با افزودن میزان مناسب واکنشگر به پساب (مانند آهک، کلرید کلسیم، کربنات سدیم، سود سوزآور)، حلالیت مؤلفه هدف زیاد شده و در نتیجه از حلال آبی به ماده کریستال جامد انتقال می‌یابد. اختلاف نخست با روش رسوب‌گذاری معمول این است که در فرآیند تبلور، انتقال به دقت کنترل شده و پلت‌هایی با اندازه تقریباً ۱ mm به جای ذرات لجنی ریز میکروسکوپی تهیه می‌شوند.

کریستال اکتور یک رآکتور سیلندری است که تا حدودی با مواد دانه‌ای مناسب مانند ماسه پر شده است. جریان پساب در راستای رو به بالا پمپاژ شده و بستر پلت را در حالت سیال نگه می‌دارد. به‌منظور تبلور جزء هدف بر روی بستر پلت، یک نیروی محرک توسط مقدار معینی واکنشگر ایجاد می‌شود. با انتخاب شرایط مناسب فرآیند، تبلور ناخالصی‌ها حداقل شده و کریستال‌هایی با خلوص بالا به دست می‌آیند (شکل ۱-۳۸).



شکل ۱-۳۸- بلورساز با بستر سیال [۹۸]

یک مزیت مهم این روش توانایی آن در تولید پلت های تقریباً خشک و بسیار خالص است. به دلیل ساختار بسیار خوب، پلت ها معمولاً باز چرخ شده یا به استفاده مجدد در سایر بخش‌ها می‌رسند که این امر موجب می‌شود مواد زائد باقیمانده‌ای برای دفع تولید نگردد.

چهار مرحله فرآیندهای رسوب‌گذاری- انعقاد، لخته شدن، جداسازی آب/لجن و آبگیری- در تبلور با بستر سیال در یک مرحله ترکیب می‌شوند.

از روش تبلور همچنین در بازیافت فلوراید و فسفات استفاده می‌شود. در کل، تقریباً تمام فلزات سنگین و آنیون‌ها می‌توانند از طریق تبلور حذف شوند، تا زمانی که حلالیت پلت های نمکی تولید شده کم بوده و فلزات و آنیون‌ها سریعاً به شبکه‌های کریستالی پایدار متبلور می‌شوند.

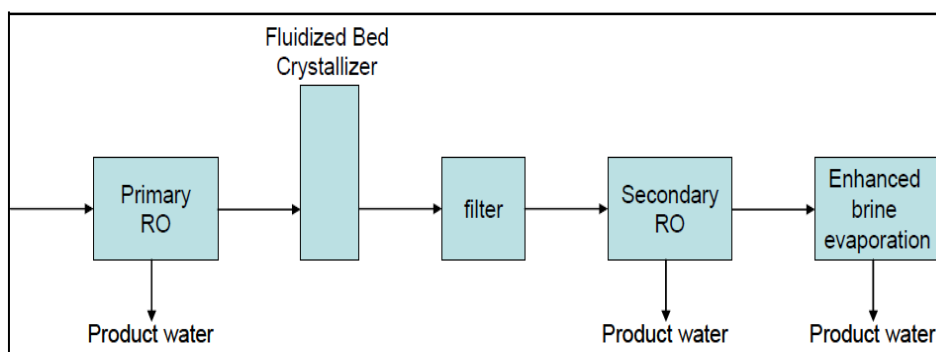
به‌عنوان نمونه می‌توان گفت در بخش‌هایی که از این روش استفاده کرده‌اند، سختی کلسیم از ۷۶ ppm به سطح مطلوب ۳۶ ppm کاهش یافته است و کارایی کریستالیزاسیون نزدیک ۹۹ درصد می‌باشد. نکته قابل توجه این است که پلت های کربنات کلسیم تولید شده در این واحد می‌توانند به آهک تبدیل شوند. بدین ترتیب، این روش تنها واکنشگرهای خود را تولید

نکرده ، بلکه میزان قابل ملاحظه ای آهک اضافی تولید شده که می‌تواند در جایی دیگر به‌عنوان محصول قابل فروش عرضه شود.

در بسیاری از طرح‌های بازچرخش و نم‌زدایی ، اسمز معکوس (RO) یک تکنولوژی شناخته شده و کاربردی شده است. کاربردهای اولیه کریستال اکتور برای واحدهای نم‌زدایی بزرگ صورت گرفته بود که در آنجا از این تکنولوژی برای کاهش سختی آب قبل از RO استفاده می‌شد که منجر با ضریب تمرکز بیشتر و هدر رفت آب حداقل می‌شد [۹۸ و ۹۹].

اخیراً کنترل و دفع شورآب‌های تخلیه شده از واحدهای نم‌زدایی در محل ، تبدیل به یک چالش شده است. طرح‌های جریان زیر ، جهت مواجهه با چنین چالش‌هایی شکل گرفته‌اند:

- تبلورسازی برای حذف کلسیم ، باریوم و سیلیکات از RO جهت فراهم نمودن تصفیه ثانویه RO (شکل ۱-۳۹)
- تبلورسازی برای انتقال از RO به آب فرآورده مثلاً آب خنک کننده



شکل ۱-۳۹- یک نمونه از طرح نم‌زدایی بدون زائادات برای نم‌زدایی در محل [۹۸]

یکی از کاربردهای مهم کریستالیزاسیون بازیافت فلزات گران‌بها و سایر فلزات از فاضلاب و نیز گرفتن فلوراید و فسفات می‌باشد. به‌طور کلی ، محصولات جانبی این فرآیند به‌عنوان مواد خام برای صنایع فلوتور و فسفر استفاده می‌شوند و پلت های فسفات می‌توانند به‌عنوان کود شیمیایی مجدداً مورد استفاده قرار گیرند. جدول زیر هزینه‌های بهره‌برداری بازیافت فلوراید (15)

را در مقایسه با حذف معمول فلوراید از طریق رسوب‌گذاری نشان می‌دهد. این تکنولوژی به‌طور موفقیت آمیز در جهت حذف سولفات از فاضلاب نیز به کار رفته است.

جدول ۱-۱۷- مقایسه هزینه‌های بهره‌برداری سالانه برای بازیافت فلوراید (15 m³/h, 700 ppm) [۹۸]

Cost item	Conventional precipitation		Pellet reactor	
Maintenance		US\$ 6,000		US\$ 6,000
Labor	2 h/day	US\$ 10,000	1 h/day	US\$ 5,000
Electricity	17.5 MWh	US\$ 2,000	52 MWh	US\$ 6,000
Seed material			10 ton	US\$ 1,000
Disposal wastes	766 ton	US\$ 230,000		
Disposal pellets			220 ton	US\$ - 40,000
Reagent	220 ton	US\$ 66,000		US\$ 66,000
Floc aid	1.3 ton	US\$ 7,000		
Total		US\$ 321,000		US\$ 44,000

۱-۲-۲-۴-۶-تولند

در بخش ۱-۲-۴-۱ توضیح داده شده است.

در نهایت به‌طور کلی برخی از مزایا و معایب مربوط به یک سری از روش‌های حذف فلزات سنگین از فاضلاب صنایع در جدول ۱-۱۸ به‌طور خلاصه ذکر شده است.

جدول ۱-۱۸- مزایا و معایب تعدادی از روش‌های فیزیکی-شیمیایی تصفیه فلزات سنگین در فاضلاب [۱۰۰]

#	Treatment method	Advantages	Disadvantages	References
1	Chemical precipitation	Low capital cost, simple operation	Sludge generation, extra operational cost for sludge disposal	Kurniawan et al. (2006)
2	Adsorption with new adsorbents	Low-cost, easy operating conditions, having wide pH range, high metal-binding capacities	Low selectivity, production of waste products	Babel and Kurniawan (2003); Aklil et al. (2004)
3	Membrane filtration	Small space requirement, low pressure, high separation selectivity	High operational cost due to membrane fouling	Kurniawan et al. (2006)
4	Electrodialysis	High separation selectivity	High operational cost due to membrane fouling and energy consumption	Mohammadi et al. (2005)
5	Photocatalysis	Removal of metals and organic pollutant simultaneously, less harmful by-products	Long duration time, limited applications	Barakat et al. (2004); Kajitvichyanukula et al. (2005)

۳-۱ فناوری های کاهش آلاینده های پسماند

۱-۳-۱ رسوبات تصفیه فاضلاب شهری

۱-۱-۳-۱ تثبیت هوازی

لندفیل های زیستی باعث انتقال سریع و تجزیه زائدات آلی می‌شوند. افزایش سرعت تجزیه و تثبیت با افزودن مایع و هوا به منظور پیشرفت فرآیندهای میکروبی اتفاق می‌افتد. در بیورآکتور های زیستی شیرابه از لایه پایینی خارج و به مخازن ذخیره مایع فرستاده شده و به شکل کنترل شده به لندفیل بازچرخش می‌شود. هوا با استفاده از چاه‌های افقی یا عمودی به توده زائدات تزریق می‌شود تا فعالیت‌های هوازی را بهبود بخشیده و باعث تسریع در تثبیت مواد گردد. شیرابه به بیورآکتور تزریق شده تا فرآیند طبیعی تجزیه زیستی را شبیه‌سازی کند. اغلب بیورآکتور ها به مایعات دیگر مانند آب‌های سطحی ، فاضلاب و لجن‌های تصفیه‌خانه‌های فاضلاب احتیاج دارند تا بدین‌وسیله شیرابه تهیه و فرآیند میکروبیولوژیکی را با کنترل میزان رطوبت بهبود بخشند. میزان رطوبت مهم‌ترین عاملی است که تجزیه سریع‌تر را اصلاح می‌کند. فناوری بیورآکتور بر حفظ رطوبت بهینه (تقریباً ۳۵ تا ۶۵ درصد) استوار بوده و هر زمانیکه لازم باشد مایع اضافه می‌گردد [۱۰۱].

تثبیت زیستی مواد زائد در لندفیل بیورآکتوری می‌تواند در زمان کوتاه‌تری نسبت به لندفیل خشک انجام گیرد و باعث کاهش خطرات زیست‌محیطی طولانی مدت و هزینه‌های موجود گردد. بعضی فواید بیورآکتور ها عبارتند از: سمیت و تغییر پذیری کمتر مواد سمی ، کاهش هزینه‌های دفع شیرابه ، ۱۵ تا ۳۰ درصد صرفه جویی در فضا به علت افزایش چگالی توده مواد ، کاهش مراقبت‌های پس از خاتمه. بنابراین تثبیت هوازی در مجموع باعث به حداقل رساندن ریسک ، افزایش سود و افزایش طول عمر تأسیسات می‌شود. به جای تجزیه مواد آلی به‌طور طبیعی که حدود ۳۰ سال زمان می‌برد ، می‌توان با تزریق هوا و رطوبت به‌طور مستقیم به مواد زائد ، مواد را تصفیه نمود. تجزیه تنها در یک تا سه سال اتفاق می‌افتد و مواد غیر سمی تولید می‌کند که قابل بازیافت و استفاده مجدد می‌باشند. بعضی از مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی عبارتند از:

- حذف تولید گاز متان ، نتایج چشمگیری در مدت ۴ هفته نشان خواهد داد.
- حذف تصفیه و دفع شیرابه و هزینه‌های آن
- حذف VOC برای تمام اهداف عملی مانند گازهای گلخانه‌ای و سایر بوها

- حذف مهندسی آلودگی آب‌های زیرزمینی و احتیاج به پایش و هزینه‌های پایش
- پایش از هر نقطه‌ای از جهان
- حذف یا کاهش هزینه‌های خاتمه به دلیل اینکه دوام بیشتری داشته و از محیط‌زیست بهتر حمایت می‌کند.
- احیاء زمین برای استفاده‌های غیر از لندفیل

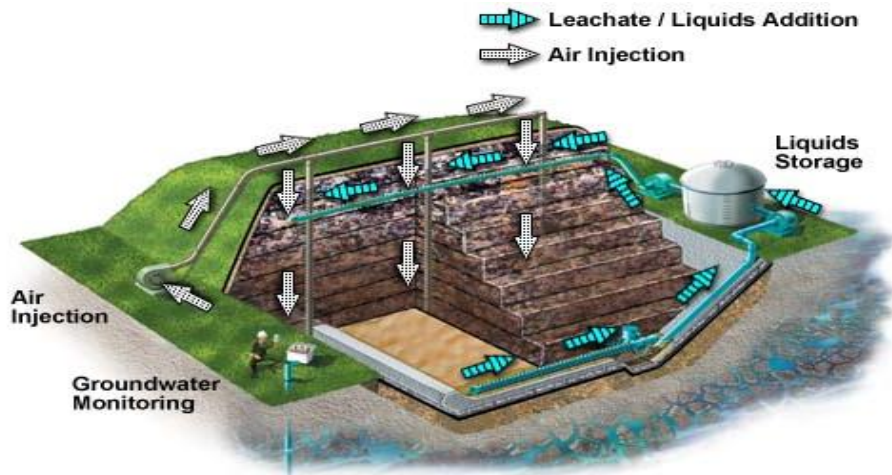
محققان نشان داده‌اند که با افزایش و کنترل میزان رطوبت لندفیل تحت شرایط هوایی می‌توان به تجزیه سریع و تولید مواد خطرناک کمتری دست یافت. کیفیت شیرابه در یک بیورآکتور سریعاً پیشرفت کرده که منجر به کاهش هزینه‌های دفع شیرابه می‌شود.

چندین موضوع درباره لندفیل های بیورآکتور وجود دارد که قبل از وضع استاندارد های بیورآکتور به خصوص یا پارامترهای بهره‌برداری توسط EPA ، باید در نظر گرفته شوند. به‌طور کلی این بیورآکتور ها سیستم‌های مهندسی هستند که هزینه‌های اولیه بیشتر و کنترل و پایش مازاد در طول دوره بهره‌برداری‌شان احتیاج دارند، اما انتظار می‌رود که نسبت به لندفیل های خشک معمول به پایش کمتری در دوره پس از خاتمه نیاز داشته باشند. موضوعاتی که باید در طراحی و بهره‌برداری لندفیل بیورآکتور مدنظر قرار داد ، عبارتند از:

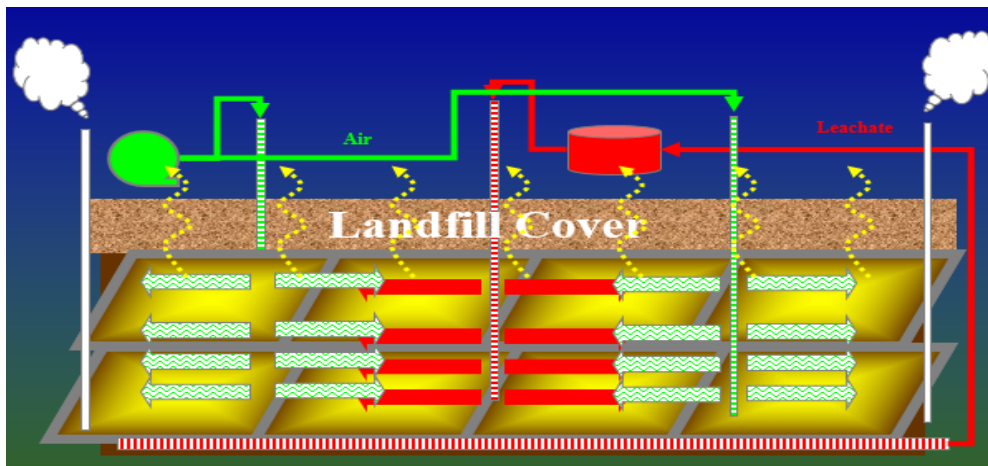
- انتشار گاز اضافه
- افزایش بو
- ناپایداری فیزیکی توده مواد زائد به دلیل افزایش رطوبت و چگالی
- ناپایداری سیستم‌های خطی
- نشست سطحی
- آتش گرفتن لندفیل

شکل زیر (۱-۴۰) نمایی از یک بیورآکتور هوایی را نشان می‌دهد. شیرابه از لایه کف لندفیل خارج و به مخزن ذخیره مایعات فرستاده می‌شود. از مخزن ، شیرابه در امتداد لایه بالایی حرکت کرده که فیلتر و دوباره جمع‌آوری گردد. نیروهای دمنده هوا درون توده مواد زائد از طریق چاه‌های افقی یا عمودی که در بالای لایه لندفیل قرار گرفته‌اند ، تأمین می‌شود. پایش آب‌های

زیرزمینی در چاه‌هایی که پیرامون لندفیل هستند، انجام می‌گیرد. شکل ۱-۴۱ چگونگی جمع‌آوری شیرابه در فرآیند لندفیل هوازی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۴۰- بیورآکتور هوازی [۱+۲]



شکل ۱-۴۱- سیستم جمع‌آوری شیرابه در فرآیند لندفیل هوازی [۱+۲]

۲-۱-۳-۱ تولید گاز متان

محل دفن زباله نقش مهمی را در شبکه دفع زباله بازی می‌کند و جز اساسی استراتژی جدید مدیریت جامع مواد زائد جامد محسوب می‌شود. در سال‌های اخیر پروژه‌های محل دفن معمولاً شامل تجهیزاتی برای کنترل انتشار گاز و استفاده از انرژی تولیدی آن می‌شود.

گاز تولید شده در محل دفن (LFG) ناشی از پروسه جابه‌جایی توده است. زباله در محل دفن دستخوش تغییرات بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی در مراحل جامد (زباله)، مایع (شیرابه) و گاز می‌شود. بررسی‌هایی که در این مورد انجام شده‌اند، نشان می‌دهد که یک ماه پس از دفن، شرایط بی‌هوازی بر فرآیند اغلب واکنش‌ها غالب خواهد شد. در طی این واکنش‌ها، اسیدهای چرب و هیدروکربن‌ها به‌طور عمده تجزیه و به آب و گازهای متان و دی‌اکسید کربن تبدیل خواهند شد. این گاز در اثر واکنش‌های زیستی بر روی مواد آلی تجزیه‌پذیر زباله شهری پدید می‌آید و از آنجا که حدود ۵۵ تا ۶۰ درصد از آن را متان تشکیل می‌دهد، می‌تواند به‌عنوان یک منبع انرژی مورد استفاده قرار گیرد.

ترکیبات عمده گاز محل دفن (متان و کربن دی‌اکساید) حاصل پروسه‌های بیولوژیکی می‌باشند. گازهای دیگر شامل آمونوم، کربن منواکساید، هیدروژن، هیدروژن سولفاید، نیتروژن و اکسیژن هست. در سال ۱۷۷۶ میلادی، الکساندر ولتا نتیجه گرفت که بین مواد آلی فسادپذیر و میزان گاز قابل اشتعال رابطه مستقیمی وجود دارد.

مطالب فوق بدان معنی است که مهار گاز LFG از دیدگاه زیست‌محیطی یک اجبار است. امروزه فناوری گاز محل دفن یک فناوری تأیید شده است.

بر اساس بررسی‌های موجود در ایران در سال ۱۳۷۸ شمسی، به‌طور متوسط روزانه رقمی حدود ۳۲ هزار تن زائدات جامد شهری تولید می‌شود که ۷۰ درصد آن را زائدات فسادپذیر با قابلیت تولید گاز متان تشکیل می‌دهد. دفن بخش عمده‌ای از زائدات جامد تولید شده در بخش‌های خانگی و صنعتی در مکان‌های نامناسب و تخلیه قسمتی از آن‌ها در حاشیه آب‌های سطحی، امکان آلودگی منابع آبی کشور به‌خصوص آب‌های زیرزمینی را افزایش می‌دهد [دومین گزارش وضعیت محیط‌زیست ایران، ۱۳۸۴]. این در حالی است که با مدیریت مناسب پسماند، ضمن بازیافت مواد زائد جامد در بخش‌های مختلف از جمله استحصال متان، می‌توان از گسترش آلودگی جلوگیری نمود.

در کشور ما روزانه بیش از ۳۸ میلیون کیلوگرم زباله خانگی تولید می‌شود که از این مقدار کمتر از ۳/۲۹ درصد در شهرهای اصفهان، مشهد، تهران به کود کمپوست تبدیل می‌شود. در سایر شهرهای کشور زباله‌های شهری به نحو غیر عملی دفع می‌شود که جنبه‌های مختلف حیات محیط‌زیست کشور را تهدید می‌کند. ساده‌ترین خسارت مکان‌های دفن زباله‌های شهری به محیط‌زیست، ورود میلیون‌ها مترمکعب گاز متان حاصل از تجزیه بی‌هوازی مواد آلی زباله‌ها به اتمسفر است. طبق اطلاعات

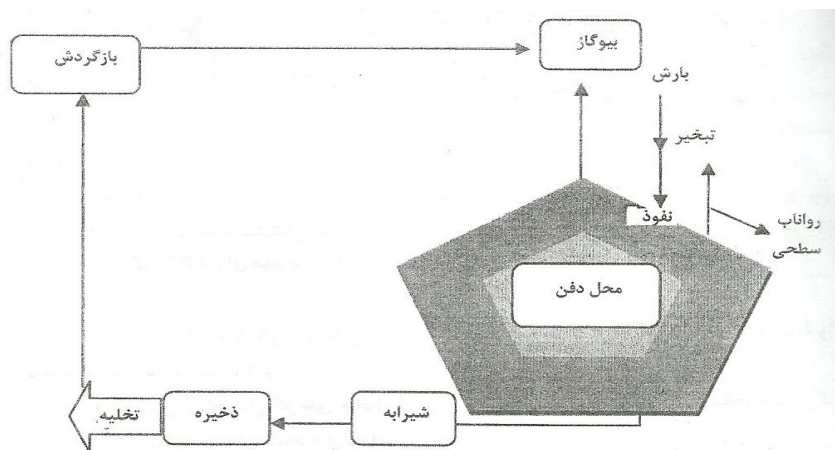
موجود هر تن زباله شهری در مکان‌های دفن سالانه ۳۳/۱۳ مترمکعب گاز تولید می‌کند. بر این اساس روزانه در کشور بیش از ۵۱۰ مترمکعب و سالانه در حدود ۱۸۵ میلیون متر مکعب گاز از مکان‌های دفن به اتمسفر رها می‌شود. در صورت مدیریت صحیح، قابلیت تولید ۹۶۵ میلیون مگاوات ساعت انرژی برق وجود دارد.

تولید گاز متان از زباله:

متان گازی است بی‌رنگ و بی‌بو که اگر یک فوت مکعب آن بسوزد، ۲۵۲ کیلوکالری انرژی حرارتی تولید می‌کند. که این رقم در مقایسه با سایر مواد سوختنی و به‌خصوص سایر گازهای حاصل از فعل و افعال بیولوژیکی در محل دفن، رقم قابل توجهی است. به‌خصوص اینکه بیشترین ترکیب گاز محل دفن (۶۰-۷۰ درصد از کل گازهای حاصل در اماکن دفع) مربوط به متان هست. از مزیت مهم متان نسبت به دیگر سوخت‌ها این است که هنگام سوختن، گاز سمی و خطرناک منواکسید کربن را ایجاد نمی‌کند. به همین دلیل است که در صورت عدم دستیابی به فناوری استفاده و کاربرد آن در محل‌های دفن جهت خروج این گاز، می‌توانیم از طریق مشعل‌هایی آن را بسوزانیم.

تجزیه بی‌هوازی زباله در مخازن با سیستم بازگردش شیرابه:

گاز متان به‌طور طبیعی در اثر فرآیند تجزیه بی‌هوازی مواد آلی به‌وسیله میکروارگانیسم‌های زنده در محل دفن زباله، تولید و آزاد می‌شود. برای مهار و استخراج گاز نیاز به طراحی و راهبری یک محل دفن مهندسی - بهداشتی از نوع خود پالایند داریم. این شیوه طراحی محل دفن را بیورآکتور نیز می‌نامند (شکل ۱-۴۲).



شکل ۱-۴۲- گردش کار یک محل دفن مهندسی - بهداشتی [۱۰۳]

مزایای ایجاد پروژه دفن مهندسی - بهداشتی زائدات جامد در شکل سلول دفن بیولوژیکی به طور خلاصه شامل موارد ذیل است:

- کنترل استحصال گازهای حاصل از محل دفن نظیر متان و کربن دی اکساید، و پیش گیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر زمین
 - بهبود شاخص‌های زیست‌محیطی ملی و محلی و کاهش آثار نامطلوب زیست‌محیطی
 - بالا بردن سرعت تجزیه بیولوژیکی و ایجاد فضای مناسب جهت دفن مجدد
 - افزایش چگالی زباله به سبب استفاده از فضاهای خالی موجود در درون زمین دفن
 - امکان ایجاد استحصال انرژی (افزایش راندمان تبدیل زباله به انرژی)
 - امکان استفاده از زائدات دفن شده به‌عنوان کود پس از پایان فرآیند تثبیت و تصفیه
 - جلوگیری از خروج شیرابه از سیستم و تصفیه در جای شیرابه
 - بازیافت فضاهای اشغال شده با هوای موجود در داخل زمین دفن که این فضاها ممکن است به دلیل عدم تراکم مناسب زباله ایجاد شده باشد
 - اطمینان از پایداری و تحمل پذیری سیستم
- دلیل آخر یعنی پایداری، بیشترین پتانسیل از نظر سود اقتصادی ناشی از کاهش هزینه‌های لازم برای پایش درازمدت و به تأخیر افتادن مکان‌یابی برای یک زمین دفن جدید را داراست [۱۰۳].

۲-۳-۱ رسوبات تصفیه آب و رسوبات سولفور زدایی

۱-۲-۳-۱ تصفیه برای کاربردهای دیگر

بعضی از راه‌های مختلفی که برای استفاده مجدد از رسوبات به کار می‌روند، عبارتند از:

الکتریسیته: هنگامی که رسوبات طی فرآیندی با دمای بالا تصفیه شدند، بعضی از محصولات جانبی آن برای گرم کردن بخار، سوزانده شده و برق تولید می‌کنند.

دانه‌های ناشی از Ecomelt می‌توانند به‌عنوان سنگریزه روی ورقه آسفالت به کار روند. Ecomelt یک ماده تائید شده است که از گرم کردن رسوبات آلوده و سایر مواد در دمای بالا تولید شده است.

سنگدانه: این دسته از مواد کاربردهای بسیاری از جمله در ژئوتکنیک دارند. به عنوان مثال، دانه‌های شل می‌توانند در لوله‌های زیرزمینی و جذب تنش استفاده شوند. سنگدانه‌ها را می‌توان از اکوملت که ماده‌ای شیشه‌ای است و از گرما دادن به رسوبات آلوده در دماهای خیلی بالا تهیه می‌شود، ساخت.

رسوبات تصفیه شده می‌توانند با روکش پلیمری ترکیب شده و در ساخت دیوار به کار روند. بدین ترتیب می‌توان گفت خانه‌ای از رسوبات ساخته شده است.

همچنین اکوملت را می‌توان خرد کرده و به عنوان جایگزین مصرفی برای سیمان پرتلند که یک مؤلفه اصلی در بتن است، به کار برد. این قبیل فواید عمده در ساخت جاده، پیاده رو و غیره عملی می‌شوند.

هنگامی که رسوبات تصفیه می‌شوند، در ترکیب با سایر مؤلفه‌ها مانند کمپوست، چوب، خاک رس، ماسه در ساخت خاک سطحی مصنوعی استفاده می‌شوند. این شیوه در حقیقت در راستای احیاء اکوسیستم بوده و از آن می‌توان به عنوان کاربرد سبز نام برد. سقف سبز ساخته شده از این مواد فواید گسترده‌ای دارد، از جمله اینکه علاوه بر مقاومت رسوبات در خاک سطحی، خانه را عایق کرده، انرژی ذخیره شده و رواناب سطحی را کاهش می‌دهد.

در ساخت آجر نیز از رسوبات تصفیه شده در دمای بالا و یا شسته شده استفاده می‌شود [۱۰۲ و ۱۰۴].

۱-۳-۳-۳ آلودگی خاک به روغن و مواد نفتی

۱-۳-۳-۱-۱ تصفیه فیزیکی-شیمیایی-زیستی

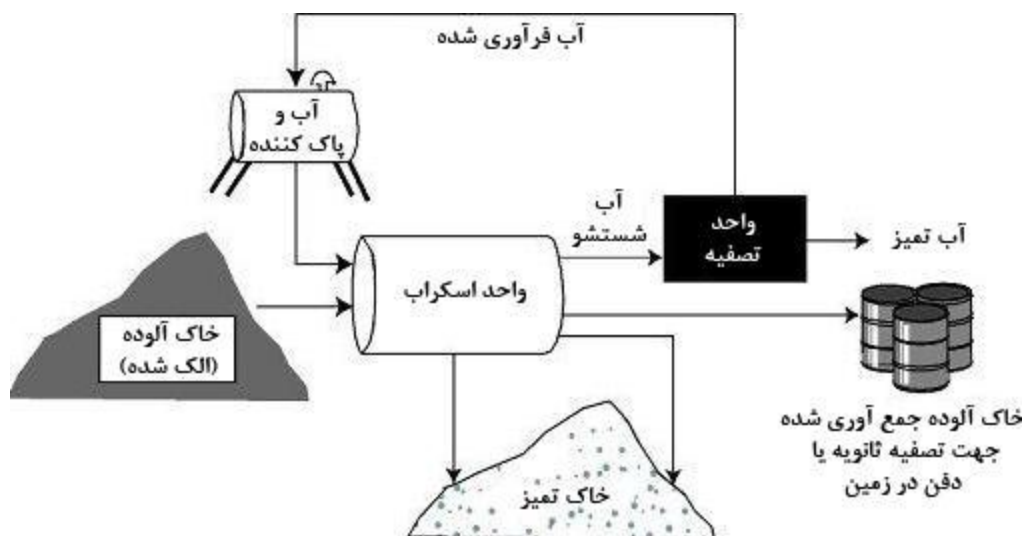
برای پاکسازی خاک‌های آلوده به ترکیبات نفتی، روش‌های متعددی وجود دارد که بسته به شرایط خاک مانند عمق، سرعت و جهت حرکت آب در آن، ویژگی‌های خاک محل، نوع و مقدار آلودگی، گستردگی آن، قوانین زیست‌محیطی موجود و شاخص‌های سلامت یک یا ترکیبی از آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور اختصار آمار بیانگر آن است که استفاده از روش‌های بیولوژیکی در حدود ۸۰ درصد موارد در قیاس با سایر فرایندهای فیزیکی و شیمیایی موجود، در زمره پرکاربردترین روش‌ها برای احیای منابع خاک آلوده به مواد مضر آلی بوده و از راندمان بالایی برخوردارند. این در حالی است که در صورت عدم امکان کاربری فرایندهای بیولوژیکی می‌توان سیستم‌های شیمیایی و فیزیکی-مکانیکی را با درصد راندمان بالای حذف مورد استفاده قرار داد. لازم به ذکر است از میان فرایندهای مورد بررسی استفاده از فرایندهای شیمیایی همچون شستشوی خاک و فرایندهای فیزیکی -

مکانیکی همچون استخراج بخار از خاک، جامدسازی-تثبیت و دفع حرارتی به دلیل راندمان بسیار بالای عملیاتی، هزینه پایین، بازه زمانی مناسب برای پاکسازی، ایجاد کمترین بی‌نظمی محیطی و نیز پوشش دهی طیف گسترده‌ای از آلاینده‌های نفتی در زمره بهترین روش‌های سبز و دوستدار محیط‌زیست و انرژی قرار می‌گیرند. از بین فرایندهای مذکور جامدسازی و تثبیت با راندمان تقریبی ۱۰۰ درصد در جایگاه بهترین و پربازده ترین روش‌های فیزیکی-مکانیکی تصفیه خاک بوده و می‌تواند به‌عنوان یک سیستم جایگزین روش‌های پرهزینه و کم بازده موجود بکار گرفته شود [۱۰۵ و ۱۰۶ و ۱۰۷].

شستشوی خاک:

شماتیکی از این روش شیمیایی تصفیه را در شکل ۱-۴۳ مشاهده می‌کنید. در این روش از مایعاتی نظیر آب و عمدتاً به همراه حلال‌های خاص توسط فرایندهای مکانیکی برای شستشوی خاک استفاده می‌شود. از سورفاکتانت نیز برای انحلال و جداسازی مواد نفتی از ذرات خاک و شستشوی بهتر استفاده می‌شود که مبحث تأثیرات این دسته سورفاکتانت‌ها و حلال‌ها بر سلامت و محیط‌زیست بایستی مدنظر قرار گیرد. فرایند شستشوی خاک ذرات ریز خاک (گل و لای) را از ذرات بزرگ‌تر (شن و گراول) جدا می‌کند. با توجه به اینکه ذرات نفتی به ذرات ریزتر گل و لای می‌چسبند لذا جداسازی آن‌ها از حجم آلودگی‌ها می‌کاهد. حجم کوچک خاک شامل گل و لای می‌تواند در ادامه با روش‌های دیگر نظیر تصفیه بیولوژیکی و سوزاندن تصفیه شده یا بر اساس مقررات مدفون گردد. سایر خاک‌های پاک شده دوباره در محل نخست پر می‌شوند. این روش بیشتر مناسب خاک‌هایی است که گل و لای زیادی ندارند.

سه روش عملیاتی برای شستشوی خاک به این روش مطرح شده است: راکتور جت، همزن سایشی، همزن اولتراسونیک. هزینه این روش با احتساب خاک‌برداری در سال ۲۰۰۴، ۱۷۰ دلار آمریکا به ازای هر تن خاک برآورد شده است که بسته به شرایط، سایت و نوع و مقدار آلودگی می‌تواند تغییر کند [۱۰۸] و [۱۰۹].

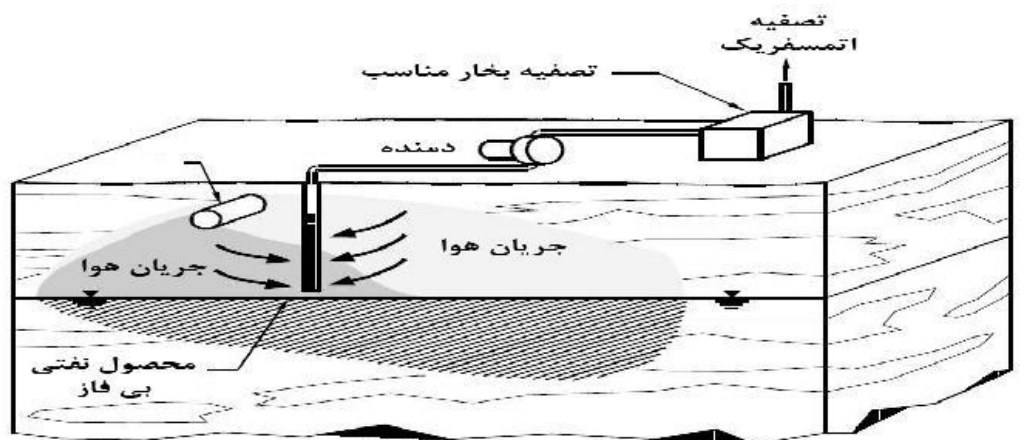


شکل ۱-۴۳- طرح شماتیک سیستم‌های شستشوی خاک [۱۰۸]

استخراج بخار از خاک :

شماتیکی از این روش تصفیه را در شکل ۱-۴۴ مشاهده می‌کنید. این روش با عناوینی نظیر هوادهی خاک و یا استخراج تحت خلأ نیز شناخته می‌شود و روشی مقبول، شناخته شده و به صرفه برای پالایش خاک‌های لایه غیر اشباع است که توسط مواد نفتی فرار و شبه فرار آلوده شده است. این روش برای خاک‌های با نفوذ پایین و آلودگی‌های سنگین مناسب نیست. با توجه به حرکت هوا در خاک این روش تجزیه زیستی را نیز تسریع می‌کند. هوای مکش شده پیش از رها شدن در اتمسفر توسط روش‌هایی نظیر جذب بر روی کربن فعال تصفیه می‌گردد.

این روش در مورد محصولات نفتی با فراریت بیشتر از قبیل بنزین موفقیت‌آمیزتر است و موادی نظیر سوخت‌های سنگین، سوخت دیزل، نفت‌های کوره و کروسن به راحتی توسط این روش جدا نمی‌شوند. تزریق هوای گرم به زمین سرعت کار را افزایش می‌دهد اما هزینه بالایی دارد [۱۱۰].



شکل ۱-۴۴- استخراج بخار از خاک به صورت شماتیک [۱۱۰]

زمان کار در این روش پایین است (از چند ماه تا ۲ سال) و میزان جداسازی حدود ۹۰ درصد است. هزینه این روش در سال ۲۰۰۴ از ۲۰ تا ۵۰ دلار ایالات متحده به ازای هر تن خاک مورد پالایش گزارش شده است.

جامدسازی / تثبیت:

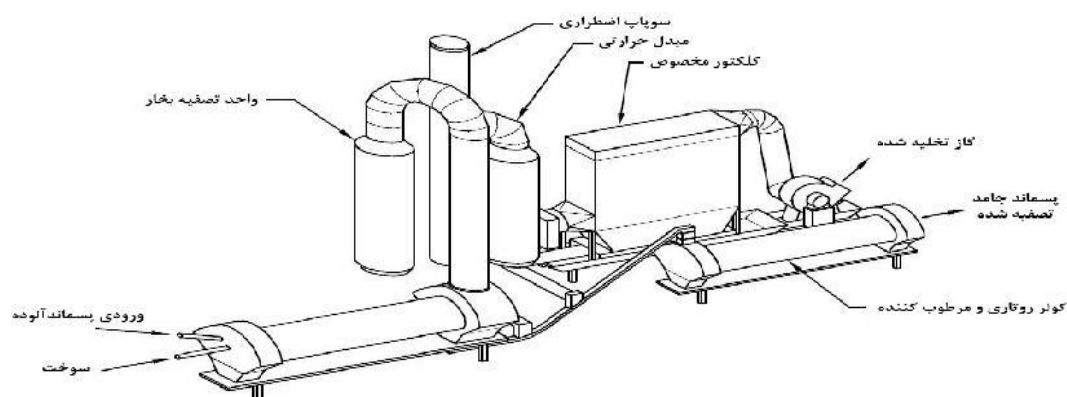
این عنوان کلی که شامل چند روش زیرمجموعه است، تحت عنوان تثبیت زباله نیز خوانده می‌شود و حرکت و جابجایی مواد خطرناک و مضر و آلودگی‌های محیط‌زیست در خاک را به روش‌های فیزیکی و شیمیایی می‌کاهد. این فرایند عموماً خطر را با تبدیل آلودگی به شکل کم محلول، غیر متحرک و با سمیت کاهش می‌دهد. این تکنیک‌ها در پی نامتحرک نمودن آلودگی‌ها در محیط، جداسازی آن‌ها را در پی ندارند. جامدسازی اغلب توسط هم زدن خاک آلوده با سیمان یا بیتومن/آسفالت، رزین پلی اپوکسید و زئولیت‌ها برای ایجاد یک توده با دوام با نرخ نشت پایین صورت می‌گیرد. نتیجه نهایی ممکن است یک زباله یکپارچه و یا ماده‌های گرانولی و یا ماده‌های گل مانند که جام تلقی می‌شود باشد.

تثبیت عموماً از یک واکنش شیمیایی برای چسباندن آلودگی به بستر آن به منظور ایجاد ترکیبی با تحرک کمتر استفاده می‌کند. اثر این روش درمانی می‌تواند اصلاح خواص شیمیایی خاک باشد که سبب عدم تحرک فلزات سنگین و آلودگی‌های نفتی و یا تغییر شکل شیمیایی آن‌ها به فرمی کم تحرک می‌گردد.

از این روش‌ها بیشتر برای مبارزه با آلودگی ناشی از فلزات سنگین و مواد غیر آلی استفاده می‌شود، هر چند چنانچه غلظت مواد هیدروکربنی پایین باشد می‌توان از آن‌ها بهره برد. اغلب روش‌های تثبیت و جامدسازی کارایی کمی در قبال مواد آلی و حشره‌کش‌ها دارند، از این تکنیک اغلب در موارد اورژانسی برای جلوگیری از گسترش آلودگی استفاده شده و از تثبیت گیاهی در کنار آن نیز استفاده می‌گردد. این روش برای آلودگی‌های کم‌عمق کاربرد دارد [۱۰۲].

دفع حرارتی:

شماتیکی از این روش تصفیه را در شکل ۱-۴۵ مشاهده می‌کنید. دفع حرارتی یک فناوری تصفیه مبتکرانه است که در آن خاک آلوده، حفاری و غربال شده و حرارت داده می‌شود تا نفت آن از خاک به صورت فیزیکی آزاد شود. این روش شامل حرارت دهی به خاک در دمای ۶۰۰-۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد است. چنانکه آلودگی‌هایی با نقطه جوش در این بازه، تبخیر و از خاک جدا می‌گردند. میزان حرارت باید به مقداری باشد که آلودگی‌ها دفع شده و تجزیه نگردند. این آلودگی‌های جدا شده سپس جمع‌آوری گردیده و توسط روش‌های دیگر مانند سوزاندن، اکسیداسیون کاتالیستی، میعان و جذب دفع می‌گردند. خاک تصفیه شده مجدداً در محل اولیه آن دفن شده و یا در تولید آسفالت به کار می‌روند.



شکل ۱-۴۵- طرح دستگاه دفع حرارتی [۱۰۲]

دفع حرارتی در دو بازه دمایی بالا و پائین صورت می‌گیرد که دمای بالا برای حشره‌کش‌ها و مواد سنگین‌تر و دمای پائین برای مواد فرار و سوخت‌هاست. این روش برای کاهش غلظت مواد نفتی مانند بنزین، سوخت جت، کروسن، سوخت دیزل، نفت کوره و روانکارها استفاده می‌شود [۱۰۲].

مزایای این روش عبارتند از:

- راندمان این روش می‌تواند بالای ۹۹ درصد باشد.
- بستگی به غلظت آلودگی‌ها ندارد.
- دوستدار محیط‌زیست است.

وجود آب از کارایی این روش می‌کاهد، چرا که به‌جای ماده نفتی آب تبخیر می‌شود. خاک‌های گلی نیز مناسب این روش نیستند. خاک‌های سفت هم به علت مقاومت در برابر نفوذ گرما مناسب نیست. هزینه تصفیه خاک‌های آلوده به روش دفع حرارتی می‌تواند از ۵۰ تا ۳۳۰ دلار به ازای هر تن فرق کند.

بیولوژیکی:

پاکسازی زیستی در واقع یکی از روش‌های اصلی پاکسازی محیطی است که در آن از موجودات زنده به ویژه باکتری‌ها، قارچ‌ها و گیاهان به منظور تجزیه آلاینده‌های محیطی و تبدیل آن‌ها به ترکیبات غیر سمی استفاده می‌شود.

روش‌های زیستی ضمن سازگاری با محیط‌زیست، از نظر اقتصادی نیز برتری محسوسی نسبت به دیگر روش‌ها (فیزیکی و شیمیایی) دارند. البته کارایی و سرعت فرآیند تجزیه هیدروکربن‌ها به نوع ترکیبات آلاینده، طبیعت خاک آلوده شده با ترکیبات نفتی، شرایط محیطی و ویژگی‌های جمعیت میکروبی بستگی دارد. در واقع در این روش میکروارگانیسم‌ها ترکیبات هیدروکربنی را به دی‌اکسید کربن، بیومس و یا محصولات دیگر تبدیل می‌کنند.

روش‌های زیستی که به‌طور معمول شامل تبدیل آلودگی به مواد غیر سمی با استفاده از فرآیندهای میکروبی است، مؤثرتر و بی‌ضررتر به نظر می‌رسد.

زیست پالایی یک فن آوری حذف آلودگی است که در آن سیستم زیستی برای تخریب یا تغییر شکل مواد شیمیایی زیان‌بار استفاده می‌شود. سه فرم کلی برای زیست پالایی وجود دارد [۱۰۲]:

Intrinsic Bioremediation: دنبال کردن فرآیند طبیعی تجزیه زیستی است و از طریق آن میکرو ارگانیسم‌های طبیعی موجود در محیط در همان شرایط طبیعی حذف آلودگی‌ها را تا سطح قابل قبولی انجام می‌دهند. به‌طور کلی این اولین انتخاب برای حذف آلودگی به روش زیستی است به این دلیل که هیچ مداخله‌ای در آن صورت نمی‌گیرد و فقط روند طبیعی کار دنبال می‌شود.

Biostimulation: در واقع بهبود شرایط محیطی نظیر اضافه کردن مواد غذایی یا هوادهی است. این روش هنگامی صورت می‌گیرد که سرعت تجزیه زیستی به‌طور طبیعی کم باشد و به همین دلیل میکرو ارگانیسم‌های موجود در محیط تحریک شده تا مواد شیمیایی هدف را تجزیه کنند. در این موارد معمولاً جمعیت تجزیه کننده به اندازه کافی حضور دارد ولی شرایط محیطی برای فعالیت آن‌ها مساعد نیست. این شرایط نامساعد می‌تواند نبودن اکسیژن، pH نامناسب، کمبود مواد مغذی به شکل معدنی، کمبود رطوبت و دمای نامناسب باشد یا اینکه میزان در دسترس بودن ماده شیمیایی مورد نظر مطلوب نباشد. با مساعد کردن شرایط محیطی می‌توان سرعت تجزیه زیستی را توسط میکرو ارگانیسم‌های خود محیط، افزایش داد.

Bioaugmentation: این فرآیند شامل وارد کردن میکرو ارگانیسم‌های غیربومی به محیط طبیعی است که با هدف افزایش سرعت و یا گسترش تجزیه زیستی انجام می‌شود. این روش معمولاً زمانی استفاده می‌شود که میکرو ارگانیسم‌های خود محیط قادر به تجزیه نباشند یا اینکه ماده آلوده کننده محیط ساختاری پیچیده داشته و از طیف وسیعی از ترکیبات تشکیل شده باشد. در واقع وقتی *intrinsic bioremediation* و *Biostimulation* نتایج قابل قبولی به دست نیاورند، از این روش استفاده می‌شود. که به دلیل کم بودن جمعیت میکرو ارگانیسم‌هاست یا اینکه ماده شیمیایی هدف دیر تجزیه شونده یا سرسخت هست. به همین منظور باکتری‌هایی که توانایی انجام فعالیت مورد نظر را به‌طور طبیعی یا با استفاده از تکنیک‌های مهندسی ژنتیک داشته باشند، مستقیماً وارد منطقه آلوده می‌کنند. در این روش اگر نیاز باشد مواد غذایی هم وارد می‌شود.

هدف زیست پالایی نفت، تجزیه کامل هیدروکربن‌ها به آب و دی‌اکسید کربن توسط میکروارگانیسم است. این تکنیک نسبت به سایر روش‌های حذف آلودگی نفتی چندین مزیت دارد، که از جمله می‌توان به این موارد اشاره نمود:

- تبدیل مواد سمی به محصولات نهایی غیررسمی و بی خطر
- هزینه پایین
- کاهش اثرات جانبی روی سلامت انسان و محیط‌زیست
- تأثیر طولانی مدت همراه با روش‌های غیرمخرب
- توانایی حذف آلودگی به صورت *in situ* و بدون اینکه لازم باشد اختلالی در اکوسیستم ایجاد شود.

۴-۳-۱ پسماندهای خطرناک و ویژه

۱-۴-۳-۱ پسماندهای محفظه احتراق

۱-۴-۳-۱-۱ لندفیل

شاید ساده‌ترین روش دفع پسماند، تخلیه آن روی زمین یا تخلیه در داخل گودال‌ها باشد، به همین دلیل هم اولین روش دفع پسماند تلنبار کردن مواد بوده است. انجام آزمایش‌های لازم برای بررسی کمی و کیفی پسماند ضروری است. شناخت ترکیبات پسماند و نوع ترکیبات مواد (مواد فساد پذیر، و مواد فساد ناپذیر، قابلیت تراکم پذیری مواد، درصد رطوبت، پسماند حجیم، پسماند ویژه بیمارستانی، پسماند صنعتی و غیره) در چگونگی دفن پسماند ضروری است. تعیین کمیت پسماند در برآورد عمر مفید جایگاه و ظرفیت پذیرش روزانه جایگاه لازم است. آگاهی از تغییرات کمی و کیفی مواد تولیدی در طول سال نیز در انتخاب و خرید تأسیسات و تجهیزات ضروری خواهد بود. دانستن ترکیبات فیزیکی و شیمیایی پسماند در دفن بهداشتی، به اندازه دفع به روش‌های کمپوست و پسماند سوزی مهم نیست. انعطاف پذیری دفن بهداشتی در برابر ایجاد نوسان‌ها در کمیت و کیفیت پسماند نقش مهمی در شهرت و محبوبیت دفن بهداشتی دارد. دو عامل مهم در کمیت پسماند برای دفن بهداشتی عبارتند از:

۱. مقدار مواد فسادپذیر و به دنبال آن نرخ فسادپذیری آن‌ها

۲. دانسته مواد متراکم شده قبل و بعد از تجزیه و فساد.

انتخاب زمین مناسب برای دفن پسماند شهری، مهم‌ترین عامل در دفن بهداشتی محسوب می‌شود. با توجه به رشد و توسعه سریع مناطق شهری و لزوم تعیین محل برای مدت طولانی، باید به منطقه بندی و کاربری زمین‌های مجاور توجه کرد. باید جهت توسعه آتی شهر، و امکان رشد صنایع را در نظر گرفت. زمین مورد نظر نباید در جهت توسعه شهر قرار گیرد. این امر، از نظر ایجاد ترافیک ناشی از رفت و آمده کامیون‌های پسماند ک و اجرای عملیات در محل خاکچال حائز اهمیت است. انجام ارزیابی زیست‌محیطی در مورد تعیین محل خاکچال و بررسی همه جانبه آن الزامی است. باید هدف اساسی و وظایف محل به‌طور دقیق مشخص شود. برای کم کردن هزینه انتقال، زمین مورد نظر باید در صورت امکان به منبع تولید نزدیک باشد. به‌طوری که اگر فقط کم بودن هزینه انتقال پسماند مدنظر است، باید محیط مناسب برای دفن در مرکز منابع تولید باشد. اما بدون تردید به دلیل مسائل و مشکلات زیست‌محیطی، ضوابط انتخاب زمین فقط تابعی از هزینه انتقال نیست.

در ارزیابی و انتخاب یک محل مناسب دفن ضوابط زیادی باید در نظر گرفته شود. در عین حال چند ضابطه اساسی وجود دارد که برای حذف محل‌های انتخاب شده به کار می‌روند:

۱. زمین باید از لحاظ ساختار کلی بدون مشکلات جانبی از قبیل ریزش کوه، نشست و غوطه‌وری در آب باشد.

۲. محیط هم‌جوار با تپه یا کوه موجب ریزش در موقع کندن تراشه نشود و همچنین دارای رانش زمین و اثرات ترافیک نباشد.

۳. در آینده اماکن توسعه زمین وجود داشته باشد.

در انتخاب مکان مناسب از میان محل‌های مذکور اغلب خطرات احتمالی هر یک را بررسی می‌کنند. این خطرات در حقیقت محدودکننده معیارهای اصلی انتخاب هستند و عبارتند از:

۱. برای سلامت انسان کمترین خطر را داشته باشد.

۲. انتخاب محل باید خطرات و ضربه‌های وارده به محیط را به حداقل برساند.

۳. محل باید از لحاظ سرویس دهی و توسعه در آینده ظرفیت بالایی داشته باشد.

۴. هزینه کمی داشته باشد.

به‌طور کلی معیارهای انتخاب زمین در جدول ۱-۱۹ ارائه شده است.

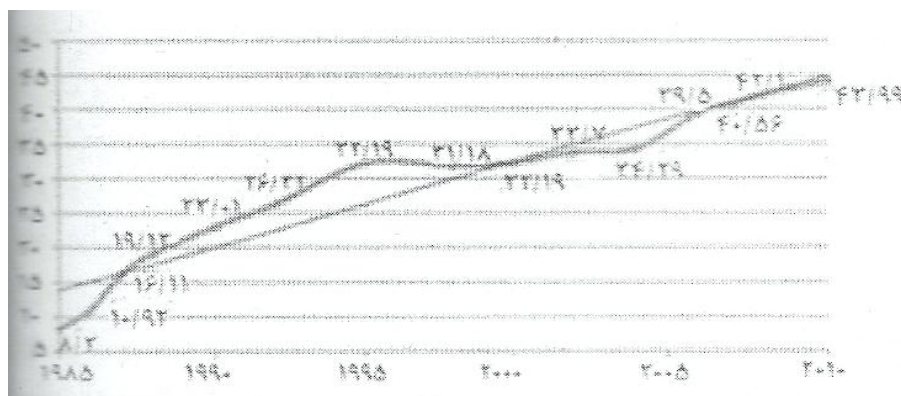
جدول ۱-۱۹- معیارهای انتخاب زمین دفن [۱۱۱]

شماره	تقدم گروه	مفاهیم تکمیلی
۱	سلامت عمومی و ایمنی	هیدرولوژی / هیدرژئولوژی امنیت ترافیک / سرویس ترافیک و عملیات
۲	محیط طبیعی	کشاورزی / زیست فیزیکی
۳	محیط اجتماعی	صدمه به جمعیت - تسهیلات جامعه - دود/بو - صدا - اختلال بصری - مشکلات کاربری اراضی
۴	محیط فرهنگی	کیفیت میراث فرهنگی / باستان‌شناسی
۵	هزینه اقتصادی	مخارج

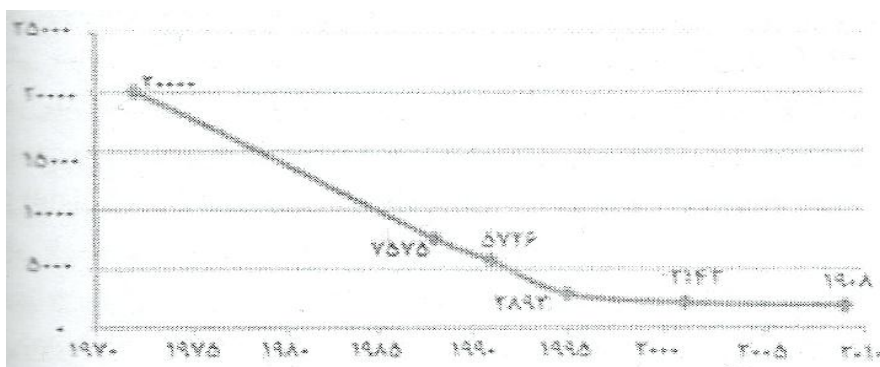
در حال حاضر دفن بهداشتی به‌صورت گسترده در کشورهای صنعتی اجرا می‌شود. البته مسئولان بهداشتی آگاهی کامل از مخاطرات دفن پسماند در زمین دارند و نیز می‌دانند که هیچ مانعی صد در صد در مقابل انتشار آلودگی‌ها به‌خصوص در طول عمر خاکچال و بعد از بسته شدن محل، قابل اعتماد نیست. ولی با وجود معرفی گزینه‌های دیگر دفع مثل کمپوست و پسماند سوزی باز هم دفن به‌عنوان گزینه‌های حتمی در این کشورها مطرح است. البته اقدامات بسیار جدی و اساسی در امر کاهش پسماند در مبدأ جداسازی و پردازش پسماند در مبدأ، احداث صنایع بازیافتی، بازاریابی برای محصولات بازیافتی و ایجاد بازار جدید برای محصولات بازیافتی و تولید انرژی از پسماند

انجام داده‌اند. مجموعه این فعالیت‌ها فشار بر زمین را کاهش داده است و از درصد دفن بهداشتی در زمین کاسته است.

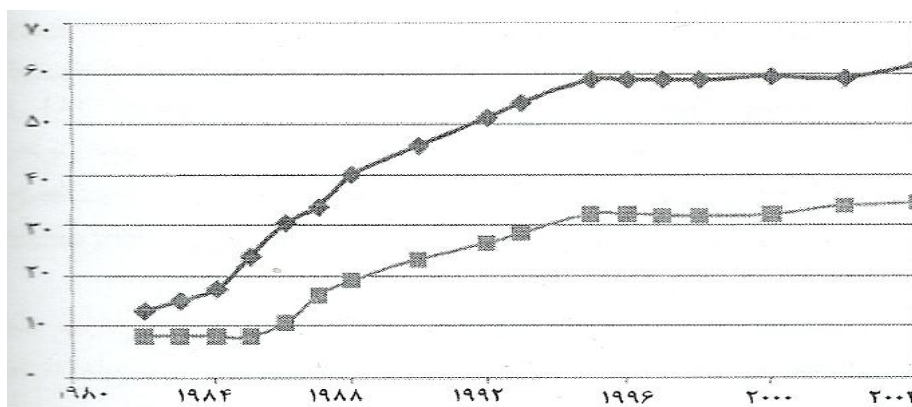
به دلیل قدمت زیاد دفن بهداشتی در آمریکا، اعداد و ارقام به نسبت خوبی درباره هزینه‌های دفن بهداشتی در کشور آمریکا وجود دارد. شکل ۱-۴۶ متوسط هزینه‌های دفن یک تن پسماند شهری را نشان می‌دهد. علت افزایش هزینه‌های دفن بهداشتی افزایش سطح استانداردهای دفن و ساز و کارهای مالی است. هدف از افزایش استانداردها و ساز و کارهای مالی کاهش جریان پسماند به سمت زمین و برقرای توازن هزینه‌های دفن با سایر روش‌ها از جمله پسماند سوزی است. به همین دلیل از تعداد محل‌های دفن در کشورهای صنعتی روز به روز کاسته می‌شود. شکل ۱-۴۷ تعداد مکان‌های دفن آمریکا در سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۰ را نشان می‌دهد. تعداد کل مکان‌های دفن طی این ۴۰ سال ۹۰ درصد کاهش یافته است. شکل ۱-۴۸ هزینه‌های دفع پسماند با دو روش دفن بهداشتی و پسماند سوزی در آمریکا طی سال‌های مختلف را نشان می‌دهد. یکی از عوامل مهم در عدم جایگزینی روش دفن با پسماند سوزی یا سایر روش‌های دیگر، هزینه‌های دفن بهداشتی می‌شود. همان‌گونه که شکل ۹ نشان می‌دهد. متوسط نرخ رشد هزینه پسماند سوزی بیش از دفن بهداشتی است. از سال ۱۹۹۱ به بعد قیمت دفن ثابت مانده، درحالی‌که قیمت پسماند سوزی افزایش پیدا کرده است. در سال ۱۹۹۶ هزینه دفع یک تن پسماند با روش‌های دفن بهداشتی و کمپوست به ترتیب عبارتند از ۳۱ و ۵۹ دلار این ارقام در سال ۲۰۰۴ به ترتیب برابر ۳۵ و ۶۲ دلار است. به عبارت دیگر هزینه‌های پسماند سوزی ۲ برابر هزینه دفن بهداشتی است [۱۱۱].



شکل ۱-۴۶- متوسط هزینه‌های دفن یک تن پسماند در آمریکا [۱۱۱]



شکل ۱-۴۷- تعداد مکان‌های دفن آمریکا در سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۰ [۱۱۱]



شکل ۱-۴۸- هزینه‌های دفن بهداشتی و پسماند سوزی در آمریکا [۱۱۱]

۱-۳-۴-۱ استخراج فلزات گران بها

بازیافت فلزات با ارزش از کانالی است های مستعمل بر اساس نوع پایه ، نوع فلزات موجود و درصد فلزات همراه متغیر می‌باشد و انتخاب روش مناسب بر اساس این عوامل و فاکتورهای اقتصادی تغییر می‌کند. به‌طور کلی روش‌های بازیابی فلزات با ارزش از کانالی است های مستعمل به دو گروه عمده پیرومتالورژی (Pyrometallurgical) و هیدرومتالورژی (Hydrometallurgical) تقسیم بندی می‌شوند، که این دو روش عمده ، اساس فرآیندهای استخراج را تشکیل می‌دهند. روش‌های پیرومتالورژی به دلیل بالا بودن دمای ذوب رنیوم کاربرد نداشته و بیشتر روش‌های هیدرومتالورژی اقتصادی بوده و

کاربرد دارند. فرآیندهای مختلفی نظیر فرآیند استخراج سیانیدی، Gemini، و فرآیند فرایندهای تیزاب (Aqua regia) و فرآیند انحلال در اسیدهای مختلف و عملیات Leaching و فرآیند تغییر فاز پایه، فرآیند کلریناسیون، فرآیندهای استفاده از سیستم های تعویض یونی جامد- مایع (Liquid-Soild Ion Exchange) فرآیندهای سمناسیون، الکترولیز و احیاء جهت استخراج و خالص سازی فلزات گروه پلاتینی (PGM) کاربرد دارند [۱۱۲].

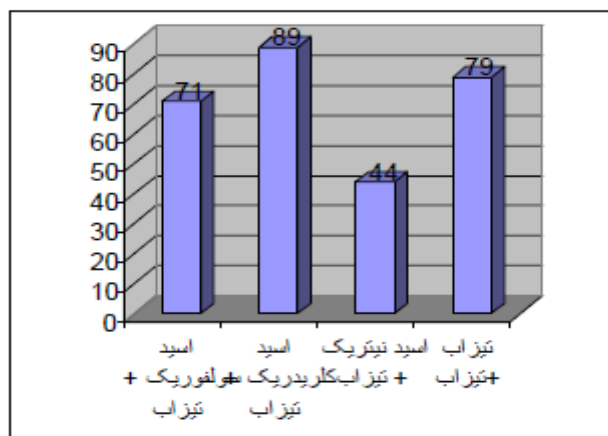
پلاتین با منشأ طبیعی از مدت زمان طولانی شناخته شده و در طول زمان کاربردهای بسیاری یافته است. به عنوان مثال، پلاتین یکی از اجزای اصلی بسیاری از محصولات فلزی مانند الکتروود است و در بعضی واکنش های شیمیایی به عنوان کاتالیزور به کار می رود. رشد بسیار سریع مصرف، منابع تولید محدود و انحصاری، قیمت بالا، خواص کاتالیستی عالی و کاربردهای الکترونیکی، الکتریکی و صنعتی وسیع، استفاده مجدد و بهینه از پلاتین موجود در جهان را اجتناب ناپذیر کرده است. همه این موارد باعث شده است استحصال این فلز و بازگرداندن آن به چرخه مصرف اهمیت بسیار زیادی داشته باشد.

یکی از پیچیده ترین و بزرگ ترین واحدهای پایلوت جهان در حوزه استحصال فلزات گران بها و به ویژه پلاتین، استحصال از کاتالیست های مستعمل و قطعات الکترونیکی است. این پایلوت به صورت یک اتوکلاو گردان و متحرک همراه با ۲ سیستم تصفیه و جداسازی کمپلکس های سیانوری پلاتین به صورت یک پکیج کامل طراحی شده است. سیستم حرارتی ویژه، طراحی فیزیکی خاص، کار در دما و فشار بالا، سیستم تصفیه پساب، سیستم جداسازی فلز و استفاده مجدد از پساب، آلودگی زیست محیطی پایین و پالایش همزمان پساب، سیستم بارگیری راحت، عدم آماده سازی اولیه کانالی است و سرعت عمل بالا از ویژگی های این طرح است. در این پایلوت کاتالیست های مستعمل حاوی پلاتین پس از بارگیری با محلول سدیم سیانید در دمای ۲۰- ۱۲۰ درجه سانتی گراد و در فشار ۹- ۱۵ بار به مدت یک ساعت تحت لیچینگ قرار می گیرند و کمپلکس های سیانوری پلاتین تشکیل می شوند. این کمپلکس ها به وسیله رزین جذب و پس از شستن و خشک کردن سوزانده می شوند و پلاتین پودری به دست می آید که در مرحله خالص سازی، به پلاتین اسفنجی و در دمای ۱۸۰۰ درجه سانتی گراد به پلاتین فلزی تبدیل می شود. هزینه سرمایه گذاری پایین، سرعت عمل، بازیافت و خلوص بالا و قابلیت توسعه به کاتالیست های مشابه از مزایای این روش است.

در بازیافت فلزات پلاتین رنیم از کاتالیست مستعمل در مرحله نخست، رنیم طی عملیات شیمیایی از کاتالیست جدا، سپس پلاتین از پایه طی یک مرحله انحلال شیمیایی تفکیک می شود. ناخالصی های محلول های پلاتین و رنیم با استفاده از روش

تبادل یونی حذف و نمک رنیم از محلول خالص آن تهیه می‌شود. پلاتین اسفنجی با استفاده از روش الکترولیز از محلول خالص آن استخراج و سرانجام در کوره‌های الکتریکی به شمش پلاتین خالص تبدیل می‌شود. در این طرح از یک رآکتور تحت فشار آزمایشگاهی، رآکتور نیمه‌صنعتی، کوره، آون و ستون‌های تبادل یونی به همراه سیستم الکترولیز استفاده شده است.

اگر هدف جداسازی پلاتین از پایه از روش انحلال مستقیم باشد، از کانالی است واحد استاین که از نظر ساختار از نوع آلفا می‌باشد و در مقابل اسیدها مقاوم است، به‌عنوان پایه استفاده می‌شود. در این روش ابتدا جهت خارج ساختن فلزات مزاحم اسید مناسب انتخاب و در ادامه پلاتین توسط تیزاب از پایه استخراج می‌شود. همانطوریکه در شکل ۱-۴۹ نشان داده شده است، مقدار استخراج پلاتین با اسیدنیتریک و تیزاب معادل ۴۴ درصد می‌باشد که در مقابل سه روش دیگر قابل صرف‌نظر هست. در مقایسه روش‌های (اسید کلریک + تیزاب) و (اسید سولفوریک + تیزاب) و (تیزاب در دو مرحله‌ای) باید دقت شود که روش اسیدکلریک دارای استخراج بیشتری نسبت به (اسید سولفوریک + تیزاب) و (تیزاب در دو مرحله‌ای) هست. از طرف دیگر جهت استخراج پلاتین از محلول اسید سولفوریک نیاز به خنثی سازی کامل محلول، افزایش محلول اسیدکلریک و تزریق گاز کلر می‌باشد که نیاز به صرف هزینه زیادی دارد، از طرف دیگر استفاده از تیزاب در دو مرحله هم هزینه بیشتری دربردارد و هم محلول‌های حاصله دارای آلودگی زیادتر به آهن و مس است. استفاده از روش اسیدکلریک با توجه مقدار استخراج قابل توجه به‌عنوان روش اصلی استخراج انتخاب می‌گردد. اما به این مسئله باید دقت شود که محلول مرحله اول که شامل ۴۰ درصد استخراج پلاتین می‌باشد دارای ناخالصی زیاد است. مزیت استفاده از اسیدکلریک قابلیت بازیافت اسید کلریک اضافی از محلول توسط روش تقطیر می‌باشد.



شکل ۱-۴۹- مقایسه کل استخراج توسط روش‌های آزمایش شده [۱۱۲]

در فرآیند بازیافت فلزات گران‌بهای پلاتین و رنیم از کاتالیست مستعمل آروماتیزاسیون با استفاده از رزین‌های تبادل آنیونی قوی ، نتایج به شرح زیر است:

- فرآیند تبادل یونی با استفاده از رزین تبادل آنیونی قوی Amberjet 4200 cl توانایی جذب پلاتین و رنیم از محلول را به‌طور کامل دارد (۱۰۰ درصد برای پلاتین و ۹۹/۹ درصد برای رنیم).
- دما و دبی محلول ورودی به ستون (زمان ماند) از پارامترهای مؤثر بر عملیات جذب مواد بر روی رزین‌های تبادل یونی می‌باشند.
- هر چه دما بالاتر و دبی محلول ورودی به ستون کمتر باشد (زمان ماند بیشتر) ، مقدار جذب روی رزین بالاتر خواهد بود.
- هرچه زمان ماند مواد روی رزین بیشتر شود ، بازده جذب پلاتین و رنیم بیشتر می‌شود.
- رزین نسبت به پلاتین و رنیم بسیار گزینش پذیر است.
- اسید HClO_4 ۷ نرمال مناسب‌ترین ماده برای جداسازی پلاتین و رنیم از رزین تبادل یونی Amberjet 4200 cl هست. بازده شستشو با این اسید برای هر دو فلز پلاتین و رنیم در دمای محیط بالای ۸۵ درصد و در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد، بالای ۹۵ درصد هست.
- در مرحله شستشوی ستون با اسید ، ماکزیمم بازده استخراج پلاتین و رنیم در شرایط دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد ، حجم اسید ۲۰۰ cc و دبی اسید ۲ cc/Min به دست می‌آید.

۱-۳-۴-۲ PCBs

۱-۳-۴-۲-۱ زباله‌سوزی (PCBs > 7000 ppm)

زباله‌سوزی برای دو منظور می‌تواند در سیستم مدیریت مواد زائد جامد مورد استفاده قرار گیرد ، به‌عنوان گزینه مناسبی برای دفع و به‌عنوان تبدیل زباله به انرژی. هزینه‌های زباله‌سوزی بسیار بالاست و در مقایسه با سایر روش‌های دفن ، گران‌ترین روش دفن در دنیا به شمار می‌رود. بطوریکه هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری بزرگ‌ترین مانع برای استفاده از این فناوری بوده است. هزینه‌های خرید دستگاه زباله‌سوزی متغیر است و میان شرکت‌ها و کشورها متفاوت است. مهم‌ترین عامل در ایجاد اختلاف در هزینه‌ها را می‌توان در نوع فناوری و تأسیسات کنترل آلودگی هوا در این کارخانه‌ها دانست. بر اساس برآوردهای انجام‌شده ،

هزینه‌های اولیه برای ساخت کارخانه‌های زباله‌سوزی بین یکصد تا سیصد میلیون دلار آمریکا متغیر است. این هزینه‌ها در سال اخیر رشد بیشتری داشته است و در حال حاضر سوزاندن هر تن زباله بین ۵۰ تا ۷۵ دلار هزینه دارد.

فناوری زباله‌سوزی به مراتب پیچیده‌تر از فناوری نیروگاه برق است. در زباله‌سوزی از زباله برای تولید انرژی استفاده می‌شود که سوختی غیر هموژن و با ناخالصی‌های زیاد است. ارزش حرارتی زباله به‌طور مرتب تغییر کرده و برای حفظ درجه حرارت مناسب کوره حتماً به سوخت کمکی نیاز است. بنابراین سیستم‌های کنترل آلودگی در زباله‌سوزها باید پیشرفته باشند.

به‌طور عمومی زباله‌سوزی به دو صورت استفاده می‌شود: در محل تولید و در محل جداگانه مخصوص به نام پسماند سوز مرکزی. زباله از طریق کامیون به محل پسماند سوز مرکزی آورده شده و سپس مواد وارد اجاق شده و درجه حرارت و خروجی طوری کنترل می‌شود که تا حد امکان احتراق کامل صورت پذیرد. خاکستر حاصل و مواد باقیمانده برای دفع نهایی به خاکچال برده می‌شوند.

محاسن این روش عبارتند از:

- نسبت به دفن بهداشتی به زمین کمتری نیاز دارد.
- مسافت رفت و برگشت در مقایسه با دفن بهداشتی کمتر است.

معایب این روش شامل:

- سرمایه‌گذاری اولیه بالایی دارد.
- مخارج راهبری نسبتاً زیاد است.
- به‌تنهایی یک روش کامل دفع نیست (خاکستر و مواد باقیمانده باید به خاکچال برده شوند).

پسماندسوزها در محل تولید مثل مؤسسات تجاری و صنعتی، بیمارستان‌ها، در کنار برج‌ها و در اطراف خانه‌ها احداث می‌شوند و فقط پسماند تولیدی در محل به‌وسیله آن‌ها سوزانده می‌شود. این پسماندسوزها در انواع و اندازه‌های مختلفی ساخته شده‌اند.

محاسن این روش عبارتند از:

۱. مواد سوختنی که باید جمع‌آوری، حمل و سپس دفع شود در محل تولید سوزانده می‌شوند.

۲. صاحب مستغلات یا صاحب‌خانه نیازی به محل ذخیره موقت ندارد و مواد به سرعت سوزانده می‌شوند در نتیجه خطرات و زیان‌های ناشی از ذخیره در محل از بین خواهد رفت.

معایب این روش عبارتند از:

۱. سرمایه‌گذاری اولیه برای هر واحد زیاد است.

۲. راهبری و نگهداری این پسماند سوزها احتیاج به پرسنل متخصص و نظم ویژه‌ای دارد، به همین دلیل هم در اکثر قریب به اتفاق بیمارستان‌های کشور، این دستگاه‌ها یا کار نمی‌کنند و یا دچار نقص فنی شده‌اند

۳. اغلب این دستگاه‌ها همراه با بوی ناخوشایند دود و آلودگی هوا هستند.

۴. استفاده از این دستگاه‌ها در شهرهای بزرگ و شلوغ همواره با اشکال مواجه است. پس از این دستگاه‌ها بیشتر در بیمارستان‌ها استفاده می‌شود [۱۱۱ و ۱۱۶].

۱-۳-۴-۲ روش‌های کاهش و تولید (PCBs ≤ 7000ppm)

به طراحی، تولید، عرضه و استفاده از محصولات به نحوی که در پایان عمر مفید تولیدات، منجر به کاهش قیمت و سمیت زائدات حاصله بشود، کاهش در مبدأ می‌گویند. از این تعریف مشخص می‌شود که کاهش در مبدأ از چارچوب متعارف سیستم مدیریت مواد زائد جامد شهری و از محدوده وظایف شهرداری‌ها بسیار فراتر است و اجرای آن نیاز به عزم ملی و سیاست‌گذاری کلان در سطح دولت، وزارت صنایع، وزارت بازرگانی، سازمان حفاظت محیط‌زیست، وزارت اقتصاد و دارایی و وزارت کشور دارد. اجرای برنامه‌های کاهش از مبدأ در کشورهای صنعتی با هدف کاستن از کمیت و کیفیت زائدات مخاطره‌آمیز منجر به بروز نسل جدیدی از فناوری به نام فناوری‌های پاک در دنیا شده است.

پایه و اساس برنامه‌ریزی و طراحی سیستم مدیریت مواد زائد جامد شهری، شناخت کمیت و کیفیت تولید است. کمیت تولید در حجم سرمایه‌گذاری برای ماشین‌آلات، ظروف ذخیره در محل، ایستگاه‌های انتقال، ظرفیت دفع، سازمان‌دهی و تشکیلات مناسب مؤثر است. درحالی‌که کیفیت مواد بر نوع پردازش، ماشین‌آلات و روش دفع تأثیر می‌گذارد. در زمینه کاهش از مبدأ، کشورهای صنعتی پیشرفت‌های زیادی کرده‌اند. این پیشرفت‌ها مدیون مقررات سخت زیست‌محیطی است که منجر به افزایش

سرسام‌آور هزینه‌های دفع و مواد اولیه شد. در نتیجه صنایع و سایر بخش‌های دیگر راهبرد حداقل زائدات در تولید و کاهش از مبدأ را پذیرفتند. از نظر شیوه‌های مدیریتی و فناوری‌های مربوطه در زمینه شناخت کمی و کیفی تولید، ایران در شرایط مطلوبی قرار دارد و تمام تجهیزات و دستگاه‌های مورد نیاز در کشور وجود دارد. شیوه‌های کاهش در مبدأ بر اساس کاهش منابع تولید مواد زائد و عملیات استفاده مجدد بنا شده است. این عملیات سمیت مواد زائد و حجم آن را کاهش می‌دهند. اهداف کاهش در مبدأ عبارتند از:

۱. کاهش تولید مواد زائد

۲. استفاده بهینه از منابع محدود طبیعی

۳. کاهش هزینه دفع در نتیجه هزینه واحد تولید

۴. کاهش مصرف انرژی

۵. کاهش زمان تولید

۶. توسعه محیط‌زیست و جلوگیری از آلودگی آن

۷. کاهش تهدید سلامتی انسان و محیط‌زیست

در حال حاضر موانع متعددی در زمینه کاهش در مبدأ وجود دارند که شدت و ضعف آن‌ها در کشورهای مختلف کمابیش متفاوت است. قسمتی از این موانع در جدول ۱-۲۰ آورده شده است. در مجموع می‌توان محدودکننده‌ها را به چهار دسته اصلی به شرح زیر تقسیم کرد: محدودکننده‌های اقتصادی، محدودکننده‌های دفنی، محدودکننده‌های اطلاعاتی، قوانین و مقررات [۱۱۱] و [۱۱۶].

جدول ۱-۲۰- موارد محدودکننده در اجرای برنامه‌های کاهش در مبدأ صنعتی [۱۱۶]

۱- آژانس‌های مسئول	مسئولیت آژانس‌های مختلف به درستی مشخص نشده است. ایجاد همکاری و اتحاد بیشتر بین آژانس‌های مسئول لازم است.
۲- قوانین و مقررات	- در حال حاضر قوانین ویژه‌ای برای این کار وضع نشده است. - نوشتن قوانین فراگیر با توجه به وسعت و بعد مسئله قدری مشکل به

نظر می‌رسد.	
۳- تفهیم و آموزش - نبود یا کمبود اطلاعات و تجربیات و مثال‌های موفقیت‌آمیز - بی میلی صنایع به همکاری	
۴- مراکز اطلاعات - کمبود اطلاعات - کمبود عوامل یاری کننده	
۵- برنامه‌های فنی - کمبود کارشناس و اطلاعات فنی جدید - صنایع از انتقال تجربیات و دانش خود به دیگران امتناع می‌کنند.	
۶- محرکه اقتصادی - بانک‌ها از برنامه‌های یارانه دار حمایت کامل نمی‌کنند. - ساختار اقتصادی جوابگوی برنامه W.M صنعتی نیست.	
۷- تحقیقات و توسعه - اعتبار کافی برای تحقیقات در این زمینه وجود ندارد. - ارتباط بین مراکز تحقیقاتی و صنایع ضعیف است.	
۸- اجرا - کمبود نیروی انسانی ماهر - کمبود حمایت‌های قانونی	

برای جلوگیری از تولید بیشتر مواد زائد باید از یکسو با اتخاذ روش‌های صحیح بر میزان مصرف و از سوی دیگر با استفاده از فناوری و وضع قوانین مناسب بر تولید ضایعات صنایع تأثیر گذاشت. در این زمینه می‌توان به اقدامات زیر دست زد:

۱. مالیات بر مصرف انرژی برای تأمین هزینه‌های کاهش مواد زائد و توسعه فناوری تمیز وضع گردد

۲. برای توسعه راهبردهای کاهش، بازیافت و استفاده مجدد قیمت مواد اولیه افزایش یابد.

۳. مالیات ویژه‌ای برای آلوده کردن محیط‌زیست وضع شود.

بنابراین بطور کلی، می‌توان از دو راه اصلی به هدف کاهش مواد زائد در تولید دست‌یافت:

۱. کاهش در منابع و طی روند تولید

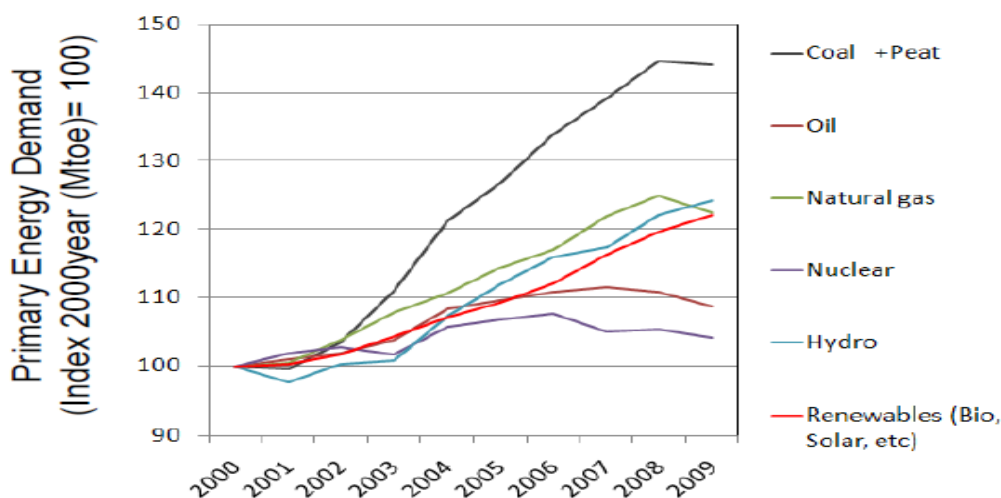
۲. کاهش توسط برگشت و استفاده مجدد از میان روند تولید یا خارج از آن

۲ فصل دوم: آینده پژوهی فناوری های مدیریت آلاینده ها

۱-۲ روند مربوط به فناوری‌های کاهش آلودگی هوا

۱-۱-۲ مقدمه

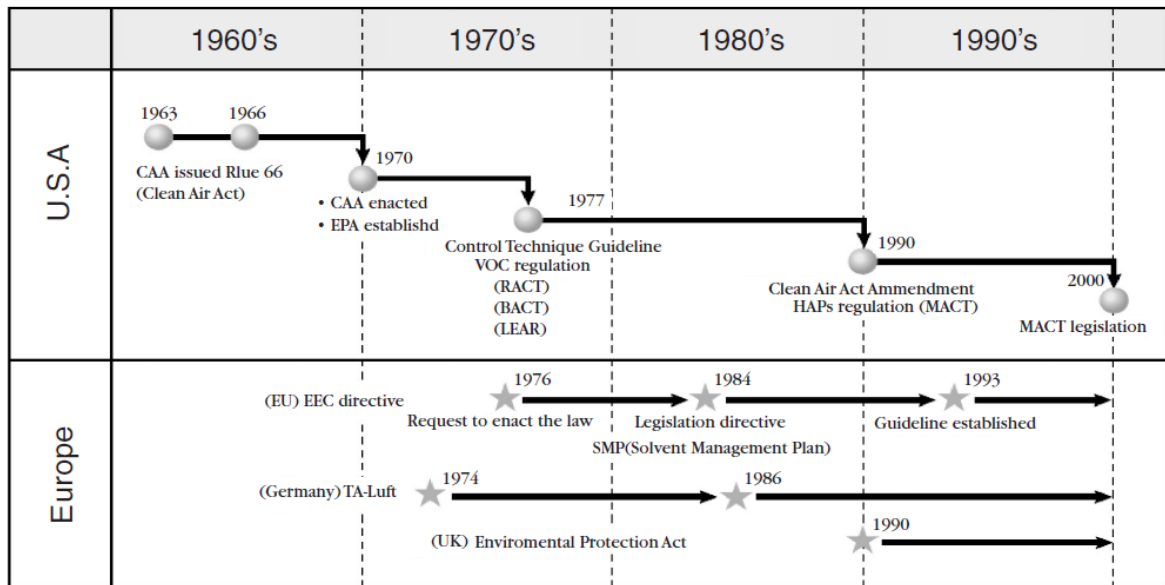
کنترل آلودگی هوا برای صنایع شیمیایی و تولید برق اغلب بر اساس ایجاد تعادل میان رعایت قوانین زیست محیطی، اقتصاد و کیفیت تولید میسر می‌باشد. منبع مهم آلودگی هوا شامل فرآیندهای احتراق سوخت‌های فسیلی نیروگاه‌ها و سایر فرآیندهای سوزاندن می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۱-۲ مشاهده می‌شود، تقاضای جهانی برای زغال‌سنگ نسبت به سایر منابع انرژی رشد سریع‌تری دارد. البته جانشینی سوخت بیومس (زیست‌توده) به جای سوخت‌های رایج مانند زغال‌سنگ و کک نفتی یک روش در کنترل گازهای گلخانه‌ای است. به‌طور کلی برای کمک به بهبود کیفیت هوا، واحدهای تولید برق باید کاهش و کنترل بیشتری بر میزان انتشارات خود اعمال کنند.



شکل ۱-۲- تقاضای جهانی انرژی برای سال‌های بین ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ [۱۱۷]

در سال‌های اخیر با رشد آگاهی‌های زیست‌محیطی، قوانین شدیدتری وضع شده‌اند. به‌عنوان نمونه قوانین کنترل آلودگی هوا (Air Pollution Control Ordinance or APCO) در هنگ‌کنگ در سال ۲۰۰۸ اصلاح شد تا اینکه از اجرای صحیح، شفاف و به‌موقع حدود انتشار برای نیروگاه‌ها اطمینان حاصل گردد. همچنین به نیروگاه‌ها اجازه داده شد از تجارت انتشار به‌عنوان یک گزینه در دستیابی به حدود انتشار سال ۲۰۱۰ و پس‌از آن استفاده نمایند. در سال‌های ۲۰۰۸، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۲ نیز

سه دستور کار تکنیکی برای آینده (TM) به دنبال APCO منتشر شد. اولین قوانین انتشار برای سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۴ را مشخص کرد. دومین قوانین انتشار را برای ۲۰۱۵-۲۰۱۶ سخت‌تر کرده و سومین نیز شدت قوانین را برای ۲۰۱۷ بیشتر نمود. شکل ۲-۲ تاریخچه قوانین زیست‌محیطی در آمریکا و اروپا را نشان می‌دهد.

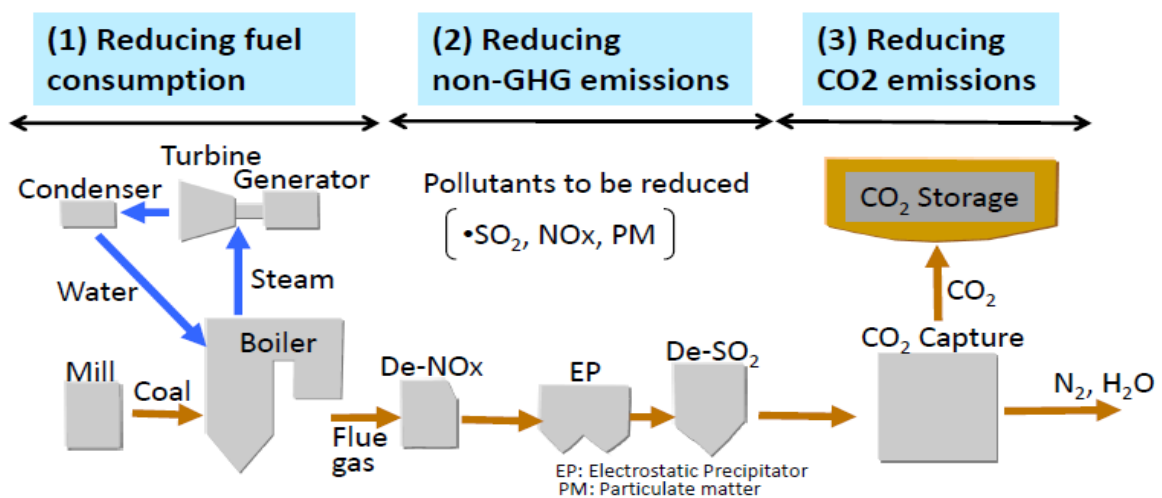


شکل ۲-۲- تاریخچه قوانین زیست‌محیطی در آمریکا و اروپا [۱۱۸]

نیروگاه‌های زغال‌سنگی به‌عنوان یک منبع مهم آلودگی جوی و آسیب‌رسان به اکوسیستم شناخته می‌شوند. از این رو انجام مطالعات در خصوص تخمین میزان انتشار آلاینده‌هایی مانند SO_2 ، NO_x و PM خروجی از نیروگاه‌ها ضروری هست. لازم است میزان انتشار کنونی و نیز تاریخچه‌ای از انتشار آلاینده‌های نیروگاهی موردبررسی قرار گیرد. همچنین تأثیر روش‌های کنترل آلودگی هوای نیروگاه‌ها ارزیابی گردد. بدین ترتیب می‌توان با توجه به بازدهی روش‌های کنترل، مناسب‌ترین روش را برای رسیدن به هدف کاهش آلاینده‌ها انتخاب کرد.

۲-۱-۲ روش‌ها

از آنجاکه کاهش انتشار گازهای SO₂ و NO_x و PM بسیار حائز اهمیت است، می‌توان مطابق چارت زیر (شکل ۲-۳) بر روی سه نکته متمرکز شد. این نکات شامل کاهش مصرف سوخت، کاهش انتشارات NO_x، SO₂ و PM، کاهش انتشار دی‌اکسید کربن می‌باشند.



شکل ۲-۳- نکات کاهش انتشار [۱۱۷]

برای تأسیسات موجود و یا جدید ساخته‌شده، به نهادهایی احتیاج است که تجهیزات مناسب را جهت تأمین قوانین انتشار بر اساس جدول ۱-۲ نصب کنند. به‌عنوان مثال، برای تأسیسات جدید در مناطقی که استانداردهای آلودگی هوا تأمین شده‌اند، BACT (best available control technology) برای نصب تجهیزاتی که قادر به حذف تمام آلاینده‌های معیار هستند، فرا خوانده می‌شود.

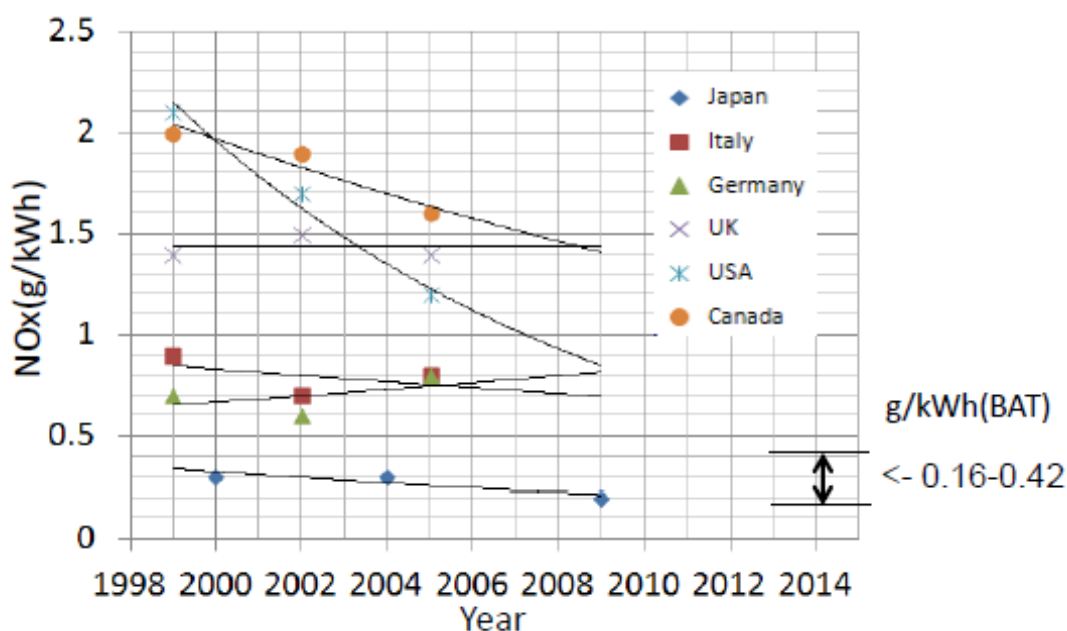
جدول ۱-۲- محدودیت‌های انتشار برای منابع ثابت جدید و موجود [۱۱۸]

Target material	Source	Limitation name	Target area	Summary
Criteria pollutants (Nox, SO ₂ , CO, ozone, lead, PM)	New	BACT (Best Available Control Technology)	Attainment areas for federal ambient air quality standards of all six criteria pollutants	Facilities that emit >100 tons/year (specified category) or >250 tons/year of one or more of six criteria pollutants (NOx, SO ₂ , CO, VOC, lead, PM) (large-scale source). As stringent as NSPS for the same type of new source.
		LAER (Lowest Achievable Emission Rate)	Non-attainment areas for at least one of the criteria pollutants	Facilities that emit >100 tons/year of five pollutants (NOx, SO ₂ , CO, VOC, PM) (new source). Most stringent regulation level.
			Non-attainment areas for ozone and PM10	
		NSPS (New Source Performance Standards)	Attainment areas for federal ambient air quality standards of all six criteria pollutants	Targeted facilities include steel plants, lead/zinc refineries and rubber/tire factories, e.g. new sources of the selected category. A more stringent level is assigned to newly constructed facilities than the existing ones irrespective of their scale.
	Non-attainment areas for at least one of the criteria pollutants			
	Existing	RACT (Reasonably Available Control Technology)	Existing sources (Non-attainment areas for ozone and PM10)	Facilities that emit more than the specified amount of VOC yearly. Emission limit depends on the extent of ozone pollution (worst-case emission limit will be 10 tons/year or more).

در ادامه، روند مربوط به کاهش آلاینده‌ها و استفاده از فناوری‌ها در کاهش هر یک از آلاینده‌ها توضیح داده خواهد شد.

۳-۱-۲ روند کاهش NOx

NOx به‌عنوان اولین آلاینده جو در نظر گرفته می‌شود، زیرا بسیاری از مشکلات محیط‌زیست مانند دودمه فتوشیمیایی، باران اسیدی، تخریب لایه ازن ناشی از NOx می‌باشند. همچنین بسیاری از مشکلات مربوط به سلامتی انسان نیز در نتیجه غلظت‌های بالای این گازهاست. کاهش NOx طی دهه‌های اخیر تغییرات تکنیکی مهمی داشته و در کشورهای نظیر آلمان و ژاپن، آلودگی هوا با به‌کارگیری سیستم‌های تصفیه گاز دودکش شدیداً کاهش یافته است (شکل ۲-۴). بر این اساس به یک سری اقدامات و سیاست‌های خاص و نیز مقررات جهت اجرای تکنولوژی‌های جاری احتیاج است.



شکل ۲-۴- روند میانگین انتشار NOx از نیروگاه حرارتی در پنج کشور مختلف [۱۱۷]

در برخورد با این مسأله، توسعه روش‌های جدید و پیشرفت روش‌های در حال استفاده، ضروری می‌باشد. این روزها رایج‌ترین تکنولوژی، SCR با آمونیاک در حضور اکسیژن است که اساساً جهت کاهش انتشار NOx از فرآیندهای احتراق استفاده می‌شود (Bruggemann, 2008). البته سایر روش‌ها مانند جذب، جذب سطحی یا تخلیه الکتریکی نیز به صورت گسترده به کار می‌روند. هرچند هر یک از این روش‌ها محدودیت‌ها و معایبی نیز دارند. به علاوه محدودیت‌های انتشار NOx در برخی کشورهای توسعه یافته، بسیار شدید می‌باشد. بنابراین محققان در سراسر دنیا به دنبال دستیابی به روش‌های مؤثرتر و یا یافتن یک کاتالیست بهتر می‌باشند [۱۲۴].

۱-۳-۱-۲ روش‌های پیش احتراق در کاهش NOx

روش‌های پیش احتراق اصولاً به معنی خالص‌سازی سوخت جهت کاهش میزان نیتروژن و یا انتخاب سوخت با نیتروژن کم مانند گاز طبیعی است. نوع سوخت بر تشکیل NOx تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این جایگزینی هوا در فرآیند احتراق با اکسیژن خالص نیز می‌تواند به مقدار قابل توجهی باعث کاهش تولید NOx گردد. اشکال اصلی این روش هزینه بالای آن می‌باشد. بنابراین آسان‌تر است که برای کنترل انتشار NOx از روش‌های دیگر استفاده شود [۱۲۴].

۲-۱-۳-۲ روش‌های حین احتراق در کاهش NOx

روش‌های حین احتراق بسیار رایج بوده و می‌توانند به استانداردهای انتشار NOx دست یابند (Dora, 2009). هرچند این روش‌ها برای محدودیت‌های جدید و سخت‌گیرانه‌تر انتشار EU کافی نیستند.

مشخص است که عوامل مهم تأثیرگذار بر تشکیل اکسیدهای نیتروژن در فرآیندهای احتراق، دمای احتراق (هرچه دما بیشتر، تشکیل NOx نیز افزایش می‌یابد)، نسبت میان میزان هوا و سوخت، درجه اختلاط هوا، سوخت و توزیع فرآیندهای سوزاندن می‌باشد. از این رو هدف اصلی روش‌های حین احتراق، ایجاد شرایط استوکیومتری ناقص اکسیژن، کاهش دمای شعله یا تغییر زمان ماند در طول بخش‌های مختلف ناحیه احتراق است (GOMEZ, Garcia, 2005, javed. 2007).

روش LNB که به منظور کنترل اختلاط سوخت و هوا طراحی شده است، باعث کاهش تشکیل NOx سوختی یا کاهش دما و در نتیجه کاهش تولید NOx حرارتی می‌گردد. مزیت اصلی این مشعل‌ها، کاهش تولید NOx به میزان ۳۰-۵۰ درصد و کاربرد راحت آن‌ها در کوره‌های موجود و جدید می‌باشد [۱۲۵]. هرچند این روش باعث افزایش کربن در خاکستر و تولید بیشتر CO می‌گردد. با این وجود روش LNB یکی از رایج‌ترین تکنولوژی‌های کنترل NOx می‌باشد. روش OFA نیز یکی دیگر از روش‌های رایج مرحله‌ای نمودن هوا است که به‌طور پیوسته در ترکیب با LNB به کار می‌رود [۱۲۶].

بر اساس گزارشات EPA، کارایی روش‌های حین احتراق به نوع سیستم احتراق بستگی دارد. در حالت کلی، این روش‌ها می‌توانند به کاهش ۳۰-۷۰ درصد NOx دست یابند. فقط برای توربین‌های گازی، راندمان بیشتر (۷۰-۸۵ درصد) قابل‌دستیابی می‌باشد.

بنابراین روش‌های حین احتراق رایج شامل روش LNB و نیز روش OFA می‌باشند. با توجه به خصوصیات سیستم احتراق، بازده قابل‌قبولی ارائه می‌دهند. البته باید توجه کرد که این روش‌ها به‌تنهایی برای کاهش انتشار NOx کافی نیستند.

۲-۱-۳-۳ روش‌های پس از احتراق در کاهش NOx

روش‌های پس از احتراق باعث کاهش انتشار NOx به میزان بالایی می‌شوند و می‌توانند به‌عنوان جایگزین یا به‌صورت تکمیلی همراه با روش‌های حین احتراق به کار روند. هرچند این روزها برآورده ساختن ملزومات دقیق انتشار با استفاده از تنها یک روش کار دشواری است. اخیراً رایج‌ترین روش کنترل NOx مورد استفاده، SCR به‌وسیله آمونیاک است که می‌تواند تا حدود ۸۵

درصد، NO_x را کاهش دهد. اولین SCR تجاری در سال ۱۹۷۵ در ژاپن عرضه شد. سپس در سال ۱۹۸۵ اولین آزمایش‌های SCR در مقیاس پایلوت در آمریکا انجام گرفت.

بسته به کاتالیست مورد استفاده، محدوده دمای بهینه برای واکنش تغییر می‌کند، اما معمولاً $300-800 \text{ K}$ می‌باشد. اخیراً کاتالیست‌های اکسیدهای فلزی توسط کاتالیست‌های ژئولیتی جایگزین شده‌اند. توجه ویژه‌ای به کاتالیست Fe-ZSM-5 اختصاص یافته که هم در $\text{NH}_3\text{-SCR}$ و هم در HC-SCR استفاده می‌شود. دلیل آن نیز فعالیت زیاد و مقاومت بالا به SO_2 و H_2O تحت شرایط واکنش SCR می‌باشد.

در سال ۲۰۰۸، Elzet و همکارانش کاهش انتخابی کاتالیستی NO_x با آمونیاک در 298 K را روی ژئولیت‌های نانوکریستالی مس Y (CuY)، نانوکاتالیستی سدیم Y (NaY) و Aldrich NaY بررسی کردند. نتایج مطالعات نشان دادند که حرکت SCR روی ژئولیت نانوکریستال NaY ، ۳۰ درصد سریع‌تر از Aldrich NaY بود. ژئولیت نانوکریستال CuY یک کاتالیست بالقوه برای SCR با آمونیاک است، زیرا به کاهش NO_x کمک می‌کند.

Xu و همکاران در سال ۲۰۰۸، کاتالیست Ce/TiO_2 را برای فرآیند $\text{NH}_3\text{-SCR}$ در دمای بین $423-723 \text{ K}$ مطالعه کردند. آناز TiO_2 به‌عنوان ماده تقویتی برای کاتالیست SCR به‌صورت گسترده استفاده شده است، زیرا TiO_2 تحمل سولفور بسیار خوبی دارد. در این مطالعه ثابت شده است که کاتالیست Ce/TiO_2 بسیار فعال بوده و انتخابی مناسب در کاهش NO در دمای بین $548-673 \text{ K}$ می‌باشد. یکی از اصلاحات عمده SCR، فرآیند SCR سریع است که راندمان حذف NO_x بیشتری را نسبت به SCR استاندارد با استفاده از کاتالیست اکسیداسیون در بالادست واحد SCR فراهم می‌کند.

تقریباً ۵۰ درصد NO به NO_2 اکسید شده و باعث کاهش حجم کاتالیست SCR می‌شود. تعدادی کاتالیست اکسیداسیون مورد بررسی قرار گرفته‌اند: کاتالیست pt-based، کاتالیست اکسید فلز بدون تقویت (MnO_x , CuO_x)، کاتالیست تجاری مانند $\text{V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2$ بهینه شده توسط کاتالیست WO_3 . طبق مطالعات، کاتالیست CO_3O_4 یک کاتالیست اکسیداسیون مؤثر بوده که حدود ۷۶ درصد تبدیل NO در دمای 573 K را میسر نمود. به‌جای استفاده از کاتالیست اکسیداسیون، تزریق ازن می‌تواند در مورد SCR جهت افزایش راندمان حذف NO_x به کار رود. بر اساس گزارشات Mok & Yoon در سال ۲۰۰۶

تزریق ازن کارایی حذف NOx را از ۵۱، ۶۷، ۷۶ و ۹۳ درصد در دماهای ۴۲۳، ۴۴۳، ۴۷۳، ۵۰۳ درجه کلون تا ۸۰، ۸۶، ۹۰ و ۹۷ درصد به ترتیب افزایش داده است.

از آنجاکه استفاده از NH₃ سختی‌های انتقال و ذخیره را به دنبال دارد، می‌توان آن را با هیدروکربن‌ها (HC-SCR) جایگزین کرد. هیدروکربن‌هایی مثل متان، اتیلن، پروپان می‌توانند برای HC-SCR به کار روند. Niu در سال ۲۰۰۶ به مقایسه CH₄ با C₂H₄ و C₂H₂ به‌عنوان کاهنده پرداخت. بهترین تبدیل NOx به میزان ۹۵ درصد به ازای افزودن ۵۰۰ ppm C₂H₂، در دمای ۵۷۳ K به دست آمد. درحالی‌که برای ۵۰۰ ppm C₂H₄ و ۱۰۰۰ ppm CH₄ به ترتیب ۷۰ و ۲۹ درصد تبدیل حاصل شده است.

روش SNCR کارایی کم بین ۳۰ تا ۷۵ درصد دارد. اما به دلیل سهولت، جذابیت‌های زیادی دارد. این سیستم بدون کاتالیست بوده و معضلات مربوط به استفاده از کاتالیست‌های روش SCR را ندارد. بنابراین سرمایه و هزینه اجرایی کمتری دارد. همچنین نصب SNCR در نیروگاه‌های موجود راحت بوده و در انواع تجهیزات ساکن قابل استفاده است. هرچند به دلیل کارایی کم، باید با روش‌های حین احتراق یا سایر روش‌های پس از احتراق ترکیب شود. به غیر از این مشکلات SNCR همچنین می‌تواند منبع N₂O (حدود ۲۰۰-۷۰ ppm) و انتشار CO (در حالت تزریق اوره) نیز باشد.

یکی از روش‌های ترکیبی با استفاده از SNCR می‌تواند سیستم هیبریدی با پایه اوره با SCR پایین‌دست باشد. مطالعات نشان می‌دهد که بدین طریق ۹۱-۷۲ درصد کاهش NOx قابل‌دستیابی است که ثابت می‌کند این سیستم هیبریدی می‌تواند به اندازه SCR به‌تنهایی مؤثر باشد. مزیت سیستم هیبرید نسبت به SCR رایج، کاهش هزینه‌های عملی به دنبال مصرف کمتر کاتالیست در مقایسه با روش SCR به‌تنهایی می‌باشد.

طبق مطالعات Javed در سال ۲۰۰۷ تکنولوژی ترکیبی دیگر SNCR ترکیب آن با فرایند back-end است که در آن NO باقیمانده به N₂O اکسید شده و توسط اسکرابر حذف می‌شود. همچنین ترکیب SNCR با احتراق مجدد، اشعه الکترونی یا تابش و پلاسما بررسی شده است. (Lazaroiu(2007) سیستم هیبرید پلاسمای غیر حرارتی اشعه الکترونی را برای حذف همزمان NOx و SO₂ ارائه داد. در آزمایش‌ها به حذف ۹۸ درصد SO₂ و ۸۰ درصد NOx دست یافتند.

روش پلاسمای غیر حرارتی به‌تنهایی نمی‌تواند کاهش قابل ملاحظه‌ای NOx داشته باشد. زیرا هنگامی که اکسیژن در گاز خروجی وجود دارد، نمی‌تواند NOx را به N₂ کاهش دهد. وقتی پلاسمای غیر حرارتی با فرایند جذب ترکیب شود، می‌تواند از طریق جذب NO₂ باعث کاهش NOx گردد. آب، پراکسید هیدروژن یا سیال قلیایی می‌تواند به‌عنوان جاذب به کار رود. بر اساس نوع جاذب استفاده شده تولیدات مختلفی به دست می‌آید. Yamamoto از اسکرابر تر با محلول Na₂SO₃ استفاده کرده تا از NOx تولید شده از قبل در پلاسمای غیر حرارتی N₂ تشکیل دهد. ترکیب دیگر افزودن یک عامل کاهنده به پلاسمای غیر حرارتی است. این روش معمولاً با استفاده از یک کاتالیست انجام می‌گیرد. به‌صورت عملی این روش بهتری است زیرا هر دو روش فرآیندهای خشک بوده و حضور ۳۰ تا ۵۰ درصد NO₂ در جریان سوخت موجب افزایش عملکرد SCR در فرایند حذف NOx می‌شود. همچنین این یک روش خوب جهت کاهش NOx در دماهای پایین است. بسیاری از محققان اعلام کرده‌اند که این شیوه در سراسر دنیا در حال انجام است. Mok(2003) تأثیر پلاسمای غیر حرارتی به همراه حذف کاتالیستی اکسیدهای نیتروژن بر روی V₂O₅/TiO₂ و Cr₂O₃/TiO₂ را مطالعه کردند. در این سیستم میزان حذف NOx به ترتیب ۸۰ و ۴۰ درصد برای V₂O₅/TiO₂ و Cr₂O₃/TiO₂ می‌باشد. درحالی‌که بدون پلاسما تنها ۵۰ و ۱۰ درصد کاهش قابل‌دستیابی است.

روش تصفیه اشعه الکترونی گاز دودکش یک روش کنترل چند آلاینده‌ای در حذف همزمان NOx و SO₂ است و یک روش نسبتاً جدید در کاهش انتشار NOx می‌باشد. اولین تأسیسات صنعتی در نیروگاه برقی Pomorzany واقع در Szczecin در شمال لهستان و دو مورد نیز در چین ساخته شد. طبق مطالعات Basfar(2008) از این روش راندمان حذف بالایی در حدود ۹۵ درصد برای SO₂ و ۸۵ درصد برای NOx به دست می‌آید. مزایای این روش سهولت نصب و ساخت و فضای کم موردنیاز است. همچنین هزینه حذف همزمان NOx و SO₂ از هزینه سولفور زدایی در تأسیسات مرسوم تجاوز نمی‌کند.

فرآیندهای بیولوژیکی برای کنترل پس از احتراق، نسبتاً جدید هستند و می‌توانند تحت دمای محیط عمل کنند. Barnes امکان‌پذیری بیوفیلتر برای حذف NOx توسط باکتری را مورد بررسی قرار داد. آن‌ها به حذف حدود ۹۰ درصد NO دست یافتند. پس از آن، Nagase به مطالعه سیستم بیولوژیکی پرداخت که از جلبک‌های ریز *Dunaliella tertiolecta* برای حذف NOx استفاده نمود. با غلظت NOx از ۲۵ تا ۵۰۰ ppm در جریان گاز ۱۵۰ ml/min حدود ۶۵ درصد از NOx حذف می‌شود. علاوه بر این، Nagase به حذف ۹۶ درصد NOx با استفاده از *D. tertiolecta* در رآکتور فیلتر هوای جریان معکوس دست پیدا کرد. یک بیوفیلتر پر شده با محیط شامل تراشه‌های چوب و کمپوست تا ۹۹ درصد NOx را حذف می‌کند. غلظت‌های

بالای NOx بهتر حذف شده و از این رو افزودن گلوکز به بیوفیلتر موجب افزایش راندمان حذف می‌گردد. یک فیلتر بیوچکنده روشی مؤثر در تصفیه گاز با غلظت آلودگی نسبتاً کم است. نتایج استفاده از این فیلتر نشان داده است که حذف NOx شامل اکسیداسیون شیمیایی و نیتریفیکاسیون زیستی می‌شود. حذف NOx به ۶۴ درصد رسید اما تنها ۴۲ تا ۴۸ درصد حذف NOx ناشی از فرآیندهای بیولوژیکی است. با وجودیکه روش بیوفیلتراسیون یک روش زیستی و مؤثر در هزینه می‌باشد، دو نقص مهم دارد: توزیع ناهموار اجزا و کنترل دشوار بیومس اضافی [۱۱۸].

به دنبال نیاز به یک روش مؤثر، دوستدار محیط‌زیست و اقتصادی جهت حذف NOx، Baeman & Philip یک سیستم جامع برای تصفیه گاز دودکش پیشنهاد کرده‌اند. این سیستم شامل فتوکاتالیست و اکسایش ازن به‌وسیله اسکرابر و نیتریفیکاسیون بیولوژیکی می‌شود. با وجودیکه تقاضای ازن با استفاده از فتوکاتالیست کاهش یافت، کاربرد این روش به دو واحد اضافی احتیاج داشته و از این رو سرمایه و هزینه‌های اجرایی بالا می‌رود.

۲-۱-۳-۴ نتیجه‌گیری در روند فناوری‌های کاهش NOx

بنابراین با توجه به توضیحات ارائه شده می‌توان گفت رایج‌ترین روش در کاهش انتشار NOx، روش SCR به‌وسیله آمونیاک است. این روش بازده حدود ۸۵ درصد دارد. کاتالیست‌های مورد استفاده، اغلب کاتالیست‌های زئولیتی از جمله Fe-ZSM-5 می‌باشند. همچنین تزریق ازن به‌جای استفاده از کاتالیست‌های اکسیداسیون به افزایش کارایی حذف NOx بسیار کمک کرده است.

روش SNCR به‌صورت ترکیبی با روش‌های حین احتراق یا پس از احتراق مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک نمونه رایج، هیبرید SNCR با SCR است که موجب مصرف کمتر کاتالیست و کاهش هزینه نسبت به روش SCR به‌تنهایی می‌گردد. همچنین ترکیب پلاسمای غیر حرارتی با SNCR منجر به حذف همزمان NOx و SO2 با راندمان بالا شده است. روش جدید دیگر مورد استفاده، روش تصفیه اشعه الکترونی است. این روش نیز به حذف همزمان NOx و SO2 می‌پردازد.

انتخاب روش مناسب برای کاهش NOx به عوامل زیادی مانند منبع انتشار، قوانین مرتبط، میزان NOx موجود در گاز دودکش، ساختار NOx، حضور سایر آلاینده‌ها و دمای گاز دودکش بستگی دارد. به‌طور خلاصه و کلی، استفاده از سیستم‌های ترکیبی مانند SCR/NTP، جذب/اکسیداسیون با عوامل اکسید کننده مختلف و یا تکنولوژی‌هایی که در آن‌ها NOx به‌طور

همزمان با سایر آلاینده‌ها مانند SO₂ و جیوه و VOC حذف می‌شود، پیشنهاد می‌گردد. یک روش نسبتاً جدید، استفاده از ازن به‌عنوان عامل اکسند می‌باشد که می‌تواند به گازهای خروجی تزریق شود یا توسط پلاسمای غیر حرارتی یا اشعه الکترونی تولید گردد. یک سیستم هیبریدی جامع و مؤثر برای حذف NO_x، شامل استفاده از فتوکاتالیست و اکسایش ازن به‌وسیله اسکرابر و دنیتریفیکاسیون بیولوژیکی می‌شود.

جدول ۲-۲، یک مقایسه بین روش‌های پیشنهادی ارائه می‌دهد.

جدول ۲-۳ درصد استفاده از فناوری‌های کنترل NO_x در سال ۲۰۱۲ در کشور آمریکا و جدول ۲-۴ پیش‌بینی فناوری‌های کنترل NO_x برای نیروگاه‌های بزرگ‌تر از ۵۰ MW تا سال ۲۰۱۶ در آمریکا را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۲-مقایسه روش‌های کنترل NO_x [۱۲۴]

روش	شرایط	کارایی (درصد)	مزایا	معایب	توضیحات
O ₃ + SCR	T=443 k T=473 K T=503 k C _{NOx} =300 ppm	۸۶ / ۶۷ (بدون O ₃) ۹۰ / ۷۶ (بدون O ₃) ۹۷ / ۹۳ (بدون O ₃)	-تولید فرآورده‌های بی‌ضرر -تأثیرگذاری بیشتر در دمای پایین‌تر نسبت به روش SCR به‌تنهایی	-مصرف نسبتاً بالای انرژی	V2O5/TiO2 NH3 به‌عنوان عامل کاهنده
پلاسمای غیر حرارتی (NTP)	CO ₂ =20% T upto 473 K C _{in} NO _x =200-400 ppm Flow rate: 5 l/min Cethylene=750 ppm	۸۰ / ۵۰ (بدون NTP) ۴۰ / ۱۰ (بدون NTP)	-مؤثرتر در دمای پایین‌تر نسبت به روش SCR به‌تنهایی	-مصرف انرژی نسبت به تزریق O ₃ -خطر انتشار CO، O ₃ و فرمالدهید	V2O5/TiO2 Cr2O3/TiO2
HC-SCR + NTP	T=573 K 500 ppm C ₂ H ₂ 500 ppm C ₂ H ₄ 1000 ppm CH ₄	95 80 30	-مؤثرتر در دماهای پایین‌تر نسبت به روش SCR به‌تنهایی	-خطر انتشار CO و O ₃	CO-HZSM-5
اشعه الکترونی	نرخ جریان = ۵ m ³ /h T=673-813 K C _{in} NO _x = 160 ppm	85 NO _x	-عدم تولید زایدات -محصولات جانبی کارآمد	-مصرف بالای انرژی -تصفیه گاز خروجی از دوده و ذرات	محصول جانبی- (NH ₄) ₂ SO ₄ - 2NH ₄ NO ₃ می‌تواند به‌عنوان کود

استفاده شود.	دیگر	-کنترل و اجرای آسان	95 SO2		
-استفاده از میکروویو جهت کاهش مصرف انرژی -محصول جانبی - (NH ₄) ₂ SO ₄ - 2NH ₄ NO ₃ می‌تواند به‌عنوان کود استفاده شود.	بالای مصرف انرژی	-عدم تولید زایدات -محصولات جانبی کارآمد	80 NOx 98 SO2	C _{in SO2} > 1200 PPM T=338-343 K C _{in SO2} = 2000 ppm C _{in NOx} = 750 ppm	پلاسمای غیر حرارتی اشعه الکترونی
	-احتیاج به سیستم خنک کننده برای گازهای خروجی -حساس نسبت به بار آلاینده و نوسانات دما -مشکلات بیومس اضافی	پایین هزینه اجرایی	96 99	نرخ جریان = ml/min ۱۵۰ C _{in NOx} = 100 ppm نرخ جریان = ml/min ۳۰ C _{in NOx} = 200 ppm	بیوفیلتراسیون
	-آزمایش شده بر روی غلظت‌های بسیار کم NOx	-Tio ₂ اصلاح شده با Pt می‌تواند زیر انتشارات نور مرئی عمل کند.	70	نرخ جریان = 2 l/min C _{in NOx} = 90 ppm	اکسیداسیون فتوکاتالیستی
محلول قلبایی	بالای مصرف انرژی	-سیستم کنترل چند آلاینده‌ای	97 NOx 100 SO2 > 80 Hg	C _{in NOx} = 300 ppm C _{in SO2} = 300 ppm T = 298-503 K	تزریق ازن با جذب

جدول ۲-۳- درصد استفاده از فناوری‌های کنترل NO_x نیروگاه‌های زغال سنگی آمریکا با ظرفیت بیشتر از ۵۰ MW در سال ۲۰۱۲ [۱۲۷]

روش	کل واحدها	کل GW	درصد کل GW
SCR	257	140.8	43.40%
SNCR	97	27	8.30%
Other	525	156.7	48.30%
Grand Total	879	324.5	100.00%

جدول ۲-۴- پیش‌بینی فناوری‌های کنترل NO_x برای نیروگاه‌های بزرگ‌تر از ۵۰ MW در آمریکا تا سال ۲۰۱۶ [۱۲۷]

روش	کل واحدها	کل GW	درصد کل GW
SCR	268	147.5	49.60%
SNCR	86	29	9.80%
Other	387	120.8	40.60%
Grand Total	741	297.3	100.00%

۲-۱-۳-۵ تجارت انتشار و قوانین کنترل NO_x در آمریکا

در آمریکا تلاش‌هایی در جهت سخت‌گیرانه‌تر شدن قوانین انتشار و نیز صدور قوانین جدید صورت گرفته است. همان‌گونه که در جدول ۲-۵ ملاحظه می‌شود، آمریکا قوانین بسیاری برای مقابله با انتشار NO_x برای منابع ثابت وضع کرده است. در سال‌های اخیر، کشور آمریکا ایده تجارت سهمیه انتشار را پذیرفت. بدین ترتیب قوانین سخت‌تر به رشد اقتصادی خسارت وارد نخواهند کرد. به هر بخشی سالانه یک سهمیه انتشار NO_x اختصاص داده می‌شود. تجارت سهمیه انتشار به سازمان‌ها امکان خرید / فروش و ذخیره اختلاف میان مقدار تخصیص‌یافته و میزان حقیقی انتشار را می‌دهد. این طرح به کاهش خالص میزان NO_x از طریق کاهش تدریجی سهمیه هر بخش منجر می‌شود. طرح موجود برای شرکت‌ها ایجاد انگیزه کرده که تکنولوژی جدید کاهش NO_x عرضه کنند. زیرا کاهش موفقیت‌آمیز، امکان فروش سهمیه مازاد شرکت را به سایر شرکت‌ها فراهم می‌کند. این امر می‌تواند جبران هزینه خرید تجهیزات جدید باشد. هرچند این طرح اگر به صورت دقیق اجرا نشود، می‌تواند اثر

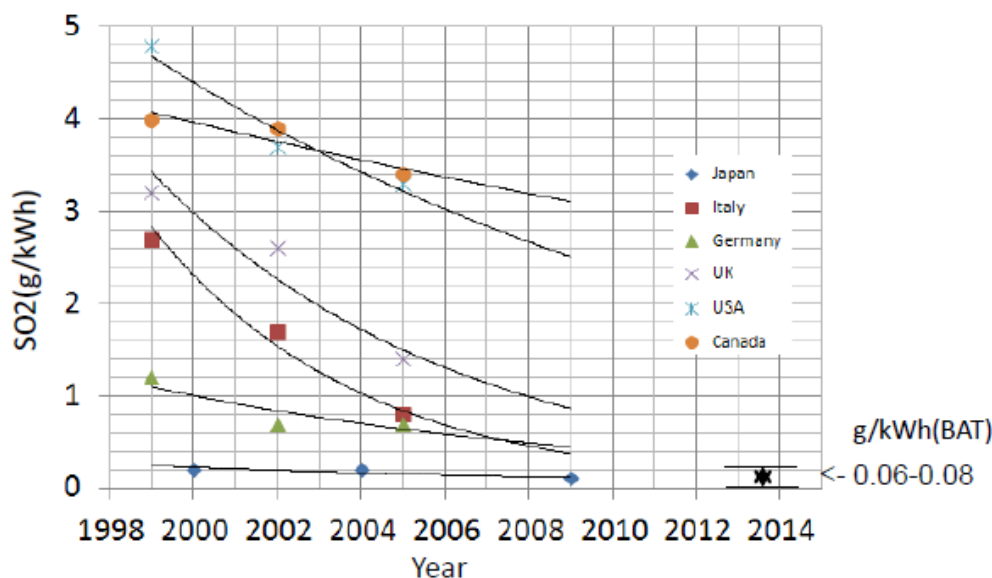
معکوس بر رشد اقتصادی داشته باشد. به‌عنوان نمونه در کالیفرنیا که تجارت سهمیه انتشار از سال ۱۹۹۳ اجرا شده است، انتشارات فراتر از سهمیه رهاسازی اختصاص یافته بوده و افزایش نرخ بازاریابی برای سهمیه مازاد، در نهایت موجب تعطیلی نیروگاه در سال ۲۰۰۰ شد. همچنین این طرح می‌تواند باعث تخریب موضعی وضعیت جوی گردد، زیرا یک بخش می‌تواند با خرید سهمیه میزان زیادی از انتشارات را تخلیه نماید.

جدول ۲-۵- قوانین انتشار NOx از منابع ثابت در آمریکا [۱۱۸]

Period	Regulation	Summary
1970-	Clean Air Act (CAA)	U.S. federal legislation enacted in 1970
1995-	Acid Rain Program	Aimed at SO ₂ and NOx reduction and acid rain suppression via economically feasible means, including SO ₂ emission quota trading. Encourages introducing energy efficiency that leads to environmental protection.
1999-	Ozone Transport Commission (OTC) NOx Budget Program	Targeted at some 900 thermal-power generation units and some 100 steam boilers in 12 eastern states. The upper limits of total emissions during the Ozone-season (May-Sept.) are regulated based on 1990 values. Max. values are assigned to each facility, allowing emission quota trading. Unused quota is marketable and can be carried over.
2004-	NOx State Implementation Plan (SIP) Call	Based on the above OTC NOx Budget Program, NOx emission quota trading is expanded to 22 eastern states and Washington DC.
2005-	Clean Air Interstate Rule (CAIR)	Aimed at substantial reduction of SO ₂ and NOx emission from coal-fired power plants in 28 eastern states and Washington DC within ten years.
Under review	Clear Skies Act	Assign upper limits to SO ₂ , NOx and mercury emissions from power plants. This legislation is binding and aims at a drastic reduction in emissions (70% reduction of the emission level in 2000)

۲-۱-۴ روند کاهش SO₂

کاهش SO₂ طی دهه‌های اخیر تغییرات تکنیکی مهمی داشته و در کشورهای نظیر آلمان و ژاپن، آلودگی هوا با به کار گیری سیستم تصفیه گاز دودکش شدیداً کاهش یافته است (شکل ۲-۵). بنابراین به یک سری اقدامات و سیاست‌های خاص و نیز مقررات جهت اجرای تکنولوژی‌های جاری احتیاج است.

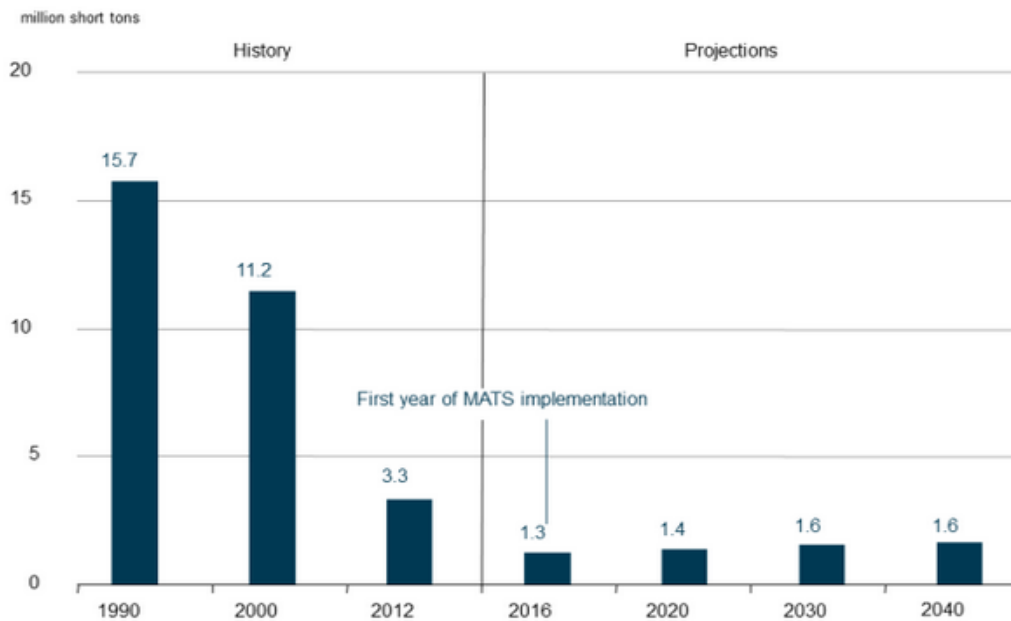


شکل ۲-۵- روند انتشار SO₂ از نیروگاه حرارتی در کشورهای مختلف طی سال‌های ۱۹۹۸-۲۰۱۴ [۱۱۷]

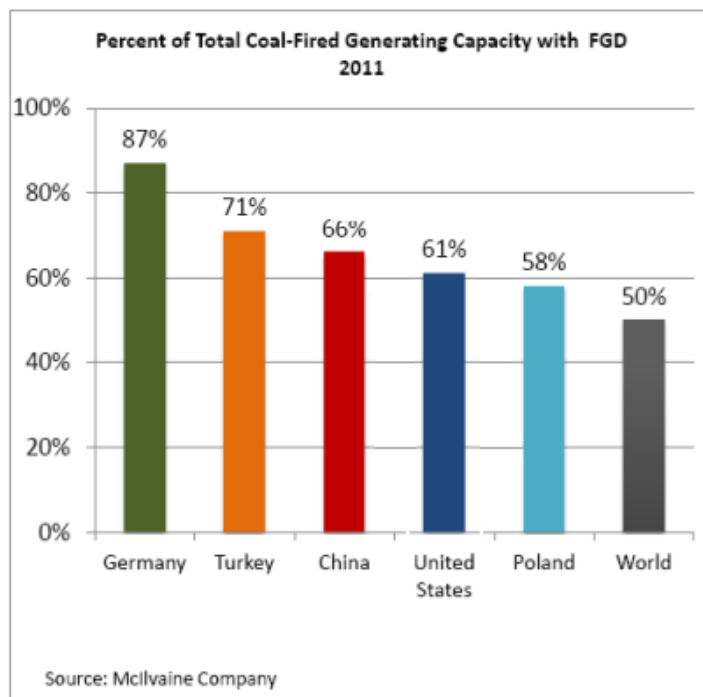
بر اساس برآوردهای صورت گرفته در آسیای شرقی، طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۵، انتشار SO₂، ۱۵ درصد کاهش یافته است. اساساً علت آن به استفاده از FGD در مقیاس بزرگ در نیروگاه‌ها مربوط می‌شود. همچنین بر اساس گزارش سالانه انرژی در آمریکا در سال ۲۰۱۴، انتشار SO₂ از بخش انرژی در سال‌های اولیه طرح اندکی افزایش داشته است، اما در سال ۲۰۱۶ که استاندارد مواد سمی هوا جیوه (MATS) به‌طور کامل اجرا شود، انتشار SO₂ به سرعت نزول می‌کند (شکل ۲-۶). تمامی نیروگاه‌های زغال سنگی آمریکا تا سال ۲۰۱۴ به واحدهای سولفور زدایی گاز دودکش (اسکرابرها) یا سیستم‌های تزریق جاذب خشک (DSI) مجهز شده تا ملزومات مخصوص MATS را برآورده سازند. اسکرابرها بیش از ۹۰ درصد SO₂ را از گاز دودکش حذف می‌کنند. سیستم DSI هنگامی که با فیلترهای پارچه ای ترکیب می‌شود، تقریباً ۷۰ درصد SO₂ را حذف می‌کند. در پایان سال ۲۰۱۲، ۶۴ درصد از بخش انرژی نیروگاه‌های زغال سنگی آمریکا، اسکرابر یا DSI داشتند. فرضیات تا سال ۲۰۱۶ هر نیروگاه زغال سنگی عملیاتی بزرگ‌تر از ۲۵ مگاوات در آمریکا، نوعی تجهیزات کنترلی دارد. این تجهیزات شامل نیروگاه زغال سنگی با ظرفیت تقریباً ۳۱ GW مجهز شده به اسکرابر و ظرفیت ۴۵GW مجهز شده به سیستم‌های DSI می‌شود. پس از کاهش ۶۱ درصدی انتشار SO₂ از سال ۲۰۱۲ تا سال ۲۰۱۶ (شکل ۲-۶)، بین سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۴۰، انتشار SO₂ سالانه حدود ۰/۹ درصد افزایش دارد. زیرا کل تولید برق از نیروگاه‌های زغال سنگی سالانه ۰/۳

درصد افزایش می‌یابد و اسکرابرها و تجهیزات DSI اکثر SO₂ (اما نه همه آن) را از گاز دودکش حذف می‌کنند. به‌عنوان نتیجه قبول MATS، انتشارات SO₂ به سطح زیر مقدار مشخص شده در Clean Air Interstate Rule (CAIR) کاهش یافته است [۱۲۸].

به‌طور خلاصه می‌توان نتیجه گرفت که روش‌های رایج کاهش انتشار SO₂ در اکثر نیروگاه‌های دنیا شامل روش FGD، استفاده از اسکرابرها و همچنین تزریق جاذب خشک (DSI) می‌باشند. شکل ۲-۷ درصد استفاده از FGD را در پنج کشور دنیا و در سراسر جهان در سال ۲۰۱۲ نشان می‌دهد.



شکل ۲-۶- انتشار دی‌اکسید سولفور ناشی از تولید برق در آمریکا طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۴۰ [۱۲۷]



شکل ۲-۷- درصد استفاده از FGD در کشورهای مختلف با توجه به کل ظرفیت تولید در سال ۲۰۱۲ [۱۲۷]

درصد استفاده از فناوری‌های کنترل SO_2 در سال ۲۰۱۲ در کشور آمریکا و نیز پیش بینی استفاده از این فناوری‌ها در سال ۲۰۱۶ در آمریکا در جدول‌های ۲-۶ و ۲-۷ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، FGD در آمریکا نیز کاربرد گسترده داشته و این میزان استفاده روندی رو به رشد دارد.

جدول ۲-۶- درصد استفاده از فناوری‌های کنترل SO_2 در سال ۲۰۱۲ در آمریکا [۱۲۷]

روش	کل واحدها	کل GW	درصد کل GW
Wet FGD	349	178.2	54.90%
Dry FGD	87	30.1	9.30%
DSI	7	1.3	0.40%
Controlled Total	443	209.6	64.60%
CFB Boiler	28	3.5	1.10%
None	408	111.4	34.30%
Grand Total	879	324.5	100.00%

جدول ۲-۷- پیش‌بینی فناوری‌های کنترل SO₂ برای نیروگاه‌های بزرگ‌تر از ۵۰ MW تا سال ۲۰۱۶ [۱۲۷]

روش	کل واحدها	کل GW	درصد کل GW
Wet FGD	337	177.9	59.80%
Dry FGD	118	42.6	14.30%
DSI	12	4.9	1.70%
Controlled Total	467	225.4	75.80%
CFB Boiler	28	3.5	1.20%
None	246	68.4	23.00%
Grand Total	741	297.3	100.00%

۲-۱-۴- مطالعه موردی: کاهش انتشار SO₂ در هنگ کنگ

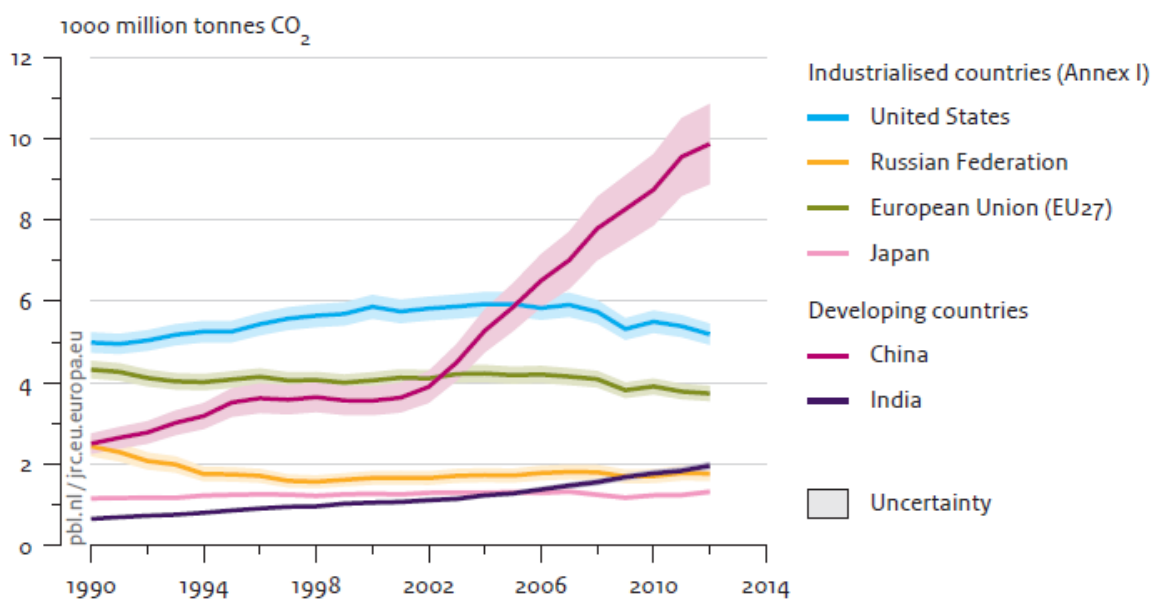
به دنبال اصلاح نیروگاه‌های زغال سنگی موجود با تجهیزات کاهش انتشار، شرکت HongKong Electric Company Limited (HEC)، بهبود سیستم سولفور زدایی گاز دودکش (FGD) را در دو بخش زغال سنگی ۳۵۰ MW (واحدهای L4 و L5) و یک بخش زغال سنگی ۲۵۰ MW (واحد L2) در Lamma Power Station بین سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ تکمیل نمود. شرکت CLP، اصلاح FGD ها و سیستم‌های کنترل Low NO_x را در چهار واحد زغال سنگی ۶۷۷ MW (واحدهای B1 تا B4) در Castel Peak Power Station بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۱ تکمیل نمود.

به دنبال استفاده گسترده از گاز طبیعی، شرکت HEC، راه‌اندازی اولین واحد گازسوز خود را در پایان ژوئن ۲۰۰۶ به انجام رسانده و در اکتبر ۲۰۰۶ وارد بهره‌برداری تجاری کرد. در سال ۲۰۱۰ نیز HEC یک واحد گازسوز دیگر به‌عنوان یک واحد پایه برای کاهش انتشارات آن به کار انداخت (اصلاح شده از دو توربین گازی روغن سوز موجود). در آگوست ۲۰۰۸ یک یادداشت همکاری انرژی با سازمان ملی انرژی امضا شد تا استفاده از گاز طبیعی برای تولید برق را افزایش دهد. پس‌از آن CLP اقدام به استفاده از گاز جدید در سال ۲۰۱۳ نمود.

به دنبال افزایش به‌کارگیری انرژی تجدید پذیر، HEC اولین ایستگاه انرژی بادی محلی در مقیاس تجاری را در Lamma Island در فوریه ۲۰۰۶ ساخته و سیستم خورشیدی فوتوولتائیک را بین ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۳ نصب نمود. هر دو شرکت انرژی، در حال مطالعه بر روی گسترش ایستگاه‌های بادی دور از ساحل و درون آب هستند [۱۲۹].

۲-۱-۵ روند کاهش CO₂

در خصوص انتشار جهانی CO₂، سال ۲۰۱۲ سالی قابل توجه است، که طی آن میزان انتشارات CO₂ فقط ۱/۱ درصد افزایش یافت. این میزان افزایش از نیمی از میانگین افزایش سالانه ۲/۹ درصدی که طی دهه اخیر مشاهده شده است، کمتر می‌باشد. شش کشور/منطقه با بیشترین میزان انتشار CO₂ عبارت‌اند از: چین (۲۹ درصد)، آمریکا (۱۵ درصد)، اتحادیه اروپا (۱۱ درصد)، هند (۶ درصد)، روسیه (۵ درصد) و ژاپن (۴ درصد) (مقادیر درون پرانتز، سهم کشور را در انتشار جهانی CO₂ در سال ۲۰۱۲ نشان می‌دهند) که در شکل ۲-۸ نشان داده شده‌اند.

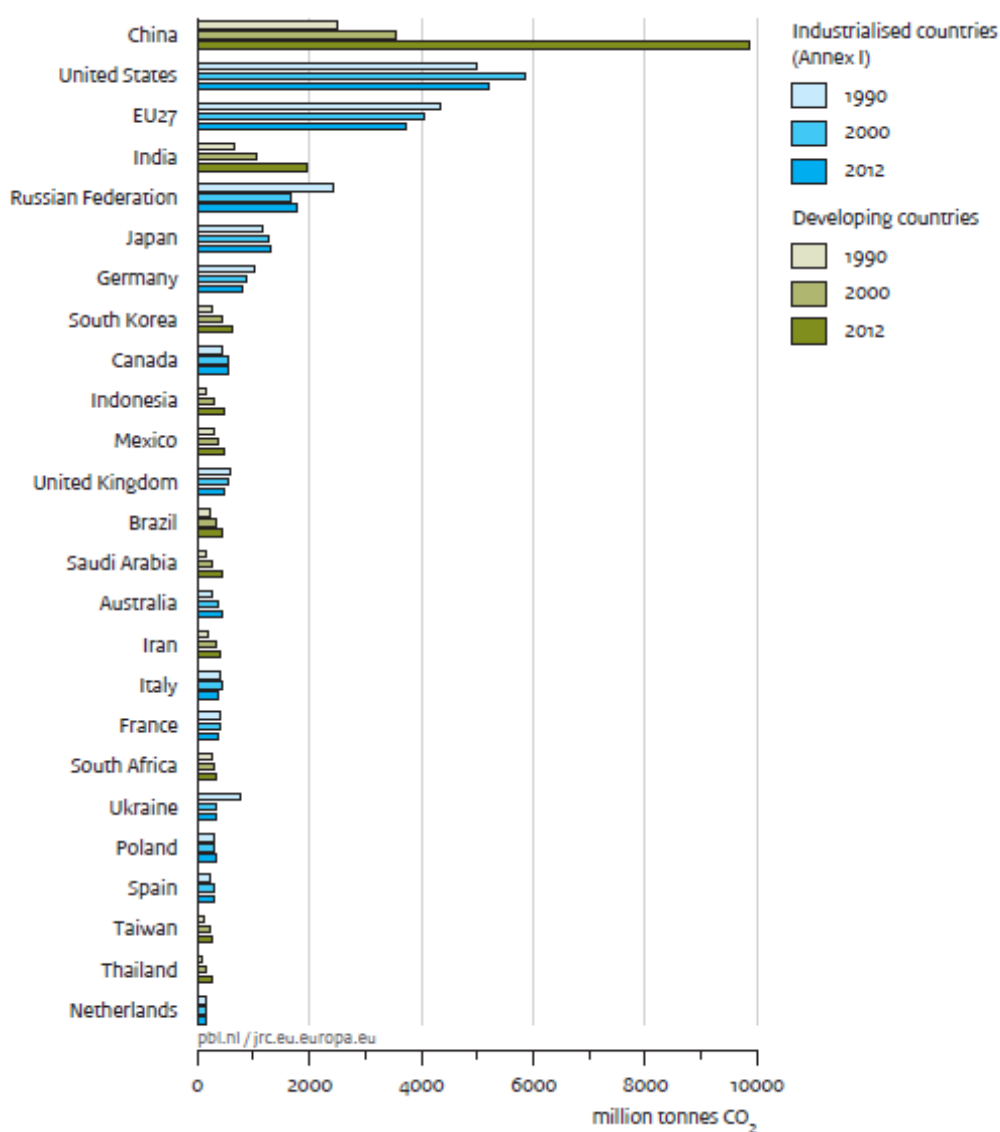


شکل ۲-۸- انتشار CO₂ ناشی از سوخت‌های فسیلی در شش کشور و EU با بیشترین میزان انتشار [۱۳۰]

در سال ۲۰۱۲ انتشار CO₂ از کشورهای در حال توسعه، بیش از یک پنجم کل انتشار جهانی CO₂ بوده است. در نتیجه بهبود شرایط اقتصادی پس از بحران اقتصادی سال ۲۰۰۹، افزایش عمده‌ای در انتشار CO₂ برای سال ۲۰۱۰ به ثبت رسید. هرچند

در سال‌های بعد، افزایش با رشد کمتری صورت گرفت. رشد انتشار کل CO₂ در کشورهای در حال توسعه در سال ۲۰۱۱ به میزان ۲/۹ درصد و در سال ۲۰۱۲ به میزان ۲/۵ درصد بوده است. در حالی که به دلیل شرایط اقتصادی، انتشار CO₂ در سال ۲۰۱۰ به میزان ۵/۵ درصد جهش داشته است. در کشورهای بزرگی مانند اندونزی و کره جنوبی، سطح CO₂ در سال ۲۰۱۲ در مقایسه با سال ۲۰۱۱ تغییر نکرد، اما عربستان ۷ درصد، مکزیک ۴ درصد و برزیل و ایران ۲ درصد افزایش CO₂ داشته‌اند.

شکل ۲-۹ میزان انتشار CO₂ ناشی از سوخت‌های فسیلی را در کشورهای مختلف نشان می‌دهد [۱۳۰].



شکل ۲-۹- میزان انتشار CO₂ ناشی از سوخت فسیلی در کشورهای مختلف [۱۳۰]

کاهش انتشار CO_2 از نیروگاه‌ها می‌تواند از طریق روش‌های قبل از احتراق یا پس از احتراق کاهش یابد.

۱-۵-۱-۲ روش‌های قبل از احتراق کاهش CO_2

معمولاً فرآیند جداسازی از طریق یک حلال و با هزینه پایین صورت می‌گیرد. CO_2 در فشار بالاتر حل شده و سپس با کاهش فشار، CO_2 آزاد می‌شود. به‌منظور احیاء حلال به گرما نیازی نیست. CO_2 می‌تواند در فشار بیشتر از فشار اتمسفر آزاد شود. انرژی لازم برای جداسازی CO_2 در روش‌های قبل از احتراق، نصف میزان انرژی موردنیاز در روش‌های پس از احتراق است. فرآیند قبل از احتراق چندین مزایا دارد، از جمله: استفاده از حلال فیزیکی که با هزینه پایین در دسترس است و انرژی موردنیاز کم جهت احیاء. مشکل اصلی روش قبل از احتراق این است که به تأسیسات شیمیایی در مقابل توربین احتیاج دارد. فرآیندهای شیمیایی پیچیده، به‌طور طبیعی باعث خاموش شدن تأسیسات شده که می‌تواند منجر به کاهش توان خروجی گردد. از معایب دیگر فرآیندهای قبل از احتراق، احتیاج به جریان گاز تمیز و اسکرابر گران‌قیمت جهت کنترل انتشار NO_x هستند. حضور CO_2 با غلظت‌های بیشتر باعث کم هزینه تر شدن فرآیندهای قبل از احتراق نسبت به فرآیند پس از احتراق می‌شود [۱۳۱].

۱-۵-۱-۲-۱ روش IGCC

روش IGCC یک روش پیش از احتراق است که در مقایسه با سایر روش‌های پس از احتراق، هزینه‌های سرمایه‌گذاری نسبتاً بالایی در مقیاس بزرگ دارد. همچنین روش IGCC نسبت به روش پس از احتراق، سیستم پیچیده‌تری داشته که منجر به قابلیت استفاده پایین این روش و نیز انعطاف‌پذیری عملی ضعیف آن می‌گردد. به‌منظور افزایش راندمان تأسیسات به میزان ۹۰-۸۵ درصد، به کاربراتورهای یدکی نیاز است که البته باعث افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری کل خواهد شد.

۱-۵-۱-۲-۲ روش‌های پس از احتراق کاهش CO_2

روش‌های مبنی بر جذب شیمیایی، سازگاری عالی با فرآیندهای جداسازی پس از احتراق دارند. سایر روش‌ها مانند جذب سطحی و غشائی در فرآیندهای پس از احتراق، دارای کارایی کمتر هستند. دلایل اصلی این امر عبارت‌اند از:

- فشار نسبی کمتر گاز CO_2 در گاز خروجی پس از احتراق
- حضور مقادیر زیاد ذرات، ناخالصی‌هایی مانند SO_2 و NO_x و گازهای غیرمترکم خصوصاً اکسیژن

روش‌های جداسازی پس از احتراق نسبت به روش قبل از احتراق IGCC، کارایی حرارتی بیشتری برای تبدیل به الکتریسیته دارند. در واقع برای واحدهای گاز طبیعی، هزینه برق کمتری نسبت به فرآیند قبل از احتراق دربر دارند. جداسازی CO₂ از جریان گاز دودکش در سیستم پس از احتراق، به چند دلیل مورد بحث است. دمای نسبتاً بالای گاز دودکش، یک چالش طراحی را در پی دارد. چالش دیگر این است که حلال‌های شیمیایی قوی برای غلظت‌های کم CO₂ باید استفاده شده و احیاء حلال‌ها جهت آزاد کردن CO₂، میزان زیادی انرژی احتیاج خواهد داشت [۱۳۱].

۲-۱-۵-۲-۱ روش جذب

روش‌های جذب شیمیایی، مناسب‌ترین روش در فرآیندهای پس از احتراق هستند. حلال‌های مختلفی که تمایل به جذب CO₂ دارند، در دسترس قرار دارند؛ از جمله: AMP, NH₃, NaOH, Na₂CO₃, K₂CO₃, MDEA, DEA, MEA. در این میان، MEA توانایی جذب بهتری دارد، اما احیاء آن از AMP کمتر است. اخیراً حلال‌های ترکیبی نسبت به حلال‌های منفرد، بازده بیشتری نشان داده‌اند. هرچند در خصوص فرآیند جذب، محدودیت‌هایی مانند تجزیه حلال، خوردگی، کارایی احیاء حلال بر راندمان حذف CO₂ تأثیرگذار هستند. تحقیقات وسیع‌تری در راستای اهداف زیر باید صورت گیرد:

- بهبود حلال‌ها
- اصلاح وسایل تماسی گاز-مایع
- توسعه عوامل بازدارنده خوردگی و تجزیه
- توسعه حلال‌هایی مانند مایعات یونی و حلال‌های ترکیبی

۲-۱-۵-۲-۲ روش جذب سطحی

جذب سطحی CO₂ از جریان گاز، یک فرآیند خشک است و از این رو فرآورده‌های جانبی مانند فاضلاب در روش جذب معمولی را ندارد. علاوه بر این، در مقایسه با روش جذب انرژی کمتری احتیاج دارد، اما محدودیت‌هایی وجود دارد که کارایی این روش را کمتر می‌کنند، مانند:

- ظرفیت و انتخاب پذیری کم جاذب‌های CO₂ موجود
- راندمان حذف کمتر در مقایسه با سایر روش‌ها مانند جذب

- احیاء و استفاده مجدد از جاذب

اخیراً جذب سطحی گاز توسط فیبرهای کربن فعال و کامپوزیت‌های کربن، به‌عنوان یک گزینه مناسب شناخته شده است. مونولیت‌های متخلخل ساخته شده از فیبرهای کربن، به دلیل خصوصیات الک ذره‌ای‌شان، توانایی جذب گاز را به‌صورت انتخاب پذیر دارند. ترکیب PSA و TSA (pressure and temperature swing adsorption) مانند PTSA یا ESA (electrical swing adsorption) می‌تواند برای حذف CO₂ به کار رود. PTSA در مقایسه با PSA، مصرف برق موردنیاز برای جداسازی CO₂ را تا حدود ۱۱ درصد کاهش می‌دهد.

۲-۱-۵-۲-۳ روش حلقه شیمیایی

این روش در مقایسه با روش‌های رایج احتراق، چندین مزیت دارد. روش حلقه شیمیایی، آنتالپی اضافه تولید نمی‌کند. زیرا گرمای کل تولید شده با گرمای احتراق برابر است. مزیت اصلی روش حلقه شیمیایی، جداسازی CO₂ و H₂O از گاز دودکش است. به‌علاوه، روش حلقه شیمیایی، تشکیل NO_x را حداقل می‌کند. زیرا سوخت درون رآکتور سوخت و در محیطی بدون هوا می‌سوزد و اکسیژن بر کاهش یافته درون رآکتور هوا، در غیاب سوخت و در دمای نسبتاً کمتر، مجدداً با اکسیژن ترکیب می‌شود.

۲-۱-۵-۲-۴ روش غشائی

در روش غشائی برای جداسازی CO₂، انرژی موردنیاز به ازای واحد جرم گرفته شده CO₂ در مقایسه با سایر روش‌های موجود، حداقل بوده و در محدوده ۰/۵-۶ MJ/Kg CO₂ قرار دارد. اما راندمان حذف پایین و خلوص کم CO₂، این روش را غیر مؤثر می‌سازد. همچنین امکان‌پذیری روش غشائی، هنگامی که غلظت CO₂ موجود در جریان گاز دودکش کمتر از ۲۰ درصد است، کاهش می‌یابد. از آنجا که غشاء معمولاً به درجه بالای حذف نمی‌رسد، برای حجم وسیع جداسازی گاز، قابل بهینه شدن نیست. همچنین غشاءها به ترکیبات سولفور و سایر ردیاب‌ها حساس هستند. بنابراین به‌منظور بهبود خصوصیات انتقال در غشاءها، توجه به چند نکته ضروری است:

- توسعه غشاءها
- ترکیب دو غشاء جهت تولید غشاء کامپوزیت و افزایش راندمان حذف آلودگی از گاز

غشاء انتقال بهبود یافته یا غشاء مختلط، نمونه‌هایی از پیشرفت در تکنولوژی غشائی هستند. همچنین فرآیند غشائی در ترکیب با سایر فرآیندهای موجود مانند روش جذب، می‌تواند موجب افزایش راندمان کل فرآیند گردد.

۲-۱-۵-۲-۵ روش غشاء انتقال تسهیل یافته

روش غشاء انتقال تسهیل یافته به‌منظور جداسازی CO₂، توجهات زیادی را به خود جلب کرده است، زیرا این روش، انتخاب پذیری بیشتری دارد. انتخاب پذیری بالای روش غشاء انتقال تسهیل یافته، از طریق پیوستن یک حامل به غشاء مانند پلی وینیل آمین، به دست می‌آید. این عامل به‌طور معکوس با نفوذکننده‌ها واکنش می‌دهد. این روش، بسیار مؤثر و دوستدار محیط‌زیست بوده (زیرا غشاءها از موادی با ساختار نانو هستند) و می‌توانند برای حذف CO₂ از سایر گازها نیز به کار روند. کارایی روش غشاء انتقال تسهیل یافته، متناسب با غلظت CO₂ موجود در گاز دودکش افزایش می‌یابد.

۲-۱-۵-۲-۶ غشاءهای mixed matrix

غشاءهای مخلوط، یک روش شناخته شده در راستای بهبود خصوصیات غشاءهای پلیمری هستند. ساختار میکروسکوپی آن‌ها، از مواد غیر آلی به شکل ذرات میکرو یا نانو و در ترکیب با قالب پلیمری تشکیل شده است. استفاده از دو ماده با جریان و انتخاب پذیری مختلف، امکان طراحی یک غشاء مؤثر و کارآمد در حذف CO₂ را ایجاد می‌کند. علاوه بر این، افزودن مواد غیر آلی به قالب پلیمری باعث بهبود خواص فیزیکی، حرارتی و مکانیکی در محیط‌های خورنده شده و غشاء پلیمری را در برابر تغییرات نفوذپذیری تحت تأثیر دما، تثبیت می‌کند. تحقیقات نشان داده است که نفوذپذیری گاز در غشاء پلیمری ژئولیتی به خواص طبیعی ژئولیت و پلیمر بستگی دارد. غشاءهای قالبی مخلوط، خواص بسیاری دارند. هرچند هزینه، مشکلات تولید در مقیاس تجاری و شکنندگی، چالش‌های عمده این نوع از غشاءها هستند.

۲-۱-۵-۳ نتیجه‌گیری روند فناوری‌های کاهش CO₂

پیشرفت‌های عمده‌ای بر روی فرآیندهای موجود صورت گرفته و روش‌های جدید برای گرفتن CO₂ شکل گرفته‌اند. روش حلقه شیمیایی و IGCC، دو نمونه از اصلاحات انجام شده بر روی روش‌های احتراق موجود می‌باشند. غشاء انتقال تسهیل یافته و غشاء قالب مخلوط، روش‌های خوبی برای افزایش خواص غشائی هستند. با در نظر داشتن روش جذب سطحی، کربن فعال به‌عنوان جاذب مناسب شناخته شده است. روش PTSA و ESA به‌تنهایی می‌توانند برای حذف مؤثر CO₂ استفاده شوند. راه

حل واحدی برای گرفتن CO₂ وجود ندارد. روش‌های دیگر می‌توانند در فرآیند جذب به کار رفته و موجب افزایش راندمان حذف CO₂ شوند، مانند:

- گسترش حلال جدید یا حلال ترکیبی
- اصلاح سیستم یا ترکیب با سایر فرآیندهای معمول مانند غشائی
- گسترش بازدارنده‌های خوردگی مناسب

یک تحلیل مقایسه‌ای از روش‌های مختلف، در جدول ۲-۸ ارائه شده است. جداسازی CO₂ به وضعیت، هزینه و محدودیت‌های روش‌های مختلف موجود، بستگی دارد. در صورتی که ترکیب CO₂ در جریان گاز دودکش، میزان CO₂ جدا شده یا گرفته شده و استفاده از CO₂ جدا شده، به خوبی تعریف شده باشد، بر اساس این نتایج می‌توان یک روش مناسب برای حذف CO₂ پیشنهاد کرد.

جدول ۲-۸- تحلیل مقایسه‌ای روش‌های مختلف کاهش CO₂ [۱۳۱]

پارامتر	جذب	جذب سطحی	غشاء
انعطاف‌پذیری اجرایی	متوسط	متوسط	بالا (> 20% CO ₂) کم (< 20% CO ₂)
واکنش نسبت به تغییرات	سریع (۵-۱۵ دقیقه)	-	آنی
راه اندازی پس از تغییرات	۱ ساعت	-	بسیار کوتاه (۱۰ دقیقه)
قابلیت اطمینان	متوسط	متوسط	۱۰۰٪
احتیاج به کنترل	بالا	بالا	کم
سهولت در توسعه	متوسط	متوسط	بسیار زیاد
نیاز به انرژی	۴-۶ MJ/Kg CO ₂	۲-۳ MJ/Kg CO ₂	۰/۵-۶ MJ/Kg CO ₂
باز یافت CO ₂	۹۰-۹۸٪	۸۰-۹۵٪	۸۰-۹۰٪

۲-۱-۶ روند کاهش PM

برای واحدهای جدید که ملزم به رعایت نیازهای دقیق و سخت‌گیرانه هستند، انتخاب تجهیزات کنترل ذرات به ESP و FF (فیلتر پارچه ای) محدود می‌شود. با این انتخاب‌ها، واحد تازه تأسیس می‌تواند به راندمان حذف و قابلیت اطمینان بالادست یابد.

ESPها به‌طور گسترده بر روی تأسیسات بویلرها که به‌عنوان سوخت اصلی‌شان، نفت می‌سوزانند، نصب می‌گردد. مزایای ESP خوب طراحی شده شامل راندمان جمع‌آوری بالا، قابلیت اطمینان بالا، افت فشار کم گاز دودکش، مقاومت در برابر تغییرات دما و رطوبت و نگهداری کم می‌باشد.

فیلترهای پارچه ای به‌طور معمول حذف بیشتر از ۹۹/۹ درصد ذرات را به دنبال دارند. FFها بر روی بویلرهایی با بستر سیال و همچنین در ترکیب با FGD خشک استفاده می‌شوند. فیلترهای پارچه ای در حال حاضر به دلیل چسبندگی خاکستر، بر روی بویلرهای نفتی استفاده نمی‌شوند. همچنین FFها می‌توانند برای بهبود اثربخشی کربن فعال که جهت کنترل جیوه به گاز دودکش تزریق می‌شود، استفاده شوند. به‌طور کلی فیلترهای پارچه ای نسبت به ESPها، جمع‌آوری کننده‌های بهتری برای اجزای کربن و جیوه هستند و امکان تماس گسترده‌تری میان گاز دودکش و کربن ایجاد می‌کنند. مزایای فیلترهای پارچه ای عبارت‌اند از: راندمان جمع‌آوری بالا از میان اندازه‌های مختلف ذرات، قابلیت اطمینان بالا، مقاومت نسبت به تغییرات جریان و تأثیر کم ساختار شیمیایی خاکستر بر عملکرد فیلترها [۱۳۲].

میزان استفاده از هر یک از این فناوری‌ها در نیروگاه‌ها با سوخت زغال‌سنگ در آمریکا، در سال ۲۰۱۲ و نیز پیش بینی استفاده از فناوری‌های کنترل ذرات در سال ۲۰۱۶ در جدول‌های ۲-۹ و ۲-۱۰ ارائه شده است.

جدول ۲-۹- واحدهای تولید برق زغال سنگ سوز با کنترل ذرات و با ظرفیت بیشتر از ۵۰ MW در آمریکا در سال ۲۰۱۲ [۱۲۷]

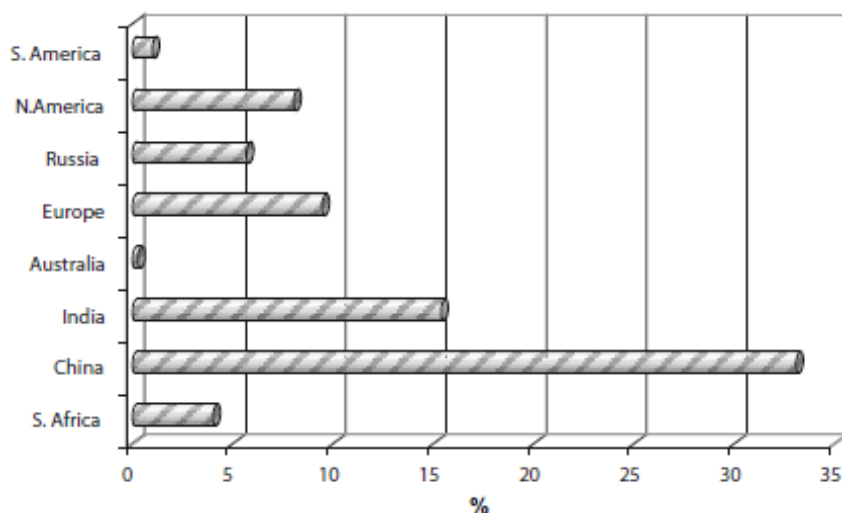
روش	کل واحدها	کل GW	درصد کل GW
ESP	634	240.5	74.10%
Baghouse	192	65	20.00%
ESP and Baghouse	15	7.5	2.30%
Other (i.e, venturis)	38	11.5	3.60%
Grand Total	879	324.5	100.00%

جدول ۲-۱۰- پیش‌بینی فناوری‌های کنترل ذرات معلق برای نیروگاه‌های بزرگ‌تر از ۵۰ MW در آمریکا تا سال ۲۰۱۶ [۱۲۷]

روش	کل واحدها	کل GW	درصد کل GW
ESP	487	202.6	68.10%
Baghouse	203	74	24.90%
ESP and Baghouse	18	10	3.40%
Other (i.e, venturis)	33	10.7	3.60%
Grand Total	741	297.3	100.00%

۲-۱-۷ روند کاهش جیوه

سهم زغال سنگ در انتشار جیوه در سراسر دنیا متفاوت است. میزان آن بستگی به روش‌های مختلف به کار گرفته، فرآیند صنعتی و اجرای روش کنترل آلودگی در نیروگاه دارد (شکل ۲-۱۰).



شکل ۲-۱۰- درصد انتشار جیوه ناشی از احتراق در کشورهای مختلف [۱۳۳]

روش‌های کنترل جیوه به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند: [۱۳۴]

- روش‌های کنترل آلاینده‌های غیر از جیوه (PM/SO₂/NO_x) که جیوه را نیز کنترل می‌کنند (روش‌های چند منفعتی)
- روش‌های مخصوص کنترل جیوه یا ترکیبی از جیوه و سایر آلاینده‌ها (روش‌های کنترل چند آلاینده‌ای)

۱-۷-۱-۲ روش‌های چند منفعتی کنترل جیوه

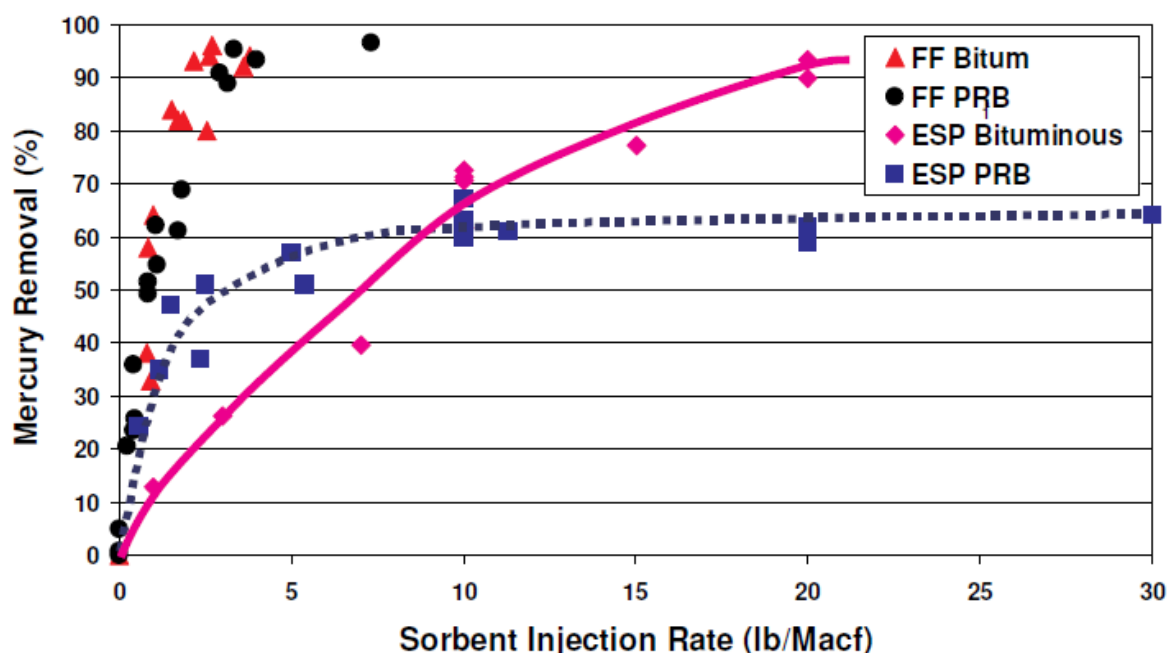
تمام نیروگاه‌ها حداقل دارای چندین وسیله کنترل آلودگی هوا هستند، از جمله جداکننده‌های الکترواستاتیک یا فیلترهای پارچه ای برای کنترل ذرات، اسکرابر خشک یا تر برای کنترل SO₂، LNB، SCR یا SNCR برای کنترل NO_x. اکثر این روش‌ها بر انتشار جیوه نیز تأثیر می‌گذارند. به‌عنوان مثال، ترکیب اسکرابر تر (FGD طراحی شده برای حذف SO₂) و SCR (طراحی شده برای کاهش NO_x)، قادر به حذف جیوه تا ۹۰ درصد یا بیشتر از نیروگاه‌هایی با سوخت زغال سنگ با سولفور بالا هستند [۱۳۴].

۲-۷-۱-۲ روش‌های کنترل مخصوص جیوه

روش‌های کنترل مخصوص جیوه به سرعت در حال تجاری شدن و گسترش می‌باشند. نتایج روش ACI نشان داده است که حذف بالای ۹۰ درصد جیوه، امکان‌پذیر است و قیمت این روش نیز با قیمت‌های حذف NO_x قابل مقایسه است. سایر

روش‌های کنترل مخصوص جیوه شامل اسکرابر تر و k-fuel نیز نتایج خوبی نشان داده‌اند. اسکرابر تر، راندمان حذف بین ۵۰-۸۰ درصد نشان داده است. نتایج آزمایش‌ها روش k-fuel نیز کاهش جیوه را تا حدود ۷۰ درصد نشان می‌دهند. هنگامی که پایش گاز دودکش نشانگر عدم کنترل دقیق جیوه توسط روش‌های کنترل آلودگی هوای موجود باشد، افزودن ACI، مطمئن‌ترین روش خواهد بود. سیستم‌های ACI به راحتی به نیروگاه‌های موجود اضافه می‌شوند. فضای لازم آن کوچک است و فقط شامل انبار ذخیره پودر کربن فعال (PAC) می‌باشد. به منظور افزایش نرخ گرفتن جیوه، کربن برم دار در اکثر نیروگاه‌هایی که زغال سنگ با کیفیت پایین دارند، استفاده می‌شود.

همان‌طور که در شکل ۲-۱۱ مشاهده می‌شود، رسیدن به راندمان حذف بالاتر جیوه (کاهش جیوه با مصرف جاذب کمتر) در ساختار فیلتر پارچه ای به دست می‌آید. علت این امر افزایش تماس میان جیوه و جاذب کربن فعال است که در فیلتر پارچه ای در مقایسه با جداکننده الکترواستاتیک بیشتر می‌باشد. بنابراین برای کاهش ۹۰ درصدی جیوه، استفاده از فیلتر پارچه ای مطلوب‌تر خواهد بود. توجه به این نکته بسیار مهم است که فیلتر پارچه ای برای گرفتن ذرات ریز و آلاینده‌های خطرناک مانند آرسنیک، کروم، سرب، منگنز و نیکل نیز بسیار مفید می‌باشد [۱۳۴].



شکل ۲-۱۱- درصد حذف جیوه در مقابل نرخ تزریق کربن فعال [۱۳۴]

FF: Fabric Filter, PRB: Powder River Basin (is a subbituminous coal), Macf: million actual cubic feet

۲-۱-۷-۳ هزینه‌های سرمایه‌گذاری و اجرایی روش‌های کنترل جیوه

روش‌های کنترل جیوه در مقایسه با تجهیزات کنترل آلودگی هوای رایج مانند اسکرابر تر یا کنترل NOx، ارزان قیمت هستند. ارزان‌ترین روش کنترل جیوه، افزودن نمک برم است، هرچند که به اسکرابر احتیاج دارد. جدول ۲-۱۱ هزینه‌های چند روش کنترلی را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۱۱- هزینه روش‌های کنترل جیوه [۱۳۵]

روش کنترل	هزینه میانگین به ازای هر بویلر، میلیون دلار (۲۰۰۸)	هزینه سرمایه‌گذاری (\$/kW)	هزینه اجرایی
تزریق کربن فعال	\$ ۱ (تا ۶/۲ \$)	\$ ۵-۱۵	\$ ۶۷۴۰۰۰ متوسط
فیلتر پارچه ای و تزریق کربن فعال (کنترل جیوه)	\$ ۱۵/۸ (\$ ۱۲/۷-۲۴/۵)	\$ ۱۲۰-۱۵۰	متوسط
کاتالیست های اکسیداسیون با ESP و FGD	\$ ۲-۴	\$ ۲-۴	کم
افزودن برم با ESP/WFGD یا SCR/WFGD	\$ ۱-۲	\$ ۱-۲	کم تا متوسط

۲-۱-۷-۴ بهینه کردن روش‌های کنترل جیوه

روش‌های کنترل جیوه در میان روش‌های کنترل آلودگی هوای موجود می‌باشند. جدول ۲-۱۲ روش‌ها و پیشنهاداتی برای روش‌ها ارائه می‌دهد. در هر مورد، کنترل دقیق جیوه موجود در گاز دودکش جهت اطمینان از کنترل مناسب جیوه، ضروری خواهد بود. همچنین لازم است موارد کنترلی دقیق‌تر مانند احتیاج به کربن فعال یا افزودنی، بررسی شود.

جدول ۲-۱۲- بهینه سازی کنترل جیوه [۱۳۵]

پیشنهادات برای کنترل بیشتر جیوه	درصد میانگین کنترل جیوه بر اساس نوع جیوه (بیتومینه/نیمه بیتومینه/لیگنیت)	ساختار تجهیزات کنترلی موجود
- تزریق کربن فعال و یا افزودن برم - افزایش میزان جیوه درگیر ذرات معلق در گاز دودکش (مثلاً با ترکیب زغال سنگ یا افزودن اکسنده)	۱ / ۹ / ۳۶	ESP
- امکان احتیاج به ACI بسته به میزان و خصوصیات خاکستر بادی و کربن نسوخته	NT / ۷۲ / ۹۰	FF
- بهینه سازی میزان جیوه اکسید شده در گاز دودکش از طریق افزودن اکسنده - کنترل یا جلوگیری از انتشار مجدد جیوه عنصری	۴۸ / ۱۰ / ۸۱	ESP و اسکرابر تر
- امکان نیاز به ACI برای زغال سنگ درجه پایین	۲ / ۲۵ / ۹۸	FF و خشک کن پاششی
- بهینه نمودن اکسیداسیون جیوه توسط FF - کنترل یا جلوگیری از انتشار مجدد جیوه عنصری - بهینه نمودن کنترل SO ₂	NT/ NT / ۹۸	FF و اسکرابر تر
- بهینه سازی میزان جیوه اکسید شده در گاز دودکش از طریق افزودن اکسنده - امکان نیاز به ACI یا افزودنی	۱-۸۷ %	ESP و SCR
- بهینه سازی میزان جیوه اکسید شده در گاز دودکش از طریق افزودن اکسنده - کنترل یا جلوگیری از انتشار مجدد جیوه عنصری - بهینه ساختن کنترل SO ₂	۴۴-۹۰ %	ESP و SCR و اسکرابر تر

باید در نظر داشت که داشتن چند وسیله کنترل آلودگی هوا، به راحتی باعث کنترل جیوه نمی‌شود. به عنوان مثال نیروگاه wygen در wyoming دارای دو بویلر با سوخت نیمه بیتومینه (۹۶ MW و ۹۱) است که به فیلتر پارچه ای، خشک کن پاششی و SCR مجهز هستند. نرخ حذف جیوه در آنجا بسیار کم و بین ۵ تا ۳۳ درصد است.

کنترل و پایش پیوسته انتشارات باید انجام شده و میزان کنترل جیوه در هر نیروگاه ارزیابی شود. جاییکه کنترل به اندازه کافی نیست، اندازه‌گیری‌های بیشتری احتیاج است.

جدول ۲-۱۳ اطلاعات جمع آوری شده از EPA را در خصوص کنترل جیوه با استفاده از تجهیزات کنترل آلودگی هوای موجود برای NOx و SO₂ و PM نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ملاحظه می‌شود، میزان جیوه گرفته شده در هر یک از روش‌ها برای زغال سنگ بیتومینه بیشتر است، زیرا در طول فرآیند احتراق، جیوه اکسید شده بیشتری تولید کرده که گرفتن آن را آسان‌تر می‌سازد. واحدهایی که از فیلتر پارچه ای استفاده می‌کنند، بهترین نتیجه را برای کنترل جیوه نشان داده‌اند.

جدول ۲-۱۳ - میانگین جیوه گرفته شده از طریق ساختارهای کنترل پس از احتراق موجود [۱۳۶]

Post-combustion Control Strategy	Post-combustion Emission Control Device Configuration	Average Mercury Capture by Control Configuration		
		Coal Burned in Pulverized-coal-fired Boiler Unit		
		Bituminous Coal	Subbituminous Coal	Lignite
PM Control Only	CS-ESP	36 %	3%	0 %
	HS-ESP	9 %	6 %	not tested
	FF	90 %	72 %	not tested
	PS	not tested	9 %	not tested
PM Control and Spray Dryer Adsorber	SDA+CS-ESP	not tested	35 %	not tested
	SDA+FF	98 %	24 %	0 %
	SDA+FF+SCR	98 %	not tested	not tested
PM Control and Wet FGD System ^(a)	PS+FGD	12 %	0 %	33%
	CS-ESP+FGD	75 %	29 %	44 %
	HS-ESP+FGD	49 %	29 %	not tested
	FF+FGD	98 %	not tested	not tested

CS-ESP = cold-side electrostatic precipitator (a) Estimated capture across both control devices

HS-ESP = hot-side electrostatic precipitator

FF = fabric filter

PS = particle scrubber

SDA = spray dryer absorber system

۲-۱-۷-۵ کنترل جیوه در نیروگاه‌های موجود در سراسر دنیا

۲-۱-۷-۵-۱ کنترل جیوه از طریق کربن فعال

➤ New Hampshire ، آمریکا

این نیروگاه ۴۰۳ MW به جداکننده الکترواستاتیک در سال ۱۹۶۸ مجهز شده است. در سال ۲۰۰۸، فیلتر پارچه ای و تزریق کربن فعال به آن اضافه شدند. نرخ گرفتن جیوه بیشتر از ۹۰ درصد است.

➤ میشیگان، آمریکا

نیروگاه واقع در میشیگان با مخلوطی از سوخت‌ها عمل می‌کند. چندین بویلر آن از زغال سنگ و مواد نفتی استفاده کرده و مجهز به ESP می‌باشند. نرخ حذف جیوه در اینجا ۶۶-۶۰ درصد است. سایر بویلرهای نیروگاه از زغال سنگ نیمه بیتومینه استفاده کرده و مجهز به ESP هستند. اما در واقع بدون روش‌های کنترلی مخصوص جیوه، هیچ کاهشی در میزان جیوه به دست نمی‌آید. این واحدها به تزریق کربن و فیلتر پارچه ای مجهز شده و تقریباً به ۹۰ درصد کاهش جیوه دست یافتند. سیستم با کربن برم دار، بهترین عملکرد را دارد.

۲-۱-۷-۵-۲ امکان کنترل جیوه با روش‌های کنترل ذرات

➤ روسیه

نیروگاه Kashirskaya خارج از مسکو، سه بویلر زغال سنگی ۳۰۰ MW مجهز به ESP و سیستم حذف خاکستر تر دارد. نرخ حذف جیوه برابر با ۷۴ درصد اندازه‌گیری شده است.

۲-۱-۷-۵-۳ امکان کنترل جیوه با اسکرابرهای تر

➤ اسلونی

در یکی از نیروگاه‌های حرارتی مهم که یک سوم برق اسلونی را فراهم می‌کند، نرخ حذف جیوه با FGD تر به ۹۰ درصد رسیده است. نرخ بالای حذف جیوه برای پنج بویلر مجهز به ESP، به اکسیژن درون اسکرابر نسبت داده می‌شود که جیوه را اکسید می‌کند.

➤ تگزاس، آمریکا

در واحد Monticello در تگزاس، بر روی یکی از بویلرهای اصلی، ESP و FGD تر نصب شده است. نرخ مبنای حذف جیوه تقریباً ۳۶ درصد بود. استفاده از افزودنی‌های هالوژنی شامل کلرید کلسیم و برمید کلسیم، جیوه را کاهش داده و حذف جیوه به ۹۲ درصد رسید (CaBr₂ در نرخ‌های تزریق خیلی بالا، بیشترین تأثیر را دارد). کاتالیست نیز در پایین دست ESP، آزمایش شده و کاهش جیوه به ۸۷ درصد رسید. کاتالیست پالادیم، موفق‌ترین کاتالیست است.

➤ چین

در چین راندمان حذف بسیار متغیر است. حذف ESP ها از ۴/۶ درصد تا ۹۸/۶ درصد بوده است (میانگین ۲۲ درصد). FGD تر ۷/۳-۷۵ درصد، فیلتر پارچه ای ۲-۸۵ درصد، SCR/ESP/WFGD ۷۳-۹۳ درصد. رایج‌ترین سناریو یعنی ESP همراه با FGD، به‌طور میانگین جیوه را تا ۷۰ درصد کاهش داده است. اما فیلتر پارچه ای و SCR باید راندمان حذف جیوه را افزایش دهند. انتظار می‌رود این سیستم‌ها (FF و SCR) در سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ به‌طور گسترده نصب شوند. افزودن هالوژن در افزایش نرخ حذف جیوه بسیار مؤثر است.

۲-۱-۷-۵-۴ افزایش نرخ حذف جیوه با روش‌های کنترل NOx

➤ نیوجرسی، آمریکا

نیروگاه Logan ۲۴۲ MW در نیوجرسی، به فیلتر پارچه ای و خشک کن پاششی و SCR مجهز است (نصب شده در سال ۱۹۹۴). این نیروگاه بدون استفاده از هیچ‌گونه کنترل مخصوص جیوه، به کاهش ۹۷ درصدی جیوه می‌رسد.

➤ کره جنوبی

نیروگاه‌های حرارتی کره، کنترل جیوه را بین ۶۸ تا ۹۱ درصد گزارش کرده‌اند. این نیروگاه‌ها به سیستم‌های کنترل آلودگی هوا با راندمان بالا شامل SCR، ESP و FGD تر مجهز هستند. یک نیروگاه با سوخت زغال سنگ ۵۰۰ MW و مجهز به ESP و FGD تر، نرخ حذف جیوه را ۹۵ درصد گزارش کرده است.

➤ ماساچوست، آمریکا

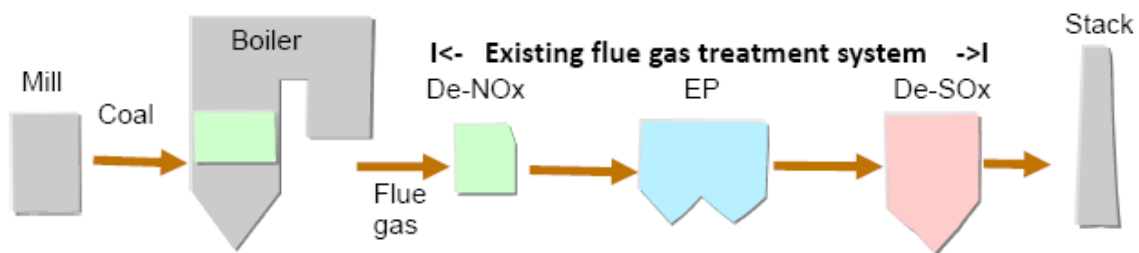
نیروگاه ماساچوست که با سوخت زغال سنگ و بویلرهای معمولی کار می‌کند، به ESP و SNCR مجهز بوده و بدون روش‌های کنترل مخصوص جیوه، تقریباً ۹۰ درصد جیوه را کاهش می‌دهد.

➤ هلند

نرخ نسبتاً بالای حذف جیوه برای ترکیب خاصی از روش‌های کنترل آلودگی موجود در نیروگاه‌ها گزارش شده است. حدود ۵۰ درصد برای ESP به‌تنهایی، حدود ۷۵ درصد برای ESP همراه با اسکرابر تر، حدود ۹۰ درصد برای SCR و ESP و اسکرابر تر [۱۳۱].

۲-۱-۸ نتیجه‌گیری کلی در روند فناوری‌های کاهش آلودگی هوا

دستیابی به حدود انتشارات NOx و SO2 و PM به میزان کمتر از آنچه در اکثر نواحی تنظیم شده است، با استفاده از سیستم‌های استاندارد میسر می‌باشد. در شکل ۲-۱۲ سیستم تصفیه گاز دودکش نشان داده شده است. برای به حداقل رساندن میزان NOx، سیستم‌های تصفیه گاز دودکش مورد استفاده قرار گرفته و تکنولوژی احتراق Low NOx در بویلر نیز به کاهش تشکیل NOx کمک فراوانی می‌کند. ذرات معلق توسط رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیک یا فیلترهای پارچه‌ای حذف می‌شوند. میزان SO2 از طریق اسکرابر با سنگ آهک در سیستم سولفور زدایی گاز دودکش (FGD) کنترل می‌گردد. شکل ۲-۱۳ حدود انتشار NOx و SO2 و PM را تحت تأثیر سیستم‌های تصفیه نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۲ - سیستم تصفیه گاز دودکش [۱۱۷]

Current best available technology (BAT)

NOx (mg/m ³ N)	< 500-1000 → < 50-100			< 50-100
SO ₂ (mg/m ³ N)	< 5000		→ < 20	< 20
PM (mg/m ³ N)	< 20,000	→ < 30-50	→ < 5-10	< 5-10

شکل ۲-۱۳- مقادیر انتشار به دست آمده پس از استفاده از سیستم استاندارد تصفیه گاز دودکش [۱۱۷]

۹-۱-۲ مطالعه موردی: روند کنترل آلودگی هوا از نیروگاه‌های زغال سنگی چین

مطالعات زیادی در خصوص انتشار SO₂، NOx و PM از نیروگاه‌های چین صورت گرفته است. از طرفی اکثر این مطالعات نیروگاه را به‌عنوان یک بخش مجزا در نظر گرفته‌اند و به‌طور کلی اختلافات میان تکنولوژی‌های متفاوت و مشخصات سوخت در انواع مختلف واحدهای انرژی را که تأثیر زیادی بر میزان انتشار دارد، نادیده می‌گیرند. از طرف دیگر، آن دسته از مطالعات افزایش سریع مصرف زغال سنگ و تولید برق از سال ۲۰۰۰ را انعکاس نداده و از این رو نتایج آن‌ها برای سیاست‌گذاری آینده کاربردی نبودند [۱۲۸].

داده‌های مربوط به انتشار بخش انرژی در چین، شامل موقعیت جغرافیایی، ظرفیت، نوع بویلر، سال شروع، ساعت کار سالانه، نوع سوخت، میزان سولفور، مصرف زغال سنگ به ازای واحد برق و تکنولوژی کنترل انتشار NOx، SO₂ و PM تهیه شده‌اند. ظرفیت کل نیروگاه‌های زغال سنگ به ترتیب ۲۳۰ و ۳۵۶ GW در سال ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵ بوده است. داده‌های بین سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۴ بر اساس اطلاعات نیروگاه‌های جدید یا واحدهای از کار افتاده در این سال‌ها ارائه شده‌اند. در سال ۲۰۱۰ ظرفیت ملی نیروگاه‌های زغال سنگی انتظار می‌رود تا ۹۰ درصد افزایش یافته و به ۶۸۱ GW در مقایسه با سال ۲۰۰۵ برسد.

انتشار سالانه هر واحد به‌صورت تکی بر اساس مصرف سوخت واحد و فاکتور انتشار محاسبه شد و سپس با سطح منطقه ای جمع شدند. انتشارات SO₂، NOx و PM از نیروگاه‌ها در سطح ایالتی با استفاده از معادلات ۱ تا ۳ به ترتیب محاسبه می‌شود:

$$E_{SO_2,i} = \sum_j A_{j,i} \times Scont_{j,i} \times (1 - Sr) \times (1 - \eta_j) \quad (1)$$

$$E_{NO_x,i} = \sum_k \sum_m \sum_n A_{i,k,m,n} \times EF_{NO_x,k,m,n} \quad (2)$$

$$E_{PM,y,i} = \sum_k \sum_n A_{i,k} \times AC_i \times (1 - ar_k) \times f_{k,y} \times C_{k,n} \times (1 - \eta_{n,y}) \quad (3)$$

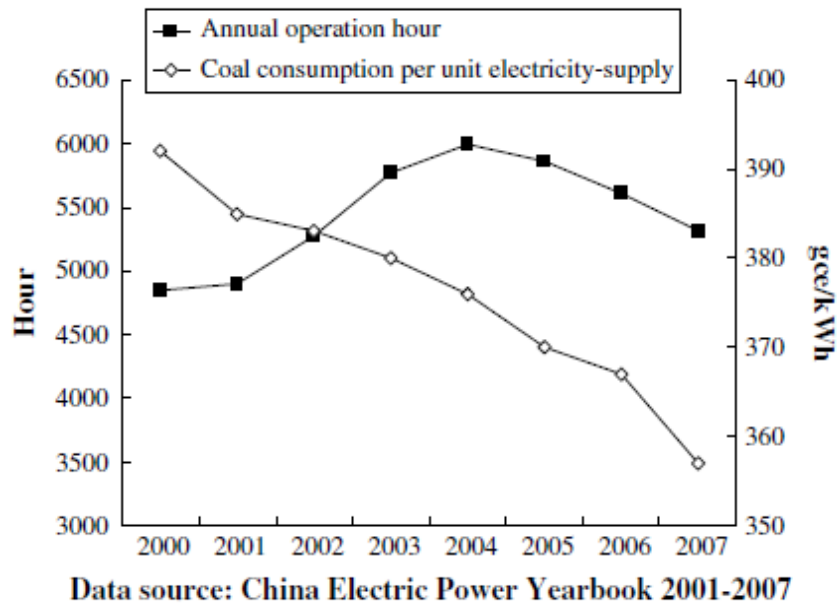
در این معادلات i,j,k,m,n,y مربوط به

ایالت، واحد انرژی، نوع بویلر، نوع سوخت، تکنولوژی کنترل انتشار و اندازه ذره هستند. EF فاکتور انتشار، A مصرف زغال سنگ، C نرخ کاربرد تکنولوژی کنترل انتشار، n راندمان حذف تکنولوژی، $Scont$ محتویات سولفور سوخت، Sr باقیمانده سولفور در خاکستر، AC میزان خاکستر سوخت، ar ضریب خاکستر، f سهم ذرات به واسطه اندازه می‌باشد.

۱-۹-۱-۲ میزان فعالیت

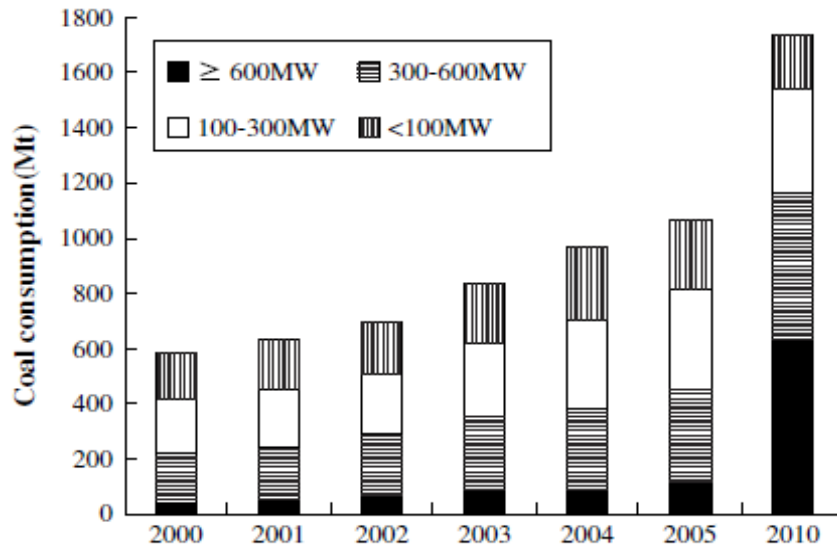
همان‌طور که در معادله ۴ ملاحظه می‌شود، مصرف زغال سنگ هر واحد بر اساس ساعات کارکرد سالانه آن و مصرف زغال سنگ به ازای واحد ذخیره برق تعیین شده است. همان‌گونه که در شکل ۲-۱۴ مشاهده می‌شود، ساعت کارکرد سالانه متوسط برای نیروگاه‌های زغال سنگی چین از ۴۹۰۰ به ۵۸۰۰ ساعت طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ افزایش یافت. هرچند در سال ۲۰۰۷ سریعاً به ۵۳۰۰ ساعت افت کرد. زیرا عملکرد نیروگاه‌های جدید، فشار روی ذخیره برق را کم کرده و در نتیجه ساعت‌های کار کاهش یافته‌اند.

$$A_j = 1.4 \times U_j \times T_j \times E_j \times 10^{-6} \quad (4)$$



شکل ۲-۱۴- ساعات کار متوسط سالانه و مصرف زغال سنگ برای نیروگاه‌های زغال سنگی چین از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ [۱۳۷]

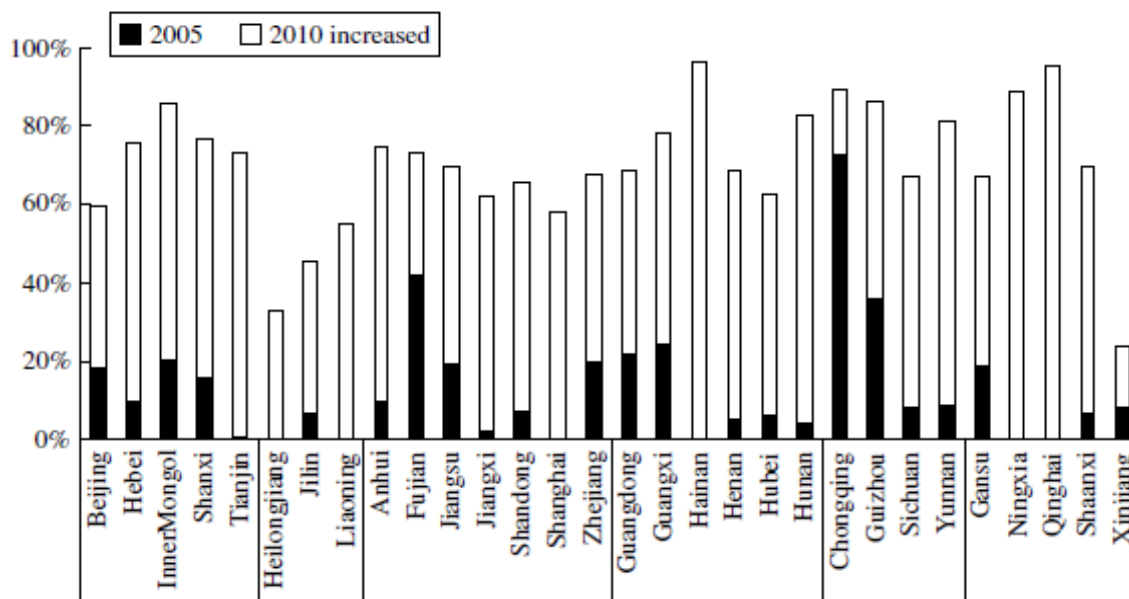
در معادله ۴ ، A مصرف زغال سنگ (kt) ، U اندازه واحد (MW) ، T ساعات کار سالانه ، E مصرف زغال سنگ ویژه به ازای واحد ذخیره برق (gce/kwh-1) . مصرف زغال سنگ ملی نیروگاهی طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ در شکل ۲-۱۵ نشان داده شده است.



شکل ۲-۱۵- مصرف زغال سنگ نیروگاه‌ها بر اساس اندازه واحد از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ [۱۳۷]

۲-۹-۱-۲ فاکتورهای انتشار

یکی از عوامل تأثیرگذار بر انتشار SO_2 ، میزان استفاده از سیستم سولفور زدایی گاز دودکش (FGD) است. شکل ۲-۱۶ میزان استفاده از سیستم FGD را در ایالات مختلف چین نشان می‌دهد. در سال ۲۰۰۵، ظرفیت واحدها با FGD، ۴۵ GW یعنی تنها ۱۳ درصد کل ظرفیت نیروگاه‌های زغال سنگ بوده است. طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰، نیروگاه‌های زغال سنگ منبع اصلی کنترل SO_2 بوده است. تمامی واحدهای ساخته شده پس از سال ۲۰۰۴ مانند واحدهای موجود، ملزم به نصب FGD بودند. در سال ۲۰۱۰ ظرفیت واحدهای دارای FGD به ۴۷۷GW می‌رسد که تقریباً ۷۰ درصد ظرفیت کل است.



شکل ۲-۱۶- درصد واحدهای مجهز به FGD در ایالات مختلف چین [۱۳۷]

نرخ‌های انتشار NOx به گروه‌های مختلفی دسته بندی شده است که شامل کیفیت سوخت، نوع بویلر و سطح کنترل انتشار است. جدول ۲-۱۴ فاکتورهای انتشار NOx را نشان می‌دهد. از آنجایی که کاربرد FGD تر بسیار شایع شده است، مزایای آن در کنترل PM باید در تخمین میزان انتشار در نظر گرفته شود. جدول ۲-۱۵ نتایج را به صورت خلاصه ارائه می‌دهد.

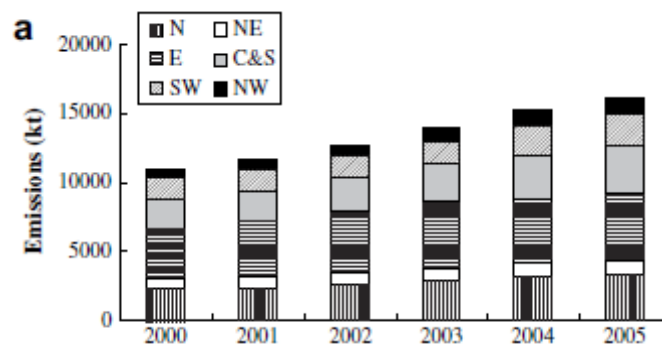
جدول ۲-۱۴- فاکتورهای انتشار NOx (kg t⁻¹) [۱۳۷]

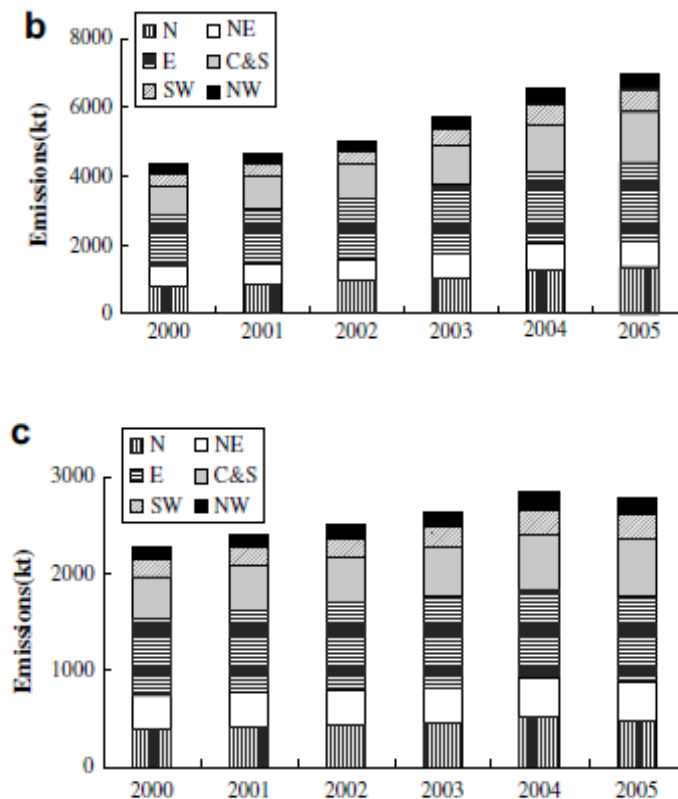
Unit Size	Boiler type	With LNB		Non-LNB	
		Bituminous/lignite	Anthracite/lean coal	Bituminous/lignite	Anthracite/lean coal
≥100 MW	Tangentially-fired	4.05	7.80	6.60	10.07
	Swirl Burner	5.46	9.56	7.40	11.46
	W-flame	5.62	11.17	N/A	N/A
<100 MW	Tangentially-fired	N/A	N/A	6.17	9.36
	Swirl burner	N/A	N/A	6.93	10.65

جدول ۲-۱۵- راندمان حذف ذرات از نیروگاه زغال سنگی چین [۱۳۷]

Unit size	Boiler type	Control	Removal efficiency (%)			Literature
			>PM ₁₀	PM _{2.5-10}	PM _{2.5}	
15	CFBC	ESP	98.01	94.63	87.31	Yi et al., 2006b
50	Pulverized	ESP	99.45	98.70	95.56	Yi et al., 2006b
50	Pulverized	ESP	99.53	94.39	90.88	Unpublished
50	Pulverized	ESP	99.61	99.16	97.86	Unpublished
100	Pulverized	ESP	99.92	99.02	90.60	Liu et al., 2003
125	Pulverized	ESP	99.37	98.7	94.62	Unpublished
140	Pulverized	ESP	99.52	96.48	92.59	Yi et al., 2006b
165	Pulverized	ESP	99.54	98.22	94.41	Unpublished
200	Pulverized	ESP	99.56	97.26	94.87	Yi et al., 2006b
200	Pulverized	ESP	99.11	95.71	92.65	Unpublished
200	Pulverized	ESP	99.74	98.39	96.84	Unpublished
600	Pulverized	ESP	99.95	99.71	99.16	Yi et al., 2006b
600	Pulverized	ESP	99.95	99.16	96.75	Yi et al., 2006b
-	Pulverized	ESP	98.38	95.70	89.86	Huang et al., 2003
29	CFBC	Wet	98.65	87.98	71.73	Unpublished
140	Pulverized	FGD	92.87	82.49	61.68	Yi et al., 2006b
165	Pulverized	FGD	91.77	76.78	52.18	Unpublished
200	Pulverized	FGD	94.66	83.31	54.16	Yi et al., 2006b
200	Pulverized	FGD	90.46	78.22	46.34	Unpublished
300	Pulverized	FGD	92.35	89.11	53.89	Wang et al., 2008
Data used in this study		ESP	99.25	97.61	93.62	
Data used in this study		FGD	92	82	53	
Data used in this study		Wet	99.00	90.00	50.00	Zhang, 2005
Data used in this study		Cyclone	90.00	70.00	10.00	Zhang, 2005

انتشار SO₂، NO_x و PM از نیروگاه زغال سنگ از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ با استفاده از داده‌های واحد و فاکتورهای انتشار در شکل ۲-۱۷ نشان داده شده است. واحدهای دارای LNB که ۶۲ درصد کل ظرفیت را داشته و ۵۳ درصد زغال سنگ بخش انرژی را مصرف می‌کنند، ۳۲۵۵ kt NO_x یعنی ۴۷ درصد کل انتشارات را بر عهده دارند. این موضوع بیانگر تأثیر کنترلی ضعیف LNB می‌باشد (کمتر از ۳۰ درصد).





شکل ۲-۱۷- انتشارات نیروگاه زغال سنگی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ (kt): (a) SO₂ (b) NO_x (c) PM [۱۳۷]

انتشار PM و PM_{2.5} به ترتیب برابر ۱۸۴۲ و ۹۹۴ kt بوده است. ضریب انتشار PM_{2.5} و PM₁₀ نسبت به TSP از بویلر های نوع grate ۶۵ و ۸۹ درصد بوده که بسیار بیشتر از بویلر های pulverized است (به ترتیب ۳۱ و ۶۳ درصد). دلیل اصلی این است که اسکرابر تر و سیکلون که به‌طور رایج در بویلر های grate به کار می‌روند، نسبت به ذرات ریز راندمان حذف کمتری نسبت به رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیک (ESP) استفاده شده در بویلر های pulverized دارند.

۲-۹-۱-۲ میزان انتشار در سال ۲۰۱۰

با وجودیکه مصرف زغال سنگ طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ به میزان ۶۲ درصد افزایش سریع داشته است، انتشار SO₂ از نیروگاه زغال سنگی تا ۱۱۸۰۱ kt کاهش می‌یابد که اساساً به نصب FGD مربوط می‌شود.

بر خلاف SO₂، برای NO_x کنترل‌های سخت‌گیرانه‌ای غیر از اصلاحیه استانداردهای انتشار سال ۲۰۰۳ اجرا نشده است. تکنولوژی‌های پیشرفته مانند SCR تا سال ۲۰۱۰ به جز در بعضی مناطق چین، به‌صورت گسترده استفاده نشده است. از این‌رو

انتشار NOx افزایش یافته و به ۹۶۸۰ kt در سال ۲۰۱۰ رسید. هرچند بعضی از مناطق به دنبال استفاده از SCR انتشار NOx خود را کاهش داده‌اند.

با وجودیکه هیچ‌گونه سیاست کنترلی محکم برای PM وجود ندارد، انتشارات در سال ۲۰۱۰ به ۲۵۴۰ kt کاهش می‌یابند. دلیل اصلی این امر نصب گسترده FGD می‌باشد که راندمان حذف PM مشابه با اسکرابر تر دارد. هرچند انتشار PM_{2.5} کمی افزایش می‌یابد که علت آن تأثیر کنترلی ضعیف FGD بر ذرات ریز است.

۲-۱-۹-۴ تعطیل کردن واحدهای کوچک

انتشار ناشی از واحدهای کوچک یک مشکل جدی در چین است. به دلیل کارایی پایین احتراق و تکنولوژی‌های کنترلی ضعیف، مصرف انرژی و انتشار آلودگی واحدهای کوچک در سال‌های اخیر بسیار بالا بوده است. به دنبال این معضل بزرگ قوانین محکم‌تری برای واحدهای کوچک اجرا خواهد شد. بر اساس سیاست اخیر واحدهای کوچک‌تر از ۵۰ MW و واحدهای کوچک‌تر از ۱۰۰ MW با دوره کارکرد بیش از ۲۰ سال باید در آینده نزدیک به تدریج بسته شوند. بدین ترتیب انتشار SO₂ و NOx و PM کاهش خواهد یافت.

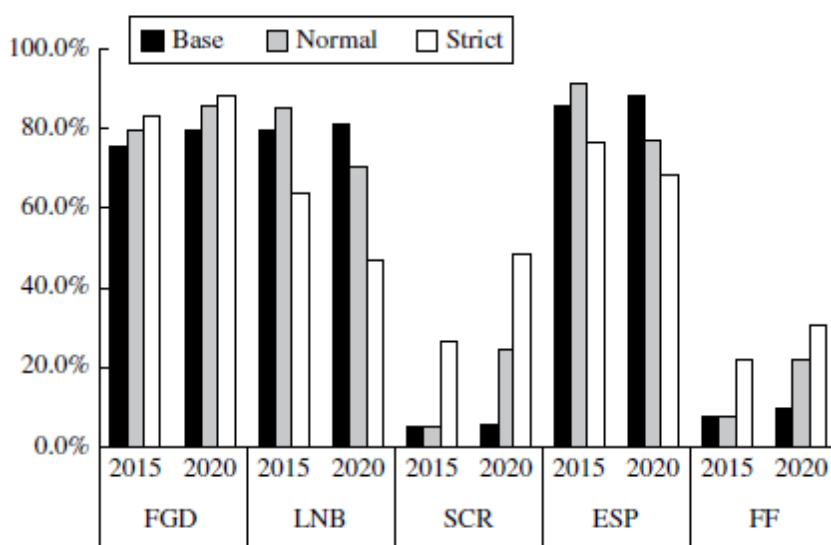
۲-۱-۹-۵ طرح‌های آینده

برای مطالعه سه سناریوی انرژی در نظر گرفته شده است. H(high), M(medium), L(low). سناریوی H رشد اقتصادی و الکتریسیته نسبتاً سریع را نشان داده که ساختار غالب آن زغال سنگ می‌باشد. در سناریوی M، تصویر رشد اقتصادی و الکتریسیته مشابه سناریوی H است اما با تغییراتی در ساختار انرژی که در این حالت تغییر به سمت سوخت‌های پاک مانند گاز طبیعی و انرژی آبی حاصل می‌شود. در سناریوی L ساختار انرژی مانند M بوده اما رشد اقتصادی و الکتریسیته آهسته‌تر بوده و بر توسعه پایدار تأکید دارد.

پس از سال ۲۰۱۰ همچنان نیروگاه زغال سنگی منبع مهم انتشار آلاینده‌ها می‌باشد. سیستم FGD بی تردید به صورت گسترده استفاده می‌شود. به علاوه عملکرد SCR و FF با نرخ معلوم افزایش می‌یابد. سه سناریو برای توصیف سیاست‌های کنترلی مختلف توصیه می‌شود: (۱) مبنا (۲) معمولی (۳) سخت گیر.

سناریوی مبنا یک حالت بدبینانه داشته که در آن کنترل انتشار برای تمام اجزا در حالت فعلی می ماند. FGD، LNB و ESP برای تمامی واحدهای تازه ساخته شده اجباراً احتیاج است.

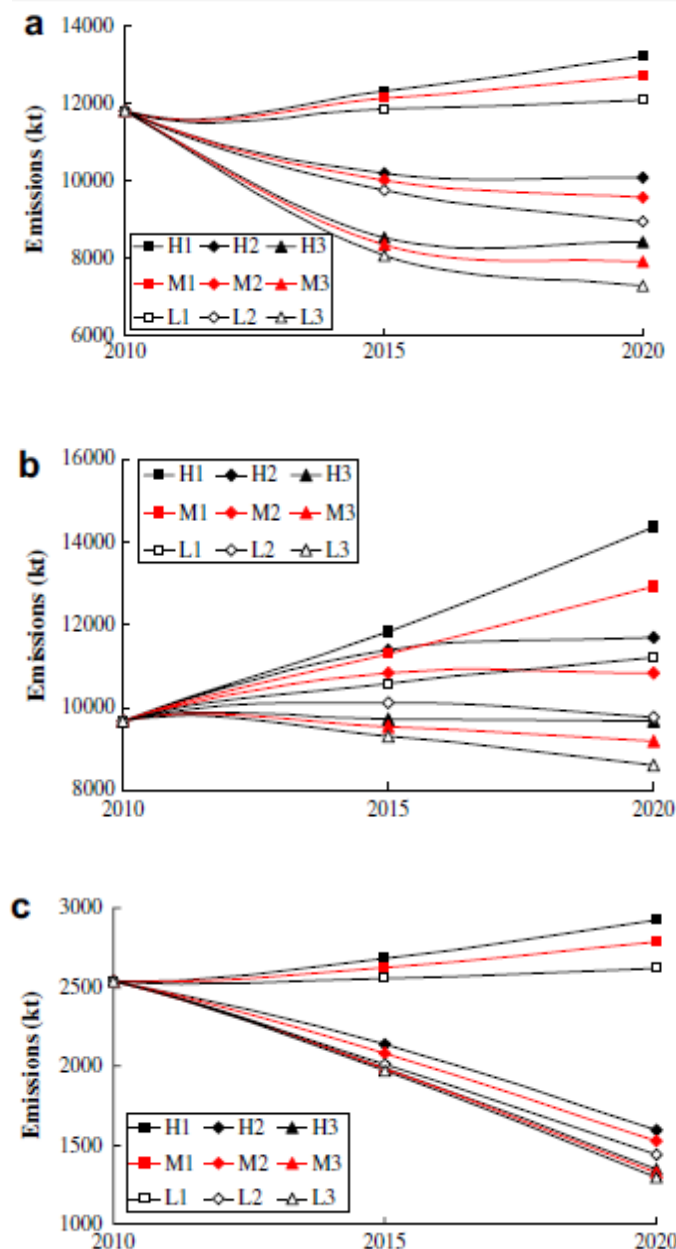
سناریوی معمولی بر بستن و جایگزینی واحدهای کوچک قدیمی تأکید دارد. بویلرهای grate با اسکرابر تر و سیکلون جمع آوری ذرات باید با واحدهای بزرگ با راندمان احتراق بالا و تکنولوژی‌های پیشرفته کنترل جایگزین شوند. طی سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۲۰ روش SCR و FF به تدریج بر روی واحدهای جدید نصب می‌شوند. سناریوی سخت گیر، حالت خوش بینانه دارد که بیش از همه بر کاهش انتشار تأکید دارد. FGD بر روی همه واحدهای موجود که از زغال سنگ با سولفور بالا استفاده می‌کنند، نصب می‌شود. SCR و FF از سال ۲۰۱۰ در سطح گسترده ای استفاده می‌شود. بر اساس سیاست ملی ذخیره انرژی و کنترل انتشار، سناریوی معمولی برای نیروگاه‌های زغال سنگی در آینده کاربردی تر خواهد بود. میزان استفاده از روش‌های مختلف در شکل ۲-۱۸ قابل ملاحظه است.



شکل ۲-۱۸- میزان استفاده از روش‌های کنترل انتشار در سال ۲۰۱۵ و ۲۰۲۰ [۱۳۷]

۱-۳-۶ پیش بینی انتشار

به علت افزایش نسبتاً آهسته مصرف انرژی و اجرای سیاست کنترل، انتشار بخش‌های زغال سنگ سوز پس از سال ۲۰۱۰ بیشتر مهار شده است. شکل ۲-۱۹ تصاویر انتشار نیروگاه‌های زغال سنگی را تحت سناریوهای ممکن نشان می‌دهد. تخمین‌های سناریوی M2 بهترین حدس برای آینده است، درحالی‌که سایر سناریوها می‌توانند برای عدم قطعیت ناشی از سطوح مختلف مصرف زغال سنگ و یا کنترل انتشار به ما کمک کنند.



شکل ۲-۱۹- انتشارات ناشی از نیروگاه از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ تحت سناریوهای مختلف (a) SO_2 (b) NO_x (c) (TSP). H و M و L سناریوهای زیاد، متوسط و کم در مصرف زغال سنگ هستند. ۱ و ۲ و ۳ سناریوی مینا، معمولی و سخت گیر در کنترل انتشار می‌باشند. [۱۳۷]

طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۲۰، انتشار SO_2 تنها تحت سناریوی پایه (H1, M1, L1) ۱۲-۲ درصد افزایش می‌یابد و در حالت سناریوهای معمولی (H2, M2, L2) و سخت گیر (H3, M3, L3) به ترتیب ۲۴-۱۵ درصد و ۳۸-۲۹ درصد کاهش می‌یابد. نتایج نمودار نشان می‌دهد که اجرای سیاست‌های کنترل تأثیر قابل ملاحظه تری بر انتشار SO_2 نسبت به میزان فعالیت دارند. به‌طور مشابه روند واضحی برای PM مشاهده می‌شود. انتشار PM از نیروگاه تحت سناریوهای کنترلی پایه طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۲۰، ۱۵-۳ درصد افزایش می‌یابد. هرچند تحت سناریوهای معمولی، ۴۳-۳۷ درصد کاهش دارد که این موضوع بیانگر مزایای عمده بستن واحدهای کوچک و بویلرهای grate است. سناریوی سخت گیر، کاهش عمده‌ای در مقایسه با سناریوی معمولی ندارد.

شرایط برای NO_x کمی متفاوت است. انتشار طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۵ برای تمامی سناریوها به جز سناریوی سخت گیر در سطح متوسط و کم (L3, M3) افزایش می‌یابد.

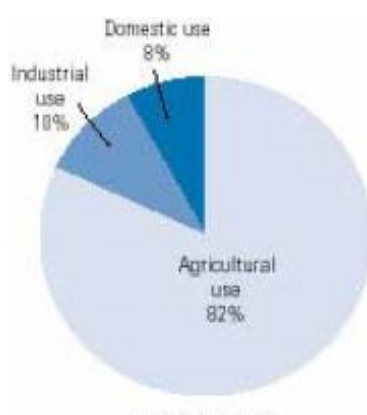
طی سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۲۰، انتشارات تحت تمامی سناریوهای کنترلی سخت گیر (H3, M3, L3) و سناریوی معمولی با فعالیت کم (L2) به دنبال استفاده از SCR کاهش می‌یابد. هرچند میزان انتشار در همه سناریوها به جز M3 و L3 همچنان بیشتر از سال ۲۰۱۰ است. این نتایج نشان می‌دهد که انتشار NO_x از نیروگاه‌ها یک مشکل بسیار جدی است. همچنین تأثیر سیاست‌های کنترلی و میزان فعالیت بر انتشار NO_x پیچیده تر از SO_2 و TSP است و از این رو کنترل NO_x به توجه گسترده در آینده احتیاج دارد.

در نهایت می‌توان گفت SO_2 و PM ناشی از نیروگاه‌ها می‌توانند با بستن واحدهای کوچک و استفاده گسترده از FGD و جمع‌کننده‌های ذرات با راندمان بالا کنترل شوند. بنابراین این روش‌ها باید در آینده دنبال شوند. هرچند انتشار NO_x از نیروگاه با رشد مصرف انرژی افزایش یافته و یک چالش جدید برای کنترل آلودگی هوای چین است. بنابراین هر چه سریع‌تر یک سیاست جدید برای کاهش NO_x باید شکل گرفته شود.

۲-۲ روند مربوط به فناوری‌های تصفیه آب و فاضلاب

۱-۲-۲ مقدمه

حجم آبی که در جهان به طور سالانه در بخش صنعت استفاده می‌شود، طبق شکل ۲-۲۰ می‌باشد. بر اساس تخمین‌های انجام شده، انتظار می‌رود در سال ۲۰۲۵ سهم بخش صنعتی از آب حدود ۲۴٪ باشد.



شکل ۲-۲۰-۲- حجم آب مصرفی در جهان به طور سالانه در بخش صنعت، کشاورزی و شهری [۱۳۸]

صنایع عمده مصرف کننده و آلوده کننده آب شامل کاغذ سازی، نساجی، چرم، انرژی، نفت/گاز، شیمیایی/ دارویی، غذا، فلز و معدن می‌باشند. کاربردهای مهم آب در صنایع عبارت‌اند از: مواد خام (ترکیب آب با محصول)، سیال انتقال، شستشو، انتقال گرما، واسطه واکنش/ حلال. در کشورهای در حال توسعه، ۷۰٪ از زایدات صنعتی بدون تصفیه وارد منابع آب شده و ذخیره آبی قابل استفاده را آلوده می‌کنند. به دنبال افزایش قیمت آب، صنایع به دنبال کاهش هزینه تصفیه می‌باشند. استفاده مجدد از آب به‌عنوان مثال در برج‌های خنک کننده به صنایع فرصت قطع این هزینه‌ها را می‌دهد. اکثر صنایع این روزها در پی یافتن این چنین روش‌ها می‌باشند. به منظور ایجاد امکان استفاده مجدد از آب و کاهش انتشار آلودگی به آب سطحی،

روش‌های تصفیه جدید باید گسترش یابند [۱۳۸] و [۱۴۲]

موضوعات مهم در این زمینه عبارت‌اند از:

- گسترش سیستم‌های پیشرفته تصفیه جامع

- گسترش روش‌های نمک زدایی مؤثر در هزینه

- گسترش روش‌های حذف انتخابی مؤلفه‌های بحرانی

به‌طور کلی یک راه حل به‌تنهایی نمی‌تواند کامل باشد و ترکیب تکنولوژی‌های جدید با روش‌های استاندارد موجود بسیار مهم است. مسأله مهم دیگر که باید بر روی آن کار عمده صورت گیرد، مصرف انرژی است. به‌عنوان مثال استخراج چربی، نفت و گاز در فاضلاب جهت تبدیل به بیودیزل و استفاده از متان لجن خشک کن برای واحدهای سوختی. سیستم‌های هاضم لجن که روزبه‌روز بیشتر استفاده می‌شوند، تولید گاز کرده که می‌تواند برای بسیاری مصارف مانند سوختن در موتور و راه اندازی ژنراتور به کار رود. گرمای تولید شده می‌تواند در خشک کن‌های لجن استفاده شود. سپس لجن برای تولید برق بیشتر سوزانده می‌شود. پس کل فرایند به بسته شدن چرخه انرژی کمک می‌کند. در بخش‌های بعدی روند مربوط به روش‌های متداول و رایج تصفیه فاضلاب شرح داده شده است.

۲-۲-۲ روند مربوط به روش‌های تصفیه فاضلاب نفتی

۱-۲-۲-۲ روش شناورسازی

شناورسازی، از طریق حباب‌های ریز هوا درون آب و چسبندگی ذرات نفت معلق در آب انجام می‌گیرد. زیرا چگالی نفت شناور کمتر از آب بوده و موجب تشکیل یک لایه کف روی آب می‌گردد. از آنجا که تجهیزات روش شناورسازی لجن کمتری تولید کرده و نیز به دلیل مزایا و راندمان جداسازی، تصفیه فاضلاب نفتی از توانایی بسیار بالایی برخوردار است. اخیراً رایج‌ترین روش مورد استفاده شناورسازی هوای محلول (DAF) است. مشکلات مربوط به ساخت و تعمیر تجهیزات شناوری همراه با مصرف بالای انرژی معایب این روش هستند. در مقابل نصب و عملکرد آسان و ترکیب ایمن روش شناورسازی چشم‌انداز خوبی در این روش نشان می‌دهد. در سال ۲۰۰۷، WANG از یک غلظت نفت ورودی $14000-3000 \text{ mg/l}$ بود، متوسط نفت فاضلاب 30 mg/l یا کمتر به دست آمد و کمترین مقدار نفت فاضلاب 97 mg/l بود. پس فرایند شناورسازی به مقدار زیادی مواد روغنی را از فاضلاب پاک کرد. در سال ۲۰۰۲، zhu و zheng از شناورسازی جداکننده (peeling floatation) جهت تصفیه فاضلاب پالایشگاه استفاده کردند و نرخ حذف نفت $81/4$ درصد و نرخ حذف جامدات معلق $62/9$ درصد حاصل شد. تصفیه فاضلاب نفتی به روش شناورسازی یک روش کامل بوده و جداسازی نفت و آب قابل قبول و پایدار می‌باشد. اما مشکل شناورسازی، کف حاصل شده است. در سال ۲۰۰۷، Hamia و همکارانش، شناورسازی هوای محلول (DAF) را با افزودن

کربن فعال مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که هنگامی که مقدار کربن $150-50 \text{ mg/l}$ بود، نرخ حذف COD $64-16$ درصد به $92/5-72$ درصد و نرخ حذف BOD از $70-27$ درصد به $94-76$ درصد افزایش یافت. جدول ۲-۱۶، تصفیه فاضلاب نفتی به روش شناورسازی را نشان می‌دهد [۱۳۹].

جدول ۲-۱۶- تصفیه فاضلاب نفتی از طریق شناورسازی [۱۳۹]

Flotation type	Treatment effect
Flotation	Oil removal is more than 90%
Peeling flotation	Oil removal is 81.4%
Dissolved air flotation	COD removal rate is 92.5%
Dissolved air flotation	Oil removal is more than 90%

۲-۲-۲-۲ لخته سازی

روش لخته سازی، به دلیل سازگاری و انعطاف‌پذیری بالا قادر به حذف نفت ریز و محلول و نیز ترکیب‌هایی که به سختی تجزیه زیستی می‌شوند می‌باشد و به‌طور گسترده در تصفیه فاضلاب نفتی در سال‌های اخیر استفاده شده است. هرچند به دلیل پیچیدگی ترکیب فاضلاب نفتی، به‌صورت تئوری نمی‌تواند در مورد یک منعقد کننده به خصوص پیشگویی کرد و آزمایش‌ها زیادی باید انجام گیرد. برای تصفیه فاضلاب نفتی صنعت نفت، Lin و Wen یک ماده منعقد کننده مرکب به نام CAX را توسعه دادند. هنگامی که غلظت نفت موجود در فاضلاب، 207 mg/l و COD 600 mg/l بود، پس از انجام فرآیند انعقاد، راندمان حذف نفت و COD به ترتیب به 98 و 80 درصد رسید. در سال 2007 ، Zeng و همکارانش با استفاده از سیلیکات روی تجمع یافته (PISS) و پلی‌اکریل‌آمید آنیونی (A-PAM) به لخته سازی و تصفیه فاضلاب نفتی پرداختند. راندمان حذف نفت به 99 درصد افزایش یافت و غلظت جامدات معلق کمتر از 5 mg/l بود. هرچند این روش هزینه‌های بیشتری دارد و به راحتی منجر به آلودگی ثانویه حجم آبی می‌گردد، اما توسعه منعقد کننده‌های مؤثر در هزینه یک هدف برای آینده است. در سال 2011 Cong از پلی‌آلومینیوم کلراید سیلیکات روی برای تصفیه فاضلاب نفتی استفاده کرد. بهترین شرایط انعقاد به این صورت تعیین شده است که مقدار بهینه ماده 35 ml ، مناسب‌ترین محدوده PH بین $7-8$ و بهترین نسبت مولی روی،

آلومینیوم و سیلیسیوم ۱:۱:۲ باشد. در این وضعیت نرخ حذف کدورت ۹۸/۹ درصد و نرخ حذف رنگ ۹۱/۳ درصد و نرخ حذف COD ۷۱/۸ درصد است. جدول ۲-۱۷، تصفیه فاضلاب نفتی توسط انعقاد را نشان می‌دهد [۱۳۹] و [۱۴۶].

جدول ۲-۱۷- تصفیه فاضلاب نفتی از طریق لخته سازی [۱۳۹]

Coagulant type	Treatment effect
CAX	Oil removal is more than 98%
Aggregation zinc silicate and anionic polyacrylamide	Oil removal is 99%
Poly-aluminum zinc silicate chloride	COD removal is 71.8%

۲-۲-۲-۳ تصفیه بیولوژیکی

تصفیه بیولوژیکی که استفاده از تحولات میکروبی می‌باشد، اخیراً در روش‌های کامل‌تر به کار رفته . به‌طور مداوم در لجن فال و روش‌های فیلتر بیولوژیکی استفاده می‌شود. لجن فعال در مخازن هوادهی، از این مؤلفه جهت تجزیه مواد آلی استفاده می‌کند. قارچ‌ها به‌طور مؤثر قادر به کاهش COD هستند. پلی وینیل الکل به همراه سلول‌های باکتریایی، می‌تواند باعث ایمن نگه‌داشتن فرآیند و نیز دست یافتن به نرخ بالاتر حذف COD شود. مطالعات نشان داده‌اند که افزودن نیتروژن (مانند سولفات آمونیوم)، حذف COD را افزایش می‌دهد. ترکیب روش‌های بیولوژیکی با سایر روش‌ها، تصفیه مؤثرتری ارائه خواهد کرد. بیوراکتورهای غشایی ترکیب بیوراکتور با سیستم غشا اولترافیلتراسیون، نرخ حذف نفت را به ۹۹/۹۹ درصد، نرخ‌های حذف COD و TOC را به ترتیب به ۹۷ و ۹۸ درصد می‌رساند. در سال ۲۰۱۳، Liu و همکارانش به تصفیه فاضلاب نفتی با مقادیر بالای ترکیبات آلی محلول و مواد مغذی نیتروژن و فسفر کم از طریق جریان روبه بالای لایه بی‌هوای لجن (upflow immobilized biological UASB (anaerobic sludge blanket در ترکیب با فیلترهای هوادهی بیولوژیکی ثابت () IBAF (aerantel filters) پرداختند. با استفاده از این سیستم برای ۲۵۲ روز (شامل راه اندازی ۱۲۸ روزه) COD، NH₃-N، جامدات معلق فاضلاب به ترتیب ۷۴، ۹۴ و ۹۸ درصد کاهش یافتند. جدول ۲-۱۸ تصفیه بیولوژیکی فاضلاب نفتی را نشان می‌دهد [۱۳۹].

جدول ۲-۱۸- تصفیه بیولوژیکی فاضلاب نفتی [۱۳۹]

Biological treatment type	Treatment effect
Membrane bioreactor	COD removal is 97%
Upflow anaerobic sludge blanket	COD removal is 74%
Biological aerated filter reactor	Oil removal is 94%
<i>Yarrowia lipolytica</i> W29 immobilized by calcium alginate	COD removal is 82%

۲-۲-۲-۴ روش غشائی

فرآیند غشائی به میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون و اسمز معکوس تقسیم می‌شود. یک روش غشائی به‌تنهایی راه حل خوبی برای تصفیه فاضلاب نفتی نیست بلکه باید روش‌های جداسازی غشائی با هم ترکیب شوند، مانند اولترافیلتراسیون و اسمز معکوس، اولترافیلتراسیون و میکرو فیلتراسیون. Yu و همکارانش از UF مجهز شده به غشاهای فلورید پلی وینیل به همراه ذرات نانوی آلومین جهت تصفیه فاضلاب نفتی استفاده کردند. نتایج نشان داد که پس از تصفیه UF، میزان نفت کمتر از 1 mg/l ، جامدات معلق کمتر از 1 mg/l و قطر متوسط ذرات جامد کمتر از 2 میکرومتر بود. غشاهای گرفته شده و شسته شده به‌واسطه الکترون میکروسکوپی بررسی شدند. غشاهای گرفته شده با محلول‌های مختلف شستشوی معکوس داده شدند. نتایج نشان داد که افزودن ذرات نانوالومین باعث بهبود عملکرد ضد رسوب غشا می‌شود.

در سال ۲۰۱۱، young و همکارانش یک غشاء دینامیکی مؤثر برای تصفیه فاضلاب نفتی توسعه دادند. نتایج نشان داد که نشست ذرات MnO_2 روی لایه دینامیکی کاتولین، تشکیل غشا دینامیکی مرکب دولایه ای می‌دهد که یک روش پوشاننده مؤثر است. غلظت بهینه محلول کاتولین و $KMnO_4$ باید به ترتیب 0/4 و 0/1 g/l باشد. نرخ حذف ۹۹ درصد به دست می‌آید.

میکروفیلتراسیون با استفاده از غشاء سرامیکی در تصفیه فاضلاب نفتی به ۹۲/۴ درصد حذف TOC منجر خواهد شد.

در سال ۲۰۱۱، Mittal و همکارانش یک غشا ترکیبی پلیمری سرامیکی آب دوست با هزینه کم از رس، کاتولین مقدار کمی مواد چسبنده برای تصفیه فاضلاب نفتی ارائه کردند. مشخص شده که فشار بیشتر و غلظت بالاتر اولیه نفت باعث کاهش بیشتر نفت می‌گردد. در فشار ۱۳۸ KPa و غلظت اولیه نفت ۲۰۰ mg/l نرخ کاهش نفت در ۴۱ دقیقه به ۹۳ درصد رسید. به دلیل

استفاده از مواد خام کم هزینه برای آماده سازی سرامیک، هزینه نهایی غشا ترکیبی بسیار کمتر از هزینه غشاهای تجاری موجود است [۱۴۴] و [۱۴۵]

در سال ۲۰۱۳، Salahi و همکارانش از غشا متخلخل نانو (NPM) با اندازه تخلخل ۱۰ nm جت تصفیه فاضلاب نفتی استفاده کردند. نتایج نشان داد که غشا متخلخل نانو برای تصفیه نفت از فاضلاب بسیار مؤثر است. جامدات معلق کل، جامدات محلول کل، میزان نفت و روغن، اکسیژن خواهی شیمیایی و بیولوژیکی به ترتیب، ۱۰۰، ۴۴/۴، ۹۹/۹، ۷۶/۹ و ۸۰/۳ درصد کاهش یافته‌اند. فاضلاب تصفیه شده از روش متخلخل نانو، کیفیت آب مورد نیاز برای تخلیه به محیط زیست و استفاده مجدد به عنوان آب کشاورزی را برآورده می‌کند.

در سال ۲۰۱۲، Sarfaraz و همکارانش از غشا نانو متخلخل به همراه پودر کربن فعال (NPM-PAC) برای تصفیه فاضلاب نفتی استفاده کردند. نتایج بیانگر این موضوع است که NPM به تنهایی در حذف TSS و COD و TOC مؤثر نیست. در روش NPM، حذف COD و TOC به ترتیب حدود ۶۲/۵ و ۷۵/۱ درصد است. اما مقدار بهینه PAC که منجر به تشکیل لایه با تخلخل بالا روی سطح غشا می‌شود، نرخ حذف COD و TOC به ترتیب تا ۷۸/۱ و ۹۰/۴ درصد افزایش داد. بنابراین سیستم غشایی ترکیبی NPM-PAC یک روش مؤثر به منظور افزایش راندمان حذف NPM است.

به طور کلی روش‌های غشایی در تصفیه فاضلاب نفتی مقبول تر می‌باشند. جدول ۲-۱۹ تصفیه فاضلاب نفتی به روش غشایی را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۱۹ - تصفیه فاضلاب نفتی به روش غشایی [۱۳۹]

Membrane separation technology type	Treatment effect
UF	Oil content is below 1 mg/L
Microfiltration	Oil removal is 97%
Dynamic membrane	Oil removal is 99%
Microfiltration	TOC removal is 92.4%
Microfiltration	Oil removal is 99%
Nano-porous membrane	COD removal is 76.9%
Nano-porous membrane-powdered activated carbon	TOC removal is 71.5%

۳-۲-۲ روش MBR

روش MBR (بیورآکتور غشائی) در میان روش های تصفیه فاضلاب، به خوبی تثبیت شده و توسعه و رواج یافته است. مطالعات در خصوص این روش، در زمینه مؤلفه های غشائی و تصفیه بیولوژیکی ادامه دارد. با وجود معایب این روش از جمله هزینه، مصرف انرژی، پاکسازی شیمیایی و احتیاجات جانبی، استفاده از این روش در حال رشد و افزایش است. نکات مهم و بحرانی که در طراحی MBR باید در نظر گرفته شوند و برای طراحان در آینده مهم خواهد بود، به طور خلاصه شامل موارد زیر است:

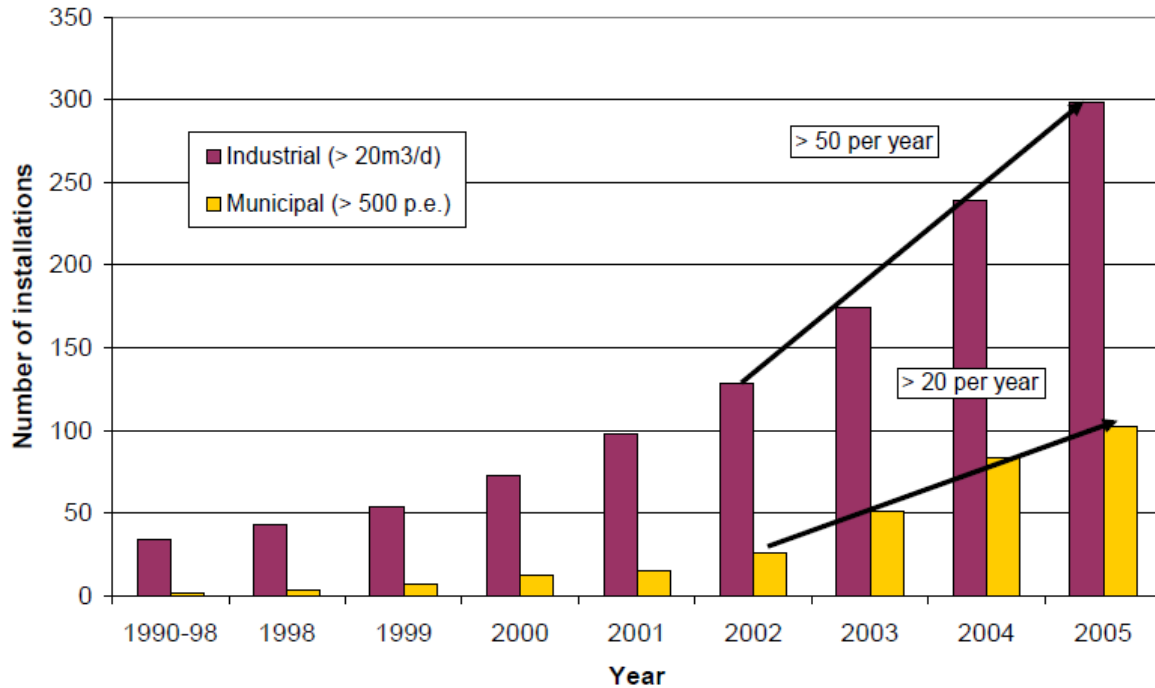
- تغییرات زیاد جریان فاضلاب نسبت به ناحیه غشاء
- ترکیبات فاضلاب و تخلیه غیر منتظره فاضلاب صنعتی
- طراحی و کنترل میکرو صافی ها به عنوان جزء ضروری تأسیسات پیش تصفیه
- طراحی بخش های بی هوازی و هوازی در سیستم بیولوژیکی
- پوشش غشاء و مخزن هوادهی جهت جلوگیری از آلودگی های اضافی توسط مواد ناخواسته
- حساسیت به تشکیل لایه کف و احداث سیستم حذف در مخزن هوادهی
- احتیاج به کنترل پیچیده

نگهداری منظم که از MBR صورت می گیرد، شامل غوطه وری غشاء در مواد شیمیایی برای مدت زمان چند دقیقه است. مواد معمولاً NaOCl و اسید سیتریک می باشند.

تحقیقات نشان داده است که پیش تصفیه مؤثر برای بهبود عملکرد غشاء، ضروری است. سیستم های حذف دانه و چربی و میکرو صافی ها عموماً برای این منظور به کار می روند. هرچند میکرو صافی ها، حساس ترین بخش نصب MBR هستند که مشکلات اجرایی زیادی از طریق گرفتگی صافی ایجاد می کنند.

موضوع مهم مورد توجه، پوشش مخزن غشائی است. نیاز به مواد پوششش دهنده به روش پاکسازی، مواد شیمیایی پاک کننده، غلظت مواد شیمیایی و تناوب پاکسازی بستگی دارد [۱۴۰] و [۱۴۳].

در مجموع انتظار می‌رود در سال‌های آینده، حداقل ۷۰ واحد جدید MBR در هر سال در اروپا ساخته شود، که از این تعداد ۵۰ واحد در بخش صنعتی و ۳۰ واحد در بخش شهری خواهد بود. به طور کلی تصفیه فاضلاب شهری و صنعتی شاهد روند رو به رشد سریع در استفاده از روش MBR هستند (شکل ۲-۲۱).



شکل ۲-۲۱- توسعه بازار روش MBR در بخش صنعتی و شهری در اروپا از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵ [۱۴۰]

۲-۲-۴ نانوتکنولوژی

جاذب‌های نانو، نانوفیلتراسیون، نانوکاتالیست‌ها، نانو بیواسیدها، نانوفیبرها و روش‌های ترکیبی شامل اکسیداسیون کاتالیستی با ذرات نانو روش‌هایی هستند که از توسعه تکنولوژی شکل گرفته‌اند. این روش‌ها در تصفیه فاضلاب به‌طور گسترده به کار می‌روند [۱۴۹].

مواد نانو و ذرات نانو روش‌های پیشرفته و مهم در تجزیه زیستی و گندزدایی فاضلاب هستند. به‌عنوان مثال مواد نانویی اکسید فلزات مانند TiO_2 ، از نانو کاتالیست‌های مؤثر است که نتایج موفقیت‌آمیزی برای فعالیت ضد میکروبی داشته است. فواید مهم

زیست محیطی نانو تکنولوژی، شامل استفاده مؤثر و اقتصادی از انرژی تجدید پذیر، انرژی کم موردنیاز و تولیدات زائدات کم، کنترل آلودگی با استفاده از سیستم‌های پیشرفته می‌باشند.

نانوکاتالیست‌ها به دلیل سطح ویژه بالایی که دارند دارای نرخ واکنش بالایی هستند. کاتالیست‌های پالادیم روی کلوئیدهای حامل فرومغناطیس در رآکتورهای مختلف آزمایش شده‌اند. استفاده از پالادیم روی حامل‌های با مقیاس نانو، منجر به فعالیت بالای کاتالیست می‌شود که از نظر اندازه چندین برابر بیشتر از رآکتورهای بستر ثابت معمول می‌باشد. حامل‌های فرومغناطیس به استفاده چندین مرتبه‌ای از کاتالیست کمک می‌کنند. TiO_2 نیز به دلیل فعالیت کاتالیستی بالا آن بک نانوکاتالیست پیشرفته است.

مزایای استفاده از نانوتکنولوژی در تصفیه فاضلاب:

- افزایش اثربخشی: آلاینده‌ها حتی در غلظت کم به‌طور مؤثرتری حذف می‌شوند.
- حذف آلاینده‌های جدید: آلاینده‌هایی که در گذشته غیرقابل حذف بودند بدین طریق حذف می‌شوند. این امر از طریق واکنش‌های جدید در مقیاس نانو به دست خواهد آمد که ناشی از افزایش اتم‌های سطحی است.
- سادگی: نانوتکنولوژی تعداد مراحل، مواد و انرژی موردنیاز برای تصفیه را کاهش داده اجرای روش را آسان‌تر و گسترده‌تر می‌سازد.
- کاهش هزینه: به‌منظور ترکیب با سایر روش‌ها و با انتقال به نانوتکنولوژی برای تصفیه فاضلاب، هزینه سرمایه گذاری اساسی لازم است، اما پس از آن هزینه‌های تصفیه در دراز مدت کمتر خواهد شد.

مواد نانو، خصوصیات مهم گوناگونی دارند که آن‌ها را به عنوان جداکننده‌ها در تصفیه فاضلاب بسیار جذاب می‌سازد. این مواد انتخاب پذیری/ظرفیت بالایی برای مواد سمی در حلال‌های آبی دارند. همچنین مواد نانو توانایی بی‌نظیری در توسعه کاتالیست‌های مؤثرتر در تصفیه فاضلاب مانند TiO_2 دارند. نانو تکنولوژی یک مؤلفه اساسی در سیستم‌های تصفیه فاضلاب شهری و صنعتی خواهد شد. پیشرفت‌های زیادی در نانو تکنولوژی در خصوص توسعه روش دوستدار محیط‌زیست و مؤثر در هزینه‌ها صورت خواهد گرفت [۱۵۰].

۲-۲-۵ روش EDI

اخیراً روش EDI توجهات زیادی در خصوص تصفیه فاضلاب به خود اختصاص داده است. هرچند به دلیل رسوب‌گذاری هیدروکسیدهای فلزی دو ظرفیتی در نتیجه واکنش یون‌های فلزی با یون‌های هیدروکسید EDI، روش EDI در تصفیه فاضلاب به‌طور عمده محدود شده است.

نتایج آزمایش‌ها حذف یون‌های CrO_4^{2-} به‌وسیله EDI نشان داد که EDI در ترکیب با تبادل یونی بهترین گزینه در حذف یون‌های CrO_4^{2-} تا حدود ۹۹/۸ درصد طی مدت ۱/۵ ساعت است. سیستم EDI با پوشش پلی‌الکترولیتی رزین و یا بدون پوشش در حذف Zn^{2+} مورد مطالعه قرار گرفت. پوشش رزین با پلی‌الکترولیت، باعث کاهش ۵۰ برابری یون‌های Zn^{2+} طی فرآیند EDI می‌شود.

یک جریان حاوی مقادیر کم یون‌های Zn^{2+} ، Cu^{2+} ، Cd^{2+} و Pb^{2+} توسط روش EDI تصفیه شده است. هنگامی که چگالی جریان 40 mA cm^{-2} طی مدت ۱۴۰۰ دقیقه به کار رفته است، رسانایی فاضلاب به دست آمده از 1000 micro s/cm به 10000 micro s/cm کاهش یافت.

Feng و همکارانش تأثیر غلظت اولیه فلز و ترکیب الکترولیت را بر حذف فلز که شامل یون‌های Zn^{2+} ، Cu^{2+} ، Cd^{2+} ، Ni^{2+} و Cr^{3+} است را توسط روش EDI مطالعه کردند. نتایج به دست آمده نشان داد که افزودن مقدار کمی Na_2SO_4 به محلول الکتروود، افزایش محدود ولتاژ به کار رفته و غلظت اولیه فلز، اثر احیا بهتری را ارائه می‌کند.

روش EDI برای تولید NaOH از فاضلاب مورد مطالعه قرار گرفت. روش EDI در بازیافت NaH به خصوص در ولتاژهای کم بسیار مؤثر بوده است. حداکثر NaOH بازیافت شده در روش EDI ۸۵ درصد است.

Elleuch از روش EDI برای تصفیه محلول اسید فسفریک حاوی یون‌های Mg^{2+} و Fe^{3+} و Zn^{2+} و Cd^{2+} استفاده کرد. پس از ۵ ساعت از شروع تصفیه نرخ‌های پاکسازی برای تمام عناصر نزدیک ۳۰ درصد بوده است.

همان‌طور که گفته شد، روش EDI محلول‌های متنوعی را در صنایع دارویی، غذایی و شیمیایی و بیوشیمیایی تصفیه می‌کند که دلیل آن توانایی روش EDI در حذف محدوده گسترده‌ای از آلاینده‌ها (یون‌ها، ذرات و مواد آلی) می‌باشد. مهم‌ترین پارامتر

تعیین کننده راندمان EDI، مقاومت جریان، سرعت جریان در رقیق کردن و تغلیظ اجزا، دما و TDS (در فاضلاب اولیه و تصفیه شده) هستند.

روند در سیستم EDI به صورت زیر است: هزینه پایین تر ترکیبات و اجراء پیچیدگی کمتر و قابلیت اطمینان بیشتر. هزینه اصلی نصب EDI به جایگزینی مدول های EDI، مصرف برق، تصفیه فاضلاب و کنترل آزمایشگاهی مربوط می شوند. این مخارج مستقیماً به خروجی سیستم و مقدار فاضلاب بستگی دارند.

روش EDI جایگزینی برای سیستم های تبادل یونی است. سیستم EDI موجب کنار گذاشتن روش تبادل یونی از بازار شده و حضور سیستم های EDI مرتباً در حال گسترش در بازار هستند. علاوه بر ثبات و کیفیت بالای به دست آمده از روش EDI، سازگاری با محیط زیست یکی دیگر از عوامل مهمی است که در موفقیت روش EDI نقش داشته است.

برخی از خصوصیات روش EDI به شرح زیر است:

- جایگزین مناسب و پیشرفته برای سیستم های تبادل یونی
- تصفیه فاضلاب به کمتر از ۰/۸ ppm
- حذف یونها بر اساس اختلاف بار الکتریکی میان کاتد و آند با مصرف انرژی کم
- یون زدایی پیوسته فاضلاب
- هزینه های کمتر به دلیل حذف مواد شیمیایی در احیا
- سازگاری بالا با محیط زیست و تأثیرات به جای مانده کم
- حذف TOC

۲-۲-۶ وتلند

اخیراً تخمین زده شده است که کشورهای در حال توسعه تا سال ۲۰۵۰ بدون آب خواهند شد. این موضوع منجر به یک چالش برای دانشمندان شده است که راه های جدیدی برای بازیافت آب بیابند. می توان از طریق اجرای روش های آسان و کم هزینه برای تصفیه آب، از کمبود آب جلوگیری کرد. در این خصوص راندمان و توانایی کارکرد وتلندها در تصفیه فاضلاب از دهه های

اخیر گزارش شده است. تحقیقات نشانگر این است که وتلندها قادر به تصفیه با راندمان بالا با در نظر گرفتن مواد آلی و غیر آلی مانند حذف پاتوژن ها هستند، در صورتی که به درستی مدیریت شده و به کار گرفته شوند.

با کنترل پیوسته سیستم وتلند، راندمان حذف کلیفرم کل و مواد آلی نزدیک به ۹۹/۹ درصد گزارش شده است و اختلافات در راندمان‌های حذف به دلیل نوع گیاه و ساختار های مختلف وتلند می‌باشد. مکانیزم اصلی که منجر به حذف آلاینده در وتلند می‌شود، فعالیت‌های میکروبی هستند. هرچند، گیاهان نیز نقش اساسی در حذف آلودگی از فاضلاب دارند. گیاهان، مواد مغذی را جذب کرده، در بافت گیاهی تجمع کرده و در نتیجه موجب افزایش توده زیستی گیاه می‌شود.

در سال ۲۰۰۹، Vymaza از سیستم وتلند با جریان زیر سطحی جهت تصفیه فاضلاب شهری، کشاورزی، صنعتی و نشت از لندفیل استفاده کرد. از ۴۰۰ وتلند ساخته شده در ۳۶ کشور، مشخص شد که در مجموع فاضلاب شهری بیشترین نرخ حذف آلودگی را داشته درحالی که کمترین نرخ حذف از نشت لندفیل به دست آمد. این مشاهدات پیشنهاد می‌کند که سیستم وتلند عمدتاً برای تصفیه فاضلاب شهری طراحی شده است. همچنین فاضلاب شهری به‌طور غالب حاوی مواد آلی ناپایدار است درحالی که نشت ناشی از لندفیل‌ها اغلب حاوی مواد آلی سرسخت است که به راحتی قابل تجزیه نیستند. سیستم‌های وتلند به نگهداری کم احتیاج دارند. نگهداری ضعیف منجر به عملکرد ضعیف به دلیلی مشکلاتی مانند گرفتگی لوله‌ها می‌شود. بنابراین کل سیستم باید به‌صورت منظم کنترل شود. از آنجاکه استفاده از تکنولوژی‌هایی که کمترین آثار را در اکوسیستم برجای خواهند گذاشت در حال گسترش هستند استفاده از وتلند‌ها در مقایسه با سایر روش‌های تصفیه فاضلاب این ویژگی را دارا است. علاوه بر دوستدار محیط‌زیست بودن، سیستم وتلند مزایای قابل توجه دیگری مانند راندمان بالای تصفیه را نیز دارد. آلاینده‌های موجود در فاضلاب در روش وتلند به میزان قابل‌قبولی کاهش می‌یابند. این سیستم‌ها ارزان بوده، نیاز به انرژی جزئی دارند و تجهیزات موردنیاز آن‌ها حداقل است. این روش باید ابتدا به‌طور کامل برقرار شود. منظور از برقراری کامل، توسعه و رشد گیاهان و بیوفیلم‌های مسئول برای تجزیه مواد آلی می‌باشد. پس از برقراری، وتلند ساخته شده توانایی بالایی نگهداری از خود دارد.

استفاده از روش وتلند به‌عنوان روش سبز شناخته می‌شود. این روش استفاده از مواد شیمیایی به کار رفته در سایر روش‌های تصفیه فاضلاب را حذف کرده و میزان دی‌اکسید کربن آزاد شده به اتمسفر را نیز حداقل می‌کند. دی‌اکسید کربن آزاد شده طی تجزیه مجدداً توسط گیاه در فرآیند فتوسنتز مصرف می‌شود.

بنابراین روش وتلند توانایی بالایی در تصفیه فاضلاب شهری و صنعتی دارد. هزینه طراحی، ساخت و اجزای بسیار کمتری در مقایسه با سایر روش‌های تصفیه فاضلاب دارد. این سیستم‌ها باید مورد بررسی بیشتری قرار گرفته و به‌عنوان یک گزینه مناسب در تصفیه فاضلاب شهری و صنعتی به کار گرفته شوند [۱۵۱].

۲-۲-۷ جذب سطحی

جذب سطحی به‌عنوان یک روش مؤثر و کم هزینه برای حذف آلاینده‌های آلی از فاضلاب به کار رفته و جریان تصفیه شده با کیفیت بالا تولید می‌کند. توجهات بسیاری در جهت حذف مؤثر و با راندمان بالای آلاینده‌های آلی به روش جذب سطحی صورت گرفته است. تحقیقات نشان می‌دهد که برای کاهش هزینه‌های تصفیه، کربن فعال یک گزینه مناسب برای تصفیه فاضلاب شهری، صنعتی و کشاورزی است. کربن فعال رایج‌ترین جاذب مورد استفاده برای تصفیه فاضلاب است. از آنجاکه کربن فعال، ناحیه سطحی بزرگ‌تری دارد، حداکثر میزان آلاینده را در مقایسه با سایر جاذب‌ها، حذف می‌کند. جاذب‌های دیگر شامل دی‌اکسید تیتانیوم (TiO_2)، chitson، مونت موریلونیت، خاکستر، بنتونیت، خاک اره، سیلیکا و رس هستند. پس از کربن، دی‌اکسید تیتانیوم و خاکستر رایج‌ترین جاذب‌ها می‌باشند.

در حال حاضر، رایج‌ترین و متداول‌ترین روش برای حذف مواد آلی از فاضلاب، جذب سطحی به کمک کربن فعال است.

MTBE (methyl tert-butyl ether) یک آلاینده آلی است که عمدتاً به‌عنوان یک مؤلفه در سوخت استفاده می‌شود. جذب سطحی MTBE توسط کربن فعال نشان داده است که مؤثرترین جاذب برای این آلاینده، کربن فعال است [۱۴۱].

ترکیب کربن فعال و تریولئین یک جاذب جدید است که از کربن فعال و غشاء احاطه کننده تریولئین ساخته شده است. این جاذب مرکب بسیار پایدار می‌باشد. راندمان حذف جاذب مرکب از جاذب کربن فعال به‌تنهایی بیشتر است.

پنج نوع کربن فعال تجاری موجود است (ROW0.8 SUPRA, PK 1-3, RB1, GCN1240, GAC1240) که برای حذف ترکیبات آلی از فاضلاب به کار می‌روند. از این میان بهترین جاذب، کربن فعال GAC1240 (granular activated carbon) است که راندمان حذف آن بالاتر از ۹۰ درصد می‌باشد. در جدول ۲-۲۰ راندمان حذف ترکیبات کلر از فاضلاب به کمک روش جذب سطحی ارائه شده است.

جدول ۲-۲۰-۲- راندمان حذف ترکیبات حاوی کلر از فاضلاب توسط روش جذب سطحی [۱۴۱]

Substance	Precentage of adsorption efficiency (%)
Dichloromethane	98.3
Trichloromethane	98.8
1,1,1- Trichloromethane	99.0
Carbon tetrachloride	99.0
1,2-Dichloroethane	82.8
Trichloroethylene	94.7
1,1,2- Trichloroethane	86.3
Tetrachloroethylene	91.6
1,1,1,2- Tetrachloroethane	87.3
Trans 1,4-dichloro-2-butene	94.2
1,2,4-Trichlorobenzene	99.2
1,2,3-Trichlorobenzene	90.5
Hexachloro-1,3-butadiene	99.4
Hexachlorobenzene	95.1

اخیراً از مواد نانوکربن (CNM) اساساً به شکل نانوتیوب کربن (CNT) و نانوفیبر کربن (CNF) به عنوان جاذب‌های جدید با عملکرد فوق العاده استفاده می‌شود. این جاذب‌های جدید، ناحیه سطحی ویژه بالا و نسبت ابعادی بالایی دارند. در نانوتیوب کربن، توانایی جذب یون فلزی، ۳ تا ۴ برابر بیشتر از کربن فعال دانه‌ای GAC و پودری است.

۸-۲-۲ نانوفیلتراسیون

نانوفیلتراسیون (NF) یک روش جداسازی غشائی بسیار پیشرفته برای تصفیه فاضلاب است که نرخ نفوذ بالایی دارد. نانوفیلتراسیون به دلیل فشار بهره‌برداری پایین و نرخ جریان بالا در مقایسه با اسمز معکوس، کم هزینه تر است. نانوفیلتراسیون‌ها توانایی کاهش جامدات محلول کل (TDS) و سختی، کاهش رنگ و بو و حذف یون‌های فلزات سنگین را دارند.

۹-۲-۲ انعقاد

توسعه منعقدکننده‌های پیش ترکیبی ساده مانند پلی آلومینیوم کلراید چندان کافی به نظر نمی‌رسد. بنابراین باید منعقدکننده‌های جدید و مؤثرتر استفاده شوند و یا افزودنی‌های مختلف به ساختار لخته سازهای پلیمری اضافه شوند. اولین بار در بیست سال

قبل، استفاده از سیلیکا به شکل پلی سیلیکات برای این منظور پیشنهاد شد. امروزه محدوده افزودنی‌ها بسیار گسترده شده است، شامل ترکیبات آلی از جمله پلی الکترولیت‌های غیر یونی، کاتیونی یا آنیونی که لخته سازهای مرکب جدید را تشکیل داده‌اند. به‌طور کلی امروزه تمایل در زمینه مواد منعقدکننده به سمت تولید مواد لخته ساز مرکب اصلاح شده است که بسیار پیچیده تر شده‌اند، اما در مقایسه با مواد معمولی مؤثرتر هستند.

در انتخاب مواد منعقدکننده دو موضوع مهم مورد توجه، راندمان بالا و اقتصادی بودن هستند. به‌طور کلی مواد افزودنی می‌توانند به دو گروه آلی و غیر آلی طبقه بندی شوند.

افزودنی‌های غیر آلی:

یک ماده افزودنی مناسب برای بهبود شرایط لخته سازی، پلیمر سیلیکا است. یون‌های فلزی درون محلول اسیدی پلیمر سیلیکا منجر به افزایش وزن مولکولی و بهبود عملکرد انعقاد می‌شوند. اخیراً تحقیقات بر یکی نمودن سیلیکا و محلول های فلزی پیش ترکیبی تمرکز دارند که بتوانند وزن مولکولی را از طریق کاربرد دو روش افزایش دهند.

افزودنی‌های آلی:

پلی الکترولیت‌های آلی، کلئیدهای آب دوستی هستند که گروه‌های خاصی را شامل می‌شوند که ممکن است قابل یونیزاسیون باشند. این مواد بر اساس منشأ به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند، طبیعی و پلیمرهای مصنوعی. پلیمرهای طبیعی (زیست بسپارها) مدت ها به‌عنوان لخته ساز استفاده شده‌اند. با وجودی که پلی الکترولیت‌های طبیعی دارای مزیت غیر سمی بودن هستند، اما استفاده از پلی الکترولیت‌های مصنوعی گسترده‌تر است. پلیمرهای مصنوعی به‌عنوان لخته ساز مؤثر هستند و همچنین نسبت به پلیمرهای ساخته شده از منابع طبیعی ارزان تر هستند.

پلیمرهای آلی معمولاً به‌عنوان ماده منعقد کننده اصلی به کار نمی‌روند. تنها در برخی موارد به خصوص، پلی الکترولیت‌های کاتیونی برای بی ثبات سازی کلئیدها به کار خواهند رفت. همچنین معمولاً در ترکیب با فلزات غیر آلی به کار می‌روند. استفاده اصلی پلیمرها به‌عنوان کمک منعقد کننده است که پلی الکترولیت‌های آنیونی یا غیر یونی پی از افزودن ماده منعقد کننده‌های نسل جدید در مقایسه با لخته سازی مرسوم و ساده پیش ترکیبی فواید زیادی دارند. یکی کردن افزودنی‌های مختلف آلی و غیر

آلی، منجر به افزایش وزن مولکولی و اندازه ذرات می‌شود. در مجموع عملکرد تصفیه بهتر، غلظت فلزات باقیمانده کمتر و محدوده مؤثر PH گسترده‌تر خواهد شد. همچنین ترکیب مواد منعقد کننده با پلی الکترولیت ها، فواید اقتصادی نیز دارد. با وجود مزایای گفته شده برای لخته سازهای جدید، تحقیقات برای بهینه سازی شرایط به خصوص هنگام ترکیب لخته سازها با افزودنی‌های آلی، ادامه دارد [۱۴۶].

۲-۲-۱۰ خلاصه مدیریتی

جدول ۲-۲۱ خلاصه ای از روش‌های مختلف تصفیه فاضلاب را همراه با توانایی هر روش در حذف آلودگی‌های فاضلاب نشان می‌دهد.

جدول ۲-۲۱- روش‌های استفاده شده در تصفیه فاضلاب و توانایی حذف آلاینده توسط این روش‌ها [۷۵]

	BOD	COD	TOC	Turbid.	Color	Coli	NH ₃ -N
Primary treatment	x	x	x	x	o		o
Activated sludge	+	+	+	+	x	+	+
Nitrification	+	+	+	+	x	+	+
Denitrification	o	o	o	o			x
Trickling filter	+	+	x	x	o	o	
Coag.-floc.-sed.	+	+	+	+	+	+	o
Filtration A/S	x	x	x	x	x		x
GAC adsorption	+	x	+	+	+	+	x
Ion exchange	x	x	o	o			+
Chlorination						+	+
Reverse osmosis	+	+	+	+	+		+
Ozone	o	+	x			+	

Symbols: o = 25 % removal of influent concentration, x = 25 - 50 %, + = > 50 %. Blank denotes no data

به‌طور کلی تصفیه‌های فیزیکی- شیمیایی، فواید زیادی از جمله فرآیند سریع، عملکرد و کنترل آسان، انعطاف‌پذیری به تغییر دما دارند. بر خلاف سیستم بیولوژیکی، تصفیه فیزیکی شیمیایی می‌تواند با جریان‌ات و بارهای ورودی متغیر مانند جریان‌ات فصلی و تخلیه پیچیده، سازگار شود. همچنین سیستم تصفیه به فضا و هزینه نصب کمتری نیاز دارد. هرچند مزایای آن‌ها از معایبی مانند هزینه‌های عملکرد بالا به دلیل استفاده از مواد شیمیایی، مصرف بالای انرژی و هزینه مدیریت دفع لجن، مهم‌تر هستند. با کاهش هزینه‌های مواد شیمیایی (مانند استفاده از جاذب‌های ارزان) و دفع لجن، تصفیه فیزیکی- شیمیایی به‌عنوان یکی از مناسب‌ترین روش‌های تصفیه برای جامدات غیر آلی شناخته شده است.

جدول ۲-۲۲ مزایا و معایب عمده روش‌های تصفیه فیزیکی - شیمیایی فلزات سنگین از فاضلاب را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۲۲- مزایا و معایب روش‌های تصفیه فیزیکی - شیمیایی فلزات سنگین از فاضلاب [۱۰۰]

روش تصفیه	مزایا	معایب
شیمیایی	هزینه سرمایه‌گذاری کم، بهره‌برداری آسان	تولید لجن، هزینه‌های اضافی برای دفع لجن
جذب سطحی با جاذب‌های جدید	هزینه کم، شرایط بهره‌برداری آسان، محدوده وسیع PH، توانایی جذب فلز بالا	انتخاب پذیری کم، تولید زایدات
غشایی	فضای کم، فشار کم، انتخاب پذیری بالا	هزینه اجرایی بالا ناشی از گرفتگی غشاء
الکترودیالیز	انتخاب پذیری بالا	هزینه اجرایی بالا ناشی از گرفتگی غشاء و مصرف انرژی
فتوکاتالیست	حذف همزمان فلزات و مواد آلی، محصولات جانبی کم خطر	مدت زمان طولانی، کاربرد محدود

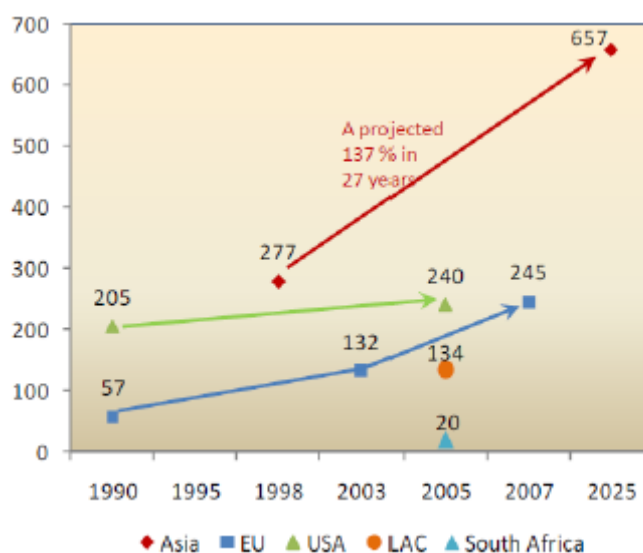
طی دو دهه اخیر، قوانین محیط‌زیستی سخت گیرتر شده‌اند. در سال‌های اخیر، محدوده وسیعی از روش‌های تصفیه مانند فتوکاتالیست، جذب سطحی، غشایی برای تصفیه فلزات سنگین از فاضلاب ارائه شده‌اند. از این میان رسوب‌گذاری با آهک به‌عنوان مؤثرترین روش رایج در تصفیه مواد غیر آلی با غلظت فلز بالاتر از 1000 mg/l شناخته شده است. فیلترهای غشایی و جاذب‌های جدید به‌طور گسترده مورد مطالعه و استفاده جهت تصفیه فاضلاب آلوده به فلزات سنگین هستند. فتوکاتالیست یک روش جدید و امیدبخش برای تصفیه می‌باشد.

با وجود آنکه روش‌های زیادی برای تصفیه فاضلاب حاوی فلزات سنگین می‌توان به کاربرد باید توجه کرد که انتخاب مناسب‌ترین روش تصفیه به پارامترهایی مانند PH، غلظت اولیه فلز، اثرات محیطی، اقتصاد شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری و اجرایی بستگی دارد [۱۴۸] و [۱۴۹].

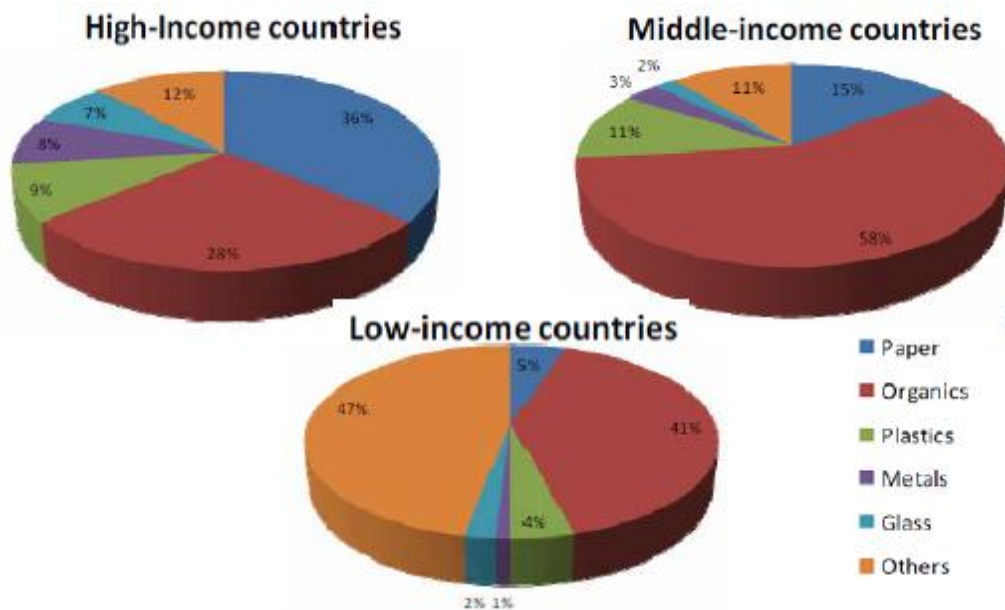
۳-۲ روند مربوط به فناوری‌های کاهش پسماند

۱-۳-۲ روند تولید زایدات

به‌طور جهانی در سال ۲۰۰۶، ۲/۵ تا ۴ میلیارد تن مواد زاید تولید شد. شکل شماره ۲-۲ روند تولید مواد زاید را طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۵ برای قاره‌های مختلف نشان می‌دهد که به خصوص در آسیا روند رو به رشد بسیار سریعی دارد. بطوریکه در مدت ۲۷ سال، ۱۳۷٪ افزایش داشته است. شکل شماره ۲-۲۳ زایدات را بر اساس اقتصاد کشورها طبقه بندی می‌نماید.



شکل ۲-۲۳- روند حجم مواد زاید در قاره‌های مختلف از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۵ [۱۵۲]



شکل ۲-۲۳- ترکیبات مواد زائد بر مبنای اقتصاد کشورهای مختلف [۱۵۲]

۲-۳-۲ روند باز چرخش مواد زائد

- کاهش زایدات از منبع ، اشاره به حداقل شدن مصرف انرژی و مواد شامل کاهش مصرف مواد خطرناک و سمی دارد.
- کاهش مواد / شدت انرژی در تولید و مصرف به‌طور گسترده و توسط بسیاری سازمان‌های بین‌المللی و دولت‌ها به‌عنوان روش ارجح شناخته شده است.
- وجود توان بازیافت عظیم ناشی از توسعه تکنولوژی و جذابیت‌های مالی می‌باشد.
- مواد اصلی بازیافت شده شامل پلاستیک ، کاغذ ، شیشه ، فلزات ، پارچه و غیره می‌شوند.
- تبدیل مواد زائد به انرژی سریعاً در حال افزایش است.
- میزان مواد بازیافتی از ۸ درصد در یونان تا ۶۲ درصد در اتریش تغییر می‌کند.
- بازیافت مواد در کشورهای توسعه یافته در ساختاری سازمان یافته انجام می‌گیرد ، درحالی‌که در کشورهای در حال توسعه ، این کار از طریق روش‌های غیر رسمی / غیر سازمان یافته انجام می‌شود [۱۵۴ و ۱۵۵ و ۱۵۶].

۲-۳-۳ روش Bioremediation

تجزیه زیستی یک فرآیند طبیعی است که طی آن میکروارگانیسم‌ها به‌طور ثابت یا با حرکت در آلاینده‌های محیط‌زیستی آن‌ها را به مواد بی‌ضرر تبدیل می‌کنند. تجزیه زیستی یک روش تجزیه مهم برای خاک و همچنین آب زیر زمینی است زیرا:

- فرآیندهای بیولوژیکی طبیعی را کنترل می‌کند.
 - آلاینده‌ها را به‌جای انتقال از یک محیط به محیط دیگر، تثبیت یا تخریب می‌کند.
 - از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. زیرا تعداد دفعات پاکسازی را کوتاه کرده و هزینه سرمایه‌گذاری کمتری نسبت به سایر روش‌های تجزیه دارد.
- روش تصفیه زیستی مورد قبول صنایع می‌باشد، زیرا با محیط طبیعی سازگاری دارد. تجزیه زیستی به‌طور گسترده برای بر طرف کردن آلودگی خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- نمونه‌های بسیاری برای استفاده از روش تجزیه زیستی در برابر آلاینده‌های مختلف وجود دارد. امروزه، ۴ روش زیستی عمده برای تصفیه خاک عبارت‌اند از:

(۱) تحریک فعالیت میکروارگانیسم‌های بومی از طریق افزودن مواد مغذی، تنظیم شرایط اکسایش کاهش، بهینه کردن PH

(۲) شکوفا کردن محل توسط میکروارگانیسم‌ها با توانایی‌های انتقال زیستی ویژه

(۳) استفاده از آنزیم‌های ثابت

(۴) استفاده از گیاهان (Phytoremediation) جهت حذف کردن یا انتقال آلاینده‌ها

روش‌های به خصوص استفاده شده در تجزیه زیستی خاک آلوده شامل land farming، کمپوست، تجزیه زیستی طبیعی و بیوراکتور محلول آبی می‌باشد.

در بسیاری از موارد، خاک آلوده قبل از ورود به راکتور، پیش تصفیه می‌شود. طبقه بندی و جز به جز کردن خاک باعث کاهش هزینه اختلاط، کاهش حجم کل خاک و افزایش نرخ تجزیه زیستی می‌شود. گاهی تصفیه‌های اضافی مانند افزودن هیدروکسید سدیم و کلرید سدیم به خاک و پخش کردن دانه‌های رس برای گیر انداختن آلاینده‌ها، به کار می‌روند. به‌طور کلی بیوراکتور

دوغاب هزینه بیشتری از سیستم‌های در محل دارد. که علت آن درجه بالای کارهای مهندسی است. با این وجود نرخ تجزیه زیستی ترکیبات مشابه در بیوراکتور دوغاب در مقایسه با روش‌های در محل بسیار سریع‌تر می‌باشد [۱۵۳] و [۱۵۴].

فهرست مراجع

[1] Jose D. Figueroa, Timothy Fout, Sean Plasynski, Howard McIlvried, Advances in CO₂ capture technology—The U.S. Department of Energy's Carbon Sequestration Program, international journal of greenhouse gas control, 2008

[2] Mohamed Kanniche a, René Gros-Bonnivard a, Philippe Jaud, Jose Valle-Marcos a, Jean-Marc Amann, Pre-combustion, post-combustion and oxy-combustion in thermal power plant For CO₂ capture, Applied Thermal Engineering, 30 (2010) 53–62

[۳] سعید نظری ، فرهاد مقدم ، "پروژه فاز صفر شناخت و امکان‌سنجی استفاده از تکنولوژی غشایی جهت جداسازی گاز خروجی از دودکش نیروگاه" ، مجری گروه محیط‌زیست پژوهشگاه نیرو

[4] Mohamed Kanniche a, René Gros-Bonnivard a, Philippe Jaud, Jose Valle-Marcos a, Jean-Marc Amann, Pre-combustion, post-combustion and oxy-combustion in thermal power plant ,For CO₂ capture, Applied Thermal Engineering, 30 (2010) 53–62

[5] www.algenolbiofuels.com

[6] www.solazyme.com

[7] Lora Toy, Atish Kataria, Paige Presler-Jur, and Raghubir Gupta, CO₂ Capture Membrane Process for Power Plant Flue Gas, Annual NETL CO₂ Capture Technology for Existing Plants R&D Meeting, 2009

[8] S.C.A. Kluiters, Status review on membrane systems for hydrogen separation, Intermediate report EU project MIGREYD NNE5-2001-670

[9] Richard W. Baker, Membrane Technology and Applications, John Wiley & Sons, Ltd., 2004

[10] Anil K. Pabby, Syed S. H. Rizvi, Ana Maria Sastre, Handbook of Membrane Separations Chemical, Pharmaceutical, Food, and Biotechnological Applications. CRC, 2008

[11] A. Brunettia, F. Scuraa, G. Barbieria, E. Drioli, Membrane technologies for CO₂ separation, Journal of Membrane Science, 2009

[12] E. Drioli, A. Criscuoli, E. Curcio, Membrane contactors: Fundamentals, Applications and Potentialities. Membrane Science and Technology ,Series, 11, ELSEVIER, 2006.

[۱۳] الهام گروهی ، پیمان پورمقدم ، امیر سهرابی کاشانی ، سوسن داوری، " جداسازی CO2 از گازهای خروجی دودکش نیروگاه‌ها توسط تماس دهنده غشائی "، بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق

[14] Kim, Y. Y. ; Absorption of carbon dioxide through hollow fiber Separation and Purification Technology ,109-101,21, 2009.

[15] Y. Gong, Z. Wang, S. Wang, Experiments and simulation of CO2 removal by mixed amines in a hollow fiber membrane module, Chemical Engineering and Processing 45 (2006) 652–660.

[16] Gil J. Francisco, Separation of Carbon Dioxide from Nitrogen Using Poly (vinyl alcohol)-Amine Blend Membranes, PhD thesis, university of waterloo, 2006

[17] Yuri Yampolskii, Ingo Pinnau, Benny Freeman, Materials Science of Membranes, For Gas and Vapor Separation, John Wiley & Sons Ltd, 2006

[18] Colin A.Scholes, Sandra E.Kentish, Geoff W. Stevens, Carbon Dioxide separation through polymeric systems for flue gas application. Recent patent on Chemical engineering, 2008

[19] Richard W. Baker, Membrane Technology and Applications, John Wiley & Sons, Ltd., 2004

[20] R.E.Kesting, Polymeric Gas Separation Membrane, John Wiley & Sons, 1994

[21] M.H. Klopffer, B. Flaconnèche, Transport Properties of Gases in Polymers, Oil & Gas Science and Technology – Rev IFP, Vol. 56 (2001), No. 3

[22] <http://theconversation.com/chemical-looping-a-carbon-capture-technology-for-the-future-12435>

[23] Lyngfelt A and Leckner B (1999) Technologies for CO2 separation. In: Minisymposium on CO2 capture and storage, Chalmers University of Technology and Göteborgs University, Göteborg, pp 25-35. Available at

<http://www.entek.chalmers.se/~anly/co2/co2.htm>

[24] Tobias Mattison and Anders Lyngfelt, Capture of CO2 using chemical-looping combustion, department of Energy Conversion, Chalmers University of Technology, S-41296 Goteborg, Sweden

- [25] Lyngfelt A, Leckner B and Mattisson T (2001) A fluidized-bed combustion process with inherent CO₂ separation - application of chemical-looping combustion. Chem. Eng. Sci., in press.
- [26] <http://www.world-nuclear.org/info/energy-and-environment>
- [27] Jack C. Pashin, Richard H. Groshong, Richard E. Carroll, Enhanced coalbed methane recovery through sequestration of carbon dioxide: potential for a market-based environmental solution in the black warrior basin of Alabama
- [28] BP America, 2005. CO₂ Capture Project Technical Report DEFC26- 01NT41145. National Energy Technology Laboratory.
- [29] Socolow, R., "Fuels De Carbonization and Carbon Sequestration", Report of a work shop, Report 302, Princeton university, Center of Energy and Environmental Studies, September (1997).
- [30] Chakma, A., Tontiwahwuthikul, P., "Designer Solvent for Energy Efficient CO₂ Separation From Flue Gas Streams", 4th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Interlaken, Switzerland, August, (1998).
- [31] Veawab, A., Aroonwilas, A., Chakma, A., "Solvent Formulation For CO₂ Separation from Flue Gas Streams", Faculty of Engineering University of Regina, (1991).
- [32] Condorelli, P., Smelser, S., Mcclary, G., "Engineering and Economic Evaluation of CO₂ Removal from Fossil -Fuel- fired Power Plant", Vol2: Coal Gasification Combined. Electric Power Research Institute, Report # IE-7365, (1991).
- [33] Kohl, A.L, Nielsen, R.B, "Gas Purification, 5th Edition, Gulf Publication,(1997)
- [34] Reimer, P.W., William, G.O., "International Perspectives and the Results of Carbon Dioxide Capture Disposal and Utilization Studies", Energy Conservation Management, 36,813:818, (1995).
- [35] Siriwar Dane, R., Shen, M., Fisher, E., Poston, J., "Adsorption and Desorption of CO₂ on Solid Adsorbents", U.S. Department of Energy, No.wv 26507-0880, 1992.
- [36] David de Montigny, Post-Combustion Capture, IEA Greenhouse Gas Summer School, university of Regina, 2008

- [37] Kohlmann, J., Zevenhoven, R., B.Mukher Jee, A., "Carbon Dioxide Emission Control By Mineral Carbonation", 6th European Conference on Industrial furnaces and boiler, Lisbon, Portugal, April 2-5, 2002.
- [38] Richard W. Baker, Future Directions of Membrane Gas Separation Technology, American Chemical Society, 2002
- [39] L.M. Robeson, Correlation of Separation Factor versus Permeability for Polymeric Membranes, J. Membr. Sci. 62, 165 (1991).
- [40] Guidance document on control techniques for emissions of sulphur, NO_x, VOCs, dust (including PM₁₀, PM_{2.5} and black carbon) from stationary sources Prepared by the Expert Group on Techno-Economic Issues
- [41] Microbial removal of nitrogen oxides from flue gas: The BioDeNO_x-process ,Raji Kumaraswamy, Gijs Kuenen, Mark van Loosdrecht, Gerard Muyzer, Delft University of Technology, Department of Biotechnology, Environmental Biotechnology group, April 2001 – April 2005
- [42] <http://aem.asm.org/>
- [43] U.S. Environmental Protection Agency. Federal Implementation Plans to Reduce Interstate Transport of Fine Particulate Matter and Ozone, Page 45213. Federal Register / Vol. 75, No. 147 / Monday, August 2, 2010.
- [44] Control Technologies to Reduce Conventional and Hazardous Air Pollutants from Coal-Fired Power Plants ,By James E. Staudt, M.J. Bradley, March 31, 2011
- [45] M.J.Moore, " NO_x Emission Control in Gas Turbines for Combined Cycle Gas Turbine Plant", IMechE, Vol 211, 1997
- [46] EPA, " Nitrogen Oxides(NO_x), why and how they are controlled", Technical Bulletin 456/F-99-006R, 1999

[۴۷] سوسن داوری ، الهام گروهی ، "ارزیابی و انتخاب سیستم‌های متعارف و هیبریدی کاهش NO_x در توربین‌های گازی و

بوiler"

- [48] EPA, “ Alternative Control Techniques Document-NO_x Emissions from Stationary Gas Turbines”, 453/R-93-007, 1993
- [49] Air Pollution Control Equipment Selection Guide Book, by Kenneth C. schiffner
- [50] Wallin, S.C. (1986): Abatement systems for SO_x, NO_x, and Particles – Technical Options. – The Environmentalist 6, 111-124.
- [51] Nitrogen Oxides (NO_x), Why and How They Are Controlled , Prepared by Clean Air Technology Center (MD-12) Information Transfer and Program Integration Division Office of Air Quality Planning and Standards U.S. Environmental Protection Agency Research Triangle, EPA-456/F-99-006R , November 1999
- [52] HANDBOOK OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING, Advanced Air and Noise Pollution Control, Edited by Lawrence K. Wang
- [53] ELECTRIC FIELD CONTROL OF NO_x FORMATION IN THE FLAME CHANNEL FLOWS, Global Nest: the Int. J. Vol 2, No 1, pp 99-108, 2000 M. ZAKE, D. TURLAJS, M. PURMALS
- [54] Lawton, J. and Weinberg, F.J. (1969), Electrical Aspects of Combustion, Clarendon Press, Oxford.
- [55] Payne, K.G. and Weinberg, F.J. (1959), A preliminary investigation of field-induced ion movement in flame gases and its applications, In: Proceedings of the Royal Society A, 250, 316-336.
- [56] U.S. EPA BACT/Lowest Achievable Emission Rate Clearinghouse (U.S. EPA 1985) and updates CARB BACT Clearinghouse database and CARB BACT Guidelines for Power Plants (Adopted 7/22/99)
- [57] The Clean Coal Centre, “ Air Pollution Control Costs for Coal- fired Power stations”, www.iea-coal.org.uk
- [58] V. Albanese, J. Boyle, W. Sun, R. Abrams, “Hybridization of Urea-SNCR with SCR A Fit for the Future”, ICAC’s Clean Air Technologies & Strategies Conference, Baltimore, 2005

- [59] American Society for Testing and Materials, Recommended Practice for Laboratory Measurement of Airborne Sound Transmission Loss of Buildings Partitions; ASTM E90-04 (2004), American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- [60] World Bank, Coal Cleaning, World Bank, Washington, DC, 2002; available at world bank.org/html/fpd/em/power/EA/mitigation/aqsocc.stm.
- [61] Ohlström, M., J. Jokiniemi, J. Hokkinen, P. Makkonen, and J. Tissari (2006): Combating particulate emissions in energy generation and industry. Views and conclusions of the FINE Particles -Technology, Environment and Health Technology Programme, VTT Technical Research Centre of Finland.
- [62] US EPA: EPA-CICA Air Pollution Technology Fact Sheet "Wet Electrostatic Precipitator (ESP) - Wire-Pipe Type".
- [63] US EPA: EPA-CICA Air Pollution Technology Fact Sheet "Dry Electrostatic Precipitator (ESP) - Wire-Plate Type".
- [64] Nussbaumer, T. & Lauber, A. - Formation mechanisms and physical properties of particles from wood combustion for design and operation of electrostatic precipitators - 18th European Biomass Conference and Exhibition, Lyon, 3–7 May 2010, OA11.3, ETA-Florence 2010
- [65] EGTEI - Expert sub-group on Emerging Technologies/Techniques on Large Combustion Plants >500 MWth up to 2030 – 2008.
- [66] Nussbaumer, T. - Overview on Technologies for Biomass Combustion and Emission levels of Particulate Matter, prepared for the Swiss Federal Office for the Environment and EGTEI, 2010
- [67] US EPA: EPA-CICA Air Pollution Technology Fact Sheet "Fabric Filter, Pulse-Jet Cleaned Type".
- [68] US EPA: EPA-CICA Air Pollution Technology Fact Sheet "Fabric Filter, Mechanical Shaker Cleaned Type".
- [69] US EPA: EPA-CICA Air Pollution Technology Fact Sheet "Cyclones".
- [70] M. D. LaGrega, P. L. Buckingham, and J. C. Evans, Hazardous Waste Management, McGraw-Hill, New York, 2001.

[71] Advanced Emissions Control Technologies for Coal-Fired Power Plants, A.L. Moretti, C.S. Jones, Babcock & Wilcox Power Generation Group, Inc. Barberton, Ohio, USA

[72] Adsorption With Activated Carbon Economical removal of malodorous and toxic organics, By Isaac Ray, Manager, and Boris Altshuer, Senior Process Engineer Croll Reynolds Clean Air Technologies, Westfield, N.J.

[73] Michael H. Gerardi, "troubleshooting the sequencing batch reactor", wastewater microbiology series

[۷۴] ابراهیمی. سیروس ، کی نژاد. محمد علی ، "کتاب مهندسی محیط زیست ، تصفیه آب و فاضلاب ، جلد اول" ، انتشارات دانشگاه صنعتی سهند، ۱۳۸۲

[75] Tchobanaglus, G., Burton, F., and Stensel, D. "Wastewater engineering treatment, disposal reuse, 3rd Ed., McGraw-Hill, Metcl and Eddy International Edition Engineering Series", 1991

[۷۶] متکف ، " مهندسی فاضلاب ، تصفیه ، دفع ، استفاده مجدد"

[77] Crites, R.W., "Design criteria and practice for constructed wetlands." Water Science and Technology, 1994

[78] Vymazal J. The use constructed wetlands with horizontal sub-surface flow for various types of wastewater. Ecological Engineering 2009; 35(1), pp. 1-17

[79] Yosefi Z. Comparison of natural wastewater treatment system and conventional wastewater treatment system. Proceedings of the 1st Conference of Wetland in Kermanshah; 2009 Nov 18-19; Kermanshah, Iran; 2009.

[۸۰] ترکیان. ایوب ، عظیمی قالیباف. احسان ، "تصفیه فاضلاب‌های صنعتی" ، شرکت شهرک‌های صنعتی تهران، ۱۳۸۰

[81] Sebastián Delgado, Rafael Villarroel, Enrique González and Miriam Morales (2011). Aerobic Membrane Bioreactor for Wastewater Treatment – Performance Under Substrate-Limited Conditions, Biomass -Detection, Production and Usage, Dr. Darko Matovic (Ed.), ISBN: 978-953-307-492-4, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/biomass-detection-production-and-usage/aerobic-membrane-bioreactor-forwastewater-treatment-performance-under-substrate-limited-condition>

- [82] H. El Karamany, STUDY FOR INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT USING SOME COAGULANTS, Fourteenth International Water Technology Conference, IWTC 14 2010, Cairo, Egypt
- [83] Burke. J, Director of engineering services Houghton International, Advanced wastewater treatment technology, Mechanical vapor recompression and membrane polishing for 10th annual chemical management services workshop, California
- [84] Management of Water Discharges: Design and Operations of Oil-Water Separators (1st Edition Ed.). American Petroleum Institute. February 1990.
- [85] <http://api.org/>
- [86] NG Wun Jern, “industrial wastewater treatment”, Nationa University of singapore, imperial college press
- [87] <http://www.dafcorp.com>
- [88] A. Igarashi., “Catalytic reaction engineering for environmentally benign chemical processesStudies in Surface Science and Catalysis”, pp. 67-72, 2006
- [89] Shinichi Inoue, Akihiro Muto, Yukitaka Wada, Takeo Ono, “New generation of titania catalyst prepared by the multi gelation method for ultra deep hydrodesulphurization”
- [90] “U.S.EPA2004 Nanotechnology, Progress rivew workshop”, Nanotechnology and the Environment II, Auust 18-20, 2004, Philadelphia, PA
- [91] W. Liu., “Catalyst technology development from macro-, micro- down to nano scaleChina Particuology”, pp.383-394, 2005
- [92] Li Yu , Mei Han , Fang He, “A review of treating oily wastewater”, Arabian Journal of Chemistry, July 2013
- [93] <http://www.wabag.com>
- [94] Horne, J, Byous. E, Gates. B, Pearson. M, “Solar energy for water and wastewater utilities: step by step project implementation and funding approaches”, US EPA, 11th October 2012

[95] Fernando Valero, Angel Barceló and Ramón Arbós Aigues Ter Llobregat (ATLL). Spain, Electrodialysis Technology. Theory and Applications, (2011), Applications, Desalination, Trends and Technologies, Michael Schorr (Ed.), ISBN: 978-953-307-311-8

[۹۶] مردان. سعید ، توفیقی. همایون ، احمدی‌زاد. سامان ، "حذف فلزات سنگین از فاضلاب‌های صنعتی"

[97] APPLICATION OF ION EXCHANGE PROCESSES FOR THE TREATMENT OF RADIOACTIVE WASTE AND MANAGEMENT OF SPENT ION EXCHANGERS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY VIENNA, 2002, TECHNICAL REPORTS SERIES No. 408

[98] Giessen. A, Erwee. H, Wilson. R, Botha. M, Fourie. S, "Experience with crystallization as sustainable, zero waste technology for treatment of wastewater", International mine water conference, 19-23 october 2009

[99] Wastewater treatment by freeze crystallization, Université Claude Bernard, France, Lyon 1 – UMR CNRS 5007 – ESCPE Lyon

[100] M.A. barakat, "New trends in removing heavy metals from industrial wastewater", Arabian Journal of Chemistry (2011) 4, 361–377

[101] Krzystek. L, Slezak. R, Zieleniewska-Jastrzebska. A, Ledakowicz. S, "Kinetic approach and balancing of aerobic stabilization of solid wastes in lysimeters", polish journal of chemical technology, 2008, pp. 11-14

[102] <http://www.epa.gov>

[۱۰۳] محسنی غریب‌دوستی، نرگس . "استحصال گاز متان از محل دفن زباله" ، انتشارات آوای قلم ، ۱۳۹۰

[104] Mondal. S, Ranil Wickramasinghe. S, "Produced water treatment by nanofiltration and reverse osmosis membrane", J.Membr, Sci.322, 2008, pp. 162-170

[105] Amro. M, "Treatment techniques of oil contaminated soil and water aquifers", international conference on water resources and arid environment, 2004

[106] Hotta. Y, Tomita. M, Kozuka. E, Ohtsuka. H, Miyachi. N, Nomura. T, Kimura. H, Takagi. Y, "R & D on oil contaminated soil treatment system", oil contaminated soil treatment group, petroleum energy center, 2000

[107] Wait, S.T., Thomas, D., 2003. The Characterization of Base Oil Recovered From the Low Temperature Thermal Desorption of Drill Cuttings, SPE/EPA Exploration and Production Environmental Conference, Mar 10–12, San Antonio, TX, pp. 151–158

[108] Chu, W., Chan, K.H., “The mechanism of the surfactant-aided soil washing system for hydrophobic and partial hydrophobic organics”. Science of the Total Environment 307(1–3), pp. 83–92, 2003

[109] FRTR, 1999a. , Soil washing. Federal Remediation Technologies Roundtable. USEPA, 401 M Street, S.W. Washington, DC, http://www.frtr.gov/matrix2/section4/4_21.html

[110] Barnes, D.L., 2003. Estimation of operation time for soil vapor extraction systems. Journal of Environmental Engineering 129(9), pp. 873–878

[۱۱۱] عبدلی، محمد علی؛ صدیقیان، سیاوش؛ امیری، لیلا. " خاکچال مهندسی پسماند، اصول مهندسی، فناوری، راهبردی مراقبت‌های بعد از دفن ". انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۲

[112] Shams, K , Beiggy, M.R , " Platinum recovery from a spent industrial dehydrogenation catalyst using cyanide leaching followed by ion exchange ", Applied Catalysis A : General, 2004, PP. 227-234

[113] E. David, “extraction of valuable metals from amorphous solid wastes”, journal of achievements in materials and manufacturing engineering, volume 25, November 2007, pp.15-18

[114] U.U. Jadhav, H. Hocheng, “ a review of recovery of metals from industrial waste”, journal of achievements in materials and manufacturing engineering, volume 54, October 2012, pp. 159-167

[115] Silva L. J., Bray L. A., “Catalyzed electrochemical dissolution for spent catalyst recovery”, Industrial and engineering chemistry research, Vol. 32, 1993, pp. 2485-2489

[۱۱۶] عبدلی، محمد علی. "بازیافت مواد زائد جامد شهری". انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۷

[117] <https://www.iea.org>

[118] YASUSHI OZAWA, KUNIKO URASHIMA, “Recent Development Trends in Catalyst Technologies for Reducing Nitrogen Oxides Emissions”, quarterly review n.19/april 2006, pp. 63-76

- [119] Javed TM, Irfan N, Gibbs BM. “Control of combustion-generated nitrogen oxides by selective non-catalytic reduction. (Review)”. J Environ Manage 2007; 83:251–89.
- [120] Mok YS, Yoon EY. “Effect of ozone injection on catalytic reduction of nitrogen oxide”. Ozone Sci Eng 2006; 28:105–10.
- [121] Muzio LJ, Quartucy GC. “Implementing NOx control: research to application”. Prog Energ Combust 1997; 23:233–66
- [122] Kinga Skalska, Jacek S. Miller, Stanislaw Ledakowic, “Trends in NOx abatement: A review”, Science of the Total Environment 408 (2010), PP.3976–3989
- [123] Brüggemann TC, Keil FJ. “Theoretical investigation of the mechanism of the selective catalytic reduction of nitric oxide with ammonia on H-form zeolites”, J Phys Chem C 2008;112:17378–87.
- [124] Gomez-Garcia MA, Pitchon V, Kiennemann “A. Pollution by nitrogen oxides: an approach to NOx abatement by using sorbing catalytic materials”. Environ Int 2005
- [125] Ballester JM, Dopazo C, Fueyo N, Hernández M, Vidal PJ. “Investigation of low-NOx strategies for natural gas combustion. Fuel”, 1997;76(5):435–46.
- [126] National Energy Technology Laboratory. IEP—advanced NOx emissions control, NOx reduction technologies.
- [127] <http://www.eia.gov/forecasts/aeo>
- [128] D.G. Streets, S.T. Waldho, “Present and future emissions of air pollutants in China: SO2, NOx , and CO”, Atmospheric Environment 34 (2000) 363-374
- [129] <http://www.epd.gov.hk>
- [130] Pbl Netherlands environmental assement agency, TRENDS IN GLOBAL CO2 EMISSIONS: 2013 Report
- [131] Monoj Kumar Mondal, Hemant Kumar Balsora, Prachi Varshney, “Progress and trends in CO2 capture/separation technologies: A review”, Energy 46 (2012) 431e441
- [132] A.L. Moretti , C.S. Jones, “Advanced Emissions Control Technologies for Coal-Fired Power Plants” , Presented at: Power-Gen Asia Bangkok, Thailand October 3-5, 2012

[133] Manuela Rallo & M. Antonia Lopez-Anton & M. Luisa Contreras & M. Mercedes Maroto-Valer, “Mercury policy and regulations for coal-fired power plants”. Environ Sci Pollut Res (2012), 19:1084–1096

[134] Praveen Amar, “MERCURY EMISSIONS FROM COAL -FIRED POWER PLANTS, the case for regulatory action”, October 2003

[135] NRDC (National Resources Defense Council), “Evaluating Mercury Control Technologies for Coal Power Plants” , January 2011

[136] Larry Gray, “Review of Control Technologies for Mercury Emissions from Coal-Fired Power Plants”, October 24, 2013

[137] Yu Zhao, Shuxiao Wang, Lei Duan, Yu Lei, Pengfei Cao, Jiming Hao, “Primary air pollutant emissions of coal-fired power plants in China: Current status and future prediction”, Atmospheric Environment 42 (2008) 8442–8452

[138] <http://www.aquatech.com/press-releases/pollution-engineering-industrial-wastewater-treatment-technology-trends/>

[139] Li Yu , Mei Han , Fang He, “A review of treating oily wastewater”, Arabian Journal of Chemistry, July 2013

[140] B. Lesjean and E.H. Huisjes, “Survey of European MBR market, trends and perspectives”, IWA 4th International Membrane Technologies Conference, 15 - 17 May 2007, Harrogate, UK

[141] Pavonia B., D. Drusiana, A. Giacomettia, M. Zanetteb. “Assessment of organic chlorinated Compound removal from aqueous matrices by adsorption on activated carbon”. Water Research 2006,40, 3571 – 3579

[142] <http://www.academia.edu>

[143] B. Lesjean and E.H. Huisjes, “Survey of European MBR market, trends and perspectives”, IWA 4th International Membrane Technologies Conference, 15 - 17 May 2007, Harrogate, UK

[144] Dr. Haruki watanabe, japan sewage works agency, “new trends of advanced wastewater treatment (membrane)

[145] www.kochmembrane.com

[146] N. D. TZOUPANOS AND A. I. ZOUBOULIS, “COAGULATION-FLOCCULATION PROCESSES IN WATER/WASTEWATER TREATMENT: THE APPLICATION OF NEW GENERATION OF CHEMICAL REAGENTS”, 6th IASME/WSEAS International Conference on HEAT TRANSFER, THERMAL ENGINEERING and ENVIRONMENT (HTE'08) ,Rhodes, Greece, August 20-22, 2008

[147] Rod Reardon, Jan Davel, Darren Baune, Steve McDonald, Ron Appleton, and Robert Gillette, “Wastewater Treatment Plants of the Future: Current Trends Shape Future Plans”, Florida Water Resources Journal, January 2013

[148] Svetlana Lyubchik, “New Trends for Purification of Industrial Contaminated Water”, New University of Lisbon, C3P AND NASA TECHNICAL WORKSHOP

[149] <http://www.uswaterservices.com>

[150] Vikas Sharma, Akhilesh Sharma, “Nanotechnology : An Emerging Future Trend in Wastewater Treatment with its Innovative Products and Processes”, international journal of enhanced research in science technology and engineering, November 2012, NO: 2319-7463

[151] Mthembu MS^{1,2*}, Odinga CA¹, Swalaha FM¹ and Bux F¹, “ Constructed wetlands: A future alternative wastewater treatment technology”, African Journal of Biotechnology , July 2013

[152] Surya Prakash CHANDAK, “Trends in Solid Waste Management: Issues, Challenges and Opportunities International Consultative Meeting on Expanding Waste Management Services in Developing Countries”, 18-19 March 2010, Tokyo, Japan

[153] P.K. Thassitou and I.S. Arvanitoyannis, “Bioremediation: a novel approach to food waste management”, Department of Agriculture Crop and Animal Production, School of Technological Sciences, University of Thessaly, Trends in Food Science & Technology 12 (2001) 185–196

[154] Antonis Mavropoulos The future of waste management on an overcrowded planet, <http://www.waste-management-world.com>

[155] David Hall, “Waste management in Europe: framework, trends and issues”, Public Services International Research Unit (PSIRU), February 2010, www.psiru.org

[156] The New Normal in Solid Waste Management, <http://www.stormh2o.com>



۲۴۲

سند راهبردی و نقشه راه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران

ویرایش اول، مهر ۱۳۹۳

فاز ۲: هوشمندی فناوری

فهرست مطالب

۲	۱- فصل اول: تدوین چشم انداز
۲	۱-۱- متدولوژی
۸	۲-۱- مطالعات تطبیقی
۹	۱-۲-۱- مطالعه تطبیقی اثرات زیست‌محیطی نیروگاه‌های کشور آمریکا
۹	۱-۱-۲-۱- مقدمه
۱۱	۲-۱-۲-۱- بررسی ساختار
۱۶	۳-۱-۲-۱- بررسی چارچوب نظارتی در نیروگاه‌های آمریکا بر اساس استانداردهای محیطی
	۴-۱-۲-۱- بررسی فناوری‌های کنترلی موجود و نگاهی به آینده برای کاهش آلاینده‌های هوا در کشور .
۳۷	آمریکا
۴۹	۲-۲-۱- مطالعه تطبیقی اثرات زیست‌محیطی نیروگاه‌های کشور آلمان
۴۹	۱-۲-۲-۱- مقدمه
۵۰	۲-۲-۲-۱- وضعیت کنونی شبکه برق کشور آلمان
۵۲	۳-۲-۲-۱- بررسی ساختار
۵۶	۴-۲-۲-۱- بررسی قوانین زیست‌محیطی آلمان
	۵-۲-۲-۱- بررسی سیاست‌های کنترلی موجود و نگاهی به آینده برای کاهش آلاینده‌های هوا در
۵۹	کشور آلمان
۶۷	۳-۲-۱- مطالعه تطبیقی اثرات زیست‌محیطی نیروگاه‌های کشور هند
۶۷	۱-۳-۲-۱- مقدمه
۶۹	۲-۳-۲-۱- مروری بر بخش نیروی برق هند
۹۸	۳-۳-۲-۱- بررسی چارچوب نظارتی در هند بر اساس استانداردهای محیطی
	۴-۳-۲-۱- بررسی سیاست‌های کنترلی موجود و نگاهی به آینده برای کاهش آلاینده‌های هوا در کشور
۱۰۲	هند

- ۱-۲-۴- مطالعه تطبیقی اثرات زیست‌محیطی نیروگاه‌های کشور چین ۱۰۹
- ۱-۲-۴-۱- مقدمه ۱۰۹
- ۱-۲-۴-۲- وضعیت انرژی و انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور چین ۱۱۰
- ۱-۲-۴-۳- بررسی ساختار ۱۱۵
- ۱-۲-۴-۴- بررسی سیاست‌های کنترلی موجود و نگاهی به آینده برای کاهش آلاینده‌های هوا در کشور چین ۱۲۲
- ۱-۲-۴-۵- بررسی چارچوب نظارتی در چین بر اساس استانداردهای محیطی ۱۳۹
- ۱-۲-۴-۶- بررسی فناوری‌های کنترلی موجود و نگاهی به آینده برای کاهش آلاینده‌های هوا در کشور چین ۱۵۱
- ۱-۲-۵- سایر کشورها ۱۵۴
- ۱-۲-۵-۱- بانک جهانی اطلاعات ۱۵۵
- ۱-۲-۵-۱- کشور اندونزی ۱۵۸
- ۱-۲-۵-۲- کشور ژاپن ۱۶۳
- ۱-۲-۵-۳- کره جنوبی ۱۶۵
- ۱-۲-۵-۱- کشور روسیه ۱۶۷
- ۱-۲-۵-۲- مقایسه میزان استفاده از روشهای کنترل آلاینده‌های NOX و SO₂ بین ۱۰ کشور در سال ۲۰۰۶ ۱۶۷
- ۱-۳- بررسی اسناد بالادستی ۱۷۱
- ۱-۴- تبیین ابعاد چشم انداز ۱۷۶
- ۱-۴-۱- بیانیه اولیه چشم انداز ۱۷۹
- ۲- فصل دوم: تدوین اهداف کلان ۱۸۱**
- ۱-۲- متدولوژی ۱۸۱
- ۲-۲- گام‌های ضروری در تدوین اهداف ۱۸۴

- ۳-۲- نتایج حاصل از بررسی گزارش اسناد بالادستی ۱۸۷
- ۴-۲- نتایج حاصل از بررسی چشم‌انداز تدوین شده ۱۸۷
- ۵-۲- نتایج حاصل از نظرات خبرگان ۱۸۸
- ۶-۲- اهداف کلان ۱۹۳
- ۳- فصل سوم: تدوین راهبردها ۱۹۴**
- ۱-۳- اولویت بندی ۱۹۴
- ۳-۱-۱- متدولوژی تعیین جذابیت و قابلیت / مطلوبیت - امکان‌پذیری ۱۹۵
- ۳-۱-۲- جذابیت / مطلوبیت ۱۹۶
- ۳-۱-۳- معیارهای جذابیت در فناوریهای بالغ (دوره‌های اواخر رشد و بلوغ) ۱۹۶
- ۳-۱-۴- معیارهای جذابیت در فناوریهای نوظهور (دوره‌های جنینی و اوایل رشد) ۱۹۸
- ۳-۱-۵- قابلیت / امکان‌پذیری ۱۹۹
- ۳-۱-۶- ترسیم ماتریس‌های مطلوبیت - امکان‌پذیری / جذابیت- قابلیت ۲۰۳
- ۳-۲- تعیین جذابیت در حوزه کاهش آلاینده‌ها ۲۰۶
- ۳-۲-۱- تعیین جذابیت سه حوزه هوا، آب و خاک ۲۰۶
- ۳-۲-۲- تعیین جذابیت آلاینده‌های هوا ۲۰۷
- ۳-۲-۳- تعیین جذابیت آلاینده‌های آب ۲۰۸
- ۳-۲-۴- تعیین جذابیت فناوری‌های هوا ۲۰۹
- ۳-۲-۵- تعیین جذابیت فناوری‌های آب ۲۱۱
- ۳-۲-۶- تعیین جذابیت فناوری‌های خاک ۲۱۲
- ۳-۳- تعیین توانمندی در فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها ۲۱۴
- ۳-۳-۱- تعیین سطح توانمندی فناوری‌های کاهش آلاینده‌های هوا ۲۱۴
- ۳-۳-۲- توانمندی فناوری‌های کاهش آلاینده‌های آب ۲۱۶
- ۳-۳-۳- توانمندی فناوری‌های کاهش آلاینده‌های خاک ۲۱۷
- ۳-۴- ترسیم ماتریس جذابیت توانمندی ۲۱۷

- ۲۱۷ ۳-۴-۱- ترسیم ماتریس جذابیت توانمندی بخش هوا
- ۲۱۸ ۳-۴-۲- ترسیم ماتریس جذابیت توانمندی بخش آب
- ۲۱۹ ۳-۴-۳- ترسیم ماتریس جذابیت توانمندی بخش خاک
- ۲۲۰ ۳-۵- گزیننده‌های پیشنهادی
- ۲۲۱ ۳-۶- سبک اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار کاهش آلاینده‌ها
- ۲۲۲ ۳-۶-۱- تشریح مدل سبک اکتساب
- ۲۲۴ ۳-۶-۲- ارزیابی معیارهای سبک اکتساب
- ۲۲۷ معیار چرخه عمر فناوری
- ۲۲۹ شکاف تکنولوژیک
- ۲۳۰ ۳-۶-۳- نتیجه‌گیری و انتخاب روش مناسب اکتساب
- ۲۳۲ ۴- پیوست

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱. چارچوب پیشنهادی در چشم‌انداز پردازی ۵
- شکل ۲-۱. سبد انرژی کشور آمریکا در سال ۲۰۱۲ ۱۰
- شکل ۳-۱. میزان تولید سالانه برق در کشور آمریکا ۱۱
- شکل ۴-۱. مقایسه درصد استفاده از FGD با توجه به کل ظرفیت تولید در سال ۲۰۱۲ ۴۰
- شکل ۵-۱. سهم منابع تولید انرژی در کشور آلمان در سال ۲۰۱۳ ۵۰
- شکل ۶-۱. سبد تولید برق کشور آلمان در شش ماهه اول سال ۲۰۱۳ ۵۱
- شکل ۷-۱. روند افزایش ظرفیت نیروگاه‌های بادی و خورشیدی در کشور آلمان ۵۱
- شکل ۸-۱. چارت سازمانی UBA ۵۵
- شکل ۹-۱. تغییرات میانگین سالیانه در کشور آلمان ۶۰
- شکل ۱۰-۱. میزان تولید سالانه برق در کشور آلمان ۶۱
- شکل ۱۱-۱. میزان انتشار سالانه کربن ناشی از تولید برق ۶۱
- شکل ۱۲-۱. روند افزایش GDP و سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید برق آلمان از ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱ ۶۵
- شکل ۱۳-۱. مقایسه اشتغال آلمان در صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر و صنایع متداول انرژی از ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۱ ۶۶
- شکل ۱۴-۱. سبد انرژی کشور هند در سال ۲۰۱۱ ۶۸
- شکل ۱۵-۱. سناریوهایی که توسعه ظرفیت بار پیک لازم را پیش‌بینی می‌کنند. ۷۶
- شکل ۱۶-۱. مصرف‌کنندگان سراسری منابع انرژی ۷۷
- شکل ۱۷-۱. افزایش مصرف انرژی در هند ۷۸
- شکل ۱۸-۱. درصد سهم منابع انرژی تجاری در هند (۲۰۰۴) ۷۸
- شکل ۱۹-۱. سرانه مصرف سالانه برق در هند ۷۹
- شکل ۲۰-۱. مصرف برق هند بر اساس بخش (Utilities, non – utilities) در سال ۲۰۰۸ – ۲۰۰۹ ۷۹

- ۸۰.....
- شکل ۲۱-۱ روند آینده میزان تولید برق بر اساس دو سناریو در نیروگاه‌های کشور هند ۹۵.....
- شکل ۲۲-۱ روند آینده میزان انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از تولید برق بر اساس دو سناریو در نیروگاه‌های کشور هند ۹۶.....
- شکل ۲۳-۱ روند آینده میزان انتشار دی‌اکسید گوگرد ناشی از تولید برق بر اساس دو سناریو در نیروگاه‌های کشور هند ۹۷.....
- شکل ۲۴-۱ روند آینده میزان انتشار اکسید نیتروژن ناشی از تولید برق بر اساس دو سناریو در نیروگاه‌های کشور هند ۹۷.....
- شکل ۲۵-۱ مسیرهای فروش انرژی‌های تجدیدپذیر تولیدشده..... ۱۰۹.....
- شکل ۲۶-۱ سهم انواع انرژی در برق تولیدی کشور چین از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۱۱ (تراوات ساعت). ۱۱۱.....
- شکل ۲۷-۱ تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در سال ۲۰۱۱ در کشور چین (برحسب million TCE) ۱۱۲.....
- شکل ۲۸-۱ ظرفیت نصب‌شده انواع انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور چین (برحسب گیگاوات)..... ۱۱۳.....
- شکل ۲۹-۱ برق تولیدشده از انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور چین بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۲۰ بر حسب تراوات ساعت ۱۱۴.....
- شکل ۳۰-۱ سرمایه‌گذاری در دوره ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ در هر یک از حوزه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر..... ۱۱۵.....
- شکل ۳۱-۱ میزان جیوه محتوی در منابع زغال سنگ استان‌های مختلف چین ۱۴۸.....
- شکل ۳۲-۱ مقایسه انتشار و نرخ رشد جیوه از صنایع بزرگ زغال سنگ سوز چین بین ۲۰۰۵-۱۹۹۵. ۱۴۹.....
- شکل ۳۳-۱ سهم هریک از منابع انسان‌ساخت در میزان انتشار جیوه در چین در سال ۲۰۰۷..... ۱۴۹.....
- شکل ۳۴-۱ مقادیر تولید از هر یک از منابع تولید برق بر اساس سناریوهای موجود..... ۱۵۰.....
- شکل ۳۵-۱ میزان تغییرات مصرف از منابع تولید برق مختلف ۱۵۱.....
- شکل ۳۶-۱ روند آینده تغییرات در فناوری‌ها و میزان آن در آلاینده NO_x ۱۵۲.....
- شکل ۳۷-۱ روند آینده تغییرات در فناوری‌ها و میزان آن در آلاینده SO_x ۱۵۳.....
- شکل ۳۸-۱ روند آینده تغییرات در فناوری‌ها و میزان آن در آلاینده PM..... ۱۵۴.....

- شکل ۱-۲ ویژگی‌های اهداف کلان ۱۸۴
- شکل ۳-۲. روش پیشنهادی برای تدوین اهداف کلان ۱۸۶
- شکل ۱-۳ رابطه سلسله‌مراتبی مولفه‌های راهبرد ملی فناوری ۱۹۴
- شکل ۲-۳. ماتریس جذابیت - قابلیت (منطقه اولویت) ۲۰۳
- شکل ۳-۳. ماتریس جذابیت - قابلیت (منطقه اولویت الف) ۲۰۳
- شکل ۴-۳. ماتریس جذابیت - قابلیت (امکان‌پذیری) ۲۰۴
- شکل ۵-۳. تقسیم‌بندی ماتریس جذابیت-قابلیت ۲۰۴
- شکل ۶-۳. ارزیابی جذابیت حوزه های هوا، آب، خاک ۲۰۷
- شکل ۷-۳. نمودار جذابیت آلاینده های هوا ۲۰۸
- شکل ۸-۳. نمودار جذابیت آلاینده های آب ۲۰۹
- شکل ۹-۳. نمودار جذابیت فناوری های کاهش دهنده آلاینده های هوا ۲۱۰
- شکل ۱۰-۳. نمودار جذابیت فناوری های کاهش دهنده آلاینده های آب ۲۱۲
- شکل ۱۱-۳. نمودار جذابیت فناوری های کاهش دهنده آلاینده های خاک ۲۱۳
- شکل ۱۲-۳. نمودار جذابیت -توانمندی فناوری های کاهش دهنده آلاینده های هوا ۲۱۸
- شکل ۱۳-۳. نمودار جذابیت -توانمندی فناوری های کاهش دهنده آلاینده های آب ۲۱۹
- شکل ۱۴-۳. نمودار جذابیت -توانمندی فناوری های کاهش دهنده آلاینده های خاک ۲۲۰
- شکل ۱۵-۳. نمودار سبک اکتساب ۲۲۴
- شکل ۱۶-۳. نمودار چرخه عمر فناوری ۲۲۸
- شکل ۱-۴ تغییرات سطح دریاهای جهان ۲۳۳
- شکل ۲-۴ میانگین دما سالانه ۲۳۳

فهرست جداول

جدول ۱-۱ استانداردهای ملی کیفیت هوا در محیط	۱۸.....
جدول ۲-۱ منابع انتشار جیوه در امریکا (تن بر سال)	۲۱.....
جدول ۳-۱ فناوری‌های کنترلی موجود آلاینده‌های هوا	۲۱.....
جدول ۴-۱ بلوک‌های ساختاری برای کاهش انتشار	۲۶.....
جدول ۵-۱ استانداردهای پساب نیروگاه‌های زغال‌سنگ سوز بخاری	۲۹.....
جدول ۶-۱ استانداردهای متداول کیفیت آب سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا	۳۴.....
جدول ۷-۱ درصد موردنیاز زغال‌سنگ مصرفی برای تولید برق با توجه به انواع آن	۳۸.....
جدول ۸-۱ مقایسه درصد استفاده از FGD با توجه به کل ظرفیت تولید در سال ۲۰۱۲	۳۹.....
جدول ۹-۱ درصد استفاده از فناوری‌های کنترل SO ₂ در سال ۲۰۱۲ در کشور	۴۰.....
جدول ۱۰-۱ پیش‌بینی فناوری‌های کنترل SO ₂ برای نیروگاه‌های بزرگ‌تر از ۵۰ MW تا سال ۲۰۱۶	۴۱.....
جدول ۱۱-۱ واحدهای تولید برق زغال‌سنگ سوز ایالات‌متحده با ظرفیت بیشتر از ۵۰ MW با کنترل ذرات در ۲۰۱۲	۴۱.....
جدول ۱۲-۱ پیش‌بینی فناوری‌های کنترل ذرات معلق برای نیروگاه‌های بزرگ‌تر از ۵۰ MW تا سال ۲۰۱۶	۴۲.....
جدول ۱۳-۱ درصد استفاده از فناوری‌های کنترل NOx در سال ۲۰۱۲ در کشور	۴۲.....
جدول ۱۴-۱ پیش‌بینی فناوری‌های کنترل NOx برای نیروگاه‌های بزرگ‌تر از ۵۰ MW تا سال ۲۰۱۶	۴۲.....
جدول ۱۵-۱ فناوری کنترل خروجی دودکش برای چند آلاینده	۴۶.....
جدول ۱۶-۱ مقادیر مجاز انتشار متوسط روزانه برای نیروگاه‌های بخاری با سوخت جامد (mg/m ³)	۵۶.....
جدول ۱۷-۱ مقادیر مجاز انتشار متوسط روزانه برای نیروگاه‌های بخاری با سوخت مایع (mg/m ³)	۵۸.....
جدول ۱۸-۱ مقادیر مجاز انتشار متوسط روزانه برای نیروگاه‌های بخاری با سوخت گاز (mg/m ³)	۵۹.....

- جدول ۱۹-۱ تفکیک ظرفیت نصب‌شده بر اساس موقعیت منطقه و نوع سوخت در کشور هند..... ۶۹
- جدول ۲۰-۱ بهره‌وری شبکه نیروگاه‌های زغال‌سنگی در هند ۷۱
- جدول ۲۱-۱ بهره‌وری شبکه نیروگاه‌های زغال‌سنگی به تفکیک بخش‌ها در هند ۷۲
- جدول ۲۲-۱ توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در هند ۸۲
- جدول ۲۳-۱ هزینه تولید انرژی در هند با استفاده از منابع انرژی (سال ۲۰۰۸)..... ۸۳
- جدول ۲۴-۱ سرمایه‌گذاری کشور هند در بخش انرژی تجدیدپذیر ۸۴
- جدول ۲۵-۱ مقدار تناژ انتشار سالانه آلاینده‌ها در کشور هند ۹۳
- جدول ۲۶-۱ میزان انتشار سالیانه آلاینده‌ها در کشور هند در سال ۲۰۰۵ ۹۴
- جدول ۲۷-۱ استاندارد انتشار آلاینده‌ها در هند ۹۹
- جدول ۲۸-۱ میزان انتشارات برای تمامی ذرات ریز معلق ۹۹
- جدول ۲۹-۱ ارتفاع دودکش موردنیاز ۱۰۰
- جدول ۳۰-۱ استانداردهای ارائه شده برای تخلیه پساب صنعتی در محیط زیست برای کشور هند ۱۰۱
- جدول ۳۱-۱ الزام خرید انرژی‌های تجدیدپذیر ایالت‌ها ۱۰۶
- جدول ۳۲-۱ ظرفیت نصب‌شده انواع منابع انرژی‌های تجدیدپذیر در چین ۱۱۰
- جدول ۳۳-۱ سرمایه‌گذاری کشور چین در بخش انرژی تجدیدپذیر ۱۱۴
- جدول ۳۴-۱ محدودیت انتشار آلاینده برای بویلرها و توربین‌های گازی واقع در مناطق مسکونی و صنعتی
(mg/m^3) ۱۴۲
- جدول ۳۵-۱ محدودیت انتشار گازهای آلاینده برای بویلرها و توربین‌های گازی واقع در مناطق کلیدی ...
(mg/m^3) ۱۴۳
- جدول ۳۶-۱ پارامترهای نظارتی برای نیروگاه‌های حرارتی در چین ۱۴۴
- جدول ۳۷-۱ موقعیت‌های جغرافیایی کنترل آلودگی‌های فاضلاب در نیروگاه‌های زغال‌سنگ سوز در چین
..... ۱۴۵
- جدول ۳۸-۱ دوره زمانی مانیتورینگ از فاضلاب ۱۴۶

- جدول ۳۹-۱ سناریوهای انتشار..... ۱۵۰
- جدول ۴۰-۱ استاندارد بانک جهانی برای انتشار آلاینده نیروگاه های دیزلی ۱۵۵
- جدول ۴۱-۱ استانداردهای کیفیت هوای محیط تدوین شده توسط بانک جهانی برای نیروگاه های حرارتی
جدید..... ۱۵۵
- جدول ۴۲-۱ میزان انتشار برای گزینه موتور های دیزل با سرعت پایین (گرم بر ثانیه) – بانک جهانی . ۱۵۶
- جدول ۴۳-۱ میزان انتشار برای گزینه سیکل ترکیبی (گرم بر ثانیه)– بانک جهانی ۱۵۶
- جدول ۴۴-۱ استاندارد بانک جهانی برای میزان صوت در نیروگاه ۱۵۶
- جدول ۴۵-۱ استانداردهای تخلیه هیدرو کربنهای نفتی در خروجی نیروگاه ۱۵۷
- جدول ۴۶-۱ استانداردهای تخلیه فاضلاب در خروجی نیروگاه ۱۵۷
- جدول ۴۷-۱ استانداردهای کیفیت هوا و آب اندونزی ۱۵۸
- جدول ۴۸-۱ استانداردهای تخلیه پساب به محیط (کشور اندونزی) ۱۵۸
- جدول ۴۹-۱ استانداردهای تخلیه پساب به محیط (کشور اندونزی) ۱۵۹
- جدول ۵۰-۱ برنامه زیست محیطی و پایش نیروگاه ها در کشور اندونزی (خاص نیروگاه ساحلی) ۱۶۰
- جدول ۵۱-۱ برنامه زیست محیطی و پایش نیروگاه ها در کشور اندونزی (خاص نیروگاه ساحلی) ۱۶۱
- جدول ۵۲-۱ استانداردهای کیفیت هوای محیط تدوین شده توسط آژانس محیط زیست ژاپن ۱۶۳
- جدول ۵۳-۱ استانداردهای کیفیت آب برای حفظ سلامت افراد– کشور ژاپن ۱۶۳
- جدول ۵۴-۱ مقادیر راهنما برای پایش احتیاطی آلودگی به مواد شیمیایی– ژاپن ۱۶۴
- جدول ۵۵-۱ چشم انداز کشور ژاپن را تا در سال ۲۰۳۰ استفاده از وسایل کنترل آلودگی هوا ۱۶۵
- جدول ۵۶-۱ چشم انداز کشور کره جنوبی را تا سال ۲۰۳۰ در استفاده از وسایل کنترل آلودگی هوا ۱۶۶
- جدول ۵۷-۱ روند سیستمهای تصفیه گاز راندمان بالا، انتشار نزدیک به صفر SO_2 ، NO_x و ذرات در
نیروگاههای روسیه ۱۶۷
- جدول ۵۸-۱ درصد نیروگاههای زغال سنگ سوز استفاده کننده از سیستمهای کنترل آلایندههای NO_x و
 SO_2 در سال ۲۰۰۶ ۱۶۸

جدول ۱-۵۹ درصد نیروگاه‌های گاز سوز استفاده کننده از سیستم‌های کنترل انتشار NOx در سال ۲۰۰۶.....	۱۶۹
جدول ۱-۶۰ نیروگاه‌های مازوت سوز استفاده کننده از سیستم‌های کنترل انتشار NOx در سال ۲۰۰۶.....	۱۷۰
جدول ۱-۶۱ درصد نیروگاه‌های مازوت سوز استفاده کننده از سیستم‌های کنترل انتشار SOx در سال ۲۰۰۶.....	۱۷۰
جدول ۱-۶۲ اسناد بالادستی.....	۱۷۱
جدول ۱-۶۳ موارد قابل برداشت از قوانین جهت تدوین بیانیه اولیه چشم انداز.....	۱۷۴
جدول ۱-۶۴ گزینه های پیشنهادی تعیین ابعاد چشم انداز.....	۱۷۷
جدول ۱-۶۵ گزینه های مدنظر خبرگان در تعیین ابعاد چشم انداز.....	۱۷۸
جدول ۱-۶۶ بیانیه نهایی چشم انداز.....	۱۸۰
جدول ۲-۱ : موارد قابل استنتاج از اسناد بالادستی برای تعیین اهداف کلان در حوزه فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها در در صنعت برق ایران.....	۱۸۷
جدول ۲-۲ : بازیگران حوزه فناوری‌های کاهش آلاینده.....	۱۹۰
جدول ۲-۳ : اهداف مرتبط با فناوری‌های کاهش آلاینده.....	۱۹۲
جدول ۳-۱. سطوح قابلیت فناورانه پیشنهادی برای فناوریهای اواخر رشد و بلوغ.....	۲۰۱
جدول ۳-۲ سطوح قابلیت فناورانه پیشنهادی برای فناوریهای دورههای معرفی و اوایل رشد.....	۲۰۲
جدول ۳-۳ معیارهای توانمندی فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها.....	۲۱۴
جدول ۳-۴. تعیین سطح توانمندی فناوری‌های کاهش آلاینده‌های هوا.....	۲۱۵
جدول ۳-۵. تعیین سطح توانمندی فناوری‌های کاهش آلاینده‌های آب.....	۲۱۶
جدول ۳-۶. تعیین سطح توانمندی فناوری‌های کاهش آلاینده‌های خاک.....	۲۱۷
جدول ۳-۷. حجم بازار فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها.....	۲۲۷
جدول ۳-۸. چرخه عمر فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها.....	۲۲۹

جدول ۳-۹. شکاف تکنولوژیک فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها ۲۳۰

جدول ۳-۱۰. سبک اکتساب فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها ۲۳۱

مقدمه

تعیین ارکان جهت‌ساز به‌منظور شکل‌دهی به آینده‌ای مطلوب و مورد انتظار صورت می‌گیرد. شکل‌دهی آینده‌ی مطلوب، هم به معنی ایجاد یک تصویر از این آینده و هم به معنی تعیین مسیر و چگونگی دستیابی به آن است. بنابراین مأموریت این سطح را می‌توان ترسیم آینده مطلوب از طریق چشم‌انداز و اهداف کلان و نیز تعیین مسیر رسیدن به این آینده از طریق راهبردها و سیاست‌ها تعریف کرد. همان‌طور که از نام این سطح پیداست، پیاده‌سازی مؤلفه‌های آن در یک مورد عملیاتی به تعیین ارکان جهت‌ساز توسعه فناوری می‌انجامند. تعیین اهداف خرد، اقدامات، و سیاست‌های اجرایی در قالب برنامه اقدامات و سیاست‌ها و در سطح بعدی صورت می‌گیرد.

پیش از بررسی مؤلفه‌های تدوین ارکان جهت‌ساز، لازم است تا ادبیات این حوزه مورد بررسی قرار گیرد. این مرور ادبیات، پشتوانه علمی لازم برای تهیه روش‌شناسی پیشنهادی در بخش تدوین ارکان جهت‌ساز را ارائه می‌کند. با توجه به هدف و مأموریت مؤلفه‌هایی که در ارکان جهت‌ساز مورد بحث قرار می‌گیرند، باید از حوزه ادبیاتی گسترده‌ای برای طراحی گام‌های این مؤلفه‌ها استفاده نمود. به‌طور کلی، از آنجا که تا کنون بسیاری از مفاهیم مربوط به مداخله هوشمندانه دولت‌ها در سطح ملی و در قالب اسناد ملی (که مخالف با جریان حاکم اقتصادی نئوکلاسیک است) به‌صورت گسترده و عمیق در ادبیات به بحث گذاشته نشده است، در تدوین روش‌شناسی این حوزه مناسب است تا در ابتدا مفاهیم موجود در حوزه‌های نزدیک استفاده گردد. در این راستا، ادبیات مدیریت فناوری را می‌توان مرتبط‌ترین حوزه با نیازهای بخش ارکان جهت‌ساز دانست که مهمترین جزء آن تدوین راهبرد است. برای این منظور، مبانی و مفاهیم مدیریت فناوری و زیرشاخه‌هایی از آن که قابلیت استفاده در طراحی مؤلفه‌های ارکان جهت‌ساز را دارند مورد بررسی قرار می‌گیرند. این زیر شاخه‌ها عبارتند از بررسی راهبردهای بنگاهی فناوری، راهبردهای ملی فناوری، مدل‌های ارزیابی توانمندی فناوری و مدل‌های اکتساب فناوری. مرور راهبردهای بنگاهی و ملی فناوری به‌منظور بدست آوردن بینش نسبت به ساختار و اجزا تشکیل‌دهنده راهبرد فناوری در سطح ملی صورت می‌پذیرد. بررسی مدل‌های ارزیابی فناوری نیز در راستای انتخاب اولویت‌های فناورانه (که بخشی از راهبرد ملی فناوری است) صورت می‌گیرد. در نهایت، مدل‌های اکتساب فناوری برای استفاده در تعیین سبک اکتساب فناوری (به‌عنوان بخشی دیگر از راهبرد ملی فناوری) مورد بررسی قرار می‌گیرند.

فصل اول: تدوین چشم انداز

۱-۱- متدولوژی

چشم‌انداز عبارتست از تصویر مطلوب (شفاف، واقعی، جذاب و قابل قبول) و آرمان قابل دستیابی در حوزه فناوری که در یک افق زمانی بلندمدت و متناسب با مبانی ارزشی جامعه تعیین 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 دست‌یابی، ارزشی، مقدس و نهادینه برای عبارت‌پردازی سند استفاده نماید. چشم‌انداز توسعه فناوری اگر به صورت دقیق، جامع و آینده‌نگرانه 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.

از منظر چشم‌انداز، 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 می‌نمایند. چشم‌انداز یک رکن جهت‌ساز کلان، ساده و قابل انتقال را ترسیم کرده تا راهنمای گام‌های مختلف انتخاب، اکتساب و سیاست‌گذاری فناوری باشد.

در ادبیات مدیریت راهبردی، چشم‌انداز بر اساس مدل‌های مختلفی (به‌عنوان بخشی از 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. از بررسی این مدل‌ها و نیز مطالعات تطبیقی تدوین چشم‌انداز در تدوین اسناد دیگر، یک چارچوب کلی برای تدوین چشم‌انداز توسعه فناوری در سطح ملی استخراج می‌گردد.

در ابتدا با بررسی مدل‌های تدوین چشم‌انداز که در ادبیات مدیریت راهبردی استفاده می‌شوند، سعی می‌شود تا نسبت به چگونگی تدوین چشم‌انداز در اسناد ملی توسعه فناوری بینش حاصل شود.

مدل دیوید

بر اساس این مدل، بیانیه چشم‌انداز در بنگاه‌ها بر اساس پاسخ به سوال «ما چه می‌خواهیم بشویم و به کجا می‌خواهیم برسیم؟» توسعه داده می‌شود. بیانیه چشم‌انداز باید کوتاه، و ترجیحاً یک جمله باشد، و از همه ذینفعانی که ممکن است ورودی و اطلاعاتی برای تدوین آن در اختیار داشته باشند، استفاده شود. برای مثال، چشم‌انداز یک مؤسسه حسابداری مدیریت عبارتست از: «رهبری جهانی در آموزش، تأییدکننده و گواهی‌دهنده، و اجرای حسابداری مدیریت و مدیریت مالی».

بر اساس 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 (دیوید، ۱۳۸۱). تدوین چشم‌انداز نیز با بررسی محیط داخل و خارج و نیز با دریافت بازخورد از تمام مراحل برنامه‌ریزی راهبردی صورت می‌پذیرد.

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.

مدل آلیسون

در این مدل، چشم‌انداز تصویر راهنمای موفقیت است (Allison and Kaye, 1998). 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.

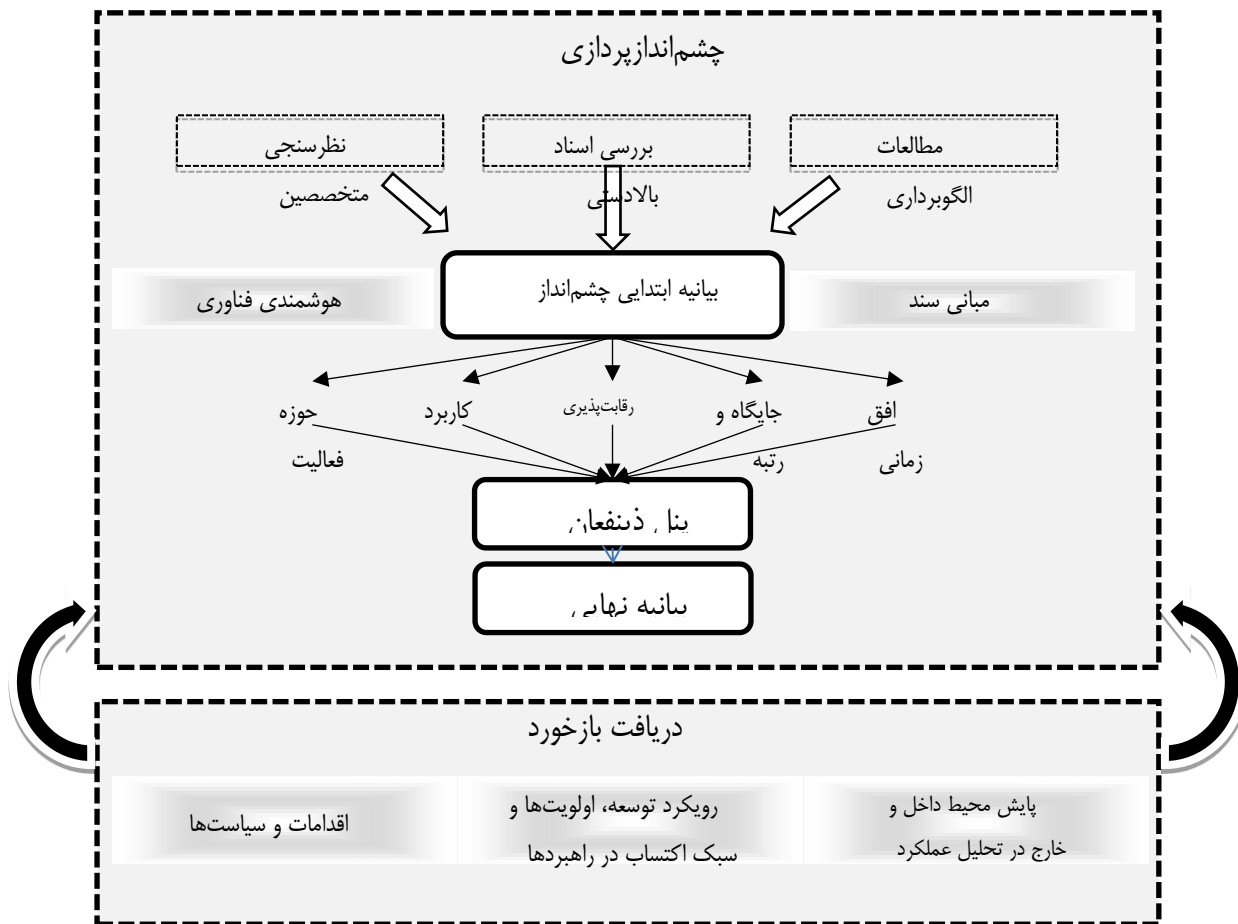
در این مدل پیش‌نویس بیانیه چشم‌انداز با ایده‌ها و نگرشی که از بحث‌ها و گفتگوها بیرون می‌آید و نیز احساس و بینش مشترکی که از مسیر (جهت) و انگیزه ایجاد می‌شود، آغاز می‌گردد. تمامی ذینفعان باید در طوفان فکری ابتدایی و نیز بعضی از گفتگوها حاضر باشند.

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 جرقه 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.

با بررسی مدل‌های تدوین چشم‌انداز بنگاهی و نیز کسب آگاهی از مطالعات تطبیقی صورت پذیرفته، ترسیم افق چشم‌انداز در چهار مرحله‌ی کلی به انجام می‌رسد. مراحل تدوین چشم‌انداز در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۲-۱. چارچوب پیشنهادی در چشم‌انداز پردازی

همانطور که اشاره شد مراحل ترسیم افق چشم‌انداز در چهار مرحله‌ی کلی به شرح زیر می‌باشد:

(۱) جمع‌آوری اطلاعات اولیه و ترسیم چشم‌انداز

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

- جمع‌آوری اطلاعات اولیه - 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.
- جمع‌آوری اطلاعات اولیه - 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 شکل‌دادن به مؤلفه‌های چشم‌انداز نقش مهمی بر عهده دارد.
- جمع‌آوری اطلاعات اولیه - 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.

(۲) تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز

بیانیه اولیه چشم‌انداز توسط تحلیل‌گران و مشاوران تهیه می‌شود. در این مرحله بر مبنای ورودی‌های حاصل از مراحل قبل (هوشمندی فناوری، اطلاعات اولیه، اصول ارزشی)، به ترسیم افق چشم‌انداز در چارچوب اصول ارزشی تدوین شده پرداخته می‌شود. با بررسی مدل‌های تدوین چشم‌انداز بنگاهی و نیز با بهره‌گیری از مطالعات تطبیقی تدوین چشم‌انداز، لازم است تا به 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 نیز با 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
 - در نظرگیری ملاحظات اصول ارزشی
 - 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)

^۱ یک بیانیه چشم‌انداز لزوماً دربرگیرنده‌ی تمام این مؤلفه‌ها باهم 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.

۳) تأیید و نهایی سازی 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.

۴) 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.

در ادامه به بررسی جزئیات هریک از مراحل تدوین چشم‌انداز سند راهبردی و نقشه راه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران، پرداخته خواهد شد.

۲-۱- مطالعات تطبیقی

همان‌طور که در بررسی چهارچوب نظری تبیین بیانیه چشم‌انداز و فرآیند منتخب تدوین چشم‌انداز اشاره شد، بررسی ابعاد چشم‌اندازی توسعه فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها در سایر کشورها، منبع مناسبی است که می‌توان از آن در تدوین بیانیه چشم‌انداز استفاده کرد. بر اساس نظرات خبرگان، مطالعات تطبیقی در حوزه کشورهای آمریکا، آلمان، هند، چین، اندونزی، ژاپن، کره جنوبی و روسیه صورت گرفت.

۱-۲-۱- مطالعه تطبیقی اثرات زیست‌محیطی نیروگاه‌های کشور آمریکا

۱-۲-۱-۱- مقدمه

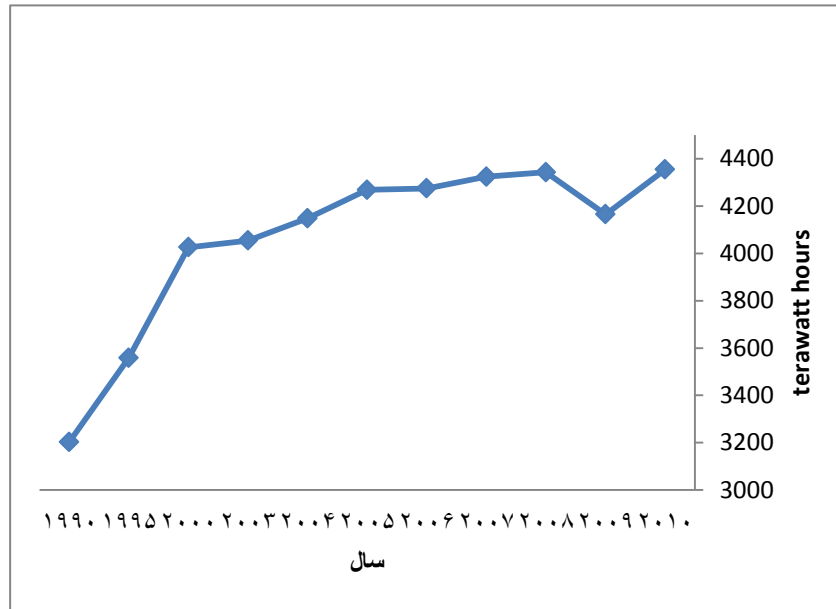
قدیمی بودن نیروگاه‌های برق در ایالات متحده آمریکا و استفاده آن‌ها از فناوری‌هایی که سال‌ها از ساخت و استفاده آن‌ها گذشته است سبب شده تا تولید برق در این کشور، فرآیند آلاینده‌ای باشد. بر اساس گزارش اداره اطلاعات انرژی^۱ (EIA) هنوز بخش بزرگی از برق تولیدی در آمریکا با کمک زغال‌سنگ تولید می‌شود (شکل ۲-۲) این در حالی است که گروه‌های طرفدار محیط زیست بارها اعلام کرده‌اند استفاده از این قبیل نیروگاه‌ها به معنای از بین بردن محیط زیست است. حجم بالای آلاینده‌های زیست‌محیطی زغال‌سنگی در آمریکا مسئله‌ای است که بارها در کنگره مطرح شده است ولی هزینه بالای ساخت نیروگاه‌های جایگزین در کنار قیمت پایین برق تولیدی توسط زغال‌سنگ سبب شده است تا تعطیلی آن‌ها به آینده موکول شود. به گزارش اداره اطلاعات انرژی آمریکا در سال ۲۰۱۱ میلادی ۴۲ درصد از برق تولیدی در آمریکا در نیروگاه‌های زغال‌سنگی تولید شده بود که این سهم معادل ۴ هزار میلیارد کیلو وات ساعت است. سهم نیروگاه‌های گازی در تولید برق در آمریکا برابر با ۲۵ درصد بود در حالی که سهم نیروگاه‌های هسته‌ای در این عرصه تنها ۱۹ درصد بوده است [۱].

¹ Energy Information Administration



شکل ۲-۲ سبد انرژی کشور آمریکا در سال ۲۰۱۲

بر اساس گزارش سال ۲۰۱۳ آژانس بین‌المللی انرژی میزان تولید برق در سال ۲۰۱۰ این کشور به میزان ۳۶٪ نسبت به ۱۹۹۰ افزایش یافته است؛ (شکل ۲-۳) با توجه به شرایط موجود، دولت فدرال در بخش‌های مختلف زیست‌محیطی شروع به سیاست‌گذاری‌های جدی نموده است [۲].



شکل ۲-۳ میزان تولید سالانه برق در کشور امریکا [۳]

۱-۲-۱-۲- بررسی ساختار

در این بخش به بررسی مهمترین ارگان‌هایی که نقش موثری در کنترل آلودگی زیست‌محیطی ایفا می‌کنند، پرداخته می‌شود. به‌طور کلی بازیگرانی که در این بخش قرار می‌گیرند، وظیفه تدوین سیاست و ارائه راهبرد و رویکردهای کلان در کنترل آلودگی زیست‌محیطی را برعهده دارند.

۱-۲-۱-۲-۱- سازمان حفاظت محیط زیست (EPA)^۱

EPA یا US EPA یکی از سازمان‌های دولت فدرال است که به منظور محافظت از سلامت انسان‌ها و محیط زیست ایجاد شده است. این سازمان از طریق تصویب و اعمال دستورالعمل‌ها بر پایه قوانین کنگره کار می‌کند.

^۱ Environmental Protection Agency

EPA توسط رئیس‌جمهور سابق ایالات متحده ریچارد نیکسون شکل گرفت و کار خود را در سال ۱۹۷۰ آغاز کرد. رئیس این سازمان توسط رئیس‌جمهور انتخاب می‌شود و به تأیید کنگره می‌رسد. دفتر مرکزی EPA در واشنگتن قرار گرفته و دفاتر منطقه‌ای آن در بالغ بر ده منطقه و ۲۷ آزمایشگاه فعالیت می‌کند. این سازمان در راستای ارزیابی زیست‌محیطی پژوهش و آموزش منطبق بر آن کار می‌کند. مسئولیت نگهداری و نظارت بر اجرای استانداردهای ملی تحت عنوان قوانین زیست‌محیطی با در نظرگیری ملاحظات دولت‌های ایالتی، فدرالی و محلی در حوزه کار سازمان است. سازمان EPA همچنین با تمامی صنایع و تمامی سطوح دولت در یک گستره وسیع در حوزه برنامه‌های جلوگیری از آلودگی و بهینه‌سازی انرژی همکاری می‌نماید [۴].

دفاتر سازمان عبارت‌اند از:

دفتر ریاست^۱ (OA)

دفتر ریاست و مدیریت منابع^۲ (OARM)

دفتر هوا و تابش^۳ (OAR)

دفتر پسماند و واکنش‌های اضطراری^۴ (OSWER)

دفتر آب^۵ (OW)

دفتر حفاظت شیمیایی و پیشگیری از آلودگی^۶ (OC SPP)

دفتر منابع مالی^۷ (OCFO)

¹ Office of the Administrator

² Office of Administration and Resources Management

³ Office of Air and Radiation

⁴ Office of Solid Waste and Emergency Response

⁵ Office of Water

⁶ Office of Chemical Safety and Pollution Prevention

⁷ Office of the Chief Financial Officer

دفتر اجرا و تخمین پذیرش^۱ (OECA)

دفتر اطلاعات زیست‌محیطی^۲ (OEI)

دفتر مشاوره عمومی^۳ (OGC)

دفتر بازرسی کل^۴ (OIG)

دفتر امور بین‌المللی و قبیله‌ای^۵ (OITA)

دفتر تحقیق و توسعه^۶ (ORD)

در ادامه به خلاصه‌ای از عملکرد سه دفتر اصلی می‌پردازیم.

دفتر هوا و تابش (OAR)

در این دفتر به توسعه برنامه‌های ملی در خصوص آلودگی‌ها و مباحث مرتبط پرداخته می‌شود. همچنین به بررسی سیاست‌ها و قوانین کنترل آلودگی هوا و تماس با تابش می‌پردازد. به صورت کلی این بخش مسئول مدیریت اجرای هوای پاک و انرژی اتمی و نیز سیر قوانین زیست‌محیطی قابل اجرا را پیگیری می‌کند [۵].

^۱ Office of Enforcement and Compliance Assurance

^۲ Office of Environmental Information

^۳ Office of General Counsel

^۴ Office of Inspector General

^۵ Office of International and Tribal Affairs

^۶ Office of Research and Development

دفتر آب (OW)

دفتر آب ضمانت می‌کند تا آب آشامیدنی ایمن باشد. همچنین بازیابی و حفظ اقیانوس‌ها، حوزه‌ها، آبریان و اکوسیستم‌های کشاورزی برای حفاظت از سلامت انسان، حمایت از فعالیت‌های اقتصادی و تفریحی را فراهم می‌کند. به‌علاوه ایجاد زیستگاه سالم برای ماهی‌ها، گیاهان و حیات‌وحش را بر عهده دارد.

این دفتر مسئول اجرای قانون آب پاک و قانون آب آشامیدنی سالم است و اجرای سایر قوانین برای حفاظت و حمایت از آب را کنترل می‌کند [۶].

مرکز مواد زائد جامد و عکس‌العمل‌های اضطراری (OSWER)

مرکز مواد زائد جامد و عکس‌العمل‌های اضطراری در راستای سیاست‌گذاری و هدایت جهت ایجاد دستورالعمل‌های برای دفع زباله‌های خطرناک و مخازن ذخیره‌سازی زیرزمینی و مدیریت زباله فعالیت می‌کند [۷].

۱-۲-۱-۲-۲- مرکز ملی اقتصاد و محیط زیست^۱ (NCEE)

این مرکز که به‌عنوان یکی از زیرمجموعه‌های EPA عمل می‌کند، ارائه دهنده یک منبع متمرکز از مهارت‌های فنی در زمینه تجزیه و تحلیل اقتصاد و قوانین و سیاست‌های محیط زیستی است [۸].

NCEE به‌صورت کلی اهداف زیر را دنبال می‌کند:

- انجام و نظارت بر روی تحقیق و توسعه در روش‌های تحلیل اقتصادی
- تولید گزارش‌های اقتصادی EPA
- ایجاد دستورالعمل‌ها برای انجام تجزیه و تحلیل اقتصادی
- ترویج ثبات در آماده‌سازی و ارائه اطلاعات اقتصادی در آژانس

¹ National Center of Economic and Environment

علاوه بر این NCEE تجزیه و تحلیل اقتصادی را به منظور فراهم کردن منبعی برای بدست آوردن اطلاعات در موارد زیر انجام

می‌دهد:

- بررسی مزایا، هزینه‌ها و تکنیک‌ها
- تأثیر اقتصادی مدل‌ها و تدابیر
- مکانیسم‌های تشویقی اقتصادی

NCEE به بررسی مسائل مربوط به سلامت محیط زیست برای بهبود اطلاعات ارزیابی ریسک مورد استفاده در تجزیه و تحلیل

اقتصادی می‌پردازد.

یکی از قسمت‌هایی که این بخش به آن می‌پردازد، مشوق‌های اقتصادی است.

به صورت کلی دو نوع ابزار اصلی سیاست‌گذاری برای تغییر در مصرف و تولید جامعه موجود است:

روش‌های سنتی نظارتی (گاهی اوقات به عنوان دستور و کنترل معرفی می‌شود) که در آن از یک سری استانداردها برای

جلوگیری از آلودگی استفاده می‌شود.

سیاست‌های تشویقی اقتصادی که از یک سری تشویق‌های اقتصادی برای اصلاح تولیدکننده و رفتار مصرف‌کننده استفاده

می‌شود.

روش‌های سنتی برای مصرف و تولید

دو نوع رویکرد اساسی از روش‌های سنتی وجود دارد:

فناوری یا استانداردهای طراحی، فناوری‌های کنترل اجباری که تولیدکننده‌ها صرفاً با انجام این روش‌ها باید به حدود استاندارد

برسند.

عملکرد بر پایه استاندارد که تولیدکنندگان آزاد هستند، بهترین و در دسترس‌ترین روش برای رسیدن به استاندارد را خود

به صورت آزادانه انتخاب کند.

با وجود اینکه روش‌های سیاست‌های نظارتی و داوطلبانه سنتی ابزار ارزشمندی برای برخی از مسائل زیست‌محیطی است؛ سیاست‌های تشویقی در حال تبدیل به روشی محبوب برای طیف گسترده‌ای از مسائل زیست‌محیطی از باران‌های اسیدی تا تغییرات اقلیم شده است. این سیاست تشویق به کاهش آلاینده‌ها می‌کند.

از رویکردهای موجود در بازار می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- سامانه‌های قابل صدور در بازار
- مالیات انتشار، هزینه‌ها و جرائم
- یارانه
- ترکیب‌هایی از یارانه و مالیات

علاوه بر روش‌هایی که تاکنون نام‌برده شد، یک سری رویکردهای ترکیبی هم وجود دارد. البته این روش‌ها همواره سودمند نیستند ولی به علت اینکه همزمان با کاهش سطح انتشار با استفاده از کنترل انتشار، روش‌های انگیزشی نیز دارند مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱-۲-۳- بررسی چارچوب نظارتی در نیروگاه‌های آمریکا بر اساس استانداردهای محیطی

EPA به منظور کاهش آلاینده‌ها به تصویب یکسری قوانین پرداخته است، در ادامه به بررسی این قوانین می‌پردازیم.

۱-۲-۱-۳- استانداردهای هوا

در سال ۱۹۹۰ میلادی، توسط EPA، در اعلامیه هوای پاک، استانداردهای ملی کیفیت هوای محیط برای آلاینده‌های هوا، با در نظر گرفتن اثرات سوء آن‌ها بر سلامت جامعه و محیط زیست تدوین شد. در اعلامیه هوای پاک، دو نوع استاندارد کیفیت هوا تعریف شده است.

- استانداردهای اولیه

استانداردهای اولیه که محدودیت‌هایی را برای حفاظت بهداشت عمومی در نظر گرفته و در آن سلامت و بهداشت افراد «حساس» جامعه مانند بیماران مبتلا به آسم، کودکان و افراد سالخورده مورد توجه قرار گرفته است.

• استانداردهای ثانویه

در استانداردهای ثانویه محدودیت‌هایی به منظور حفظ رفاه عمومی، همچون مقابله با کاهش قابلیت دید، صدمات وارده به حیوانات، حیات وحش، آب و خاک، محصولات کشاورزی، پوشش گیاهی، ساختمان‌ها و سایر ارزش‌های اقتصادی لحاظ می‌گردد.

دفتر EPA در رابطه با «برنامه‌ریزی کیفیت هوا و استانداردها»، استانداردهای ملی کیفیت هوای محیط را در رابطه با ۶ آلاینده اصلی هوا (منواکسید کربن، دی‌اکسید نیتروژن، اوزون، سرب، ذرات معلق، دی‌اکسید گوگرد) موسوم به «آلاینده‌های معیار» تدوین نموده است. واحدهای اندازه‌گیری بر حسب ppm حجمی، mg/m^3 و $\mu g/m^3$ هوا می‌باشند. این استانداردها در جدول ۱-۲ ارائه شده است [۹].

بر اساس قانون هوای پاک، EPA ملزم به انجام موارد ذیل است:

- بازنگری استانداردهای بهداشت عمومی در رابطه با ۶ آلاینده عمده هوا، هر ۵ سال یکبار
- به‌روز نمودن استانداردها در صورت لزوم، «حفظ بهداشت عمومی در یک محدوده قابل اطمینان»، بر اساس جدیدترین و بهترین دستاوردهای علمی
- مدنظر قرار دادن بهداشت و سلامت عمومی بدون در نظر گرفتن هزینه‌های اجرائی آن‌ها، به هنگام تعیین استانداردهای کیفیت هوا

جدول ۱-۲ استانداردهای ملی کیفیت هوا در محیط

نوع استاندارد	مقدار استاندارد*	نوع آلاینده
اولیه اولیه	۹ppm (۱۰ mg/m ^۳) ۳۵ppm (۴۰ mg/m ^۳)	منواکسید کربن (CO) متوسط ۸ ساعته متوسط ۱ ساعته
اولیه و ثانویه	۰/۰۵۳ ppm (۱۰۰ µg/m ^۳)	دی‌اکسید نیتروژن (NO ₂) متوسط حسابی سالانه
اولیه و ثانویه اولیه و ثانویه	۰/۱۲ppm (۲۳۵ µg/m ^۳) ۰/۰۸ppm (۱۵۷ µg/m ^۳)	اوزون (O ₃) متوسط ۱ ساعته متوسط ۸ ساعته*
اولیه و ثانویه	۱/۵ µg/m ^۳	سرب (Pb) متوسط فصلی
اولیه و ثانویه اولیه و ثانویه	ذرات معلق با قطر ۱۰ میکرومتر و یا کمتر ۵۰ µg/m ^۳ ۱۵۰ µg/m ^۳	ذرات (PM _{۱۰}) متوسط حسابی سالانه متوسط ۲۴ ساعته
اولیه و ثانویه اولیه و ثانویه	ذرات معلق با قطر ۲/۵ میکرومتر و یا کمتر ۱۵ µg/m ^۳ ۶۵ µg/m ^۳	ذرات (PM _{۲.۵}) متوسط حسابی سالانه* متوسط ۲۴ ساعته*
اولیه اولیه ثانویه	۰/۰۳ppm (۸۰ µg/m ^۳) ۰/۱۴ppm (۳۶۵ µg/m ^۳) ۰/۵۰ppm (۱۳۰۰ µg/m ^۳)	دی‌اکسید گوگرد (SO ₂) متوسط حسابی سالانه متوسط ۲۴ ساعته متوسط ۳ ساعته

* مقادیر داخل پرانتز، غلظت‌های معادل تخمینی هستند.

* استاندارد ۸ ساعته اوزون و استانداردهای PM_{۲.۵} تنها جهت آگاهی ارائه شده‌اند. این مقادیر نسبت به استانداردهای سال ۱۹۹۷، در سال ۱۹۹۹

میلادی بازنگری و تجدیدنظر شده‌اند.

استاندارد قبلی اوزون به صورت استاندارد اولیه ۱ ساعته (بر اساس اثرات بهداشتی) با یک استاندارد جدید ۸ ساعته، به منظور محافظت در برابر مدت‌زمان‌های مواجهه طولانی‌تر، جایگزین گردیده است. در تدوین استاندارد ۸ ساعته، EPA مقدار استاندارد را معادل ۰/۰۸ ppm در نظر گرفته است.

EPA استانداردهای اولیه ذرات را با افزودن یک استاندارد جدید سالانه PM_{۲.۵} معادل ۱۵ µg/m^۳ و یک استاندارد جدید ۲۴ ساعته PM_{۲.۵} معادل ۶۵ µg/m^۳ مورد تجدیدنظر قرار داده است. همچنین استاندارد سالانه PM_{۱۰} معادل ۵۰ µg/m^۳ و استاندارد

۲۴ ساعته PM_{10} ، معادل $150 \mu g/m^3$ را با تغییر شکل استاندارد، تنظیم نموده است. مقادیر استاندارد سرب در رابطه با اثرات بهداشتی در سال ۱۹۷۸ میلادی مورد بازنگری قرار گرفت و مقدار آن $1/5 \mu g/m^3$ و به صورت متوسط فصلی (هر ۳ ماه یکبار) تعیین گردید. استاندارد ثانویه برای سرب مطابق با استاندارد اولیه آن است. دو مقدار استاندارد در رابطه با اثرات بهداشتی منواکسیدکربن، یکی استاندارد ۸ ساعته، معادل ۹ ppm و دیگری استاندارد یک‌ساعته معادل ۳۵ ppm وجود دارند. در هر دو نوع استاندارد، نباید بیش از یکبار در سال، مقادیر منواکسیدکربن از حد مجاز، تجاوز نماید. EPA تصمیم خود را در رابطه با حفظ مقادیر کنونی استاندارد در رابطه با منواکسیدکربن در سال ۱۹۹۴ میلادی اعلام نمود. استاندارد ثانویه نیز برای CO وجود ندارد. مقادیر کنونی استاندارد در رابطه با دی‌اکسید نیتروژن، توسط EPA در سال ۱۹۹۵ میلادی پیشنهاد گردیده است. استانداردهای اولیه و ثانویه در رابطه با دی‌اکسید نیتروژن، هر دو معادل $0/053 \text{ ppm}$ است که به صورت متوسط سالانه اندازه‌گیری می‌گردند. EPA تصمیم نهایی خود را در رابطه با استانداردهای دی‌اکسید نیتروژن در اکتبر ۱۹۹۶ میلادی صادر نمود.

در ماه می سال ۱۹۹۶ میلادی، EPA رأی نهایی خود را در رابطه با حفظ مقادیر کنونی استانداردهای دی‌اکسید گوگرد اعلام نمود. دو استاندارد اولیه برای SO_2 ، یکی بر اساس متوسط ۲۴ ساعته، معادل $0/14 \text{ ppm}$ و دیگری بر اساس متوسط سالانه معادل $0/30 \text{ ppm}$ می‌باشند. غلظت SO_2 از مقادیر استاندارد ۲۴ ساعته، ممکن است بیش از یکبار در سال تجاوز نماید، اما از مقادیر استاندارد سالانه، هرگز نباید تجاوز نماید. در ژانویه سال ۱۹۹۷ میلادی، EPA یک برنامه جدید برای مشخص نمودن میزان پتانسیل ریسک‌ها و خطرات بهداشتی، در رابطه با آسم حاصل از مواجهه با مقادیر ماکزیمم و کوتاه‌مدت SO_2 ، در موقعیت‌های مختلف محلی وضع نمود. استانداردهای ثانویه توسط EPA در سال ۱۹۹۳ میلادی، به میزان $0/50 \text{ ppm}$ بر اساس متوسط سه‌ساعته حفظ گردید. میزان غلظت SO_2 استاندارد ثانویه نباید بیش از یکبار در سال از مقادیر مجاز تجاوز نماید.

استانداردهای کاهش جیوه و مواد سمی موجود در هوا (MATS)

در سال ۲۰۰۲ میزان انتشار جیوه ناشی از احتراق زغال‌سنگ در آمریکا ۵۵ تن در سال بوده است که این میزان انتشار معادل $46/37\%$ از کل میزان انتشار جیوه از منابع انسان‌ساخت در این کشور است. در این سال میزان جیوه منتشره از نیروگاه‌های

زغال‌سنگ سوز معادل ۴۴/۲ تن در سال بوده و فاکتور انتشار جیوه از این نیروگاه‌ها 0.1 kg/GWh بوده است. سهم نیروگاه‌های زغال‌سنگ سوز آمریکا از میزان انتشار جیوه در جهان ۳۲/۶٪ است [۱۰].

در سال ۲۰۰۵ میزان انتشار جیوه از نیروگاه‌های زغال‌سنگ سوز ۵۳ تن بوده است که با در نظر گرفتن میزان تولید برق از این نیروگاه‌ها در این سال ($2153/956 \text{ TWh}$) میزان فاکتور انتشار جیوه نیروگاه‌های زغال‌سنگ سوز آمریکا در سال ۲۰۰۵ kg/GWh ۰/۰۲۴۶ رسیده است؛ بنابراین میزان فاکتور انتشار جیوه از نیروگاه‌های زغال‌سنگ سوز آمریکا افزایش یافته است [۱۱ و ۱۲].

در ۱۶ دسامبر ۲۰۱۱، EPA اولین استاندارد ملی کاهش جیوه و سایر سموم آلاینده‌های هوا ناشی از نیروگاه‌های با سوخت‌های فسیلی نهایی کرد. بیش از ۲۰ سال بعد از قانون هوای پاک ۱۹۹۰، برخی از نیروگاه‌ها همچنان کنترلی بر انتشار آلاینده‌های سمی خود نداشتند و این باوجود پیشرفت فناوری‌های کنترل آلودگی رخ می‌داد.

حدود ۱۴۰۰ واحد تولید برق با پایه سوخت‌های فسیلی در ۶۰۰ نیروگاه تحت استانداردهای مذکور قرار گرفتند. نیروگاه‌ها آلاینده‌های خطرناکی از قبیل جیوه، سموم فلزی غیر جیوه، گازهای اسیدی و سموم آلی مانند دی‌اکسین منتشر می‌کنند. نیروگاه‌ها معمولاً سهم اصلی انتشار جیوه (۵۰٪)، گازهای اسیدی (بیشتر از ۷۵٪) و فلزات سمی دیگر (۶۰٪-۲۰) در ایالات متحده را دارند.

این در حالی است که نیروگاه‌های جدیدتر و تعداد زیادی از نیروگاه‌های قدیمی انتشار مواد سمی مذکور را کنترل می‌کنند، تقریباً ۴۰ درصد واحدهای تولید برق موجود، دسترسی به تجهیزات کنترل آلودگی پیشرفته ندارند.

در سال ۱۹۹۰، سه صنعت در آمریکا تقریباً $\frac{2}{3}$ کل جیوه را انتشار می‌دادند [۱۳]:

- زباله‌سوزهای بیمارستانی
- زباله‌سوزهای شهری
- نیروگاه‌ها

دو صنعت اول سالهاست که تحت نظارت استاندارد فعالیت کرده و تا ۹۵ درصد میزان انتشار جیوه خود را کاهش دادند. به‌علاوه

استانداردهای جیوه برای صنایعی مانند تولید سیمان و فولاد و سایرین در حیطه مجاز انتشار جیوه اعمال شده است. (جدول ۲-۲)

جدول ۲-۲ منابع انتشار جیوه در امریکا (تن بر سال)

صنعت موردنظر	میزان انتشار جیوه	۲۰۰۵	میزان کاهش (نسبت به ۱۹۹۰)
نیروگاه‌ها	۵۹	۵۳	۱۰٪
زباله‌سوز شهری	۵۷	۲	۹۶٪
زباله‌سوز پزشکی	۵۱	۱	۹۸٪

اعمال آخرین قانون وضع شده برای انتشار جیوه گازهای اسیدی و آلاینده‌های فلزات سنگین غیر جیوه در نیروگاه‌ها منجر به موارد زیر می‌گردد:

جلوگیری از ۹۰ درصد انتشار جیوه ناشی از احتراق زغال سنگ

کاهش ۸۸ درصدی گازهای اسیدی از نیروگاه‌ها

کاهش ۴۱ درصدی دی‌اکسید گوگرد (SO_2) از نیروگاه‌ها

استانداردهای جیوه و مواد سمی موجود در هوا الزام‌های نظارتی برای نیروگاه‌ها را نیز همراه دارد. به‌علاوه، وجود این استانداردها منجر به محدود کردن انتشار جیوه در نیروگاه‌های جدید می‌شود.

به‌کارگیری دستگاه‌های کنترلی رایج، مواد سمی مضر هوا را کاهش داده و به مدرن سازی خطوط قدیمی نیروگاه‌ها کمک

می‌کند. (جدول ۲-۳)

جدول ۳-۲ فناوری‌های کنترلی موجود آلاینده‌های هوا

فناوری‌های کنترلی موجود	آلاینده
سیستم کاهش کاتالیستی (SCR) همراه با گوگردزدایی گاز دودکش (FGD)، کربن فعال (ACI)، کربن فعال همراه با فیلترهای پارچه‌ای (FF) یا ته‌نشین کننده‌های الکترواستاتیک (ESP)	جیوه
ESP, FF	فلزات غیر جیوه
استاندارد عملکرد کار (نظارت، تنظیم و نگهداری جهت تأیید بهینه‌سازی احتراق)	دی‌اکسین و فوران
FGD، جذب خشک (DSI, DSI) همراه با FF با ESP	گازهای اسیدی
DSI, FGD	دی‌اکسید گوگرد

تعیین حدود مجاز آلاینده‌های سمی هوا

قانون MATS^۱ حدود استاندارد را برای تمامی آلاینده‌های خطرناک هوا^۲ (HAPs) برای نیروگاه‌های سوخت‌های فسیلی با ظرفیت بیشتر از ۲۵ مگاوات تعیین کرده است که به آن استاندارد ملی انتشار آلاینده‌های خطرناک هوا (NESHAP) گویند. نیروگاه‌هایی که از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌کنند بسیاری از ۱۸۷ آلاینده خطرناک هوای موجود در لیست قانون هوای پاک را منتشر می‌کنند [۱۴].

استانداردهای انتشار که تحت برنامه مواد سمی نوشته شده‌اند، حدود آلودگی هوای فدرال بوده که همه صنایع ملزم به رعایت آن هستند.

فناوری کنترل حداکثری (MACT) برای منابع جدید باید با حداقل آلودگی و کاهش انتشار در حین عملکرد بهینه همراه باشد. استانداردهای (MACT) برای منابع موجود حداقل باید ۸۸٪ از مقدار بهینه را پوشش دهند.

وضع استاندارد MACT یک پروسه دومارحله‌ای می‌باشد:

MACT پایه (MACT Floor) که بر مبنای آنچه از منابع حاصل می‌شود تعریف شده است و هزینه مدنظر قرار نمی‌گیرد.

EPA ممکن است قوانینی فراتر از حدود پایه را وضع کند که هزینه‌ها و سایر موارد را لحاظ می‌کند.

زمان موردنیاز برای رسیدن به حدود استاندارد:

منابع موجود چهار سال زمان دارند تا استاندارد MATS را رعایت کنند.

- که شامل سه سال زمان تعیین شده توسط قانون هوای پاک است. بررسی‌های EPA نشان می‌دهد که این مدت‌زمان برای اکثر منابع کافی است.

^۱ Mercury and Air Toxics Standards

^۲ Hazardous air pollutants

- تحت قانون هوای پاک، شرکت‌ها می‌توانند از یک سال اضافه برای نصب فناوری‌های موردنیاز بهره بگیرند.

همچنین EPA راهکاری برای واحدهای بحرانی جهت تنظیم یک برنامه با یک سال زمان بیشتر ارائه داده است. این راهکار در بیانیه مخصوصی آورده شده است. EPA اعتقاد دارد این راهکار در موارد کمی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

پیمان کیوتو

در سال ۱۹۹۷، سازمان ملل متحد اجلاسی را در شهر کیوتوی ژاپن برگزار کرد. نتیجه این اجلاس تنظیم معاهده‌ای در مورد کاهش گازهای گلخانه‌ای بود. پیمان‌نامه‌ای که به پیمان کیوتو معروف شد. بر اساس این پیمان‌نامه، کشورهای توسعه‌یافته از جمله ژاپن ملزم شدند که میزان خروج گازهای گلخانه‌ای خود را تا سال ۲۰۱۲ میلادی تا ۵٫۲ درصد کاهش دهند. مبنای این کاهش میزان تولید گاز گلخانه‌ای در سال ۱۹۹۰ در آن کشورها بود. بر اساس برنامه‌های سازمان بین‌المللی محیط زیست (UNEP) تا سال ۲۰۱۲ باید ۳۶ کشور صنعتی این پیمان‌نامه را امضا کنند و با اجرای این برنامه دی‌اکسید کربن یکی از مهم‌ترین گازهای سازنده گازهای گلخانه‌ای ۴۰ بار در سطح جو کمتر خواهد شد. تاکنون ۱۴۰ کشور این پیمان را امضا کرده‌اند اما هنوز آمریکا و استرالیا به آن نپیوسته‌اند [۱۵].

چشم‌انداز کاهش آلودگی کربن

در ۲ ژوئن ۲۰۱۴، EPA تحت طرح تغییرات آب‌وهوای رئیس‌جمهور اوباما یک برنامه اجرایی برای کاهش آلودگی کربن نیروگاه‌ها ارائه کرد [۱۶].

طبق این برنامه در همه مناطق تا سال ۲۰۳۰ طرح نیروگاه‌های پاک منجر به کاهش انتشار کربن تا ۳۰ درصد از سطوح انتشار موجود در سال ۲۰۰۵ می‌گردد. میزان کاهش از سال ۲۰۲۰ با نرخ معنادار پیش می‌رود.

تعریف اهداف:

برای تعریف اهداف، EPA راهکارهای کاربردی را که در حال حاضر واحدها برای کاهش آلودگی کربن در بخش نیروگاهی به کار می‌گیرد، مورد ارزیابی قرار داد؛ که عبارتند از افزایش بازده انرژی، ارتقای عملکرد نیروگاه‌ها و ترتیب برنامه‌های با تولید کربن کمتر، تمام این برنامه‌ها برای ایجاد بهترین سیستم برای کاهش آلودگی کربن و ایجاد شاغل در راستای سرمایه‌گذاری انرژی پاک و کاهش اتلاف انرژی و جلوگیری از هدر رفت منابع مالی باشد.

دستیابی آسان به اهداف:

هر ایالت توانایی انتخاب اهداف را به صورت ترکیبی از شرایط و وضعیت سیاسی خود دارد. ایالات خودشان مسئول برنامه‌ها بوده و می‌توانند در گستره وسیعی از امکانات به کاهش کربن نیروگاه‌ها کمک کنند و هدف را ارضا کنند.

تعریف اهداف:

EPA اهداف میزان انتشار هر ایالت را به تفکیک برای کاهش دی‌اکسید کربن از بخش نیروگاهی ارائه کرده است.

این اهداف ایالتی برای واحدهای تولید الکتریسیته الزامی نیست. همچنین هر ایالت انعطاف‌پذیری لازم را برای تعیین نرخ هدف مذکور تا سال ۲۰۳۰ دارد.

فرمول اصلی مورد استفاده برای هدف ایالتی از رابطه زیر بدست می‌آید.

نرخ انتشار CO₂ از نیروگاه‌های که سوخت فسیلی به کار می‌گیرند (پوند LbS)

تولید الکتریسیته (مگاوات-ساعت)

اطلاعات مخصوص هر ایالت یا منطقه در رابطه مذکور وارد شده و نتیجه معادله هدف مخصوص آن ایالت را شکل می‌دهد.

هر ایالت به علت وجود ترکیب میزان انتشار و منابع انرژی مختص به خود از فرمول خاصی پیروی می‌کند. به همین منظور

EPA یک ساختار دوبخشی پیشنهاد می‌دهد:

هدف اولیه که بیانگر اغنای شرایط در میانگین دوره ده‌ساله از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۹ است و هدف نهایی که بیانگر اغنای شرایط

در پایان دور در سال ۲۰۳۰ و پس از آن است.

دستیابی آسان به اهداف:

هر ایالت می‌تواند برحسب ترکیبی از میزان شرایط و اهداف سیاسی موجود اهداف خود را انتخاب کند. یک ایالت مجبور نیست

دقیقاً همان ترکیب راهکارهای EPA را اجرا کند و هیچ الزامی برای اجرای برنامه‌های یکسان بر همه نیروگاه‌ها وجود ندارد.

- EPA یک هدف ایالتی مشخص در بخش III(d) قانون هوای پاک پیشنهاد داده که در آن EPA باید بهترین سیستم برای

کاهش آلودگی (BSER) را معرفی نماید و خطوط راهنمایی برای ایالات در راستای دستیابی به اهداف کاهش تعیین نماید. ایالات

بر پایه آن جهت برنامه‌های کاهش انتشار برنامه‌ریزی می‌کنند.

- در این راستا EPA چهار معیار را معرفی می‌کند (بلوک ساختاری) که هم‌اکنون در بسیاری از ایالت‌ها و واحدهای صنعتی

به‌عنوان سیستم بهینه کاهش آلودگی کربن به کار می‌رود.

- بلوک‌های ساختاری مذکور طبیعت وابسته بخش تولید انرژی را شناسایی کرده و به دنبال راه‌حل‌های باصرفه و اثبات شده،

می‌گردند.

- EPA با استفاده از آنالیز داده‌های قبلی در مورد میزان انتشار و بخش تولید انرژی، یک بلوک ساختاری ملی ثابت برای کاهش

انتشار ارائه کرده است. (جدول ۲-۴)

جدول ۲-۴ بلوک‌های ساختاری برای کاهش انتشار

ارزش اختصاص داده شده در فرمول هدف	بلوک ساختاری
بالا بردن میانگین نرخ حرارتی در نیروگاه‌های حرارتی بخاری زغال‌سنگی به میزان شش درصد	- بهینه‌سازی مصرف سوخت در نیروگاه‌ها - ارتقای تجهیزات و فرآیندها جهت استحصال حداکثری الکتریسیته برای هر واحد - به‌کارگیری کمترین میزان سوخت فسیلی با تعیین میزان یکسان الکتریسیته که منجر به کاهش انتشار کربن می‌شود
بالا بردن راندمان واحدهای سیکل ترکیبی گازی موجود و در حال ساخت (NGCC) تا ۷۰ درصد ظرفیت	- به‌کارگیری منابع آلاینده‌گی کمتر - به‌کارگیری نیروگاه‌ها با آلودگی کمتر در راستای تولید کمتر کربن باید رایج شود
ارتقا تولید پاک شامل انرژی هسته‌ای و روش‌های تجدیدپذیر جدید	- به‌کارگیری منابع تولید انرژی با نرخ انتشار صفر یا بسیار پایین - ارتقا ظرفیت تولید انرژی تجدیدپذیر - به‌کارگیری منابع بیشتر انرژی تجدیدپذیر شامل خورشیدی یا باد و ... که موجب کاهش انتشار کربن می‌گردد
افزایش بازده درخواست انرژی تا ۱/۵ درصد در سال	- مصرف انرژی الکتریکی با بازده بالاتر - کاهش مصرف انرژی منجر به کاهش درخواست تولید انرژی از نیروگاه شده که میزان انتشار را می‌دهد و هزینه‌های مصارف خانگی و تجاری را تعدیل می‌کند.

EPA همچنین گزینه تغییر اهداف بر پایه نرخ انتشار به اهداف بر پایه جرم برای هر ایالت را پیشنهاد می‌دهد.

ایالت‌ها می‌توانند برنامه خود را به صورت انفرادی یا مشترک با سایر بخش‌ها فراهم کنند. EPA اهداف را تنها برای ایالت‌هایی

که نیروگاه‌های سوخت فسیلی استفاده می‌کند ارائه داده است.

۱-۲-۱-۲-۳-۲- دستورات عملی و استانداردهای محدودیت پساب

محدودیت‌های اعمالی بر پساب، ناشی از مجوزهای NPDES^۱ در کنترل تخلیه آلاینده‌ها در منابع پذیرنده است. در هنگام تهیه

محدودیت‌های فاضلاب برای ارائه مجوزهای NPDES، می‌بایستی محدودیت‌ها بر اساس دو نوع استاندارد زیر تدوین گردند [۱۷]:

- استانداردها و محدودیت‌های مبتنی بر فناوری‌های موجود در کنترل آلاینده‌ها

¹ National Pollutant Discharge Elimination System

- استانداردهای مبتنی بر کیفیت آب

این دستورات عملی و استانداردها به‌طور کلی سه نوع فاضلاب و آلاینده را تحت پوشش قرار می‌دهند:

آلاینده‌های متعارف: آلاینده‌های معمول فاضلاب شهری و انسانی که دارای پارامترهای، اکسیژن موردنیاز بیولوژیکی

(BOD)، کل جامدات معلق (TSS)، تعداد باکتری‌های کلی فرم مدفوعی، روغن و گریس و pH می‌گردد.

آلاینده‌های دارای تقدم: آلاینده‌های سمی اولویت‌دار بر اساس لیست ارائه شده از سوی CWA. لیستی از این آلاینده‌ها

به‌عنوان ضمیمه در گزارش CFR ۴۰ ارائه شده است. آرسنیک، بنزن، سیانور، جیوه، نفتالین و سلیسیم از جمله مهم‌ترین این آلاینده‌ها می‌باشند.

آلاینده‌های غیرمتعارف: این آلاینده‌ها شامل مواردی می‌گردد که در لیست آلاینده‌های معمولی و یا سمی در گزارش ۴۰

CFR گنجانده نشده‌اند. از جمله این آلاینده‌ها می‌توان به اکسیژن موردنیاز شیمیایی (COD)، کل کربن آلی (TOC)، نیتروژن و

فسفر اشاره نمود.

استانداردهای مبتنی بر فناوری

وظیفه توسعه دستورات عملی و استانداردهای مبتنی بر فناوری بخش فاضلاب به عهده EPA بوده و شامل موارد زیر می‌گردد:

بهترین فناوری متعارف کنترل آلاینده (^۱BCT): این بخش شامل فناوری‌های موجود در تخلیه فاضلاب نیروگاهی برای

آلاینده‌های معمولی از جمله BOD، TSS، کلی فرم مدفوعی، pH، روغن و چربی است.

بهترین فناوری کنترلی قابل‌اجرای موجود (^۲BPT): این بخش شامل بهترین و کارآمدترین فناوری‌های موجود است که برای

آلاینده‌های متعارف، سمی و غیرمتعارف بکار گرفته می‌شود.

¹Best conventional pollutant control technology

² Best practicable control technology currently available

بهترین فناوری در دسترس و از لحاظ اقتصادی دست یافتنی (BAT): به‌طور کلی، نشان‌دهنده بهترین فناوری موجود تصفیه از لحاظ عملکردی و اقتصادی در بخش مورد مطالعه است. این بخش شامل آلاینده‌های متعارف، سمی و غیرمتعارف می‌گردد.

استانداردهای جدید عملکردی (NSPS): این بخش برای آلاینده‌های متعارف و برای منابع جدید قابلیت اجرایی دارد.

مقررات فدرال، فصل ۴۰، بخش ۴۲۳

در فصل ۴۰ از مقررات فدرال، استانداردها و ضوابط موجود برای نیروگاه‌ها در هر یک از دسته‌بندی‌های استانداردهای مبتنی بر فناوری ارائه شده است. استانداردهای ملی و مقررات وضع شده برای سوخت‌های فسیلی (زغال‌سنگ، نفت یا گاز) در این مقررات دیده شده است. مهم‌ترین استانداردهای مرتبط با نیروگاه‌های زغال‌سنگ سوز در جدول ۲-۵ ارائه شده است. هر فاضلاب نیاز به یک مجوز NPDES جداگانه داشته به‌گونه‌ای که شرایط فاضلاب آن می‌بایستی منطبق با استانداردهای منابع پذیرنده فاضلاب باشد. همچنین واحدهایی که فاضلاب خود را به تصفیه‌خانه‌های عمومی می‌دهند، می‌بایستی استانداردهای پیش تصفیه برای منابع موجود (PSES)^۱ و یا استانداردهای پیش تصفیه برای منابع جدید (PSNS)^۲ را رعایت نمایند [۲۰].

^۱ Pretreatment Standards for Existing Sources

^۲ Pretreatment Standards for New Sources

جدول ۲-۵ استانداردهای پساب نیروگاه‌های زغال‌سنگ سوز بخاری [۲۰]

منبع	پارامتر	محدودیت پساب
محدودیت‌ها بر اساس بهترین فناوری کنترل اجرا در دسترس (BPT)		
همه فاضلاب‌ها، به جز فاضلاب برج‌های خنک‌کن یک‌بار گذر	pH	۶-۹
همه فاضلاب‌ها	کلر آزاد / باقی‌مانده	تخلیه حداکثر ۲ ساعت در هر روز
		متوسط مقدار روزانه برای ۳۰ روز متوالی نباید بیش از این مقدار گردد (mg/L)
فاضلاب‌های کم حجم	TSS	۱۰۰
	روغن و گریس	۲۰
فاضلاب‌های ناشی از انتقال خاکستر دودکش / کف دیگ	TSS	۱۰۰
فاضلاب‌های به وجود آمده از انتقال فاضلاب	روغن و گریس	۲۰
فاضلاب‌های تمیزکاری سطوح فلزات	TSS	۱۰۰
	روغن و گریس	۲۰
	کل مس	۱
	کل آهن	۱
		داده‌ای موجود نیست
		فقط ۱ واحد در ۱ نیروگاه می‌تواند به‌طور هم‌زمان تخلیه نماید
		متوسط مقدار روزانه برای ۳۰ روز متوالی نباید بیش از این مقدار گردد (mg/L)

غلظت متوسط (mg/L)	حداکثر غلظت (mg/L)		
۰/۲	۰/۵	کلر آزاد	فاضلاب برج خنک‌کننده یک‌بار گذر/ بلودان برج خنک‌کننده
حداکثر غلظت در هر زمان (mg/L)			
داده‌ای موجود نیست	۵۰	TSS	رواناب حاصل از توده‌های زغال‌سنگ
محدودیت‌ها بر اساس بهترین فناوری در دسترس و از لحاظ اقتصادی دست یافتنی (BAT)			
	حداکثر غلظت (mg/L)		
داده‌ای موجود نیست	۰/۲	کل کلر باقی‌مانده	ظرفیت نیروگاه $MW \leq 25$ ؛ فاضلاب برج خنک‌کن یک‌بار گذر از هر یک از نقاط تخلیه
تخلیه هم‌زمان چند واحد مجاز است	تخلیه حداکثر ۲ ساعت در هر روز	کل کلر باقی‌مانده	هر یک از واحدهای نیروگاه $MW \leq 25$
داده‌ای موجود نیست	۰/۲	کل کلر باقی‌مانده	نیروگاه $MW > 25$ ؛ فاضلاب برج خنک‌کن یک‌بار گذر از هر یک از نقاط تخلیه
فقط ۱ واحد در ۱ نیروگاه می‌تواند به‌طور هم‌زمان تخلیه نماید	تخلیه حداکثر ۲ ساعت در هر روز	کل کلر باقی‌مانده / کلر آزاد	هر یک از واحدهای نیروگاه $MW > 25$
محدودیت پساب	پارامتر	منبع	
غلظت متوسط (mg/L)	حداکثر غلظت (mg/L)		
۰/۲	۰/۵	کلر آزاد در دسترس	بلودان برج خنک‌کننده
میانگین ارزش روزانه برای ۳۰ روز متوالی نباید بیشتر باشد (mg/L)	حداکثر غلظت در یک روز (mg/L)		
عدم رویت هرگونه ماده	عدم رویت هرگونه ماده	۱۲۶ آلاینده اولویت دار موجود در مواد شیمیایی بکار رفته در و نگهداری برج‌های خنک‌کننده	
۰/۲	۰/۲	کل کروم	
۱	۱	کل روی	
فقط یک واحد در یک نیروگاه می‌تواند در هر زمان تخلیه نماید، موارد خاص تنها با کسب مجوز مجاز شده باشد،	حداکثر دورریز ۲ ساعت در هر روز ۱	کلر آزاد/کل کلر باقی‌مانده	بلودان برج خنک‌کننده هر واحد تولید

ادامه جدول ۱-۵

متوسط مقدار روزانه برای ۳۰ روز متوالی نباید بیش از این مقدار گردد (mg/L)	حداکثر برای هر روز (mg/L)		
۱	۱	کل مس،	ضایعات تمیز کردن شیمیایی سطوح فلزی
۱	۱	کل آهن،	
استانداردهای جدید عملکردی (NSPS)			
داده‌ای موجود نیست	۶-۹	pH	همه فاضلاب‌ها، به‌جز فاضلاب برج‌های خنک‌کن یک‌بار گذر
منبع پارامتر پساب آب محدودیت			
میانگین ارزش روزانه برای ۳۰ روز متوالی نباید بیشتر باشد (mg/L)	حداکثر غلظت در یک روز (mg/L)		
۳۰	۱۰۰	TSS	فاضلاب‌های کم‌حجم
۱۵	۲۰	روغن و گریس	
۳۰	۱۰۰	TSS	فاضلاب‌های تمیز کردن فلزات
۱۵	۲۰	روغن و گریس	
۱	۱	مس، در کل	
۱	۱	آهن، کل	
۳۰	۱۰۰	TSS	فاضلاب انتقال خاکستر انتهایی بویلر
حداکثر غلظت (mg/L)			
داده‌ای موجود نیست	۰/۲	کل کلر باقی‌مانده	ظرفیت نیروگاه $MW \leq 25$ ؛ فاضلاب برج خنک‌کن یک‌بار گذر از هر یک از نقاط تخلیه
دورریز هم‌زمان چند واحد مجاز است	دورریز حداکثر ۲ ساعت در هر روز	کلر آزاد/ کل کلر باقی‌مانده	هر یک از واحدهای نیروگاه $MW \leq 25$

ادامه جدول ۱-۵

محدودیت پساب		پارامتر	
غلظت متوسط (mg/L)	حداکثر غلظت (mg/L)		
۰/۲	۰/۵	کلر آزاد در دسترس	نیروگاه $MW > 25$ ؛ فاضلاب برج خنک کن یک بار گذر از هر یک از نقاط تخلیه
فقط یک واحد در یک نیروگاه می‌تواند در هر زمان تخلیه نماید، موارد خاص تنها با کسب مجوز مجاز شده باشد،	دورریز حداکثر ۲ ساعت در هر روز	کلر آزاد	هر واحد نیروگاه $MW > 25$
غلظت متوسط (mg/L)	حداکثر غلظت (mg/L)		
۰/۲	۰/۵	کلر آزاد در دسترس	بلودان برج خنک کننده
متوسط مقدار روزانه برای ۳۰ روز متوالی نباید بیش از این مقدار گردد (mg/L)	حداکثر برای هر روز (mg/L)		
عدم رویت هر گونه ماده	عدم رویت هر گونه ماده	۱۲۶ آلاینده اولویت دار موجود در مواد شیمیایی بکار رفته در نگهداری برج‌های خنک کننده	
۰/۲	۰/۲	کل کروم	
۱	۱	کل روی	
فقط یک واحد در یک نیروگاه می‌تواند در هر زمان تخلیه نماید، موارد خاص تنها با کسب مجوز مجاز شده باشد،	حداکثر دورریز ۲ ساعت در هر روز ۱	کلر آزاد/کل کلر باقی مانده	بلودان برج خنک کننده هر واحد تولید
محدودیت کلی NSPS برای تمام زمان‌های تخلیه			
داده‌ای موجود نیست	نباید بیش از ۵۰ میلی گرم بر لیتر باشد	TSS	رواناب خروجی از تلبار توده‌های زغال سنگ

ادامه جدول ۱-۵

منبع	پارامتر	محدودیت پساب
استانداردهای پیش تصفیه‌ای برای منابع موجود (PSES) / استانداردهای پیش تصفیه‌ای برای منابع جدید (PSNS)		
حداکثر مقدار در یک روز (mg/L)		
مواد شیمیایی حاصل از تمیزکاری سطوح فلزات	کل مس	۱
بلودان برج خنک‌کننده	۱۲۶ آلاینده اولویت دار وجود در مواد شیمیایی بکار رفته در و نگهداری برج‌های خنک‌کننده	عدم رویت هرگونه ماده
	کل کروم	۰/۲
	کل روی	۱

استانداردها و محدودیت‌های مبتنی بر کیفیت آب

مسئول ارائه دهنده مجوز تخلیه به نیروگاه، باید تأثیر تخلیه فاضلاب در کیفیت آب پذیرنده آن را در نظر بگیرد. بر این اساس ناظر ممکن است تشخیص دهد که محدودیت‌های مبتنی بر فناوری، قابلیت اطمینان لازم برای حفاظت از کیفیت آب منابع پذیرنده را دارا نیست، در چنین مواردی بر اساس CWA303(b)(1)(c) و مقررات (40 CFR 122.44(d)) NPDES، ناظر می‌تواند محدودیت‌های سخت‌گیرانه‌تری را بر اساس استانداردهای مبتنی بر کیفیت آب اعمال نماید. این استانداردها بسته به نوع صنایع، محل به‌کارگیری و کاربرد آن از تنوع بالایی برخوردار می‌باشند که پرکاربردترین آن‌ها در جدول ۲-۶ ارائه شده است [۲۰].

جدول ۲-۶ استانداردهای متداول کیفیت آب سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا

استاندارد تخلیه متوسط ماهیانه (mg/L)	آلودگی
۱۵	اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی (BOD)
۲۰۰ تا ۵۰	اکسیژن شیمیایی موردنیاز (COD)
۱۰	کل مواد جامد معلق (TSS)
۱۰	آمونیاک
۱	سیانید
۰/۰۲۵	فنل
۰/۱	سولفید
۱۰۰	نیترات
۱۰۰	فلورید
۵	آرسنیک
۱۰۰	فلز باریم
۵۰	بور
۱	کادمیوم
۵	کروم
۵	سرب
۰/۲	جیوه
۱	سلنیوم
۵	نقره
۲۰	روی

قوانین نهایی برای اجرای نیازمندی‌های ساختار آب خنک‌کننده ورودی در کارخانه‌های موجود [۱۸]

EPA استانداردهایی را تحت عنوان قانون آب پاک برای ایجاد یک تعادل بین گروه‌های زیست‌محیطی و کاهش آسیب و مرگ

ماهی‌ها و سایر موجودات دریایی ناشی از آب نهایی کرده است.

روند تصویب قانون:

در سال ۱۹۹۵، سازمان‌های زیست‌محیطی دارای صلاحیت، بخش b ۲۱۶ قانون مربوطه را در سه فاز تقسیم‌بندی کرد.

- تمامی شرکت‌ها به‌جز شرکت‌های نفتی و گازی فاز یک در تاریخ دسامبر ۲۰۰۱ مورد بررسی قرار گرفتند، تمامی شرکت‌های نفتی و گازی بعدها در ژوئن ۲۰۰۶ در بخش سوم ارزیابی شدند.

- نیروگاه‌های تولید برق موجود در فوریه ۲۰۰۴ و نیروگاه‌های کوچک تولید برق در فاز سوم بررسی شده‌اند به هر حال فاز دوم و سهمی از فاز سوم در بحث نیروگاهی نتیجه بررسی حقوقی و قانونی EPA است این قانون نهایی در نهایت به یک قانون برای حفاظت از محیط دریایی تبدیل شده است.

آب خنک ورودی هزاران واحد صنعتی حجم‌های عظیم آب دریاچه‌ها، اقیانوس‌ها را برای خنک کردن صنایع خود استفاده می‌کنند. آب ورودی مورد استفاده برای خنک کردن اثرات مخرب زیست‌محیطی بر ماهی‌ها و زیست‌گاه آن‌ها دارد. بسیاری از ارگانیسم‌ها ممکن است در اثر حرارت کشته شده و یا آسیب ببینند بخش b ۳۱۶ از قانون آب پاک EPA در مورد طراحی و عملکرد ساختار آب ورودی جهت به حداقل رساندن اثرات زیست‌محیطی تعریف شده است.

EPA در سال‌های ۲۰۰۱، ۲۰۰۳، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۴ این قانون را ارتقا داده است.

- صنایع ملزم به این قانون

قوانین در مورد صنایعی صادق است که از آب برای خنک کردن استفاده می‌کنند. کاربرد یک صنعت خاص به موقعیت و ابعاد آن بستگی دارد یکی از بخش‌های مهم ملزم شده به رعایت این قانون، نیروگاه‌های تولید برق می‌باشند.

- قانون نهایی برای نیروگاه‌های موجود (۲۰۱۴)

قانون مورد بحث شامل ۱۰۶۵ واحد صنعتی موجود که در روز حداقل دو میلیون گالن آب استفاده می‌کند می‌گردد. EPA تخمین می‌زند ۵۲۱ واحد از مجموع فوق‌الذکر را کارخانه‌ها و ۵۴۴ تا از آن‌ها را نیروگاه‌ها تشکیل می‌دهند.

نیروگاه‌ها ملزم هستند یکی از هفت گزینه کاهش آسیب‌پذیری ماهی‌ها را اجرا نمایند.

نیروگاه‌هایی که حداقل ۱۲۵ میلیون گالن در روز آب استفاده می‌کنند باید جهت کسب اجازه استفاده و نیز کنترل جانمایی در راستای کاهش آسیب‌ها اقدام نمایند.

علاوه بر این واحدهای تازه ساخت، اضافه شده به نیروگاه‌های موجود باید در راستای کاهش آسیب‌پذیری و رعایت استانداردهای ملی تلاش نمایند.

EPA قانون حفاظت از گونه‌های درخطر در مورد ماهی‌ها و حیات‌وحش را نیز تصویب کرده که لازم به اجرا می‌باشد.

استانداردهای آلودگی آب در نیروگاه زغال‌سنگی

نیروگاه‌های زغال‌سنگی یکی از آلوده‌کننده‌های منابع آب هستند، با این وجود استانداردهای کنونی حاکم بر آلودگی آب ناشی از نیروگاه‌ها در طی سی سال گذشته به‌روز نشده‌اند، مکرراً بیان می‌شود که سرعت دستورالعمل با سرعت پیشرفت صنعت همخوانی ندارد و از آن عقب‌تر است.

در ۲۰ سپتامبر ۲۰۱۳ استاندارد آب نیروگاه‌های زغال‌سنگ مورد بررسی قرار گرفت، استاندارد مذکور پتانسیل محدود کردن فلزات و سایر مواد شیمیایی سمی که می‌تواند در آب ریخته شود را داراست.

با توجه به اینکه این قانون، با قانون دفع خاکستر زغال‌سنگ مرتبط است و می‌تواند نقش مهمی را در تعیین سطوح حفاظتی ایجاد کند، دو گزینه را برای دفع خاکستر پیشنهاد می‌کند.

در سوم اکتبر ۲۰۱۳ قوانین مربوط به خاکستر زغال‌سنگ به‌روز شد. ولی همان‌طور که انتظار می‌رفت از سوی منابع قدرت تحت فشار قرار گرفت و نتوانست قوانین سرسختانه‌ای وضع کند گرچه دو قانون شناخته شده تحت عنوان حفاظت منابع و قانون بازیابی را ارائه داد.

۱-۲-۱-۴- بررسی فناوری‌های کنترلی موجود و نگاهی به آینده برای کاهش آلاینده‌های هوا در کشور آمریکا [۱۹]

صنعت برق در کشور آمریکا با مجموعه‌ای از قوانین روبرو است این قوانین مکرراً تغییر می‌کنند. این مجموعه متنوع از اقدامات نظارتی مربوط به کنترل آلودگی هوا در توسعه فناوری برای نیروگاه‌های برق و دیگر صنایع باعث به وجود آمدن نوآوری قابل توجهی در به وجود آمدن فناوری‌های متعددی برای کنترل هر یک از آلاینده‌ها است. فناوری‌های کنترل آلاینده‌های اولیه مانند دی‌اکسید گوگرد (SO_2)، تری اکسید گوگرد (SO_3)، اسید سولفوریک، کلرید هیدروژن (هیدرو کلراید)، اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، ذرات، جیوه و آلاینده‌های خطرناک هوا از جمله سلنیوم، نیز از این موارد است.

تجهیزات خاصی در یک زمان در نظر گرفته شده به کار می‌رود تا کنترل یک آلاینده خاص مانند نصب سیستم WET FGD برای کنترل SO_2 صورت گیرد؛ امروزه سیستم‌های FGD تر بخشی از یک استراتژی کلی برای کنترل ذرات، جیوه و گازهای اسیدی دیگر مانند هیدروکلراید در نظر گرفته می‌شوند. در واقع، فناوری‌های مختلف مورد استفاده در سیستم کنترل کیفیت هوا (AQCS) در نگاه کلی برای رسیدن به سطح مورد نیاز از کنترل استفاده می‌شود؛ بنابراین، مالک یک نیروگاه امروزه، در تلاش است تا بهترین انتخاب برای سیستم کنترل کیفیت هوا انجام دهد. استفاده از روش‌های جدید و یا به‌روزرسانی فناوری‌های موجود، به یک چالش مهم تبدیل شده است.

۱-۲-۱-۴-۱- تأثیر سوخت در انتخاب فناوری‌های مورد استفاده در AQCS

علاوه بر مقررات، سوخت یکی دیگر از عوامل مهمی است که تأثیرات شایانی در انتخاب فناوری‌های مورد استفاده در AQCS دارد. مثلاً استفاده از زغال سنگ PRB به‌طور پیوسته افزایش یافته است (جدول ۱-۷). در ابتدا، PRB در کشورهای غربی به کار گرفته می‌شد که اغلب به معادن نزدیک بودند؛ اما امروزه، PRB در سراسر ایالات متحده استفاده می‌شود، در حال حاضر به‌عنوان یک بخش مهم از مخلوط سوخت، حتی در شرق ایالات متحده، با وجود هزینه‌های حمل‌ونقل اضافی وجود دارد. هر منبع سوخت مجموعه‌ای مشکلات مخصوص به خود را برای دیگ بخار و AQCS همراه دارد. به‌عنوان مثال، مسمومیت کاتالیست SCR می‌تواند به دلیل فسفر موجود در زغال سنگ PRB و آرسنیک موجود در برخی از انواع زغال سنگ شرق آمریکا رخ دهد. علاوه بر

این، تأثیر قیمت کم گاز طبیعی به‌عنوان منابع جایگزین تولید برق و نیاز به کاهش هزینه‌های تولید برق با سوخت زغال سنگ باعث می‌شود تا مواردی مانند «انعطاف‌پذیری سوخت» و «سوخت فرصت^۱» در انتخاب نوع سوخت مطرح شود.

جدول ۲-۷ درصد موردنیاز زغال سنگ مصرفی برای تولید برق با توجه به انواع آن

نیاز کاربردی به زغال سنگ	2007	2013
Central Appalachia	16.10%	7.40%
Northern Appalachia	10.70%	11.00%
Illinois Basin	7.60%	11.70%
Powder River Basin	43.70%	49.80%
غیره	21.90%	20.10%
ایالات متحده	100.00%	100.00%
نیاز عمومی ایالت متحده به زغال (Millions of tons)	1,045	901

۱-۲-۱-۲-۴-۲- تجهیزیات سیستم کنترل کیفیت هوا (AQCS)

کنترل SO₂

استفاده گسترده از FGD برای اولین بار در ایالات متحده در سال ۱۹۷۰ آغاز شد. در اواخر ۱۹۸۰، فناوری FGD به صورت گسترده به اروپا راه یافت و پس از آن شروع استفاده از FGD در اوایل ۲۰۰۰ در چین آغاز شد.

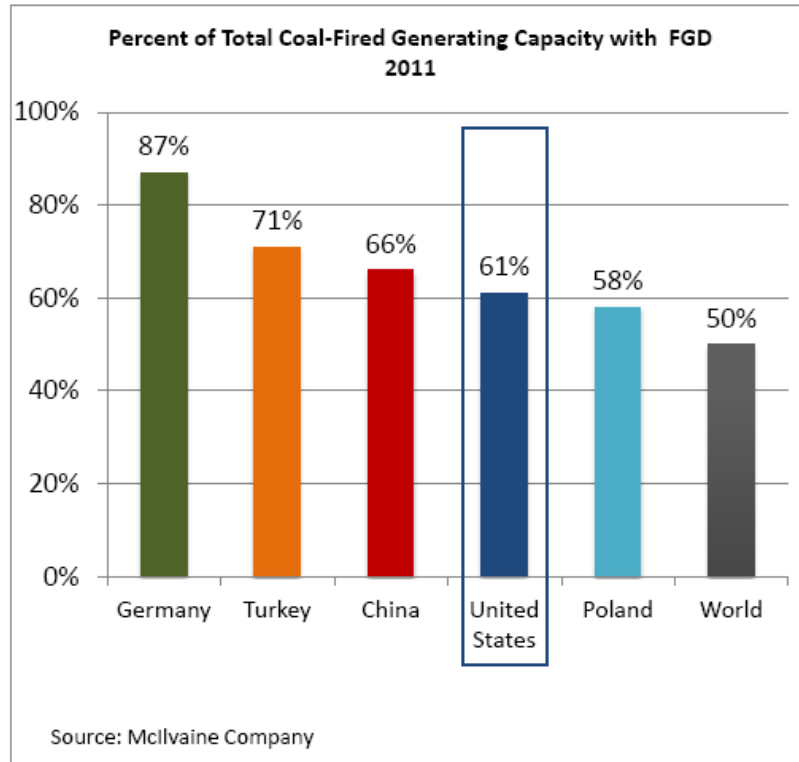
در گذشته، FGD تر زمانی که راندمان جداسازی ۹۰٪ یا بیشتر برای SO₂ (برای سوخت با میزان گوگرد بالا و یا زغال سنگ گوگرد پایین) لازم بود، مورد استفاده قرار می‌گرفت. امروزه، FGDS تر به طور معمول برای رسیدن به میزان جداسازی ۹۸٪ و برای زغال سنگ گوگرد بالا طراحی می‌شود.

¹ “opportunity fuels”

با شروع سال ۱۹۷۰، ایالات متحده جلوتر از بقیه جهان در پذیرش فناوری FGD بود. در سال ۱۹۹۸، ایالات متحده ۹۹GW از ظرفیت FGD نصب شده است، در سال ۲۰۱۱ بسیاری از کشورها از ایالات متحده در استفاده از FGD پیشی گرفته است. در ایالات متحده ۶۱ درصد سوخت زغال سنگ در واحدهای مجهز به سیستم FGD و ۱۳۰ GW واحدهای بدون کنترل گوگرد فعالیت می‌کنند. این مقایسه با کشورهای دیگر در جدول ۸-۱ نشان داده شده است.

جدول ۸-۲ مقایسه درصد استفاده از FGD با توجه به کل ظرفیت تولید در سال ۲۰۱۲

۲۰۱۱	کل ظرفیت زغال سنگ سوز (GW)	کل ظرفیت زغال سنگ FGD (GW) سوز با	درصد زغال با FGD
آلمان	82.7	72.2	87%
ترکیه	13.3	9.5	71%
چین	758.3	503.3	66%
ایالات متحده	333.7	204.4	61%
لهستان	35.6	20.6	58%
دنیا	1,988.60	1,003.40	50%



شکل ۲-۴ مقایسه درصد استفاده از FGD با توجه به کل ظرفیت تولید در سال ۲۰۱۲

درصد استفاده از فناوری‌های کنترلی در سال ۲۰۱۲ در کشور آمریکا در جدول ۲-۹ مشاهده می‌شود.

جدول ۲-۹ درصد استفاده از فناوری‌های کنترل SO₂ در سال ۲۰۱۲ در کشور

	کل واحدها	کل GW	درصد کل GW
Wet FGD	349	178.2	54.90%
Dry FGD	87	30.1	9.30%
DSI	7	1.3	0.40%
Controlled Total	443	209.6	64.60%
CFB Boiler	28	3.5	1.10%
None	408	111.4	34.30%
Grand Total	879	324.5	100.00%

در ایالات متحده در سال ۲۰۱۲، در حدود ۳۲۴ GW تولید برق از سوخت زغال سنگ در عمل وجود دارد. با خارج کردن تعدادی از واحدهای با سوخت زغال سنگ، پیش‌بینی شده است که در سال ۲۰۱۶ به ۲۹۷ GW کاهش می‌یابد.

پیش‌بینی می‌شود که روند استفاده از این وسایل کاربردی برای نیروگاه‌های بزرگ‌تر از ۵۰ MW تا سال ۲۰۱۶ مشابه جدول ۱-۱۰ باشد.

جدول ۱-۲: پیش‌بینی فناوری‌های کنترل SO_2 برای نیروگاه‌های بزرگ‌تر از ۵۰ MW تا سال ۲۰۱۶

	کل واحدها	کل GW	درصد کل GW
Wet FGD	337	177.9	59.80%
Dry FGD	118	42.6	14.30%
DSI	12	4.9	1.70%
Controlled Total	467	225.4	75.80%
CFB Boiler	28	3.5	1.20%
None	246	68.4	23.00%
Grand Total	741	297.3	100.00%

ذرات معلق

جدا کننده‌های ذرات الکترواستاتیک (ESP) از جمله تجهیزاتی هستند که برای کنترل ذرات معلق از سال ۱۹۷۰ در آمریکا بکار گرفته شدند.

میزان استفاده هر یک از این فناوری‌ها در نیروگاه‌ها با سوخت زغال سنگ در حال حاضر در جدول ۲-۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۲-۱۱: واحدهای تولید برق زغال سنگ سوز ایالات متحده با ظرفیت بیشتر از ۵۰ MW با کنترل ذرات در ۲۰۱۲

درصد استفاده از فناوری‌های کنترل ذرات معلق در سال ۲۰۱۲ در کشور	کل واحدها	کل GW	درصد کل GW
ESP	634	240.5	74.10%
Baghouse	192	65	20.00%
ESP and Baghouse	15	7.5	2.30%
Other (i.e., venturis)	38	11.5	3.60%
Grand Total	879	324.5	100.00%

بر اساس تحقیقات انجام گرفته انتظار مقادیر مورد انتظار جدول در سال ۲۰۱۶ مطابق جدول ۲-۱۲ است.

جدول ۲-۱۲ پیش‌بینی فناوری‌های کنترل ذرات معلق برای نیروگاه‌های بزرگ‌تر از ۵۰ MW تا سال ۲۰۱۶

	کل واحدها	کل GW	درصد کل GW
ESP	487	202.6	68.10%
Baghouse	203	74	24.90%
ESP and Baghouse	18	10	3.40%
Other (i.e, venturis)	33	10.7	3.60%
Grand Total	741	297.3	100.00%

کنترل NO_x

روش‌های مختلفی در کنترل NO_x بکار می‌رود. میزان استفاده از هر یک فناوری‌ها تا سال ۲۰۱۲ در جدول ۲-۱۳ آمده است.

پیش‌بینی می‌شود این مقادیر تا سال ۲۰۱۶ مطابق جدول ۲-۱۴ تغییر کند.

جدول ۲-۱۳ درصد استفاده از فناوری‌های کنترل NO_x در سال ۲۰۱۲ در کشور

واحدهای تولید برق زغال سنگ سوز ایالات متحده با ظرفیت بیشتر از ۵۰ MW با کنترل NO _x در ۲۰۱۲			
	کل واحدها	کل GW	درصد کل GW
SCR	257	140.8	43.40%
SNCR	97	27	8.30%
Other	525	156.7	48.30%
Grand Total	879	324.5	100.00%

جدول ۲-۱۴ پیش‌بینی فناوری‌های کنترل NO_x برای نیروگاه‌های بزرگ‌تر از ۵۰ MW تا سال ۲۰۱۶

واحدهای تولید برق زغال سنگ سوز ایالات متحده با ظرفیت بیشتر از ۵۰ MW با کنترل NO _x در ۲۰۱۶			
	کل واحدها	کل GW	درصد کل GW

SCR	268	147.5	49.60%
SNCR	86	29	9.80%
Other	387	120.8	40.60%
Grand Total	741	297.3	100.00%

کنترل جیوه

جیوه را می‌توان با استفاده از فناوری‌های متعددی کنترل کرد. تزریق کربن فعال یکی از فناوری‌هایی است که معمولاً استفاده می‌شود؛ اما کنترل جیوه را می‌توان با بهینه‌سازی تجهیزات دیگری که در AQCS وجود دارد هم انجام داد. به این طریق تا حد امکان جیوه حذف می‌شود؛ بنابراین تزریق کربن فعال تنها در صورت نیاز به‌عنوان یک کاهنده انجام می‌شود. البته اگر مورد نیاز باشد.

جیوه در گاز خروجی هم به شکل پایه و هم به شکل اکسید وجود دارد. وقتی هالوژن بیشتر باشد غلظت اکسید جیوه در گاز خروجی بیشتر است. معمولاً مقدار مشخصی کلر در زغال سنگ سیاه شرقی وجود دارد که موجب می‌شود میزان اکسید جیوه در گاز خروجی بیشتر از شکل پایه جیوه باشد. در زغال سنگ‌هایی که کلر اندکی دارند مانند PRB مقدار اندکی کلریا برومین افزوده می‌شود تا جیوه اکسید شود.

اکسید جیوه به آسانی در سیستم FGD تر جذب می‌شود. اکسید جیوه عنصری هم در FGD تر جذب می‌شود اما به مقدار کمتری. در سیستم FGD خشک هم مقدار اکسید جیوه جدا شده از مقدار جیوه عنصری بیشتر است. سیستم‌های SCR کمک می‌کنند اکسید جیوه آسان‌تر انجام شود و عملکرد سیستم‌های FGD بهبود یابد.

از تزریق بروم همچنین می‌توان برای بهبود اکسیداسیون جیوه در سیستم‌های FDG تر و خشک استفاده کرد؛ اما این کار موجب انباشت شدن ترکیبات برومین در سیستم FDG تر می‌شود. نتیجه اینکه ترکیبات قابل حل برومین در فاضلاب سیستم FDG تر وجود خواهد داشت. در برخی حالات، سولفیدها به سیستم FDG تزریق می‌شود تا اکسیدهای جدا شده و جیوه پایه را به سولفید جیوه غیرقابل حل و پایدار است تبدیل کند که به شکل جامد از سیستم خارج می‌شود. در حال حاضر داده‌های مورد نیاز در مورد همگی انواع فناوری‌های مورد استفاده برای کنترل جیوه در بویلرهای زغال سنگی وجود ندارد.

۱-۲-۱-۳- نگاه به آینده معیارهای انتخاب تجهیزات سیستم کنترل کیفیت هوا [۲۲]

می‌توان گفت در آینده معیارهای متعددی در انتخاب تجهیزات AQCS هستند مؤثر خواهند بود. این معیارها به شرح زیر است:

- تجربه تأییدشده برای کاربرد موردنظر
- کنترل چند آلاینده
- انعطاف‌پذیری عملیاتی
- ملاحظات بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری

تجربه‌های تأییدشده

همان‌طور که پیش از این ذکر شد، فناوری‌های متعددی برای کنترل SO_2 ، ذرات معلق، اکسیدهای نیتروژن و جیوه وجود دارند؛ اما قوانین سخت‌گیرانه‌تر آلودگی و سایر ملاحظات، فناوری‌های در دسترس را محدود می‌کنند. به‌عنوان مثال، تأثیر سیستم‌های خشک FDG هم در حالت SDA و هم در حالت CDS در کاهش SO_2 در سوخت‌های PRB تأییدشده است. آزمون CDS بر کاربردهای زغال‌سنگ دارای گوگرد متوسط و بالا موفقیت‌آمیز بوده است اما هزینه‌های زیاد آن موجب شده است در سوخت‌های گوگردی بالاتر استفاده نشود و در این زمینه FGD موفق‌تر باشد. همچنین ممکن است یک فناوری در کاهش آلاینده‌های یک سوخت مناسب باشد اما عملکرد آن در طولانی‌مدت با تغییر نوع و مشخصات سوخت، تغییر در شرایط بازار و نیز مقررات باید مورد توجه قرار بگیرند.

در هنگام بررسی یک فناوری علاوه بر ملاحظات مربوط به سوخت، اندازه واحد هم باید مورد توجه قرار بگیرد. فناوری که در واحد کوچک‌تر به‌خوبی عمل می‌کند ممکن است در واحد بزرگ‌تر همین عملکرد را نداشته باشد. فناوری‌هایی هم وجود دارند که هنوز در عمل آزمون نشده‌اند. به همین خاطر لازم است چنین فناوری‌هایی در عمل با دقت بسیار مورد ارزیابی قرار بگیرند تا ریسک کاربرد آن‌ها در عمل کاهش یابد.

کنترل چند آلاینده

نیروگاه‌های زغال‌سنگی چالش‌های زیادی برای داشتن بازده دارند. به همین خاطر ارزیابی کل نیروگاه در استفاده از ترکیب تجهیزات برای بهبود کارایی آن بسیار اهمیت دارد. فناوری AQCS قبلاً اغلب به صورت خاص برای کنترل آلاینده‌هایی مانند FDG برای SO_2 و SCR برای NO_x و ESP برای ذرات آلاینده بکار می‌رفت، در حالی که بسیاری از این سیستم‌ها توانایی کنترل دیگر آلاینده‌ها را هم دارند و توانایی یک فناوری خاص برای کنترل چند آلاینده عامل مهمی در انتخاب یک AQCS خواهد بود.

علاوه بر توانایی مستقیم یک فناوری در کنترل دیگر آلاینده‌ها تأثیر آن بر دیگر تجهیزات AQCS در کنترل آلاینده‌ها هم باید مورد توجه قرار بگیرد. به‌عنوان مثال، یک واکنش جانبی SCR توانایی کاتالیست در اکسید کردن جیوه است که امکان جدا کردن آن را در سیستم FGD را آسان‌تر می‌کند. باین‌حال SCR همچنین SO_2 را به SO_3 اکسید می‌کند که از جدا کردن آن در سیستم FGD تر جلوگیری می‌کند اما در FGD خشک چنین نیست.

در سیستم‌های FGD هم طراحی SDA و هم CDS در زمینه توانایی در کنترل دیگر گازهای اسیدی بسیار شناخته شده‌اند؛ اما سیستم‌های FGD اغلب نیازمند اضافه شدن سیستم‌های DSI هستند. ابزارهای کنترل ذرات نقش یکپارچه کننده در کنترل جیوه و گاز اسیدی دارند. این کار از طریق فیلترهای پارچه‌ای آن‌ها صورت می‌گیرد که امکان حذف مقدار بسیار بیشتری از این آلاینده‌ها را نسبت به عملکرد تنه‌های ESP ها فراهم می‌کند.

فیلترهای پارچه‌ای در حذف SO_2 هم در سیستم‌های FGD خشک نقش دارند. این نکته یک عامل اساسی در ارزیابی کلی یک سیستم AQCS است.

جدول ۲-۱۵ دیگر تعامل‌ها میان عناصر گوناگون AQCS و روابط متقابل بین آلاینده‌ها را نشان می‌دهد. یک راهبرد کنترل چند آلاینده کارآمد باید به‌دقت تمام این روابط متقابل را بررسی کند.

جدول ۲-۱۵ فناوری کنترل خروجی دودکش برای چند آلاینده

FF	ESP	ACI	SNCR	SCR	DSI	FGD خشک	FGD تر	خروجی‌های دودکش
3	3				2	1	1	گازهای اسیدی
			1	1				اکسیدهای نیتروژن
3	3	2				1	1	جیوه
1	1						1	ذرات جامدعلق
۱ این فناوری به‌طور مستقیم این آلاینده را جدا می‌کند. در مورد اکسیدهای نیتروژن آن را به نیتروژن و آب تبدیل می‌کند.								
۲ این فناوری گاز یا ذرات را با استفاده یک جاذب قابل فیلتر جدا می‌کند.								
۳ این فناوری، جاذبی را که قبلاً تزریق شده را فیلتر می‌کند یا از خروج آن با گازهای خروجی جلوگیری می‌کند.								
منبع: اقتباس از HIS CERA با عنوان برگه بازبینی فناوری کنترل خروجی بعد از احتراق								

انعطاف‌پذیری عملیاتی

تجهیزات باید طوری انتخاب شوند که در هنگام نیاز برای قابل رقابت بودن نیاز به کمترین تغییر در اجزا را داشته باشند. یکی از جنبه‌های این امر انعطاف‌پذیری در مورد سوخت است. استفاده از سوخت‌های کم گوگرد مانند PRB این امکان را فراهم ساخته است تا برخی مراکز از سیستم‌های کم‌هزینه‌تری مانند LNB و DSI به جای سیستم‌های گران‌قیمتی مانند SCR و FGD استفاده کنند. با این حال انتخاب سوخت اغلب بر اساس برآوردهای اقتصادی است تا نیروگاه کارایی بیشتری داشته باشد. به همین خاطر است که انعطاف‌پذیری یک سیستم با سوخت‌های گوناگون برای ادامه کار سیستم در نیروگاه بسیار حائز اهمیت است.

علاوه بر این محدودیت‌های مربوط به انتشار آلاینده در آینده حتی سخت‌گیرانه‌تر هم خواهند شد. می‌توان این امر را نیاز همیشگی به انعطاف‌پذیری در زمینه سوخت دانست. به‌عنوان مثال اگر یک سیستم FGD خشک برای خروجی خاص با سوخت دارای یک پوند SO₂ در میلیون Btu زغال سنگ طراحی شده باشد اما نیروگاه نیازمند سوزاندن سوختی با یک و نیم پوند در میلیون Btu زغال سنگ شود، آنگاه استانداردهای سیستم کنترل خروجی باید ارتقا یابد و گوگرد بیشتری را دفع کند. بهتر است به جای نصب سیستم‌هایی برای رفع نیازهای روزانه کنونی، دستگاهی برای کنترل آلاینده‌ها نصب شود که بتواند خود را با استانداردهای سخت‌گیرانه‌تر آینده تطبیق دهد.

همین نکته در استفاده از ESP ها هم نشان داده شده است. این فناوری پیش از این به صنعت خدمت کرده است و بسیاری از آن‌ها می‌توانند با رسیدن به الزامات MATS فعال باقی بمانند. با این حال ESP ها نسبت به فیلترهای الیافی بسیار به شرایط گازهای خروجی، ترکیب خاکستر معلق، جاذب‌های تزریق شده مانند کربن فعال و آهک حساس‌تر هستند و به‌طور اقتصادی نمی‌توانند خود را با سطح آلاینده‌های بسیار پایین تطبیق دهند و مناسب واحدهای نیروگاهی جدید نیستند. این واقعیت‌ها به همراه کاهش اندازه ذرات در آینده و توانایی فیلترهای پارچه‌ای در کنترل همزمان چند آلاینده، فیلترهای پارچه‌ای را برای تأسیسات جدید بسیار مناسب نموده است.

واحدهای زغال‌سنگی روز به روز به میزان کمتر در بار پایه خود کار می‌کنند. از آنجایی که تقاضا برای واحدهای زغال‌سنگی بیش‌ازپیش به خاطر تنوع باد و دیگر انرژی‌های تجدیدپذیر کاهش می‌یابد این مسئله وجود خواهد داشت که نیروگاه‌های زغال‌سنگی به‌اندازه بار عادی خود کار کنند. توانایی فناوری انتخاب‌شده برای تطبیق با تغییر در بار اهمیت زیادی دارد. کارآمدی تجهیزات در بارهای کاهش‌یافته و تأثیرات منفی آن‌ها بر عملکرد کلی سیستم باید مورد بررسی قرار گیرد.

به‌عنوان مثال، در طراحی یک سیستم SCR باید تغییر در سوخت و بویلر دیده شود. مهم‌ترین دغدغه دمای گاز خروجی است چراکه کاتالیست معمولاً نمی‌تواند دماهای خروجی اکونومایزر را در بارهای مختلف تحت کنترل داشته باشد. مسئله مهم دیگر در این زمینه جابجا شدن خاکسترهاست که می‌تواند با تغییر در بار رخ دهد. در این زمینه نیز عملکرد SCR را نمی‌توان با تغییر در بار تنظیم نمود؛ اما در طراحی از ابتدا می‌توان این نکته را مدنظر داشت. این کار را باید با ارزیابی جریان خاکستر در محدوده تغییر بار انجام داد.

این مثال‌ها معرف رهیافت کل‌گرایانه به طراحی AQCS است

ملاحظات بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری (O & M)¹

در انتخاب AQCS باید با دقت ملاحظات مربوط به عملکرد و تعمیر و نگهداری بر تجهیزات را در نظر داشت. همچنین تأثیر بر دیگر سیستم‌های نیروگاه در طول عمر آن باید در نظر گرفته شود.

¹ operating and maintenance

تعداد کارکنان لازم برای راهبری و تعمیر و نگهداری سیستم‌های جدید ملاحظه‌ای بسیار مهم است. استفاده سیستم‌های SCR و فیلترهای پارچه ای تأثیر چندانی بر کارکنان ندارد و با کارکنان موجود قابل بهره‌برداری است؛ اما در FGD این امر کاملاً متفاوت است و می‌تواند مقدار قابل ملاحظه‌ای به هزینه‌های نیروگاه بیفزاید.

سیستم‌های FGD تر به‌طور حتم اسب کاری نیروگاه‌های زغال‌سنگ غربی هستند. هزینه‌های O & M برای سیستم‌های FGD تر بیشتر از سیستم‌های FGD خشک است چراکه اجزا متحرک و افزودنی بیشتری دارند و نیاز به نظارت شیمیایی دارند. از سوی دیگر سیستم‌های FGD تر سوخت در هر سطح گوگرد را پذیرا است و با بازهای بویلری گوناگون تطبیق می‌یابد و از مواد شیمیایی ارزان‌تری استفاده می‌کنند؛ اما دغدغه‌های مربوط به تصفیه و دفع فاضلاب، دفع محصولات جانبی جامد موجب شده است آینده این فناوری مورد سؤال قرار بگیرد. البته در نیروگاه‌هایی که می‌خواهند در ترکیب سوختی خود، سوخت با گوگرد بالا داشته باشند هنوز FGD تر گزینه خوبی است. پیشرفت‌های اخیر در زمینه طراحی موجب شده است بتوان چرخه آب را در سیستم FGD تر بسته نگاه داشت و از این طریق نگرانی مربوط به فاضلاب را کاهش داد و هزینه‌های دفع گچ هم دیگر از سیستم‌های FGD خشک بیشتر نیست.

مصرف توان و آب هم می‌تواند در انتخاب فناوری مؤثر باشد. مصرف توان در سیستم‌های FGD تر معمولاً بالاتر از سیستم‌های FGD خشک است. مصرف توان انواع سیستم‌های FGD خشک در بار کامل مناسب است. در بارهای پائین‌تر بویلر این میزان SDA کمتر از CDA است.

تعداد کاربران برای سیستم‌های گوناگون متفاوت است. سیستم FGD تر نیاز به توجه متوسط دارد. سیستم‌های FGD خشک مراقبت بسیار کمتری نیاز دارند. سیستم‌های SDA و CDS هر دو نیاز به اتاق کنترل و یک کاربر بیرونی دارند. همچنین نیازمند استفاده مشترک از دیگر منابع نیروگاه مانند مکانیک و تکنیسین IC&E هستند. با این حال سیستم‌های CDS معمولاً نیاز کمتری به مکانیک و تکنیسین IC&E دارند. مگر این‌که سیستم مزبور دارای هیدرات کننده باشد که در این حالت موجب می‌شود تفاوتی با SDA نداشته باشد. هزینه‌های نگهداری متناسب است با تعداد افرادی که برای کنترل و نگهداری سیستم لازم است. این هزینه‌ها شامل هزینه و تعداد تعمیرات و قطعات یدکی و تأثیر بر تجهیزات AQCS می‌شود. یک مثال در این زمینه تعداد و تکرر تعویض

کیسه فیلتر پارچه ای در سیستم‌های SDA و CDA است؛ که در این مثال در سیستم SDA تعداد کیسه‌ها کمتر و عمر آن‌ها بیشتر است. عمر کیسه‌ها می‌تواند بر بیشینه عمر برنامه‌ریزی برای نشتی بویلر تأثیر بگذارد.

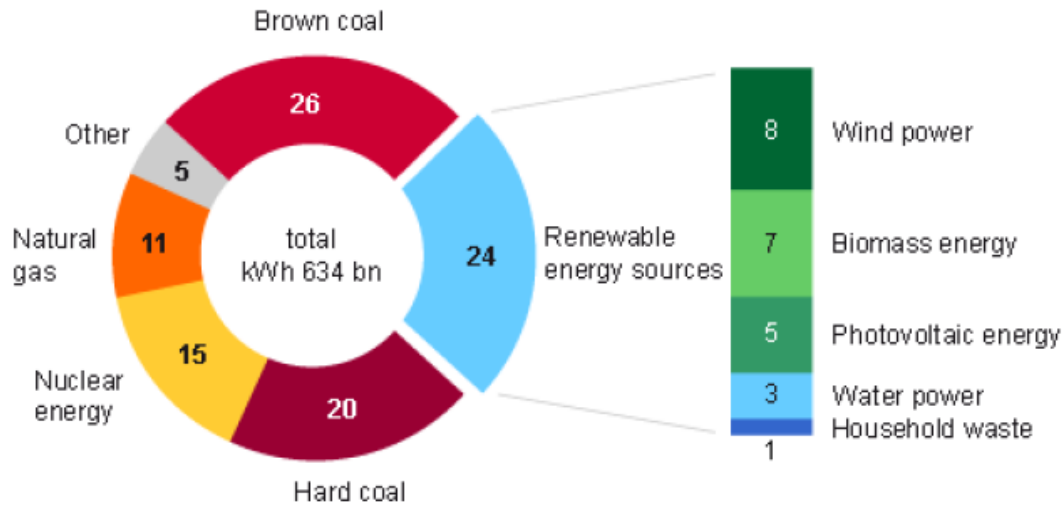
دغدغه‌های مربوط به مدیریت فاضلاب و دفع محصولات جانبی بر انتخاب تجهیزات در آینده مؤثر خواهد بود چراکه مقررات این حوزه سخت‌گیرانه‌تر خواهد شد. سیستم‌های FGD تر را می‌توان با چرخه آب بسته طراحی نمود تا مسائل مربوط به فاضلاب کاهش یابد. سیستم‌های FGD خشک می‌توانند از فاضلاب دیگر منابع استفاده کنند و به همین خاطر درجایی که مصرف آب دغدغه مهمی است انتخاب ایده آلی هستند. در تمام فرآیندهای FGD مقدار محصولات جانبی جامد کمتر است اما دفع خاکستر یا پتانسیل استفاده مجدد متأثر از جریان‌های بالادست هستند. به‌عنوان مثال تزریق کربن فعال معمولاً منجر به اثر بر خاکستر معلق می‌شود. استفاده از SNCR منجر به افزایش آمونیاک در خاکستر معلق نسبت به SCR می‌شود که می‌تواند بر فروش خاکستر معلق تأثیر بگذارد.

۱-۲-۲- مطالعه تطبیقی اثرات زیست‌محیطی نیروگاه‌های کشور آلمان

۱-۲-۲-۱- مقدمه

حدود ۶۳۴ میلیارد کیلو وات‌ساعت میزان تولید برق سال ۲۰۱۳ در کشور آلمان است، این میزان تولید انرژی آلمان را به یکی از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی در جهان تبدیل کرده است. از این‌رو مسائل اقتصادی و زیست‌محیطی در روند تولید برق در این کشور حائز اهمیت شده و در روند تولید برق این کشور تغییرات شایانی را ایجاد نموده است؛ پس از اولین شوک نفتی در سال ۱۹۷۳ رویای دسترسی ارزان و مطمئن به سوخت‌های فسیلی فراموش گردید و کشورهای صنعتی دنیا به فکر یافتن گزینه مناسبی برای جایگزین کردن آن با انرژی‌های فسیلی افتادند. به این منظور تدوین سیاست‌های پشتیبان امری ضروری به نظر می‌رسید. آمریکا، دانمارک و آلمان جزء اولین کشورهایی بودند که در این حوزه به تدوین سیاست پرداختند. از اوایل دهه هفتاد، آلمان و آمریکا سیاست‌های مشابهی را در مورد انرژی‌های نو آغاز کردند ولی از سال ۲۰۰۰ تغییراتی در سیاست‌های این دو کشور ایجاد شد که نتایج مطالعات، اثربخشی کاراتر سیاست‌ها در کشور آلمان در جهت تقویت صنعت تجدیدپذیر را نشان می‌دهد. به‌نحوی که در سال ۲۰۱۳، ۲۴٪ از میزان تولید برق آن از منابع انرژی تجدیدپذیر تولید شده است؛ (شکل ۲-۵) این در حالی است که سهم این منابع انرژی در سال ۲۰۰۰ به میزان ۷ درصد بوده است.

Gross electricity production 2013
in %



Preliminary result.

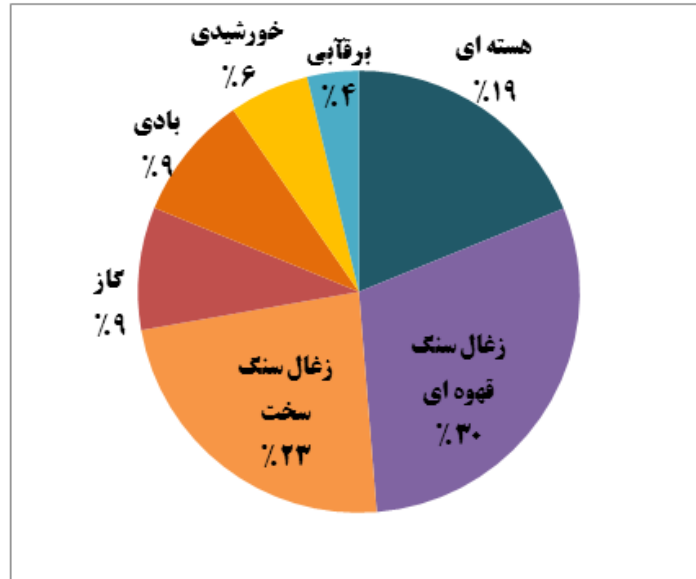
Source: AGEE-Stat and AGEb.

© Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2014

شکل ۲-۵ سهم منابع تولید انرژی در کشور آلمان در سال ۲۰۱۳

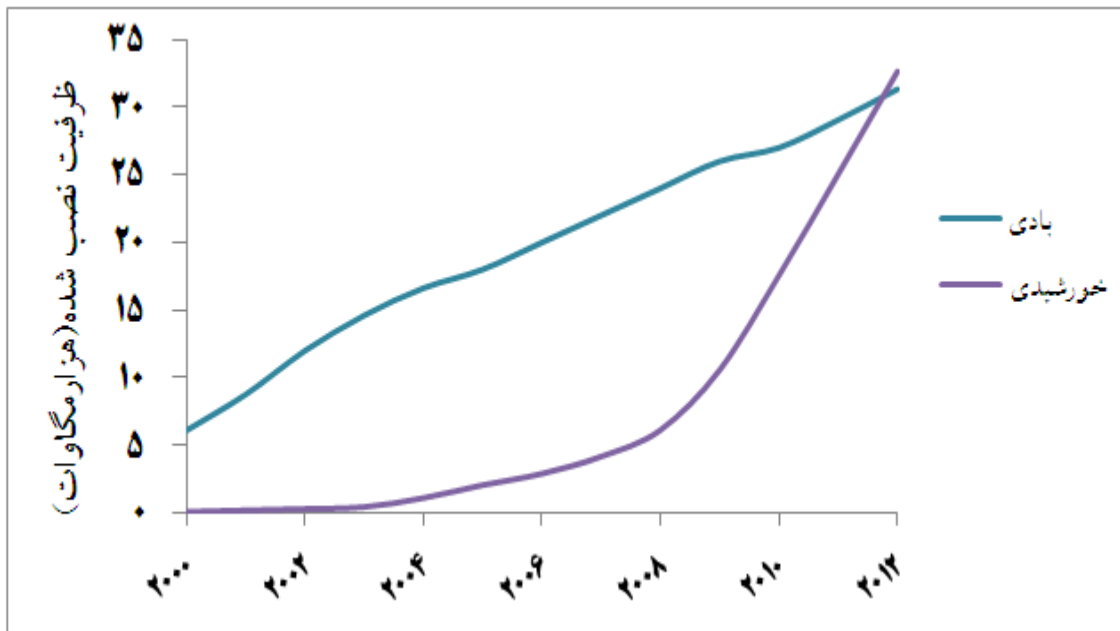
۱-۲-۲-۲- وضعیت کنونی شبکه برق کشور آلمان

در سال‌های گذشته ظرفیت نصب‌شده نیروگاه‌های تجدیدپذیر در آلمان افزایش چشمگیری داشته و تا پایان سال ۲۰۱۲ به ۷۶ هزار مگاوات رسیده است که معادل ظرفیت کل نیروگاه‌های ایران است. در شکل ۲-۶ سهم هر یک از انواع منابع در تولید برق آلمان در نیمه اول سال ۲۰۱۳ آمده است [۲۰].



شکل ۲-۶ سبد تولید برق کشور آلمان در شش ماهه اول سال ۲۰۱۳

در این میان سهم نیروگاه‌های بادی و خورشیدی به ترتیب ۳۱ و ۳۳ هزار مگاوات است. در شکل ۲-۷ روند افزایش ظرفیت نیروگاه‌های بادی و خورشیدی در آلمان آمده است [۲۱].



شکل ۲-۷ روند افزایش ظرفیت نیروگاه‌های بادی و خورشیدی در کشور آلمان

۱-۲-۲-۳- بررسی ساختار

در این بخش مهمترین ارگان‌هایی که نقش موثری در کنترل آلودگی زیست‌محیطی ایفا می‌کنند، معرفی می‌گردند. به‌طور کلی بازیگرانی که در این بخش قرار می‌گیرند، وظیفه تدوین سیاست و ارائه راهبرد و رویکردهای کلان در کنترل آلودگی زیست‌محیطی را برعهده دارند.

۱-۲-۲-۳-۱- وزارت فدرال محیط زیست، محافظت از طبیعت و امنیت هسته‌ای^۱ (BMUB)

BMUB یک وزارتخانه در سطح کابینه دولت جمهوری فدرال آلمان است که در ۶ ژوئن سال ۱۹۸۶ پس از فاجعه چرنوبیل تأسیس شد. دفتر اصلی BMUB در شهر بن و یک شعبه آن در برلین مستقر است. دولت فدرال این وزارتخانه را به‌منظور رویارویی با چالش‌های جدید زیست‌محیطی تأسیس کرد. پیش از این مسئولیت‌ها را برای مسائل زیست‌محیطی در میان وزارتخانه‌های کشور، کشاورزی و بهداشت و درمان توزیع شده بود [۲۲].

اهداف اولیه این وزارتخانه عبارت‌اند از:

- سیاست‌های ملی زیست‌محیطی
- اطلاع‌رسانی و آموزش عمومی در مورد مسائل زیست‌محیطی
- بازسازی محیط زیست و توسعه در شرق آلمان
- حفاظت از آب‌وهوا و انرژی
- کنترل کیفیت هوا
- کاهش آلودگی صوتی
- حفاظت از آب‌های زیرزمینی، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و دریاها
- حفاظت از خاک و پاک‌سازی سایت‌های آلوده
- مدیریت مواد زائد و بازیافت

¹ Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety

- ایمنی مواد شیمیایی، محیط زیست و سلامت
- هشدارها در برابر شرایط اضطراری در واحدهای صنعتی
- حفاظت، نگهداری و بهره‌برداری از گونه‌های زیستی
- ایمنی تأسیسات هسته‌ای
- عرضه و دفع هسته‌ای
- حفاظت رادیولوژیک

ساختار اصلی این وزارت خانه از شش دپارتمان تشکیل می‌شود که به شرح زیر است:

- دفتر مرکزی مسئول سیاست، اروپا و همکاری‌های بین‌المللی "ZG"
- بخش آب‌وهوا، انرژی تجدیدپذیر و همکاری‌های بین‌المللی "KI"
- بخش مدیریت آب، مدیریت مواد زائد، حفاظت خاک و آلودگی "WA"
- بخش آلودگی هوا، اثرات سلامت، محیط زیست و ترافیک "IG"
- بخش حفاظت از گونه‌ها، مهندسی ژنتیک، اثرات زیست‌محیطی کشاورزی و جنگلداری "N"
- بخش حفاظت در برابر تشعشعات رادیویی، ایمنی هسته‌ای، تأمین هسته‌ای و زباله‌های رادیواکتیو "RS"

۱-۲-۲-۲-۲-۲-۱ آژانس محیط زیست فدرال آلمان^۱ (UBA)

آژانس محیط زیست فدرال بخشی از وزارت محیط زیست دولت فدرال آلمان است، در سال ۱۹۷۴ تأسیس شد. این آژانس مسئول حفاظت از طبیعت و ایمنی هسته‌ای، محیط زیست و همچنین سلامت انسان در برابر اثرات نامطلوب زیست‌محیطی است.

[۲۳].

وظایف اصلی آن عبارت‌اند از:

¹ Umweltbundesamt

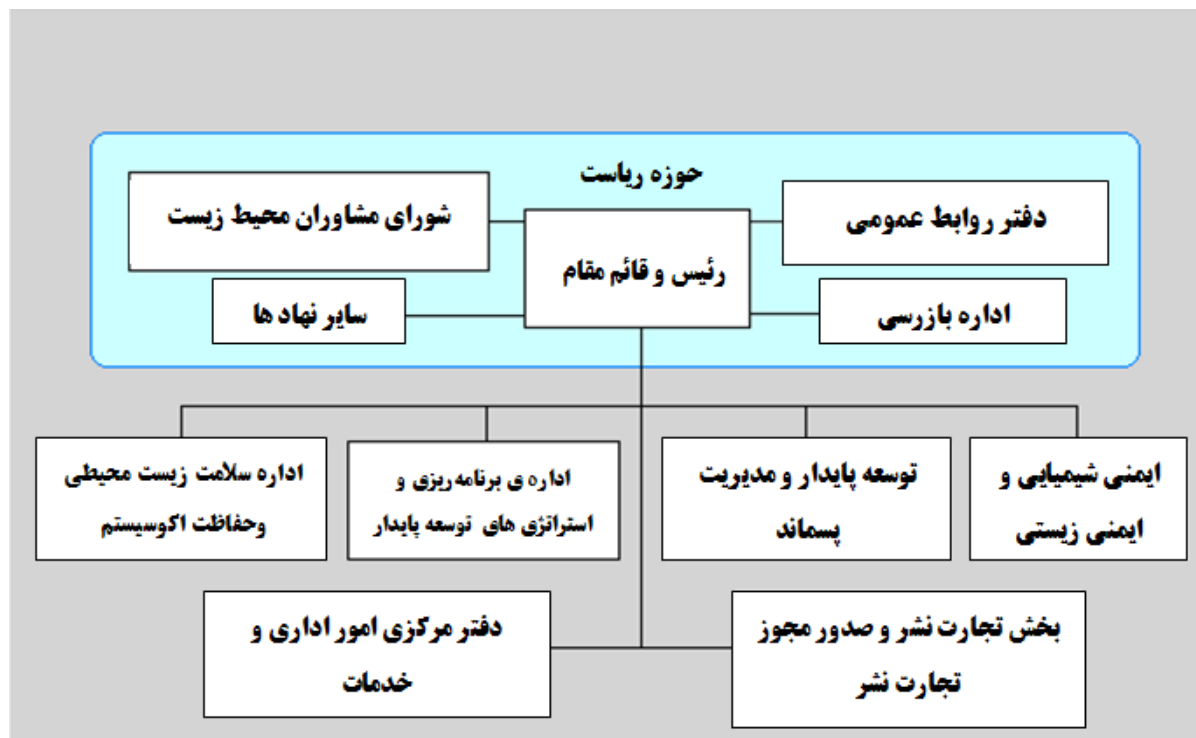
- برای ارائه پشتیبانی علمی از: وزارت فدرال محیط زیست، حفاظت از طبیعت و ایمنی هسته‌ای، بهداشت؛ آموزش و پژوهش.
- اجرای قوانین زیست‌محیطی مانند تجارت تولید گازهای گلخانه‌ای، مجوز تأیید استفاده از مواد شیمیایی، دارویی و سموم دفع آفات.

- ارائه اطلاعات عمومی در مورد مسائل مربوط به حفاظت از محیط زیست
- دفتر مرکزی UBA در شهر دسائو قرار دارد، این سازمان دارای دفاتر دیگری در شهرهای برلین، لنژن و بد ایستر است. همچنین این سازمان دارای هفت ایستگاه مانیتورینگ در سراسر کشور است.

چارت سازمانی UBA در شکل ۲-۸ خلاصه شده است. این آژانس در حوزه ریاست دارای بخش‌های زیر است:

- دفتر ریاست مرکب از یک رئیس و قائم‌مقام
- شورای مشاوران محیط زیست
- اداره بازرسی
- دفتر روابط عمومی
- سایر نهادهای مرتبط

همان‌طور که در شکل ۲-۸ نشان داده شده است، شش گروه عملیاتی تحت نظر این حوزه فعالیت می‌کنند. بسیاری از بخش‌های نشان داده شده در چارت از سایت دفتر مرکزی آن در دسائو قرار گرفته‌اند، اما برخی در برلین و مکان‌های دیگر است.



شکل ۲-۸ چارت سازمانی UBA

وظایف اصلی و مواردی که در حیطه عملکرد UBA قرار دارد در زیر به‌طور کلی عبارت است از:

- هوا و کنترل آلودگی هوا
- خاک و سایت‌های آلوده
- حمل و نقل
- مدیریت مواد زائد
- سروصدا
- بهداشت و بهداشت محیط زیست
- تغییرات اقلیم
- نظارت بر محیط زیست
- تجارت نشر در آلمان
- حفاظت از منابع
- فرآیندهای فناوری و ایمنی
- آب، آب آشامیدنی و حفاظت از آب
- انرژی
- صنعت کشاورزی و مواد غذایی
- آگاهی از محیط زیست و توسعه پایدار
- اقتصاد و مدیریت محیط زیست

- قوانین محیط زیست
- برنامه‌ریزی محیط زیستی و مکانی
- حفاظت از محیط زیست بین‌المللی و
- تصویب قوانین مربوط به مواد شیمیایی
- قطب جنوب
- و آلاینده‌ها

۱-۲-۲-۴- بررسی قوانین زیست‌محیطی آلمان

۱-۲-۲-۴-۱- استانداردهای هوا [۲۴]

محدودیت در میزان انتشار نیروگاه‌ها در سال ۲۰۰۴ تصویب و در سال ۲۰۰۹ تصحیح شد. قوانین مذکور را در مجموعه قوانین کنترل انتشار فدرال^۱ می‌توان ملاحظه نمود.

این قوانین در ساخت‌وساز، طراحی و بهره‌برداری از نیروگاه‌ها از جمله نیروگاه‌های توربین گازی و همچنین نیروگاه‌های توربین گاز برای درایوهای مکانیکی با ظرفیت ۵۰ مگاوات یا بیشتر برای انواع سوخت جامد، مایع یا سوخت گازی اعمال می‌شود.

این قوانین مواردی مانند نیروگاه‌هایی که در آن گازهای پسماند به‌طور مستقیم در فرآیندهای تولید برق مورد استفاده قرار می‌گیرند (مانند گاز کوره بلند) و یا احتراقی که در آن گازهای پسماند به‌طور مستقیم برای گرم کردن، خشک‌کردن اشیاء یا مواد استفاده می‌شود (دوباره گرم کردن کوره) را شامل نمی‌شود.

مقادیر مجاز انتشار برای نیروگاه‌های بخاری با سوخت جامد، مایع و گاز در جداول ۱-۱۶ تا ۱-۱۸ آورده شده است.

جدول ۲-۱۶ مقادیر مجاز انتشار متوسط روزانه برای نیروگاه‌های بخاری با سوخت جامد (mg/m³) [۲۷]

۲۰	کل ذرات	
۰/۰۳	جیوه و مشتقات آن	
۱۵۰	۵۰ تا ۱۰۰ مگاوات	CO
۲۰۰	بیشتر از ۱۰۰ مگاوات	

¹ Federal Immission Control Act

۲۰۰	سوخت بیومس	SO ₂ و SO ₃
۳۵۰	۵۰ تا ۱۰۰ مگاوات	SO ₂ و SO ₃ در سایر سوخت‌ها برای محفظه‌های احتراق FBC
۸۵۰	۵۰ تا ۱۰۰ مگاوات	SO ₂ و SO ₃ در سایر سوخت‌ها برای سایر محفظه‌های احتراق
۲۰۰	بیشتر از ۱۰۰ مگاوات	SO ₂ و SO ₃ در سایر سوخت‌ها
۲۵۰	۵۰ تا ۳۰۰ مگاوات	NO و NO ₂ برای چوب
۲۰۰	بیشتر از ۳۰۰ مگاوات	
۳۵۰	۵۰ تا ۱۰۰ مگاوات	NO و NO ₂ برای سایر بیومس‌ها
۳۰۰	۱۰۰ تا ۳۰۰ مگاوات	
۲۰۰	بیشتر از ۳۰۰ مگاوات	
۳۰۰	۵۰ تا ۱۰۰ مگاوات	NO و NO ₂ برای محفظه‌های احتراق FBC
۲۰۰	بیشتر از ۱۰۰ مگاوات	
۴۰۰	۵۰ تا ۱۰۰ مگاوات	NO و NO ₂ برای سایر سوخت‌ها
۲۰۰	بیشتر از ۱۰۰ مگاوات	
۰/۰۵	درمجموع	کادمیوم، تالیوم و مشتقات آن‌ها
۰/۵	درمجموع	فلزات سنگین

جدول ۲-۱۷ مقادیر مجاز انتشار متوسط روزانه برای نیروگاه‌های بخاری با سوخت مایع (mg/m^3) [۲۷]

۲۰	کل ذرات	
۸۰	CO	
۸۵۰	۵۰ تا ۱۰۰ مگاوات	SO ₂ و SO ₃
۴۰۰-۲۰۰	۱۰۰ تا ۳۰۰ مگاوات	
۲۰۰	بیشتر از ۳۰۰ مگاوات	
۱۸۰	برای دمای کمتر از ۳۸۳,۱۵K و یا فشار کمتر از ۰,۰۵ MPa	
۲۰۰	برای دمای بین ۳۸۳,۱۵K تا ۴۸۳,۱۵K و یا فشار بین ۰,۰۵ MPa تا ۱,۸ MPa	
۲۵۰	برای بیشتر از ۴۸۳,۱۵K و یا فشار کمتر از ۱,۸ MPa	
۳۵۰	۵۰ تا ۱۰۰ مگاوات	NO و NO ₂ برای سایر سوخت‌ها
۲۰۰	۱۰۰ تا ۳۰۰ مگاوات	
۱۵۰	بیشتر از ۳۰۰ مگاوات	
۰/۰۵	در مجموع	
۰/۵	در مجموع	
	کادمیوم، تالیوم و مشتقات آنها	
	فلزات سنگین	

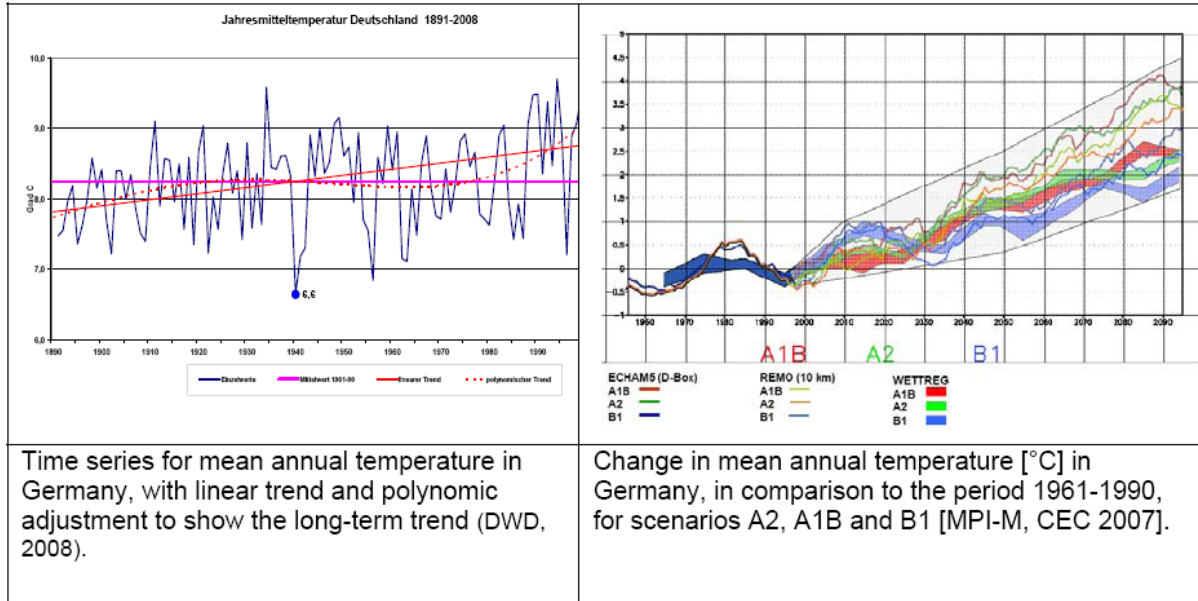
جدول ۲-۱۸ مقادیر مجاز انتشار متوسط روزانه برای نیروگاه‌های بخاری با سوخت گاز (mg/m³) [۲۷]

۱۰	گاز کوره بلند و گاز کک	کل ذرات
۵	سایر سوخت‌های گازی	
۵۰	گاز طبیعی	CO
۱۰۰	گاز کوره بلند و گاز کک	
۸۰	سایر سوخت‌های گازی	
۱۰۰	برای دمای کمتر از ۳۸۳/۱۵ K و یا فشار کمتر از ۰/۰۵ MPa	NO و NO ₂ برای سوخت مایع سبک (۵۰ تا ۳۰۰ مگاوات)
۱۱۰	برای دمای بین ۳۸۳/۱۵K تا ۴۸۳/۱۵ و یا فشار بین ۰/۰۵ MPa تا ۱/۸ MPa	
۱۵۰	برای بیشتر از ۴۸۳/۱۵ K و یا فشار کمتر از ۱/۸ MPa	
۲۰۰	۵۰ تا ۳۰۰ مگاوات	NO و NO ₂ برای سایر سوخت‌ها
۱۰۰	بیشتر از ۳۰۰ مگاوات	
۵	گاز مایع طبیعی	SO ₃ و SO ₂
۳۵۰	گاز کوره بلند	
۲۰۰	گاز کک	
۳۵	سایر سوخت‌های گازی	

۱-۲-۲-۵- بررسی سیاست‌های کنترلی موجود و نگاهی به آینده برای کاهش آلاینده‌های هوا در کشور آلمان

۱-۲-۲-۵-۱- سیاست‌های کشور آلمان در تغییرات اقلیم [۲۵]

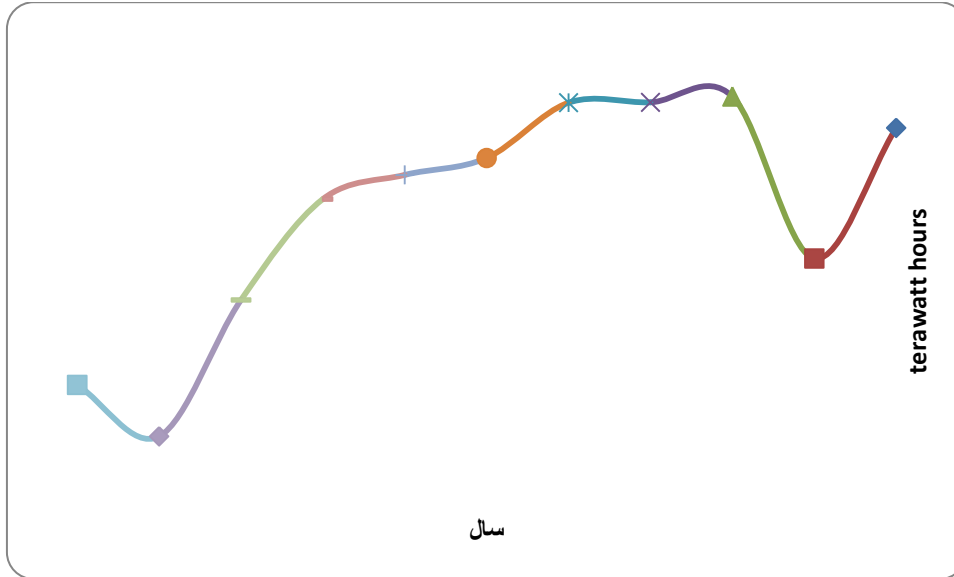
از سال ۱۹۰۱ تا ۲۰۰۸، میانگین دمای هوا در آلمان نزدیک به یک سانتی‌گراد افزایش یافته است، همچنین دهه ۱۹۹۰-۱۹۹۹ گرم‌ترین دهه کل قرن بیستم بوده است. علاوه بر این، در سال‌های اول قرن ۲۱ دما به صورت قابل توجهی از متوسط میانگین سالانه ۱۹۶۱-۱۹۹۰ بالاتر بوده است. (شکل ۲-۹)



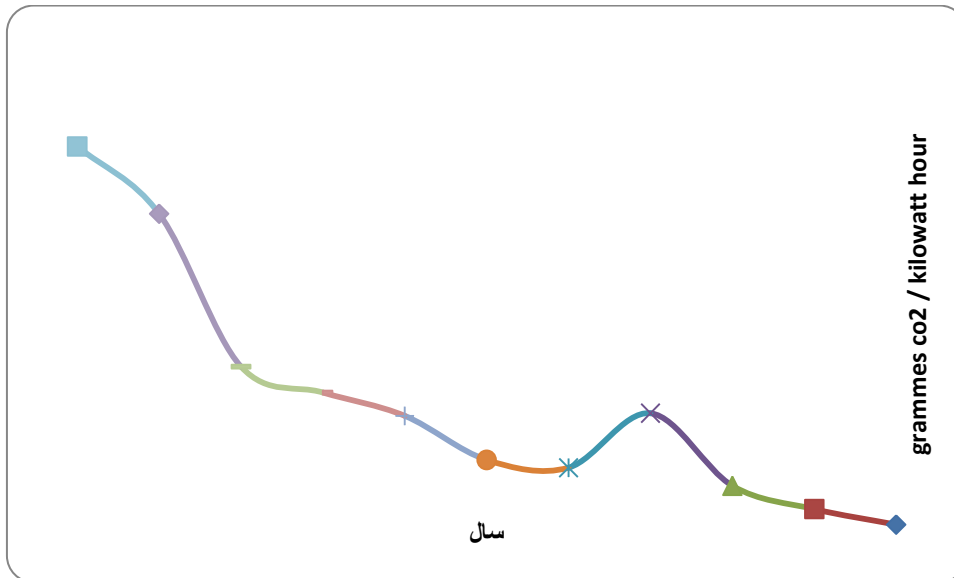
شکل ۲-۹ تغییرات میانگین سالیانه در کشور آلمان

افزایش دما از سال ۱۹۰۱ به خصوص در منطقه جنوب غربی محسوس است. متوسط درجه حرارت سالانه در ایالت سارلند در حدود ۱,۳ سانتی‌گراد افزایش یافته است، این در حالی است که در شمال شرقی آلمان، درجه حرارت با شدت کمتری افزایش یافته است، به عنوان مثال در مکلنبورگ - غرب فورپومرن، تنها ۰,۶ سانتی‌گراد افزایش یافته است.

با توجه به میزان تولید برق در این کشور (شکل ۲-۱۰) و نقش عمده نیروگاه‌ها در تولید گازهای گلخانه‌ای (شکل ۲-۱۱)، این کشور تغییراتی را در الگوی تولید و مصرف انرژی به وجود آورد.



شکل ۲-۱ میزان تولید سالانه برق در کشور آلمان



شکل ۲-۱۱ میزان انتشار سالانه کربن ناشی از تولید برق

۱-۲-۲-۵-۲- مدیریت مصرف انرژی در کشور آلمان [۲۶]

اصلاح الگوی مصرف برق که به اعتقاد مسئولان درست مصرف کردن است و غالباً مردم نباید آن را با کم‌مصرف کردن یکی بدانند از ابتدای سال ۱۹۸۱ جزو رئوس فعالیت‌های سازمان‌های کشور آلمان قرار گرفت. لذا تمام وزارتخانه‌ها موظف شدند تا در این بخش آئین‌نامه‌هایی را تدوین و برای کاهش مصرف حامل‌های انرژی برق و سایر بخش‌ها تصمیم‌گیری نمایند. در این میان کلیه سازمان‌های دولتی و بخش خصوصی نقش به‌سزایی را ایفا می‌کردند، چراکه روند تولیدات کالاها باید به سمتی هدایت می‌شد که ضمن کاهش مصرف انرژی برق، تولیدات خود را بهینه کنند و در مسیر صرفه‌جویی گام بردارند. از ابتدای سال ۱۹۸۲ در دستور کار قرار گرفتن طرح تحول در وزارت صنایع و معادن، صنایع انرژی بر و صناعی که نیازمند حمایت بودند، شناسایی شدند و در سال ۲۰۰۲ شاهد آن بودند که وضعیت واحدهای صنعتی بهبود پیدا کرد به‌طوری‌که کالاهایی تولیدشده که با شعار اصلاح الگوی مصرف مطابقت داشته باشد. در این میان بسیاری از وزارتخانه‌ها در حال تدوین آئین‌نامه‌هایی بودند که در مسیر گام بردارند.

۱-۲-۲-۵-۳- تدوین آئین‌نامه اصلاح الگوی مصرف انرژی برق در کشور صنعتی آلمان [۲۷]

اصلاح الگوی مصرف، باعث رشد و شکوفایی کشور آلمان به‌ویژه در حوزه اقتصادی شد. به هر ترتیب موضوعی که به‌عنوان یک تهدید بخش عمده‌ای از منابع را به خود اختصاص می‌داد، به فرصتی برای رشد و توسعه تبدیل شده است. مهم‌ترین کار، اصلاح و منطقی شدن قیمت انرژی و سوخت است. اگر قیمت انرژی ارزان باشد سرمایه‌گذار و تولیدکننده به دنبال استفاده از سیستم‌های کم‌مصرف در طرح‌های صنعتی نمی‌روند ولی با اصلاح قیمت انرژی و سوخت به‌طور قطع افراد به دنبال انتخاب فناوری‌های کم‌مصرف با بازدهی بالا خواهند رفت.

کنترل مصرف انرژی برق با تدوین راهبردهای کلان

در آلمان یک موضوع اساسی در حوزه انرژی وجود داشت و آن تغییرات نابهنگام است که گاه در روندهای اجرایی توسعه بخش گاز، پتروشیمی و یا برق صورت می‌گرفت این مهم علاوه بر تغییر جنبش توسعه، همواره ترکیب مطالعات و برنامه‌ریزی‌های قبلی توسعه را بر اساس تدوین مدل جدید در بخش اجرا نیز دستخوش تحولات تازه می‌کرد.

نبود راهبردهای مشخص بلندمدت در حوزه انرژی، ضرورت این مسئله را به‌ویژه در درون تحولات عمده بازار و اقتصاد بین‌الملل بیش‌ازپیش به همگان ثابت کرده است. حوزه انرژی نه‌تنها در بخش تولید و توسعه خود، بلکه تا پائین‌ترین زنجیره مصرف نیز نیاز به سیاست‌گذار مشخصی دارد که برگرفته از نتایج مطالعات نهادهای متصدی با موضوع انرژی است. طول و عرض جغرافیایی گسترده آلمان بخصوص تنوع اقلیمی موجود در کشور ایجاب می‌کند که روند عرضه انرژی متناسب با نیاز اقلیمی مناطق باشد درحالی‌که بعضاً مشاهده می‌شود دو وزارتخانه تولید و نیرو اقدام به عرضه دو یا چند نوع انرژی در یک منطقه اقلیمی نموده‌اند گرچه این روند طی سال‌های اخیر بهبودی نسبی یافته است اما با تشکیل نشدن جلسات وزرای عالی انرژی و پس‌از آن با حذف شوراهای عالی کشور، امروز بیش‌ازپیش ضرورت تدوین راهبردهای بخش انرژی لازم به نظر می‌رسد. چنان‌که این روند منجر به افزایش بی‌برنامه و بی‌حدوحصر انرژی شده و در این اثنا ارزش ذاتی و قیمت تمام‌شده کالایی گران و استراتژیک همچون نفت و گاز و برق که به‌صورت یارانه‌ای و ارزان توزیع می‌شود همواره نادیده گرفته شده است.

ضرورت ساختار سازی

بررسی وضعیت و عملکرد مصرف انرژی در آلمان در مقایسه با کشورهای منتخبی چون آمریکا، ژاپن و چین نشان می‌دهد که آلمان دارای کارایی انرژی بیشتر و شدت انرژی کمتری است.

در حقیقت تدوین راهبردهای انرژی کشور به معنی تعیین اهدافی منسجم و کاملاً دقیق و حساب‌شده برای بخش انرژی است و بعد از اجرای کامل دستورات و سیاست‌های اتخاذ شده، نتایج حاصل از اجرای این تصمیمات ارزیابی شده و در تصمیم‌گیری‌های بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرند. وجود منابع غنی نفت و گاز در کشور آلمان، به معنی همیشگی بودن این منابع نیست درعین حال برای رسیدن به هدف رشد سریع اقتصادی نیاز به انرژی بیشتری خواهد بود.

آلمان که در حال حاضر پنجمین صادرکننده انرژی جهان است؛ با در نظر گرفتن این موضوع که حدود ۲۵ درصد از منابع ارزی کشور آلمان از راه صادرات برق و فرآورده‌های آن تأمین می‌شود تدوین راهبردهای انرژی جای تأمل بیشتری در این کشور دارد.

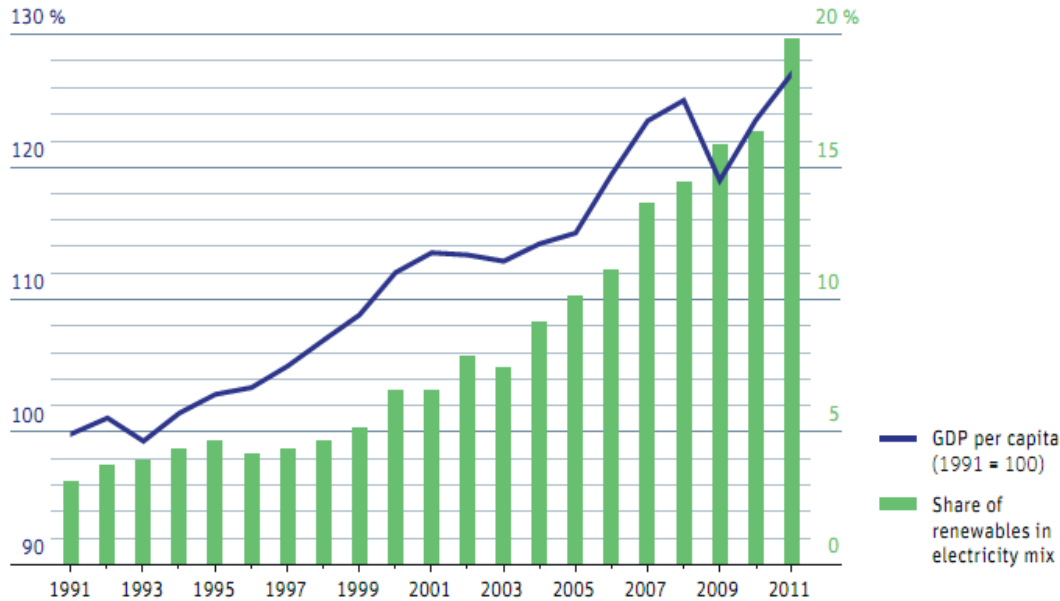
کشور آلمان به‌عنوان یک اقتصاد پیشرو توجه ویژه‌ای به موضوع انرژی دارد. اصلی‌ترین سیاستی که این کشور در سال‌های گذشته پیگیری می‌کرده سیاست «گذار انرژی» بوده است. این سیاست با هدف کاهش وابستگی به منابع فسیلی، افزایش بازده مصرف انرژی و کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی در دستور کار قرار گرفته است. بر مبنای این سیاست سهم منابع هسته‌ای و سوخت‌های فسیلی شامل زغال‌سنگ، نفت و گاز در تأمین انرژی کاهش و سهم منابع تجدیدپذیر افزایش می‌یابد.

دلایل استفاده از سیاست گذار انرژی

الف) کاهش وابستگی به منابع فسیلی

کشور آلمان ۷۰ درصد از انرژی خود را وارد می‌کند. انرژی‌های تجدیدپذیر و بازده انرژی به کاهش واردات انرژی کمک می‌کنند و در نتیجه امنیت انرژی آلمان را افزایش می‌دهند.

در سال ۲۰۱۲، کشور آلمان ۸۷ میلیارد یورو برای واردات انرژی هزینه کرد که معادل ۱۱ درصد از ارزش واردات این کشور را تشکیل می‌دهد. آلمان بیش از ۷۰ درصد از انرژی خود را وارد می‌کند. وزارت محیط زیست آلمان تخمین زده که کاهش واردات انرژی این کشور در اثر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر تنها در سال ۲۰۱۰ برابر ۶۰۷ میلیارد یورو بوده است. عمده استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به تولید برق، حرارت و سوخت خودروها مربوط است. سوخت تولیدشده از منابع تجدیدپذیر ۵ درصد کل سوخت موردنیاز حمل‌ونقل این کشور را تشکیل داده است.



شکل ۲-۱۲ روند افزایش GDP و سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید برق آلمان از ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱

همان‌طور که در شکل ۲-۱۲ مشاهده می‌شود، افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر با رشد تولید ناخالص داخلی در آلمان همراه شده است. بهبود بازده مصرف انرژی می‌تواند واردات انرژی آلمان را کاهش دهد. در مطالعه‌ای که در بخش IFEU موسسه هایدنبرگ با همکاری موسسه تحقیقات ساختار اقتصادی انجام گرفته، اشاره شده است که در صورت افزایش بازده مصرف انرژی، واردات انرژی آلمان در سال ۲۰۳۰ به میزان ۴ میلیارد یورو کاهش پیدا می‌کند [۲۸].

ب) گسترش نوآوری‌های فناورانه و اقتصاد سبز

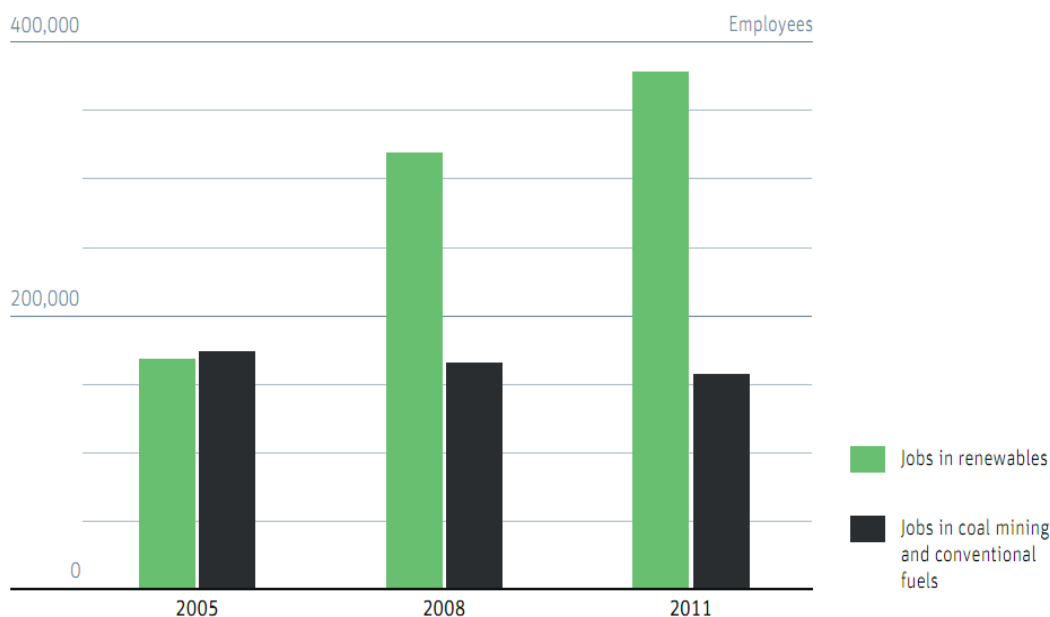
سیاست «گذار انرژی» نوآوری‌های فناورانه را تشویق و فرصت‌های شغلی جدیدی ایجاد می‌کند و موقعیت آلمان را به‌عنوان یک صادرکننده فناوری‌های سبز ارتقا می‌دهد.

آلمان اقتصادی دانش‌بنیان و صادرات محور دارد و فناوری‌های پیشرفته سهم بالایی از صادرات این کشور را به خود اختصاص داده‌اند. این کشور خود را به‌عنوان یک صادرکننده فناوری‌های سبز مطرح کرده است. انجمن انرژی خورشید آلمان (BSW) تخمین

زده که ۸۵ درصد از سلول‌های خورشیدی تولیدشده در آلمان در سال ۲۰۱۱ صادر شده است؛ در حالی که این سهم در سال ۲۰۰۴ تنها ۱۴ درصد بود و هدف تعیین شده برای سال ۲۰۲۰ رسیدن به رقم ۸۰ درصد است.

همچنین انجمن انرژی باد آلمان (BWE) سهم صادرات صنعت نیروگاه‌های بادی را از کل تولیدات این صنعت در آلمان بین ۶۵ تا ۷۰ درصد بیان کرده است.

تمرکز دقیق و هدفمند کشور آلمان در صنعت فناوری‌های مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر باعث شده تا فرصت‌های شغلی فراوانی برای آلمانی‌ها فراهم شود. در حال حاضر ۳۸۰ هزار نفر در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر آلمان مشغول به کارند و طبق پیش‌بینی فدراسیون انرژی‌های تجدیدپذیر آلمان، ۵۰۰ هزار نفر در سال ۲۰۲۰ در این صنعت به فعالیت می‌پردازند.



شکل ۲-۱۳ مقایسه اشتغال آلمان در صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر و صنایع متداول انرژی از ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۱

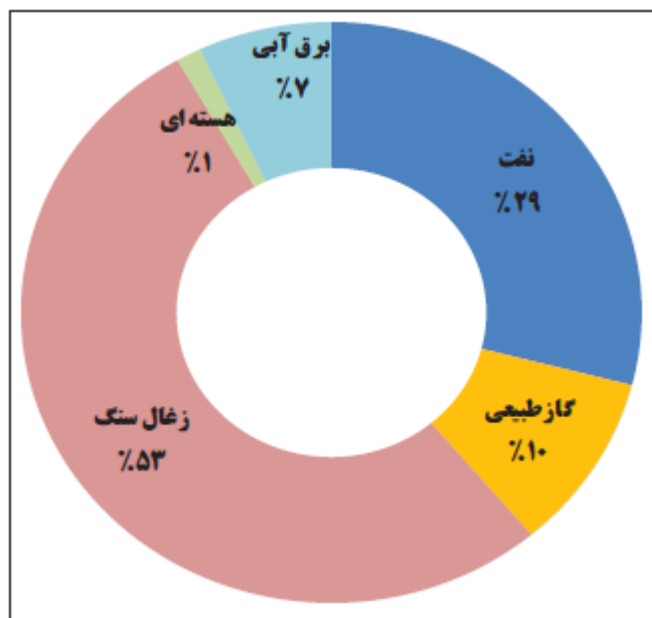
با مقایسه اشتغال در دو بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و صنایع متداول انرژی شامل معادن زغال‌سنگ و سوخت‌های فسیلی مشخص می‌شود که گرچه در سال ۲۰۰۵ شاغلین در صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر کمی کمتر از صنایع متداول انرژی بوده است،

تعداد افراد شاغل در صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر در سال ۲۰۱۱ به دو برابر رقیب خود رسیده است؛ بنابراین هم‌زمان با افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی آلمان، تعداد افراد بیشتری جذب صنایع مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر این کشور شده‌اند. این امر نشان می‌دهد استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند به‌عنوان موتور محرکی برای افزایش سطح اشتغال عمل کند و زمینه را برای تقویت پایه‌های اقتصاد دانش‌بنیان این کشور فراهم نماید [۲۹]. (شکل ۲-۱۳)

۱-۲-۳- مطالعه تطبیقی اثرات زیست‌محیطی نیروگاه‌های کشور هند

۱-۲-۳-۱- مقدمه

کشور هند جمعیتی بالغ بر یک میلیارد و ۲۲۱ میلیون نفر و مساحتی بالغ بر ۳ میلیون و ۲۸۷ هزار کیلومتر مربع را داراست. هند بعد از چین دومین کشور پرجمعیت جهان است. مصرف انرژی در کشور هند در سال ۲۰۱۱ برابر با ۵۶۰ میلیون تن معادل نفت خام بوده که به‌تنهایی ۴/۶ درصد از مصرف انرژی اولیه جهان را شامل می‌شود. در این کشور زغال‌سنگ با سهمی بیش از ۵۳ درصد عمده‌ترین تأمین‌کننده انرژی مصرفی به‌شمار می‌رود و نفت خام با سهمی معادل ۲۹ درصد دومین منبع انرژی هند قلمداد می‌شود. (شکل ۲-۱۴)



شکل ۲-۱۴ سبد انرژی کشور هند در سال ۲۰۱۱

بر اساس پیش‌بینی‌های موسسه بین‌المللی انرژی، تولید ناخالص داخلی هند در فاصله سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۵ به‌طور متوسط سالانه در حدود ۶/۶ درصد رشد خواهد داشت. در عین حال انتظار می‌رود که در همین بازه زمانی جمعیت این کشور از ۱/۱۶ میلیارد نفر به ۱/۵۱ میلیارد نفر افزایش یابد که همه این عوامل حکایت از نیاز روزافزون هند به انرژی در آینده دارد.

مصرف انرژی اولیه هند در فاصله سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۵ با بیش از ۱۶۰ درصد رشد از ۵۶۰ میلیون تن معادل نفت خام به ۱۴۶۵ میلیون تن معادل نفت خام افزایش خواهد یافت که این رقم به‌تنهایی ۱۶ درصد از افزایش تقاضای انرژی اولیه جهان را شامل می‌شود. در سال ۲۰۳۵ سهم زغال‌سنگ از سبد انرژی مصرفی این کشور به ۴۲ درصد کاهش یافته و سهم سایر حامل‌های انرژی از جمله نفت خام، برق آبی، گاز طبیعی و هسته‌ای به ترتیب معادل ۲۵، ۱۹، ۱۰ و ۴ درصد خواهد بود.

بر اساس پیش‌بینی موجود تولید گاز طبیعی این کشور از ۴۶ میلیارد مترمکعب در سال ۲۰۱۱ به ۱۲۰ میلیارد مترمکعب در سال ۲۰۳۵ افزایش خواهد یافت. از سوی دیگر مصرف گاز طبیعی این کشور با ۲۰۵ درصد رشد از ۶۱ میلیارد مترمکعب در سال ۲۰۱۱ به ۱۸۶ میلیارد مترمکعب در سال ۲۰۳۵ افزایش خواهد یافت.

نیروگاه‌های تولید برق هند با مشکل تأمین پایدار سوخت روبرو هستند. سرانه مصرف برق در هند ۶۰۰ kwh/yr در سال ذکر شده است. در هند کمبود شدید برق به وضوح قابل مشاهده است و از این رو این کشور به فکر توسعه وسیع نیروگاه‌های خود بخصوص با استفاده زغال سنگ به عنوان منبع اصلی تولید انرژی و پس از آن نفت و بیوماس سنتی (به عنوان مثال: سوزاندن هیزم و زباله) که از جمله بزرگ‌ترین منابع تأمین انرژی هند هستند. در چشم‌انداز بین‌المللی انرژی (EIA، ۲۰۱۱) برآورد شده است که هند و چین بزرگ‌ترین سهم از رشد تقاضای انرژی آسیا را تا سال ۲۰۳۵ به خود اختصاص می‌دهند. گزارش سال ۲۰۱۲ آژانس نشان‌دهنده آن است که حدود ۲۵ درصد از جمعیت هند فاقد دسترسی اولیه به برق هستند و عده زیادی هم از خاموشی متناوب رنج می‌برند. هرچند که دولت این کشور درصدد تأمین نیازهای برق این بخش از جمعیت کشور با در نظر گرفتن نگرانی‌های زیست‌محیطی استفاده از زغال سنگ و سایر منابع انرژی برای تولید انرژی است. به علت وجود نگرانی‌های زیست‌محیطی، این کشور سیاست نوینی را در خصوص قوانین، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و روش‌های کنترلی در پیش گرفته است.

۱-۲-۳-۲- مروری بر بخش نیروی برق هند

در سال ۲۰۱۰ هند تقریباً ۱۷۹ گیگاوات ظرفیت الکتریکی نصب شده را داشت. جدول ۲-۱۹ تفکیک ظرفیت نصب شده بر اساس موقعیت منطقه و نوع سوخت را نشان می‌دهد. نیروگاه‌های زغال سنگی ۵۳ درصد و نیروگاه‌های گاز طبیعی ۱۱ درصد از ظرفیت نصب شده را شامل می‌شوند. با این وجود ۸۳ درصد از برق، در نیروگاه‌های حرارتی تولید می‌شود [۳۰].

جدول ۲-۱۹ تفکیک ظرفیت نصب شده بر اساس موقعیت منطقه و نوع سوخت در کشور هند

منطقه	حرارتی				تجدیدپذیر			کل
	زغال	گاز	دیزل	کل	هسته‌ای	آبی	RES	
شمالی	21275	3563	13	24851	1620	13311	2407	42189
غربی	28146	8144	18	36307	1840	7448	4631	50225
جنوبی	17823	4393	939	23155	1100	11107	7939	43301
شرقی	16895	190	17	17103	0	3882	335	21320
شمال شرقی	60	766	143	969	0	1116	204	2289
جزایر	0	0	70	70	0	0	5	75
کل هند	84198	17056	1200	102454	4560	36863	15521	159399

بیشتر ظرفیت تولیدی هند تحت کنترل دولت است. قانون تأمین برق در سال ۱۹۴۸ کمیته برق ایالتی^۱ را ایجاد کرد و مسئولیت تولید، انتقال و توزیع نیرو و همچنین اختیار تعیین تعرفه‌ها را به آن‌ها داد. SEB ها با بودجه‌هایی کم فعالیت می‌کنند و کسری درآمد آن‌ها توسط دولت جبران می‌شود. تعرفه‌های الکتریکی که توسط SEB ها مقرر شدند در تأمین هزینه‌ها ناموفق بودند، به همین دلیل ظرفیت تولید در دهه‌های ۶۰ و ۷۰ به‌کندی توسعه پیدا کرد و کاهش توان الکتریکی امری بدیهی شد. در سال ۱۹۷۵ دولت هند برای افزایش ظرفیت تولید سازمان ملی انرژی هیدروالکتریک، سازمان انرژی گرمایی ملی را تأسیس کرد که ظرفیت تولید و خطوط انتقالی که به سیستم‌های SEB وارد می‌شدند را به وجود آورد به طوری که در سال ۱۹۹۰، ۶۳ درصد از ظرفیت نصب‌شده در بخش الکتریسیته در هند را SEB ها دارا بودند. ۳۳ درصد در اختیار دولت مرکزی و ۴ درصد در دست شرکت‌های خصوصی قرار داشت [۳۱].

در سال ۱۹۹۱ قانونی اعمال شد تا تولیدکننده‌های برق مستقل را تشویق به ورود به بازار الکتریسیته کنند (بر اساس دستور جلسه خصوصی‌سازی و آزادی اقتصاد کلان دولت). قوانین برق در سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۰۳ منجر به ساخت کمیته مرکزی قانون‌گذاری برق^۲ (CREL) شد و هیات‌های مشابه در سطح دولتی CERC. این قوانین همچنین مسیر را برای خدمات تولید، انتقال و توزیع، خصوصی‌سازی شرکت‌های توزیع و بازسازی ساختار تعرفه الکتریسیته هموار کرد. شرکت‌های خصوصی رایج (شامل IPP ها) ۱۴ درصد از تولید انرژی در هند را دارا هستند. اگرچه سهم کمتری (۹ درصد) از ظرفیت تولید زغال‌سنگ را صاحب می‌باشند. ۳۸ درصد از ظرفیت زغال‌سنگی توسط حکومت مرکزی و ۵۲ درصد توسط دولت اداره می‌شوند.

۱-۲-۳-۲-۱- بهره‌وری نیروگاه‌های حرارتی و کیفیت زغال‌سنگ

به‌طور کلی نیروگاه‌های زغال‌سنگی در هند بازده پایین‌تری نسبت به هم‌تایشان در آمریکا دارند. به‌طور معمول، بازده گرمایی که از طریق خروجی شبکه واحد تولید برق اندازه‌گیری می‌شود، به‌صورت درصد گرمایی که واحد گرما استفاده می‌کند (بازده گرمایی

¹ STATE ELECTRICITY BOARDS

² Central Electricity Regulatory Commission

شبکه) و یا از طریق میزان گرمای عامل، ورودی گرمایی (کیلوکالری) موردنیاز برای تولید یک کیلو وات ساعت برق نشان داده می‌شود. متوسط بهره‌وری شبکه نیروگاه‌های زغال‌سنگی در هند اکنون زیر ۲۸ درصد است.

در سال ۲۰۰۸ نیروگاه‌های زغال‌سنگی آمریکا متوسط بازده تولید ۳۲٫۵ درصد را داشتند درحالی‌که ۱۰ درصد نیروگاه‌های برق بهره‌وری ۳۷٫۶ درصد و ۵ درصد نیروگاه‌ها بهره‌وری بالاتر را دارا بودند. متوسط میزان گرمای عامل نیروگاه‌های زغال‌سنگی در پایگاه داده‌های سال ۲۰۰۸ (جدول ۲-۲) ۲۸۵۶kcal/kWh است که ۲۰ درصد بالاتر از متوسط گرمای عامل نیروگاه‌های غیر اصلی آمریکا در طی سال‌های ۱۹۶۰ تا ۸۰ است [۳۲].

جدول ۲-۲ بهره‌وری شبکه نیروگاه‌های زغال‌سنگی در هند

تمام نیروگاه‌ها								
	#obs	متوسط	انحراف از معیار	۵ ساله	۲۵ ساله	میان	۷۵ ساله	۹۵ ساله
ظرفیت	90	806	663	125	260	630	1152	2100
تولید خالص	87	5134	4994	353	1298	3465	7273	16008
ظرفیت خالص	47	0.28	0.04	0.21	0.25	0.28	0.31	0.34
نسبت حرارت طراحی	50	2407	171	2227	2302	2356	2438	2739
نسبت حرارت عملکردی	50	2856	434	2302	2563	2751	3148	3495
سرانه مصرف زغال‌سنگ	68	0.77	0.11	0.62	0.68	0.75	0.85	0.95

جدول ۲-۲۱ بهره‌وری شبکه نیروگاه‌های زغال‌سنگی به تفکیک بخش‌ها در هند

	ایالتی				مرکزی				خصوصی			
	#obs	متوسط	میانه	انحراف از معیار	#obs	متوسط	میانه	انحراف از معیار	#obs	متوسط	میانه	انحراف از معیار
ظرفیت	57	697	630	493	22	1339	1025	862	11	307	260	158
تولید خالص	57	3996	2891	3384	22	9104	7398	6905	8	2327	2226	1641
ظرفیت خالص	39	0.28	0.28	0.04	6	0.25	0.26	0.03	2	0.33	0.33	0.01
نسبت حرارت طراحی	39	2405	2350	177	6	2507	2484	141	5	2301	2314	77
نسبت حرارت عملکردی	39	2866	2770	432	6	3116	3016	410	5	2460	2454	151
سرانه مصرف زغال سنگ	44	0.81	0.81	0.11	19	0.71	0.71	0.07	5	0.71	0.67	0.15

میزان میانگین گرمای تولیدشده اضافی در نیروگاه‌های هند بخشی مربوط به کیفیت ضعیف زغال سنگ هند و بخشی نیز به خاطر بی‌کفایتی مدیریت است. میزان گرما واحدهای تولید که زغال سنگ با رطوبت بالا استفاده می‌کنند و یا حجم بالای خاکستر تولید می‌کنند، بیشتر از واحدهایی است که زغال سنگ با رطوبت و خاکستر کمتر استفاده می‌کنند [۳۳]. حجم خاکستر زغال سنگ هندی بین ۳۰ تا ۵۰ درصد است. این بدان معنی است که نیروگاه‌های هندی به انرژی بیشتری برای تولید یک کیلووات برق تولید شده در مقایسه با نیروگاه‌های آمریکا احتیاج دارند. میزان گرمای موردنیاز نیروگاه اگر نیروگاه به‌درستی بهره‌برداری نشود یا تجربه قطع برق مکرر داشته باشد، ممکن است از میزان گرمای تخمین زده شده بیشتر شود. برای ۵۰ نیروگاه زغال سنگی که از سال ۲۰۰۸ اطلاعات آن‌ها موجود است، میزان گرمای عامل به‌طور متوسط ۱۸ درصد بالاتر از میزان گرمای تخمین زده شده است. نیروگاه‌های بخش خصوصی در مقایسه با نیروگاه‌های دولتی به‌طور میانگین میزان گرمای عامل کمتری دارند و انحراف کمتری را از میزان گرمای برآورد شده دارند.

زغال سنگ‌های هند همچنین ارزش گرمای پایین‌تری نسبت به زغال سنگ‌های استخراج شده در آمریکا و چین دارند. یکی از پیامدهای ارزش گرمایی پایین زغال‌های هندی *ceteris paribus* است بدین معنی که در مقایسه با دیگر کشورها هند زغال سنگ بیشتری برای تولید یک کیلو وات ساعت برق استفاده می‌کند. طبق تعریف مصرف زغال سنگ به ازای تولید یک کیلو وات ساعت برق برابر است با میزان گرمای عامل نیروگاه (kcal/kwh) بر ارزش گرمایی زغال سنگ آن (kg/kwh). ۹۰ درصد از زغال سنگ مصرف‌شده برای تولید برق در هند، زغال سنگ غیر صنعتی با ارزش گرمایی (kcal/kg) ۲۷۰۰ تا ۴۰۰۰ است. زغال سنگ استخراج‌شده در شرق آمریکا بین (kcal/kg) ۶۰۰۰ تا ۷۳۰۰ (MIT, 2007)، در غرب آمریکا این مقدار کمتر است (kcal/kg) ۴۶۰۰ تا ۴۷۰۰ و در چین کمی بالاتر بین (kcal/kg) ۴۶۰۰ تا ۶۰۰۰ است. پیامد میزان گرمای عامل بالاتر و استفاده از زغال سنگ با ارزش گرمایی پایین‌تر این است که در هند به ازای تقریباً ۷۷۰ گرم زغال سنگ یک کیلو وات ساعت برق تولید می‌شود، در مقابل میزان مصرف در چین و آمریکا نصف این مقدار است.

حجم آلودگی نیروگاه‌های هند (g/kwh) بستگی به حجم خاکستر و گوگرد زغال سنگ سوخته شده دارد. زغال سنگ هند حجم خاکستر بیشتری بین ۳۰ تا ۵۰ درصد و حجم گوگرد کمتر در حدود ۰٫۵ درصد دارد. بر اساس داده‌های گزارش Garg و همکارانش

در سال ۲۰۰۲ میزان خاکستر مصرفی ۴۵ درصد بود؛ Reddy و Venkataraman نیز در سال ۲۰۰۲ میزان خاکستر مصرفی را ۳۹ درصد گزارش دادند. میزان معادل برای گوگرد ۰,۵۱ درصد و ۰,۵۹ درصد است [۳۴]. کسب اطلاعات درباره توزیع خاکستر و گوگرد میان نیروگاه‌های مختلف دشوار است. تجزیه شیمیایی زغال سنگ در پنج نیروگاه هند در سال ۱۹۹۸ توسط محققان دانشگاه دولتی اوهایو (مرکز فوق کامپیوتری اوهایو)، حجم خاکستر از ۲۶ درصد تا ۴۶ درصد و حجم گوگرد را از ۰,۳۳ درصد تا ۰,۸ درصد نشان داد. مقایسه این آمار نشان می‌دهد، حجم خاکستر زغال سنگ در شرق آمریکا در همان سال از ۷,۵ تا ۲۰ درصد و میزان گوگرد از ۰,۱ تا ۰,۲۵ درصد بوده است.

حجم بالای خاکستر زغال سنگ هندی ممکن است منجر به خروج PM بیشتری شود. اگرچه همه نیروگاه‌های زغال سنگی در هند ته‌نشین کننده الکترواستاتیکی دارند، میزان بالای خاکستر زغال سنگ و ساختار شیمیایی آن قابلیت حذف آن‌ها را کاهش می‌دهد [۳۵]. همچنین مشکل دفع خاکستر معلق وجود دارد. سالانه تقریباً ۱۰۰ میلیون تن خاکستر معلق تولید می‌شود، خاکستر در دریاچه‌ها ذخیره می‌شود و خطراتی را برای منابع آب سطحی، از آب‌های جاری تا آب‌های زیرزمینی نفوذ کرده در اعماق زمین ایجاد می‌کند.

۱-۲-۳-۲- وضعیت انرژی در کشور هند

۱۷/۷ درصد جمعیت جهان در هند زندگی می‌کنند، در ضمن هند پنجمین کشور مصرف‌کننده انرژی در جهان محسوب می‌شود (۳/۸ درصد از کل انرژی مصرفی). هم‌اکنون بیشتر انرژی هند از طریق زغال سنگ تأمین می‌شود و تقریباً ۱۰٪ ظرفیت نصب‌شده در این کشور از طریق منابع انرژی‌های تجدیدپذیر است. ظرفیت انرژی موجود برای نیاز حاضر آن کافی نیست، به طوری که هند در سال ۲۰۰۹-۲۰۱۰ با کسری تولید برق حدود ۱۰ درصد (۸۴ Twh) و کسری بار پیک حدود ۱۲/۷ درصد (بیش از ۱۵GW) مواجه شد.

مطابق با برآوردهای انجام شده کمبود مداوم برق در سال مالی ۲۰۰۸-۲۰۰۷ برای اقتصاد هندوستان هزینه‌ای بالغ بر ۶ درصد تولید خالص ملی (GDP)، دربر داشته است. برای شدت بخشیدن به رشد اقتصادی که اکنون توسط دولت هند هدف‌گذاری شده است، این کشور باید ظرفیت نصب‌شده خود را تا سال ۲۰۱۷ بیش از دو برابر کند (۳۰۰ GW).

برطرف کردن معضل انرژی برای توسعه اقتصادی و رشد صنعتی هند بسیار ضروری است، در ضمن از آنجایی که تعداد زیادی از مردم هند به برق دسترسی ندارند بنابراین حل این معضل برای فراهم کردن زندگی مناسب برای ۴۰۰ میلیون شهروند هندی حیاتی است.

در همین راستا دولت هند به این نتیجه رسیده است که برای برطرف کردن نیازهای اقتصادی، اجتماعی و مسائل زیست‌محیطی، توسعه منابع بومی تجدیدپذیر بسیار اساسی است، از این رو از طریق سیاست‌های مختلف به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر کمک کرده است.

شدت مصرف برق اقتصاد هند^۱ از ۳/۱۴ درصد در دهه ۵۰ به ۹۷٪ درصد در سال ۲۰۰۷ کاهش یافته است.

هم‌اکنون هند برای هر ۱ درصد رشد اقتصادی، تقریباً به ۷۵٪ درصد رشد انرژی نیازمند است. کمیته برنامه‌ریزی^۲ کشور هند که وظیفه جهت‌دهی سیاست‌های بلندمدت^۳ این کشور را به عهده دارد سناریوهای متفاوتی را برای شدت مصرف برق کشور بررسی کرده که طبق یکی از آن‌ها این مقدار می‌تواند در سال ۲۰۲۲ به ۶۷٪ برسد.

اکنون هند با یک چالش اساسی برای بازسازی سریع زیرساخت انرژی خود روبروست تا بتواند مسیر رشد اقتصادی و اجتماعی را طی کند. تقاضای انرژی در سال‌های اخیر افزایش یافته است و به نظر می‌رسد در سال‌های آینده نیز همین روند ادامه یابد که البته محرک اصلی آن رشد صنعتی و فرهنگی کشور هند است.

با در نظر گرفتن رشد سالیانه تولید خالص ملی^۴ هشت درصد، کشور هند برای پوشش دادن کل نیاز انرژی خود در سال ۲۰۳۲ -

۲۰۳۱ به ۱۵۰۰-۲۳۰۰ میلیون تن معادل سوخت^۵ (MTOE) نیاز دارد.

¹ electricity intensity of the Indian economy

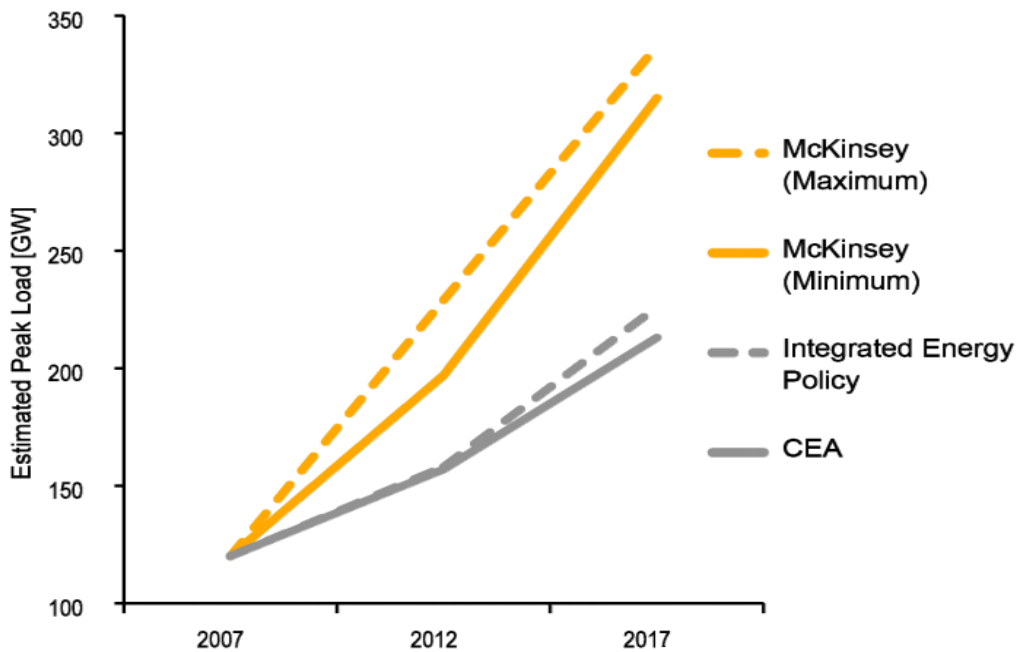
² Planning Commission

³ long-term policy

⁴ gross domestic product annual growth

⁵ million tonnes of oil equivalent

دولت هند به تنهایی منابع سرمایه‌گذاری کافی برای حل مشکل کمبود انرژی را ندارد؛ بنابراین برای رفع نیاز آینده نیاز به همکاری بخش خصوصی دارد. این مسئله یک بازار جذاب برای شرکت‌های بین‌المللی و شرکت‌های خصوصی ایجاد کرده است.



شکل ۲-۱۵ سناریوهایی که توسعه ظرفیت بار پیک لازم را پیش‌بینی می‌کنند.

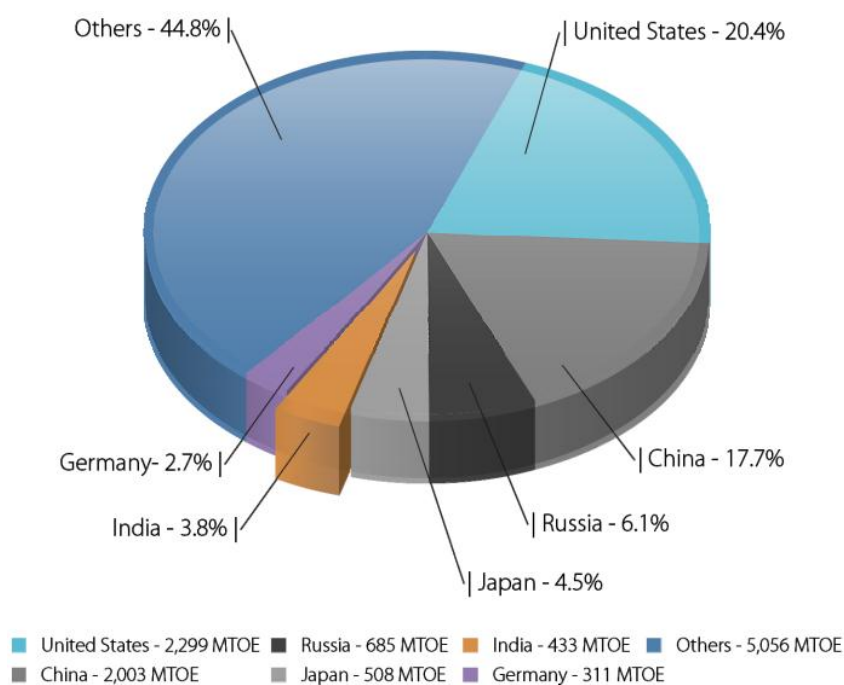
بر مبنای شکل بالا چنین برآورد می‌شود که طبق برآوردی که ^۱Mc Kinsey انجام داده است، هدف‌گذاری که دولتمردان هندوستان تصویب کردند بسیار پایین است. در واقع در این ۹ سال، کشور هند برای برطرف کردن نیاز به انرژی می‌بایست دو برابر کل ظرفیتی که در ۶۰ سال اخیر نصب کرده است، راه‌اندازی کند. (شکل ۲-۱۵)

برای رسیدن به این هدف، سرعت نصب ظرفیت‌های جدید باید ۵ برابر شود. این چنین افزایش عظیمی نیازمند بازسازی اساسی کل بازار انرژی است که دولتمردان هندی با تصویب قانون برق در سال ۲۰۰۳ آن را آغاز کردند.

مصرف انرژی تجاری

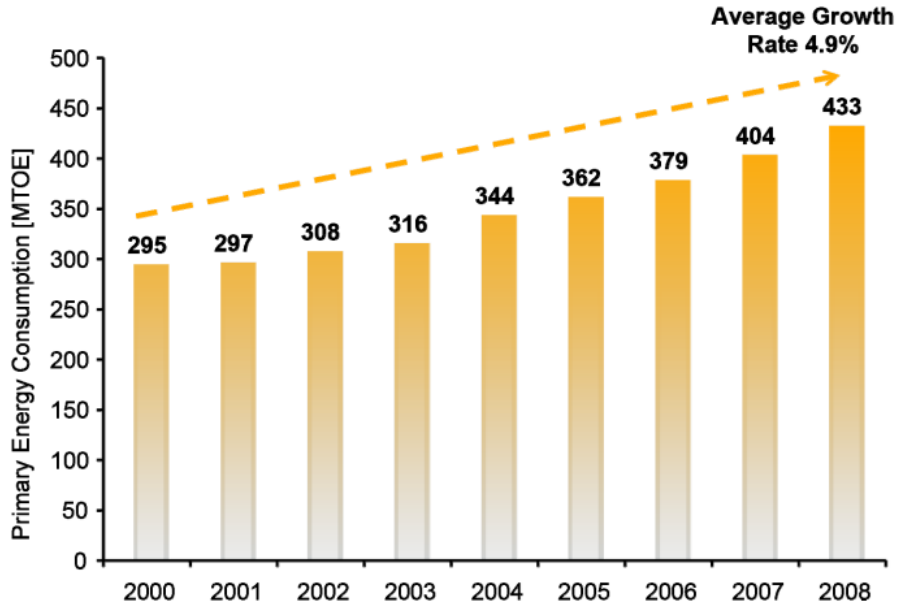
¹ - Powering India: The road to ۲۰۱۷

همان‌طور که در شکل ۲-۱۶ مشاهده می‌شود سهم هند از مصرف انرژی تجاری در سال ۲۰۰۸ حدود ۳/۸ درصد بوده است (۴۳۳MTO از ۱۱۲۹۵MTO) و باعث شده هند پنجمین کشور مصرف‌کننده انرژی اقتصادی باشد.



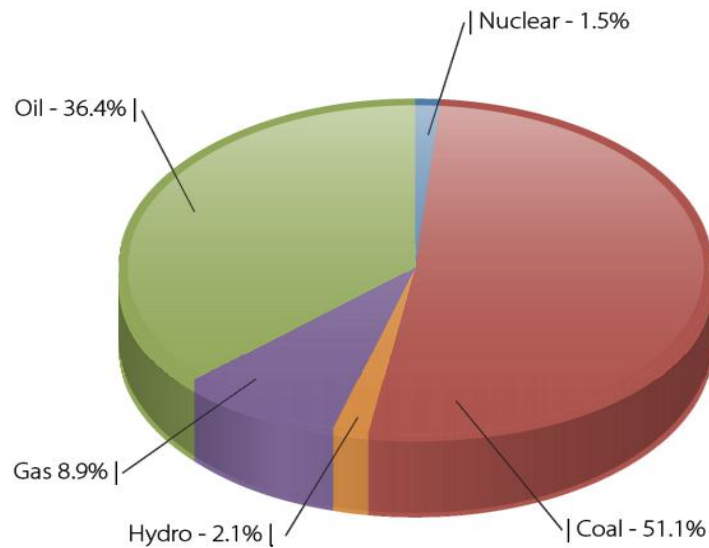
شکل ۲-۱۶ مصرف‌کنندگان سراسری منابع انرژی

مصرف کلی انرژی تجاری هند از ۲۹۵MTO در سال ۲۰۰۰ به ۴۳۳MTO در سال ۲۰۰۸ رسیده است که این معادل میانگین رشد سالیانه ۴/۹ درصد بوده است. (شکل ۲-۱۷)



شکل ۲-۱۷ افزایش مصرف انرژی در هند

با توجه به شکل ۲-۱۸ زغال سنگ مهم‌ترین منبع انرژی در هند است. زغال سنگ تقریباً نیمی از انرژی اقتصادی هند را تأمین می‌کند. نفت نیز که عمدتاً از خارج از کشور تأمین می‌شود، دومین منبع تأمین‌کننده انرژی در هند است. در این میان انرژی‌های تجدیدپذیر کمترین نقش را ایفا می‌کند (البته به جز ۲۵MW آبی).



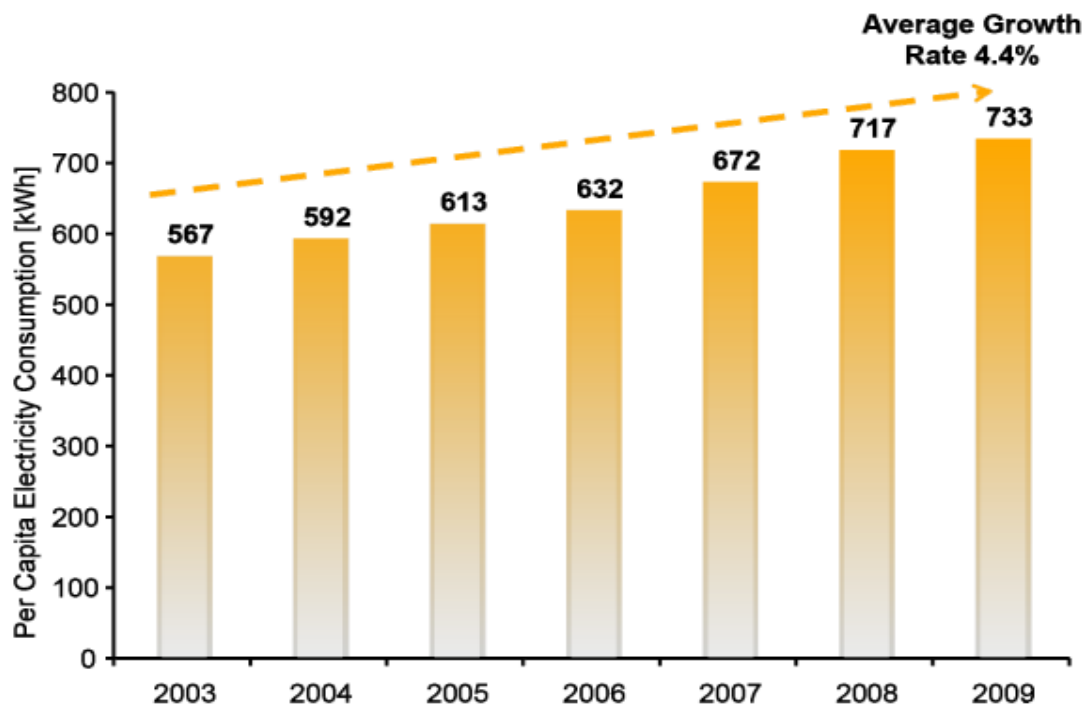
شکل ۲-۱۸ درصد سهم منابع انرژی تجاری در هند (۲۰۰۴)

بازار انرژی در هند و نقش انرژی‌های تجدیدپذیر در آن

مصرف انرژی

در سال ۲۰۰۹ مصرف انرژی میانگین هند به ازای هر نفر ۷۳۳ Kwh بود و میانگین رشد سالانه از سال ۲۰۰۳ همان‌طور که در

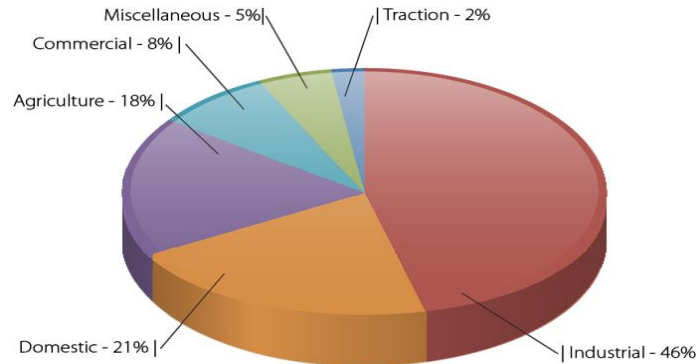
شکل زیر دیده می‌شود ۴/۴ درصد بوده است.



شکل ۲-۱۹ سرانه مصرف سالانه برق در هند

در سال ۲۰۰۸ مصرف انرژی کل هند (Gwh) ۵۹۶۹۳۴ بوده است. همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌شود، بزرگ‌ترین

مصرف‌کننده انرژی در هند، صنایع این کشور بوده‌اند (۲۷۴۵۳۱ Gwh).



شکل ۲-۲ مصرف برق هند بر اساس بخش (Utilities, non – utilities) در سال ۲۰۰۹ – ۲۰۰۸

بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۹ مصرف انرژی در هند تقریباً هفت برابر شده است (از ۸۵۳۳۴ Gwh به ۵۹۶۹۳۴) که در واقع نرخ رشد سالیانه حدود ۷/۱٪ بوده است.

۱-۲-۳-۲-۳- وضعیت انرژی‌های تجدیدپذیر در هند

به‌طور کلی هند ۱۷GW ظرفیت نصب‌شده انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. در این میان باد با ظرفیت نصب‌شده بیش از ۱۲GW بیشترین سهم را میان سایر انرژی‌های تجدیدپذیر داراست. پس‌از آن انرژی باد، توربین‌های آبی کوچک با ظرفیت ۲/۸GW قرار دارند. بر اساس برنامه ۵ ساله یازدهم تا سال ۲۰۱۲ کل انرژی‌های تجدیدپذیر وارد شبکه شده، بیش از ۲۵GW است. وزارت انرژی‌های نو و تجدیدپذیر هند (MNRE)، وظیفه حمایت‌های بیشتر انرژی‌های تجدیدپذیر^۱ از طریق سیاست‌گذاری‌ها، ظرفیت‌سازی‌ها و سرپرستی مراکز تحقیقاتی را به عهده دارد. آژانس توسعه انرژی تجدیدپذیر هند (IREDA) نیز کمک‌های مالی^۲ پروژه‌های تجدیدپذیر را با استفاده از تأمین بودجه از دولت هند و سازمان‌های بین‌المللی فراهم می‌کند. علاوه بر این IREDA مسئول اجرای بسیاری از مشوق‌های مالی^۳ که دولت هند در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر اجرا می‌کند، است.

^۱ Indian Renewable Energy Development Agency

^۲ financial assistance

^۳ incentive policies

تعداد زیاد سازمان‌های دولتی که باهدف توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در هند ایجاد شده‌اند و نیز سیاست‌های زیادی که در دهه اخیر در راستای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر اتخاذ شده است، همگی نشان‌دهنده این امر است که دولت هند به‌طور جدی به دنبال توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور است. تعدادی از مشوق‌ها برای انواع فناوری‌های تجدیدپذیر در دسترس هستند. از جمله این مشوق‌ها می‌توان به کاهش نرخ بهره سرمایه‌گذاری و تعرفه‌های خرید برق تجدیدپذیر اشاره کرد. هم‌اکنون در بسیاری از ایالت‌های هند قانون خرید اجباری برق تجدیدپذیر^۱ اجرا می‌شود که این امر باعث توسعه بازار خریدوفروش اعتبارنامه انرژی تجدیدپذیر^۲ می‌گردد.

سهام انرژی‌های تجدیدپذیر

تا سال ۲۰۱۰، هند با نصب ۱۷۵۹۴ MW انرژی‌های تجدیدپذیر یکی از پیشگامان ظرفیت نصب‌شده انرژی‌های تجدیدپذیر در جهان بود. در واقع ۱۰ درصد از کل ظرفیت نصب‌شده برق در هند از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر بدست می‌آید. در این میان ۱۷۱۷۴ MW به‌صورت پروژه‌های متصل به شبکه و ۲/۴ درصد مابقی ظرفیت‌های نصب‌شده خارج از شبکه هستند.

صنعت باد، با نصب ظرفیت ۱۲۰۰۹ MW تا پایان ژوئن سال ۲۰۱۰ بیشترین سهم را در بین انرژی‌های تجدیدپذیر دارا بودند.

همان‌طور که در جدول ۲-۲۲ مشاهده می‌شود در پایان برنامه ۵ ساله دهم در سال ۲۰۰۷، کشور هند به ۱۰/۱۶۱ گیگاوات ظرفیت نصب‌شده انرژی‌های تجدیدپذیر دست یافته بود. در طول برنامه یازدهم ۱۵ GW ظرفیت دیگر، هدف‌گذاری شده است در این صورت کل ظرفیت نصب‌شده انرژی‌های تجدیدپذیر در پایان برنامه یازدهم در هند به ۲۵ GW می‌رسد. به نظر می‌رسد در این دوره برنامه نیز انرژی باد، دو سوم ظرفیت نصب‌شده را به خود اختصاص دهد.

¹ Renewable Purchase Obligations

² Renewable Energy Certificate

جدول ۲-۲ توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در هند

کسب شده	در جریان	پیش‌بینی شده	اهداف		
تا پایان برنامه یازدهم (کل ظرفیت نصب‌شده)	برنامه دهم (اضافه در طول دوره برنامه)	پیش‌بینی شده در برنامه یازدهم (اضافه در طول دوره برنامه)	تا پایان برنامه یازدهم (کل ظرفیت نصب‌شده)	تا پایان برنامه یازدهم (کل ظرفیت نصب‌شده)	برنامه‌های پنج‌ساله
در طول سال ۲۰۰۲	۲۰۰۲-۲۰۰۷	۲۰۰۷-۲۰۱۲	در طول سال ۲۰۱۲	در طول سال ۲۰۲۲	سال
۱,۶۶۷	۵,۴۱۵	۱۰,۵۰۰	۱۷,۵۸۲	۴۰,۰۰۰	باد
۱,۴۳۸	۵۲۰	۱,۴۰۰	۳,۳۵۸	۶,۵۰۰	آبی
۳۶۸	۷۵۰	۲,۱۰۰	۳,۲۱۸	۷,۵۰۰	زیست‌توده
۲	۱	۱,۰۰۰	۱,۰۰۳	۲۰,۰۰۰	خورشیدی
۳,۴۷۵	۶,۶۸۶	۱۵,۰۰۰	۲۵,۱۶۱	۷۴,۰۰۰	کل

هرچند دولت هند با استفاده از ابزارهای متنوعی مانند مشوق‌های تولید محور^۱ (GBI)، حمایت‌های مالی^۲، تأمین اعتبارات^۳ و کاهش تعرفه‌های گمرکی به بخش انرژی‌های تجدیدپذیر کمک می‌کند اما با این حال کشور هند مانند برخی از کشورهای توسعه‌یافته یک ساختار مناسب سرمایه‌گذاری به سرمایه‌گذاران ارائه نمی‌کند. دلیل اصلی این مسئله این است که در بودجه ملی و سناریو تقاضای انرژی، با استفاده از یک روش قاعده‌مند، منابع تجدیدپذیر نسبت به منابع غیر تجدیدپذیر اولویت‌گذاری نشده‌اند. هرچند بازار برای سرمایه‌گذاران فرصت ایجاد می‌کند، ولی باز این مسئله نیازمند تصحیح و بازنگری در سناریوی هند است.

^۱ generation-based incentives

^۲ subsidies

^۳ subsidized credits

البته توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر تا حد زیادی به ارتقاء زیرساخت‌های شبکه و کاهش هزینه‌های تولید انرژی‌های تجدیدپذیر بستگی دارد. همان‌طور که در جدول ۲-۲۳ مشاهده می‌شود، هم‌اکنون انرژی‌های باد، آبی کوچک و زیست‌توده گزینه‌های رقابتی در بین سایر فناوری‌های تجدیدپذیر می‌باشند.

جدول ۲-۲۳ هزینه تولید انرژی در هند با استفاده از منابع انرژی (سال ۲۰۰۸)

منبع	هزینه تولید انرژی INR/kWh (USD/kWh)	نوع انرژی
McKinsey - Powering India	1-2 (0.02-0.04)	زغال سنگ
McKinsey - Powering India	2-3 (0.04-0.06)	هسته‌ای
McKinsey - Powering India	3-4 (0.06-0.08)	هیدرو بزرگ
McKinsey - Powering India	4-6 (0.08-0.12)	گاز
McKinsey - Powering India	10+ (0.20+)	دیزل
کارشناسان صنایع	3-4.5 (0.06-0.09)	باد (ساحلی)
کارشناسان صنایع	3-4 (0.06-0.08)	هیدرو کوچک
کارشناسان صنایع	4-5 (0.06-0.10)	زیست‌توده
کارشناسان صنایع	10-15 (0.20-0.30)	خورشیدی (CSP)
Industry experts	12-20 (0.24-0.40)	خورشیدی (PV)

درصد زیادی از انرژی‌های تجدیدپذیر تولیدشده در هند، مصرف صنعتی دارد. این مسئله مخصوصاً در مورد انرژی بادی، صادق است. به‌طوری‌که ۷۰ درصد از برق تولیدشده در مزارع بادی مستقیماً در صنایع بزرگ استفاده می‌شود. دلیل استفاده این صنایع از برق تجدیدپذیر این است که می‌توانند از این طریق تا حد زیادی صدمات ناشی از کمبود فرکانس شبکه را جبران کنند.

کشور هند بر اساس نیاز شدید به برق، مخصوصاً در مناطق دورافتاده و روستایی و با توجه به منابع ملی تجدیدپذیر سالانه سرمایه‌گذاری در این بخش را افزایش داده است. جدول زیر سرمایه‌گذاری کشور هند در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر را در سال‌های مختلف نشان می‌دهد.

جدول ۲-۲۴: سرمایه‌گذاری کشور هند در بخش انرژی تجدیدپذیر

سال	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	رشد بین سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۱
سرمایه‌گذاری صورت گرفته (میلیارد دلار)	۲,۰	۲,۹	۴,۷	۵,۶	۴,۷	۴,۲	۷,۶	۱۲,۳	%۲۹

۱-۲-۳-۲-۴- تولید برق

ظرفیت برق نصب‌شده هند ۲۱۱ گیگاوات است که عمدتاً برای تولید از طریق زغال‌سنگ طرح‌ریزی شده است. به دلیل عرضه ناکافی سوخت، این کشور از کمبود شدید تولید برق و خاموشی‌های متوالی رنج می‌برد. علاوه بر این بخش‌های قابل توجهی از این کشور به برق دسترسی ندارند. بر اساس بررسی انجام شده در گزارش توسعه انسانی سال ۲۰۰۵ هند، به‌طور کلی برق خانگی ۷۰ درصد از مجموع خانوارهای این کشور را پوشش می‌دهد (۹۴ درصد از خانوارهای شهری و ۶۰ درصد از خانوارهای روستایی دسترسی به برق داشته‌اند که البته همواره با خاموشی‌های مکرر همراه است).

برق تولیدی از زیست‌توده و ضایعات

مناطق روستایی هند جهت تأمین انرژی برای پخت‌وپز، حرارت و نور به منابع سنتی مانند زیست‌توده‌ها (شامل هیزم، مدفوعات حیوانی و پسماندهای کشاورزی) تکیه دارند چراکه امکان دسترسی به سایر منابع انرژی برای ساکنین این مناطق محدود یا غیرقابل دسترسی است. بخش بزرگی از هند از بیوماس به‌عنوان سوخت اولیه برای پخت‌وپز استفاده می‌کنند.

با توجه به سرشماری سال ۲۰۱۱ هند، ۶۲٫۵ درصد از خانوارهای روستایی از چوب، ۱۲٫۳ درصد از پسماندهای زراعی و ۱۰٫۹ درصد از مدفوع حیوانی به‌عنوان سوخت اولیه برای پخت‌وپز استفاده می‌کنند. این استفاده می‌تواند باعث ایجاد اختلال در سلامتی افرادی که در معرض آلودگی‌های ناشی از مواد زائد قرار می‌گیرند شده و همچنین منجر به بروز مشکلات عمده زیست‌محیطی شود.

کشور هند همچنین از بیوماس برای تولید نیرو استفاده می‌کند. به گزارش وزارت انرژی‌های نو و تجدیدپذیر هند، ظرفیت نصب‌شده تولید برق این کشور از بیوماس‌ها و زیست‌توده‌ها در مجموع ۲۰, ۷ گیگاوات است.

تولید نیرو از زغال سنگ

با توجه به اطلاعات منتشره از سوی اداره برق مرکزی هند، بالغ بر ۸۰ درصد از کل تولید برق در این کشور از طریق ژنراتورهای حرارتی که عمدتاً از زغال سنگ استفاده می‌کنند تولید می‌شود. اختلال در تأمین پایدار عرضه سوخت‌های فسیلی به نیروگاه‌ها علت اصلی قطع برق در هند است.

زغال سنگ منبع اصلی انرژی در هند است. این کشور دارای پنجمین ذخایر زغال سنگ در جهان است. ذخایر زغال سنگ هند در سال ۲۰۱۰ حدود ۶۶, ۸ میلیارد تن گزارش شده است. در حالی که تقاضا برای زغال سنگ در هند بیش از ۷ درصد در سال رشد داشته است اما تولیدکنندگان زغال سنگ در این کشور نتوانسته‌اند متناسب با آن نسبت به رشد تولید مبادرت نمایند و به این دلیل در طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۲ واردات زغال سنگ این کشور هرساله بیش از ۱۳ درصد افزایش یافته است.

بخش برق در هند بزرگ‌ترین مصرف‌کننده زغال سنگ است به طوری که برابر گزارش‌های سازمان بین‌المللی انرژی بیش از ۷۳ درصد از زغال مصرفی در این بخش مورد استفاده قرار گرفته است.

از آنجایی که توان نیروگاه‌های هند به شدت به زغال سنگ وابسته است کمبود زغال سنگ عامل مؤثری در کاهش تولید برق و افزایش خاموشی‌ها در سراسر این کشور خواهد بود.

با توجه به این گزارش از دست دادن تولید به دلیل قطع اجباری برق، ظرفیت واقعی تولید این کشور را در سال ۲۰۱۱ بالغ بر ۱۱ درصد کاهش داده است. علت این مشکل عمدتاً به دلیل کمبود عرضه زغال سنگ و ناتوان شدن نیروگاه‌های برق به دلیل نرسیدن تجهیزات و از این قبیل است که منجر به اختلال در انتقال نیرو به مراکز تقاضا شده است. حدود ۶۰ درصد از قطعی‌های اجباری برق کمتر از ۲۴ ساعت طول می‌کشد هرچند در برخی مواقع شاهد توقف‌های بیش از ۲۵ روز هم هستیم.

تولید نیرو از آب

هند با ۱۱۳ میلیارد کیلو وات ساعت تولید نیرو (۳ درصد از کل تولید برق در جهان) هفتمین تولیدکننده بزرگ برق‌آبی در جهان در سال ۲۰۱۰ بوده است. وزارت نیروی هند کل ظرفیت نصب‌شده برق‌آبی این کشور در سال ۲۰۱۲ را حدود ۳۹ هزار و ۳۰۰ مگاوات گزارش کرده است. ناگفته پیداست که در فصول کم آب و گرم سال نیروگاه‌های زغالی بار بیشتری از تولید برق را به دوش می‌کشند.

نیروگاه اتمی

هند دارای ۲۰ راکتور اتمی در ۶ نیروگاه هسته‌ای با ظرفیت ۴,۴ گیگاوات برق است. از سپتامبر ۲۰۱۲، هفت راکتور با بالغ بر ۵,۳ گیگاوات برق در حال ساخت هستند که انتظار می‌رود تا سال ۲۰۱۶ روی مدار قرار گیرند. با توجه به تقاضای رو به رشد برق در هند این کشور افزایش سهم برق هسته‌ای از حدود ۴ درصد در سال ۲۰۱۱ به ۲۵ درصد را در برنامه‌های توسعه‌ای خود قرار داده است.

بررسی ساختار

در این بخش به بررسی مهمترین ارگان‌هایی که نقش موثری در کنترل آلودگی زیست‌محیطی ایفا می‌کنند، پرداخته می‌شود. به‌طور کلی بازیگرانی که در این بخش قرار می‌گیرند، وظیفه تدوین سیاست و ارائه راهبرد و رویکردهای کلان در کنترل آلودگی زیست‌محیطی را برعهده دارند.

۱-۲-۳-۵- وزارت محیط زیست و جنگل‌ها (MOEF)

وزارت محیط زیست و جنگل‌ها (MOEF) مسئول برنامه‌ریزی، ترویج، هماهنگی و نظارت بر اجرای برنامه‌های زیست‌محیطی و جنگلداری در کشور است. فعالیت‌های اصلی انجام‌شده توسط وزارت شامل حفاظت از جانوران هند، جنگل‌ها و سایر مناطق بیابانی، پیشگیری و کنترل آلودگی جنگل و کاهش فرسایش زمین است.

از وظایف اصلی وزارت اجرای سیاست‌ها و برنامه‌های مربوط به حفاظت از منابع طبیعی کشور از جمله دریاچه‌ها و رودخانه‌ها، جنگل‌ها و حیات وحش، حصول اطمینان از رفاه حیوانات و پیشگیری و جلوگیری از آلودگی است. در حالی که اجرای این سیاست‌ها و برنامه‌های وزارت توسط اصل توسعه پایدار و افزایش رفاه انسان هدایت می‌شود.

وزارت محیط زیست به‌عنوان اصلی‌ترین آژانس در کشور برای پیگیری برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد (UNEP)، تعاونی برنامه محیط زیست جنوب آسیا (SACEP)، مرکز بین‌المللی توسعه جامع کوهستان‌ها (ICIMOD) است.

ساختار اصلی وزارت از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

- مقامات مسئول
- سازمان ملی تنوع زیستی
- اداره مرکزی باغ وحش هند
- سازمان حفاظت ملی بیر
- خدمات جنگلداری هند (IFS)
- انجمن مرکزی کنترل آلودگی
- انجمن ملی حیات وحش
- پارک ملی جانورشناسی
- بررسی گیاه‌شناسی هند (BSI)
- موسسه ملی رفاه حیوانات

از زیرمجموعه‌های این سازمان می‌توان به انستیتوهای زیر اشاره کرد:

- موسسه مدیریت جنگل هند
- موسسه پژوهشی و آموزشی صنایع چوب هند
- موسسه بومی شناسی و محیط زیست هند
- شورای تحقیقات و آموزش و پرورش جنگلداری هند (ICFRE)

۱-۲-۳-۲-۶- انجمن مرکزی کنترل آلودگی (CPCB)

انجمن مرکزی کنترل آلودگی (CPCB) هند یکی از سازمان‌های تحت نظر وزارت محیط زیست و جنگل‌ها (MOEF) است. این انجمن در سال ۱۹۷۴ تأسیس شد. دفتر مرکزی CPCB در دهلی نو است و دارای هفت دفتر منطقه‌ای و ۵ آزمایشگاه می‌باشد. CPCB مسئول اجرای قوانین مربوط به پیشگیری و کنترل آلودگی محیط زیست است این مسئولیت با اجرای استانداردهای ملی تحت انواع قوانین زیست‌محیطی انجام می‌شود.

عملکرد CPCB در دو سطح ملی و ایالتی بر اساس قانون آب (پیشگیری و کنترل آلودگی‌های) و قانون هوا (پیشگیری و کنترل آلودگی‌های) در سال ۱۹۸۱، باهدف ترویج پاکیزگی از رودخانه‌ها و چاه‌ها در مناطق مختلف کشور و پیشگیری، کنترل و کاهش آلودگی آب، و به بهبود کیفیت هوا و جلوگیری، کنترل و یا فروکش کردن آلودگی هوا در کشور است.

هوا باکیفیت / آلودگی: CPCB برنامه ملی گسترده‌ای در راستای پایش کنترل کیفیت هوا با نام اختصاری (NAMP) اجرا کرده است. شبکه پایش متشکل از ۳۴۲ ایستگاه در کشور است. در NAMP، چهار آلاینده‌های هوا یعنی، دی‌اکسید گوگرد (SO_2)، اکسیدهای نیتروژن به‌عنوان NO_2 ، ذرات معلق (SPM) و PM_{10} را به‌صورت منظم در تمام مکان اندازه‌گیری می‌کند. نظارت بر پارامترهای هواشناسی مانند سرعت باد و جهت باد، رطوبت نسبی (RH) و درجه حرارت نیز با داده‌های کیفیت هوا ادغام می‌شود. این اطلاعات هر هفته در ITO به‌روزرسانی می‌شود.

کیفیت آب / آلودگی: آب تازه منابع محدودی است که برای استفاده در کشاورزی، صنعت، حیات‌وحش، شیلات و برای انسان ضروری است. هند دارای رودخانه‌های زیادی است. این کشور ۱۴ رودخانه بزرگ، ۴۴ رودخانه متوسط و ۵۵ رودخانه کوچک در کنار دریاچه‌های متعدد دارد. برکه‌ها و چاه که به‌عنوان منبع اصلی آب آشامیدنی حتی بدون تصفیه استفاده می‌شود. کیفیت منابع آب بسیاری از رودخانه‌ها توسط تخلیه فاضلاب صنایع یا شهرها و یا به خطر انداخته می‌شوند. CPCB در همکاری با SPCBs در حال اجرا ۱۰۱۹ ایستگاه نظارت بر کیفیت آب است. فرآیند نظارت بر هر سه ماه در آب‌های سطحی و هر شش ماه در مورد آب‌های زیرزمینی انجام می‌شود.

مواد زائد جامد شهری: شهرداری‌ها تحت قوانین پسماند جامد شهری (مدیریت و انتقال مواد و تجهیزات) مسئول جمع‌آوری، تفکیک، ذخیره‌سازی، حمل‌ونقل، پردازش و دفع پسماند جامد شهری است. CPCB فرم اطلاعات لازم شهرداری جمع‌آوری و کمک‌های فنی را به آن‌ها ارائه می‌دهد.

این سازمان در مباحث زیر فعالیت می‌کند:

- ارزیابی آلودگی (بررسی و نظارت).

- R & D و مدیریت آزمایشگاه.
- توسعه استانداردها و دستورالعمل‌ها برای صنعت در راستای انتشار آلودگی و استاندارد فاضلاب
- آموزش
- مدیریت اطلاعات پایگاه داده و کتابخانه
- فناوری کنترل آلودگی
- اجرای کنترل آلودگی
- نشریات
- مدیریت مواد زائد خطرناک

۱-۲-۳-۲-۷- وزارت انرژی (MOP)

تعدادی مؤسسه دولتی وجود دارند که حوزه فعالیت آن‌ها به بخش انرژی‌های تجدیدپذیر نیز گسترش یافته است. وظایف وزارت انرژی (MOP) برنامه‌ریزی برای تأمین انرژی، تهیه راهبردهای سیاسی، تصمیمات مالی برای پروژه‌های دولتی، سیاست‌گذاری‌های کلی صنعت برق کشور، آموزش خبره‌ها، اجرای قوانین تولید انرژی از منابع سنتی و انتقال انرژی است. MOP مسئول اجرای قانون محافظت از انرژی^۱ سال ۲۰۰۱ و قانون برق ۲۰۰۳ و قانون JNNSM نیز است.

کارکنان این وزارتخانه در سال ۲۰۰۹ در حدود ۵۰۰۱ نفر و بودجه آن در همین سال ۲/۰۷ میلیارد دلار بوده است.

بخش‌های دولتی مهم مثل مجمع مرکزی برق (CEA)، کمیته مرکزی تنظیم آیین‌نامه برق (CERC)، شرکت سرمایه‌گذاری انرژی (PFC)، شرکت PTC India Ltd و شرکت برق‌رسانی روستایی همگی سازمان‌هایی هستند که به نحوی با انرژی‌های تجدیدپذیر در ارتباط هستند و در محدوده اختیارات MOP قرار می‌گیرند.

۱-۲-۳-۲-۸- وزارت انرژی نو و تجدیدپذیر (MNRE)

¹ Energy Conservation Act of 2001

در سال ۱۹۹۲ دولت هند اولین وزارتخانه‌ای در دنیا که وظیفه آن منحصراً توسعه صنایع انرژی‌های تجدیدپذیر باشد را با نام وزارت منابع انرژی غیر سنتی (MNES) تأسیس کرد. البته این مؤسسه بعداً به وزارت انرژی نو و تجدیدپذیر (MNRE) تغییر نام پیدا کرد. وظیفه اصلی MNRE، تسهیلگری و توسعه انرژی‌های نو و تجدیدپذیر در هند است.

MNRE وظایف سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و همچنین ترویج انرژی‌های تجدیدپذیر با استفاده از روش‌هایی مانند تعیین مشوق‌های مالی، ایجاد ظرفیت‌های انسانی و روابط بین‌المللی را بر عهده دارد.

مأموریت MNRE

- کاهش وابستگی هند به واردات سوخت و بنابراین بهبود امنیت تأمین انرژی هند
 - افزایش سهم انرژی پاک در ترکیب انرژی کشور
 - افزایش انرژی تأمین‌شده با تمرکز بر بهره‌برداری از انرژی‌های پاک
 - کمک به بهبود قابلیت رقابت‌پذیری فناوری‌های انرژی‌های نو و تجدیدپذیر
 - مدیریت مالی بخش انرژی
- بودجه سالانه این وزارتخانه در سال ۲۰۰۹ بالغ بر ۱۴۲ میلیون دلار بوده است.

نقش MNRE، تسهیل در انجام تحقیقات، طراحی و توسعه کارخانه‌ها و توسعه سیستم‌های انرژی‌های نو و تجدیدپذیر در کاربردهای شهری، روستایی، صنعتی و تجاری است. این وزارتخانه این وظایف را از روش‌های زیر انجام می‌دهد:

- توسعه استراتژی‌های تولید، برنامه‌ریزی فناوری و Bench Marking.
- شناسایی زمینه‌هایی که پتانسیل سرمایه‌گذاری دارند.
- تعیین استانداردها، پارامترها و هزینه‌ها برای افزایش کارایی در بخش انرژی‌های نو و تجدیدپذیر.
- سرمایه‌گذاری در بخش تحقیقات.
- تعیین کیفیت موردقبول طبق استانداردهای بین‌المللی و اعطای گواهی‌نامه به صنایع و حمایت آن‌ها در رسیدن به این کیفیت.

۱-۲-۳-۲-۹- میزان انتشار در کشور هند

میزان انتشار و حجم آن‌ها در نیروگاه‌های موجود

برای بررسی تأثیر آلودگی هوای نیروگاه‌های زغال‌سنگی، به یک پانل نامتعادل از ۹۲ نیروگاه گرمایی که در ۱۷ ایالت قرار دارند در بازه سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ مراجعه شد. داده‌های تحقیق از سال ۲۰۰۸ انتخاب گردید. در آن سال ۵۷ نیروگاه دولتی، ۲۲ نیروگاه متعلق به حکومت مرکزی و ۱۳ نیروگاه در بخش موجود بود که ۸۸ درصد از ظرفیت تولید برق زغال‌سنگی نصب‌شده در کشور را شامل می‌شد.

جدول ۲-۲۵ خلاصه آمار ویژگی‌های اجرایی نیروگاه‌ها را، برای همه نیروگاه‌ها بر اساس مالکیتشان نشان می‌دهد. این جدول صحت میزان ذکرشده در بالا برای بازده گرمایی نیروگاه‌های زغال‌سنگی و زغال‌سنگ هند را نشان می‌دهد. بازده گرمایی شبکه به‌طور متوسط میان همه نیروگاه‌ها ۲۷٫۷ درصد است. متوسط ارزش گرمایی زغال‌سنگ تقریباً 3625 Kcal/kg است به‌طور متوسط ۷۷۰ گرم زغال برای تولید یک کیلو وات ساعت برق سوزانده می‌شود. مقایسه میزان گرمای تولیدشده و ارزش گرمایی زغال‌سنگ بر اساس مالکیت نیروگاه‌ها دشوار است. از آنجایی که داده‌ها فاقد داده‌های نیروگاه‌های خصوصی و نیروگاه‌هایی که زیر نظر تشکیلات ملی برق حرارتی فعالیت می‌کنند، می‌باشند؛ با این وجود این جدول نشان می‌دهد که نیروگاه‌های دولتی زغال‌سنگ قابل توجه بیشتری در کیلو وات ساعت نسبت به بخش خصوصی و نیروگاه‌های مرکزی مصرف می‌کنند.

CEA میزان کل غلظت ذرات ریز معلق (spm) که به صورت mg/m^3 اندازه‌گیری می‌شود را در گزارش‌های بخش نیروی گرمایی سالانه خودش ارائه می‌کند. غلظت هر نیروگاه به صورت یک طیف گزارش داده می‌شود. جدول ۲-۲۵ خلاصه آمار بالاترین و پایین‌ترین میزان را. همچنین میزان متوسط آن در سال ۲۰۰۸ نمایش می‌دهد. نقطه میانی طیف انتشارها برای سه‌چهارم از ۷۴ نیروگاهی که داده‌هایشان در دسترس است زیر استاندارد 150 mg/Nm^3 است. ۶۲ درصد از نیروگاه‌های بخش خصوصی، ۲۳ درصد نیروگاه‌های دولتی و ۱۴ درصد از نیروگاه‌های حکومت مرکزی حذف شده‌اند. با توجه به این هشدارها واضح است که غلظت انتشارها به‌طور متوسط در نیروگاه‌های خصوصی کمترین هست و در نیروگاه‌های حکومت مرکزی نسبت به نیروگاه‌های دولتی کمتر

است. اگر کیفیت تجهیزات تولید و ارزش گرمایی زغال‌سنگ ثابت نگه داشته شود تفاوت میزان غلظت بین نیروگاه‌های حکومت مرکزی و نیروگاه‌های دولتی از بین می‌رود.

یک درونیایی ساده از لگاریتم نقطه میانی غلظت SPM بر متوسط عمر تجهیزات تولید، متوسط مربع عمر تجهیزات، ارزش گرمایی زغال‌سنگ و مالکیت در دامنه ۵۱ درصد اختلاف میزان غلظت را نشان می‌دهد. میزان غلظت اگر ارزش گرمایی زغال بالا رود و کیفیت تجهیزات تولید (در سطح پایین) افزایش پیدا کند پایین می‌رود. بررسی متوسط سن نیروگاه نشان می‌دهد که یک سال افزایش سن EGU ها میزان غلظت ذرات ریز را تا ۳,۵ درصد افزایش می‌دهد. افزایش ارزش گرمایی زغال‌سنگ باعث ۲۵ درصد کاهش غلظت SPM می‌شود. غلظت ذرات در نیروگاه‌های خصوصی به‌طور قابل توجهی پایین‌تر از نیروگاه‌های دولتی است هنگامی که سن نیروگاه و ارزش گرمایی زغال‌سنگ ثابت نگه داشته می‌شود اما تفاوت چشمگیری بین نیروگاه‌های دولت و حکومت مرکزی وجود ندارد.

جدول ۲-۲۵ مقدار تناژ سالانه ذرات ریز را نشان می‌دهد. حجم انتشار SO_2 و NO_x برحسب (kg/MWh) نشان داده شده است. برای تبدیل میزان غلظت به تناژ SPM که سالانه منتشر می‌شود به داده‌های مصرف سالانه زغال‌سنگ و همچنین فرضیه‌هایی درباره مقدار گازهای دودکش بر تناژ زغال‌سنگ سوخته نیاز است. (محاسبات با جزییات در ضمیمه شرح داده شده است). نتایج برای انتشار $PM_{(2.5)}$ ارائه شده است. محاسبه حجم گوگرد، نیاز به داده‌هایی درباره حجم گوگرد و مقدار مصرف زغال‌سنگ دارد. به دلیل اینکه این داده‌ها در سطح نیروگاهی در دسترس نیستند، میزان انتشارات را بر اساس ارزش پیش فرض ۰/۵ درصد گوگرد برای همه نیروگاه‌ها محاسبه می‌شود. محاسبات ما درباره انتشار NO_x بر اساس اطلاعاتی است که توسط CEA فراهم شده است. غلظت NO_x در گازهای دودکش ۴۰۰ppm است (با مقدار محدودی اختلاف بین نیروگاه‌ها).

جدول ۲-۲۵ مقدار تناژ انتشار سالانه آلاینده‌ها در کشور هند

تمام نیروگاه‌ها								
	# obs	متوسط	انحراف از معیار	۵ ساله	۲۵ ساله	میان	۷۵ ساله	۹۵ ساله
Min SPM recorded (mg/Nm ³)	75	117	118	24	65	103	132	216
Max SPM recorded (mg/Nm ³)	75	207	271	61	116	143	187	535
Mid-point SPM (mg/Nm ³)	75	162	192	42	96	127	153	352
PM 2.5(tons/year)	63	1288	1766	79	301	873	1363	3454
PM 2.5 (g/Mwh)	63	227	389	48	102	143	208	496
SO ₂ (tons/year)	68	44254	36068	5047	16475	40260	60174	119518
SO ₂ (g/Mwh)	68	7147	1024	5735	6290	6937	7863	8788
NOx (tons/year)	68	12944	10550	1476	4819	11776	17601	34959
NOx (g/Mwh)	68	2091	299	1677	1840	2029	2300	2570

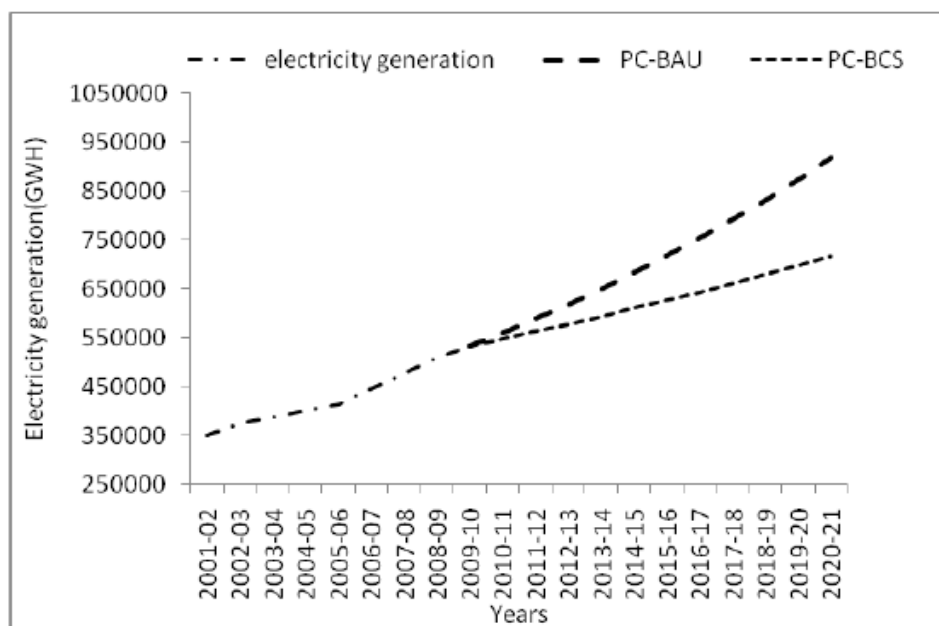
تناژ سالانه گازهای آلاینده منتشرشده مقدار برق تولیدشده توسط نیروگاه را نشان می‌دهد، میزان زغال سنگ در کیلو وات ساعت و میزان انتشارات در تناژ زغال سنگ سوخته شده. همچنین حجم آلاینده‌های زغال سنگ در کیلو وات ساعت و میزان انتشارات در تناژ زغال سنگ سوخته را نشان می‌دهد. برای همه آلاینده‌ها حجم آلودگی در نیروگاه‌های خصوصی کمتر از دولتی و حکومت مرکزی است. (جدول ۲-۲۶) باوجود حجم پایین گوگرد موجود در زغال سنگ هند، حجم آلاینده‌های SO₂ در هند به‌طور متوسط بالاتر از نیروگاه‌های زغال سنگی آمریکاست. (میان حجم آلاینده‌های SO₂ در نیروگاه‌های آمریکا در سال ۲۰۰۸، ۸٫۹ (pound/kwh) و میانگین آن (pound/kwh) ۱۲٫۳ است). در جدول ۲-۶ میانگین SO₂، ۱۵٫۳ (pound/kwh) و میانگین (Mean pound/kwh) ۱۵٫۷ می‌باشد؛ این نشان می‌دهد که مقدار کمتری زغال سنگ در مگاوات ساعت در آمریکا می‌سوزد و این حقیقت که بالای ۱/۴ نیروگاه‌های زغال سنگی آمریکا پالایند دارند، مشخص می‌گردد. همچنین متوسط حجم آلاینده‌های NOx در داده بالاتر از نیروگاه‌های آمریکاست که به‌طور میانگین ۴٫۱۰ پوند NOx در کیلو وات ساعت در سال ۲۰۰۵ بوده است و این میزان برابر با ۴٫۶ (pound/kw) بوده که در جدول ۲-۲۵ آمده است.

جدول ۲-۲۶ میزان انتشار سالیانه آلاینده‌ها در کشور هند در سال ۲۰۰۵

بخش	ایالتی				مرکزی				خصوصی			
	# obs	متوسط	میانه	انحراف از معیار	# obs	متوسط	میانه	انحراف از معیار	# obs	متوسط	میانه	انحراف از معیار
Min SPM recorded (mg/Nm ³)	49	139	122	138	20	90	84	35	6	26	26	6
Max SPM recorded (mg/Nm ³)	49	254	157	324	20	127	128	51	6	88	86.3	2
Mid-point SPM (mg/Nm ³)	49	197	139	228	20	109	106	41	6	57	58	16
PM 2.5(tons/year)	41	1398	886	2090	17	1368	1000	837	5	117	79	66
PM 2.5 (g/Mwh)	41	283	171	473	17	140	117	58	5	64	46	34
SO ₂ (tons/year)	44	37682	38475	26098	19	67310	50512	47743	5	14475	11141	10095
SO ₂ (g/Mwh)	44	7455	7446	1004	19	6592	6567	621	5	6549	6198	1428
NOx (tons/year)	44	11022	11254	7634	19	19688	14775	13965	5	4234	3259	2953
NOx (g/Mwh)	44	2181	2178	294	19	1928	1921	182	5	1916	1813	418

سناریوهای انتشار

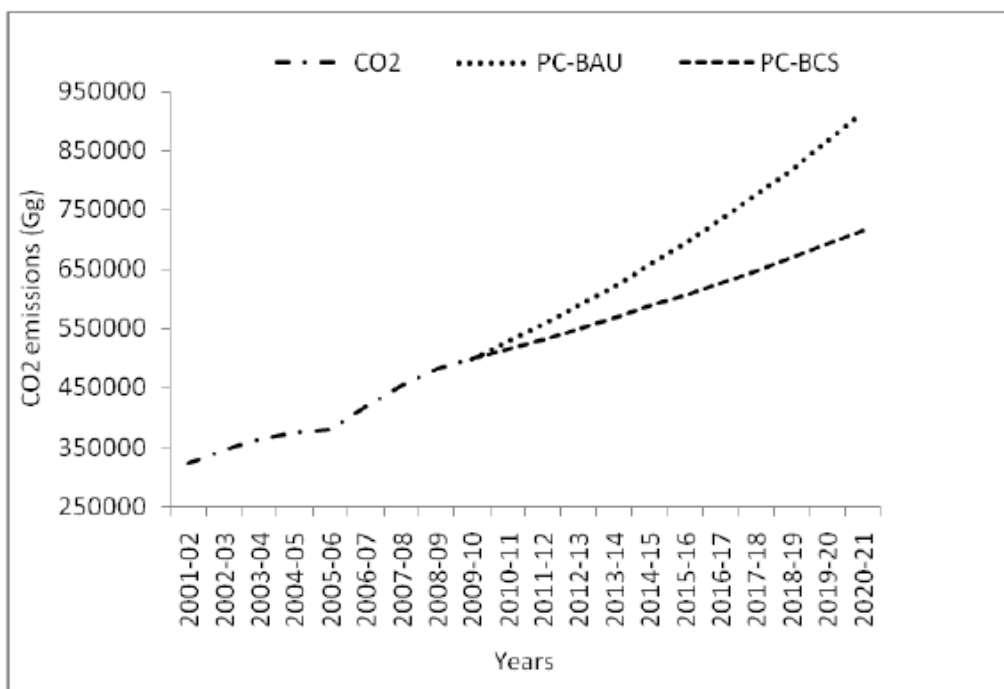
دو سناریو توسط کمیسیون برنامه‌ریزی هند برای پیش‌بینی روند انتشار در سال ۲۰۲۰ آماده شده است. (۱) سناریو PC-BAU که همان سناریوی وضعیت موجود در مصرف زغال‌سنگ است و (۲) سناریو PC-BCS پیش‌بینی در بهترین وضعیت^۱ است. بر اساس این سناریو تولید برق از زغال‌سنگ و لیگنیت نیروگاه‌های زغال‌سنگ سوز حدود ۶۵۰۰۰۰ گیگاوات‌ساعت خواهد بود درحالی‌که تحت سناریو PC-BAU، تولید برق از زغال‌سنگ و لیگنیت نیروگاه‌های زغال‌سنگ سوز افزایش می‌یابد و انتظار می‌رود به میزان ۹۵۰۰۰۰ گیگاوات‌ساعت افزایش تا سال ۲۰۲۱-۲۰۲۰ افزایش یابد (شکل ۲-۲۱).



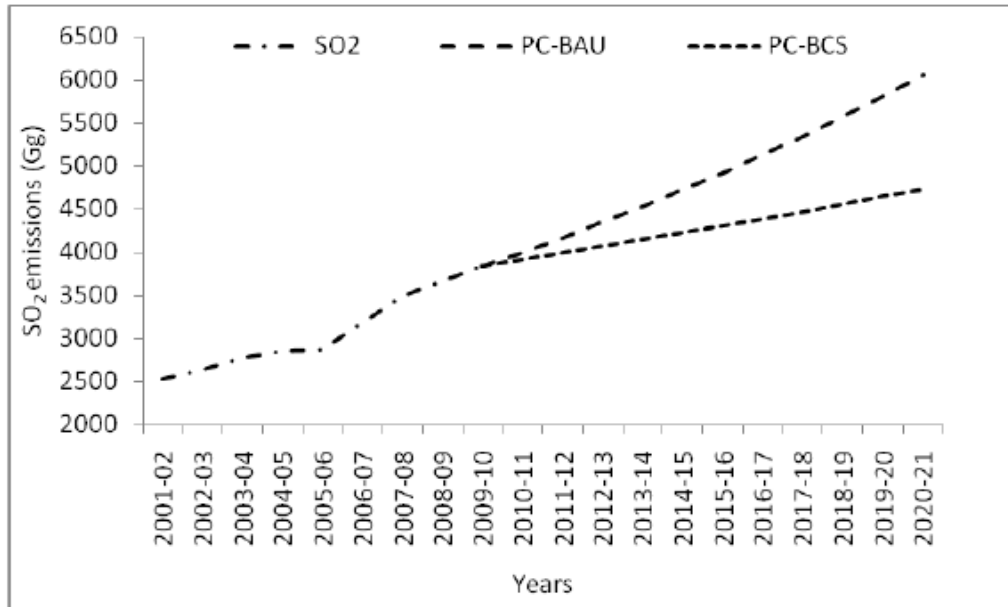
شکل ۲-۲۱ روند آینده میزان تولید برق بر اساس دو سناریو در نیروگاه‌های کشور هند

¹ best case scenario

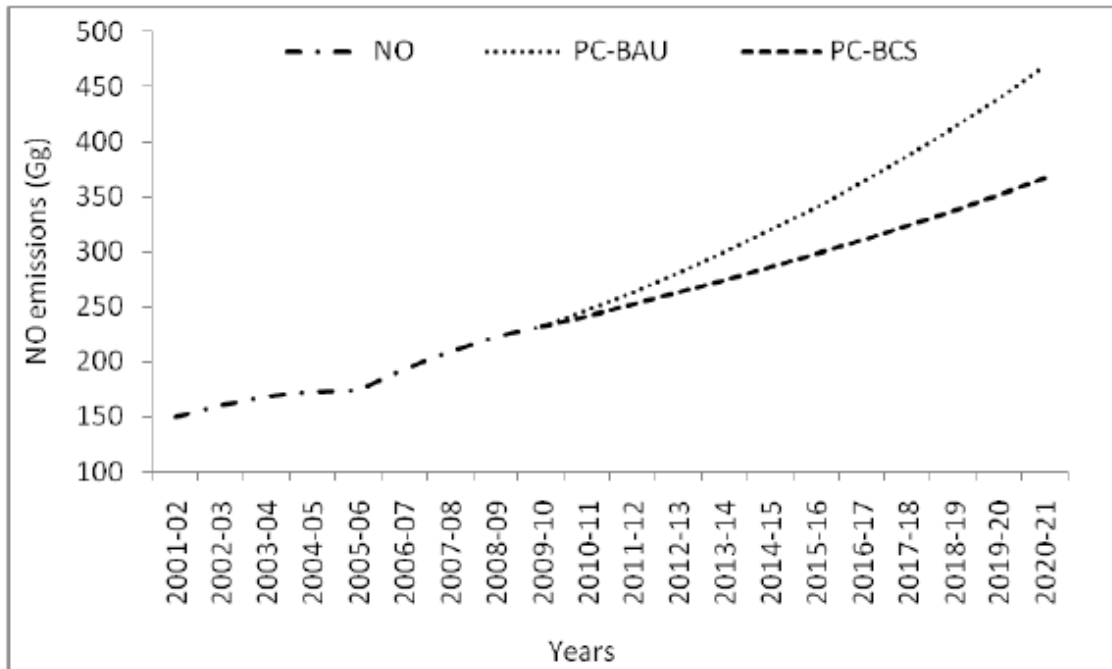
روند انتشار CO_2 برای دو سناریو در شکل ۲-۲۲ نشان داده شده است. با سناریو PC-BAU، میزان انتشار CO_2 به Gg در سال ۲۰۲۰ در ۸۵۰۰۰۰ افزایش می‌یابد، در حالی که با سناریو PC-BCS، میزان انتشار CO_2 تنها ۷۰۰۰۰۰ Gg در سال ۲۰۲۰ افزایش می‌یابد. در سناریو (۱)، انتشار SO_2 ۶۰۰۰ Gg و تحت سناریو (۲) به ۴۵۰۰ Gg افزایش یابد (شکل ۲-۲۳). پیش‌بینی میزان انتشار تا سال ۲۰۲۰ برای NO در حالت اول، ۴۷۵ Gg و ۳۵۰ Gg برای حالت دوم است (شکل ۲-۲۴). پیش‌بینی برای سال ۲۰۲۰ برای تولید برق و میزان انتشار از CO_2 ، SO_2 و NO در BCS (طرح ۲) سناریو به دلیل فرض استفاده از فناوری بهتر و بهبود در کارایی انرژی در واحدهای تولید کمتر است.



شکل ۲-۲۲ روند آینده میزان انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از تولید برق بر اساس دو سناریو در نیروگاه‌های کشور هند



شکل ۲۳-۲ روند آینده میزان انتشار دی اکسید گوگرد ناشی از تولید برق بر اساس دو سناریو در نیروگاه‌های کشور هند



شکل ۲۴-۲ روند آینده میزان انتشار اکسید نیتروژن ناشی از تولید برق بر اساس دو سناریو در نیروگاه‌های کشور هند

۱-۲-۳- بررسی چارچوب نظارتی در هند بر اساس استانداردهای محیطی

در هند مسئولیت اولیه وضع و اجرا قوانین محیط زیستی بر عهده کمیته ایالتی و مرکزی کنترل آلودگی است که زیرمجموعه وزارت محیط زیست است [۳۶]. دولت فدرال حاضر، استانداردهای کیفیت هوا برای ذرات ریز را محدود کرده است. استانداردهای SO_2 و NO_x در جدول ۲-۲۷ فهرست شده‌اند. استانداردهای تعیین شده با موقعیت مکانی تغییر می‌کنند (برای مناطق صنعتی استانداردها پایین‌تر می‌باشند) استانداردهای برای ذرات ریز معلق، CO ، SO_2 ، NO_x ، PM_{10} وجود دارد، اما برای ذرات غیر آلاینده و یا اوزون استاندارد وجود ندارد. کمیته ایالتی و مرکزی کنترل آلودگی مسئول محدود کردن استانداردها هستند اما طرح‌های اجرایی مشابه در آمریکا فقط برای ۲۴ منطقه بحرانی آلوده و ۱۷ شهر مورد نیاز است [۳۷].

CPCB قوانین محدودیت انتشار منابع با آلاینده‌گی بالا مثل نیروگاه‌ها را وضع می‌کند. انتشار ذرات ریز به‌طور غیرمستقیم به میزان نیاز به شستشو زغال‌سنگ و به‌طور مستقیم به میزان گازهای منتشرشده بستگی دارد. در ابتدای سال ۲۰۰۲ استفاده از زغال‌سنگ با خاکستر بالای ۳۵ درصد در نیروگاه‌های حرارتی که در ۱۰۰۰ کیلومتری مناطق شهری و یا مناطق حساس و آلوده بحرانی قرار داشتند، ممنوع اعلام شد. هنگام وضع این قانون تخمین زده شد که تقریباً ۲۲ گیگاوات از ظرفیت نیروگاه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در عمل این استاندارد هنگامی به دست می‌آید که زغال شسته و نشسته با هم ترکیب شوند (زغال‌سنگ وارداتی) تا متوسط حجم خاکستر به ۳۴ درصد کاهش پیدا کند. Zamuda and Sharpe در سال ۲۰۰۷ بر آورد کردند که در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ فقط ۵ درصد از زغال‌سنگ غیر صنعتی استفاده شده در نیروگاه‌ها شسته شده است. آن‌ها همچنین متذکر شدند که نیروگاه‌های کارآمد فقط با ۴۴ درصد از ظرفیتشان فعالیت می‌کنند [۳۸].

جدول ۲-۲۷ استاندارد انتشار آلاینده‌ها در هند

آلاینده‌ها ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	میانگین زمانی	مناطق صنعتی	مناطق مسکونی شهری و روستایی	مناطق حساس
SO ₂	میانگین سالیانه	80	60	15
	میانگین ۲۴ ساعته	120	80	30
NO _x	میانگین سالیانه	80	60	15
	میانگین ۲۴ ساعته	120	80	30
SPM	میانگین سالیانه	360	140	70
	میانگین ۲۴ ساعته	500	200	100
RPM	میانگین سالیانه	120	60	50
	میانگین ۲۴ ساعته	150	100	75

میزان انتشارات برای تمامی ذرات ریز معلق در جدول ۲-۲۸ فهرست شده است. از نظر تاریخی بخش مهمی از نیروگاه‌ها این قانون را نقض کردند. در سال ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱، ۶۳ درصد از نیروگاه‌ها این استانداردها را رعایت نکردند، اما در سال ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷، تنها ۲۸ درصد از نیروگاه‌ها موفق به تطبیق با استانداردها نبوده‌اند [۳۹].

جدول ۲-۲۸ میزان انتشارات برای تمامی ذرات ریز معلق

با ظرفیت پائین ۲۱۰ MW	mg/Nm^3 ۱۵۰
۲۱۰ MW و بیشتر	mg/Nm^3 ۱۵۰
نیروگاه‌های که در مناطق حفاظت‌شده قرار دارند	mg/Nm^3 ۱۵۰

هیچ محدودیت انتشار دی‌اکسید گوگرد یا اکسیدهای نیتروژن برای نیروگاه‌های زغال‌سنگی وجود ندارد. در درجه اول غلظت SO₂ از حداقل ارتفاع دودکش تأثیر می‌پذیرد و واحدهای تولید ۵۰۰ مگاواتی یا بیشتر باید ارتفاع بیشتری را برای خروج گاز گوگرد اختصاص دهند (FGD). واحدهای تولید بین ۲۱۰ و ۵۰۰ مگاوات باید دودکش‌های حداقل ۲۲۰ متری داشته باشند. واحدهای بیش از ۵۰۰ مگاوات باید دودکش‌های حداقل ۲۷۵ متری داشته باشند. در حال حاضر فقط یک نیروگاه (Dahanu) واحد خروج گاز گوگرد را نصب کرده است. (جدول ۱-۲۹)

جدول ۲-۲۹ ارتفاع دودکش مورد نیاز

ظرفیت تولید MW	ارتفاع دودکش (متر)
کمتر از ۲۱۰-۲۰۰	$H = 14(Q)^{0.3}$ (Q = نرخ انتشار SO_2 kg/hr)
بین ۲۱۰-۲۰۰ و ۵۰۰	۲۲۰
۵۰۰ و بالاتر	(فضای مورد نیاز طراحی +FGD) ۲۷۵

استانداردهای ارائه شده برای تخلیه پساب صنعتی در محیط زیست برای کشور هند در جدول ۲-۳۰ ارائه شده است.

جدول ۲-۳۰ استانداردهای ارائه شده برای تخلیه پساب صنعتی در محیط زیست برای کشور هند [۴۰]

پارامتر	آب‌های سطحی	فاضلاب عمومی	زمین برای آبیاری	مناطق ساحلی دریا
رنگ و بو	*	*	*	*
حداکثر مواد معلق [mg/L]	۱۰۰	۶۰۰	۲۰۰	برای فاضلاب‌های فرآیندی ۱۰۰، برای پساب برج خنک‌کننده تا ۱٪ بالاتر از سیال ورودی
اندازه ذرات معلق	اندازه ذرات باید از الک‌های با دانه‌بندی ۸۵۰ میکرون عبور نماید	-	-	مواد جامد شناور حداکثر ۳ میلی‌متر، مواد جامد رسوبی حداکثر ۸۵۰ میکرون
pH	۵/۵-۹	۵/۵-۹	۵/۵-۹	۵/۵-۹
دما	نباید بیش از ۵ درجه سانتی‌گراد بالاتر از آب ورودی باشد	-	-	نباید بیش از ۵ درجه سانتی‌گراد بالاتر از آب ورودی باشد
حداکثر روغن و گریس [mg/L]	۱۰	۲۰	۱۰	۲۰
حداکثر مجموع کلر باقی‌مانده [mg/L]	۱۰	۲۰	۱۰	۲۰
حداکثر نیتروژن آمونیاکی (به صورت N) [mg/L]	۵۰	۵۰	-	۵۰
حداکثر نیتروژن کج‌دال (به صورت NH ₃) [mg/L]	۱۰۰	-	-	۱۰۰
حداکثر آمونیاک [mg/L]	۵	-	-	۵
حداکثر اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD ₅)، (۳ روز در ۲۷ درجه سانتی‌گراد) [mg/L]	۳۰	۳۵۰	۱۰۰	۱۰۰
حداکثر اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) [mg/L]	۲۵۰	-	-	۲۵۰
حداکثر آرسنیک [mg/L]	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
حداکثر جیوه [mg/L]	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
حداکثر سرب [mg/L]	۰,۱	۱	-	۲
حداکثر کادمیوم [mg/L]	۱	۲	-	۱
حداکثر کروم ۶ ظرفیتی [mg/L]	۱	۲	-	۱
حداکثر مس [mg/L]	۳	۳	-	۳
حداکثر روی [mg/L]	۵	۱۵	-	۱۵
حداکثر سلنیوم [mg/L]	۰/۰۵	۰/۰۵	-	۰/۰۵
حداکثر نیکل [mg/L]	۳	۳	-	۵
حداکثر سیانید [mg/L]	۰/۲	۲	۰/۲	۰/۲
حداکثر فلوراید [mg/L]	۲	۱۵	-	۱۵

ادامه جدول ۱-۳۰

پارامتر	آب‌های سطحی	فاضلاب عمومی	زمین برای آبیاری	مناطق ساحلی دریا
سولفید	۲	-	-	۵
ترکیبات فنولی (به صورت C6H5OH)	۱	-	۵	۵
حداکثر اشعه آلفا میکرو کوری / میلی لیتر	۱۰ ^{-۷}	۱۰ ^{-۷}	۱۰ ^{-۸}	۱۰ ^{-۷}
حداکثر اشعه بتا میکرو کوری / میلی لیتر	۱۰ ^{-۶}	۱۰ ^{-۶}	۱۰ ^{-۷}	۱۰ ^{-۶}
آزمون بقای زیستی	زنده ماندن ۹۰٪ ماهی بعد از ۹۶ ساعت در ۱۰۰٪ فاضلاب	زنده ماندن ۹۰٪ ماهی بعد از ۹۶ ساعت در ۱۰۰٪ فاضلاب	زنده ماندن ۹۰٪ ماهی بعد از ۹۶ ساعت در ۱۰۰٪ فاضلاب	زنده ماندن ۹۰٪ ماهی بعد از ۹۶ ساعت در ۱۰۰٪ فاضلاب
منگنز	۲	۲	-	۲
آهن	۳	۳	-	۳
وانادیوم	۰/۲	۰/۲	-	۰/۲
نیترات نیترژن	۱۰	-	-	۲۰

* تمام تلاش‌ها باید برای حذف رنگ و بوی ناخوشایند تا حد اجرایی انجام گیرد

۱-۲-۳-۴- بررسی سیاست‌های کنترلی موجود و نگاهی به آینده برای کاهش آلاینده‌های هوا در کشور هند [۴۱]

۱-۲-۳-۴-۱- ابزارها، برنامه‌ها و سیاست‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور هند

برنامه‌ها و سیاست‌های کلی موجود در رابطه با بخش انرژی در هند

به‌طور کلی برنامه‌ریزی انرژی در هند بر اساس مذاکرات تغییرات آب‌وهوا تدوین شده است. کشور هند در مذاکرات تغییرات آب‌وهوا شرکت کرده و تضمین نموده است شدت تولید گازهای گلخانه‌ای خود را کاهش دهد، همچنین این کشور تضمین نموده است، سرانه تولید گازهای گلخانه‌ای این کشور از کشورهای توسعه‌یافته بیشتر نباشد.

بر همین اساس دولت هند یک برنامه اقدامات ملی در تغییرات آب‌وهوا تدوین کرده است که در آن اشاره شده ۱۵ درصد از انرژی کشور هند تا پایان سال ۲۰۲۰ می‌تواند از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر تأمین گردد. این سند NAPCC نام دارد و برای انجام آن هشت مأموریت ملی مشخص شده که تمرکز یکی از آن‌ها کاملاً روی انرژی‌های تجدیدپذیر است.

تغییرات آب‌وهوا و سیاست‌های موجود

درحالی‌که اولویت اصلی هند فراهم کردن انرژی کافی و پایدار از طریق گسترش سوخت فسیلی و راه‌اندازی نیروگاه‌های اتمی و آبی بزرگ است، ولی نکات زیر باعث شده که کشور هند در توسعه پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر نیز به‌صورت فعالانه شرکت کند.

استفاده از منابع تجدیدپذیر طبیعی وابستگی هند به واردات سوخت فسیلی را کاهش می‌دهد.

افزایش رقابت برای منابع فسیلی محدود، قیمت سوخت فسیلی را افزایش می‌دهد، در صورتی‌که افزایش توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر قیمت آن را کاهش می‌دهد. به‌عنوان مثال قیمت نفت در سال ۲۰۳۰ حدود ۴۶ درصد بیش از سال ۲۰۱۰ خواهد بود، این در حالی است که هزینه سرمایه‌گذاری برای انرژی فتوولتائیک (PV) در همین بازه زمانی به نصف کاهش پیدا خواهد کرد.

فناوری‌های تجدیدپذیر برای رفع نیاز مناطق دورافتاده که فاقد شبکه برق هستند بسیار مناسب است، به‌طوری‌که می‌توان از منابع همان منطقه برای تأمین برق آن استفاده کرد.

تمایل هندوستان به ایفای نقش رهبری^۱ در اقتصاد نوظهور انرژی‌های تجدیدپذیر باعث می‌شود سرمایه‌گذاری‌های این کشور به سمت فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر متمایل گردند.

فناوری‌های تجدیدپذیر علاوه بر تأمین انرژی، در راستای اهداف و توجهات محیط‌زیست در زمینه گازهای گلخانه‌ای نیز قرار دارد.

درحالی‌که در هندوستان هیچ هدف رسمی برای گازهای گلخانه‌ای تصویب نشده است، هند تصریح کرده است، اجازه نخواهد داد سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای در این کشور بیشتر از کشورهای صنعتی گردد، در ضمن کشور هند در تلاش است، شدت انتشار خود را تا پایان ۲۰۲۰ در حدود ۲۵-۲۰ درصد نسبت به سال ۲۰۰۷ کاهش دهد.

¹ leadership role

در حال حاضر میزان انتشار CO_2 در هند در حدود ۱ تن به ازای هر نفر در یک سال (1 ton/person.year) است. میانگین سرانه بین‌المللی انتشار ۴/۲ تن است، درحالی‌که سرانه انتشار اغلب کشورهای صنعتی بین ۲۰-۱۰ تن است؛ اما هند به دلیل جمعیت بسیار زیادی که دارد هم‌اکنون در حدود ۴ درصد از کل انتشار را به خود اختصاص داده است.

الف- برنامه اقدامات ملی در تغییرات آب‌وهوا^۱ (NAPCC)

در ژوئن سال ۲۰۰۲ کشور هند در راستای اهدافش پیرامون تغییرات آب‌وهوا، برنامه اقدامات ملی در زمینه تغییرات آب‌وهوا (NAPCC) را منتشر کرد. این سند ملی هشت مأموریت به همراه داشت. در نهایت NAPCC پیشنهاد کرده است که تا پایان سال ۲۰۲۰ در حدود ۱۵ درصد از انرژی هند می‌تواند از منابع تجدیدپذیر تأمین گردد.

مکانیسم توسعه پاک^۲ (CDM)

بر اساس پروتکل کیوتو، مکانیسم توسعه پاک (CDM) به پروژه‌هایی که در کشورهای در حال توسعه باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) می‌شوند اعتبارنامه‌های کاهش انتشار^۳ (CER) اعطا می‌کند. CER اعتبارنامه‌های کربن هستند که بر اساس CDM، هر کدام از آن‌ها معادل ۱ تن دی‌اکسید کربن هستند. CER ها می‌توانند مبادله و خریدوفروش شوند و نهایتاً توسط کشورهای صنعتی که پروتکل کیوتو را پذیرفته‌اند مورد استفاده قرار گیرند.

برای تأیید صلاحیت دریافت CER، پروژه باید ابتدا توسط سازمان‌های مربوط در کشوری که پروژه در آن انجام می‌گیرد تأیید شود و پس از آن فرآیندهای ثبت‌نام و تأیید و صدور گواهینامه توسط UNFCCC کامل می‌گردد. درآمد اضافی که از طریق تجارت CER بدست می‌آید، باعث دوام سرمایه‌گذاری پروژه‌های انرژی پاک می‌شود.

هرچند انتقادهایی نیز به پروسه CDM وارد است (مثل پروسه‌های طولانی و پرهزینه و نیز ضوابط فنی لازم برای اخذ گواهینامه)، ولی به‌رحال هندوستان از پیشگامان دریافت منافع CDM است. تا تاریخ ژانویه سال ۲۰۱۰، ۱۵۵۱ پروژه هندی موفق

¹ National Action Plan on Climate Change

² Clean Development Mechanism

³ Certified Emission Reduction Credits

به اخذ تأییدیه کشور میزبان شده‌اند که در صورت تأیید توسط هیئت اجرایی CDM، هند قبل از پایان سال ۲۰۱۲، ۶۲۷ میلیون CER تولید خواهد کرد. با در نظر گرفتن قیمت ۵۰۰ روپیه (۱۰ دلار) برای هر CER این تعداد CER در حدود ۳۱۳/۵ میلیارد روپیه (۶/۲۷ میلیارد دلار آمریکا) خواهد شد. در سال ۲۰۰۹ تعداد ۴۷۸ عدد از ۲۰۱۱ پروژه ثبت‌نام شده در سرتاسر دنیا متعلق به هندوستان بود. در این زمینه فقط کشور چین پروژه‌های بیشتری ثبت کرده بود. تا سپتامبر ۲۰۱۰ هند ۵۳۲ پروژه ثبت‌شده، داشته که ۴۲۶ عدد از این پروژه‌های در بخش انرژی بوده‌اند. در بین این پروژه‌ها نیز اکثر آن‌ها انرژی‌های تجدیدپذیر بوده‌اند.

برنامه‌ها و سیاست‌های کلی موجود در رابطه با کل بخش انرژی‌های تجدیدپذیر در هند

تاکنون هیچ قانون جامعی که تمام ایالت‌ها را در مورد انرژی‌های تجدیدپذیر ملزم کند تصویب نشده‌است. ولی در این میان برنامه‌ها و سیاست‌های زیادی هستند که بر انرژی‌های تجدیدپذیر نیز تأثیر می‌گذارند که مهم‌ترین آن‌ها در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

الزام خرید انرژی‌های تجدیدپذیر (RPO)

بر اساس بخش (e) (۱) ۸۶ از قانون برق ۲۰۰۳، لازم است کمیسیون ایالت‌ها برای سازمان‌های توزیعی مربوطه، یک RPO اختصاص دهد. متن این قانون به صورت زیر است:

«کمیسیون ایالت‌ها لازم است بر اساس زیر عمل کنند: تولید برق از منابع تجدیدپذیر را با فراهم کردن ابزار مناسب برای اتصال به شبکه و فروش برق به هر شخص ارتقاء دهند، در ضمن، برای اخذ مجوز توزیع لازم است درصدی از کل مصرف برق به انرژی‌های تجدیدپذیر اختصاص یابد.»

در پی این سیاست، سیاست تعرفه گذاری ملی ۲۰۰۶ دستور داد تا هر یک از کمیته‌های ایالتی RPO ها را به صورت قراردادهای زمانی بر روی پروانه‌های توزیع اعمال کند. تا آوریل سال ۲۰۱۰، ۱۸ ایالت از RPO استفاده کردند و یا پیش‌نویس آیین‌نامه آن را تهیه کرده‌اند. در این ایالت‌ها RPO بین ۱ درصد تا ۱۵ درصد کل تولید برق، تنظیم شده است. در جدول ۲-۳۱ اطلاعات مربوط به RPO استفاده شده در ایالت‌ها آورده شده است.

جدول ۲-۳۱ الزام خرید انرژی‌های تجدیدپذیر ایالت‌ها

ملاحظات	آینده RPO (اگر تصویب شود)	2009-2010 RPO	ایالت
۵ درصد در هر سال از ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸، برای بعد از آن هیچ RPO تعیین نشده‌است.		5%	Andhra Pradesh
پیش‌نویس آیین‌نامه درحال بررسی است	2015-2016 15%	5%	Assam
همین درصد برای هر سال بین ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۰ برای بعد از آن هیچ RPO تعیین نشده‌است.		Biomass 5%, Small Hydro 3%, Others 2%	Chhattisgarh
یک درصد RPO برای چهار توزیع‌کننده NDMC، BYPL, BRPL, NDPL، از ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ برای بعد از آن هیچ RPO تعیین نشده‌است.		1%	Delhi
	2012-2013 7%	2%	Gujarat
	2010-2011 10%	10%	Haryana
پیش‌نویس آیین‌نامه درحال بررسی است (یک RPO پنج درصدی)			Jharkhand
درصد RPO به کمپانی توزیع‌کننده بستگی دارد.	2010-2011 7%-10%	7%-10%	Karnataka
۵ درصد در هر سال از ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹، برای بعد از آن هیچ RPO تعیین نشده‌است.		Wind 2%, Small Hydro 2%, Others 1%	Kerala

ادامه جدول ۱-۳۱

	2011-2012 12%	Wind 6%, Biomass 2%, Cogen 2%, Others 2%	Madhya Prades
RPO برای ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹ تعیین شده، برای بعد از آن هیچ RPO تعیین نشده است. پیش‌نویس آیین‌نامه برای افزایش RPO در حال بررسی است.		5%	Maharashtra
پیش‌نویس آیین‌نامه در حال بررسی است	2015-2016 8% (0.5% increase/year)	5%	Orissa
	2010-2011 4%	3%	Punjab
	2010-2011 Wind 7.5%, Biomass 2%, Others 9.5%	Wind 6.75%, Biomass 1.75%, Others 8.5%	Rajasthan
	2010-2011 14%	13%	Tamil Nadu 1
	2010-2011 10%	9%	Uttarakha nd
درصد RPO به کمپانی توزیع‌کننده بستگی دارد تا سال ۲۰۱۰ همه ایالت‌ها RPO ده درصد خواهند داشت.	2010-2011 10% for all utilities	7%-9%	West Bengal 7

اعتبارنامه انرژی‌های تجدیدپذیر قابل معامله^۱

توزیع منابع انرژی‌های تجدیدپذیر در سرتاسر هند متفاوت است. در بعضی از ایالت‌ها مانند دهلی، پتانسیل منابع انرژی تجدیدپذیر در مقایسه با مصرف انرژی بسیار اندک است. در سایر ایالت‌ها مانند TamilNadu برای باد، منابع انرژی بسیار زیاد است.

¹ Tradable Renewable Energy Credits

این تفاوت باعث ایجاد یک بازار بین ایالتی برای خریدوفروش REC می‌شود. چنین معاملاتی باعث کارایی اقتصادی بیشتر انرژی‌های تجدیدپذیر در سراسر کشور هند می‌شود، به طوری که توزیع‌کنندگان معتبر (دارای مجوز) در ایالت‌هایی که منابع تجدیدپذیر در آن‌ها، محدود است، می‌توانند REC تولیدشده در ایالت‌های دیگر که ناشی از پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر ارزان قیمت‌تر است بخرند. با این روش، RPO هر ایالت در بالاترین سطح کارایی اقتصادی خواهد بود. در ژانویه سال ۲۰۱۰، کمیته مرکزی تنظیم (CERC) شرایط و بندهای برنامه REC قابل معامله را به صورت زیر اعلام کرد.

یک آژانس مرکزی وجود دارد که توسط CERC طراحی شده و از تولیدکنندگان انرژی‌های تجدیدپذیر که در طرح شرکت می‌کنند، ثبت‌نام به عمل می‌آورد.

تولیدکنندگان انرژی‌های تجدیدپذیر دو انتخاب خواهند داشت: می‌توانند انرژی‌های تجدیدپذیر خود را طبق تعرفه‌ای که توسط کمیته تنظیم‌گری برق (CERC) مربوطه تعیین شده است، بفروشند و یا اینکه برق تولیدشده و شرایط زیست‌محیطی وابسته به تولید انرژی‌های تجدیدپذیر را به طور جداگانه بفروشند.

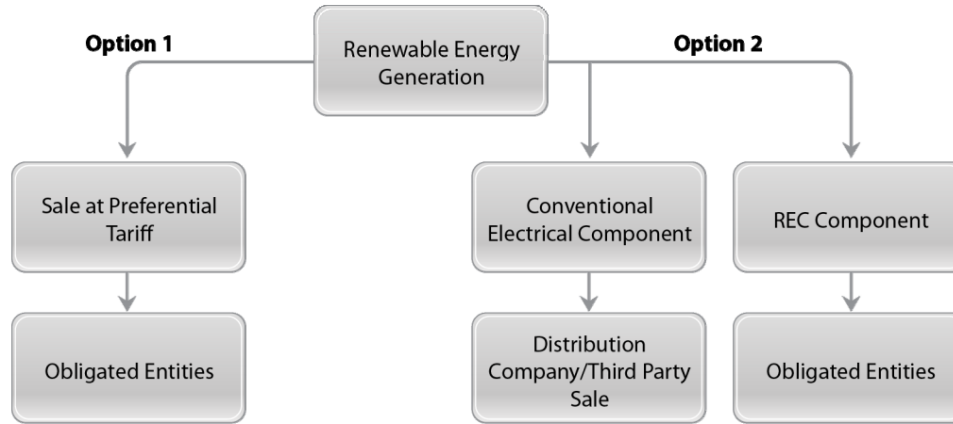
در انتخاب گزینه دوم، شرایط زیست‌محیطی (انرژی تجدیدپذیر) می‌تواند به شکل REC مبادله گردد. قیمت این کالای الکتریکی برای شرکت‌های توزیع، معادل میانگین هزینه خرید وزن دار شده انرژی خواهد بود که این میانگین شامل خرید کوتاه‌مدت انرژی است و شامل هزینه خرید انرژی‌های تجدیدپذیر نمی‌شود.

آژانس مرکزی، REC را برای تولیدکنندگان انرژی‌های تجدیدپذیر صادر خواهد کرد.

ارزش یک REC معادل MWh برق منتقل شده به شبکه از منابع تجدیدپذیر خواهد بود.

REC فقط می‌تواند در مبادلات (بورس) انرژی که توسط CERC تأییدشده و با کف قیمتی که CERC تعیین می‌کند، مبادله شود.

دو مسیری که انرژی‌های تجدیدپذیر بر اساس آن می‌تواند به فروش برسد در شکل ۲-۲۵ نمایش داده شده است.



شکل ۲-۲۵ مسیرهای فروش انرژی‌های تجدیدپذیر تولیدشده

کمک‌های مالی

تأسیس آژانس توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر هند (IREDA)، مهم‌ترین آژانس مالی دولت هند برای فراهم کردن کمک‌های مالی مناسب برای پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر، مخصوصاً برای پروژه‌های نمایشی و پروژه‌های بخش خصوصی، یکی از مهم‌ترین اقدامات دولت هند برای سازمان‌دهی کمک‌های مالی برای انرژی‌های تجدیدپذیر است.

۱-۲-۴- مطالعه تطبیقی اثرات زیست‌محیطی نیروگاه‌های کشور چین

۱-۲-۴-۱- مقدمه

هم‌اکنون کشور چین دومین مصرف‌کننده انرژی در دنیا پس از آمریکا به حساب می‌آید و بعید نیست در آینده نزدیک به اولین مصرف‌کننده انرژی در سطح جهان تبدیل شود. در ضمن سرانه مصرف منابع انرژی زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی در چین به ترتیب در حدود ۵۵/۴ درصد، ۱۱/۱ درصد و ۴/۳ درصد میانگین جهانی است. بر اساس این مصرف انرژی در بلندمدت، کمبود منابع انرژی یکی از مهم‌ترین مشکلات در توسعه اقتصادی این کشور خواهد شد.

کشور چین در سال ۲۰۰۷ بزرگ‌ترین واردکننده زغال‌سنگ در دنیا بوده است. در سال ۲۰۰۶ تقریباً ۲۰/۴ درصد از کل مصرف انرژی چین از نفت خام بوده است که ۴۷ درصد از آن از طریق واردات تأمین شده است که واردات نفت در چین در سال ۲۰۰۶ حدود

۴/۱ درصد بیش از ۲۰۰۵ بوده است؛ بنابراین چین یکی از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان و واردکنندگان نفت و زغال‌سنگ در دنیا به حساب می‌آید [۲].

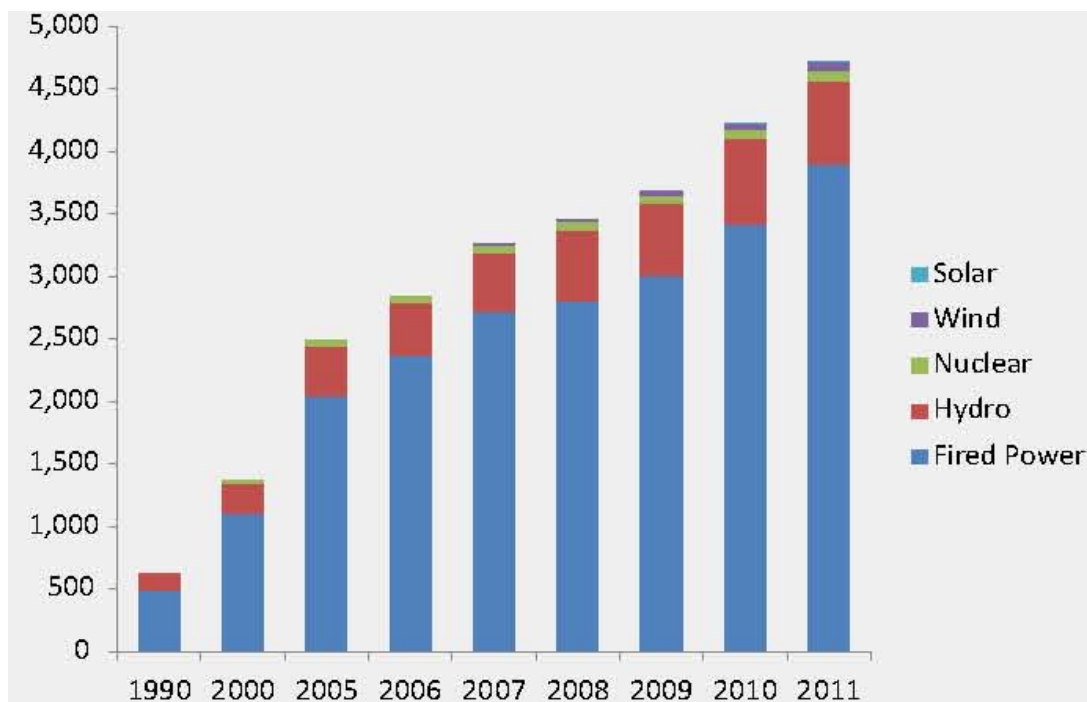
۱-۲-۴-۲- وضعیت انرژی و انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور چین [۴۳]

در جدول ۳۲-۱ وضعیت کنونی و روند آتی انواع منابع انرژی‌های تجدیدپذیر در چین مشاهده می‌شود.

جدول ۳۲-۲ ظرفیت نصب‌شده انواع منابع انرژی‌های تجدیدپذیر در چین

	2006	2009	2020 هدف فعلی	2020 هدف پیشنهادی
آبی	130 GW	197 GW	300 GW	300 GW
بادی	2.6 GW	25.8 GW	30 GW	150 GW
زیست‌توده	2 GW	3.2 GW	30 GW	30 GW
خورشیدی (PV)	0.08 GW	0.4 GW	1.8 GW	20 GW
خورشیدی (hot water))	100 million m2	190 million m2	300 million m2	
اتانول	1 million tons	2 million tons	10 million tons	
بیودیزل	0.05 million tons		2 million tons	
بیوگاز	8 billion m3/year		44 billion m3/year	
سهم کل انرژی تجدیدپذیر از مصرف نهایی انرژی		9%	15%	

سهم انرژی‌های مختلف در برق تولیدی در کشور چین از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۱۱ در شکل ۲-۲۶ نمایش داده شده است.



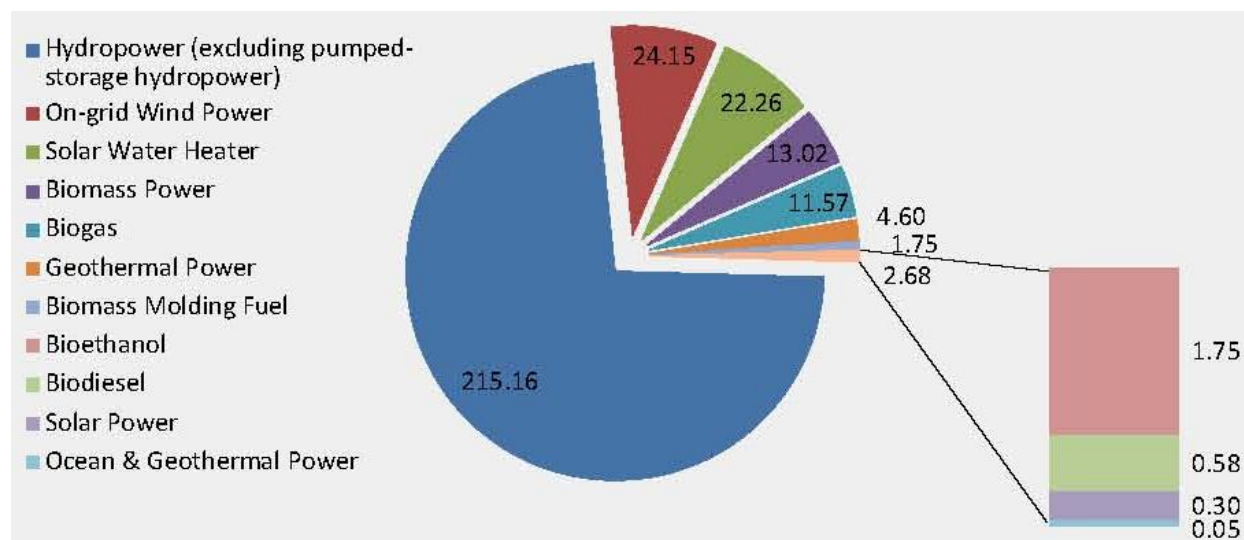
شکل ۲-۲۶ سهم انواع انرژی در برق تولیدی کشور چین از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۱۱ (تراوات ساعت)

همان‌طور که از شکل مشخص است در حال حاضر نیز انرژی فسیلی سهم بیشتری نسبت به سایر انرژی‌ها در تولید انرژی در

کشور چین داراست [۳].

در بین انرژی‌های تجدیدپذیر نیز به نظر می‌رسد انرژی آبی و بادی سهم بیشتری نسبت به سایر منابع تجدیدپذیر در تأمین انرژی

در کشور چین دارا باشند.

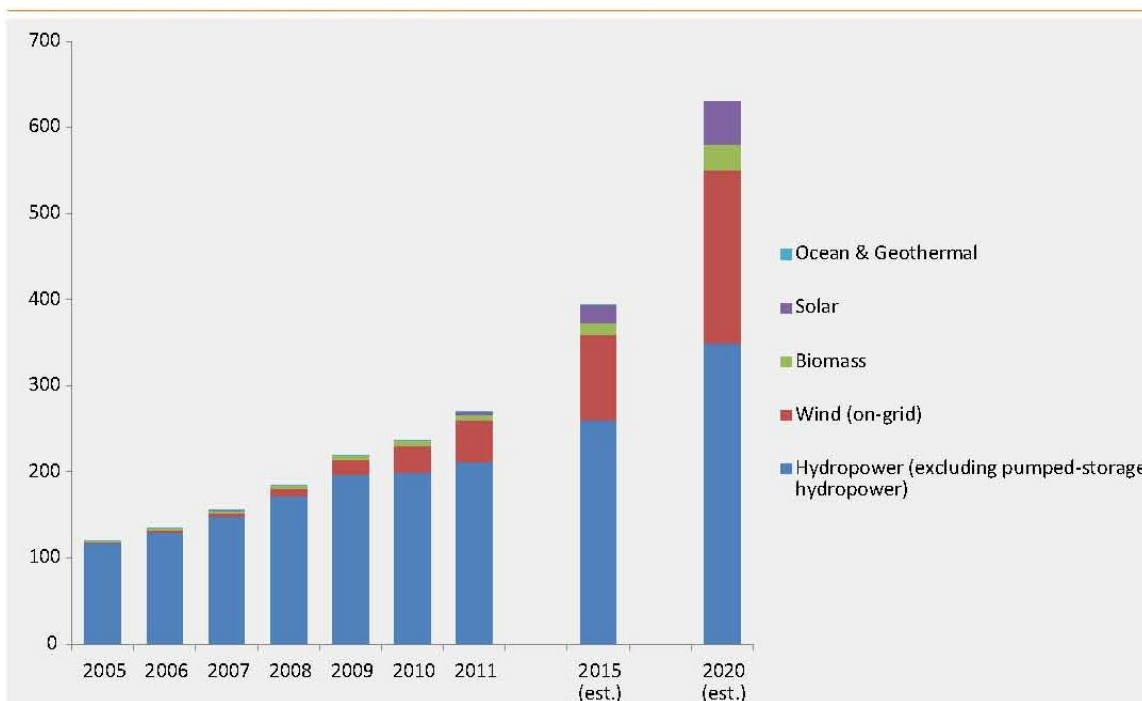


شکل ۲-۲۷ تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در سال ۲۰۱۱ در کشور چین (برحسب ۱ million TCE)

همان‌طور که در شکل ۲-۲۷ مشخص است، انرژی آبی با 215.16 million TCE و انرژی بادی با 24.15 million TCE بیشترین سهم را در تولید انرژی در بین منابع تجدیدپذیر دارا هستند. با توجه به این نکته معمولاً آبی بزرگ در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر طبقه‌بندی نمی‌شود، می‌توان گفت انرژی بادی بیشترین سهم را در تولید انرژی در بین منابع تجدیدپذیر دارا است.

شکل زیر ظرفیت نصب‌شده انواع انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور چین را بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۲۰ برحسب گیگاوات نشان داده است.

۱ واحد انرژی معادل مصرف یکتن زغال‌سنگ است TCE¹

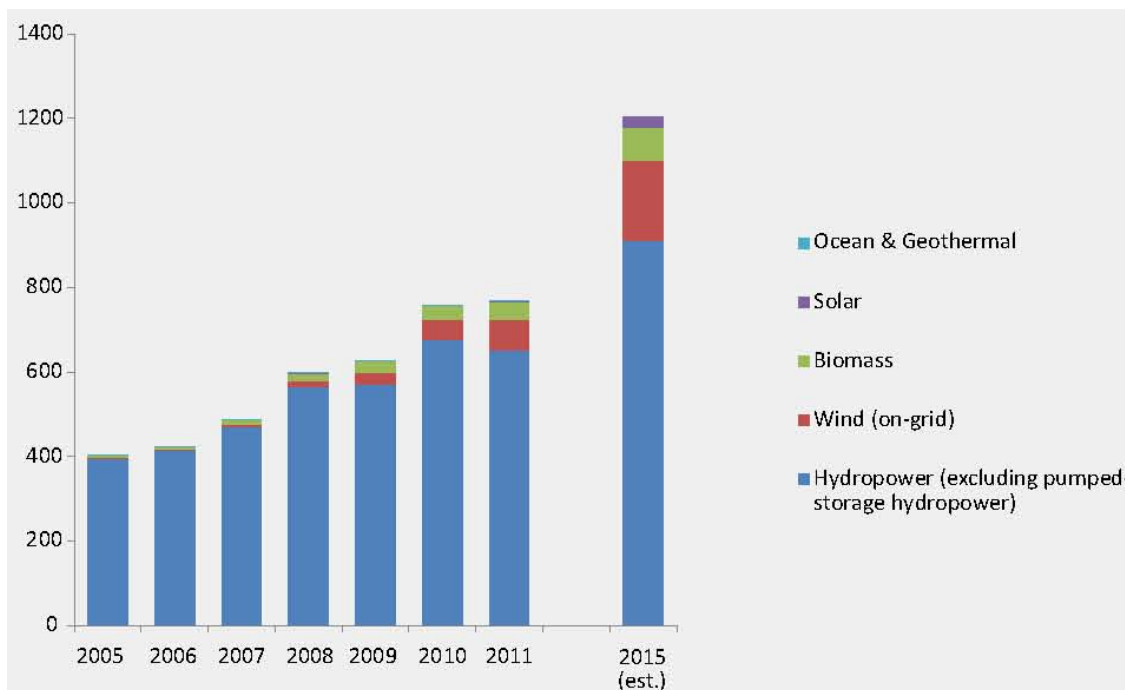


شکل ۲-۲۸ ظرفیت نصب‌شده انواع انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور چین (برحسب گیگاوات)

همان‌طور که در شکل ۲-۲۸ مشخص است از سال ۲۰۰۶، ظرفیت نصب‌شده انواع انرژی‌های تجدیدپذیر به‌شدت افزایش یافته است. بسیاری از کارشناسان علت اصلی این رشد سریع را، تصویب قانون انرژی‌های تجدیدپذیر در چین در سال ۲۰۰۶ می‌دانند. در شکل ۲-۲۸ هدف‌گذاری‌های میان‌مدت و بلندمدت در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۲۰ نیز آورده شده است.

شکل ۲-۲۹ برق تولیدشده از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور چین را بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۲۰ برحسب تراوات‌ساعت

نشان می‌دهد.



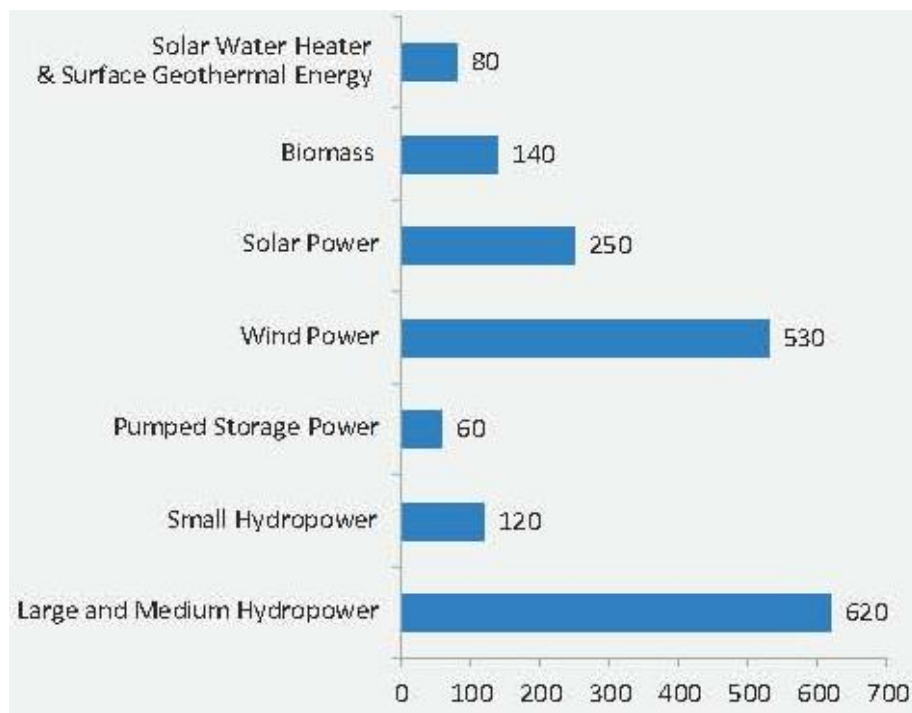
شکل ۲-۲۹ برق تولیدشده از انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور چین بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۲۰ بر حسب تراوات ساعت

جدول ۲-۳۳ سرمایه‌گذاری کشور چین در بخش انرژی تجدیدپذیر بین سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۱ را نشان می‌دهد. سیر صعودی روند سرمایه‌گذاری‌های صورت گرفته در کشور چین در این سال‌ها کاملاً مشخص است.

جدول ۲-۳۳ سرمایه‌گذاری کشور چین در بخش انرژی تجدیدپذیر

سال	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	رشد بین سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۱
سرمایه‌گذاری صورت گرفته (میلیارد دلار)	2.2	5.4	10	14.9	24.3	37.4	44.5	52.2	57%

سرمايه‌گذاري كه طبق برنامه پنج‌ساله توسعه انرژي‌هاي تجديدپذير چين، در دوره ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ در هر يك از حوزه‌هاي انرژي‌هاي تجديدپذير صورت خواهد گرفت، در شكل ۲-۳ نمايش داده شده است.



شكل ۲-۳ سرمايه‌گذاري در دوره ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ در هر يك از حوزه‌هاي انرژي‌هاي تجديدپذير

۱-۲-۴-۳- بررسی ساختار

در کشور چین سازمان‌های بسیاری برای اداره مسائل مربوط به انرژي درگير هستند. تصميم‌گيري‌هاي سياسي مربوط به بخش انرژي در سطح ملي صورت مي‌گيرد. سازمان‌ها و وزارتخانه‌هايي نيز كه به نحوي وارد بحث سياست‌گذاري و اجرائي سياست‌ها شده‌اند شامل وزارت منابع و زمين‌ها، وزارت منابع آبي، وزارت محافظت از محيط زيست و اداره محافظت از محيط زيست هستند. در ضمن برخي شركت‌هاي بزرگ نيز مثل شركت برق كشوري در اتخاذ سياست‌ها و اجرائي آن‌ها شركت مي‌كنند زيرا رؤساي برخي از اين شركت‌ها مقامات بالاي دولتي محسوب مي‌شوند.

تعداد زیاد نقش‌های سازمانی در این بخش باعث ایجاد مشکلات مربوط به هماهنگی بین بخش‌های مختلف شده است که این امر منجر به ناهماهنگی و عدم دسترسی به اطلاعات واقعی گردیده است. از این‌رو دولت چین برنامه داشت یک وزارتخانه مستقل برای بخش انرژی ایجاد کند که این برنامه در سال ۲۰۰۸ به علت مشکلات مربوط به اجماع شرکت‌های بزرگ انرژی و آژانس موجود به تعویق افتاد. در عوض مجلس ملی در همین سال تأسیس اداره کل ملی انرژی NEA و کمیته ملی انرژی (NEC) را به تصویب رساند.

۱-۲-۴-۳-۱- کمیسیون اصلاحات و توسعه ملی چین (NDRC) [۴۲]

NDRC یک آژانس مدیریتی اقتصاد کلان زیر نظر شورای کشوری است که به‌طور کلی اداره و برنامه‌ریزی اقتصاد چین را بر عهده دارد. مأموریت‌های NDRC شامل مطالعه و تنظیم سیاست‌های اقتصادی و سیاست‌های توسعه اجتماعی، برقراری تعادل توسعه اقتصادی و هدایت سیستم اقتصادی چین است.

NDRC بیست و شش سازمان، اداره و دفترخانه در زیرمجموعه خود دارد. از بین ۲۴ سازمان NDRC، ۴ سازمان نقش‌هایی در رابطه با مدیریت سیاست‌های بخش انرژی بر عهده‌دارند که شامل سازمان مطالعه سیاست‌ها، سازمان برنامه‌ریزی توسعه، سازمان محافظت از منابع و حفاظت از محیط زیست و اداره کشوری انرژی می‌شوند. البته این ترکیب با تأسیس NEA و NEC در سال ۲۰۰۸ اندکی تغییر کرده است.

کارکردهای اصلی NDRC به شرح ذیل است:

تدوین و اجرای سیاست‌های اصلی مرتبط با توسعه اقتصادی و اجتماعی در چین

بازرسی و تأیید پروژه‌های سرمایه‌گذاری که از حد مشخصی از سرمایه‌گذاری فراتر رفته و یا در طبقه‌بندی صنایع خاص قرار می‌گیرند. (مثل پروژه‌های راه‌اندازی نیروگاه‌های بادی)

¹ National Development and Reform Commission

نظارت بر اصلاحاتی که توسط سازمان‌های ایالتی اجرا می‌شوند

تنظیم و سازمان‌دهی (هماهنگ کردن) سیاست‌های سرمایه‌گذاری و صنعتی برای صنایع مرتبط با منابع تجدیدپذیر

تنظیم تعرفه‌های انرژی، تأیید و تصویب پروژه‌های CDM

اداره کشوری انرژی (سابق)

پیش از سال ۲۰۰۸ اداره کشوری انرژی زیر نظر NDRC مدیریت بخش انرژی را بر عهده داشت و ۴ سازمان مهم سازمان نفت، سازمان زغال‌سنگ، سازمان برق و سازمان انرژی تجدیدپذیر در زیرمجموعه آن قرار داشتند ولی قدرت و اختیارات آن برای انجام این مأموریت کافی نبود. در سال ۲۰۰۸، NEA وظایف این اداره را بر عهده گرفت.

۱-۲-۴-۳-۲- گروه رهبری انرژی (سابق) [۴۳]

در سال ۲۰۰۵، دولت گروه رهبری انرژی را زیر نظر شورای مرکزی تأسیس کرد تا از این طریق بتواند تصمیمات مهم کشور در زمینه انرژی را اتخاذ کند. تأسیس این گروه نشان می‌دهد دولت چین دریافتی بود، مدیریت بخش انرژی باید قدرتمند گردد. در سال ۲۰۰۸، NEC وظایف این گروه را بر عهده گرفت.

کمیته ملی انرژی (NEC)

پراکندگی سیستم اداری مرتبط با انرژی در چین مانع مدیریت و رهبری صحیح این بخش شده بود، زیرا هیچ سازمان واحد با قدرت و اختیارات بالا مثل وزارت انرژی وجود نداشت تا بتواند بین بخش‌های مختلف هماهنگی ایجاد کند.

در سال ۲۰۱۰ یک کمیته جدید انرژی (NEC) به صورت رسمی تأسیس شد که وظیفه اصلی آن اتخاذ تصمیم‌گیری‌های استراتژیک بخش انرژی بود. این کمیته که جایگزین گروه رهبری انرژی شده است دارای ۲۱ عضو است و تعداد زیادی از وزرا مثل وزیر بازرگانی، وزیر امور مالی و بانک مرکزی در آن عضویت دارند.

کارکردهای اصلی NEC به شرح زیر است:

استراتژی‌های ملی توسعه انرژی

بررسی امنیت انرژی

بررسی مشکلات اساسی بخش انرژی مثل برنامه‌ریزی توسعه بومی انرژی و مسائل مربوط به شرکت‌های بین‌المللی است.

۱-۲-۳-۴-۳- اداره کل ملی انرژی^۱ (NEA) [۴۳]

NEA اداره‌ای است که توسط NDRC مدیریت می‌شود و از سال ۲۰۰۸ جایگزین اداره کشوری انرژی شده است. به‌طور کلی

NEA امور روزانه NEC را بر عهده دارد.

کارکردهای اصلی NEA به شرح زیر است:

- تنظیم و اجرای برنامه‌های توسعه انرژی و سیاست‌های صنعتی
 - تدوین استراتژی‌های توسعه انرژی و تدوین برنامه‌ها و سیاست‌ها در راستای چشم‌اندازهای کشور
 - مدیریت نفت، گاز طبیعی، زغال سنگ و برق
 - پیشنهاد ابزارهای سیاستی برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و محافظت از منابع انرژی
 - شرکت در تنظیم سیاست‌های تغییرات آب‌وهوا و حفاظت از محیط زیست
 - بررسی و تأیید دارایی‌های سرمایه‌گذاران بخش انرژی بر اساس آنچه شورای کشوری قید کرده است.
 - سازمان‌دهی و انجام R&D
 - بررسی پروژه‌های همکاری‌های بین‌المللی در رابطه با صنایع انرژی و هدایت شرکت‌های بین‌المللی انرژی
 - مدیریت توسعه و ساخت پروژه‌های بادی فراساحلی در سرتاسر کشور
- هرچند قدرت NEA در انجام هر یک از وظایف بالا، بیشتر از اداره انرژی سابق است ولی با این حال ساختار آن برای مقابله با چالش‌های کشور چین در رابطه با انرژی، هنوز نیاز به اصلاح دارد.

^۱ National Energy Administration

مقام NEA به‌عنوان یک بدنه دولتی که در مرتبه وزارتخانه قرار دارد، بالاتر از اداره کشوری انرژی سابق قرار دارد ولی هنوز قدرت آن برای هماهنگی کامل وزارت خانه‌ها، کمیته‌ها، شرکت‌های دولتی کافی نیست. به‌عنوان مثال رؤسای برخی از شرکت‌های دولتی مثل شرکت نفت چین (CNPC)، شرکت ملی شبکه برق و Shenhua Group نیز در مرتبه وزارتخانه‌ای قرار دارند.

مشکلات و ضعف‌هایی که NEA با آن روبروست عبارت‌اند از:

- قدرت ناکافی:

یکی از مشکلات رسمی اداره انرژی سابق این بود که اغلب، کمپانی‌های انرژی قدرت بیشتری نسبت به این اداره داشتند. هرچند این مشکل تا حدی برای NEA حل شده ولی به‌طور کامل حل نشده است.

- عدم استقلال کافی از NDRC:

یکی از بزرگ‌ترین عدم قطعیت‌هایی که در مورد NEA وجود دارد این است که NDR چند درصد استقلال دارد. دو شاخص وجود دارد که میزان استقلال سیاسی NEA را نشان می‌دهد. اول اینکه هرچند مسئولیت سازمانی NEA با NDR است ولی گزارش‌ها NEA مستقیماً به شورای کشوری فرستاده می‌شود.

- کمبود نیروی انسانی:

از آنجایی که NEA جایگزین اداره کشوری انرژی شده است، کارکنان آن در بالاترین حد به ۸۰ نفر می‌رسد که این تعداد کارکنان برای یک سازمان مرکزی دولتی بسیار کم است. برای مقایسه وزارت انرژی امریکا ۴۰۰۰ کارمند در موضوعات مختلف انرژی دارد. لذا NEA با حجم بسیار زیاد وظایفی که دارد با مشکل کمبود نیروی انسانی روبرو خواهد شد. از این‌رو لازم است این اداره راه‌حلی برای این معضل پیدا کند.

- قیمت‌گذاری برای انرژی:

یکی از مشکلات اساسی NEA این است که قدرت آن برای تعیین قیمت برق کم است و این امر زیر نظر سازمان قیمت‌گذاری NDRC باقی می‌ماند. هرچند NEA می‌تواند پیشنهادهای خود را در این زمینه مطرح کند ولی در نهایت NDRC و شورای کشوری هستند که هرگونه تغییر اساسی در قیمت برق را تصویب می‌کنند.

۱-۲-۴-۳-۴- وزارت حفاظت از محیط زیست^۱ [۴۳]

این وزارتخانه مقرراتی در رابطه با آلاینده‌گی محیط زیست تدوین کرده است. این مقررات صنایع مختلف را به سمت استفاده از منابع تجدیدپذیر سوق می‌دهد. همچنین این وزارت خانه مقررات و دستورالعمل‌هایی در جهت اهدای زمین موردنیاز برای فعالیت‌های بخش انرژی‌های تجدیدپذیر تدوین نموده است.

علاوه بر این، وزارت حفاظت از محیط زیست کنترل و نظارت بر امور مرتبط با محافظت از محیط زیست را بر عهده دارد که البته این بخش از فعالیت در حوزه تنظیم‌گری بخش انرژی‌های تجدیدپذیر قرار می‌گیرد.

وظیفه تنظیم بازار بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و همچنین تدوین و اجرای دستورالعمل‌ها، قوانین استانداردهای موردنیاز بخش را بر عهده دارند.

• محافظت از محیط زیست

قوانین و مقررات حفاظت از محیط زیست که در انرژی باد تأثیر دارد عبارت‌اند از «قانون حفاظت از محیط زیست»، «قانون کنترل و ممانعت از آلودگی آب‌ها»، «قانون کنترل و ممانعت از آلودگی هوا»، «قانون حفاظت از محیط زیست در برابر زباله‌های جامد» و «قانون ارزیابی اثرات زیست‌محیطی».

¹ State Environment protection Ministry

- قانون حفاظت از محیط زیست

«قانون حفاظت از محیط زیست» در ۲۶ دسامبر ۱۹۸۹ توسط کمیته دائمی NPC منتشر شد و می‌توان گفت مهم‌ترین قانون در رابطه با حفاظت از محیط زیست در چین است. در این قانون اصول هماهنگی بین رشد توسعه اقتصادی، پیشرفت‌های اجتماعی و حفاظت از محیط زیست تدوین شده است و اختیارات و وظایف سطوح مختلف دولت در این زمینه طرح‌ریزی شده است.

بر اساس قانون حفاظت از محیط زیست، به‌منظور جلوگیری آلودگی محیط زیست و محافظت از محیط اکولوژی به وزارت حفاظت از محیط زیست اختیار داده شده است تا به‌منظور بالا بردن کیفیت محیط زیست و کاهش انتشار آلودگی‌ها، استانداردهای زیست‌محیطی را در سراسر کشور توسعه دهد و در ضمن این وزارتخانه مسئول نظارت بر سیستم حفاظت از محیط زیست در چین است.

مقامات مرتبط با حفاظت از محیط زیست در سطوح مختلف دولتی در چین (از سطوح محلی تا سطوح بالاتر) مسئول امور حفاظت از محیط زیست منطقه‌ای خود هستند. مقامات محلی حفاظت از محیط زیست این اختیار را دارند که استانداردهایی محلی تدوین کنند که شدیدتر از استانداردهای سراسری باشد؛ بنابراین شرکت‌ها و سازمان‌ها موظف‌اند از بین استانداردهای کشوری و استانداردهای محلی هر کدام که شدیدتر است، پیروی کنند. بر اساس قانون حفاظت از محیط زیست هر سازمانی که در اجرای عملیات خود باعث ایجاد آلودگی شود و یا هرگونه مواد مضر تولید کند باید مکانیسم وظایف در رابطه حفاظت از محیط زیست را بپذیرد. مقامات مرتبط با حفاظت از محیط زیست در سطوح دولتی موظف‌اند اقدامات کنترلی مؤثر برای کاهش گازهای خروجی، فاضلاب، پس‌ماندها، ذرات آلوده و هرگونه زباله دیگری اتخاذ نمایند.

علاوه بر این هر پروژه جدید که تعریف می‌شود، یا ادامه پروژه‌های قبلی است یا پروژه بازسازی محسوب می‌شود و یا هر پروژه نصب تجهیزات دیگری که به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم باعث آلودگی محیط زیست می‌شود باید با مقررات حفاظت از محیط زیستی که برای این چنین پروژه‌ای طراحی شده است مطابقت داشته باشد. نهادی که مسئول این نوع پروژه‌ها است موظف است، برای مقامات ذی‌صلاح یک اظهارنامه تخلیه آلاینده تهیه نماید که در آن جزئیات موضوعات مرتبط مثل حجم و نوع آلاینده تخلیه‌شده، محل تخلیه آلاینده و روش‌های انتقال آن تنظیم شده است. از این جزئیات در بازرسی‌ها استفاده می‌شود. مقامات

ذی‌صلاح به مجریان هر پروژه اجازه تخلیه میزان معینی آلاینده‌گی را می‌دهند؛ اما در صورتی که میزان آلاینده‌گی پروژه از حد استاندارد باشد که توسط دولت و یا مقامات محلی تعیین کرده‌اند بیشتر شد، باید عوارض تخلیه آلاینده پرداخت شود و اجازه‌نامه تخلیه آلاینده روی میزان بالاتری از آلاینده‌گی تنظیم می‌شود. علاوه بر این حتی اگر میزان آلاینده‌گی پروژه از حد استاندارد بالاتر نباشد ولی اجرای پروژه باعث آلودگی آب گردد باز عوارض تخلیه آلاینده باید توسط مجریان پروژه پرداخت گردد.

تخلیه آلاینده‌ها تحت نظارت مقامات ذی‌صلاح حفاظت از محیط زیست است. اگر یک مجری در پرداخت عوارض تخلیه آلاینده که طبق مقررات، برای آن تعیین شده است شکست بخورد، اداره حفاظت از محیط زیست منطقه می‌تواند برای پروژه، جریمه‌ای چند برابر عوارض تخلیه آلاینده تعیین کند یا فرمان توقف پروژه را صادر نماید و یا از سایر اقدامات برای اصلاح پروژه استفاده کند.

بررسی سیاست‌های کنترلی موجود و نگاهی به آینده برای کاهش آلاینده‌های هوا در کشور چین [۴۴]

سیاست‌های حامی محیط زیست که به دفعات در بخش برق چین استفاده شده‌اند شامل: تدابیر نظارتی، تدابیر دستوری و کنترلی و همچنین ابزارهای اقتصادی. این چنین تدابییری در کنش‌های اخیر در زمینه صرفه‌جویی انرژی و کاهش انتشار آلاینده‌ها نمود داشته است.

در اواخر سال ۲۰۰۱ میلادی، سازمان حفاظت محیط زیست دهمین طرح پنج‌ساله برای حفاظت از محیط زیست را آغاز کرد. این طرح اهداف حفاظت از محیط زیست و کاهش انتشار آلاینده را دنبال می‌کرد، به‌ویژه کاهش انتشار گوگرد دی‌اکسید از صنعت تولید برق از میزان ۲۰۰۰ در حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد کاهش پیدا کند و متوسط مصرف زغال‌سنگ از کارخانه‌های تولید برق به ۱۵ تا ۲۰ گرم به ازای هر کیلو وات ساعت کاهش یابد.

متأسفانه دسترسی به این هدف ممکن نشد. انتشار گوگرد دی‌اکسید نزدیک به ۲۷/۸ درصد افزایش داشت و نیاز اکسیژن شیمیایی تنها ۰/۵ درصد کاهش نشان داد، در واقع بسیار کمتر از ۱۰ درصد کاهش که در طرح در نظر گرفته شده بود.

برای دستیابی به اهداف صرفه‌جویی در انرژی و کاهش انتشار آلاینده‌ها، سیاست‌های حفاظت از محیط زیست در چین، شامل چهار ابزار زیر می‌شود:

۱. نظارتی: ویژگی این ابزار شامل دنبال کردن اهداف صرفه‌جویی انرژی و کاهش انتشار در دستگاه‌های کاری اداری بدنه دولت است.
 ۲. فرمان و کنترل: چین قوانین صرفه‌جویی انرژی خود را تشدید کرده است و قانون انرژی‌های تجدیدپذیر و قانون انرژی را تصویب کرده تا به اهداف صرفه‌جویی انرژی و کاهش انتشار گازهای خطرناک دست یابد. همچنین برخی استانداردها و قوانین فنی مطابق با این قوانین تغییر یافته‌اند.
 ۳. اقتصادی: این دسته سیاست‌های حفاظتی سه گروه را در بر می‌گیرد. نخستین گروه، صنعت را شامل می‌شود. دولت چین سیاست‌هایی را در صنعت برای بخش‌هایی در انرژی مانند فولاد و صنایع آلومینیوم وضع می‌کند بدین ترتیب می‌تواند موانع ورودی کارایی انرژی را از میان بردارد و حذف واحدهای کوچک کارخانه‌های حرارتی و سازنده فولاد که قابلیت‌های تولیدی منسوخ دارند را سرعت بخشد. دسته دوم شامل پژوهش و توسعه می‌شود. چین حمایت مالی از توسعه و به‌کارگیری فناوری‌های کم‌مصرف در انرژی و همچنین بهبود دستگاه‌های مدیریتی مرتبط را افزایش داده است. دسته سوم تدابیر اقتصادی است.
 ۴. داوطلبی: چین سیاستی ملی در صرفه‌جویی در استفاده از منابع پی گرفته است و این امر یک عنصر کلیدی در سیاست‌های استفاده از انرژی در عصر حاضر به شمار می‌رود. چین اقدام به تلاش‌هایی کرده است که مسائلی چون کاهش انتشار آلاینده‌ها و صرفه‌جویی را به اطلاع عموم برساند و همچنین آگاهی عمومی جامعه و مهارت‌های استفاده از انرژی را افزایش دهد و بدین ترتیب بتواند محیطی با رویکردی صرفه‌جو در استفاده از انرژی در سراسر جامعه ایجاد کند.
- به‌منظور دستیابی به اهداف صرفه‌جویی در انرژی و کاهش انتشار طی یازدهمین سال از برنامه پنج‌ساله، دولت چین گام بسیار مهمی برداشته است: بازسازی صنعتی. این بازسازی در صنایع تولید برق، سعی در کنار گذاشتن کارخانه‌های گرمایی کوچک با مصرف انرژی و میزان آلودگی بسیار زیاد دارد.
- همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، واحدهای کارخانه‌های گرمایی کمتر از ۱۰۰ مگاوات علت اصلی جدی‌ترین آلودگی هوا و بیشترین مصرف انرژی در صنعت تولید برق چین هستند. در سال ۲۰۰۷، شورای ایالتی^۱ فرمان بسته شدن ۵۰ گیگاوات واحد کارخانه گرمایی

¹ state

طی یازدهمین برنامه پنج‌ساله صادر کرد و آن‌ها را با واحدهای بزرگ‌تر و باصرفه‌تر در مقیاس‌های وسیع‌تر جایگزین کردند. این بدین معنی است که سالانه ۱۲ تا ۱۳ گیگاوات سالانه بسته خواهد شد. در سال ۲۰۰۷، یعنی نخستین سال اجرای این راهکار، هدفی محافظه‌کارانه برای تعطیل کردن ۱۰ گیگاوات ظرفیت پیش‌گرفته شد، این در واقع برابر با تعطیلی هزار واحد ۱۰۰ مگاواتی است. شورای ایالتی برای موفقیت در به پایان رساندن این طرح، سیاست‌های نظارتی شدیدتری را پی گرفت.

نخستین راهکار، توجه ویژه رهبران و سپس رسیدن طیف‌های سیاسی مختلف به یک تفاهم‌نامه بود. ون جیابائو^۱ اهداف و تدابیر صرفه‌جویی انرژی و کاهش انتشار آلاینده‌ها را به اطلاع عموم رساند و کمیسیون اصلاح و توسعه ایالتی^۲ مسئول محقق ساختن این اهداف بود. کمیسیون، اداره‌ای به‌منظور هماهنگ کردن کارها برقرار کرد و سپس تدابیری را منتشر کرد که چطور هماهنگ با بسته شدن نیروگاه‌های کوچک گرمایی با واحدهایی گرمایی بزرگ‌تر جایگزین شوند. بدین ترتیب، تأیید و تثبیت واحدهای نیروگاهی بزرگ تحت کنترل کمیسیون در ارتباط با حذف واحدهای کم‌بازده و کوچک‌تر انجام شد. این کنش موجب کاهش فشار بر دولت محلی و رهبران تجاری شد چراکه پیش از این آن‌ها مسئول تصمیم‌گیری در بسته شدن واحدهای نیروگاهی کوچک بودند.

دومین راهکار، مشخص شدن اهداف ویژه این طرح در استان‌ها، شهرها و شرکت‌های مختلف بود. برای نمونه، گروه‌های تولید برق مرکزی نقش فعالی در بستن واحدهای مولد کوچک در سال ۲۰۰۷ داشتند. این واحدهای بسته‌شده برابر با ۶۱/۱ درصد تمام ظرفیت تولید بسته‌شده در سال ۲۰۰۷ بود. ۳۸/۹ درصد دیگر و یا به عبارت دیگر ۵/۶ گیگاوات توسط دیگر پروژه‌ها بسته شدند.

سومین راهکار، شاخص‌ها و اهدافی است که برای سنجش کارایی ادارات دولتی (حکومتی) به کار می‌روند. شاخص‌های حفاظت محیط زیست در واقع کلید اساسی پیشرفت ادارات دولتی و رهبران تجارت‌های دولتی^۳ است.

برای حصول چنین اهدافی در صرفه‌جویی انرژی و کاهش انتشار، اهدافی از جمله راه‌اندازی واحدهای بزرگ نیروگاهی و بستن واحدهای کوچک، چین از بسیاری ابزارهای اقتصادی بهره گرفته است. در اینجا به سه نمونه اشاره می‌کنیم: نخستین نمونه، لغو

^۱ Wen Jiabao

^۲ State Development and Reform Commission

^۳ state-run businesses

شدن یارانه برای صنایع با مصرف انرژی بسیار زیاد بود، این امر منجر به افزایش هزینه‌های اجرایی آن‌ها می‌شود و آن صنایع را به سمت تدابیر کاهش انتشار گاز و صرفه‌جویی در انرژی سوق دهند. در سال ۲۰۰۷ SDRC اقدام به نشر بیانیه‌ای برای تعلیق یارانه در صنایع آلومینیوم الکترولیت و آلیاژهای آهن کرد و بدین وسیله دولت‌های محلی مجبور به توقف تدابیر هزینه‌ای برای پروژه‌های هزینه بر می‌شوند.

دومین نمونه، دولت همچنین قیمت فروش برق از نیروگاه‌های حرارتی که برای گوگردزدایی کردن تعمیر شده‌اند را افزایش می‌دهد. این عمل می‌تواند نیروگاه‌های حرارتی را تشویق کند تا به سمت حفاظت از محیط زیست تغییر یابند، ولی به‌طور غیرمستقیم هزینه نیروگاه‌ها را بدون گوگردزدایی کردن افزایش دهد. در ماده ۴ روش‌های مدیریت SDRC برای قیمت گوگردزدایی واحدهای تولید برق زغال‌سنگی و انجام تسهیلات گوگردزدایی، گوگردزدایی واحدهای زغال‌سنگی باید مطابق با سندی با عنوان «کنترل آلودگی نیروگاه‌های زغال‌سنگی در یازدهمین برنامه پنج‌ساله» باشد. قیمت برق نیروگاه‌هایی که تجهیزات گوگردزدایی نصب کرده‌اند، ۰٫۱۵ یوان به ازای هر کیلو وات ساعت بر نرخ جاری افزوده می‌شود. در استان‌ها و نواحی با میزان گوگرد متوسط بیش از ۲ درصد یا کمتر از ۰٫۵ درصد، استانداردهای افزایش قیمت به نوع دیگری و به‌طور جداگانه‌ای می‌تواند تعیین شود. کارگروه‌های قیمت‌گذاری استانی می‌توانند بسته‌های پیشنهادی خود را برای تأیید به SDRC بفرستند.

در نهایت، دولت قیمت برق نیروگاه‌های حرارتی کوچک را کاهش می‌دهد و بدین ترتیب با سودآوری کمتر آن‌ها اهمیت و اثر این تشکیلات اقتصادی را کمرنگ می‌کند. قانون وضع شده در سال ۲۰۰۷، واحدهای تولید برق حرارتی کوچک را تشویق می‌کند تا تشکیلات بسته‌شده پیش از یا در زمان تعیین شده، تولید برق خود را به واحدهای مولد بزرگ‌تر تغییر دهند، به‌طوری‌که قیمت آن بیشتر از قیمت فروش پیش از کاهش قیمت‌ها نباشد. هیچ کاهش قیمتی برای واحدهای کوچک حرارتی که تولید برق خود را تغییر داده‌اند اعمال نمی‌شود. کارگروه‌های قیمت‌گذاری استان‌ها و نواحی خودمختار در کنار کارگروه‌های مرتبط دیگر کمک می‌کنند تا روش‌هایی را برای تولیدکنندگان برق فراهم کنند تا واحدهای کوچک خود را به واحدهای بزرگ‌تر تبدیل کنند. مطابق با شروط مطرح‌شده در گویا، تسهیلاتی که مشمول کاهش قیمت در فروش محصول می‌شوند، شامل موارد زیر است: نیروگاه حرارتی قدیمی

(conventional) با ظرفیت کمتر از ۵۰ مگاوات، نیروگاه‌هایی با عمر بیش از ۲۰ سال و ظرفیت کمتر از ۵۰ مگاوات، یا نیروگاه‌هایی نزدیک به پایان عمر خدماتی خود و با ظرفیت کمتر از ۲۰۰ مگاوات.

علاوه بر سیاست‌های افزایش نیروگاه‌های بزرگ و کاهش نیروگاه‌های کوچک، چین با جدیت از توسعه، بکارگیری و گسترش صنایع برق دوستدار محیط زیست حمایت کرده است. این امر با استفاده از راهکارهای فناوری و دانش و همچنین راهکارهای صنعتی باهدف توسعه انرژی تجدیدپذیر و بهینه‌سازی ساختار صنعت برق محقق می‌شود. برای نمونه، حمایت جدی چین از دانش و فناوری به کشف مهمی در توسعه واحدهای برق گرمایی بحرانی و فوق بحرانی منجر شد. واحدهای فوق بحرانی ۱۰ درصد بازدهی بیشتر از واحدهای زیر بحرانی مورد استفاده کنونی دارند و ۸-۶ درصد بازدهی بیشتر از واحدهای فوق بحرانی دارند، با کاهش مصرف زغال سنگ برای هر کیلوولت ساعت به ۲۷۵ گرم.

چین همچنین بزرگ‌ترین پروژه نیروگاه آبی را ساخته است. چین پیشرفت‌هایی چین را در زمره بالاترین رده فناوری‌هایی همچون: ساختن سد‌هایی با ارتفاع زیاد، تخلیه سیلابی^۱، بناکردن گروه تونل‌های بزرگ زیرزمینی، ساختن ساختارهای فلزی عظیم و فناوری نصب قرار داده است.

افزون بر این، چین همچنین با جذب فناوری خارجی و رشد مستقل خود توانسته است توانایی‌های طراحی و ساخت نیروگاه هسته‌ای خود را بهبود بخشد. هم‌اکنون چین تواناست که ایستگاه‌های برق هسته‌ای راکتور آبی-فشاری ۶۰۰ مگاواتی را به‌طور مستقل طراحی و بنا کند و در امور ساخت، اجرا و مدیریت چندین ایستگاه برق هسته‌ای دارای تجربه است. تمامی ۱۱ واحد برق هسته‌ای در حال کار یا ساخت، با فناوری نسل دوم تولید برق هسته‌ای ساخته می‌شوند. چین استفاده‌ای تام از تجربه خود در عرصه برق هسته‌ای می‌کند و با نهایت تلاش در حال جذب فناوری‌های پیشرفته بین‌المللی است، درعین حال به طراحی و ساخت مستقل واحدهای برق هسته‌ای ۱ گیگاواتی و به‌روز کردن ایستگاه‌ها به نسل سوم برق هسته‌ای سرعت می‌بخشد. در ۱۸ اوت ۲۰۰۷، بزرگ‌ترین پروژه برق هسته‌ای چین، نیروگاه برقی هسته‌ای Hongyanhe آغاز به کار کرد. چهار واحد برق هسته‌ای ۱ گیگاواتی از

¹ flood discharge

فناوری برقی هسته‌ای CPR-1000 چین بهره می‌برند. در فناوری نسل دوم، CNP1000 به‌ویژه در زمینه بازدهی اقتصادی، پیشرفت‌های مهم فناوری نسل دوم در بنا کردن ایستگاه‌های برق هسته‌ای در چین به وجود آورده است.

پیش از این نیز چین به بومی کردن واحدهای مولد بادی در حد مگاوات پرداخته است. چین بر سیستم‌های برق گرمایی خورشیدی صفحه‌ای نیز پژوهش می‌کند. در زمینه پژوهش و توسعه فناوری‌های فتوولتایک، چین پژوهش‌هایی بر باتری‌های سیلیکون کریستال، باتری‌های فیلم سیلیکون بی‌شکل، باتری‌های فیلم سیلیکون پلی کریستاله و باتری‌های ایندیوم-مس و کادمیوم تلورید انجام داده است. با پیشرفت فناوری مواد، بازدهی تولید برق فتوولتایک به‌طور چشمگیری بهبود خواهد یافت و انتظار می‌رود که این بازدهی در سال ۲۰۲۰، با کاهش هزینه تولید به ۸ یوان به ازای هر watt-peak به ۲۵ درصد برسد.

۱-۲-۴-۳-۵- ابزارها، برنامه‌ها و سیاست‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور چین [۴۳]

با توجه به این موضوع که هیچ وزارتخانه واحدی مسئولیت بخش انرژی و انرژی‌های تجدیدپذیر را بر عهده ندارد، قوانین و مقررات این حوزه در بین سازمان‌های مختلف پراکنده‌اند. در بین این سازمان‌های مختلف NDRC مهم‌ترین وظیفه را بر عهده دارد. با این حال با انتشار قانون انرژی‌های تجدیدپذیر در سال ۲۰۰۶، انسجام بخش انرژی‌های تجدیدپذیر شدت یافت. ولی بخش‌های مختلفی از دولت چین در این مسئله درگیر هستند.

در ادامه تمامی سیاست‌ها، قوانین و مقرراتی که به نحوی بر حوزه انرژی تجدیدپذیر کشور چین تأثیرگذار است، شرح داده خواهد

شد:

مقررات، برنامه‌ها و دستورالعمل‌های سراسری صنعتی

• قانون محافظت از انرژی

قانون محافظت از انرژی جمهوری خلق چین توسط کمیسیون دائمی کنگره ملی (NPC) هشتم در ۱ نوامبر ۱۹۹۷ منتشر شد. این قانون در ۲۸ اکتبر ۲۰۰۷ اصلاح شد و از ۹ آوریل ۲۰۰۸ به اجرا درآمد. بر اساس این قانون، محافظت از منابع انرژی یک

سیاست اساسی برای جمهوری خلق چین تشخیص داده شده است، بنابراین دولتمردان چین از نوعی استراتژی‌های توسعه انرژی استفاده می‌کنند که علاوه بر توسعه انرژی، به محافظت از منابع انرژی اولویت می‌دهد.

• قانون انرژی‌های تجدیدپذیر چین

قانون انرژی‌های تجدیدپذیر چین در ۲۸ فوریه ۲۰۰۵ منتشر شد و در اول ژانویه سال ۲۰۰۶ به اجرا درآمد. اصلاحیه این قانون توسط کمیته دائمی کنگره ملی یازدهم در ۲۶ دسامبر ۲۰۰۹ آماده شد.

این قانون زمینه ایجاد ساختاری مقرراتی برای توسعه و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر فراهم ساخت.

موضوع اصلی این قانون ارتقاء توسعه و استفاده از انرژی تجدیدپذیر، افزایش تأمین انرژی، بهبود ساختار، افزایش امنیت انرژی، حفاظت از محیط زیست و نهایتاً دستیابی به توسعه اقتصادی و اجتماعی چین بوده است. این قانون تصریح کرده است، شبکه‌های برق می‌بایست با تولیدکنندگان انرژی‌های تجدیدپذیر قراردادهای اتصال به شبکه را انعقاد کنند و همچنین خدمات اتصال به شبکه را برای برق تولیدشده از منابع تجدیدپذیر فراهم کنند.

در ضمن این قانون به صورت مقدماتی ابزاری برای مدیریت تعرفه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر وارد شبکه شده ارائه کرده است. بر اساس این قانون هزینه اضافه‌ای که برای خرید انرژی‌های تجدیدپذیر نسبت به منابع سنتی (با محاسبه میانگین تعرفه برق وارد شبکه شده از منابع سنتی) تحمیل می‌شود باید با قیمت فروش برق در سطح کشور جبران شود. هزینه اتصال به شبکه و هزینه‌های مربوط به آن به صورت منطقی به شبکه توزیع برق برای خرید برق از منابع تجدیدپذیر وارد می‌شود قسمتی از هزینه‌های انتقال انرژی شبکه توزیع محسوب می‌شود و از طریق قیمت خرده‌فروشی برق جبران خواهد شد.

علاوه بر این، این قانون برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر بودجه‌ای تنظیم کرده که می‌تواند برای جبران بازپرداخت هزینه‌های اضافی مورد استفاده قرار گیرد.

همچنین این قانون شرایطی فراهم ساخته که سازمان‌های مالی وام‌های ترجیحی با نرخ پایین را به پروژه‌های توسعه و بهره‌برداری انرژی‌های تجدیدپذیر که در کاتالوگ راهنمای توسعه صنایع انرژی‌های تجدیدپذیر قید شده‌اند و اعتبارات لازم را کسب کرده‌اند، اختصاص دهند.

برنامه بلندمدت و میان‌مدت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر

در ۳۱ اوت ۲۰۰۷، کمیته اصلاحات و توسعه ملی (NDRC)، برنامه بلندمدت و میان‌مدت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر را بر اساس قانون انرژی‌های تجدیدپذیر منتشر کرد.

این برنامه، اهداف بلندمدت و میان‌مدت کشور چین در رابطه با انرژی‌های تجدیدپذیر را تشریح می‌کند. بر اساس این برنامه چین باید تلاش کند تا حداقل ۱۰ درصد یا ۱۵ درصد از کل مصرف انرژی در سال ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ را از انرژی‌های تجدیدپذیر تأمین کند. در نواحی که شبکه‌های برق اصلی قرار دارند، درصد انرژی تولیدشده از طریق منابع تجدیدپذیر باید به ۱ و ۳ درصد در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ برسد. این برنامه اهداف میان‌مدت و بلندمدت برای هر یک از فناوری‌های تجدیدپذیر را نیز مشخص می‌کند.

تذکر NDRC در برنامه ۵ ساله یازدهم توسعه در مورد توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر

این تذکر در ۳ مارس ۲۰۰۸ توسط NDRC به تصویب رسید.

بر اساس این تذکر و به‌منظور تأمین انرژی در مناطقی که هیچ‌گونه تأمین‌کننده برقی وجود ندارد، صنایع تولید توربین بادی کوچک و بازار آن باید به‌صورت فعالانه توسعه یابند. بر اساس این تذکر پیش‌بینی شده بود که تا سال ۲۰۱۰ تعداد توربین‌های بادی کوچک مورد استفاده به ۳۰۰۰۰۰ واحد رسد که ظرفیت کل آن‌ها ۷۵ گیگاوات و ظرفیت تولید سالانه تجهیزات به ۸۰۰۰ واحد است.

راهنمای توسعه برای صنایع انرژی‌های تجدیدپذیر

راهنمای توسعه برای صنایع انرژی‌های تجدیدپذیر در ۲۹ نوامبر ۱۹۹۵ توسط NDRC منتشر شد.

این سند ۸۸ نوع پروژه انرژی‌های تجدیدپذیر را لیست کرده و در صورتی که این پروژه‌ها سایر شرایط را داشته باشند سزاوار دریافت نرخ معافیت مالیاتی مناسب، وام‌های ترجیحی با نرخ سود پایین و بودجه دولتی خواهند بود. این دفترچه راهنما جزئیات طبقه‌بندی شده پروژه‌های فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر را تشریح می‌کند؛ بنابراین این راهنما جمع‌آوری اطلاعات را برای مقامات ذی‌صلاح دولتی و برای حمایت از چنین پروژه‌هایی ساده می‌سازد.

مقررات مدیریتی مربوط برای تولید انرژی از طریق منابع تجدیدپذیر

این مقررات مدیریتی در ۵ ژانویه سال ۲۰۰۶ توسط NDRC منتشر شد و مقرر داشت که:

(۱) مدیریت پروژه‌های تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر، به صورت سلسله مراتبی رایج در دولت مرکزی و دولت محلی صورت گیرد، به طوری که NDRC مسئول برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های توسعه پروژه‌های تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر در سطح کشور است. در ضمن NDRC مسئول مدیریت پروژه‌هایی که نیاز به بررسی و تأیید دولتی دارند نیز است.

مقامات ذی‌صلاح ایالتی مرتبط با انرژی، مسئول مدیریت پروژه‌های تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر در قلمرو ایالت خود هستند.

(۲) پروژه‌های تولید انرژی با 50 MW و بالاتر نیاز به بررسی و تأیید NDRC دارند در حالی که سایر پروژه‌ها به بررسی و تأیید مقامات ذی‌صلاح ایالتی مرتبط با سرمایه‌گذاری، نیاز دارند. پس از این مرحله پروژه‌ها توسط NDRC طبقه‌بندی می‌شوند.

پروژه‌هایی شامل تولید انرژی از طریق زیست‌توده، زمین‌گرایی، اقیانوس و انرژی خورشیدی که برای ادامه حیات خود نیازمند استفاده از سیاست‌های حمایتی دولتی و کمک‌های مالی هستند، باید توسط NDRC طبقه‌بندی شوند.

(۳) تعرفه شبکه پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر باید به وسیله مقامات ذی‌صلاح شورای کشوری مرتبط با قیمت‌گذاری و با در نظر گرفتن مشخصات انواع مختلف انرژی‌های تجدیدپذیر برای مناطق مختلف جغرافیایی و بر اساس ارتقاء منطقی و اقتصادی توسعه و بهره‌برداری انرژی تجدیدپذیر، تعیین شود. این تعرفه‌ها باید تنظیم و در زمان مناسب به صورت عمومی اعلام شوند.

۴) سازمان‌های تولید انرژی باید به صورت فعالانه بر روی پروژه‌های تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر سرمایه‌گذاری کنند و از وظیفه‌ای که دولت در رابطه با سهم منابع تجدیدپذیر برای آن‌ها تعیین کرده، تبعیت کنند. البته سهم هدف‌گذاری شده و اقدامات مدیریتی آن باید به صورت جداگانه تهیه شوند. در همین راستا سازمان‌های بزرگ تولید انرژی موظف‌اند که به سرمایه‌گذاری در منابع تجدیدپذیر الویت دهند.

- مقررات مربوط به تولید تجهیزات مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر

- مدیریت بودجه دولتی

- نظرات شورای کشوری در رابطه با شدت بخشیدن به رونق صنایع تولیدی

در ۱۳ فوریه ۲۰۰۶، شورای کشوری نظرات خود در رابطه با شدت بخشیدن به رونق صنایع تولیدی را منتشر کرد. این نظرات به منظور افزایش رقابت‌پذیری صنایع تولیدی چین طراحی شده بود و تصریح می‌کند که صنایع مرتبط با بخش‌های کلیدی مثل حمل‌ونقل، مواد خام، انرژی و صنایع دفاعی لازم است تا حد امکان بومی باشند. این صنایع شامل تولید تجهیزات انرژی‌های تجدیدپذیر بزرگ نیز می‌شود.

مدیریت بودجه دولتی برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر

این سند در ۳۰ می سال ۲۰۰۶ به اجرا درآمد. این اقدامات تصریح می‌کنند که دولت چین برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر بودجه دولتی اختصاص خواهد داد. بر همین اساس احداث پروژه‌های انواع انرژی‌های تجدیدپذیر و پروژه‌های مرتبط با آن‌ها مثل تحقیقات علمی کاربردی و بومی‌سازی تولید تجهیزات از طریق کمک‌های مالی و وام‌های کم‌بهره حمایت خواهند شد.

مقررات مربوط به توسعه پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر

- مجوز تجارت در حوزه انرژی

در ۲۸ سپتامبر ۲۰۰۵، SERC مقررات اجرای سیستم مجوز تجارت در حوزه تولید برق را تحت عنوان «مقررات اعطای مجوز» منتشر کرد که در آن تصریح کرده بود تمام صنایع مرتبط با برق در داخل چین موظف‌اند سیستم اخذ مجوز را بپذیرند.

بر اساس «مقررات اعطای مجوز» مجوزهای تجارت در حوزه انرژی در سه دسته طبقه‌بندی می‌شوند: تولید انرژی، انتقال انرژی و تأمین انرژی. هیچ شرکت چینی و یا شرکت خصوصی حق ندارد بدون اخذ مجوز در فعالیتهای مرتبط با انرژی وارد شود (به‌جز در مواردی که توسط SERC قیدشده باشد). البته فعالیتهای مرتبط با انرژی فراتر از تولید، انتقال و تأمین انرژی است.

- نظارت بر تأمین انرژی

در ۲۶ نوامبر ۲۰۰۹، رئیس دفتر ملاقات SERC، «اقدامات نظارت بر تأمین انرژی» را منتشر کرد که در آن تأکید کرده‌بود، سازمان‌های دارای مجوز تجارت در حوزه برق که در تأمین انرژی مشارکت می‌کنند باید تحت نظارت SERC و آژانس‌های آن عمل کنند. قلمرو نظارت SERC، شامل ظرفیت تأمین برق سازمان‌ها، کیفیت تأمین برق، شرایط امنیت تأمین انرژی و شرایط ایفای وظایف مرتبط با خدمات عمومی تأمین برق است.

- توزیع برق

در چین به‌جز در مناطق دورافتاده و مصارف خاص، همه برق تولیدشده، از طریق شبکه‌های برق توزیع می‌گردد. در چنین مواردی، «مراکز توزیع» مسئول توزیع انرژی به شبکه‌های مختلف برق در سراسر کشور هستند و این توزیع را مدیریت می‌کند. عملکرد این مراکز توزیع تحت نظارت «آیین‌نامه مدیریت توزیع شبکه‌های برق» است که در اول نوامبر سال ۱۹۹۳ توسط شورای کشوری تحت عنوان «آیین‌نامه توزیع» منتشر شد. آیین‌نامه‌های توزیع و ابزارهای اجرایی آن تصریح می‌کنند که مراکز توزیع به پنج سطح، شبکه برق ملی، شبکه برق بین چند ایالتی، شبکه برق ایالتی، شبکه برق شهری و شبکه برق محلی تقسیم‌بندی می‌شوند.

مراکز توزیع بر اساس فاکتورهای مرتبط مثل بار موردنیاز روزانه، سطح آب داخلی، تأمین سوخت، ظرفیت تجهیزات شبکه و ظرفیت خدمات تجهیزات، به‌صورت روزانه منحنی‌های تولید انرژی را برای استفاده هر یک از نیروگاه‌های برق تهیه می‌کنند که این منحنی‌ها شامل انرژی فعال، انرژی غیرفعال و ولتاژ است.

مراکز توزیع، بر اساس برنامه‌های منتشرشده دولت، قراردادهای تأمین انرژی و ظرفیت تجهیزات شبکه‌های برق، «برنامه‌های تأمین و توزیع انرژی» را تهیه می‌کنند.

- تعیین قیمت و سهم تولید انرژی

تعیین قیمت برق به‌عنوان یک مسئله اساسی در قانون برق چین آورده شده است. به‌طور خلاصه می‌توان گفت، قیمت برق باید بر اساس هزینه منطقی تولید باشد و بازگشت سرمایه منصفانه‌ای برای سرمایه‌گذار به همراه داشته باشد. قیمت برق می‌بایست دربرگیرنده تمامی مخارج تولید بوده و سرمایه‌گذاران را به سرمایه‌گذاری در پروژه‌های تولید برق تشویق نماید. این تعیین قیمت باید از طریق بررسی و تأیید سالانه NDRC و مقامات قیمت‌گذاری محلی صورت گیرد.

- برنامه اصلاحات قیمت برق

علاوه بر موارد مرتبط با قانون برق، شورای کشوری در ۳ جولای ۲۰۰۳، «برنامه اصلاحات قیمت برق» را در برنامه اصلاحات تأیید کرد که در آن تصریح شده بود برنامه بلندمدت چین این است که مکانیزمی شفاف و استاندارد برای تعیین قیمت برق شبکه ایجاد کند.

- مدیریت قیمت برق شبکه

در ۲۸ مارس ۲۰۰۵، NDRC «اقدامات موقتی برای مدیریت قیمت برق شبکه» را منتشر کرد. این اقدامات از ۱ می ۲۰۰۵ لازم‌الاجرا بوده و شامل رهنمودهایی مقرراتی با در نظر گرفتن «برنامه اصلاحات» می‌شود. برای نیروگاه‌های واقع در مناطقی که در آنجا مکانیسم قیمت‌گذاری از طریق مناقصه وجود ندارد، مقامات ذی‌صلاح مرتبط با قیمت‌گذاری موظف‌اند تعرفه برق شبکه را تعیین و برای عموم اعلام کنند. این قیمت بر اساس هزینه تولید و بازگشت سرمایه‌ای منصفانه تعیین می‌شود.

برای نیروگاه‌های واقع در مناطقی که در آنجا مکانیسم قیمت‌گذاری از طریق مناقصه وجود دارد، تعرفه برق شامل دو قسمت

است:

۱- تعرفه ظرفیت که توسط NDRC تعیین می‌شود و بر اساس هزینه متوسط سرمایه‌گذاری در واحدهای مختلف تولید در سراسر شبکه برق در همان منطقه است.

۲- تعرفه برق که از طریق مناقصه رقابتی تعیین می‌شود.

علاوه بر این NDRC برنامه دارد به سمتی حرکت کند که تعرفه ظرفیت نیز از طریق رقابت بازار تعیین گردد.

نظارت و مدیریت بر سازمان‌های شبکه برای خرید انرژی‌های تجدیدپذیر

این اقدامات در اول سپتامبر ۲۰۰۷ به اجرا درآمد و بر اساس تأکید زیاد «قانون انرژی تجدیدپذیر» و آیین‌نامه‌های مرتبط با آن تدوین شدند. این اقدامات به صورت مؤثری انطباق شبکه‌های برق برای دریافت انرژی تولیدشده توسط منابع تجدیدپذیر را بهبود بخشید و مقرر کرد شبکه‌های برق موظف‌اند تمام انرژی تولیدشده از منابع تجدیدپذیر را دریافت کنند.

- تذکر در رابطه با مدیریت قیمت تجاری برق

این تذکر در ۱۱ اکتبر ۲۰۰۹ توسط NDRC و SERC منتشر شد و قیمت تجاری برق بین سازمان‌های تولید انرژی و شبکه‌های برق بین چند ایالت و بین چند ناحیه را مشخص می‌کند. این تذکر برای شرکت‌های تولیدکننده انرژی اجرا می‌شود. زمانی که پروسه تولید انرژی یک سازمان طولانی شد و یا عملیات آن به دلایلی متوقف ماند و در نتیجه سازمان تولیدی مجبور شد انرژی خود را از شبکه برق خریداری نماید، قیمت برق فروخته شده به آن بر اساس تعرفه استاندارد انرژی برای صنایع بزرگ تعیین می‌شود. قیمت برق برای تجارت برق بین ایالت‌ها و بین نواحی مختلف باید شامل قیمت تحویل برق، هزینه انتقال برق و تلفات در حین انتقال باشد.

- خرید اجباری و حق تقدم توزیع برای برق تولیدشده از منابع تجدیدپذیر
- آیین‌نامه‌های مدیریتی مرتبط با تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر

بر اساس آیین‌نامه‌های مدیریتی مرتبط با تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر، SERC و آژانس‌های آن موظف‌اند بر امور شبکه‌های برق در رابطه با خرید اجباری انرژی‌های تجدیدپذیر و وظایف اتصال به شبکه آن‌ها، نظارت کنند. شبکه‌های برقی که در انجام مسئولیت‌های بالا ناتوان باشند و یا در انجام آن شکست بخورند، مجازات خواهند شد.

SERC شبکه‌های برق را ملزم می‌نماید، خسارتی که به سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر مربوطه وارد آمده جبران کنند. در صورت امتناع شبکه برق از اصلاح، شبکه برق موردنظر به اندازه دو برابر ضرری که به سازمان تولید انرژی‌های تجدیدپذیر مربوطه وارد کرده است، جریمه می‌گردد. این تذکر از اول سپتامبر ۲۰۰۷ اجرا شد.

• اقدامات شورای کشوری به منظور محافظت از منابع انرژی، در رابطه با توزیع در ۲ اوت ۲۰۰۷ شورای کشوری باهدف ارتقاء بهره‌برداری از منابع طبیعی، تشویق محافظت از منابع انرژی و دستیابی به توسعه پایدار، «اقدامات خود به منظور محافظت از منابع انرژی، در رابطه با توزیع» را تصویب کرد. بر اساس این اقدامات، شرکت‌های تولید انرژی که از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر مثل باد، انرژی خورشیدی و آبی استفاده می‌کنند در هنگام توزیع از بالاترین اولویت برخوردارند.

حق تقدم توزیع واحدهای تولید انرژی به صورت زیر است:

- واحدهای تولید انرژی غیرقابل تنظیم که از منابع تجدیدپذیر استفاده می‌کنند.
- واحدهای تولید انرژی قابل تنظیم که از منابع تجدیدپذیر استفاده می‌کنند.
- واحدهای تولید انرژی هسته‌ای.
- واحدهای انرژی حرارتی و تولید انرژی که از چندین منبع استفاده می‌کنند (ترکیبی).
- واحدهای تولید انرژی گازی.
- واحدهای تولید انرژی از زغال سنگ بدون بار حرارتی.
- واحدهای تولید انرژی با استفاده از نفت.

مکانیسم توسعه پاک (CDM)

مکانیسم توسعه پاک بر اساس پروتکل کیوتو و تغییرات آب‌وهوا تنظیم شده است که بر اساس آن کشورهای صنعتی که در نظر دارند در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای شرکت کنند می‌توانند به‌جای صرف هزینه‌های زیاد در کشور خود، در پروژه‌های کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای در حال توسعه سرمایه‌گذاری کنند و از این طریق اعتبارنامه کاهش انتشار (CER) دریافت کنند. سرمایه‌گذاران این کشورهای توسعه‌یافته می‌توانند از این اعتبارنامه‌ها (CERs) برای رسیدن به اهداف کاهش انتشار داخلی خود استفاده کنند و حتی می‌توانند این اعتبارنامه‌ها را به دیگران بفروشند. این مکانیسم یک راه‌حل جایگزین به‌جای راه‌حل‌های پرهزینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در داخل کشور است.

در سال ۲۰۰۲ چین به پروتکل کیوتو پیوست. در میان مقامات دولتی مرتبط در چین، دفتر گروه هماهنگی متقابل در رابطه با تغییرات آب‌وهوا مسئول تنظیم سیاست‌ها و هماهنگی سراسری است. در ضمن کمیسیون دولتی مکانیسم توسعه پاک، مسئول بررسی و تأیید پروژه‌های اجرایشده CDM در چین است.

اقدامات موردنیاز برای اجرا و مدیریت پروژه‌های CDM

NDRC و وزارت علوم و فناوری، وزارت امور خارجه و وزارت امور مالی مشترکاً در ۱۲ اکتبر ۲۰۰۵، «اقدامات موردنیاز برای اجرا و مدیریت پروژه‌های CDM» را منتشر کردند.

این اقدامات قوانین و مقررات موردنیاز برای بررسی و تأیید پروژه‌ها CDM را فراهم می‌کردند. محتویات این اقدامات شامل موارد زیر است:

تنها شرکت‌هایی که کاملاً توسط افراد چینی اداره می‌شوند می‌توانند از منافع پروژه‌های CDM در کشور چین استفاده کنند؛ بنابراین هر کمپانی که توسط افراد خارجی اداره شود نمی‌تواند از منافع پروژه‌های CDM بهره‌مند گردد.

بررسی و تأیید پروژه‌های CDM بر اساس پروسه زیر مدیریت می‌گردد:

۱- NDRC خبره‌هایی از سازمان مربوطه تعیین می‌کند و بررسی اولیه را انجام می‌دهد.

۲- «شورای دولتی بازبینی پروژه‌های CDM»، پروژه‌های CDM را بازبینی و تأیید می‌کند.

۳- NDRC، وزارت علوم و فناوری و وزارت امور خارجه اعتبارنامه تأیید را منتشر می‌کنند.

نسبت به همه پروژه‌های CDM که پس از ۱۲ اکتبر ۲۰۰۵ تصویب شده‌اند:

۱- دولت چین حق دارد از این پروژه‌ها برای کاهش انتشار استفاده کند.

۲- مالکیت اعتبارنامه‌ای که توسط پروژه CDM ایجاد شده است به صاحب پروژه CDM واگذار می‌گردد.

۳- مبلغی که به دولت چین، تحمیل می‌شود بر اساس درآمد حاصل از فروش اعتبارنامه‌های CDM تعیین می‌شود، که این

درآمد برای پروژه‌های مختلف CDM، متفاوت است.

تولید ایمن و محافظت از کار

در رابطه با قوانین و مقرراتی نظیر «قانون و تولید ایمن» که از اول نوامبر ۲۰۰۲ به اجرا درآمد و در ۲۷ اوت ۲۰۰۹ اصلاح شد و «آیین‌نامه‌های مرتبط با مجوز تولید ایمن» که در ۱۳ ژانویه ۲۰۰۴ به اجرا درآمد، اداره امنیت کار بر روی امنیت کار در داخل کشور چین نظارت کامل دارد و امور مرتبط با آن را مدیریت می‌کند. سازمان‌هایی که در فعالیت‌های اجرایی و تولیدی شرکت می‌کنند، موظف‌اند با قوانین و مقررات کنترلی این اداره کاملاً هماهنگ باشند.

بر اساس «مقررات موقتی رسیدگی به حوادث در حین تولید انرژی»، سازمان‌های مرتبط با برق موظف‌اند به محض وقوع هر سانحه بزرگ شخصی، سانحه شبکه برق، سانحه برای تجهیزات و یا آتش‌سوزی یا شکست سد و سانحه قطع برق که تأثیر بسزایی در شرکت دارد، گزارشی برای SERC تهیه نماید.

- مدیریت زمین‌های مورد استفاده برای ایجاد پروژه‌های مزارع بادی

به منظور استفاده و اجرای کامل و دقیق «قانون انرژی تجدیدپذیر» و همچنین حمایت از توسعه انرژی باد، توسعه سریع و استاندارد ساخت مزارع بادی، ارتقاء توسعه اقتصادی و اجتماعی بر طبق قوانین و مقررات کشوری، در نظر گرفتن شرایط مزارع بادی، سازمان NDRC، وزارت منابع و زمین‌ها و وزارت حفاظت از محیط زیست، مشترکاً «اقدامات مدیریتی لازم برای زمین‌های مورد استفاده برای ایجاد پروژه‌های مزارع بادی و محافظت از محیط زیست» را توسعه دادند. این اقدامات موقتی از ۹ اوت ۲۰۰۵ به اجرا درآمدند و تصریح می‌کند که ساخت پروژه‌های انرژی باد باید بر اساس «سیستم ارزیابی تأثیرات محیط زیست» باشد. بر اساس این سیستم، مقامات ذی‌صلاح محلی در ایالت‌های که این پروژه‌ها در حال احداث هستند مسئول حفاظت از محیط زیست، بازبینی، بررسی و تأیید ارزیابی تأثیرات زیست‌محیطی پروژه‌های انرژی باد هستند.

اگر پروژه‌های انرژی باد در زمین‌هایی واقع شده باشد که منابع طبیعی ملی وجود دارد، مقامات ذی‌صلاح دولتی موظفاند قبل از صدور تأییدیه، نظر وزارت حفاظت از محیط زیست را جویا شوند.

هر شخصی که قانون حفاظت از محیط زیست و سایر مقررات حفاظت از محیط زیست را نقض کند، به او اخطار داده می‌شود و مجبور به پرداخت خسارت خواهد شد.

هر شرکت و نهادی که قبل از بررسی و تأیید مقامات ذی‌صلاح حفاظت از محیط زیست فعالیت تولید خود را آغاز کند، باید تولید و یا اجرای پروژه را متوقف کند و ممکن است مجبور به پرداخت جریمه گردد. اگر هریک از دارایی‌های اساسی از دست برود و یا مصدومیت و مرگی در اثر نقض یکی از قوانین رخ دهد، شخصی که قانون و مقررات را نقض کرده مجرم محسوب می‌شود.

- مقررات مربوط به مالیات

- مالیات بر درآمد سازمان‌ها

بر اساس قانون جدید مالیات بر درآمد سازمان‌ها که از اول ژانویه ۲۰۰۸ به اجرا درآمد، شرکت‌ها و سازمان‌ها، مالیات بر درآمدی با نرخ ۲۵ درصد پرداخت می‌کنند. البته سازمان‌هایی که در زمینه فناوری‌های نو و برتر فعالیت می‌کنند از حمایت‌های ویژه دولتی

بهره‌مند می‌شوند و نرخ مالیات بر درآمد برای این شرکت‌ها ۱۵ درصد است. از آنجاکه صنایع مرتبط با انرژی تجدیدپذیر عموماً در دسته فناوری‌های نو و برتر قرار می‌گیرند نرخ مالیات بر درآمد آن‌ها ۱۵ درصد محاسبه می‌گردد.

- مالیات بر درآمد تشویقی برای پروژه‌های زیربنایی

بر اساس «ذکر در رابطه با اجرای مالیات بر درآمد تشویقی برای سازمان‌هایی که پروژه‌های زیربنایی انجام می‌دهند» که توسط وزارت امور مالی و اداره کل مالیات منتشر شد سازمان‌هایی که پس از ۱ ژانویه ۲۰۰۸ تأسیس شده باشند و به امور زیربنایی مشغول باشند، از اولین سالی که شروع به درآمدزایی کنند، به مدت ۳ سال مستحق معافیت مالیات بر درآمد هستند، علاوه بر آن این سازمان‌ها برای ۳ سال بعد نیز ۵۰ درصد تخفیف مالیات بر درآمد خواهند داشت؛ بنابراین یک پروژه انرژی بادی که در تاریخ ۱ ژانویه ۲۰۰۸ و پس از آن مدارک تأیید را از مقامات دولتی دریافت کرده باشد می‌تواند از این مزیت مالیاتی بهره‌مند شود.

- مالیات بر ارزش افزوده

بر اساس تذکر مرتبط با سیاست‌های استفاده جامع از منابع و مالیات بر ارزش افزوده، برای سایر محصولات پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر از یک تخفیف فوری ۵۰ درصدی از مالیات بر ارزش افزوده بهره‌مند می‌شوند. اصلاحات مالیات بر ارزش افزوده از اول ژانویه ۲۰۰۹ به اجرا درآمد.

۱-۲-۴- بررسی چارچوب نظارتی در چین بر اساس استانداردهای محیطی

در چین، مسئولیت توسعه و اجرای سیاست‌های زیست‌محیطی در دو سطح ملی و محلی تقسیم‌بندی شده است. در سطح ملی، دو نهاد اصلی شورای دولتی و آژانس دولتی حفاظت از محیط زیست (SEPA^۱) وظایف نظارت را بر عهده دارند، شورای دولتی وظیفه سیاست‌گذاری‌های گسترده را بر عهده دارد و آژانس دولتی حفاظت از محیط زیست مسئول توسعه سیاست‌ها و مقررات خاص است. بخش‌های استانی، منطقه‌ای و دفاتر شهری حفاظت از محیط زیست (EPB^۲) مسئول طراحی، پیاده‌سازی و اجرای قوانین و مقررات زیست‌محیطی در سطح محلی می‌باشند. به‌طور معمول، مقررات اعلام شده توسط شورای دولتی و SEPA اهداف و

^۱ State Environmental Protection Agency

^۲ Environmental Protection Bureaus

سیاست‌های کلی بوده و مسئولیت تنظیم قوانین و استانداردهای خاص و نظارت‌های موردی بیشتر به استان‌ها و شهرداری‌های منطقه‌ای سپرده شده است.

۱-۲-۴-۱- چارچوب نظارتی برای حفاظت از محیط زیست در بخش برق چین

چارچوب‌های قانونی موجود برای حفاظت از محیط زیست در صنعت برق چین شامل چهارده قانون زیر است:

۱. قانون حفاظت از محیط زیست جمهوری خلق چین

۲. قانون جمهوری خلق چین در مورد پیشگیری و کنترل آلودگی‌های اتمسفر

۳. قانون جمهوری خلق چین در مورد پیشگیری و کنترل آلودگی‌های آب

۴. قانون حفاظت از محیط زیست دریایی در جمهوری خلق چین

۵. قانون جمهوری خلق چین در پیشگیری و کنترل آلودگی ناشی از سروصدا از محیط زیست

۶. قانون جمهوری خلق چین در جلوگیری از آلودگی محیط زیست ناشی از مواد زائد جامد

۷. قانون جمهوری خلق چین در پیشگیری و کنترل آلودگی‌های رادیو اکتیو

۸. قانون جمهوری خلق چین در حفاظت از آب و خاک

۹. قانون جمهوری خلق چین در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی

۱۰. قانون توسعه تولید پاک در جمهوری خلق چین

۱۱. قانون حفاظت از انرژی در جمهوری خلق چین

۱۲. قانون انرژی‌های تجدیدپذیر در جمهوری خلق چین

۱۳. قانون تولید برق جمهوری خلق چین

۱۴. قانون انرژی در جمهوری خلق چین

استاندارد انتشار آلاینده‌ها برای نیروگاه‌های حرارتی توسط وزارت حفاظت از محیط‌زیست (MEP) چین در ۱۸ جولای ۲۰۱۱ به تصویب رسید، استاندارد محدودیت در غلظت آلاینده‌های هوا از جمله: دوده، SO_2 ، NO_x ، جیوه و ترکیبات جیوه. (جدول ۱-۳۴). این استانداردها شامل نیروگاه‌های حرارتی که از زباله‌های خانگی و یا زباله‌های خطرناک به‌عنوان سوخت استفاده می‌کنند، نمی‌شود.

این استاندارد در مقایسه با نسخه‌های قبلی که در سال ۲۰۰۳ تصویب شد تغییراتی داشته که در زیر به آن اشاره می‌شود:

- استاندارد برای دوده، SO_2 و NO_x استفاده کرده‌اند، به‌طور قابل توجهی محدودتر شده است.
- برای انتشار SO_2 و NO_x استانداردهای متمایز در خصوص منابع موجود و جدید قائل شده است.
- رعایت حدود انتشار جیوه از ۱ ژانویه ۲۰۱۵ الزامی شده است.

جدول ۲-۳۴ محدودیت انتشار آلاینده برای بویلرها و توربین‌های گازی واقع در مناطق مسکونی و صنعتی (mg/m^3)

نوع سوخت بویلر و توربین	آلاینده	شرایط	محدودیت
بویلرهای زغال‌سنگ سوز	دوده	همه	30
	SO ₂	بویلرهای جدید	100 200
		بویلرهای موجود	200 400
	NO ₂	همه	100 200
	جیوه و ترکیبات آن	همه	0.03
توربین‌های گازی و بویلرها با سوخت مایع	دوده	همه	30
	SO ₂	بویلرهای جدید و توربین‌های گازی	100
		بویلرهای موجود و توربین‌های گازی	200
	NO ₂	بویلرهای جدید	100
		بویلرهای موجود	200
توربین‌های گازی		120	
توربین‌های گازی و بویلرها با سوخت گاز	دوده	توربین‌های گازی و بویلرهای با سوخت گاز طبیعی	5
		توربین‌های گازی و بویلرهای با سوخت غیر از گاز طبیعی	10
	SO ₂	توربین‌های گازی و بویلرهای با سوخت گاز طبیعی	35
		بویلرهای با سوخت غیر از گاز طبیعی	100
	NO ₂	بویلرهای با سوخت گاز طبیعی	100
		بویلرهای با سوخت غیر از گاز طبیعی	200
		توربین‌های گازی با سوخت گاز طبیعی	50
		توربین‌های گازی با سوخت غیر از گاز طبیعی	120
توربین‌های گازی و بویلرها با سوخت گاز، مایع و زغال‌سنگ	درجه غلظت دود با استفاده از جدول رینگلمن	همه	1

برای بویلرها و توربین‌های گازی واقع در مناطق کلیدی باید محدودیت انتشار آلاینده مندرج در جدول ۲-۳۵ اعمال شود.

جدول ۲-۳۵ محدودیت انتشار گازهای آلاینده برای بویلر ها و توربین‌های گازی واقع در مناطق کلیدی (mg/m^3)

نوع سوخت بویلر و توربین	آلاینده	شرایط	محدودیت
بویلرهای زغال سنگ سوز	دوده	همه	20
	SO ₂	همه	50
	NO ₂	همه	100
	جیوه و ترکیبات آن	همه	0.03
توربین‌های گازی و بویلر ها با سوخت مایع	دوده	همه	20
	SO ₂	همه	50
	NO ₂	بویلر با سوخت مایع	100
		توربین گازی	120
توربین‌های گازی و بویلر ها با سوخت گاز	دوده	همه	5
	SO ₂	همه	35
	NO ₂	بویلر با سوخت گاز	100
		توربین گازی	50
توربین‌های گازی و بویلر ها با سوخت گاز، مایع و زغال سنگ	درجه غلظت دود با استفاده از جدول رینگلمن	همه	1

قانون نظارت محیط زیستی نیروگاه‌های حرارتی (DL/T 414-2004) و مدیریت نظارت زیست‌محیطی بخش حرارتی صنعت برق (۲۸۰/۱۹۹۶) تصریح و قید کردن پارامترهای نظارتی محیط زیست، روش‌های نمونه‌گیری، روش تحلیلی و تضمین کیفیت موردنیاز را برای همه نیروگاه‌های برق حرارتی را در چین بر عهده دارد. (جدول ۲-۳۶)؛ کنترل پارامترهای نیروگاه‌های حرارتی را در بخش فاضلاب، زائدات زغال سنگ و بخش انتشار آلاینده‌ها در هوا را ارائه کرده است. در این بخش دستورالعملی برای میزان مصرف آب ارائه نشده است.

جدول ۲-۳۶ پارامترهای نظارتی برای نیروگاه‌های حرارتی در چین

سیستم انتقال	پارامترها
آب سیستم انتقال خاکستر	pH، جامدات معلق، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، فلورید، سولفید، آرسنیک، حجم پساب دور ریز، سرب، قلع، کرم و سختی
فاضلاب صنعتی	pH، جامدات معلق، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، فلورید، آرسنیک، نفت و مواد آلی، فنل‌های فرار، حجم پساب دور ریز، سرب، قلع، کرم و دمای پساب
فاضلاب انسانی	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، جامدات معلق، اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی و حجم پساب دورریز
فاضلاب واحد گوگرد زدایی	pH، جامدات معلق، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، فلورید، سولفید، آرسنیک، آمونیاک، نیتروژن، سرب، قلع، کرم، جیوه، یون کلرید و حجم پساب دورریز
گازهای احتراق	NOx، SO ₂ ، گردوغبار دود، میزان اکسیژن، حجم گازهای احتراق، CO، رطوبت
خاکستر خشک	SO ₂ ، حجم زائدات بجا مانده، آنالیز پساب‌های تولیدی
سروصدا	سر و صدای محیط تولید، سر و صدا در مرزهای نیروگاه

در طول ده سال گذشته نیروگاه‌های چین ملزم به اجرای یک سری از قوانین زیست محیطی و روش‌های جدید گشته‌اند که بعضی از آن‌ها باهم تداخل داشته و مبهم تعریف شده‌اند، همچنین بسیاری از این قوانین بارها و بارها در سال‌های اخیر تغییر یافته‌اند.

۱-۲-۴-۲- استandarدهای فاضلاب نیروگاه‌های حرارتی زغال‌سنگ سوز در چین [۴۵]

تاکنون استاندارد خاصی در بخش کنترل فاضلاب‌های نیروگاه با سوخت زغال‌سنگ و همچنین در بخش تخلیه این فاضلاب‌ها به‌طور خاص ارائه نشده است. در عوض، استاندارد ملی کنترل آلودگی و دفع فاضلاب صنعتی به دریا (GB18486 - 2001) در موارد تخلیه به محیط زیست دریایی و همچنین استاندارد جامع تخلیه فاضلاب (GB8979 - 1996) برای تخلیه فاضلاب به رودخانه‌ها و یا شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب، مورد استفاده قرار گرفته‌اند. پارامترهای در نظر گرفته شده در کنترل آلودگی در بخش فاضلاب‌های نیروگاه‌ها زغال‌سنگ سوز عبارت‌اند از:

- مقدار PH
- مواد معلق (SS)
- اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)

- روغن
- فلورید
- آرسنیک و ترکیبات آرسنیک
- سولفید
- اسیدهای فرار
- نیتروژن، آمونیاک
- اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی (BOD)
- روغن‌های حیوانی و نباتی
- دمای آب
- دوره و حجم تخلیه

۱-۲-۴-۳- محل موردنظر برای مانیتورینگ [۴۶]

موقعیت‌های جغرافیایی کنترل آلودگی‌ها با توجه به نوع فاضلاب متفاوت است. اگر تخلیه در یک نقطه خاص متمرکز باشد، نظارت باید در نقطه اصلی تخلیه صورت گیرد. اگر تخلیه در نقاط مختلف پراکنده باشد، نمونه‌برداری باید در هر یک از این نقاط تخلیه انجام گیرد. جدول ۲-۳۷ مکان‌های نظارت برای فاضلاب‌های مختلف را ارائه کرده است.

جدول ۲-۳۷ موقعیت‌های جغرافیایی کنترل آلودگی‌های فاضلاب در نیروگاه‌های زغال‌سنگ سوز در چین

نوع فاضلاب	زمان کنترل
مخلوط جریان‌های خروجی از نیروگاه	محل اصلی تخلیه پساب در خارج نیروگاه
لاگون خاکستر	محل تخلیه پساب در تالاب خاکستر
فاضلاب صنعتی (به غیر از فاضلاب انسانی و آب خاکستر)	محل اصلی تخلیه پساب در خروجی نیروگاه
فاضلاب انسانی	محل اصلی تخلیه پساب در خارج نیروگاه
فاضلاب‌های دیگر	محل اصلی تخلیه پساب در خروجی نیروگاه
فاضلاب تصفیه‌شده	محل اصلی تخلیه پساب در خروجی نیروگاه

زمان‌های مانیتورینگ

در هر یک از بازرسی‌های فاضلاب می‌بایستی دو نمونه در صبح و بعدازظهر گرفته شود. دوره زمانی نظارت موردنیاز برای انواع فاضلاب‌ها در جدول ۲-۳۸ ارائه شده است.

جدول ۲-۳۸ دوره زمانی مانیتورینگ از فاضلاب

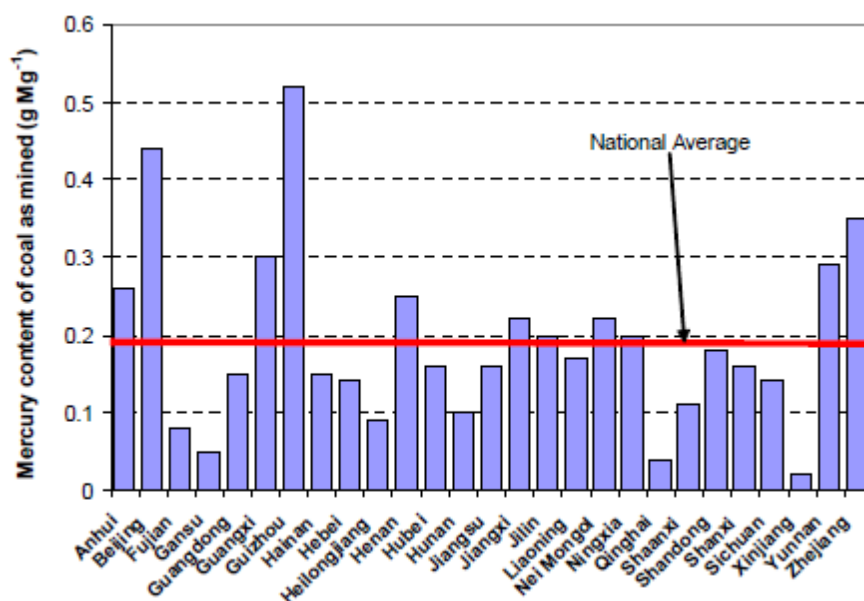
نوع فاضلاب			پارامتر
فاضلاب انسانی	فاضلاب صنعتی	تالاب خاکستر	

-	۱ بار در ۱۰ روز	۱ بار در ۱۰ روز	مقدار pH
۱ بار در ماه	۱ بار در ۱۰ روز	۱ بار در ۱۰ روز	مواد معلق (SS)
۱ بار در ماه	۱ بار در ۱۰ روز	۱ بار در ۱۰ روز	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)
	۲ بار در ماه		روغن
	۱ بار در ماه	۱ بار در ماه	فلورید
	۱ بار در ماه	۱ بار در ماه	آرسنیک و ترکیبات آرسنیک
		۱ بار در ماه	سولفید
	۱ بار در سال	۱ بار در سال	اسیدهای فرار
۱ بار در هر فصل			نیتروژن، آمونیاک و اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD)
۱ بار در ماه			روغن‌های حیوانی و نباتی
	۱ بار در ماه		دمای آب
۱ بار در ماه	۱ بار در ماه	۱ بار در ماه	دوره و حجم تخلیه

۱-۲-۴-۴-۴- انتشار جیوه در کشور چین [۱۰]

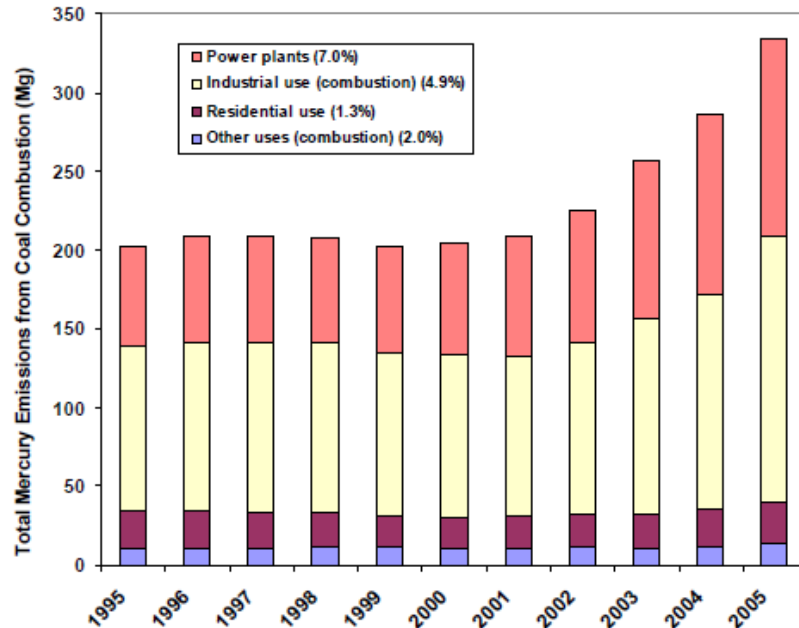
در سال ۲۰۰۳ میزان انتشار جیوه از نیروگاه‌های زغال‌سنگ سوز چین ۱۰۰/۱ تن در سال معادل ۰۶/۱۶٪ از کل انتشار جیوه از منابع انسان‌ساخت این کشور بوده است. به دلیل مصرف بالای زغال‌سنگ در چین و استفاده از فناوری سطح پایین در این کشور میزان انتشار جیوه بسیار بالا است. اگرچه در سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۰ میزان انتشار جیوه در حدود ۲۱۰-۲۰۰ تن در سال بوده است ولیکن به دلیل شروع رشد اقتصادی شدید در سال ۲۰۰۱ میزان انتشار جیوه به سرعت به ۳۳۴ تن در سال ۲۰۰۵ رسید.

گونه‌های جیوه موجود در دود خروجی از نیروگاه‌های چین شامل Hg^{2+} ۶۴٪، Hg^{P} ۱۹٪ (ذرات جامد جیوه) و Hg^0 ۱۷٪ (جیوه عنصری) است. در آینده با نصب سیستم‌های FGD برای کنترل SO_2 و سایر سیستم‌های کنترلی پیشرفته امکان کاهش انتشار جیوه (جیوه دو ظرفیتی Hg^{2+}) در کشور چین میسر خواهد شد. میانگین جیوه محتوی زغال‌سنگ مورد استفاده در چین 0.19 g/Mg است. میزان جیوه محتوی در منابع زغال‌سنگ استان‌های مختلف چین در شکل ۲-۳۱ ارائه شده است.

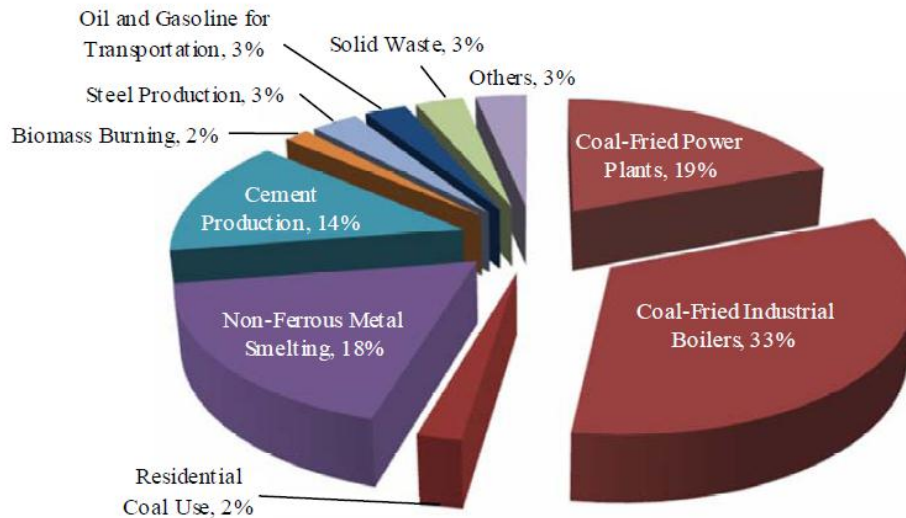


شکل ۲-۳۱ میزان جیوه محتوی در منابع زغال سنگ استان‌های مختلف چین

میزان انتشار جیوه از نیروگاه‌های زغال سنگ سوز چین در سال ۱۹۹۵، ۶۳/۴ تن در سال و در سال ۲۰۰۵، ۱۲۴/۸ تن در سال بوده است. با توجه به میزان تولید برق از نیروگاه‌های زغال سنگ سوز چین به میزان ۱۹۵۶/۲ TWh، فاکتور انتشار جیوه در این کشور ۰/۰۶۳ kg/GWh در سال ۲۰۰۵ است. میزان رشد سالیانه انتشار جیوه از نیروگاه‌های زغال سنگ سوز چین در فاصله سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵، ۷٪ است که در میان سایر بخش‌های مصرف‌کننده زغال سنگ جهت احتراق دارای بالاترین رشد است (شکل ۲-۳۲). در شکل مشاهده می‌شود سهم انتشار جیوه از نیروگاه‌های زغال سنگ سوز از کل میزان انتشار از منابع انسان ساخت کشور چین در سال ۲۰۰۷، ۱۹ درصد است.



شکل ۲-۳۲ مقایسه انتشار و نرخ رشد جیوه از صنایع بزرگ زغال سنگ سوز چین بین ۱۹۹۵-۲۰۰۵



شکل ۲-۳۳ سهم هریک از منابع انسان ساخت در میزان انتشار جیوه در چین در سال ۲۰۰۷

۱-۲-۴-۴-۵- سناریو انتشار آلاینده‌ها [۴۶]

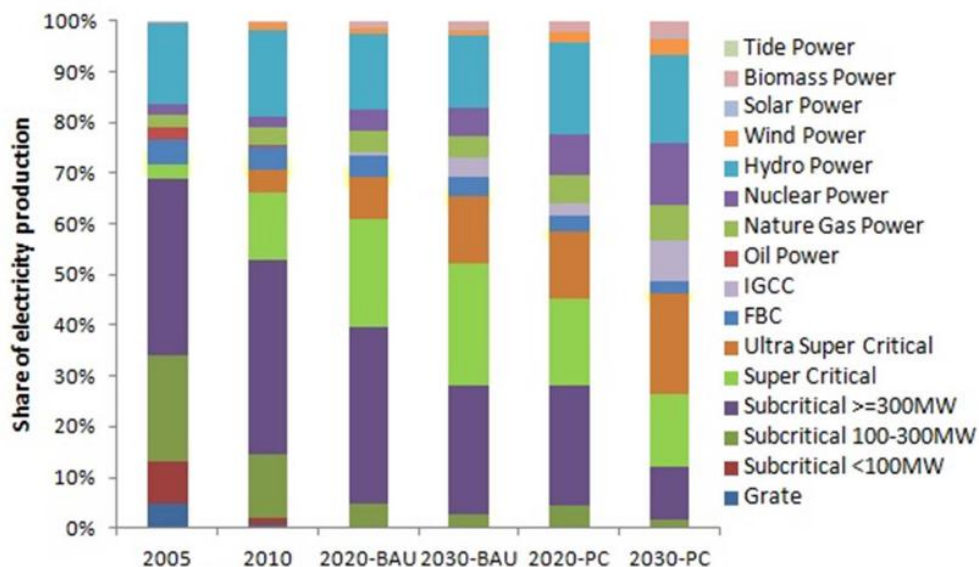
دو سناریو اصلی انرژی برای پیش‌بینی میزان انتشار تا سال ۲۰۳۰ در کشور چین در نظر گرفته شده است که توضیحات آن

در جدول ۲-۳۹ زیر آمده است.

جدول ۲-۳۹ سناریوهای انتشار

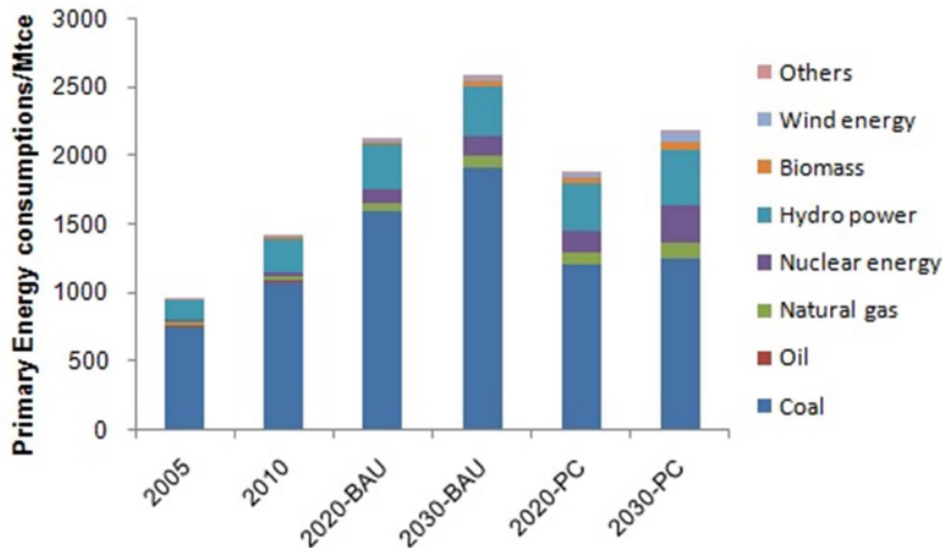
عنوان سناریو	توضیح سناریو	روش کنترلی
بر اساس روند کنونی (BAU)	منطبق بر قوانین کنونی (که باعث کاهش ۳۵ تا ۴۰ درصدی دی‌اکسید کربن تا پایان ۲۰۲۰ نسبت به سال ۲۰۰۵ می‌شود)	منطبق بر قوانین کنونی
سیاست جایگزین (PC)	منطبق بر سیاست‌های جدید صرفه‌جویی در انرژی است. (از جمله تغییرات در سبک زندگی، بهبود تعدیل ساختاری و بهره‌وری انرژی است.)	قوانین جدید کنترلی آلودگی هوا منتشر شود.

بر اساس این دو سناریو مقادیر تولید از هر یک از منابع تولید برق به شرح شکل ۲-۳۴ است.



شکل ۲-۳۴ مقادیر تولید از هر یک از منابع تولید برق بر اساس سناریوهای موجود

در واقع می‌توان گفت که میزان تغییرات مصرف از منابع تولید برق مختلف همانند شکل ۲-۳۵ است.



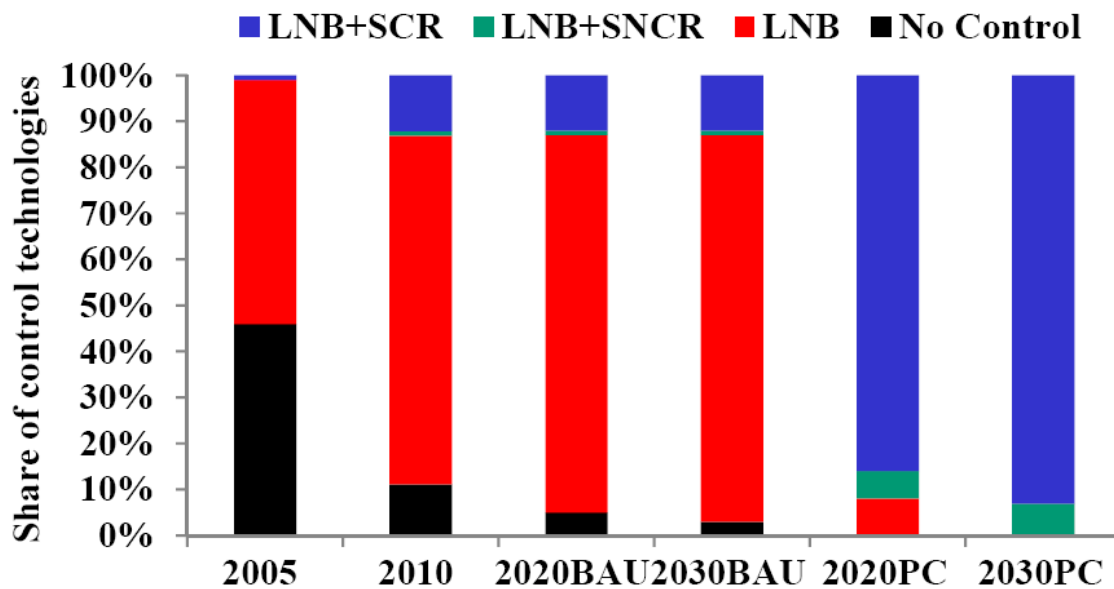
شکل ۲-۳ میزان تغییرات مصرف از منابع تولید برق مختلف

۱-۲-۴-۵- بررسی فناوری‌های کنترلی موجود و نگاهی به آینده برای کاهش آلاینده‌های هوا در کشور چین

۱-۲-۴-۵-۱ تغییرات در فناوری‌ها و میزان آن در آلاینده NO_x

در شرایط کنونی از فناوری‌های موجود کاهش آلاینده می‌توان به LNB، SCR، SNCR و روش‌های تلفیقی (LNB + SCR و یا SNCR + LNB) اشاره نمود همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، در سال ۲۰۰۵ بالغ بر ۵۴ درصد تولید برق با روش کنترلی LNB بوده است؛ این در شرایطی است که حدود ۴۵ درصد هیچ کنترلی برای کاهش این آلاینده نداشته و درصد کمی هم از روش تلفیقی SCR + LNB استفاده نموده‌اند. این مقادیر در پایان سال ۲۰۱۰ به این ترتیب تغییر کرده است: حدود ۱۰ درصد بدون کنترل، ۷۶ درصد تولید برق با روش کنترلی LNB، حدود ۱۲ درصد روش تلفیقی SCR + LNB و تقریباً ۱ درصد هم LNB + SNCR استفاده نموده‌اند؛ با توجه به این دو سناریو پیش‌بینی می‌شود که در پایان سال ۲۰۲۰ با سناریو (BAU) تغییراتی به شرح: حدود ۵ درصد بدون کنترل، حدود ۸۲ درصد تولید برق با روش کنترلی LNB، حدود ۱۲ درصد روش تلفیقی SCR + LNB و تقریباً ۱ درصد هم LNB + SNCR و با استفاده از سناریو دوم (PC) پیش‌بینی می‌شود: حدود صفر درصد بدون کنترل، حدود ۸ درصد تولید برق با روش کنترلی LNB، حدود ۸۶ درصد روش تلفیقی SCR + LNB و تقریباً ۶ درصد هم LNB + SNCR؛

همچنین پیش‌بینی می‌شود این مقادیر در پایان ۲۰۳۰ با سناریو (BAU) تغییراتی به شرح: حدود ۳ درصد بدون کنترل، حدود ۸۳ درصد تولید برق با روش کنترلی LNB، حدود ۱۲ درصد روش تلفیقی SCR + LNB و تقریباً ۱ درصد هم SNCR + LNB و با استفاده از سناریو دوم (PC): حدود صفر درصد بدون کنترل، حدود صفر درصد تولید برق با روش کنترلی LNB، حدود ۹۳ درصد روش تلفیقی SCR + LNB و تقریباً ۷ درصد هم SNCR + LNB داشته باشد. (شکل ۲-۳۶)



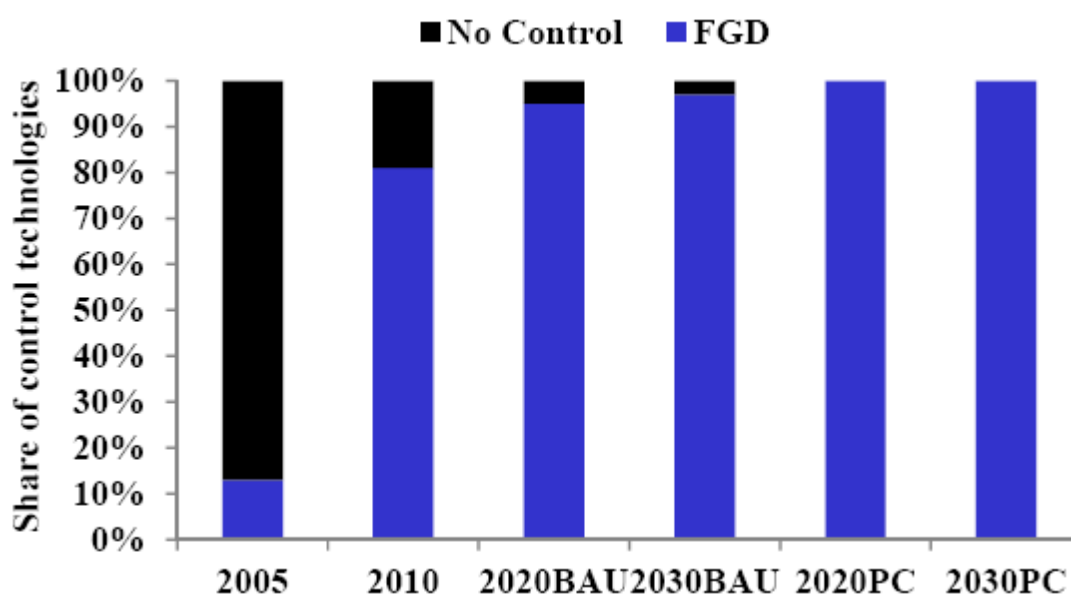
شکل ۲-۳۶ روند آینده تغییرات در فناوری‌ها و میزان آن در آلاینده NO_x

۱-۲-۴-۵-۲- تغییرات در فناوری‌ها و میزان آن در آلاینده SO_x

در شرایط کنونی از روش‌های موجود کاهش آلاینده‌گی می‌توان به FGD اشاره نمود همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، در سال ۲۰۰۵ بالغ بر ۱۳ درصد تولید برق با روش کنترلی FGD بوده است؛ این در شرایطی است که حدود ۸۷ درصد هیچ کنترلی برای کاهش آلاینده SO_x نداشته‌اند. این مقادیر در پایان سال ۲۰۱۰ به این ترتیب تغییر کرده است:

حدود ۱۹ درصد بدون کنترل، ۸۱ درصد تولید برق با روش کنترلی FGD، استفاده نموده‌اند؛ با توجه به این دو سناریو پیش‌بینی می‌شود که در پایان سال ۲۰۲۰ با سناریو (BAU) تغییراتی به شرح: حدود ۴ درصد بدون کنترل، حدود ۹۶ درصد تولید برق با روش

کنترلی FGD، با استفاده از سناریو دوم (PC) پیش‌بینی می‌شود: حدود صفر درصد بدون کنترل، ۱۰۰ درصد تولید برق با روش کنترلی FGD، همچنین پیش‌بینی می‌شود این مقادیر در پایان ۲۰۳۰ با سناریو (BAU) تغییراتی به شرح: حدود ۳ درصد بدون کنترل، حدود ۹۷ درصد تولید برق با روش کنترلی FGD و با استفاده از سناریو دوم (PC): حدود صفر درصد بدون کنترل، ۱۰۰ درصد تولید برق با روش کنترلی FGD داشته باشد. (شکل ۲-۳۷)



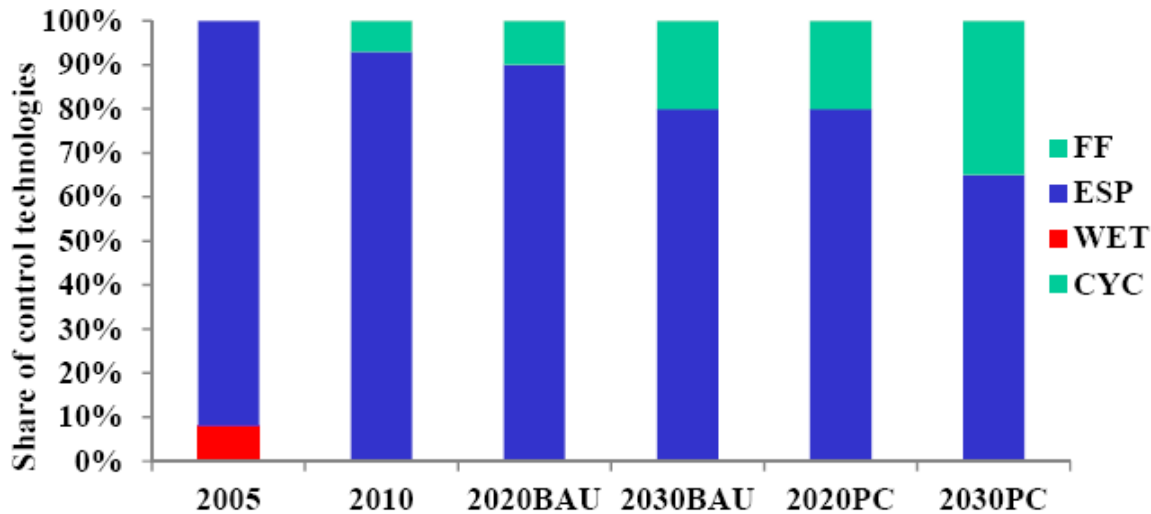
شکل ۲-۳۷ روند آینده تغییرات در فناوری‌ها و میزان آن در آلاینده SO_x

۱-۲-۴-۵-۳- تغییرات در فناوری‌ها و میزان آن در آلاینده PM

در شرایط کنونی از فناوری‌ها موجود کاهش آلاینده‌گی می‌توان به WET، CYC، FF و ESP اشاره نمود همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، در سال ۲۰۰۵ حدود ۹۲ درصد تولید برق با روش کنترلی ESP بوده است؛ این در شرایطی است که تنها حدود ۸ درصد در تولید برق از روش کنترلی WET استفاده نموده‌اند.

این مقادیر در پایان سال ۲۰۱۰ به این ترتیب تغییر کرده است: تقریباً ۹۲ درصد تولید برق با روش کنترلی ESP و ۸ درصد از دو روش CYC و FF استفاده نموده‌اند؛ با توجه به این دو سناریو پیش‌بینی می‌شود که در پایان سال ۲۰۲۰ با سناریو (BAU) تغییراتی

به شرح: حدود ۹۰ درصد تولید برق با روش کنترلی ESP، ۱۰ درصد از دو روش CYC و FF و با استفاده از سناریو دوم (PC): بالغ بر ۸۰ درصد تولید برق با روش کنترلی ESP، ۲۰ درصد از دو روش CYC و FF؛ همچنین پیش‌بینی می‌شود این مقادیر در پایان ۲۰۳۰ با سناریو (BAU) تغییراتی به شرح: بالغ بر ۸۰ درصد تولید برق با روش کنترلی ESP و ۲۰ درصد از دو روش CYC و FF و با استفاده از سناریو دوم (PC): بالغ بر ۶۵ درصد تولید برق با روش کنترلی ESP و حدود ۳۵ درصد از دو روش CYC و FF داشته باشد. (شکل ۲-۳۸)



شکل ۲-۳۸ روند آینده تغییرات در فناوری‌ها و میزان آن در آلاینده PM

۱-۲-۵- سایر کشورها

در این قسمت مروری بر قوانین و چشم انداز سایر کشورها داریم. یکی از معتبرترین ارگان‌ها در زمینه وضع قوانین برای نیروگاه‌ها بانک جهانی اطلاعات است. در ادامه معرفی این سازمان می‌پردازیم.

۱-۲-۵-۱- بانک جهانی اطلاعات

بانک جهانی یکی از سازمان های فعال و گسترده بین المللی است که از نظر تشکیلاتی، در زیرمجموعه کمیسیون اقتصادی اجتماعی سازمان ملل متحد قرار داشته و از جمله سازمان های تخصصی این کمیسیون محسوب می گردد. قوانینی که این بانک در زمینه محیط زیست و نیروگاه وضع کرده است در جداول (جدول ۲-۴۰) تا (جدول ۲-۴۶) قابل مشاهده است [۹].

جدول ۲-۴۰ استاندارد بانک جهانی برای انتشار آلاینده نیروگاه های دیزلی

انتشار آلاینده از دودکش نیروگاه ها	mg/Nm ³
ذرات جامد	50
دی اکسید گوگرد کیفیت هوای زمینه $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ کل حجم انتشار	0.20 tones/day/MWe 500 tones/day
اکسید نیتروژن نیروگاه توربین گازی (گاز طبیعی) نیروگاه توربین گازی (سوخت مایع) نیروگاه دیزلی ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	125(dry @ 15% O ₂) 165(dry @ 15% O ₂) (dry @ 15% O ₂) 2,000

میلی گرم بر متر مکعب (در دمای مرجع صفر درجه و فشار یک اتمسفر) = Mg/Nm³

جدول ۲-۴۱ استانداردهای کیفیت هوای محیط تدوین شده توسط بانک جهانی برای نیروگاه های حرارتی جدید

کیفیت هوای محیط (خارج از محدوده مالکیت)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ غلظت
ذرات جامد	
میانگین سالانه PM ₁₀	50
۸۰ درصد از مقادیر میانگین در ۲۴ ساعت PM ₁₀	150
میانگین سالانه کل ذرات معلق	80
۹۸ درصد درصد از مقادیر میانگین در ۲۴ ساعت	530
دی اکسید گوگرد	
میانگین سالانه	50
۹۸ درصد درصد از مقادیر میانگین در ۲۴ ساعت	150
اکسید های نیتروژن	
میانگین سالانه	100
۹۸ درصد درصد از مقادیر میانگین در ۲۴ ساعت	150

جدول ۲-۴۲ میزان انتشار برای گزینه موتورهای دیزل با سرعت پایین (گرم بر ثانیه) - بانک جهانی

مرحله ۱ (۳۰ MW*۲)	مرحله ۲ (۴۰ MW*۲)	کل مراحل ۱ و ۲ ۱۴۰ MW	مرحله ۳ (۵۰ MW*۲)	کل نیروگاه ۲۴۰ MW	آلاینده
218.9	291.9	510.8	364.9	875.7	NOx as NO ₂
6.9	9.2	16.1	11.5	27.5	CO
152.1	202.8	354.9	253.5	608.3	SO ₂
3.7	5.0	8.7	6.2	14.9	PM
2.7	3.6	6.3	4.5	10.8	PM-10
10502	14002	24504	17504	42008	CO ₂

جدول ۲-۴۳ میزان انتشار برای گزینه سیکل ترکیبی (گرم بر ثانیه) - بانک جهانی

سوخت گاز طبیعی (240 MW)	سوخت مازوت (240 MW)	آلاینده
12.2	33.52	NOx به عنوان اکسید نیتروژن
0.08	32.10	دی اکسید گوگرد
0.29	0.64	ذرات جامد
0.14	0.32	ذرات جامد کوچکتر از ۱۰ میکرون

جدول ۲-۴۴ استاندارد بانک جهانی برای میزان صوت در نیروگاه

مناطق	سطح صوت برای دریافت کننده‌های خارج از محدوده نیروگاه (دسی بل)	
	شب	روز
استانداردهای صوت بانک جهانی	مسکونی، صنعتی، تجاری	۵۵
	صنعتی، تجاری	۷۰

استانداردهای خروجی پساب نیروگاه‌ها نیز در (جدول ۲-۴۵) و (جدول ۲-۴۶) ارائه شده اند. این استانداردها توسط بانک جهانی تهیه شده است. براساس دستورالعمل بانک جهانی زمان تواتر اندازه گیری و پایش پارامترهای مندرج در (جدول ۲-۴۵) و (جدول

۴۶-۲) بصورت ماهانه خواهد بود و اگر سه ماه متوالی نتایج بدست آمده کمتر از حدود قید شده باشند، زمان پایش به سه ماه یکبار کاهش خواهد یافت.

جدول ۲-۴۵ استانداردهای تخلیه هیدرو کربنهای نفتی در خروجی نیروگاه

ترکیب	استاندارد تخلیه در خروجی (mg/l) ^۱
کل هیدروکربن نفتی	حداکثر غلظت تخلیه روزانه: ۱۰ میانگین غلظت پی در پی ۳۰ روزه: ۵
کل نفت و گریس	حداکثر غلظت تخلیه روزانه: ۱۰ میانگین غلظت پی در پی ۳۰ روزه: ۵
کل کربن آلی	حداکثر غلظت تخلیه روزانه: ۱۱۰ میانگین غلظت پی در پی ۳۰ روزه: ۵

تخلیه مستقیم پساب از جدا کننده های حاوی مواد روغنی

جدول ۲-۴۶ استانداردهای تخلیه فاضلاب در خروجی نیروگاه

پارامتر	استاندارد تخلیه فاضلاب در خروجی لوله تخلیه در آب های طبقه ۱
BOD	30 mg/l
مواد جامد معلق کل	30 mg/l
نیترژن کل	5 mg/l
فسفات کل	1 mg/l
pH	6-9
-----	میانگین هندسی ۵ نمونه نباید از ۳۵ کلونی در یک دوره ۳۰ روزه بیشتر شود
کلیفرم مدفوعی	میانگین هندسی ۵ نمونه نباید از ۲۰۰ کلونی در یک دوره ۳۰ روزه بیشتر شود
باقی مانده کلرین کل	0.1 mg/l
چربی، روغن و گریس	15 mg/l
مواد شناور	غیر قابل مشاهده

۱-۲-۵-۱- کشور اندونزی

در این بخش ابتدا قوانین مربوط به این کشور مطرح می‌شود، این قوانین در جداول زیر قابل مشاهده می‌باشد. [۹]

جدول ۲-۴۷ استانداردهای کیفیت هوا و آب اندونزی

ردیف	منبع	سوخت	پارامتر	استاندارد کیفیت انتشار mg/Nm ³
۱	دودکش		کدورت	%۴۰
۲	دیگ بخار	نفت	ذرات معلق	۳۰۰
			دی اکسید سولفور	۱۲۰۰
۳	توربین گازی	گاز	دی اکسید نیترژن (NO ₂)	۱۴۰۰
			کدورت	%۴۰
۴	ایستگاه جمع آوری	گاز	NO ₂	۱۰۰۰ %۴۰
			NO ₂	۴۰۰
۳	توربین گازی	نفت	NO ₂	۶۰۰
			H ₂ S	۱۰۰
۴			هیدروکربن	۵۰۰۰

جدول ۲-۴۸ استانداردهای تخلیه پساب به محیط (کشور اندونزی)

پارامترها	حداکثر غلظت (mg/l)
	زمین دریا
COD	۲۰
نفت و چربی	۲۵
سولفید	۰/۵
آمونیاک	۵
فنول	۲
دما	۴۰ C
pH	۶/۰ - ۹/۰

جدول ۲-۴۹ استانداردهای تخلیه پساب به محیط (کشور اندونزی)

پارامتر	واحد	حداکثر غلظت
اسید سولفید قابل حل (همچون H_2S)	Mg/l	1.000
آمونیا قابل حل (همچون NH_3)	Mg/l	10.000
جیوه (Hg)	Mg/l	0.005
آرسنیک (As)	Mg/l	0.500
دما	درجه سانتی گراد	45
pH		5.0-9.0

در این کشور برنامه محیط زیست و پایش تواما" به اجراء در می آید. متأسفانه این برنامه فاقد زمان بندی و حتی نوع پارامترها است و فقط در چند مورد به چند پارامتر خیلی ساده اشاره شده است. در جدول زیر برنامه پایش زیست محیطی نیروگاه ها در کشور اندونزی ارایه شده است. نگاهی دقیق تر به برنامه پایش کشور اندونزی نشان می دهد که روش های تخفیف فازهای ساخت و بهره برداری نیز به نوعی در این برنامه ارایه شده است. به هرحال می توان نتیجه گرفت که برنامه پایش اندونزی کارآمدی لازم را ندارد، لیکن از بندهایی از آن می توان در تدوین پایش نیروگاه های ساحلی کشور بهره گرفت.

جدول ۲-۵۰ برنامه زیست محیطی و پایش نیروگاه‌ها در کشور اندونزی (خاص نیروگاه‌های ساحلی) [۹]

ملاحظات	برنامه پایش	مدیریت زیست محیطی و کاهش	اثرات زیست محیطی	مورد
		محیط فیزیکی		فاز ساخت
تدارک و انتصاب پیمانکار تحت سرپرست مدیریت نیروگاه بمنظور اجرای برنامه پایش	شامل ملاقات‌های منظم با ادارات محلی و جامعه و پایش نتایج نشست‌ها و اطمینان از نکات عملی و اجراء آنها. مطلع نمودن ادارت و جامعه از مناطق خطرناک و خطرناک و پیروی از قوانین اندونزی و استانداردهای بانک جهانی.	هماهنگ شدن با اهالی روستا و بهبود بخشیدن طب و پرسنل پزشکی مراکز بهداشت در روستاهای اطراف نیروگاهها	گرد و غبار و صدا	
	جمع آوری داده: آب دریا اطراف ساحل wates از ۲ عمق نمونه برداری خواهد شد (سطح و نزدیک کف دریا) در طول پایین و بالای جزر و مد، آنالیز داده: داده‌ها با استاندارد کیفیت جدول بندی (مقایسه شده و قبل از انجام فعالیت‌های نمونه برداری می‌شود. نتایج در طول حفاری و پر کردن روی پایه پایش پیوسته از محل یکسان ارزیابی و مدیریت خواهند شد. به پیروی از حکم وزارتخانه‌های محیط زیست KEP-13/MENLH/10/1996 استانداردهای فاضلاب برای نیروگاه و فعالیت‌های زمین گرمایی ۱۲۹ از ۲۰۰۳ (استاندارد کیفیت برای انتشار)، بودجه لازم: \$۳۰۰۰	عملیات ساخت نیروگاهی در مناطق ساحلی نیاز به عملیات حفاری دارد که باعث کدورت آب و صدمه به آبزیان خواهد شد. لذا باید از روشهای مکشی (لایروب مکشی) برای گودبرداری استفاده شود تا از پراکنش ذرات جلوگیری شود.	کیفیت آب	

جدول ۲-۵۱ برنامه زیست محیطی و پایش نیروگاه‌ها در کشور اندونزی (خاص نیروگاه‌های ساحلی) [۹]

ملاحظات	برنامه پایش	مدیریت زیست محیطی و کاهش	اثرات زیست محیطی	مورد
اندازه گیری به شرکت های خصوصی برون سپاری می شوند.	<p>نمونه برداری ماهیانه از خور و خروجی نیروگاه. از ۲ عمق (سطح و نزدیک کف دریا) در طول پایین و بالای جزر ومد نمونه برداری خواهد شد. آب زیرزمینی اطراف نیروگاه نیز باید مورد نمونه برداری قرار گیرد.</p> <p>نتایج در طول عملیات براساس برنامه پایش پیوسته از محل یکسان مورد مقایسه قرار خواهند گرفت.</p> <p>۲ کدورت آب در نواحی ساحلی نیز باید اندازه گیری شود. درجه، حرارت، pH، اکسیژن محلول، و اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، آمونیاک، سولفید، کل فنل ها قبل از تخلیه به محیط باید اندازه گیری شوند.</p> <p>پیروی از حکم وزارتخانه محیط زیست-KEP (استانداردهای فاضلاب 13/MENLH/10/1996) برای صنایع نیروگاهی و زمین گرمایی. ۱۲۹، ۲۰۰۳ بودجه : \$ ۳۰۰۰</p>	<p>مواد نفتی در پساب خروجی نیروگاه نباید بیش از ۲۰ ppm باشد.</p>	کیفیت آب	
ارتقاء کیفیت آب در سواحل	<p>لجن ابتدا به وسیله آزمایش عصاره گیری آنالیز خواهد شد (کل خصوصیات) به پیروی از No.18 of 1999, No.85 of 1999 مدیریت مواد خطرناک رسمی. بودجه: \$۱۰۰۰. فقط آزمایش</p>	<p>لجن طبق قوانین اندونزی در مکان دارای مجوز دفع خواهند شد.</p>	دفع لجن	

ادامه جدول برنامه زیست محیطی و پایش نیروگاه‌ها در کشور اندونزی (خاص نیروگاه‌های ساحلی) [۹]

فاز عملیاتی	محیط زیست بیولوژیکی	برنامه پایش	ملاحظات
کیفیت آب	تشخیص و تعیین اثرات آلاینده‌ها بر آبزیان منطقه تحت زمان‌های متفاوت و آلاینده‌های مختلف	آنالیز و جمع‌آوری داده: نمونه آب و پلانکتون باید برداشت شوند. نمونه در داخل بطری نمونه برداری گذاشته می‌شود سپس ماده نگه‌دارنده فرمالدئید استون متیل ۴ درصد به آن اضافه می‌شود. بنتوزها با یک تور قلابدار گرفته می‌شوند. یک دستگاه غربال برای جدا کردن بنتوزها از رسوب به کار برده می‌شود. فرمالین به نمونه‌های نگه‌داری شده اضافه می‌شود که سپس در آزمایشگاه آنالیز می‌شود. روش آنالیز: موجود زنده آبی آنالیز شده شامل فراوانی، تنوع، همسانی و چیرگی می‌باشد. بودجه: \$ ۲۰۰۰ درسال	جلوگیری از کاهش صید و گونه‌های آبزیان
فاز ساخت	محیط زیست فرهنگی و اجتماعی اقتصادی		
تغییر مکان	چنانچه فعالیت نیروگاه موجب تغییر مکان ماهیگیران شود باید تمهیدات لازم برای آنها اندیشیده شود. این نوع تمهیدات می‌تواند شامل ارایه وسایل ماهیگیری در اعماق بیشتر و دور از ساحل باشد. جبران مالی نیز از دیگر راهکارها بشمار می‌رود	پایش مستمر در خصوص میزان صید ماهیگیران و مقایسه آن با سال‌های گذشته. بودجه: \$ ۵۰۰۰۰۰ شامل وجوه لازم پرداخت خسارت	ساماندهی مسایل اجتماعی

۱-۲-۵-۲- کشور ژاپن

در این بخش ابتدا قوانین مربوط به این کشور ژاپن مطرح می‌شود، این قوانین در جداول زیر قابل مشاهده می‌باشد. [۹]

جدول ۲-۵۲ استانداردهای کیفیت هوای محیط تدوین شده توسط آژانس محیط زیست ژاپن

ژاپن	
SO ₂ (g/m ³ μ)	
متوسط ۱ ساعته	۲۶۲
متوسط ۳ ساعته	
متوسط ۲۴ ساعته	۱۰۴
متوسط سالانه	
NO ₂ (g/m ³ μ)	
متوسط ۱ ساعته	
متوسط ۲۴ ساعته	۷۵-۱۱۳
متوسط سالانه	
PM ₁₀ (g/m ³ μ)	
متوسط ۱ ساعته	۲۰۰
متوسط ۲۴ ساعته	۱۰۰

جدول ۲-۵۳ استانداردهای کیفیت آب برای حفظ سلامت افراد- کشور ژاپن [۹]

پارامتر	مقدار استاندارد	پارامتر	مقدار استاندارد
کادمیوم	۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر یا کمتر	کل سیانوژن	قابل ردیابی نباشد
سرب	۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر یا کمتر	کروم ۴	۰/۰۵ میلی گرم بر لیتر یا کمتر
آرسنیک	۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر یا کمتر	کل جیوه	۰/۰۰۰۵ میلی گرم بر لیتر یا کمتر
آلکیل جیوه	قابل ردیابی نباشد	PCB	قابل ردیابی نباشد
دی کلرو متان	۰/۰۲ میلی گرم بر لیتر یا کمتر	تترا کلرید کربن	۰/۰۰۲ میلی گرم بر لیتر یا کمتر
۱ و ۲ دی کلرواتان	۰/۰۰۴ میلی گرم بر لیتر یا کمتر	۱ و ۱ دی کلرواتیلن	۰/۰۲ میلی گرم بر لیتر یا کمتر
۱ و ۲ دی کلرواتیلن سیس	۰/۰۴ میلی گرم بر لیتر یا کمتر	۱ و ۱ تری کلرواتان	۱ میلی گرم بر لیتر یا کمتر
۱ و ۱ تری کلرواتان	۰/۰۰۶ میلی گرم بر لیتر یا کمتر	تری کلرواتیلن	۰/۰۳ میلی گرم بر لیتر یا کمتر
تترا کلرواتیلن	۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر یا کمتر	۱ و ۳ دی کلرو پروپن	۰/۰۰۲ میلی گرم بر لیتر یا کمتر
Thiram	۰/۰۰۶ میلی گرم بر لیتر یا کمتر	simazine	۰/۰۰۳ میلی گرم بر لیتر یا کمتر
Thiobencarb	۰/۰۲ میلی گرم بر لیتر یا کمتر	بنزن	۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر یا کمتر
سلنیوم		۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر یا کمتر	

مقادیر استاندارد بر پایه میانگین سالانه مدنظر است. مقدار کل CN (سیانید) مقدار ماکزیمم است.

جدول ۲-۵۴ مقادیر راهنما برای پایش احتیاطی آلودگی به مواد شیمیایی - ژاپن [۹]

مقدار راهنما	پارامتر	مقدار راهنما	پارامتر
۰/۰۴ میلی گرم بر لیتر و کمتر	trans 1,2-dichloroethylene	۰/۰۶ میلی گرم بر لیتر و کمتر	Chloroform
۰/۰۳ میلی گرم بر لیتر و کمتر	p-dichlorobenzene	۰/۰۶ میلی گرم بر لیتر و کمتر	1,2-dichloropropane
۰/۰۰۵ میلی گرم بر لیتر و کمتر	diazinon	۰/۰۰۸ میلی گرم بر لیتر و کمتر	Isoxathion
۰/۰۴ میلی گرم بر لیتر و کمتر	isoprothiolane	۰/۰۰۳ میلی گرم بر لیتر و کمتر	Fenitrothion
۰/۰۴ میلی گرم بر لیتر و کمتر	chlorothalonil	۰/۰۴ میلی گرم بر لیتر و کمتر	oxine copper
۰/۰۰۶ میلی گرم بر لیتر و کمتر	EPN	۰/۰۰۸ میلی گرم بر لیتر و کمتر	Propyzamide
۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر و کمتر	dichlorvos	۰/۰۲ میلی گرم بر لیتر و کمتر	Fenobucarb
-	CNP	۰/۰۰۸ میلی گرم بر لیتر و کمتر	IBP
۰/۰۴ میلی گرم بر لیتر و کمتر	xylene	۰/۰۶ میلی گرم بر لیتر و کمتر	Toluene
۰/۰۲ میلی گرم بر لیتر و کمتر	boron	۰/۰۶ میلی گرم بر لیتر و کمتر	di(2-ethylhexyl) phthalate
۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر و کمتر	nicke	۰/۰۸ میلی گرم بر لیتر و کمتر	Fluoride
۰/۰۰۲ میلی گرم بر لیتر و کمتر	antimony	۰/۰۷ میلی گرم بر لیتر و کمتر	Molybdenum
۱۰ میلی گرم بر لیتر و کمتر		nitrate-N and nitrite-N	

منبع: آژانس محیط زیست ژاپن

در ادامه چشم انداز این کشور را تا سال ۲۰۳۰ در استفاده از وسایل کنترل آلودگی هوا بر اساس سناریو وضعیت موجود مشاهده

می‌شود (جدول ۲-۵۵).

جدول ۲-۵۵ چشم انداز کشور ژاپن را تا سال ۲۰۳۰ در استفاده از وسایل کنترل آلودگی هوا [۴۹]

کشور ژاپن	روش کنترل	۲۰۰۵	۲۰۱۰	۲۰۲۰	۲۰۳۰
Grate boilers	CYC (PM)	–	–	–	–
	WET (PM)	–	–	–	–
	HED (PM)	–	–	–	–
Pulverized coal combustion	WET (PM)	0	0	0	0
	ESP (PM)	3	2	0	0
	HED (PM)	97	98	100	100
	FGD (SO ₂)	97	98	100	100
	LNB (NO _x)	10	0	0	0
	LNB+SNCR (NO _x)	0	0	0	0
Fluidized bed combustion	LNB+SCR	90	100	100	100
	WET (PM)	–	–	–	–
	ESP (PM)	–	–	–	–
	HED (PM)	–	–	–	–
	CFB-FGD (SO ₂)	–	–	–	–
	SNCR (NO _x)	–	–	–	–
	SCR (NO _x)	–	–	–	–
LNB (NO _x)	80	61	52	50	
Natural gas power	LNB+SNCR (NO _x)	0	0	0	0
	LNB+SCR (NO _x)	20	39	48	50

۱-۲-۵-۳- کره جنوبی

چشم انداز کشور کره جنوبی نیز تا سال ۲۰۳۰ در استفاده از وسایل کنترل آلودگی هوا بر اساس سناریو وضعیت موجود در جدول

۲-۵۶ قابل مشاهده است. [۴۹]

جدول ۲-۵۶ چشم انداز کشور کره جنوبی را تا سال ۲۰۳۰ در استفاده از وسایل کنترل آلودگی هوا [۴۹]

کشور کره جنوبی	روش کنترل	۲۰۰۵	۲۰۱۰	۲۰۲۰	۲۰۳۰
Grate boilers	CYC (PM)	–	–	–	–
	WET (PM)	–	–	–	–
	HED (PM)	–	–	–	–
Pulverized coal combustion	WET (PM)	0	0	0	0
	ESP (PM)	72	67	64	61
	HED (PM)	28	33	36	39
	FGD (SO ₂)	95	97	98	98
	LNB (NO _x)	23	13	13	13
	LNB+SNCR (NO _x)	5	5	5	5
Fluidized bed combustion	LNB+SCR	56	68	72	76
	WET (PM)	–	–	–	–
	ESP (PM)	–	–	–	–
	HED (PM)	–	–	–	–
	CFB-FGD (SO ₂)	–	–	–	–
	SNCR (NO _x)	–	–	–	–
Natural gas power	SCR (NO _x)	–	–	–	–
	LNB (NO _x)	20	15	15	15
	LNB+SNCR (NO _x)	0	0	0	0
	LNB+SCR (NO _x)	30	46	50	54

Notes: CYC: cyclone dust collector; WET: wet scrubber; ESP: electrostatic precipitator; HED: high efficiency deduster; FGD: flue gas desulfurization; CFB-FGD: flue gas desulfurization for circulated fluidized bed; LNB: low-NO_x combustion technology; SCR: selective catalytic reduction; SNCR: selective non-catalytic reduction.

۱-۲-۵-۱- کشور روسیه

این کشور نیز پروژه های بلند مدتی را برای کاهش میزان انتشار آلاینده‌ها در برنامه ملی خود تعریف کرده است؛ با توجه به اینکه نیروگاه‌ها یکی از منابع تولید آلاینده‌ها است، پروژه سیستم‌های تصفیه گاز با راندمان بالا، انتشار نزدیک به صفر SO_2 ، NOx و ذرات خاکستر در نیروگاه‌های این کشور در حال اجرا است، خلاصه اجرایی این پروژه در جدول ۲-۵۷ مشاهده می‌شود. [۵۰]

[۵۰]

جدول ۲-۵۷ روند سیستم‌های تصفیه گاز راندمان بالا، انتشار نزدیک به صفر SO_2 ، NOx و ذرات در نیروگاه‌های روسیه [۵۰]

کشور روسیه	۲۰۱۳-۲۰۱۵	۲۰۱۶-۲۰۲۰	۲۰۲۱-۲۰۳۰	بعد از ۲۰۳۰
سیستم‌های تصفیه گاز با راندمان بالا، انتشار نزدیک به صفر SO_2 ، NOx و ذرات خاکستر	R & D توسعه موارد زیر را مد نظر دارد: - جمع‌کننده‌های خاکستر مرکب. - کاهش دو مرحله‌ای اکسید نیتروژن. - آمونیاک-سولفات desulphurization. - دستگاه‌های جدا کننده ترکیب SO_2 ، NOx و ذرات خاکستر	پروژه نسخه‌ی نمایشی برای اعتبار سنجی از فن آوری، گاز پالایی	معرفی تجاری سیستم‌های تصفیه گاز در نیروگاه زغال سنگ با انتشار $SO_2 \leq 100 \text{ mg/m}^3$ $NOx < 100 \text{ mg/m}^3$ ash particles < 1 mg/m^3	کاهش انتشار تا حدود زیر $SO_2 \leq 30 \text{ mg/m}^3$, $NOx < 50 \text{ mg/m}^3$ ash particles < 1 mg/m^3
		توسعه سیستم‌های تصفیه گاز برای واحد‌های تولید برق از زغال سنگ ۶۰۰ تا ۸۰۰ مگاوات	R & D در نظر دارد انتشار نزدیک به صفر SO_2 ، NOx و ذرات خاکستر را فراهم کند	

۱-۲-۵-۲- مقایسه میزان استفاده از روش‌های کنترل آلاینده‌های NOx و SO_2 بین ۱۰ کشور در سال ۲۰۰۶

در جداول زیر مقایسه‌ای بین ۱۰ کشور دنیا و میزان استفاده از هر یک از روش‌های کنترل آلاینده‌های NOx و SO_2 در سال

۲۰۰۶ آمده است، نتایج این پروژه که توسط EIA انجام گرفته در جداول زیر قابل مشاهده می‌باشد. [۵۱]

جدول ۲-۵۸ درصد نیروگاه‌های زغال سنگ سوز استفاده کننده از سیستم‌های کنترل آلاینده‌های NOx و SO₂ در سال ۲۰۰۶ [۵۱]

	SO ₂ control						NOx combustion control			NOx flue gas treatment	
	Wet scrubber	Dry scrubber	Control in fluidised bed	Furnace sorbent Injection	SNOx	Planned FGD	LNB	OFA	FGR	SCR	SNCR
استرالیا	0	0	1	0	0	0	23	20	5	0	0
چین	8	0	0	0	0	6	4	1	0	1	0
فرانسه	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
آلمان	78	0	0	0	0	0	49	49	13	53	0
هند	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ژاپن	73	2	3	0	0	0	63	49	15	65	0
کره	94	0	0	0	0	0	69	44	0	17	0
کشورهای اسکانندیناوی	39	22	6	6	3	0	75	17	0	25	8
انگلیس و ایرلند	21	0	0	0	0	29	90	21	0	0	0
آمریکا	23	5	2	0	0	9	48	31	1	29	4

جدول ۲-۵۹ درصد نیروگاه‌های گاز سوز استفاده کننده از سیستم‌های کنترل انتشار NOx در سال ۲۰۰۶ [۵۱]

	DLNC	LNB	LNB/ OFA	OFA/FGR	LNB/ WI	TSC/ FR	STM IJ	WAT IJ	DLNC/ SCR	LNB/S CR	SCR	DNOX	Other	N/A
استرالیا	8	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	29
چین	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
فرانسه	19	7	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	1
آلمان	4	9	0	0	0	0	1	2	0	0	8	0	0	2
هند	3	4	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	14
ژاپن	6	0	0	0	0	25	0	0	17	0	16	7	0	0
کره	9	15	7	0	0	0	2	1	0	8	0	0	2	3
کشورهای اسکاندیناوی	34	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
انگلیس و ایرلند	33	11	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0
آمریکا	16	0	0	0	0	0	3	2	1	0	6	0	4	0

جدول ۲-۶ نیروگاه‌های مازوت سوز استفاده کننده از سیستم‌های کنترل انتشار NOx در سال ۲۰۰۶ [۵۱]

	DLNC	LNB	LNB/ OFA	TSC	TSC/ FR	EMULS	WAT IJ	SCR	SNCR	DNOX	N/A
استرالیا	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	52
چین	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0	12
فرانسه	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	6
آلمان	0	2	0	0	0	5	0	10	0	1	5
هند	2	0	0	0	0	0	8	0	0	0	11
ژاپن	0	0	0	3	35	0	0	21	1	2	4
کره	0	0	0	0	0	0	3	12	0	0	35
کشورهای اسکاندیناوی	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	5
انگلیس و ایرلند	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
آمریکا	2	6	0	0	0	0	0	3	0	2	0

جدول ۲-۱ درصد نیروگاه‌های مازوت سوز استفاده کننده از سیستم‌های کنترل انتشار SOx در سال ۲۰۰۶ [۵۱]

	Wet scrubber	Dry scrubber	FGD	In fluidised bed	N/A
استرالیا	0	0	0	0	90
چین	0	0	0	0	63
فرانسه	0	0	0	0	25
آلمان	10	1	5	0	57
هند	0	0	0	0	92
ژاپن	14	0	0	0	15
کره	6	1	0	0	54
کشورهای اسکاندیناوی	0	0	1	0	38
انگلیس و ایرلند	0	0	0	0	48
آمریکا	0	0	0	0	52

۳-۱- بررسی اسناد بالادستی

منظور از اسناد بالادستی، قوانین و سیاست‌های کلان کشور است که چشم‌انداز و اهداف کلان حوزه‌های مختلف توسعه فناوری باید منطبق بر این اسناد تدوین گردد. همان‌طور که اشاره شد یکی از مهم‌ترین مراحل در تدوین سند راهبردی تبیین چشم‌انداز است، که به منظور تدوین چشم‌انداز به بررسی اسناد مختلف پرداخته می‌شود. یکی از منابع اصلی برای تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز اسناد بالادستی مرتبط با حوزه مدنظر می‌باشند. 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 شکل‌دادن به مؤلفه‌های چشم‌انداز نقش مهمی بر عهده دارد. در فاز اول بسیاری از اسناد، قوانین و مقررات به تفصیل مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه و در جدول زیر به برخی از مهم‌ترین اسناد بالادستی در این سند اشاره می‌شود.

جدول ۲-۶۲ اسناد بالادستی

ردیف	قانون تصویب شده	متن قانون
۱	افق چشم‌انداز بیست ساله ایران در حوزه علوم، تحقیقات و فناوری	ایران کشوری است توسعه یافته با جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در سطح منطقه، الهام‌بخش در جهان اسلام و دارای تعامل سازنده و موثر در روابط بین‌الملل، مبتنی بر دانایی، توانا در تولید علم و فناوری، متکی بر سهم برتر منابع انسانی و سرمایه اجتماعی در تولید علم، دست‌یافته به جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در سطح منطقه با تاکید پرشتاب و مستمر اقتصادی، ارتقای نسبی سطح درآمد سرانه، و رسیدن به اشتغال کامل.
۲	چشم‌انداز وزارت نیرو	وزارت نیرو در افق چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران، سازمانی است بالنده که با برخورداری از مدیریت دانش محور، منابع انسانی کارآمد ساختاری فراگیری و اثر بخش، ظرفیت‌های غنی نرم افزاری و سخت افزاری خود اتکا، به گونه‌ای عمل می‌کند تا کشور در مدیریت عرضه و تقاضا و دسترسی عادلانه همگان به برق مطمئن و پایا آب سالم و کافی متناسب با ظرفیت‌های ملی و خدمات بهداشتی فاضلاب، در جهان پیشرو شناخته و نیز به عنوان مرکز راهبری برق در منطقه تثبیت شود.

متن قانون	قانون تصویب شده	ردیف
وزارت نیرو در بخش برق با استفاده از منابع متنوع و در دسترس انرژی، مدیریت تقاضا، تکیه بر ساختاری منسجم و متخصصین توانمند و خلاق به گونه‌ای عمل می‌کند تا کشور در عرضه برق مطمئن و پایا و با کیفیت مناسب (در حد استانداردهای جهانی) سرآمد کشورهای منطقه گردد و با ایجاد بسترهای لازم، دسترسی آزاد به شبکه و رقابت منصفانه در بازار برق را میسر نموده و جمهوری اسلامی ایران به عنوان مرکز راهبری شبکه برق در منطقه تثبیت گردد.	چشم‌انداز بخش برق و انرژی وزارت نیرو	۳
اصل پنجاهم به طور صریح عبارتست از "در جمهوری اسلامی، حفاظت محیط‌زیست که نسل امروز و نسل‌های بعد باید در آن حیات اجتماعی رو به رشدی داشته باشند، وظیفه عمومی تلقی می‌گردد. از این رو فعالیت‌های اقتصادی و غیر آن که با آلودگی محیط‌زیست یا تخریب غیر قابل جبران آن ملازمه پیدا کند، ممنوع است."	اصل پنجاهم قانون اساسی	۴
اصل پنجاهم به طور واضح و کلی مشخص کرده است که کلیه فعالیت‌هایی که باعث تخریب یا آلودگی محیط گردند، در کشور ممنوع هستند، در صورتی که این تخریب یا آلودگی غیر قابل جبران باشد. این اصل بر تمامی فعالیت‌ها از جمله پروژه‌های تولید برق اطلاق شده است.	اصل پنجاهم قانون اساسی	۵
جهت تحقق اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران و به منظور پاک‌سازی و حفاظت هوا از آلودگی‌های کلیه دستگاه‌ها و مؤسسات و کلیه اشخاص حقیقی و حقوقی موظفند مقررات و سیاست‌های مقرر در این قانون را رعایت نمایند.	قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (ماده ۱)	۵
اقدام به هر عملی که موجبات آلودگی هوا* را فراهم نماید، ممنوع است.	قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (ماده ۲)	۶

ردیف	قانون تصویب شده	متن قانون
۷	قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا (ماده ۳)	<p>منابع آلوده‌کننده هوا که تحت مقررات این قانون قرار دارند به سه دسته زیر طبقه‌بندی می‌شوند.</p> <ul style="list-style-type: none"> • وسایل موتوری • کارخانه‌ها و کارگاه‌ها و نیروگاه‌ها • منابع تجاری خانگی و منابع متفرقه
۸	قانون جلوگیری از آلودگی آب (ماده ۸)	<p>مسئولین مکلفند ظرف مدت مذکور در اخطار به نسبت به رفع آلودگی در حد استاندارد اقدام کنند، در غیر این صورت بر اساس ماده ۱۱ قانون حفاظت و بهسازی محیط‌زیست از فعالیت یا بهره‌برداری منبع مربوط تا رفع آلودگی جلوگیری خواهد شد.</p>
۹	قانون جلوگیری از آلودگی آب (ماده ۹)	<p>در صورتی که سازمان منبع آلوده‌کننده با دلایل و مدارک قابل قبول سازمان اثبات نماید که ظرف مهلت مقرر در اخطار به رفع آلودگی عملی نیست سازمان می‌تواند مهلت اضافی مناسب برای این‌گونه منابع قائل شود مشروط بر اینکه ادامه فعالیت این منابع خطرات جدی برای سلامت انسان و سایر موجودات زنده در بر نداشته است.</p>
۱۰	قانون جلوگیری از آلودگی آب (ماده ۱۰)	<p>سازمان حفاظت محیط‌زیست در اجرای وظایف قانونی خود موظف است هر یک از منابع آلوده‌کننده را توسط مأمورین خود مورد بازرسی قرار دهد در صورتی که بازرسی هر یک از منابع موجب قوانین دیگر مستلزم یک اجازه از دادستان باشد نسبت به اخذ نمایندگی دادستان اقدام خواهد شد.</p>
۱۱	قانون جلوگیری از آلودگی آب (ماده ۱۴)	<p>تخلیه و پخش فاضلاب یا هر نوع ماده آلوده‌کننده از منابع متفرقه به آب‌های پذیرنده به میزان بیش از حد استاندارد ممنوع است. انواع و طبقه‌بندی آلوده‌کننده و متفرقه توسط سازمان و با همکاری وزارتخانه‌ها و موسسات ذی‌ربط تعیین خواهد شد.</p>
۱۲	قانون جلوگیری از آلودگی آب (ماده ۱۵)	<p>در مواردی که سازمان بنا به دلایل کافی تشخیص دهد کاهش یا از بین بردن آلودگی ناشی از منابع آلوده‌کننده موجود از طریق دیگر به جز انتقال آن‌ها به نقاط مناسب امکان‌پذیر نیست، طرحی در این مورد با همکاری وزارتخانه کشاورزی، جهاد سازندگی، مسکن و شهرسازی، نیرو، کار و امور اجتماعی تهیه و پس از تصویب هیئت‌وزیران به مورد اجرا خواهد گذاشت.</p>

ردیف	قانون تصویب شده	متن قانون
۱۳	قانون جلوگیری از آلودگی آب (ماده ۱۶)	سازمان مجاز است در مواقعی که ضرورت ایجاب نماید استفاده از وسایل و روش‌های مناسب را برای منابع متفرقه برقرار نماید.
۱۴	قانون جلوگیری از آلودگی آب (ماده ۱۷)	رقیق کردن در مرحله تخلیه به‌عنوان تصفیه ممنوع است مگر در موارد خاصی که به تشخیص سازمان حفاظت محیط‌زیست، خطر آلودگی محیط‌زیست را در برداشته باشد.
۱۵	قانون جلوگیری از آلودگی آب (ماده ۱۸)	مسئولین مکلفند تدابیری اتخاذ نمایند تا در مواقع اضطراری که تصفیه فاضلاب‌ها به هر علتی متوقف می‌شود از تخلیه مستقیم فاضلاب به آب‌های پذیرنده خودداری نمایند.
۱۶	قانون جلوگیری از آلودگی آب (ماده ۲۲)	چنانچه تخلف از مقررات این آیین‌نامه موجب ورود هرگونه خسارت به محیط‌زیست آبیان و منابع طبیعی شود دادگاه حسب درخواست سازمان، مسئولین را به پرداخت و جبران خسارت وارد شده محکوم خواهد کرد.
۱۷	اولویت‌های الف در فناوری: فناوری‌های زیست محیطی (مدیریت و فناوری آب، خاک و هوا - کاهش آلودگی آب، خاک و هوا - مدیریت پسماند-بیابان زدایی - مبارزه با خشکسالی و شوری)	اولویت‌های الف در فناوری: فناوری‌های زیست محیطی (مدیریت و فناوری آب، خاک و هوا - کاهش آلودگی آب، خاک و هوا - مدیریت پسماند-بیابان زدایی - مبارزه با خشکسالی و شوری)
۱۸	سند جامع علم و فناوری کشور (بند هشتم)	تثبیت جایگاه کشور در فناوری زیستی به منظور کسب ۳ درصد از بازار جهانی مربوطه

- منظور از آلودگی هوا عبارتست از وجود و پخش یک یا چند آلوده‌کننده اعم از جامد، مایع، گاز، تشعشع پرتوزا و غیر پرتوزا در هوای آزاد به مقدار و مدتی که کیفیت آن را به طوری که زیان‌آور برای انسان و یا سایر موجودات زنده و یا گیاهان و یا آثار و ابنیه باشد، تغییر دهد.

در جدول زیر موارد و ویژگی‌های قابل برداشت از قانون که در تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز باید در نظر گرفته شوند، ذکر شده است.

جدول ۲-۶۳ موارد قابل برداشت از قوانین جهت تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز

قانون تصویب شده	موارد و ویژگی‌های قابل برداشت از قانون که در تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز باید در نظر گرفته شوند
ماموریت وزارت نیرو	بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای علمی، پژوهشی و روش‌های پیشرفته مدیریت
	توسعه فناوری‌های نوین سازگار با محیط زیست
	توسعه و ارتقای بهره‌وری و کیفیت ارائه خدمات در سطح ملی
	استقلال سیاسی-اقتصادی کشور و افزایش توان دفاعی کشور در افق ۱۴۰۴
	صنعت آب و برق کشور را به سطح جهانی، به ویژه کشورهای منطقه گسترش می‌دهد

قانون تصویب شده	موارد و ویژگی‌های قابل برداشت از قانون که در تدوین بیانیه اولیه چشم‌انداز باید در نظر گرفته شوند
چشم انداز وزارت نیرو	وزارت نیرو در افق چشم انداز جمهوری اسلامی ایران ، سازمانی است <u>بالنده</u>
	<u>برخورداری از مدیریت دانش محور ، منابع انسانی کارآمد ساختاری فراگیری و اثر بخش ، ظرفیت های غنی نرم افزاری و سخت افزاری خود اتکا</u>
	<u>مدیریت عرضه و تقاضا و دسترسی عادلانه همگان به برق مطمئن و پایا آب سالم و کافی متناسب با ظرفیت های ملی و خدمات بهداشتی فاضلاب</u>
	<u>در جهان پیشرو شناخته</u>
چشم انداز بخش برق و انرژی	<u>تثبیت به عنوان مرکز راهبری برق در منطقه</u>
	<u>در حد استانداردهای جهانی سرآمد کشورهای منطقه گردد</u>
چشم انداز بخش آب	<u>تثبیت به عنوان مرکز راهبری شبکه برق در منطقه</u>
	<u>ایجاد تعادل و پایداری بین منابع و مصارف آب</u>
	<u>حفاظت کمی و کیفی و ارتقا، بهره وری از منابع آب</u>
	<u>رعایت حقوق کلیه ذینفعان</u>
	<u>دسترسی عادلانه همگان به آب سالم و کافی</u>
	<u>سرآمد کشورهای منطقه باشد .</u>

۴-۱- تبیین ابعاد چشم انداز

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. یک افق چشم‌انداز ملی باید دربرگیرنده‌ی مؤلفه‌های زیر باشد:

- درنظرگیری 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
- درنظرگیری ملاحظات اصول ارزشی
- 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)

به منظور تعیین ابعاد چشم‌انداز ابتدا با توجه به نتایج خروجی مطالعات الگو برداری و موارد استخراج شده از اسناد بالادستی گزینه‌های پیشنهادی تعیین ابعاد چشم‌انداز مطرح گردید.

در جدول زیر گزینه‌های پیشنهادی که می‌تواند در تعیین ابعاد چشم‌انداز مدنظر قرار گیرند، ذکر شده است.

جدول ۲-۶۴ گزینه‌های پیشنهادی تعیین ابعاد چشم انداز

ابعاد چشم‌انداز	گزینه‌های پیشنهادی
افق برنامه‌ریزی	۱۴۰۴
جایگاه و رتبه‌ی عددی توانمندی فناوری‌ها در منطقه و جهان	<ul style="list-style-type: none"> ✓ در سطح جهانی ✓ در سطح منطقه
ذکر اهداف بالادستی تعیین شده در اسناد قبلی	<ul style="list-style-type: none"> ✓ بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای علمی، پژوهشی و روش‌های پیشرفته مدیریت پایدار کمی و کیفی منابع ✓ شناسایی فناوری‌های نوین و انتقال و بومی‌سازی فناوری‌های دارای مزیت نسبی ✓ باز مصرف منابع در صنعت و کشاورزی ✓ استقرار و توسعه فناوری‌ها و روش‌های نوین در راستای ارتقاء شاخص‌های بهداشتی و اقتصادی
ملاحظات اصول ارزشی	<ul style="list-style-type: none"> ✓ کاهش اثرات منفی تولید برق در سلامت انسان ✓ دسترسی عادلانه همگان به برق مطمئن و پایا و آب سالم و کافی متناسب با ظرفیت‌های ملی و خدمات بهداشتی ✓ ارتقا بهداشت و توسعه پایدار ✓ نقش موثر در رفاه اجتماعی
حوزه‌ی کاربرد فناوری	<ul style="list-style-type: none"> ✓ نیروگاه‌های حرارتی کشور ✓ نیروگاه‌های حرارتی فروشنده برق به وزارت نیرو
نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، و زیست-محیطی حاصل از توسعه	<ul style="list-style-type: none"> ✓ کاهش آلاینده‌های زیست محیطی ✓ کاهش هزینه‌های خارجی (External Costs) ✓ استفاده بهینه از منابع ✓ توسعه و ارتقای بهره‌وری و کیفیت ارائه خدمات ✓ رعایت حقوق کلیه ذینفعان ✓ صدور خدمات فنی و مهندسی مربوطه در منطقه

<ul style="list-style-type: none"> ✓ توسعه فناوری های کاهش آلاینده ها در کشور ✓ توسعه فناوری های نوین سازگار با محیط زیست ✓ توسعه تحقیقات کاربردی و استفاده از فناوری های پیشرفته ✓ شناسایی فناوریهای نوین و انتقال و بومی سازی فناوریهای دارای مزیت نسبی ✓ به کارگیری و بومی سازی فناوری های کاهش آلاینده های نیروگاهها 	تعریف کلی حوزه فعالیت (طراحی، تولید، بکارگیری)
---	--

این گزینه های پیشنهادی در جلسه چهارم کمیته راهبری به اعضای حاضر در کمیته (خانم مهندس داوری و آقایان مهندس صمدی، سهرابی، جلالی، نظری، شفیعی، اسماعیلی، مصطفایی) ارائه گردید. در این جلسه این گزینه های پیشنهادی به صورت دقیق مورد بررسی قرار گرفت و اعضا نظرات خود را به طور کامل ارائه دادند. متن کامل صورت جلسه چهارم و نظرات بیان شده در رابطه با گزینه های پیشنهادی ابعاد چشم انداز در پیوست ۲ آورده شده است. در نهایت موارد زیر به عنوان نکاتی که در تعیین ابعاد چشم انداز باید مد نظر قرار بگیرند، انتخاب شد.

جدول ۲-۶۵ گزینه های مدنظر خبرگان در تعیین ابعاد چشم انداز

ابعاد چشم انداز	گزینه های مدنظر خبرگان
افق برنامه ریزی	۱۴۰۴
جایگاه و رتبه ی عددی توانمندی	<ul style="list-style-type: none"> ✓ در سطح جهانی ✓ در سطح منطقه
ذکر اهداف بالادستی تعیین شده در اسناد قبلی	<ul style="list-style-type: none"> ✓ شناسایی فناوری های نوین و انتقال و بومی سازی فناوری های دارای مزیت نسبی
ملاحظات اصول ارزشی	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ارتقا بهداشت و توسعه پایدار تولید برق ✓ نقش موثر در رفاه اجتماعی

✓ نیروگاه‌های حرارتی کشور	حوزه‌ی کاربرد فناوری
✓ کاهش آلاینده‌های زیست محیطی	نتایج کلی سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، و زیست‌محیطی حاصل از توسعه
✓ توسعه فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها در کشور ✓ بومی‌سازی فناوریهای دارای مزیت نسبی ✓ به‌کارگیری و بومی‌سازی فناوری‌های کاهش آلاینده‌های نیروگاه‌ها	تعریف کلی حوزه فعالیت (طراحی، تولید، بکارگیری)

۱-۴-۱- بیانیه اولیه چشم انداز

با توجه به بررسی مطالعات تطبیقی و اسناد بالادستی و نظرات اعضای کمیته راهبری و پس از نهایی شدن ابعاد چشم انداز، بیانیه اولیه چشم انداز برای کاهش آلاینده‌ها در بخش نیروگاه‌های کشور به حاضرین در جلسه چهارم کمیته راهبری با حضور خانم مهندس داوری و آقایان مهندس صمدی، سهرابی، جلالی، نظری، شفیعی، اسماعیلی، مصطفایی ارائه گردید و طبق مطالعات انجام شده و بررسی وضعیت سایر کشورها و وضعیت موجود ایران، اعضای کمیته بر این نظر بودند که ایران در منطقه می‌تواند بین دو کشور برتر قرار گیرد. متن بیانیه اولیه چشم انداز برای کاهش آلاینده‌ها در بخش نیروگاه‌های کشور به صورت زیر است.

در راستای سند چشم‌انداز بیست‌ساله و نقشه جامع علمی کشور و به منظور تحقق اهداف راهبردی سند چشم‌انداز وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴، صنعت برق جمهوری اسلامی ایران، در جهت توسعه پایدار، ارتقا سلامت جامعه و رفاه اجتماعی، در طراحی و توسعه فناوری‌های اولویت‌دار کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی نیروگاه‌های حرارتی کشور جزو ۲ کشور برتر در منطقه خواهد بود.

جدول ۲-۶۶ بیانیه نهایی چشم انداز

ابعاد چشم انداز	بیانیه اولیه چشم انداز
توجه به اسناد بالادستی	در راستای سند چشم‌انداز بیست‌ساله و نقشه جامع علمی کشور و سند چشم‌انداز وزارت نیرو
افق زمانی	در افق ۱۴۰۴
ملاحظات اصول ارزشی	در جهت توسعه پایدار، ارتقا سلامت جامعه و رفاه اجتماعی
نتایج کلی	در طراحی و توسعه فناوری‌های اولویت‌دار کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی
حوزه کاربرد فناوری	نیروگاه‌های حرارتی کشور
جایگاه	جزو ۲ کشور برتر در منطقه خواهد بود.

فصل دوم: تدوین اهداف کلان

۱-۲- متدولوژی

یکی دیگر از گام‌های اساسی در تعیین ارکان جهت‌ساز، تدوین اهداف توسعه در راستای چشم‌انداز تعریف شده است. این هدف‌گذاری در سطح کلان به منظور 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 به صورت دقیق‌تر و با جزئیات بیشتر انجام دهند.

در روش‌شناسی پیشنهادی برای تدوین اسناد توسعه فناوری، تدوین اهداف با دو رویکرد بالا-به-پایین و پایین-به-بالا صورت می‌پذیرد. رویکرد بالا-به-پایین رویکردی هدف محور است که به دنبال ترسیم یک آینده مطلوب برای توسعه فناوری است. در طرف مقابل، رویکرد پایین-به-بالا نگاهی مسئله‌محور^{۶۵} 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 هدف تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند. در این بخش، فرآیند تدوین اهداف کلان با نگاهی بالا-به-پایین صورت می‌گیرد. این اهداف در راستای چشم‌انداز و با تعریف حوزه‌های هدف مشخص می‌شوند. علاوه بر حوزه‌های هدف که بیان‌کننده ابعاد اهداف تعریف شده هستند، کیفیت آن‌ها نیز باید با مشخص نمودن ویژگی‌های اهداف معین شود.

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:

⁶⁵ Issue-based

حوزه‌های اهداف در مدل کارت امتیازی متوازن^{۶۶} (Kaplan and Norton, 1996)

- 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)

حوزه‌های اهداف در مدل پیرس و رابینسون^{۶۷} (۱۳۸۳)

توجه به مشتری، نوآوری، بهره‌وری، توجه به بخش مالی، منابع انسانی، لحاظ کردن محیط خارجی

حوزه‌های اهداف براساس مدل ترکیبی فیلیپس

- بازار (سعی در حفظ سهم بازار فعلی، افزایش صادرات)
- نوآوری (بالابردن توان نوآوری و طراحی محصول)
- بهره‌وری (بهبود کیفیت محصولات تولیدی، افزایش بهره‌وری واحدهای تولیدی و خدماتی شرکت)
- منابع مالی (استفاده بهینه از منابع مالی شرکت و خارج از شرکت برای تأمین اهداف بازار)
- منابع انسانی (ایجاد انگیزه برای ارائه کار بهتر)
- مسئولیت‌های اجتماعی (حفظ محیط زیست و حفظ ایمنی و بهداشت محیط کار)
- منابع اولیه (تلاش برای تأمین مواد اولیه مورد نیاز از داخل کشور)

^{۶۶} به دلیل اهمیت و شهرت بیشتر این مدل در تدوین اهداف بنگاهی، توضیح کامل این مدل پیوسته‌ها ارائه شده است.

^{۶۷} Pierce & Robinson

حوزه‌های اهداف براساس مدل دکتر اعرابی^{۶۸}

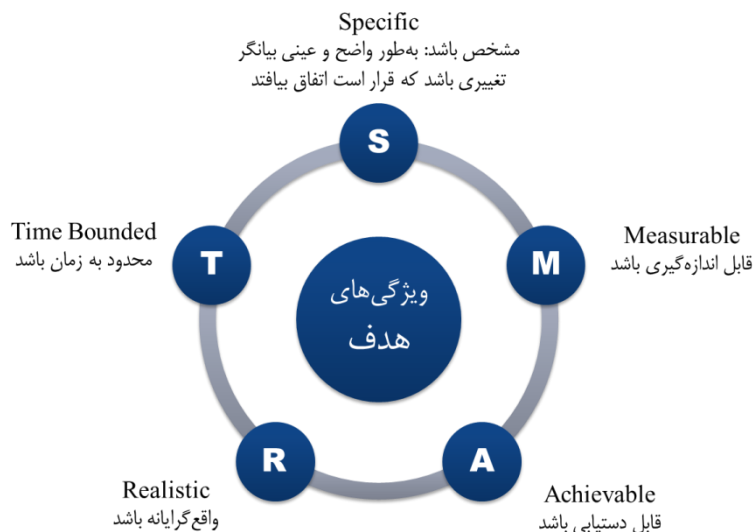
- سودآوری
- بهره‌وری (ساده‌سازی رویه‌ها و سیستم‌ها بر مبنای استانداردهای جهانی)
- موضع رقابتی (ارتقای نقش و جایگاه در اقتصاد ملی، توسعه همکاری‌های بین‌المللی و منطقه‌ای)
- پیشرفت کارکنان (سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی و ظرفیت‌سازی)
- روابط کارکنان
- رهبری فناورانه
- مسئولیت اجتماعی (جلب رضایت، اعتماد و مشارکت خدمت‌گیرندگان)

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

عبارتند از:

- کاربردی 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

^{۶۸} این مدل در مورد تدوین استراتژی گمرک ایران مورد استفاده قرار گرفته است.



شکل ۱-۲ ویژگی‌های اهداف کلان

۲-۲- گام‌های ضروری در تدوین اهداف

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:

۱) 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.

۲) 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.

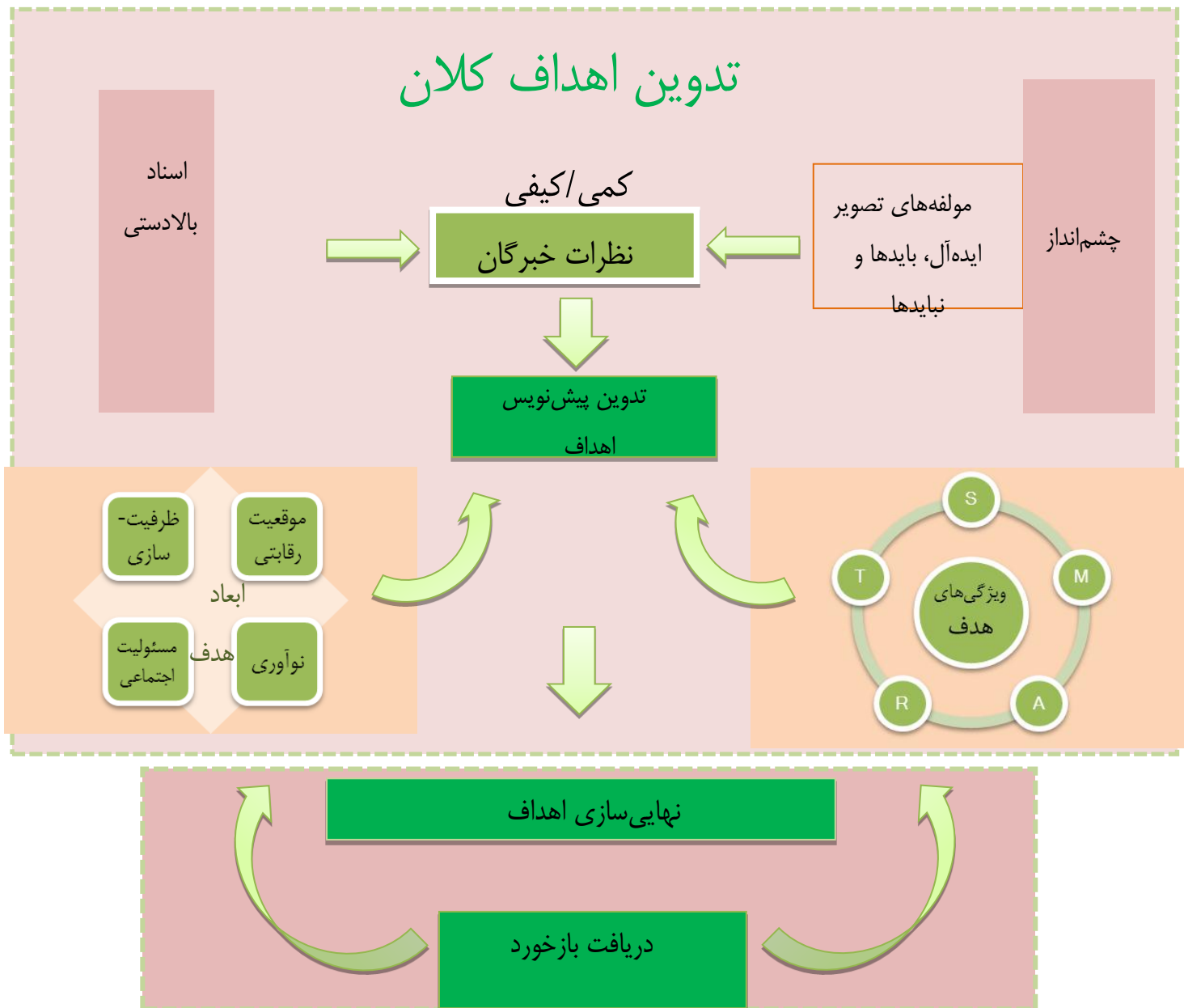
۳) تأیید و نهایی‌سازی اهداف کلان

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.

۴) دریافت بازخورد

از آنجا که تدوین گام‌های مختلف سند در یک فرآیند تعاملی به وقوع 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 ۲-۲ نمایش گرافیکی مراحل تدوین اهداف کلان را به‌طور خلاصه به نمایش می‌گذارد.



شکل ۲۲-۲. روش پیشنهادی برای تدوین اهداف کلان

۲-۳- نتایج حاصل از بررسی گزارش اسناد بالادستی

با توجه به متنوع بودن ارگان‌های قانون‌گذار، اسناد بالادستی متعددی در رابطه با فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها در صنعت برق ایران بررسی شده‌اند که لیست این اسناد ارائه شده است. در اکثر اسناد بررسی شده سیاست‌های کلی کشور مشخص شده و به طور خاص به سیاست‌های مربوط به فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها در صنعت برق اشاره نشده است. با مطالعه قوانین و سیاست‌های مرتبط، موارد قابل استنتاج در تعیین اهداف کلان تعیین شده‌اند.

جدول ۲-۱: موارد قابل استنتاج از اسناد بالادستی برای تعیین اهداف کلان در حوزه فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها در صنعت برق ایران

ردیف	قانون تصویب شده	اهداف قابل استنتاج از قانون
۱	چشم انداز بخش آب	حفاظت کمی و کیفی و ارتقا، بهره‌وری از منابع آب
۲	سند جامع علم و فناوری کشور (بند هشتم)	تثبیت جایگاه کشور در فناوری زیستی به منظور کسب ۳ درصد از بازار جهانی مربوطه
۳	اولویت‌های علم و فناوری کشور	به‌کارگیری و توسعه فناوری‌های اولویت‌الف شامل: فناوری‌های زیست‌محیطی (مدیریت و فناوری آب، خاک و هوا - کاهش آلودگی آب، خاک و هوا - مدیریت پسماند-بیابان زدایی - مبارزه با خشکسالی و شوری)

۲-۴- نتایج حاصل از بررسی چشم‌انداز تدوین شده

با توجه به چشم‌انداز تدوین شده برای توسعه فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها در صنعت برق ایران، تم‌های اصلی چشم‌انداز، طراحی و توسعه فناوری‌های اولویت‌دار کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی نیروگاه‌های حرارتی کشور و بودن جزو ۲ کشور برتر در منطقه است. لذا برای دستیابی به موارد ذکر شده در چشم‌انداز باید اهداف توسعه فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها در صنعت برق ایران را به گونه‌ای تدوین نمود که امکان دستیابی به موارد ذکر شده در چشم‌انداز را در افق تعیین شده امکان‌پذیر سازد، اهداف زیر را می‌توان در راستای چشم‌انداز تعریف کرد:

۱. دستیابی به یک نظام ملی پایش مداوم هوا، آب و خاک در نیروگاه های کشور
۲. دستیابی به توان فنی تولید و به کارگیری فناوری های اولویت دار در حوزه کاهش آلاینده ها
۳. توانمندسازی بخش خصوصی در حوزه فناوری های اولویت دار در حوزه کاهش آلاینده ها
۴. دستیابی قابلیت رقابت پذیری تکنولوژی های نوظهور در حوزه کاهش آلاینده ها

۲-۵- نتایج حاصل از نظرات خبرگان

در ادامه فرآیند تدوین اهداف کلان، تیم اجرایی پروژه بر اساس جمع بندی نتایج بدست آمده از اسناد بالادستی و چشم انداز، پیش نویسی از اهداف کلان تهیه نمودند که این پیش نویس به صورت زیر تهیه شد:

۱. دستیابی به یک نظام ملی پایش مداوم هوا، آب و خاک در نیروگاه های کشور
۲. حمایت از نیروگاه ها در جهت به کارگیری فناوری های اولویت دار از طریق اعمال سیاست های تشویقی متناسب با روند کاهش آلاینده ها و گازهای گلخانه ای در نیروگاه ها
۳. دستیابی کشور به فناوری های اولویت دار در حوزه کاهش آلاینده ها با تأکید بر توانمندسازی بخش خصوصی
۴. دستیابی قابلیت رقابت پذیری تکنولوژی های نوظهور در حوزه کاهش آلاینده ها

به منظور تدقیق و نهایی سازی اهداف کلان پیشنهادی، پیش نویس تهیه شده برای اعضای کمیته راهبری و خبرگان این حوزه ارسال گردید تا در صورت لزوم نظرات کارشناسی خود را به تیم اجرایی پروژه اعلام نمایند.

در نهایت این اهداف فنی پیشنهادی در جلسه پنجم کمیته راهبری (پیوست ۳) با حضور خانمها: جعفرزاده، آویشن و آقایان صمدی، سهرابی، جلالی، نظری، شفیعی، اسماعیلی، مصطفایی مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس جمع بندی نظرات اعضای حاضر در کمیته: بند دوم از اهداف کلان پیشنهادی بیشتر از جنس سیاست و راهبرد بوده و جایگاهی در اهداف کلان نخواهد داشت. ضمناً بر اساس نظر کلیه اعضای حاضر در جلسات شامل خانمها: جعفرزاده، آویشن و آقایان صمدی، سهرابی، جلالی، نظری، شفیعی، اسماعیلی، مصطفایی، به دلیل اینکه هدف اصلی تدوین این سند، توسعه فناوری های کاهش آلاینده های نیروگاهی می باشد، ضروری است اهداف کلانی که کشور برای هریک از فناوری ها در افق چشم انداز به آن دست خواهد یافت، تعیین شوند.

بنابراین در راستای اعمال نظرات اعضای کمیته راهبری، در حدود ۵ جلسه خبرگی با حضور اعضای فنی پژوهشگاه نیرو (شامل آقایان سهرابی، مصطفایی، جلالی، نظری و خانم‌های گروهی و مقدم) تشکیل شد. در این جلسات فنی بازیگران و فعالیت‌های صورت گرفته در هر یک از فناوری‌ها مورد بررسی قرار گرفت که در جدول زیر آورده شده است. (نتایج این ارزیابی در جلسه دوم کمیته راهبری با حضور خانم‌ها: جعفرزاده، آویشن، داوری و آقایان: صمدی، سرمدی، موسوی، شفیعی، اسماعیلی، سهرابی، نظری، جلالی، مصطفایی تدقیق و مورد تأیید قرار گرفت.)

جدول ۲-۲: بازیگران حوزه فناوری‌های کاهش آلاینده

فناوری	بازیگران فعال در این حوزه	فعالیت‌های صورت گرفته و سطح توانمندی
DLN, LNB	شرکت‌های مهندسی مشاور در وزارت نیرو، مپنا، سازمان توسعه برق	مشعل کلا وارداتی، دانش عملکردی وجود دارد اما دانش ساخت نه
MEMBRANE	دانشگاه سهند (دکتر یگانی، بابالو)، صنعتی اصفهان (دکتر صادقی)، صنعتی شریف (دکتر موسوی)، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم) و پژوهشگاه نفت (پژوهشکده پلیمر)، تربیت مدرس (دکتر امیدخواه)، دانشگاه علم و صنعت (دکتر محمدی)، دانشگاه کرمانشاه (دکتر مدائنی)، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، دانشگاه تهران (دکتر فاطمی)	پروژه ساخت پایلوت تماس دهنده غشایی انجام شده دانش ساخت غشا در مقیاس آزمایشگاهی موجود است، ساخت در اشل نیمه صنعتی صورت گرفته است در حال حاضر مواد اولیه وارداتی است دانش ساخت صنعتی نداریم
Microalgae	دانشگاه صنعتی شریف، سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی، دانشگاه فردوسی، پژوهشگاه نیرو، دانشگاه تهران، پژوهشکده آبی پروری (دکتر فلاحی)، پارک زیست فناوری قشم	
FGD	سابا، توانیر، مپنا، موندکو	قابلیت ساخت برخی بخش‌ها وجود دارد، فاز صفر ساخت انجام شده است پایلوت Wet ساخته شده است از لحاظ دانشی به بلوغ رسیده ولی تولید نشده
ESP	ساخت در دانشگاه علم و صنعت (جهاد دانشگاهی)، وجود دانش عمومی در وزارت نیرو، دانشگاه تهران (مرکز فناوری کنترل آلودگی هوا_دکتر نورپور)	در صنعت برق زیاد کار نشده (بیشتر در صنعت سیمان)
IGCC	دانشگاه صنعت اب و برق (دکتر خوشخو)، شرکت موندکو	ساختش خیلی مشکل است
SCR	دانشگاه شریف	در اشل آزمایشگاهی ساخته شده
SNCR	دانشگاه شریف، دانشگاه علم و صنعت، دانشگاه تهران	در اشل آزمایشگاهی ساخته شده
MBR	دانشگاه سهند، صنعتی اصفهان، صنعتی شریف، پژوهشگاه نیرو، دانشگاه تهران	پایلوت ساخته شده و تست شده
Membrane	دانشگاه سهند، دانشگاه کرمانشاه (دکتر مدائنی)، پژوهشگاه نیرو، دانشگاه علم و صنعت، دانشگاه تهران، دانشگاه کرمانشاه، پژوهشکده پلیمر	خرید طراحی و مدول

ادامه جدول ۲-۲

دانش فنی موجود است، پایلوت ساخته شده		DAF
دانش موجود است در صنعت برق پایلوت ساخته نشده اما در اب شیرین کن ها استفاده شده است	توانیر، پژوهشگاه نیرو	روش‌های تبخیری دستگاهی
کاملاً وارداتی، دانش فنی خاصی نداریم ولی دانشش پیچیده هم نیست، عدم وجود دانش کافی	دانشگاه شریف، دانشکده بهداشت دانشگاه تهران، شرکت ایران ترانسفر، جهاد کشاورزی	تصفیه شیمیایی
به علت پایین بودن راندمان تمایلی به استفاده از آن وجو ندارد	دانشگاه شریف، دانشگاه تهران، شرکت ایران ترانسفر، عدم وجود دانش کافی، تربیت مدرس، جهاد کشاورزی	تصفیه زیستی

در ادامه مسیر تدوین اهداف کلان، با توجه به سطح توانمندی‌های داخلی، برای هر یک از فناوری ها در افق چشم انداز،

هدف کلانی به صورت زیر تدوین گشت. (نتایج این ارزیابی در جلسه دهم کمیته راهبری تدقیق و مورد تأیید قرار گرفت.)

جدول ۲-۳: اهداف مرتبط با فناوری‌های کاهش آلاینده

هدف در ۱۴۰۴	فناوری‌ها
دستیابی به توان ساخت نمونه اولیه در مقیاس کوچک	LNB ,DLN
دستیابی به توان تولید صنعتی غشای تماس دهنده	MEMBRANE
دستیابی به توان ساخت سیستم‌های MicroalgaE در مقیاس نیمه صنعتی	MicroalgaE
دستیابی به توان ساخت صنعتی و استفاده در نیروگاه‌های کشور	FGD
دستیابی به توان ساخت صنعتی و استفاده در نیروگاه‌های کشور	ESP
دستیابی به توان طراحی و ساخت پایلوت راکتور گازی‌فایر	IGCC
دستیابی به دانش فنی ساخت کاتالیست ساخت پایلوت سیستم SCR	SCR
دستیابی به توان ساخت پایلوت سیستم SNCR	SNCR
دستیابی به توان ساخت ماژول‌های صنعتی و نصب در نیروگاه‌ها	MBR
دستیابی به توان ساخت صنعتی غشای مورد استفاده در تصفیه آب و پساب	Membrane
تجهیز نیروگاه‌های کشور به سیستم‌های DAF (با تاکید بر استفاده از سیستم‌های ساخت داخل)	DAF
تجهیز نیروگاه‌های کشور به سیستم‌های تبحیری دستگاهی (با تاکید بر استفاده از سیستم‌های ساخت داخل)	روش‌های تبحیری دستگاهی
نصب و پیاده سازی روش‌های تصفیه شیمیایی در نیروگاه‌ها	تصفیه شیمیایی
نصب و پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی در نیروگاه‌ها	تصفیه زیستی

۲-۶- اهداف کلان

در نهایت پس از بررسی اسناد بالادستی، شکستن اجزای مختلف چشم‌انداز تدوین شده و همچنین جمع بندی نظرات خبرگان، اهداف کلان سند راهبردی و نقشه راه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران، به صورت زیر تدوین شد که شامل موارد زیر است.

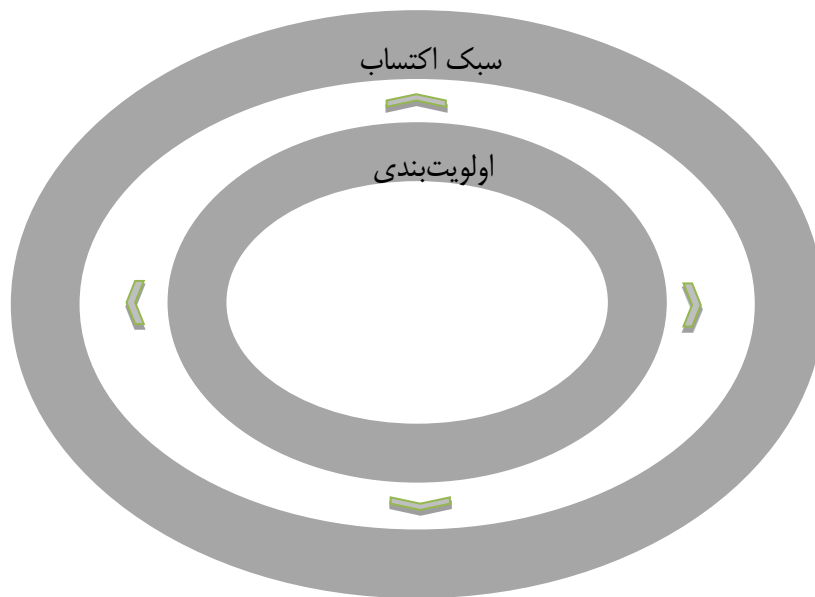
۱. دستیابی به یک نظام ملی پایش مداوم هوا، آب و خاک در نیروگاه های کشور
۲. دستیابی به توان فنی تولید و به کارگیری فناوری های اولویت دار در حوزه کاهش آلاینده ها و دستیابی قابلیت رقابت پذیری تکنولوژی های نوظهور در حوزه کاهش آلاینده ها

 - 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 سیستم های MicroalgaE در مقیاس نیمه صنعتی
 - دستیابی به توان ساخت سیستم FGD صنعتی و استفاده در نیروگاه های کشور
 - دستیابی به توان ساخت سیستم ESP صنعتی و استفاده در نیروگاه های 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 ماژول های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه ها
 - دستیابی به توان ساخت صنعتی غشای مورد استفاده در سیستم های Membrane برای تصفیه آب و پساب
 - تجهیز نیروگاه های کشور به سیستم های DAF (با تاکید بر استفاده از سیستم های ساخت داخل)
 - تجهیز نیروگاه های کشور به سیستم های تبحیری دستگاهی (با تاکید بر استفاده از سیستم های ساخت داخل)
 - نصب و پیاده سازی روش های تصفیه شیمیایی در نیروگاه ها
 - نصب و پیاده سازی روش های تصفیه زیستی در نیروگاه ها

فصل سوم: تدوین راهبردها

راهبردهای ملی فناوری دربرگیرنده‌ی مجموعه‌ای از جهت‌گیری‌هایی است که با معین نمودن خطوط کلی، از عدم قطعیت موجود در توسعه فناوری کاسته و به سؤالات اساسی سیاست‌گذاران در مسیر دستیابی به اهداف کلان پاسخ می‌دهد؛ به طوری که راهبردها را می‌توان معین‌کننده مجموعه جهت‌گیری‌های اصلی برای دستیابی به اهداف دانست. این راهبرد به انتخاب فناوری‌های اولویت‌دار و تعیین نحوه‌ی دستیابی به آن‌ها می‌پردازد. به عبارت دیگر، راهبرد ملی فناوری معین‌کننده‌ی چستی و چگونگی توسعه فناوری در سطح کلان است.

اجزای راهبرد ملی فناوری متشکل از اولویت‌بندی و سبک اکتساب به صورت سلسله‌مراتبی و هر یک تحت اثر لایه‌ی بالایی خود تعیین می‌شوند. به عبارت دیگر، اولویت‌بندی بر تعیین سبک اکتساب فناوری تأثیر می‌گذارد. (شکل ۳-۱)



شکل ۳-۱ رابطه سلسله‌مراتبی مولفه‌های راهبرد ملی فناوری

۳-۱- اولویت‌بندی

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 را برای سرمایه‌گذاری و توسعه مشخص می‌گردد. روش پیشنهادی برای این مؤلفه حاصل جمع‌بندی روش‌های مختلف راهبرد ملی و بنگاهی فناوری است. از میان روش‌های مختلف، روش فناوری‌های حیاتی که به انتخاب فناوری‌های مهم با دو معیار جذابیت و امکان‌پذیری می‌پردازد، با کمی اصلاحات متناسب با هر مفهوم به‌عنوان مبنای روش پیشنهادی استفاده می‌گردد (UNIDO, 2005a). در این روش پیشنهادی، تعیین فناوری‌های برگزیده با استفاده از ماتریس دو بعدی جذابیت-قابلیت^{۶۹} صورت می‌پذیرد. معیارهای جذابیت فناوری با توجه به اهداف کلان تعیین شده و فناوری‌هایی که توسعه آن‌ها بیشترین اثر در تحقق اهداف را دارند دارای جذابیت بالایی خواهند شد. در این روش، بر اساس دو دسته معیار جذابیت و قابلیت به مقایسه میان گزینه‌های مختلف رقیب پرداخته می‌شود. مدل پیشنهادی در چهار مرحله (سطح) پیش‌بینی شده که این مراحل عبارتند از:

۱- تشکیل و تحلیل ماتریس ارزیابی جذابیت-توانمندی

۲- دسته‌بندی (اولویت‌بندی) فناوری‌ها

۳- تعیین روش اکتساب

۴- تدوین راهبردهای توسعه فناوری

۳-۱-۱- متدولوژی تعیین جذابیت و قابلیت / مطلوبیت - امکان‌پذیری

برای نگاشت فناوری‌ها در ماتریس جذابیت-قابلیت، لازم است تا در ابتدا به سنجش میزان جذابیت فناوری و قابلیت ملی برای تولید پرداخت. برای این منظور، باید معیارهایی برای سنجش جذابیت و قابلیت استخراج نمود. بطور کلی در ارزیابی قابلیت، به بررسی نقاط ضعف و قوت کشور در فناوری مورد ارزیابی پرداخته شده و در ارزیابی جذابیت، فرصت‌ها و تهدیدهایی که فناوری برای کشور ایجاد می‌نماید، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

^{۶۹}- Bi-dimensional matrix of attractiveness-capability

۳-۱-۲- جذبیت / مطلوبیت

جذبیت یک فناوری غالباً توسط عواملی تعیین می‌شود که خارج از کنترل محیط درونی (سازمان/صنعت/کشور) بوده و معمولاً به مشخصات ذاتی فناوری مربوط می‌شوند. جذبیت فناوری نسبی است و در مقایسه با فناوری‌های رقیب، معنی پیدا می‌کند. معیارهای جذبیت بر حسب اینکه فناوری در چه مرحله‌ای از چرخه عمر خود قرار داشته باشد، به دو دسته تقسیم می‌شود. در فناوری‌های بالغ، به دلیل شکل‌گیری صنعت در کنار توسعه فناوری، می‌توان تصمیم‌گیری در مورد حوزه‌های مورد نیاز سرمایه‌گذاری را بر پایه منافع ملی حاصل از هر بخش استوار نمود. مفهوم منافع ملی عام‌تر و جامع‌تر از منافع ملی اقتصادی است و شامل منافع زیست‌محیطی، اجتماعی، سیاسی، و فرهنگی هم می‌شود. اما در فناوری‌های نوظهور، به دلیل دور بودن فناوری‌ها از تبدیل شدن به محصول و شکل‌گیری صنعت، استفاده از نگرش منافع ملی کارساز نخواهد بود. اگرچه امکان بررسی اینکه آیا یک فناوری نوظهور در راستای اهداف کلان کشور می‌باشد یا خیر، میسر است ولی شاید نتوان به این سؤال در مورد زیر فناوری‌ها به‌عنوان اجزای فناوری راهبردی پاسخ داد. در این حالت لازم است تا جذبیت زیرفناوری‌ها را با استفاده از گونه‌هایی دیگر از معیارها به‌انجام رساند.

۳-۱-۲-۱- معیارهای جذبیت در فناوری‌های بالغ (دوره‌های اواخر رشد و بلوغ)

آنچه از سوی دولت‌ها و در سطح ملی به‌عنوان جذبیت برای توسعه یک فناوری تلقی می‌شود، منافع ملی حاصل از توسعه فناوری است. توسعه یک فناوری می‌تواند به عاید شدن منافع گسترده‌ی اجتماعی - اقتصادی - سیاسی برای کشور منجر شود. هرچه سطح منافع حاصل از بومی‌سازی یک فناوری بیشتر باشد، به‌همان نسبت تمایل دولت‌ها نسبت به توسعه آن نیز بیشتر می‌گردد. با بررسی ادبیات مربوطه، مطالعات میدانی، و همچنین برگزاری پنل‌های طوفان فکری میان متخصصین، می‌توان معیارهای جذبیت بومی‌سازی یک فناوری یا همان منافع ملی را برای یک کشور نفتی و درحال توسعه مانند ایران، به صورت زیر برشمرد. [۵۲]

- اشتغال‌زایی: یکی از اهداف مهم هر دولت ایجاد شغل و کاهش بیکاری از صحنه‌ی اجتماع است. عموماً دولت‌ها با ایجاد صنایع و فعالیت‌های اقتصادی جدید به دنبال ایجاد مشاغل جدید هستند. در همین حال یکی از مزایای جانبی توسعه فناوری‌هایی که در مراحل بلوغ خود قرار دارند، نیز پدید آمدن مشاغل جدید است. توسعه این فناوری‌ها به‌طور

غالب با توسعه صنایع مربوط به آن همراه است. با توسعه صنایع هم واحدهای تولیدی و خدماتی که عوامل اصلی ایجاد مشاغل هستند توسعه پیدا می‌کند. بنابراین اشتغال‌زایی را می‌توان به‌عنوان یک معیار جذابیت برای فناوری‌های بالغ قلمداد نمود.

▪ ایجاد بازار برای مواد خام: برای کشوری مانند ایران که برخوردار از منابع غنی مواد خام و کانی‌های فلزی و غیرفلزی است، ایجاد بازاری برای استفاده از این منابع و ایجاد ارزش افزوده از مواد خام در یک فرآیند صنعتی یکی از مسائل مورد توجه سیاستگذاران است. این امر به دلیل ایجاد ارزش افزوده بیشتر در نتیجه‌ی پردازش آنها در فرآیندهای صنعتی در مقایسه با فروش آنها به صورت خام اهمیت پیدا می‌کند.

▪ پتانسیل برای صادرات: توسعه‌ی صادرات غیرنفتی در ایران همواره یکی از اولویت‌های سیاستگذاران و دولت‌ها بوده است. اهمیت این موضوع به خاطر وابستگی شدید به صادرات نفتی و سهم پایین صادرات سایر انواع محصولات و خدمات از کل صادرات کشور است. ایجاد یک فناوری جدید در داخل کشور فرصتی را فراهم می‌کند تا امکان فروش محصولاتی جدید به خارج از کشور فراهم شود.

▪ غرور ملی: اکثر دولت‌ها در انتخاب بین فناوری تولید داخل و فناوری وارداتی، در شرایط برابری کیفیت، مورد اول را ترجیح می‌دهند. علت موضوع را می‌توان در معیار جذابیت غرور ملی دانست. غرور ملی یکی از دلایل دولت‌ها برای ایجاد فناوری‌های جدید در داخل کشور است.

▪ جلوگیری از خروج ارز: واردات محصولات نهایی از خارج از کشور منجر به خروج ارز از کشور شده که این امر عموماً برای دولت‌ها چندان خوشایند نیست. لذا بومی سازی فناوری‌هایی که محصول آنها در داخل کشور استفاده می‌شوند از اولویت‌های سیاستگذاران و دولت‌ها می‌باشد.

▪ صرفه‌جویی در هزینه‌های نیروی کار: محصولاتی که در کشورهای صنعتی تولید می‌شوند عموماً از نظر هزینه‌ی نیروی کار در مقایسه با کشورهای در حال توسعه گران‌تر هستند. لذا بومی سازی فناوری‌ها در کشورهایی مانند ایران منجر به صرفه‌جویی در هزینه نیروی کار و در نتیجه ارزانتر شدن محصول می‌شود. استفاده از نیروی کار معمولی

بیشتر در مورد فناوری‌هایی با بلوغ کامل مطرح است. فناوری‌های نوظهور، بیشتر درگیر نیروهای کار تحصیل کرده هستند. بنابراین این معیار نیز بیشتر در مورد فناوری‌های بالغ صادق خواهد بود.

۳-۱-۲-۲- معیارهای جذابیت در فناوری‌های نوظهور (دوره‌های جنینی و اوایل رشد)

▪ معیارهای ارزیابی اثر حوزه‌های فناورانه بر فناوری راهبردی: هرچه اثر یک حوزه بر عملکرد فناوری راهبردی بیشتر باشد، جذابیت آن بالاتر است. اما باید توجه داشت که گاهی یک حوزه فناورانه با اثر نسبتاً کم ولی گسترده خود، می‌تواند تأثیر به مراتب بیشتری در عملکرد کل سیستم داشته باشد. همچنین وابستگی یک حوزه به توسعه حوزه‌های دیگر نیز می‌تواند از جذابیت آن بکاهد. در نتیجه، این دسته از معیارها شامل چهار زیر بخش است:

- معیارهای ارزیابی میزان اثر حوزه‌های فناورانه بر عملکرد فناوری راهبردی،
- گستردگی این حوزه‌ها در انواع فناوری‌های راهبردی،
- سهم آن‌ها در فراهم کردن زمینه دستیابی به حوزه‌های فناورانه جدید دیگر (سرریز دانشی) و
- وابستگی میان حوزه‌ای (حوزه‌های فناورانه زیربنایی).

▪ معیارهای ارزیابی ویژگی‌های ذاتی فناوری: این دسته از معیارها بر خلاف دسته قبل که اثر حوزه‌های فناورانه را ارزیابی می‌کردند، به ویژگی‌های ذاتی آن‌ها می‌پردازد. بعضی از ویژگی‌ها می‌توانند به عنوان وجه امتیاز محسوب شده و باعث جذابیت بیشتر آن شود و برخی دیگر ممکن است از جذابیت آن بکاهد. معیارهایی که برای ارزیابی خصوصیات ذاتی حوزه‌های فناورانه می‌توان در نظر گرفت عبارتند از:

- ریسک جایگزینی با حوزه‌های فناورانه دیگری که در آستانه ظهور هستند (چرخه عمر فناوری) و
- امکان فروش حوزه‌ی فناورانه یا محصولات آن به خارج از کشور (در صورت تسلط کامل).

پس از تعیین معیارها و نیز اندازه‌گیری آن‌ها در حوزه‌های فناورانه مورد نظر، لازم است تا جذابیت فناوری از منظر کلیه معیارها را محاسبه نمود. برای این منظور، لازم است تا از یکی از روش‌های رتبه‌بندی برتری موجود در ادبیات تصمیم‌گیری

استفاده نمود. به‌عنوان یکی از پرکاربردترین روش‌ها، روش PROMMETHEE II در این قسمت مد نظر قرار می‌گیرد. در این روش، با استفاده از تابع ارجحیت خطی، رتبه‌ی هر یک از حوزه‌ها از منظر کلیه معیارهای جذابیت معین می‌گردد.

۳-۱-۳- قابلیت / امکانپذیری

مفهوم قابلیت 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 قابلیت در ماتریس اولویت‌بندی هم‌خوان باشد.

برخی از محققان به ارائه‌ی مدل‌های ارزیابی توانمندی بر مبنای سطوح توانمندی فناوریانه پرداخته‌اند که می‌توانند مبنایی برای ارزیابی قابلیت‌های فناوریانه در سطح ملی قرار گیرد. برای نمونه، ولکات^{۷۰} و همکاران (۱۹۹۷) برای شناسایی عمق توسعه‌ی فناوریانه سطوح زیر را معرفی کرده‌اند:

- سطح صفر: (مصرف^{۷۱}) هیچ توسعه‌ای در کشور رخ نمی‌دهد. اگر فناوری وجود داشته باشد، به‌صورت محصول نهایی وارد شده است.
- سطح ۱: (مونتاز) مونتاژ ساده‌ی قطعات؛ نوآوری محصول یا فرایند کم یا اصلاً صورت نمی‌گیرد.
- سطح ۲: (تطبيق) 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.

⁷⁰ Wolcott

⁷¹ Use

- سطح ۳: (در حال ترقی دادن^{۷۲}) 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 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.

به منظور ارزیابی قابلیت 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 قابلیت، بیانگر شکاف فناورانه کشور در آن حوزه می‌باشد.

در این مطالعه، به منظور ارزیابی قابلیت ملی در توسعه یک فناوری، مدلی ۸ سطحی برای فناوری‌های بالغ و مدلی ۶ سطحی برای فناوری‌های نوظهور بر پایه ایده ولکات و همکاران توسعه داده شده است (جدول ۳-۱). این مدل‌های چندسطحی می‌توانند برای نمایش سطوح قابلیت در ابعاد ملی استفاده شوند. سطح قابلیت هر کشور در قالب این سطوح و در دو حالت بالفعل (محقق شده) و بالقوه (قابل دستیابی در ۵ سال آینده) قابل ارائه است. دستیابی به سطوح بالای قابلیت نشان‌دهنده‌ی درجه بومی‌سازی بالاتر در توسعه فناوری مربوط است. در این میان، معمولاً چهار شکاف فناورانه فن‌افزار^{۷۳}، اطلاعات‌افزار^{۷۴}، انسان‌افزار^{۷۵}، و سازمان‌افزار^{۷۶} و مانع از دستیابی به سطح بالای قابلیت در یک کشور می‌گردد (APCTT, 1989).

⁷² Advancing

⁷³ Technoware

⁷⁴ Infoware

⁷⁵ Humanware

⁷⁶ Orgaware

جدول ۳-۱. سطوح قابلیت فناوریانه پیشنهادی برای فناوری‌های اواخر رشد و بلوغ

سطح	قابلیت	شرح
۰	عدم آگاهی از کاربرد	در این سطح از قابلیت فناوری، در داخل کشور اطلاعی از کاربرد و نحوه استفاده از فناوری مورد نظر وجود ندارد.
۱	آگاهی از کاربرد	در این سطح از قابلیت فناوری اطلاع از چگونگی استفاده از فناوری وجود دارد.
۲	توان استفاده	در این سطح نه تنها آگاهی از کاربردهای فناوری وجود دارد، بلکه توان استفاده از آن نیز بالفعل شده است.
۳	توان نگهداری و تعمیرات	در این سطح در کشور افراد یا مجموعه‌هایی وجود دارند که می‌توانند فناوری مورد استفاده را نگهداری و تعمیر نمایند.
۴	توان مونتاژ	در سطح پنجم از قابلیت فناوری، کشور توان مونتاژ اجزای فناوری و ساخت نهایی را دارد.
۵	توان ساخت با کپی طراحی	در این سطح علاوه بر توان مونتاژ، امکان کپی طراحی قطعه مورد نظر از روی نمونه‌های موجود وجود دارد.
۶	توان ساخت با درصدی طراحی بومی	در این مرحله از قابلیت فناوری، توانایی ساخت بومی قطعه با درصدی تغییر در نمونه موجود مطابق با شرایط کشور وجود دارد.
۷	توان ساخت با ۱۰۰ درصد طراحی بومی	در این مرحله از قابلیت فناوری توانایی طراحی کامل بومی قطعه و سپس ساخت آن فراهم شده است. به عبارت دیگر کشور می‌تواند بدون نیاز به کپی برداری از روی نمونه‌های دیگر، قطعه را مستقلاً طراحی و تولید کند.

جدول ۲-۳ سطوح قابلیت فناورانه پیشنهادی برای فناوری‌های دوره‌های معرفی و اوایل رشد

سطح	قابلیت	شرح
۰	عدم آگاهی از کاربرد	در این سطح از قابلیت فناوری، در داخل کشور اطلاعی از کاربرد و نحوه استفاده از فناوری مورد نظر وجود ندارد
۱	آگاهی اولیه نسبت به فناوری	در این سطح اطلاع از کارکردی که یک فناوری ارائه می‌دهد وجود دارد
۲	توان بکارگیری فناوری در محصول	در این سطح، فناوری بدون هیچگونه تغییر نسبت به حالتی که خریداری یا دریافت شده و در محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سطح شامل نگهداری و سرویس تجهیزات مربوط به فناوری نیز می‌شود
۳	توان طراحی و تولید در مقیاس آزمایشگاهی	این سطح به همراه داشتن قابلیت‌های طراحی و تولید فناوری، منتها در مقیاس آزمایشگاهی اشاره دارد. این توان شامل وجود نرم‌افزارها، سخت‌افزارهای آزمایشگاهی و نیروی انسانی خبره می‌باشد.
۴	توان طراحی و تولید در مقیاس صنعتی	امکان طراحی و تولید فناوری در مقیاس صنعتی در این سطح مهیا می‌گردد
۵	تسلط به دانش پایه و مبانی علمی فناوری	بالاترین سطح تسلط به فناوری است. در این سطح، نه تنها کشور و صنعت قادر است به بهره‌برداری کامل از فناوری و توان طراحی و تولید محصول آن در مقیاس صنعتی بپردازد بلکه امکان خلق فناوری‌های جدید را بر مبنای دانش و مهارت حاصل از فناوری موجود دارد.

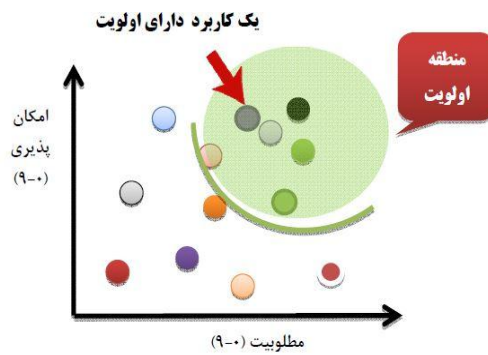
برای سنجش سطح قابلیت بر اساس این مدل، لازم است تا از اطلاعات متخصصان مربوط به این زمینه در حوزه‌های فنی استفاده شود. نحوه جمع‌آوری این اطلاعات می‌تواند هم به صورت مستقیم (مصاحبه) و هم غیرمستقیم (پرسشنامه) باشد. با جمع‌آوری و تحلیل پرسشنامه و مصاحبه‌های صورت‌گرفته، می‌توان سطح قابلیت فناورانه ملی را در دو حالت بالفعل و بالقوه محاسبه نمود.

۳-۱-۴- ترسیم ماتریس‌های مطلوبیت - امکان‌پذیری / جذابیت - قابلیت

اگر کاربردها یا بازارها اولویت‌بندی شده باشند، ماتریس مطلوبیت - امکان‌پذیری به شکل زیر رسم خواهد شد.

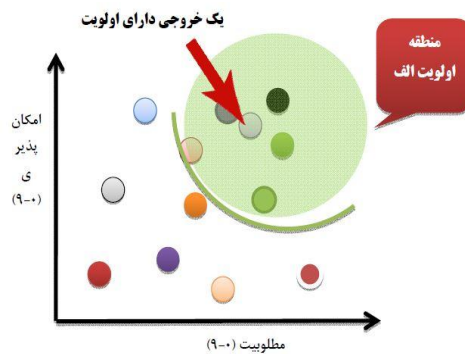
واضح و مبرهن است که در هر سطح از شاخص‌ها و معیارهای خاص خود برای ارزیابی جذابیت (مطلوبیت) و یا قابلیت

(امکان‌پذیری) استفاده خواهد شد.



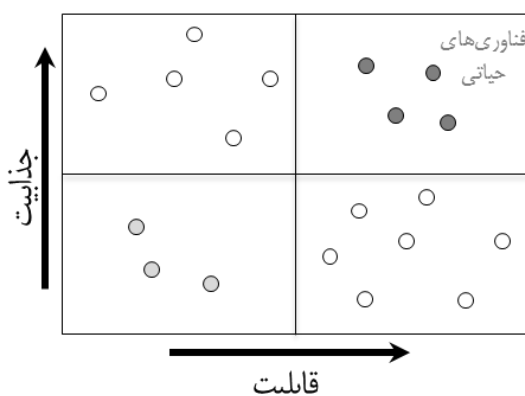
شکل ۳-۲. ماتریس جذابیت - قابلیت (منطقه اولویت)

اگر محصولات / خدمات اولویت‌بندی شده باشند ماتریس زیر به عنوان خروجی‌های فناورانه ترسیم خواهد شد.



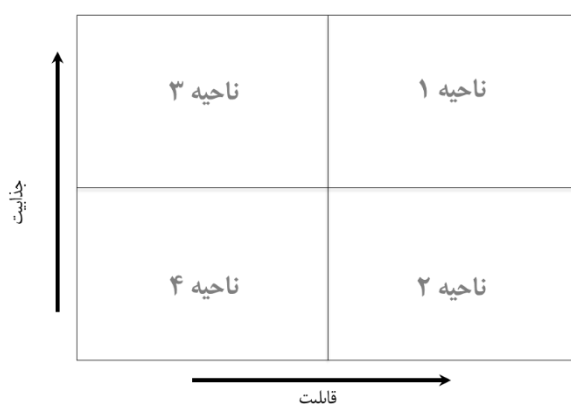
شکل ۳-۳. ماتریس جذابیت - قابلیت (منطقه اولویت الف)

اگر فناوری‌ها (سیستم‌ها) و یا زیرفناوری‌ها (زیرسیستم‌ها) اولویت‌بندی شده باشند، ماتریس جذابیت - قابلیت ترسیم خواهد شد. در این مرحله براساس دو معیار جذابیت و قابلیت، به اولویت‌بندی توسعه فناوری در هر یک از حوزه‌ی فناورانه پرداخته می‌شود. طبیعی است که هرچه میزان جذابیت و قابلیت یک حوزه بالاتر باشد، تصمیم‌گیران تمایل بیشتری به انتخاب آن از خود نشان می‌دهند.



شکل ۳-۴. ماتریس جذابیت- قابلیت (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 اولویت‌دهی حوزه‌های فناورانه در این ماتریس به ترتیب نواحی ۱، ۲، ۳ و ۴ است.



شکل ۳-۵. تقسیم‌بندی ماتریس جذابیت-قابلیت

با تقسیم ماتریس فوق به چهار ناحیه، نتایج زیر حاصل می‌گردد:

- ناحیه ۱ در بردارنده حوزه‌هایی است که امکان ساخت با طراحی بومی (به‌صورت جزئی یا کامل) آنها در ۵ سال آینده وجود دارد و از جذابیت بالایی برخوردار هستند. در این زمینه دولت بایستی حمایت‌های لازم را در توسعه حوزه‌های فناورانه به‌عمل بیاورد.
 - ناحیه ۲ شامل حوزه‌هایی از فناوری است که در ظرف ۵ سال آینده قابلیت ساخت آنها در کشور می‌تواند فراهم شود، اما جذابیت آنها پایین است. در این رابطه، لزومی به حمایت دولت در توسعه این بخش‌ها نیست و با فراهم آمدن قابلیت، توسعه این حوزه‌ها نیز به‌وقوع می‌پیوندد.
 - ناحیه ۳ مشتمل بر حوزه‌هایی می‌شود که اگر چه جذابیت بالایی دارند اما تا ۵ سال آینده امکان ساخت بومی آنها در کشور ایجاد نخواهد شد. در این حوزه‌ها، دولت باید با پیروی هوشمندانه، 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 جذابیت بالایی دارند و نه امکان ساخت آنها ظرف ۵ سال آینده ایجاد شدنی است. این حوزه‌ها از حیطة تمرکز خارج هستند.
- حوزه‌هایی که با توجه به این اولویت‌دهی و نیز نظر تصمیم‌گیران در نواحی قابل قبول قرار می‌گیرند، به‌عنوان اجزای برگزیده برای توسعه انتخاب می‌شوند. سایر حوزه‌ها (قرار گرفته در نواحی غیرقابل قبول) برای تصمیم‌گیری در مورد وضعیت نهایی‌شان به گام بعدی که سنجش بحرانی بودن و وابستگی به مواد خاص است منتقل می‌شوند.
- از مزیت‌های روش ماتریس جذابیت- قابلیت می‌توان به عدم تلفیق این دو نوع معیار، و در نتیجه عدم وزن‌دهی یکسان آنها در تصمیم‌گیری اشاره کرد. چرا که در نظر برخی ممکن است قابلیت دستیابی به فناوری مهم‌تر باشد و از منظر برخی دیگر جذابیت فناوری. در این روش می‌توان هر فناوری را از نظر جذابیت و قابلیت، در ماتریس دید و فناوری دارای جایگاه مناسب را انتخاب نمود. مزیت پراهمیت دیگر این روش، واگذاری تصمیم نهایی به تصمیم‌گیرنده است؛

اکثر روش‌های تصمیم‌گیری ریاضی تصمیم‌نهایی را خود اتخاذ کرده و آنرا به تصمیم‌گیرنده ارائه می‌کنند که این کار در بعضی موارد منجر به غیر منطقی شدن تصمیم می‌شود. لذا در اینجا تصمیم‌نهایی به تصمیم‌گیرنده واگذار می‌شود و تیم مشاور تنها به‌عنوان تصمیم‌ساز جواب‌ها را ارائه می‌نماید.

۳-۲- تعیین جذابیت در حوزه کاهش آلاینده‌ها

با توجه به درخت فناوری موجود، ابتدا میزان جذابیت سه حوزه هوا، آب و خاک از طریق پرسشنامه‌ای که در اختیار خبرگان قرار گرفت، تعیین شد. در این مرحله پرسشنامه‌ها در اختیار ۱۲ نفر از خبرگان قرار گرفت، که اسامی آن به شرح زیر است: خانم‌ها: دلاوری، گروهی، نظری، داوری، جعفرزاده و آویشن و آقایان: سهرابی، مصطفایی، جلالی، پورمقدم، صمدی و سرمدی. پس از مشخص شدن خبرگان جداول زوجی روش تحلیل سلسله‌مراتبی، تهیه شد. اساس روش تحلیل سلسله‌مراتبی بر مبنای مقایسات زوجی قرار دارد. بنابراین پس از تشکیل درخت معیارها، معیارهای موجود در هر سطح نسبت به معیارهای هر ستون مورد مقایسه قرار می‌گیرند، این کار توسط خبرگان انجام می‌شود. بدین ترتیب، جداول مقایسه‌ای ایجاد می‌گردند. مقایسات زوجی و امتیازدهی مربوطه براساس جدول استاندارد شده توماس. ال. ساعتی در نرم‌افزار Expert Choice انجام می‌گیرد.

در مرحله دوم میزان جذابیت آلاینده‌های هوا و سپس جذابیت آلاینده‌های آب مورد بررسی قرار گرفت. در انتها نیز به بررسی جذابیت فناوری‌ها در سه حوزه هوا، آب و خاک پرداخته شد.

پرسشنامه تعیین جذابیت و توانمندی در انتهای سند به پیوست آورده شده است.

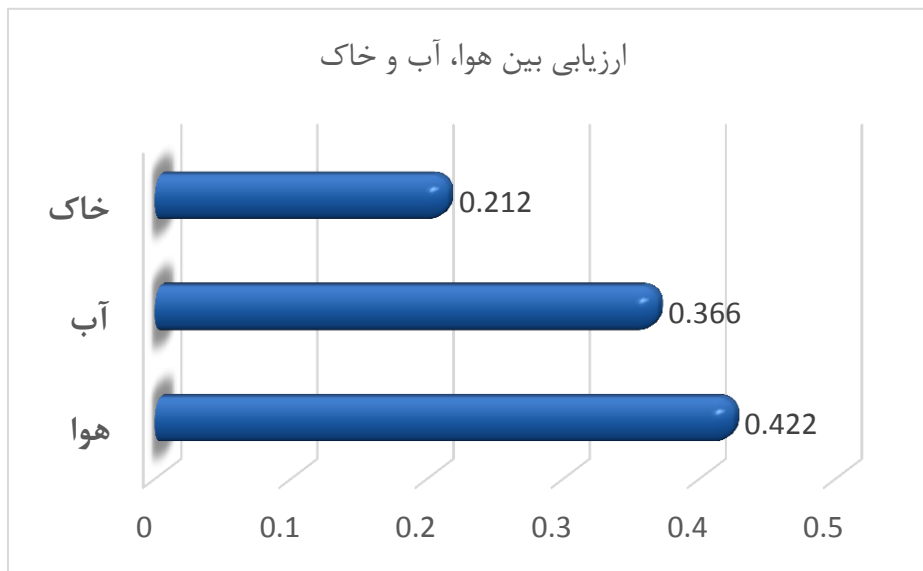
۳-۲-۱- تعیین جذابیت سه حوزه هوا، آب و خاک

برای اندازه‌گیری جذابیت و توانمندی توسعه یک فناوری ابتدا باید شاخص‌های مرتبط با آن را شناسایی کرد. بدین منظور، ابتدا مجموعه‌ای از شاخص‌های موجود در ادبیات و مطالعات سایر کشورها شناسایی شد و پس از برگزاری جلسات متعدد مدیریتی و بررسی به عمل آمده توسط کارشناسان تیم فنی پروژه، شاخص‌های مناسب به اعضای کمیته راهبری ارائه گردید و اعضای محترم کمیته راهبری با اعلام نظرات خود در جلسه چهارم این کمیته، شاخص‌های جذابیت را با توجه به اهداف کلان و بیانیه چشم‌انداز تعیین نمودند.

معیارهای جذابیت این سه حوزه به صورت زیر است.

- فشارها و الزامات بین المللی
- حساسیت افکار عمومی داخلی
- روند آتی سختگیرانه شدن قوانین کشور

پس از مقایسه این سه حوزه بر اساس این معیارها، میزان جذابیت آن‌ها به صورت نمودار زیر بدست آمد.



شکل ۳-۶. ارزیابی جذابیت حوزه های هوا، آب، خاک

همانطوری که در نمودار مشاهده می‌شود، بخش هوا جذابیت بیشتری نسبت به بخش آب و بخش آب جذابیت بالاتری نسبت به بخش خاک دارد.

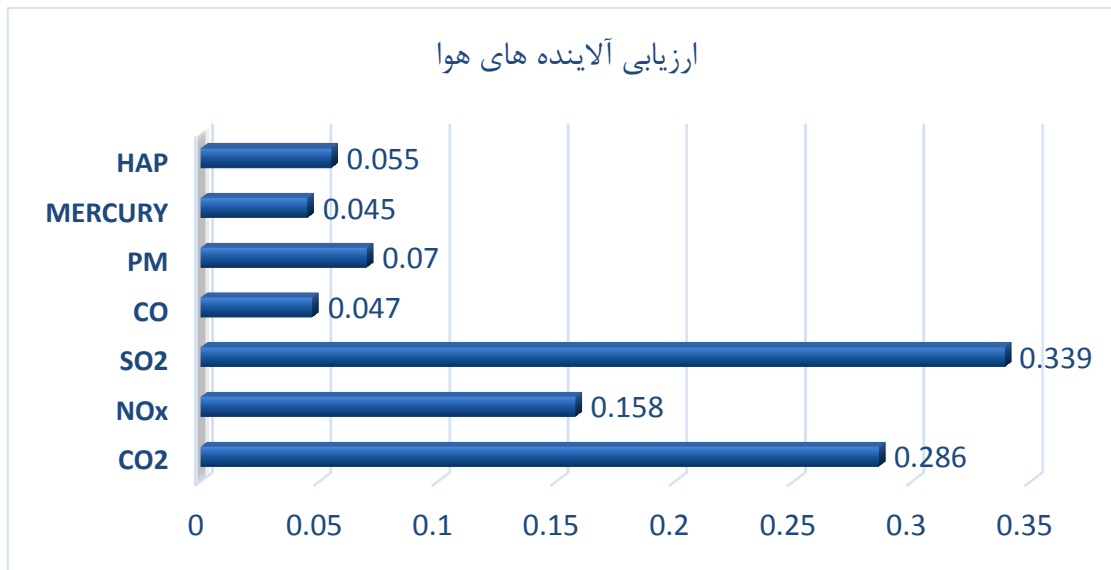
۳-۲-۲- تعیین جذابیت آلاینده‌های هوا

معیارهای جذابیت آلاینده های هوا پس از بررسی سایر کشورها و نظر سنجی از متخصصین این حوزه به شرح زیر تعیین

گردید.

- هزینه اجتماعی
- فاصله وضعیت آلاینده در نیروگاه‌های ایران با شاخص‌های جهانی

پس از مقایسه این سه حوزه بر اساس این معیارها میزان جذابیت آن‌ها به صورت نمودار زیر بدست آمد.



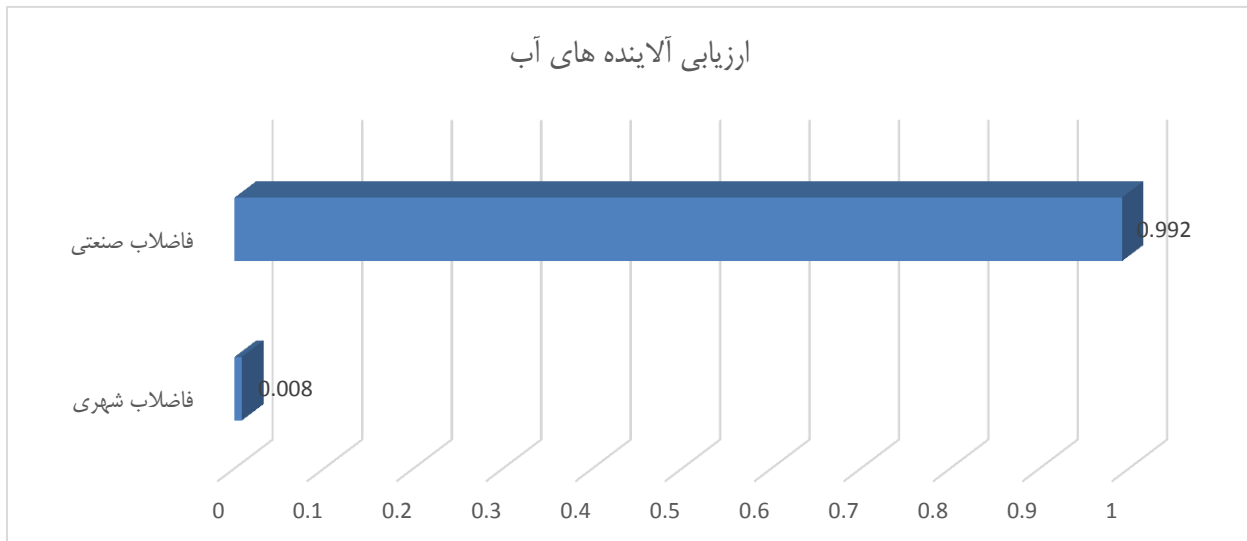
شکل ۳-۷. نمودار جذابیت آلاینده‌های هوا

بر اساس این نمودار آلاینده‌های SO₂, CO₂, NO_x, PM جذابیت بالاتری نسبت به HAP, CO, MERCURY دارند.

۳-۲-۳- تعیین جذابیت آلاینده‌های آب

معیار جذابیت آلاینده‌های آب به صورت زیر است.

- حجم فاضلاب
- پس از مقایسه آلاینده‌های آب بر اساس این معیار میزان جذابیت آن‌ها به صورت نمودار زیر بدست آمد.



شکل ۳-۸. نمودار جذابیت آلاینده های آب

همانطوری که در نمودار مشاهده می‌شود، فاضلاب‌های صنعتی از اهمیت و جذابیت بسیار بالاتری نسبت به فاضلاب‌های شهری در نیروگاه‌های کشور برخوردار است.

۳-۲-۴- تعیین جذابیت فناوری‌های هوا

در این بخش معیارهای جذابیت فناوری‌های هوا شناسایی شده و با استفاده از پرسشنامه‌ای که در اختیار خبرگان این حوزه قرار گرفت، میزان جذابیت هر یک از فناوری‌های موجود در درخت فناوری بدست آمد. برخی از این معیارها به صورت کمی بودند که توسط تیم اجرایی پروژه از منابع به روز استخراج گردیدند و برخی دیگر کیفی بودند که در پرسشنامه از خبرگان این حوزه پرسیده شد. این معیارها شامل موارد زیر می‌شود.

معیارهای کمی

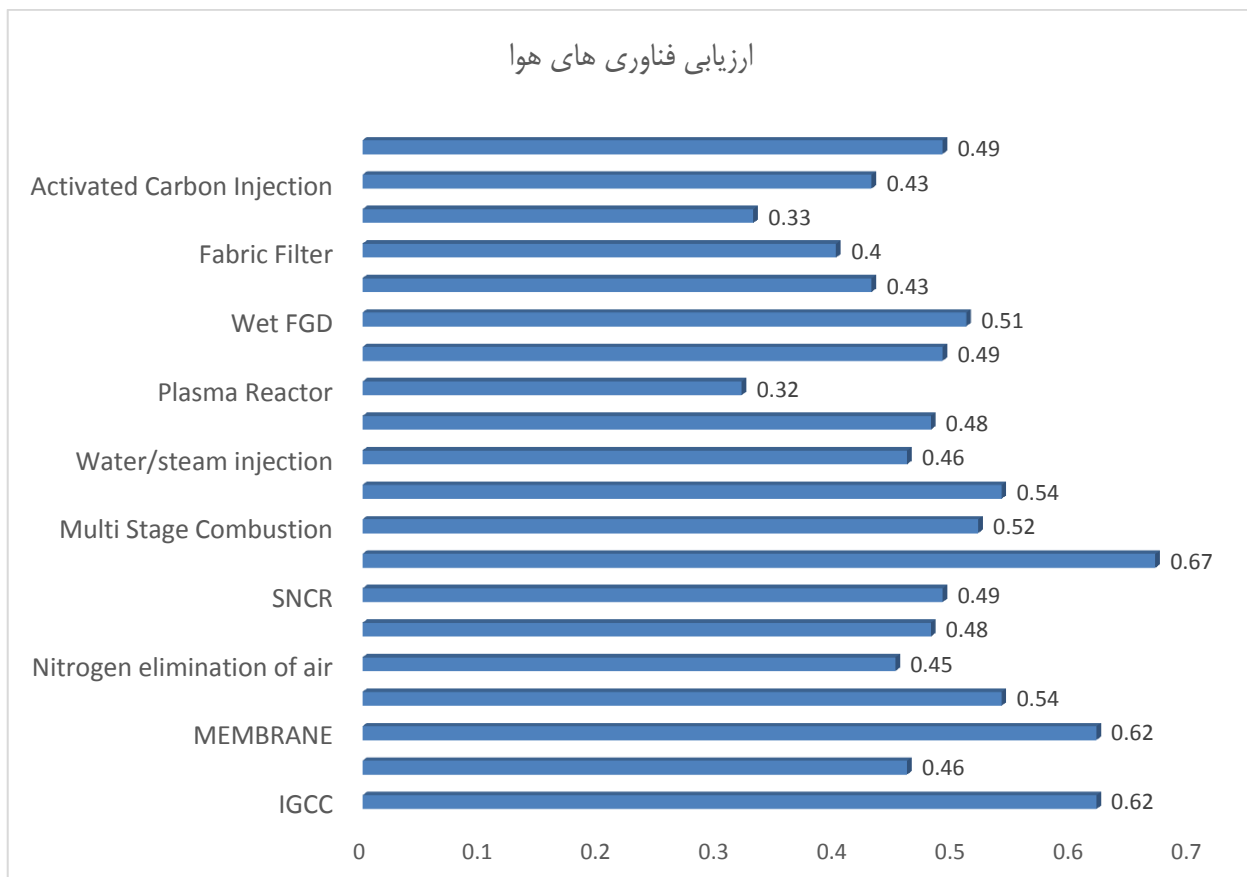
- بازدهی
- هزینه های سرمایه گذاری اولیه
- هزینه تراز شده (LCO)
- حذف و افزایش همزمان چند آلاینده

معیارهای کیفی

- عمر مفید
- سرریز دانشی فناوری
- حجم بازار داخلی
- نرخ رشد بازار
- قابلیت بازیافت محصولات جانبی (فناوری‌هایی که محصولات جانبی ندارند، بالاترین امتیاز را میگیرند)

پس از مقایسه فناوری‌های هوا با استفاده از روش AHP، میزان جذابیت آن‌ها بر اساس معیارهای تعیین شده به صورت

نمودار زیر بدست آمد.



شکل ۳-۹. نمودار جذابیت فناوری های کاهش دهنده آلاینده های هوا

در بخش ارزیابی توانمندی فناوری‌ها، میزان توانمندی هر یک از این فناوری‌ها نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۳-۲-۵- تعیین جذابیت فناوری‌های آب

در این بخش نیز معیارهای جذابیت فناوری‌های آب شناسایی شده و با استفاده از پرسشنامه‌ای که در اختیار خبرگان این حوزه قرار گرفت، میزان جذابیت هریک از فناوری‌های موجود در درخت فناوری بدست آمد. برخی از این معیارها به صورت کمی بودند که توسط تیم اجرایی پروژه از منابع به روز استخراج گردیدند و برخی دیگر کیفی بودند که در پرسشنامه از خبرگان این حوزه پرسیده شد. این معیارها شامل موارد زیر می‌شود.

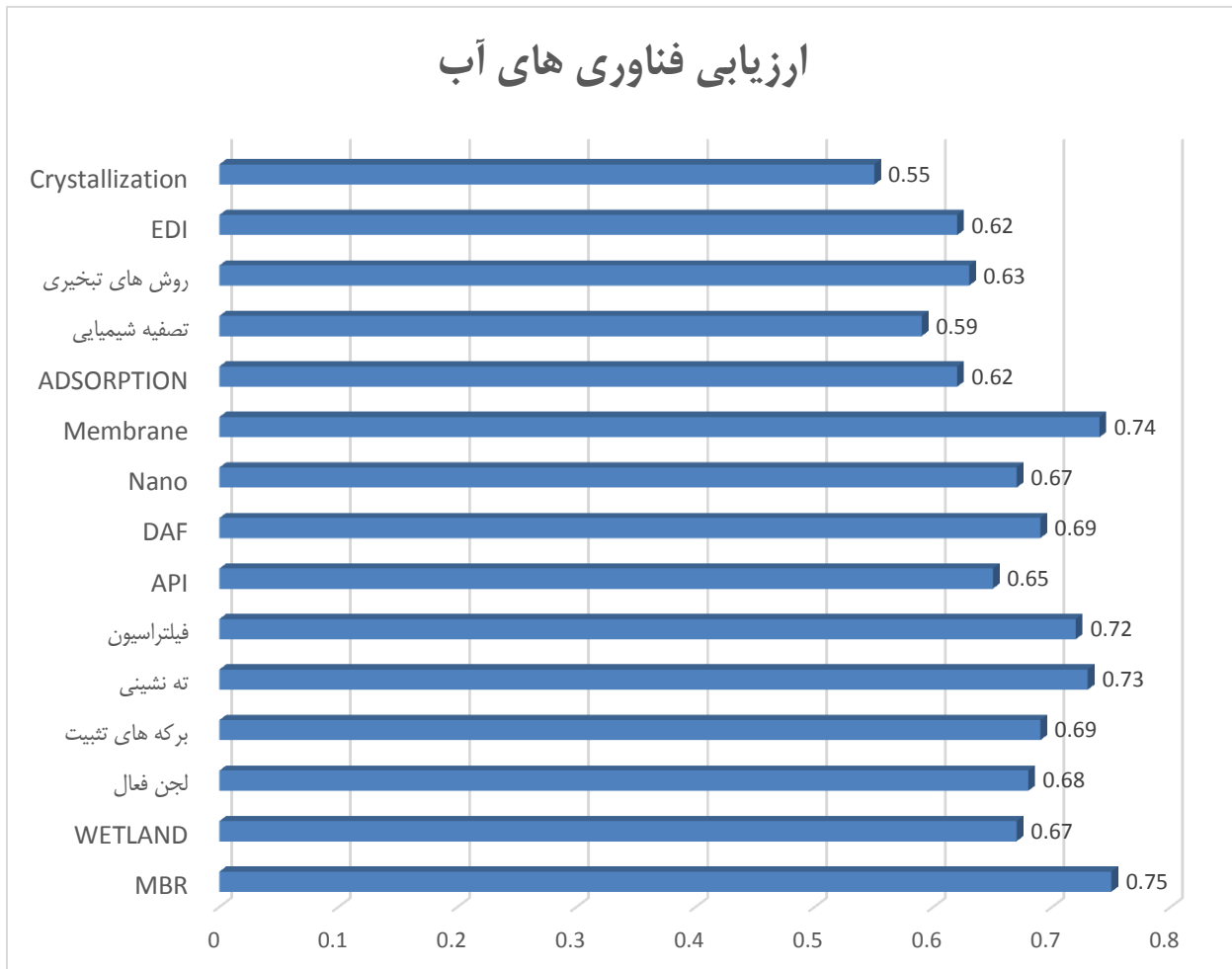
معیارهای کمی

- بازدهی
- هزینه‌های سرمایه گذاری اولیه
- حذف و افزایش همزمان چند آلاینده

معیارهای کیفی

- عمر مفید
- سرریز دانشی فناوری
- حجم بازار داخلی
- نرخ رشد بازار
- قابلیت بازیافت محصولات جانبی (فناوری‌هایی که محصولات جانبی ندارند، بالاترین امتیاز را می‌گیرد)

پس از مقایسه فناوری‌های آب بر اساس این معیارها میزان جذابیت آن‌ها به صورت نمودار زیر بدست آمد.



شکل ۳-۱۰. نمودار جذابیت فناوری های کاهش دهنده آلاینده های آب

در بخش ارزیابی توانمندی فناوری‌ها، میزان توانمندی هر یک از این فناوری‌ها نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۳-۲-۶- تعیین جذابیت فناوری‌های خاک

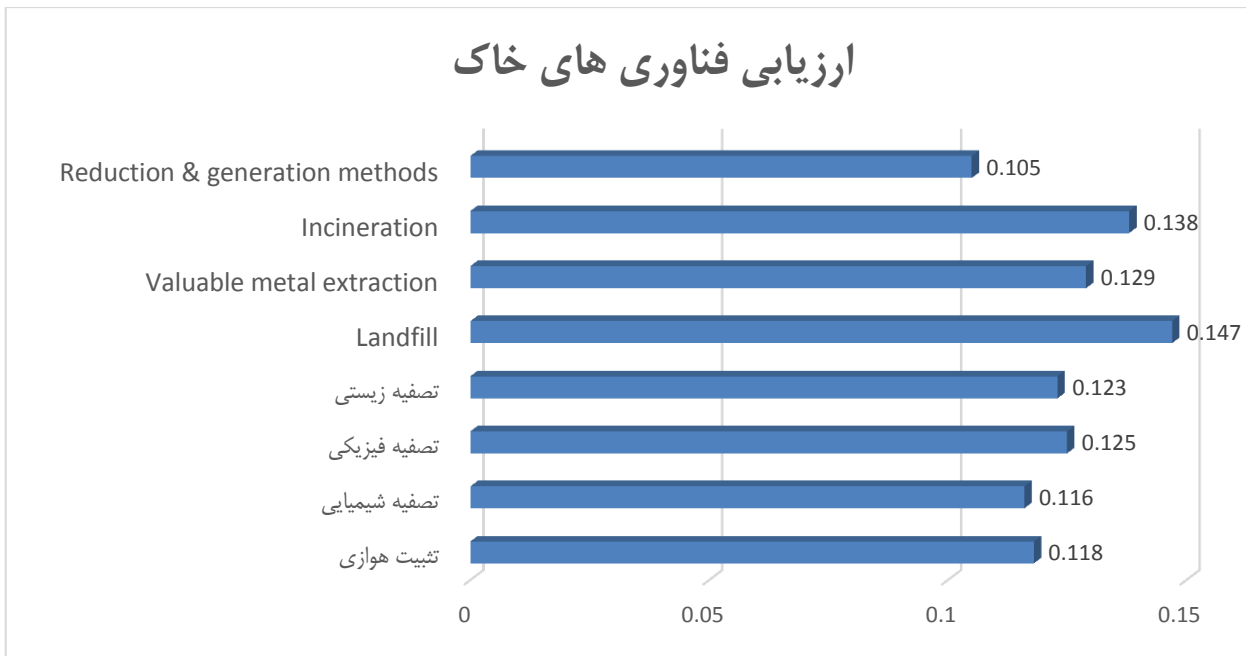
در این بخش نیز معیارهای جذابیت فناوری‌های خاک شناسایی شده و با استفاده از پرسشنامه‌ای که در اختیار خبرگان این حوزه قرار گرفت، میزان جذابیت هریک از فناوری‌های موجود در درخت فناوری بدست آمد. برخی از این معیارها به صورت کمی بودند که توسط تیم اجرایی پروژه از منابع به روز استخراج گردیدند و برخی دیگر کیفی بودند که در پرسشنامه از خبرگان این حوزه پرسیده شد. این معیارها شامل موارد زیر می‌شود.

معیارهای کمی

- بازدهی
- هزینه های سرمایه گذاری اولیه

معیارهای کیفی

- عمر مفید
 - سرریز دانشی فناوری
 - حجم بازار داخلی
 - نرخ رشد بازار
 - قابلیت بازیافت محصولات جانبی (فناوری‌هایی که محصولات جانبی ندارند، بالاترین امتیاز را میگیرند)
- پس از مقایسه فناوری‌های خاک بر اساس این معیارها میزان جذابیت آن‌ها به صورت نمودار زیر بدست آمد.



شکل ۳-۱۱. نمودار جذابیت فناوری های کاهش دهنده آلاینده های خاک

در بخش ارزیابی توانمندی فناوری‌ها، میزان توانمندی هر یک از این فناوری‌ها نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۳-۳- تعیین توانمندی در فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها

پس از ارزیابی جذابیت برای هر یک از فناوری‌های موجود در درخت فناوری، توانمندی بالفعل این فناوری‌ها در سه حوزه هوا، آب و خاک در این بخش مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای این منظور معیارهایی در نظر گرفته شد و از طریق پرسشنامه‌ای که در اختیار خبرگان این حوزه قرار گرفت، سطح توانمندی هر یک از فناوری‌ها مشخص شد.

معیارهای توانمندی بالفعل هر یک از فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها در جدول زیر مشخص شده است.

جدول ۳-۳ معیارهای توانمندی فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها

معیار	سطح توانمندی
نه تنها این محصول در کشور استفاده نمی‌شود بلکه اطلاعات کافی نیز در مورد آن وجود نخواهد داشت	۱
محصول هنوز در کشور استفاده نشده است ولی نسبت به آن آگاهی اولیه و اطلاعات کافی وجود دارد	۲
این محصول به صورت آماده وارد کشور شده و در محصول نهایی استفاده می‌شود	۳
توان تعمیر و نگهداری این محصول در کشور وجود دارد	۴
توان طراحی و ساخت این محصول در کشور در مقیاس آزمایشگاهی وجود دارد	۵
توان ساخت نیمه‌صنعتی و صنعتی این محصول با کپی طراحی خارجی وجود دارد	۶
توان ساخت نیمه‌صنعتی و صنعتی این محصول با طراحی بومی وجود دارد	۷
توان تحقیقات کاربردی در کشور وجود دارد.	۸
توان تحقیقات بنیادین در کشور وجود دارد.	۹

۳-۳-۱- تعیین سطح توانمندی فناوری‌های کاهش آلاینده‌های هوا

در این بخش میزان توانمندی بالقوه و بالفعل فناوری‌های کاهش آلاینده‌های هوا بر اساس معیارهای بخش قبل از طریق پرسشنامه‌ای که در اختیار خبرگان این حوزه قرار گرفت، بیان می‌شود. نتایج پرسشنامه‌های توانمندی بالقوه و بالفعل به صورت زیر است.

جدول ۳-۴. تعیین سطح توانمندی فناوری‌های کاهش آلاینده‌های هوا

توانمندی بالقوه	توانمندی بالفعل	فناوری
2	2	IGCC
9	6	Microalgae
8	4	MEMBRANE
8	7	ABSORPTION
3	2	elimination of air Nitrogen
5	2	SCR
6	2	SNCR
6	5	LNB ,DLN
5	2	Stage Combustion Multi
7	7	FGR
6	4	injection Water/steam
3	1	Combustion Catalytic
3	1	Reactor Plasma
6	5	FGD DRY
7	5	FGD Wet
7	6	ESP
7	6	Filter Fabric
7	3	Cleaning Coal
6	3	Carbon Injection Activated
5	2	Addition Halogen

۳-۳-۲- توانمندی فناوری‌های کاهش آلاینده‌های آب

در این بخش میزان توانمندی بالقوه و بالفعل (توانمندی بالفعل یک فناوری به معنای توانمندی محقق شده آن فناوری بوده و توانمندی بالقوه یک فناوری به معنای توانمندی‌هایی است که در طی ۵ سال آینده محقق می‌شوند.) فناوری‌های کاهش آلاینده‌های آب بر اساس معیارهای بخش قبل از طریق پرسشنامه‌ای که در اختیار خبرگان این حوزه قرار گرفت، بیان می‌شود. نتایج پرسشنامه‌های توانمندی بالقوه و بالفعل فناوری‌ها به صورت زیر است. ولی در نهایت نمودارهای جذابیت توانمندی بر اساس توانمندی بالفعل رسم می‌گردد.

جدول ۳-۵. تعیین سطح توانمندی فناوری‌های کاهش آلاینده‌های آب

توانمندی بالقوه	توانمندی بالفعل	فناوری
6	4	MBR
8	7	WETLAND
8	7	لجن فعال
8	7	برکه های تثبیت
8	7	ته نشینی
8	7	فیلتراسیون
8	7	API
8	6	DAF
5	3	Nano
7	5	Membrane
7	6	ADSORPTION
8	7	تصفیه شیمیایی
7	6	روش های تبخیری
5	3	EDI
5	3	Crystallization

۳-۳-۳- توانمندی فناوری‌های کاهش آلاینده‌های خاک

در این بخش میزان توانمندی بالقوه و بالفعل فناوری‌های کاهش آلاینده‌های خاک بر اساس معیارهای بخش قبل از طریق پرسشنامه‌ای که در اختیار خبرگان این حوزه قرار گرفت، بیان می‌شود. نتایج پرسشنامه‌های توانمندی بالقوه و بالفعل به صورت زیر است.

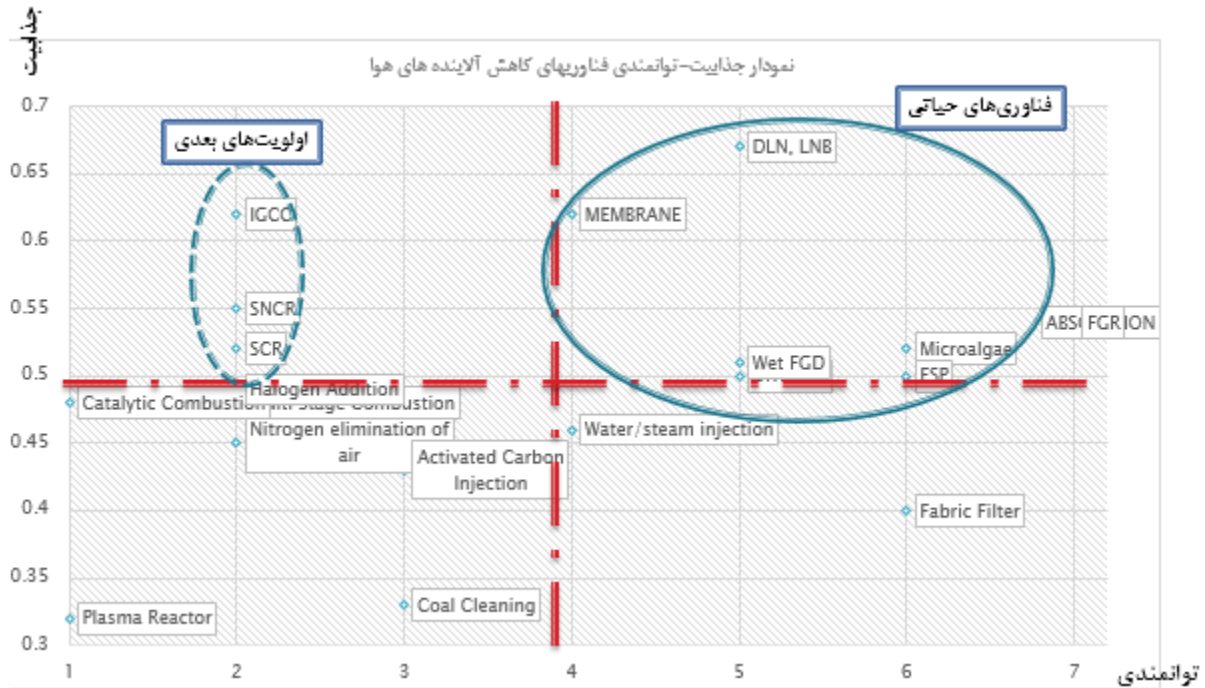
جدول ۳-۶. تعیین سطح توانمندی فناوری‌های کاهش آلاینده‌های خاک

توانمندی بالقوه	توانمندی بالفعل	فناوری
8	7	تثبیت هوازی
7	6	تصفیه شیمیایی
8	6	تصفیه فیزیکی
8	6	تصفیه زیستی
8	7	Landfill
6	4	metal extraction Valuable
6	5	Incineration
5	4	generation methods & Reduction

۳-۴-۲- ترسیم ماتریس جذابیت توانمندی

۳-۴-۱- ترسیم ماتریس جذابیت توانمندی بخش هوا

ماتریس جذابیت توانمندی، نموداری است که محور افقی آن میزان توانمندی بالفعل فناوری و محور عمودی آن میزان جذابیت فناوری را نشان می‌دهد. با استفاده از جذابیت و توانمندی فناوری‌ها که در بخش‌های قبل بدست آمد، می‌توان این نمودار را ترسیم نمود. ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های کاهش آلاینده‌های هوا به صورت شکل زیر است.

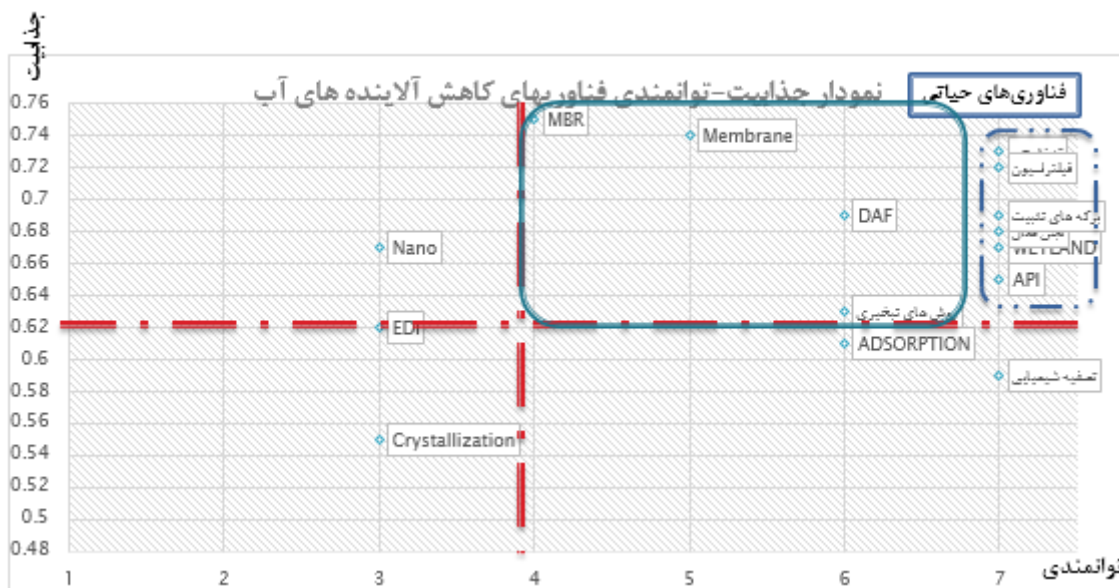


شکل ۳-۱۱. نمودار جذابیت-توانمندی فناوری های کاهش دهنده آلاینده های هوا

همانطوری که در شکل بالا مشاهده می شود، فناوری های موجود در ناحیه یک که شامل DLN, LNB، MEMBRANE، Microalgae، FGD و ESP می شود، در اولویت اول توسعه فناوری قرار دارند و فناوری های موجود در ناحیه ۲ شامل IGCC، SNCR و SCR در اولویت دوم توسعه قرار می گیرند. لازم به توضیح است که از آنجا که کاربرد MEMBRANE و ABSORPTION و Microalgae در کاهش CO_2 می باشد، طبق نظر کمیته راهبری تنها MEMBRANE و Microalgae به عنوان اولویت انتخاب شده اند.

۳-۴-۲- ترسیم ماتریس جذابیت توانمندی بخش آب

ماتریس جذابیت توانمندی، نموداری است که محور افقی آن میزان توانمندی بالفعل فناوری و محور عمودی آن میزان جذابیت فناوری را نشان می دهد. با استفاده از جذابیت و توانمندی فناوری ها که در بخش های قبل بدست آمد، می توان این نمودار را ترسیم نمود. ماتریس جذابیت توانمندی فناوری های کاهش آلاینده های آب به صورت شکل زیر است.

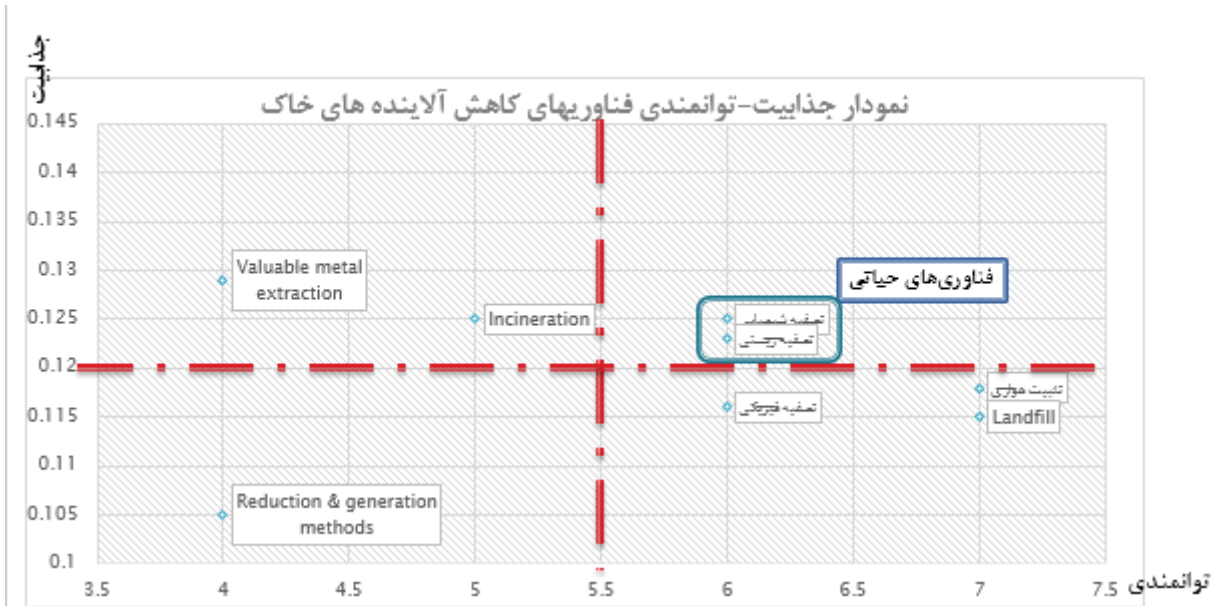


شکل ۳-۱۲. نمودار جذابیت-توانمندی فناوری‌های کاهش دهنده آلاینده‌های آب

همانطوری که مشاهده می‌شود، فناوری‌های MBR, Membrane, DAF و روش‌های تبخیری دستگاهی اولویت اول توسعه در بخش آلاینده‌های آب می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه سایر فناوری‌های موجود در ناحیه اول چون فیلتراسیون، لجن فعال، برکه‌های تثبیت و ... مربوط به فاضلاب‌های شهری می‌باشند و طبق شکل ۳-۸، جذابیت بسیار پایینی دارند جز اولویت اول توسعه قرار نمی‌گیرند و تنها MBR در حوزه فاضلاب شهری در اولویت قرار گرفته است.

۳-۴-۳- ترسیم ماتریس جذابیت توانمندی بخش خاک

ماتریس جذابیت توانمندی، نموداری است که محور افقی آن میزان توانمندی بالفعل فناوری و محور عمودی آن میزان جذابیت فناوری را نشان می‌دهد. با استفاده از جذابیت و توانمندی فناوری‌ها که در بخش‌های قبل بدست آمد، می‌توان این نمودار را ترسیم نمود. ماتریس جذابیت توانمندی فناوری‌های کاهش آلاینده‌های خاک به صورت شکل زیر است.



شکل ۳-۱۳. نمودار جذابیت-توانمندی فناوری های کاهش دهنده آلاینده های خاک

بر اساس این ماتریس، فناوری‌های تصفیه شیمیایی و تصفیه زیستی اولویت اول توسعه در بخش آلاینده‌های خاک هستند.

۳-۵- گزینه‌های پیشنهادی

با توجه به بخش‌های قبل فناوری‌های اولویت‌دار در سه بخش هوا، آب و خاک به صورت زیر است.

بخش هوا

اولویت اول:

- DLN, LNB
- MEMBRANE
- Microalgae
- Wet FGD
- DRY FGD

• ESP

اولویت دوم:

• IGCC

• SCR

• SNCR

بخش آب

• MBR

• Membrane

• DAF

• روش‌های تبحیری دستگاہی

بخش خاک

• تصفیه شیمیایی

• تصفیه زیستی

۳-۶- سبک اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار کاهش آلاینده‌ها

به منظور تصمیم‌گیری درباره نحوه اکتساب فناوری، به طور معمول معیارها و عواملی دخیل هستند که باید طی فرآیند انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری، مدنظر قرار گیرند. این معیارها و عوامل اغلب ناظر بر ویژگی‌های فناوری، دارنده فناوری، ویژگی‌ها و اهداف گیرنده فناوری، بازار و شرایط محیطی می‌باشند. از طرف دیگر به صورت کلی سه سبک برای توسعه تکنولوژی و اکتساب آن وجود دارد که عبارتند از:

• توسعه داخلی (درون‌زا) تکنولوژی

• توسعه مشارکتی تکنولوژی (همکاری تکنولوژیکی)

• خرید محصول تکنولوژی

در این بخش سبک اکتساب هر یک از فناوری‌های اولویت‌دار که در بخش قبل مشخص گردید با توجه به مجموعه معیارهایی مورد بررسی قرار گرفته است.

۳-۶-۱- تشریح مدل سبک اکتساب

امروزه یکی از مهم‌ترین تصمیمات راهبردی پیش روی محیط رقابت جهانی، موضوع اکتساب فناوری می‌باشد. اهمیت این که اکتساب فناوری، از چه روشی انجام گیرد، بسیاری از کشورهای در حال توسعه را بر آن داشته که انواع مختلف روش‌های اکتساب فناوری را مورد ارزیابی قرار داده و در پی انتخاب سودمندترین آن‌ها (از جوانب مختلف) باشند. هر چقدر رویه مورد استفاده برای انتخاب روش اکتساب فناوری کاراتر و عقلانی‌تر باشد، منجر به مزیت‌های بیشتری برای اکتساب کننده خواهد شد. به هر صورت انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری پیش از هر چیز یک مسئله تصمیم‌گیری است و به همین جهت تصمیم‌گیرنده با لحاظ مجموعه‌ای از معیارها و محدودیت‌ها اقدام به انتخاب روش مناسب می‌نماید. بنابراین هر مدلی برای انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری می‌بایست جنبه‌های فوق را مورد توجه قرار دهد.

در این قسمت به تشریح مدل اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار کاهش آلاینده‌ها، پرداخته شده است. بدین منظور در بدو امر به شرح ویژگی‌های کلی مدل پرداخته و سپس مدل نهایی ارائه می‌گردد.

اجزاء مدل اکتساب فناوری

در این قسمت به شرح یکایک اجزا و عناصر این مدل و نقش آن‌ها در مدل می‌پردازیم:

چرخه عمر فناوری (عام): پرسشی که در گام ابتدایی مدل انتخاب روش اکتساب فناوری، مطرح می‌شود، این است که فناوری در حالت عام، در چه مرحله‌ای از چرخه عمر خود قرار دارد. مطابق با پاسخ این پرسش، روش برخورد با فناوری تغییر می‌کند. در مدل ارائه شده فراخور وضعیت فناوری در چرخه عمر، سه حالت زیر به وجود می‌آید:

چنانچه معلوم شود فناوری در مرحله معرفی قرار دارد. "سبک خرید" حذف شده و تنها سبک "تحقیق و توسعه داخلی" و روش همکاری "تحقیق و توسعه مشترک" معنا پیدا می‌کنند. بدیهی است که دلیل این امر عدم امکان‌پذیری سبک خرید و برخی دیگر از روش‌های همکاری می‌باشد.

اگر فناوری مذکور در مراحل رشد و بلوغ باشد، تصمیم‌گیری منوط به پرسش از حجم بازار خواهد بود که در بند بعدی به آن خواهیم پرداخت.

سرانجام اگر فناوری در مرحله پیری و افول باشد، از آنجا که این به معنای معرفی فناوری رقیب در بازار است، پاسخ پرسش بعدی بدیهی می‌گردد به این صورت که چرخه عمر محصول نیز در حالت افول قرار می‌گیرد و در نتیجه سبک تحقیق و توسعه حذف می‌گردد، دلیل این کار نیز این است که چرخه عمر فناوری در حالت افول بوده، رقبا در حال خارج شدن از بازار و فروش فناوری هستند، از سوی دیگر عاقلانه نیست که بر روی یک فناوری از رده خارج، که در سطح بین‌المللی کنار نهاده شده است، تحقیق و توسعه انجام شود.

حجم بازار داخلی: با توجه به مطالب فوق در حالت‌های مختلفی پرسش از حجم بازار داخل ضرورت پیدا می‌کند. حالت اول متعلق به زمانی بود که فناوری عام در مرحله افول از چرخه عمر خود قرار داشت، حالت‌های دوم و سوم نیز ناظر بر وضعیتی است که طی آن چرخه عمر محصول در بازار بین‌الملل، در مرحله رشد و بلوغ یا افول باشد. پاسخ به این پرسش دو خروجی را به وجود می‌آورد:

حالت اول حکایت از کم بودن حجم بازار داخلی داشته و رقم پرداختی بابت خرید آن قابل توجه نمی‌باشد که در این صورت سبک خرید محصول فناوری پیشنهاد می‌شود.

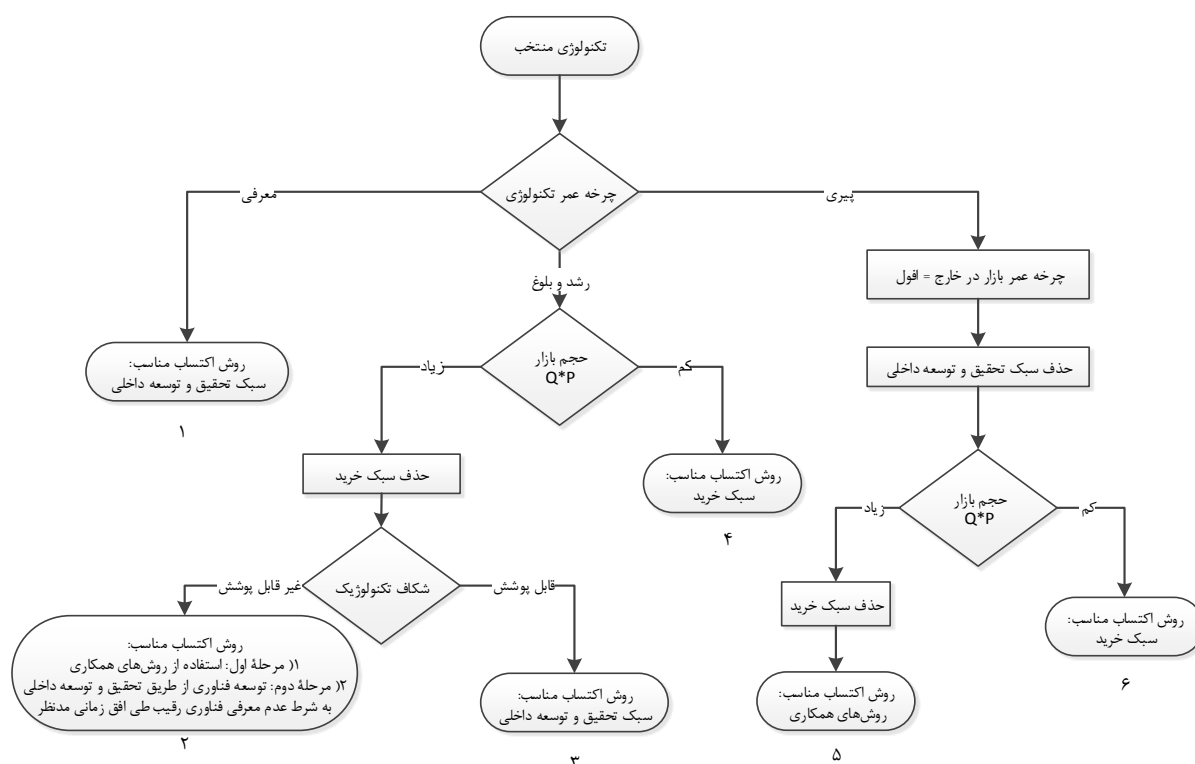
حالت دوم ناظر بر با ارزش بودن بازار داخلی است که در این صورت به دلایلی چون جذاب داخلی، لزوم عدم خروج مقادیر بالای ارز از کشور، لزوم افزایش فرصت‌های شغلی در کشور، سبک خرید حذف شده و ادامه فلوچارت از دو حالت زیر خارج نیست:

اولاً زمانی که در سطوح بالاتر مدل، سبک تحقیق و توسعه حذف شده باشد که طی آن روش‌های همکاری معنادار مدنظر قرار می‌گیرند و پرسش‌های بعدی بر مبنای آن مطرح می‌شوند.

ثانیاً زمانی که در سطوح بالاتر مدل، سبک تحقیق و توسعه حذف نشده باشد، که در این صورت شکاف فناورانه مورد پرسش واقع می‌شود.

شکاف فناورانه: هدف از طرح این معیار، بررسی امکان تحقیق و توسعه در مسیرهایی است که این سبک از میان روش‌های اکتساب حذف نشده باشد. در صورتی که شکاف فناورانه غیرقابل پوشش باشد، سبک تحقیق و توسعه حذف می‌گردد و چنانچه شکاف فناورانه قابل پوشش باشد، سبک تحقیق و توسعه در کنار روش‌های همکاری معنادار مورد بررسی قرار می‌گیرد.

با توجه به موارد ذکر شده مدل سبک اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار در شکل (۳-۲) نشان داده شده است که به فراخور نیاز و با توجه به موضوع مورد بحث از برخی از قسمت‌های آن استفاده شده است.



شکل ۳-۱۴ نمودار سبک اکتساب

۳-۶-۲- ارزیابی معیارهای سبک اکتساب

به منظور اکتساب فناوری‌های اولویت‌دار کاهش آلاینده‌ها معیارهایی از قبیل حجم بازار داخلی، میزان شکاف تکنولوژیکی، چرخه عمر فناوری در این قسمت مورد بررسی قرار خواهد گرفت. بدین منظور اولاً با توجه به پاسخ‌های پرسشنامه‌ای که برای

اولویت‌بندی فناوری‌های اولویت‌دار برای خبرگان فرستاده شده و ثابا با توجه به منابع علمی و اطلاعات موجود در کشور میزان اهمیت هر یک از این معیارها برای فناوری‌های اولویت دار کاهش آلاینده ها مورد بررسی قرار گرفته است.

معیار حجم بازار

برای سنجش میزان فرصت‌های کسب و کار جهت تأمین تقاضای داخل می‌توان از معیار حجم بازار تکنولوژی در داخل کشور و میزان رشد این بازار استفاده نمود. حجم بازار عبارت است از، آن مقدار از ارزش پولی که برای محصول مذکور در بازار داخل کشور، در صورت خریداری به مصرف می‌رسد. این ارزش پولی وابسته به قیمت خرید و کمیت مورد نیاز از محصول مربوطه در کشور می‌باشد. در صورتی که نوع خاصی از یک محصول فناوری در نظر باشد، حجم بازار براساس حاصل ضرب کمیت مورد نیاز از محصول مزبور در قیمت آن محصول، معین می‌شود. این مطلب در رابطه زیر نشان داده شده است:

$$MV = Q \times P$$

Q: کمیت مورد نیاز

P: قیمت محصول

MV : ارزش کل بازار

به عبارت دیگر این معیار ناظر بر رقمی است که در صورت خریداری محصول فناوری پرداخت می‌شود. جهت محاسبه میزان حجم بازار داخلی فناوری های کاهش آلاینده های اولویت‌دار علاوه بر موارد پیش گفته شده، نظرات متخصصین این حوزه در جلسه ششم کمیته راهبری با حضور خانمها: داوری، گروهی و آقایان: سردی، جلالی، سهرابی، شفیعی، مصطفایی، استخراج شد که بر اساس آن اعضای کمیته نظرات زیر را ارائه دادند.

DLN, LNB: در ایران در صورت داشتن توانایی کاهش NOx، تمام نیروگاه‌ها مجهز به DLN و LNB خواهند شد و در نتیجه حجم بازار زیاد است.

MEMBRANE: در نیروگاه‌ها برای جذب CO₂ قابل استفاده می باشد و CO₂ نیروگاه‌ها حجم زیادی دارد، در نتیجه از حجم بازار زیادی نیز برخوردار است.

FGD: در ایران در صورت داشتن توانایی، تمام نیروگاه‌های مازوت سوز بایستی مجهز به FGD شوند و در نتیجه حجم بازار زیاد است.

ESP: در صنایع سیمان و نیروگاه‌های زغال سوز کاربرد زیادی دارد در نتیجه از حجم بازار زیادی برخوردار است.

IGCC: از آنجا که این فناوری، به نیروگاه خاصی نیاز دارد و تعداد این نیروگاه‌ها در ایران کم است، بازار بالقوه این فناوری در ایران کم است.

SCR, SNCR: در صورتی که هدف کاهش Nox در حد استاندارد جهانی باشد، این دو فناوری در تمام نیروگاه‌ها قابل استفاده است.

MBR: این فناوری از آنجا که در صنایع فاضلاب شهری و در نتیجه تمام نیروگاه‌ها کاربرد زیادی دارد از بازار بالقوه زیادی برخوردار است.

Membrane(water): برای کاهش آلاینده‌های صنعتی نیروگاه‌ها در تمام نیروگاه‌ها مناسب است. در نتیجه حجم بازار مناسبی دارد.

روش‌های تبخیری دستگامی: در اکثر نیروگاه‌ها کاربرد دارد در نتیجه از حجم بازار زیادی برخوردار است.

تصفیه شیمیایی و زیستی: اگر در کشوری کاهش آلودگی خاک ناشی از نیروگاه‌ها به عنوان هدف در نظر گرفته شود، این دو روش در تمام نیروگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و در نتیجه از بازار بالقوه زیادی برخوردار است.

میزان حجم بازار هر یک از این تجهیزات اولویت‌دار بر اساس معیار ریاضی ذکر شده و نیز نظرات خبرگان و اینکه با توجه به کاربرد و توانمندی فناوری در ایران کاربرد دارد یا خیر، در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۳-۷. حجم بازار فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها

حجم بازار فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها								
SCR	IGCC	ESP	FGD	MICROALGAE	MEMBRANE(Air)		DLN,LNB	فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها
زیاد	کم	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد		زیاد	حجم بازار
تصفیه زیستی	تصفیه شیمیایی	روش های تبخیری دستگاهی		DAF	Membrane (water)	MBR	SNCR	فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها
زیاد	زیاد	زیاد		زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	حجم بازار

معیار چرخه عمر فناوری

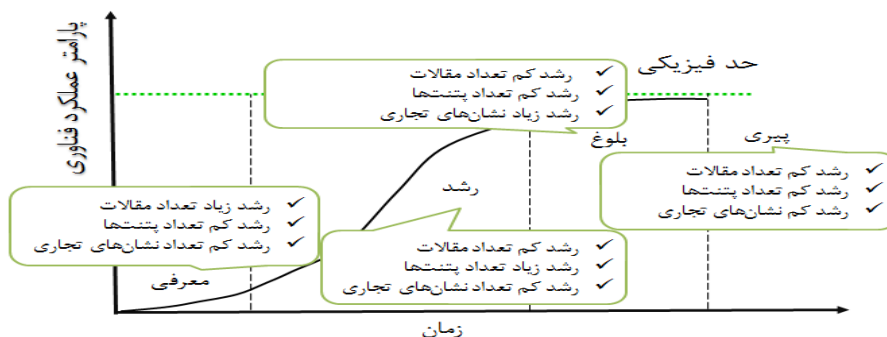
هر تکنولوژی دارای عمری است که به صورت یک منحنی ترسیم می‌شود چرخه عمر تکنولوژی به طور کلی میزان تقاضا برای یک فناوری در طول زمان را بیان می‌دارد. این نمودار دارای چهار بخش اصلی معرفی، رشد، بلوغ و افول است که در شکل نشان داده شده است.

هر فناوری، چرخه عمر خود را از مرحله معرفی که اولین ایده‌ها و مفاهیم در مورد آن مطرح می‌شود آغاز می‌کند. این مرحله عموماً در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی صورت می‌گیرد. در این مرحله بیشترین تعداد مقالات علمی در رابطه با آن موضوع منتشر می‌شود.

زمانی که فناوری مورد نظر قابلیت استفاده صنعتی و تجاری داشته باشد؛ مرحله رشد فناوری در مراکز تحقیق و توسعه صنعتی آغاز می‌شود. این مرحله تا زمانی که فناوری مورد نظر، به مرحله ای برسد که بتوان با استفاده از آن محصول و یا خدمات جدیدی را ارائه کرد ادامه می‌یابد. در این مرحله حجم مقالات به تدریج کاهش می‌یابد و تعداد پتنت‌های مرتبط با آن فناوری افزایش می‌یابد.

پس از مرحله رشد، فناوری وارد مرحله بلوغ می‌شود. در این مرحله سطح فناوری تغییر عمده‌ای نمی‌کند و تغییرات آن در حد بهینه سازی‌های محدودی خواهد بود که در خود صنعت صورت می‌گیرد. در این مرحله از عمر فناوری، مقالات و پتنت‌ها کاهش یافته و در عوض نشان‌های تجاری و شرکت‌هایی که در رابطه با آن فناوری تاسیس می‌شوند، افزایش می‌یابد. با گذشت زمان و ورود فناوری‌های رقیب که قابلیت‌های جدیدی را ارائه می‌کنند، تقاضا برای فناوری قدیمی کمتر شده و مرحله افول آغاز می‌شود. رشد منفی مقالات، پتنت‌ها و نشان‌های تجاری از ویژگی‌های این دوره چرخه عمر فناوری است.

با توجه به توضیحات فوق، چرخه عمر فناوری را می‌توانند به شرح زیر در نظر گرفت:



شکل ۳-۱۵ نمودار چرخه عمر فناوری

در ادامه با توجه به مطالب فوق و گزارش فاز ۱ این سند، چرخه عمر هر یک از فناوری‌های اولویت دار کاهش آلاینده‌ها تعیین می‌گردد.

جدول ۳-۸. چرخه عمر فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها

چرخه عمر فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها								
SCR	IGCC	ESP	FGD	MICROALGAE	MEMBRANE		DLN,LNB	فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها
اواخر رشد	رشد و بلوغ	رشد و بلوغ	اواخر رشد و اوایل پیری	اوایل رشد و اواخر معرفی	رشد و بلوغ و برخی فناوری ها در مرحله معرفی		رشد و بلوغ	چرخه عمر
تصفیه زیستی	تصفیه شیمیایی	روش های تبخیری دستگاهی		DAF	Membrane	MBR	SNCR	فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها
رشد و بلوغ	رشد و بلوغ	اواخر رشد و اوایل پیری		اواخر رشد و اوایل پیری	اواخر رشد و بلوغ	اواخر رشد	اواخر رشد	چرخه عمر

شکاف تکنولوژیک

شکاف تکنولوژیک عبارت است از فاصله میان سطح توانمندی فناوریانه بالقوه کشور در افق زمانی مورد نظر و حداقل سطح توانمندی مطلوب، در ارتباط با فناوری منتخب. بر اساس اینکه این فاصله وجود داشته باشد شکاف قابلیت پوشش نخواهد داشت و در صورتی که فاصله وجود نداشته باشد، شکاف قابلیت پوشش دارد. در جدول زیر قابلیت پوشش و یا عدم قابلیت پوشش فناوری‌های اولویت‌دار کاهش آلاینده‌ها نشان داده شده است.

جدول ۳-۹. شکاف تکنولوژیک فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها

شکاف تکنولوژیک فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها								
SCR	IGCC	ESP	FGD	MICROALGAE	MEMBRANE		DLN,LNB	فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها
قابل پوشش	غیر قابل پوشش	قابل پوشش	قابل پوشش	قابل پوشش	اگر قوانین سخت گیرانه شود، قابل پوشش است.		در حد ساخت نمونه بزرگ: غیر قابل پوشش، در حد نمونه کوچک: قابل پوشش	شکاف تکنولوژیک
تصفیه زیستی	تصفیه شیمیایی	روش های تیخیری دستگاهی		DAF	Membrane	MBR	SNCR	فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها
با کاربرد چندگانه، قابل پوشش	با کاربرد چندگانه، قابل پوشش	قابل پوشش		قابل پوشش	قابل پوشش	قابل پوشش	قابل پوشش	شکاف تکنولوژیک

۳-۶-۳- نتیجه گیری و انتخاب روش مناسب اکتساب

با توجه به مدل اکتساب فناوری های اولویت دار و اطلاعات بیان شده در قسمت قبل در ارتباط با چرخه عمر فناوری، حجم بازار و شکاف تکنولوژیک؛ از بین روش های سه گانه اکتساب فناوری های اولویت دار (سبک خرید، توسعه درونزا و انتقال فناوری) در جدول زیر روش اکتساب فناوری منتخب برای هر یک از فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها بیان شده است.

جدول ۳-۱۰. سبک اکتساب فناوری های اولویت دار کاهش آلاینده ها

سبک اکتساب مناسب	شکاف تکنولوژیک	حجم بازار	چرخه عمر فناوری	انواع تجهیزات اولویت دار کاهش آلاینده ها
سبک تحقیق و توسعه داخلی برای ساخت نمونه های کوچک سبک انتقال فناوری برای ساخت برخی از قطعات	در حد ساخت نمونه بزرگ: غیرقابل پوشش ،در حد نمونه کوچک: قابل پوشش	زیاد	رشد و بلوغ	DLN,LNB
سبک تحقیق و توسعه داخلی	اگر قوانین سخت گیرانه شود، قابل پوشش است	زیاد	رشد و بلوغ و برخی فناوری ها در مرحله معرفی	MEMBRANE
سبک تحقیق و توسعه داخلی	قابل پوشش	زیاد	اوایل رشد و اواخر معرفی	MICROALGAE
سبک تحقیق و توسعه داخلی	قابل پوشش	زیاد	اواخر رشد و اوایل پیری	FGD
سبک تحقیق و توسعه داخلی	قابل پوشش	زیاد	رشد و بلوغ	ESP
سبک خرید	غیر قابل پوشش	کم	رشد و بلوغ	IGCC
سبک تحقیق و توسعه داخلی	قابل پوشش	زیاد	اواخر رشد	SCR
سبک تحقیق و توسعه داخلی	قابل پوشش	زیاد	اواخر رشد	SNCR
سبک تحقیق و توسعه داخلی	قابل پوشش	زیاد	اواخر رشد	MBR
سبک تحقیق و توسعه داخلی	قابل پوشش	زیاد	اواخر رشد و بلوغ	Membrane
سبک تحقیق و توسعه داخلی-روش های همکاری	قابل پوشش	زیاد	اواخر رشد و اوایل پیری	DAF
سبک تحقیق و توسعه داخلی-روش های همکاری	قابل پوشش	زیاد	اواخر رشد و اوایل پیری	روش های تبخیری دستگاہی
سبک تحقیق و توسعه داخلی	با کاربرد چندگانه، قابل پوشش	زیاد	رشد و بلوغ	تصفیه شیمیایی
سبک تحقیق و توسعه داخلی	با کاربرد چندگانه، قابل پوشش	زیاد	رشد و بلوغ	تصفیه زیستی

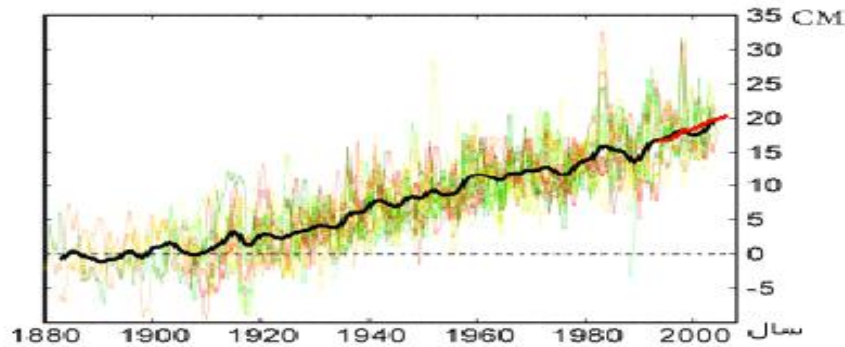
پیوست

پیوست ۱

تغییرات آب و هوا

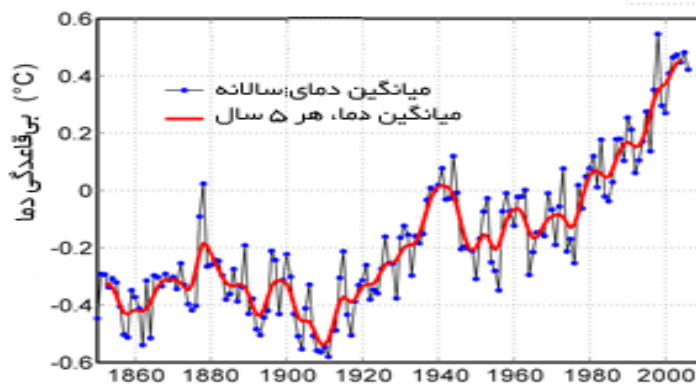
آنچه این روزها از آن به‌عنوان گرمایش جهانی (Global warming) نام‌برده می‌شود در حقیقت افزایش میانگین درجه حرارت زمین در نزدیکی سطح آن است. تحقیقات دانشمندان نشان می‌دهد در طول یک‌صد سال گذشته میانگین دمای هوا در نزدیکی سطح زمین بین ۰,۱۸ تا ۰,۷۴ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. هیئت بین‌الدولی تغییرات آب‌وهوایی (IPCC) که مرجعی معتبر در زمینه تغییرات آب‌وهوایی و تأثیرات گرمایش جهانی است، در گزارشی اعلام کرد: (بیشتر افزایش دمایی که از اواسط قرن بیستم در کره زمین مشاهده شده، مربوط به گازهای گلخانه‌ای است که انسان‌ها تولید کرده‌اند). البته این هیات در گزارش خود نقش عوامل طبیعی چون آتشفشان‌های خورشیدی را رد نکرده است اما معتقد است این اثرات تا اوایل دهه ۵۰ میلادی که دنیا هنوز صنعتی نشده بود، قابل بررسی است.

مدل‌های تغییرات آب‌وهوایی که IPCC طراحی کرده است، نشان می‌دهد در فاصله سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۱۰۰ میلادی میانگین دمای هوای سطح زمین بین ۱,۱ تا ۶,۴ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. هرچند اغلب بررسی‌ها تنها به نشان دادن نتایج گرمایش جهانی تا سال ۲۱۰۰ میلادی اکتفا می‌کنند، اما دانشمندان معتقدند حتی اگر میزان گازهای گلخانه‌ای جو زمین ثابت بماند، اثرات آن تا پایان هزاره سوم پابرجا خواهد بود. گرمایش جهانی اثرات ناخوشایند فراوانی بر زندگی انسان‌ها و جانوران روی آن می‌گذارد. با گرم شدن زمین، یخ‌های قطبی آب می‌شوند، سطح آب دریاها بالا می‌آید (شکل ۴-۱) و فصل‌ها شدت بیشتری می‌گیرند؛ یعنی زمستان‌ها سردتر از همیشه خواهد بود و تابستان‌ها گرم و خشک. این ماجرا بر کشاورزی که یکی از کلیدی‌ترین صنایع موجود روی زمین است، تأثیر ناخوشایند می‌گذارد. این یعنی الگوهای آب‌وهوایی تغییر خواهد نمود.



شکل ۱-۴ تغییرات سطح دریاهای جهان

دانشمندان پیش‌بینی در مورد اثرات سوء گرمایش جهانی را تا آنجا پیش برده‌اند که می‌گویند با گرم شدن تدریجی زمین، به زودی نوع محصولات کشاورزی زمین‌ها هم تغییر خواهد کرد. شمالی‌ها از جنوبی‌ها داغ‌ترند، در طول این سال‌ها دمای هوا چه بر سطح آب و چه بر سطح خشکی افزایش یافته است اما افزایش دما بر سطح خشکی به مراتب بیش از سطح آب بوده است. از سال ۱۹۷۹ میلادی تاکنون میانگین دمای هوای سطح خشکی دو برابر دمای هوای سطح آب‌ها افزایش یافته است. (سطح خشکی‌ها در هر دهه ۰٫۲۵ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر شده درحالی‌که این رقم برای سطح آب ۰٫۱۳ درجه سانتی‌گراد است.) اینکه چرا افزایش دمای سطح آب‌ها کمتر از خشکی‌هاست، به دو دلیل برمی‌گردد. یکی اینکه دریاها ظرفیت گرمایی بیشتری نسبت به خشکی دارند و دیگر اینکه دریا از روش‌هایی چون تبخیر می‌تواند حرارت خود را کاهش دهد. به این ترتیب نیم‌کره شمالی زمین که خشکی‌های بیشتری نسبت به نیم‌کره جنوبی دارد، گرم‌تر است. (شکل ۲-۴)



شکل ۲-۴ میانگین دما سالانه

پیوست ۲

صورتجلسه چهارمین نشست کمیته راهبری پروژه "تدوین سند راهبردی و نقشه راه فناوری مدیریت

آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران" روز ۱۳۹۳/۹/۱۲

حاضرین: خانم مهندس داوری و آقایان مهندس صمدی، سهرابی، جلالی، نظری، شفیعی، اسماعیلی، مصطفایی

- آقای مهندس شفیعی

در مورد چشم انداز و اهداف کلان سند راهبردی پروژه توضیحاتی ارائه نمودند.

- آقای مهندس صمدی

چرا سال ۱۴۰۴ برای افق چشم انداز لحاظ شده و حوزه فناوری باید کل صنعت برق باشد.

- آقای مهندس مصطفایی

انتخاب سال ۱۴۰۴ برای افق سند به این منظور بوده است تا با بقیه سند های راهبردی تدوین شده در کشور همخوانی

داشته باشد. همچنین فناوری خاصی جهت کاهش اثرات امواج و عوامل فیزیکی وجود ندارد.

- آقای مهندس شفیعی

بیانیه ابتدایی چشم انداز سند را قرائت نمودند.

- خانم مهندس داوری

در بخش ملاحظات ارزشی تدوین چشم انداز سند باید توسعه پایدار برق اضافه شود. همچنین در بخش کاربرد فناوری مولد

های تولید پراکنده برق اضافه شود.

- آقای مهندس شفیعی

هدف گذاری کلان چشم انداز بصورت بالا به پایین و پایین به بالا انجام می شود. بطوری که در روش پایین به بالا ابتدا چالش ها بررسی و سپس هدف گذاری انجام شده و در نهایت چشم انداز تدوین می شود.

- آقای مهندس صمدی

هدف گذاری در چشم انداز کمی باشد بهتر است.

- آقای مهندس شفیعی

سند این پروژه در حوزه فناوری می باشد و در حوزه کاهش آلاینده ها نیست. بنابر این کمی سازی باید به این صورت باشد که چند درصد از نیروگاه ها باید مجهز به سیستم کاهش آلودگی باشند و بومی سازی چند فناوری در سال باید انجام شود. سوالات اساسی این است کدام فناوری و چگونه باید به آنها رسید. همچنین پرسشنامه های AHP نحوه پر کردن آنها توضیح داده شد. در مورد جذابیت هر فناوری و Trend Technology توضیحاتی ارائه شد.

- آقای مهندس صمدی

تا حد امکان پرسشنامه ها خلاصه شوند تا افراد برای پر کردن آنها علاقه به خرج دهند.

- آقای مهندس شفیعی

فناوری ها کاهش یافته و معیار ها کم شده است. در ادامه ایشان متدولوژی اولویت بندی فناوریها را بطور کامل تشریح نمودند و معیار های توانمندی و جذابیت فناوری ها را توضیح دادند.

مصوبات جلسه

- ۱- بیانیه اولیه چشم انداز به حاضرین در جلسه ارائه گردید و پس از بحث و گفتگو و انجام برخی اصلاحات به تصویب کمیته راهبری رسید.
- ۲- مقرر گردید پرسشنامه های مربوط به ارزیابی تکنولوژیهای کاهش آلاینده ها برای اعضای کمیته و خبرگان ارسال گردد.
- ۳- مقرر گردید که اعضای کمیته نیز تا پایان آذرماه، پرسشنامه های تکمیل شده را برای تیم اجرایی ارسال نمایند.

پیوست ۳

صورتجلسه پنجمین نشست کمیته راهبری پروژه "تدوین سند راهبردی و نقشه راه فناوری مدیریت

آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران" روز ۱۳۹۳/۱۰/۲۰ ساعت ۱۱ تا ۱۳

حاضرین: خانمها جعفرزاده، آویشن و آقایان صمدی، سهرابی، جلالی، نظری، شفیعی، اسماعیلی، مصطفایی

- آقای مهندس شفیعی

- در مورد روند انجام پروژه توضیحات مختصری ارائه دادند.

- اهداف کلان پروژه بر اساس چشم انداز توسط ایشان تشریح گردید.

- خانم دکتر جعفر زاده

- اهداف کلان باید کمی باشد یا کیفی؟

- اسناد راهبردی وزارت نیرو کمی است.

- آقای مهندس صمدی

- برای اجرای کار باید اهداف کمی باشند مثلاً سالانه ۱۰ درصد از نیروگاه‌ها باید سیستم کاهش انتشار نصب نمایند.

- آقای مهندس شفیعی

- در هدف گذاری خرد به کمی کردن اهداف خواهیم رسید.

- خانم دکتر جعفر زاده

- راه اندازی نظام ملی پایش جزء فعالیت‌ها محسوب می‌شوند و در اهداف کلان نباید به آنها اشاره شود.

- خانم مهندس آویشن

- پایش مداوم جزء الزامات سازمان محیط زیست است.

- آقای مهندس مصطفایی

- جمله مربوط به راه اندازی نظام ملی پایش در اهداف کلان تصحیح خواهد شد.

- آقای مهندس شفیعی

روش اولویت بندی فناوری های مختلف کاهش انتشار آلاینده ها در سه حوزه هوا ، آب و خاک و ماتریس جذابیت توانمندی را توضیح دادند.

- مهندس صمدی و خانم دکتر جعفرزاده

- گاز CO2 نباید جزء اولویت ها باشد.

- آقای مهندس صمدی

- چرا پایش جزء اولویت ها نیست؟

- آقای مهندس مصطفایی

- نوع حمایت از سیستم های پایش در سند متفاوت می باشد و بعضی از فناوری ها آزمایشگاهی است.

- آقای مهندس صمدی

- جمله بندی توسعه و بکارگیری از سیستمهای پایش در اهداف کلان باید تغییر یابد.

- آقای مهندس مصطفایی

- اهداف کلان برای کلیه اعضاء ارسال شود و دوباره نظر سنجی شود.

- در این جلسه چشم انداز اولیه مرور شد و سپس اهداف کلان پروژه و همچنین اولویت بندی فناوری ها برای اعضای محترم کمیته راهبری ارائه گردید.

- در این جلسه اولویت بندی فناوریها به تصویب اعضای محترم کمیته رسید و همچنین مقرر گردید پیش نویس اهداف کلان برای اعضا ارسال گردد تا این افراد پس از اعمال نظرات و پیشنهادات خود، مجددا ان را برای تیم اجرایی بفرستند تا اهداف کلان در جلسه بعدی کمیته راهبری به تصویب نهایی برسد.

پیوست ۴ - پرسشنامه فناوری های کاهش دهنده آلاینده های هوا

خبیره محترم؛

با عرض سلام و تحیت؛

تاریخچه‌ای از پروژه (معرفی)

پرسشنامه پیش رو، جهت شناسایی اولویت‌های انواع تکنولوژی‌های کاهش آلاینده‌های هوا تهیه گردیده است. فناوری‌هایی که در این پرسشنامه مورد بررسی قرار می‌گیرد عبارتند از:

1. IGCC
2. Microalgae
3. MEMBRANE
4. ABSORPTION
5. Nitrogen elimination of air
6. SELECTIVE CATALYTIC REDUCTION
7. SELECTIVE NON CATALYTIC REDUCTION
8. DRY LOW NOX COMBUSTION- LOW NOX BURNER
9. Multi Stage Combustion
10. FLUE GAS RECIRCULATION
11. Water/steam injection
12. Electromagnetic Field
13. Catalytic Combustion
14. Plasma Reactor
15. DRY FGD
16. Wet FGD
17. ELECTROSTATIC PRECIPITATOR
18. Fabric Filter
19. Coal Cleaning
20. Activated Carbon Injection
21. Halogen Addition
22. Activated Carbon Injection & Dry Sorbent Injection

این پرسشنامه در ۳ بخش تهیه شده است.

بخش اول: جداول ۱ و ۲ (ارزیابی امکان‌پذیری توسعه انواع فناوری‌های کاهش آلاینده‌های هوا)

در این بخش، توانمندی فعلی و بالقوه کشور در زمینه توسعه انواع کاهش آلاینده‌های هوا مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این قسمت با استفاده از ایده ولکات و همکارانش سطح توانمندی هر یک از فناوری‌ها در کشور سنجیده می‌شود. جدول ۱ توانمندی‌های فعلی و در جدول ۲ سطح توانمندی که تا ۵ سال آینده قابلیت بالفعل شدن را داراست مورد پرسش قرار گرفته است.

جدول ۱: در این جدول سطح فعلی توانمندی کشور در هر یک از انواع کاهش آلاینده‌های هوا مورد بررسی قرار می‌گیرد. در هر یک از انواع سلول‌ها، سطح توانمندی فعلی کشور را با علامت X مشخص نمایید.

انواع فناوری های کاهش آلاینده‌های هوا											سطوح توانمندی بالفعل کشور	
Electromagnetic Field	Water/steam injection	FLUE GAS RECIRCULATION	Multi Stage Combustion	COMBUSTION-LOW NOX BURNER	DRYLOW NOX CATALYTIC REDUCTION	SELECTIVE NON CATALYTIC REDUCTION	Nitrogen elimination of air	ABSORPTIO N	MEMBRANE	Microalgae		IGCC
												نه تنها این فناوری در کشور استفاده نمی‌شود بلکه اطلاعات کافی نیز در مورد آن وجود ندارد
												فناوری هنوز در کشور استفاده نشده است ولی نسبت به آن آگاهی اولیه و اطلاعات کافی وجود دارد
												این فناوری به‌صورت آماده وارد کشور شده و در فناوری نهایی استفاده می‌شود
												توان تعمیر و نگهداری این فناوری در کشور وجود دارد
												توان مونتاژ فناوری در کشور وجود دارد
												توان ساخت فناوری با درصدی طراحی بومی وجود دارد
												توان ساخت فناوری با طراحی کاملا بومی وجود دارد
												توان نوآوری کاربردی در کشور وجود دارد.
												توان نوآوری بنیادین در کشور وجود دارد.

ادامه جدول ۱: در این جدول سطح فعلی توانمندی کشور در هر یک از انواع کاهش آلاینده‌های هوا مورد بررسی قرار می‌گیرد. در هر یک از انواع سلول‌ها، سطح توانمندی فعلی کشور را با علامت X مشخص نمایید.

انواع فناوری های کاهش آلاینده‌ها									سطوح توانمندی بالفعل کشور
Activated Carbon Injection & Dry Sorbent Injection	Halogen Addition	Activated Carbon Injection	Coal Cleaning	Fabric Filter	PRECIPITATOR	ELECTROSTATIC	Wet FGD	DRY FGD	
									نه تنها این فناوری در کشور استفاده نمی‌شود بلکه اطلاعات کافی نیز در مورد آن وجود ندارد
									فناوری هنوز در کشور استفاده نشده است ولی نسبت به آن آگاهی اولیه و اطلاعات کافی وجود دارد
									این فناوری به‌صورت آماده وارد کشور شده و در فناوری نهایی استفاده می‌شود
									توان تعمیر و نگهداری این فناوری در کشور وجود دارد
									توان مونتاژ فناوری در کشور وجود دارد
									توان ساخت فناوری با درصدی طراحی بومی وجود دارد
									توان ساخت فناوری با طراحی کاملا بومی وجود دارد
									توان نوآوری کاربردی در کشور وجود دارد.
									توان نوآوری بنیادین در کشور وجود دارد.

جدول ۲: در این جدول سطح بالقوه (قابل دستیابی تا ۵ سال آینده) توانمندی کشور در هر یک از انواع کاهش آلاینده‌های هوا مورد بررسی قرار می‌گیرد. در هر یک از انواع سلول‌ها، سطح توانمندی فعلی کشور را با علامت X مشخص نمایید.

انواع فناوری های کاهش آلاینده‌های هوا										سطوح توانمندی بالقوه کشور		
Electromagnetic Field	Water/steam injection	FLUE GAS RECIRCULATION	Multi Stage Combustion	DRY LOW NOX COMBUSTION-LOW NOX BURNER	SELECTIVE NON CATALYTIC REDUCTION	SELECTIVE CATALYTIC REDUCTION	Nitrogen elimination of air	ABSORPTION	MEMBRANE		Microalgae	IGCC
												نه تنها این فناوری در کشور استفاده نمی‌شود بلکه اطلاعات کافی نیز در مورد آن وجود نخواهد داشت
												فناوری هنوز در کشور استفاده نشده است ولی نسبت به آن آگاهی اولیه و اطلاعات کافی وجود دارد
												این فناوری به صورت آماده وارد کشور شده و در فناوری نهایی استفاده می‌شود
												توان تعمیر و نگهداری این فناوری در کشور وجود دارد
												توان طراحی و ساخت این فناوری در کشور در مقیاس آزمایشگاهی وجود دارد
												توان ساخت نیمه‌صنعتی و صنعتی این فناوری با کپی طراحی خارجی وجود دارد
												توان ساخت نیمه‌صنعتی و صنعتی این فناوری با طراحی بومی وجود دارد
												توان تحقیقات کاربردی در کشور وجود دارد.
												توان تحقیقات بنیادین در کشور وجود دارد.

ادامه جدول ۲: در این جدول سطح بالقوه (قابل دستیابی تا ۵ سال آینده) توانمندی کشور در هر یک از انواع کاهش آلاینده‌های هوا مورد بررسی قرار می‌گیرد. در هر یک از انواع سلول‌ها، سطح توانمندی فعلی کشور را با علامت X مشخص نمایید.

انواع فناوری های کاهش آلاینده‌های هوا										سطوح توانمندی بالقوه کشور
Activated Carbon Injection & Dry Sorbent Injection	Halogen Addition	Activated Carbon Injection	Coal Cleaning	Fabric Filter	ELECTROSTATIC PRECIPITATOR	Wet FGD	DRY FGD	Plasma Reactor	Catalytic Combustion	
										نه تنها این فناوری در کشور استفاده نمی‌شود بلکه اطلاعات کافی نیز در مورد آن وجود نخواهد داشت
										فناوری هنوز در کشور استفاده نشده است ولی نسبت به آن آگاهی اولیه و اطلاعات کافی وجود دارد
										این فناوری به‌صورت آماده وارد کشور شده و در فناوری نهایی استفاده می‌شود
										توان تعمیر و نگهداری این فناوری در کشور وجود دارد
										توان طراحی و ساخت این فناوری در کشور در مقیاس آزمایشگاهی وجود دارد
										توان ساخت نیمه‌صنعتی و صنعتی این فناوری با کپی طراحی خارجی وجود دارد
										توان ساخت نیمه‌صنعتی و صنعتی این فناوری با طراحی بومی وجود دارد
										توان تحقیقات کاربردی در کشور وجود دارد.
										توان تحقیقات بنیادین در کشور وجود دارد.

بخش دوم: جداول ۳ تا ۵ (ارزیابی میزان اهمیت هر یک از معیارها)

در این بخش و بخش بعد، میزان جذابیت در سه حوزه‌ی کاهش آلاینده‌های هوا، آب و فاضلاب و پسماند و همچنین انواع فناوری‌های قابل کاربرد در بخش کاهش آلاینده‌های هوا مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای این منظور معیارهایی مشخص گردیده است که بر اساس آنها میزان جذابیت سنجیده می‌شود. همان‌گونه که مشخص است این معیارها دارای اهمیت‌های متفاوتی می‌باشند. لذا در گام نخست بایستی وزن هر یک از این معیارها مشخص گردد. در این جدول‌ها وزن هر معیار با توجه به اهمیت آن معیار مشخص می‌گردد. این وزن دهی در سه مرحله مورد سوال قرار می‌گیرد. در مرحله اول میزان اهمیت معیارهای تعیین جذابیت در سه حوزه کلی هوا، آب و پسماند بررسی شده‌اند و اهمیت معیارهای این حوزه‌ها مورد پرسش قرار می‌گیرد؛ در مرحله دوم نیز اهمیت هر یک از معیارهای جذابیت بر اساس نوع آلاینده نسبت به یکدیگر سنجیده می‌شود و در مرحله سوم میزان اهمیت معیارهای جذابیت فناوری‌ها نسبت به یکدیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول ۳: در این جدول وزن معیارهای تعیین جذابیت سه حوزه کلی هوا، آب و خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد. میزان اهمیت هر معیار، ۱ تا ۵ به خط کش ۵ مشخص فرمایید.

بسیار کم | | | | | بسیار مهم

میزان اهمیت معیار	معیارها
	فشارها و الزامات بین المللی
	حساسیت افکار عمومی داخلی
	روند اتی سختگیرانه شدن قوانین کشور

جدول ۴: در این جدول وزن معیارهای تعیین جذابیت نوع آلاینده (CO₂, NO_x, ...) مورد بررسی قرار می‌گیرد. میزان اهمیت هر معیار، ۱ تا ۵ به خط کش ۵ مشخص فرمایید.

بسیار کم | | | | | بسیار مهم

میزان اهمیت معیار	معیارها
	هزینه اجتماعی
	فاصله وضعیت آلاینده در نیروگاه های ایران با شاخص های جهانی

جدول ۵: در این جدول وزن معیارهای تعیین جذابیت هر یک از فناوری‌های کاهش آلاینده‌های هوا مورد بررسی قرار می‌گیرد. میزان اهمیت هر معیار را با توجه به خط کش زیر مشخص فرمایید.



میزان اهمیت معیار	معیارها
	عمر مفید
	بازدهی
	سرریز دانشی فناوری
	هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه
	هزینه تراز شده (LCO)
	حجم بازار داخلی
	نرخ رشد بازار
	میزان نیاز به فضای مورد نیاز و تسهیلات جانبی (آب، انرژی و...)
	قابلیت بازیافت محصولات جانبی (فناوری‌هایی که محصولات جانبی ندارند، بالاترین امتیاز را می‌گیرد)
	میزان مواد اولیه مورد نیاز
	وابستگی به زیرساخت‌های تکنولوژیکی
	میزان وابستگی به تجهیزات و مواد اولیه خاص
	حذف و افزایش همزمان چند آلاینده

بخش سوم: جداول ۶ و ۷ (ارزیابی جذابیت هر یک از حوزه های هوا، آب و خاک و همچنین انواع فناوری های کاهش آلاینده های هوا با استفاده از معیارهای کیفی)

معیارهای سنجش جذابیت به دو نوع معیارهای کمی و کیفی تقسیم می شوند. معیارهای کمی با استفاده از اطلاعات موجود بین المللی و داخلی ارزیابی می شوند و معیارهای کیفی با استفاده از ارای خبرگان مورد تحلیل قرار می گیرند. در این بخش جذابیت در جدول ۶ میزان جذابیت هریک از سه حوزه با استفاده از معیارهای کیفی نسبت به یکدیگر سنجیده می شود و در جدول ۷ میزان جذابیت هر یک از تکنولوژی ها با استفاده از معیارهای کیفی مورد بررسی قرار گرفته اند.

جدول ۶: در این جدول به هر یک از حوزه های اشاره شده با توجه به معیار در نظر گرفته شده امتیازی تخصیص دهید (امتیازات بین ۱ الی ۱۰).			
معیارهای کیفی	هوا	آب	خاک
فشارها و الزامات بین المللی			
حساسیت افکار عمومی داخلی			
روند اتی سختگیرانه شدن قوانین کشور			

جدول ۷: در این جدول به هر یک از تکنولوژی‌های اشاره شده با توجه به معیار در نظر گرفته شده امتیازی تخصیص دهید (امتیازات بین ۱ الی ۱۰).

انواع فناوری های کاهش آلاینده‌های هوا											معیارهای کیفی	
Electromagnetic Field	Water/steam injection	FLUE GAS RECIRCULATION	Multi Stage Combustion	DRY LOW NOX COMBUSTION-LOW NOX BURNER	SELECTIVE NON CATALYTIC REDUCTION	SELECTIVE CATALYTIC REDUCTION	Nitrogen elimination of air	ABSORPTION	MEMBRANE	Microalgae		IGCC
												عمر مفید (عمر مفید بیشتر، امتیاز بیشتر)
												سرریز دانشی فناوری (سرریز دانشی بیشتر، امتیاز بیشتر)
												حجم بازار داخلی (حجم بازار بزرگتر، امتیاز بیشتر)
												نرخ رشد بازار (نرخ رشد بالاتر، امتیاز بیشتر)
												میزان نیاز به فضای مورد نیاز و تسهیلات جانبی (آب، انرژی و...) - (نیاز کم تر، امتیاز بیشتر)
												قابلیت بازیافت محصولات جانبی (فناوری‌هایی که محصولات جانبی ندارند، بالاترین امتیاز را میگیرند)
												میزان مواد اولیه مورد نیاز (نیاز به مواد اولیه کمتر، امتیاز بیشتر)

وابستگی به زیرساخت‌های تکنولوژیکی (وابستگی کمتر، امتیاز بیشتر)

میزان وابستگی به تجهیزات و مواد اولیه خاص

ادامه جدول ۷: در این جدول به هر یک از تکنولوژی‌های اشاره شده با توجه به معیار در نظر گرفته شده امتیازی تخصیص دهید (امتیازات بین ۱ الی ۱۰).

انواع فناوری‌های کاهش آلاینده‌های هوا

معیارهای کیفی

عمر مفید (عمر مفید بیشتر، امتیاز بیشتر)
سرریز دانشی فناوری (سرریز دانشی بیشتر، امتیاز بیشتر)
حجم بازار داخلی (حجم بازار بزرگتر، امتیاز بیشتر)
نرخ رشد بازار (نرخ رشد بالاتر، امتیاز بیشتر)
میزان نیاز به فضای مورد نیاز و تسهیلات جانبی (آب، انرژی و...) - (نیاز کم تر، امتیاز بیشتر)
قابلیت بازیافت محصولات جانبی (فناوری‌هایی که محصولات جانبی ندارند، بالاترین امتیاز را میگیرند)



۲۵۱

سند راهبردی و نقشه راه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران

ویرایش اول، اردیبهشت ۱۳۹۴

فاز ۳: تدوین ارکان جهت ساز

میزان مواد اولیه مورد نیاز (نیاز به مواد اولیه کمتر، امتیاز بیشتر)

وابستگی به زیرساخت‌های تکنولوژیکی (وابستگی کمتر، امتیاز بیشتر)

میزان وابستگی به تجهیزات و مواد اولیه خاص

پیوست ۵- پرسشنامه فناوری های کاهش دهنده آلاینده های خاک

خبیره محترم؛

با عرض سلام و تحیت؛

تاریخچه ای از پروژه (معرفی)

پرسشنامه پیش رو، جهت شناسایی اولویت های انواع تکنولوژی های کاهش آلاینده های خاک تهیه گردیده است.

فناوری هایی که در این پرسشنامه مورد بررسی قرار می گیرد عبارتند از:

1. تثبیت هوازی
2. تصفیه شیمیایی
3. تصفیه فیزیکی
4. تصفیه زیستی
5. Landfill
6. Valuable metal extraction
7. Incineration
8. Reduction & generation methods

این پرسشنامه در ۳ بخش تهیه شده است.

بخش اول: جداول ۱ و ۲ (ارزیابی امکان پذیری توسعه انواع فناوری های کاهش آلاینده های خاک)

در این بخش، توانمندی فعلی و بالقوه کشور در زمینه توسعه انواع کاهش آلاینده های خاک مورد بررسی قرار می گیرد. در

این قسمت با استفاده از ایده ولکات و همکارانش سطح توانمندی هر یک از فناوری ها در کشور سنجیده می شود. جدول ۱

توانمندی های فعلی و در جدول ۲ سطح توانمندی که تا ۵ سال آینده قابلیت بالفعل شدن را داراست مورد پرسش قرار گرفته

است.

جدول ۱: در این جدول سطح فعلی توانمندی کشور در هر یک از انواع کاهش آلاینده‌های خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد. در هر یک از انواع سلول‌ها، سطح توانمندی فعلی کشور را با علامت X مشخص نمایید.

انواع فناوری های کاهش آلاینده‌های خاک							سطوح توانمندی بالفعل کشور
Reduction & generation methods	Incineration	Valuable metal	Landfill	تصفیه زیستی	تصفیه فیزیکی	تصفیه	
							نه تنها این فناوری در کشور استفاده نمی‌شود بلکه اطلاعات کافی نیز در مورد آن وجود ندارد
							فناوری هنوز در کشور استفاده نشده ولی نسبت به آن آگاهی اولیه و اطلاعات کافی وجود دارد
							این فناوری به صورت آماده وارد کشور شده و در فناوری نهایی استفاده می‌شود
							توان تعمیر و نگهداری این فناوری در کشور وجود دارد
							توان مونتاژ فناوری در کشور وجود دارد
							توان ساخت فناوری با درصدی طراحی بومی وجود دارد
							توان ساخت فناوری با طراحی کاملا بومی وجود دارد
							توان نوآوری کاربردی در کشور وجود دارد.
							توان نوآوری بنیادین در کشور وجود دارد.

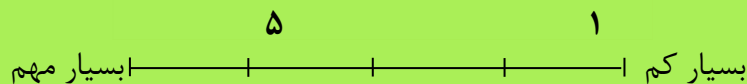
جدول ۲: در این جدول سطح بالقوه توانمندی کشور در هر یک از انواع کاهش آلاینده‌های خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد. در هر یک از انواع سلول‌ها، سطح توانمندی بالقوه کشور را با علامت X مشخص نمایید.

انواع فناوری های کاهش آلاینده‌های خاک							سطوح توانمندی بالقوه کشور
Reduction & generation methods	Incineration	Valuable metal	Landfill	تصفیه زیستی	تصفیه فیزیکی	تصفیه شیمیایی	
							نه تنها این فناوری در کشور استفاده نمی‌شود بلکه اطلاعات کافی نیز در مورد آن وجود ندارد
							فناوری هنوز در کشور استفاده نشده است ولی نسبت به آن آگاهی اولیه و اطلاعات کافی وجود دارد
							این فناوری به صورت آماده وارد کشور شده و در فناوری نهایی استفاده می‌شود
							توان تعمیر و نگهداری این فناوری در کشور وجود دارد
							توان مونتاژ فناوری در کشور وجود دارد
							توان ساخت فناوری با درصدی طراحی بومی وجود دارد
							توان ساخت فناوری با طراحی کاملاً بومی وجود دارد
							توان نوآوری کاربردی در کشور وجود دارد.
							توان نوآوری بنیادین در کشور وجود دارد.

بخش دوم: جداول ۳ تا ۵ (ارزیابی میزان اهمیت هر یک از معیارها)

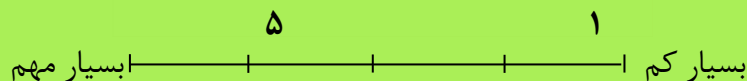
در این بخش و بخش بعد، میزان جذابیت در سه حوزه‌ی کاهش آلاینده‌های هوا، آب و فاضلاب و پسماند و همچنین انواع فناوری‌های قابل کاربرد در بخش کاهش آلاینده‌های خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای این منظور معیارهایی مشخص گردیده است که بر اساس آنها میزان جذابیت سنجیده می‌شود. همان‌گونه که مشخص است این معیارها دارای اهمیت‌های متفاوتی می‌باشند. لذا در گام نخست بایستی وزن هر یک از این معیارها مشخص گردد. در این جدول‌ها وزن هر معیار با توجه به اهمیت آن معیار مشخص می‌گردد. این وزن دهی در سه مرحله مورد سوال قرار می‌گیرد. در مرحله اول میزان اهمیت معیارهای تعیین جذابیت در سه حوزه کلی هوا، آب و پسماند بررسی شده‌اند و اهمیت معیارهای این حوزه‌ها مورد پرسش قرار می‌گیرد. در مرحله دوم میزان اهمیت معیارها برای تعیین جذابیت بر اساس نوع آلاینده (رسوبات تصفیه فاضلاب شهری، آلودگی خاک به روغن و مواد نفتی و ...) سنجیده می‌شود و در مرحله سوم میزان اهمیت معیارهای جذابیت فناوری‌ها نسبت به یکدیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول ۳: در این جدول وزن معیارهای تعیین جذابیت سه حوزه کلی هوا، آب و خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد. میزان اهمیت هر معیار را با توجه به خط کش زیر مشخص فرمایید.



میزان اهمیت معیار	معیارها
	فشارها و الزامات بین المللی
	حساسیت افکار عمومی داخلی
	روند اتی سختگیرانه شدن قوانین کشور

جدول ۴: در این جدول وزن معیارهای تعیین جذابیت بر اساس نوع آلاینده مورد بررسی قرار می‌گیرد. میزان اهمیت هر معیار را با توجه به خط کش زیر مشخص فرمایید.



میزان اهمیت معیار	معیارها
	امکان بازگشت به محیط
	هزینه اجتماعی

جدول ۵: در این جدول وزن معیارهای تعیین جذابیت هر یک از فناوری‌های کاهش آلاینده‌های خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد. میزان اهمیت هر معیار را با توجه به خط کش زیر مشخص فرمایید.

بسیار کم | | | | | بسیار مهم

۱ ۵

میزان اهمیت معیار	معیارها
	عمر مفید
	بازدهی
	سرریز دانشی فناوری
	هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه
	هزینه تراز شده (LCO)
	حجم بازار داخلی
	نرخ رشد بازار
	میزان نیاز به فضای مورد نیاز و تسهیلات جانبی (آب، انرژی و...)
	قابلیت بازیافت محصولات جانبی (فناوری‌هایی که محصولات جانبی ندارند، بالاترین امتیاز را می‌گیرد)
	میزان مواد اولیه مورد نیاز
	وابستگی به زیرساخت‌های تکنولوژیکی
	میزان وابستگی به تجهیزات و مواد اولیه خاص
	حذف و افزایش همزمان چند آلاینده

بخش سوم: جداول ۶ و ۷ (ارزیابی جذابیت هر یک از حوزه های هوا، آب و خاک و همچنین انواع فناوری‌های کاهش آلاینده‌های خاک با استفاده از معیارهای کیفی)

معیارهای سنجش جذابیت به دو نوع معیارهای کمی و کیفی تقسیم می‌شوند. معیارهای کمی با استفاده از اطلاعات موجود بین‌المللی و داخلی ارزیابی می‌شوند و معیارهای کیفی با استفاده از آرای خبرگان مورد تحلیل قرار می‌گیرند. در این بخش جذابیت در جدول ۶ میزان جذابیت هریک از سه حوزه با استفاده از معیارهای کیفی نسبت به یکدیگر سنجیده می‌شود و در جدول ۷ میزان جذابیت هر یک از تکنولوژی‌ها با استفاده از معیارهای کیفی مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

جدول ۶: در این جدول به هر یک از حوزه های اشاره شده با توجه به معیار در نظر گرفته شده امتیازی تخصیص دهید (امتیازات بین ۱ الی ۱۰).

معیارهای کیفی	هوا	آب	خاک
فشارها و الزامات بین المللی			
حساسیت افکار عمومی داخلی			
روند اتی سختگیرانه شدن قوانین کشور			

جدول ۷: در این جدول به هر یک از تکنولوژی‌های اشاره شده با توجه به معیار در نظر گرفته شده امتیازی تخصیص دهید (امتیازات بین ۱ الی ۱۰).

انواع فناوری های کاهش آلاینده‌های خاک							
تثبیت هوازی	تصفیه شیمیایی	تصفیه فیزیکی	تصفیه زیستی	Landfill	Valuable metal extraction	Incineration	Reduction & generation methods
							عمر مفید (عمر مفید بیشتر، امتیاز بیشتر)
							سرریز دانشی فناوری (سرریز دانشی بیشتر، امتیاز بیشتر)
							حجم بازار داخلی (حجم بازار بزرگتر، امتیاز بیشتر)
							نرخ رشد بازار (نرخ رشد بالاتر، امتیاز بیشتر)
							میزان نیاز به فضای مورد نیاز و تسهیلات جانبی (آب، انرژی و...) - (نیاز کم تر، امتیاز بیشتر)
							قابلیت بازیافت محصولات جانبی (فناوری‌هایی که محصولات جانبی ندارند، بالاترین امتیاز را میگیرند)
							میزان مواد اولیه مورد نیاز (نیاز به مواد اولیه کمتر، امتیاز بیشتر)
							وابستگی به زیرساخت‌های تکنولوژیکی (وابستگی کمتر، امتیاز بیشتر)
							میزان وابستگی به تجهیزات و مواد اولیه خاص

پیوست ۶- پرسشنامه فناوری های کاهش دهنده آلاینده های آب

خبره محترم؛

با عرض سلام و تحیت؛

تاریخچه‌ای از پروژه (معرفی)

پرسشنامه پیش رو، جهت شناسایی اولویت‌های انواع تکنولوژی‌های کاهش آلاینده‌های آب تهیه گردیده است.

فناوری‌هایی که در این پرسشنامه مورد بررسی قرار می‌گیرد عبارتند از:

1. MBR
2. WETLAND
3. لجن فعال
4. برکه های تثبیت
5. ته نشینی
6. فیلتراسیون
7. جداکننده API
8. DISSOLVED AIR FLOTATION
9. Nano
10. Membrane
11. ADSORPTION
12. تصفیه شیمیایی
13. Membrane
14. روش های تبخیری
15. ELECTRODEIONIZATION
16. Crystallization
17. Wetland

این پرسشنامه در ۳ بخش تهیه شده است.

بخش اول: جداول ۱ و ۲ (ارزیابی امکان‌پذیری توسعه انواع فناوری‌های کاهش آلاینده‌های آب)

در این بخش، توانمندی فعلی و بالقوه کشور در زمینه توسعه انواع کاهش آلاینده‌های آب مورد بررسی قرار می‌گیرد. در

این قسمت با استفاده از ایده ولکات و همکارانش سطح توانمندی هر یک از فناوری‌ها در کشور سنجیده می‌شود. جدول ۱

توانمندی‌های فعلی و در جدول ۲ سطح توانمندی که تا ۵ سال آینده قابلیت بالفعل شدن را داراست مورد پرسش قرار گرفته

است.

جدول ۱: در این جدول سطح فعلی توانمندی کشور در هر یک از انواع کاهش آلاینده‌های آب مورد بررسی قرار می‌گیرد. در هر یک از انواع سلول‌ها، سطح توانمندی فعلی کشور را با علامت X مشخص نمایید.

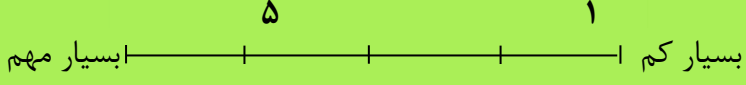
انواع فناوری های کاهش آلاینده‌های آب													سطوح توانمندی بالفعل کشور		
Crystalization	ELECTROD EIONIZATION	روش های تجزیه یوش	تصفیه شیمیایی	ADSORPTI ON	Membrane	Nano	DISSOLVED AIR FLOTATION	جداکننده API	فیلتراسیون	ته نشینی	برگه های تثبیت	لجن فعال		WETLAND	MBR
															نه تنها این فناوری در کشور استفاده نمی‌شود بلکه اطلاعات کافی نیز در مورد آن وجود ندارد
															فناوری هنوز در کشور استفاده نشده است ولی نسبت به آن آگاهی اولیه و اطلاعات کافی وجود دارد
															این فناوری به‌صورت آماده وارد کشور شده و در فناوری نهایی استفاده می‌شود
															توان تعمیر و نگهداری این فناوری در کشور وجود دارد
															توان مونتاژ فناوری در کشور وجود دارد
															توان ساخت فناوری با درصدی طراحی بومی وجود دارد
															توان ساخت فناوری با طراحی کاملا بومی وجود دارد
															توان نوآوری کاربردی در کشور وجود دارد.
															توان نوآوری بنیادین در کشور وجود دارد.

جدول ۲: در این جدول سطح بالقوه (قابل دستیابی تا ۵ سال آینده) توانمندی کشور در هر یک از انواع کاهش آلاینده‌های آب مورد بررسی قرار می‌گیرد. در هر یک از انواع سلول‌ها، سطح توانمندی بالقوه کشور را با علامت X مشخص نمایید.

انواع فناوری های کاهش آلاینده‌های آب													سطوح توانمندی بالقوه کشور		
Crystalization	ELECTRODEIONIZATION	روش های تجزیه	تصفیه شیمیایی	ADSORPTION	Membrane	Nano	DISSOLVED AIR FLOTATION	جداکننده API	فیلتراسیون	ته نشینی	برگه های تثبیت	لجن فعال		WETLAND	MBR
															نه تنها این فناوری در کشور استفاده نمی‌شود بلکه اطلاعات کافی نیز در مورد آن وجود ندارد
															فناوری هنوز در کشور استفاده نشده است ولی نسبت به آن آگاهی اولیه و اطلاعات کافی وجود دارد
															این فناوری به‌صورت آماده وارد کشور شده و در فناوری نهایی استفاده می‌شود
															توان تعمیر و نگهداری این فناوری در کشور وجود دارد
															توان مونتاژ فناوری در کشور وجود دارد
															توان ساخت فناوری با درصدی طراحی بومی وجود دارد
															توان ساخت فناوری با طراحی کاملا بومی وجود دارد
															توان نوآوری کاربردی در کشور وجود دارد.
															توان نوآوری بنیادین در کشور وجود دارد.

بخش دوم: جداول ۳ و ۴ (ارزیابی میزان اهمیت هر یک از معیارها)

در این بخش و بخش بعد، میزان جذابیت در سه حوزه‌ی کاهش آلاینده‌های هوا، آب و فاضلاب و پسماند و همچنین انواع فناوری‌های قابل کاربرد در بخش کاهش آلاینده‌های آب مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای این منظور معیارهایی مشخص گردیده است که بر اساس آنها میزان جذابیت سنجیده می‌شود. همان‌گونه که مشخص است این معیارها دارای اهمیت‌های متفاوتی می‌باشند. لذا در گام نخست بایستی وزن هر یک از این معیارها مشخص گردد. در این جدول‌ها وزن هر معیار با توجه به اهمیت آن معیار مشخص می‌گردد. این وزن دهی در دو مرحله مورد سوال قرار می‌گیرد. در مرحله اول میزان اهمیت معیارهای تعیین جذابیت در سه حوزه کلی هوا، آب و پسماند بررسی شده‌اند و اهمیت معیارهای این حوزه‌ها مورد پرسش قرار می‌گیرد و در مرحله دوم میزان اهمیت معیارهای جذابیت فناوری‌ها نسبت به یکدیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول ۳: در این جدول وزن معیارهای تعیین جذابیت سه حوزه کلی هوا، آب و خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد. میزان اهمیت هر معیار را با توجه به خط کش زیر مشخص فرمایید.	
	
معیارها	میزان اهمیت معیار
فشارها و الزامات بین المللی	
حساسیت افکار عمومی داخلی	
روند اتی سختگیرانه شدن قوانین کشور	



جدول ۴: در این جدول وزن معیارهای تعیین جذابیت هر یک از فناوری‌های کاهش آلاینده‌های آب مورد بررسی قرار می‌گیرد. میزان اهمیت هر معیار را با توجه به خط کش زیر مشخص فرمایید.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> بسیار مهم ۵ ۱ بسیار کم </div>	
میزان اهمیت معیار	معیارها
	عمر مفید
	بازدهی
	سرریز دانشی فناوری
	هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه
	هزینه تراز شده (LCO)
	حجم بازار داخلی
	نرخ رشد بازار
	میزان نیاز به فضای مورد نیاز و تسهیلات جانبی (آب، انرژی و...)
	قابلیت بازیافت محصولات جانبی (فناوری‌هایی که محصولات جانبی ندارند، بالاترین امتیاز را می‌گیرد)
	میزان مواد اولیه مورد نیاز
	وابستگی به زیرساخت‌های تکنولوژیکی
	میزان وابستگی به تجهیزات و مواد اولیه خاص
	حذف و افزایش همزمان چند آلاینده

بخش سوم: جداول ۵ و ۶ (ارزیابی جذابیت هر یک از حوزه های هوا، آب و خاک و همچنین انواع فناوری های کاهش آلاینده های آب با استفاده از معیارهای کیفی)

معیارهای سنجش جذابیت به دو نوع معیارهای کمی و کیفی تقسیم می شوند. معیارهای کمی با استفاده از اطلاعات موجود بین المللی و داخلی ارزیابی می شوند و معیارهای کیفی با استفاده از آرای خبرگان مورد تحلیل قرار می گیرند. در این بخش جذابیت در جدول ۵ میزان جذابیت هریک از سه حوزه با استفاده از معیارهای کیفی نسبت به یکدیگر سنجیده می شود و در جدول ۶ میزان جذابیت هر یک از تکنولوژی ها با استفاده از معیارهای کیفی مورد بررسی قرار گرفته اند.

جدول ۵: در این جدول به هر یک از حوزه های اشاره شده با توجه به معیار در نظر گرفته شده امتیازی تخصیص دهید (امتیازات بین ۱ الی ۱۰).

معیارهای کیفی	هوا	آب	خاک
فشارها و الزامات بین المللی			
حساسیت افکار عمومی داخلی			
روند اتی سختگیرانه شدن قوانین کشور			

جدول ۶: در این جدول به هر یک از تکنولوژی‌های اشاره شده با توجه به معیار در نظر گرفته شده امتیازی تخصیص دهید (امتیازات بین ۱ الی ۱۰).

انواع فناوری های کاهش آلاینده‌های آب											معیارهای کیفی				
Crystalizati on	ELECTRO DEIONIZATIO N	روش های تبخیری	تصفیه شیمیایی	ADSORPTI ON	Membrane	Nano	DISSOLVE D AIR FLOTATION	جاذبه API	فیلتراسیون	ته نشینی		برگه های تثبیت	لجن فعال	WETLAND	MBR
															عمر مفید (عمر مفید بیشتر، امتیاز بیشتر)
															سرریز دانشی فناوری (سرریز دانشی بیشتر، امتیاز بیشتر)
															حجم بازار داخلی (حجم بازار بزرگتر، امتیاز بیشتر)
															نرخ رشد بازار (نرخ رشد بالاتر، امتیاز بیشتر)
															میزان نیاز به فضای مورد نیاز و تسهیلات جانبی (آب، انرژی و...) - (نیاز کم تر، امتیاز بیشتر)
															قابلیت بازیافت محصولات جانبی (فناوری‌هایی که محصولات جانبی ندارند، بالاترین امتیاز را میگیرند)
															میزان مواد اولیه مورد نیاز (نیاز به مواد اولیه کمتر، امتیاز بیشتر)
															وابستگی به زیرساخت‌های تکنولوژیکی (وابستگی کمتر، امتیاز بیشتر)
															میزان وابستگی به تجهیزات و مواد اولیه خاص

مراجع

- [1] <http://www.eia.gov/electricity/data/state/>
- [2] <http://www.eia.gov/electricity/annual/>
- [3] "International Energy Agency 2013 Annual Report", prepared by the U.S. Energy Information Administration (EIA), 2013
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/United_States_Environmental_Protection_Agency
- [5] <http://www2.epa.gov/aboutepa/about-office-air-and-radiation-oar>
- [6] <http://www2.epa.gov/aboutepa/about-office-water>
- [7] <http://www2.epa.gov/aboutepa/about-office-solid-waste-and-emergency-response-oswer>
- [8] <http://yosemite.epa.gov/ee/epa/eed.nsf/webpages/homepage>
- [۹] دستورالعمل پایش زیست‌محیطی در نیروگاه‌های حرارتی کشور، سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)، ۱۳۸۸
- [۱۰] روند توسعه نیروگاه‌های زغال سنگ سوز در ایران و سایر کشورهای جهان و ارائه میزان انتشار جیوه از این نیروگاه‌ها، سازمان توسعه برق ایران، گزارش یک، ۱۳۹۳.
- [11] Power Plant Emissions in North America,
<http://www2.cec.org/site/PPE/content/greenhouse-gases-ghg>
- [12] Mercury Fate and Transport in the Global Atmosphere: Measurements, Models and Policy Implication, Springer, 2009.
- [13] <http://www.epa.gov/mercury/regs.htm>
- [14] <http://www.epa.gov/mats/powerplants.html>
- [15] <http://fa.wikipedia.org/wiki/کیوتو> / پیمان- کیوتو
- [16] <http://www2.epa.gov/carbon-pollution-standards>
- [17] Best Practices in Environmental Monitoring for Coal-Fired Power Plants: Lessons for Developing Asian APEC Economies- APEC Energy Working Group Project EWG 06/2007.

[18] <http://water.epa.gov/lawsregs/lawsguidance/cwa/316b/>

[19] G.T. Bielawski, M.J. Schmeida, N.T. White, "Air Quality Control System Choices for U.S. Utility Power Plants," Babcock & Wilcox, Power Generation Group, Inc, Barberton, Ohio, U.S.A, November 12-14, 2013.

[20] "Development of renewable energy sources in Germany 2012 Graphics", Federal Ministry for Environment, Conservation, and Reactor Safety, February 2013.

[21] "Electricity production from solar and wind in Germany in 2013", Fraunhofer Institute for Solar Energy System (ISE), July 2013.

[22] http://en.wikipedia.org/wiki/Federal_Ministry_for_the_Environment,_Nature_Conservation,_Building_and_Nuclear_Safety

[23] http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/dokumente/141013_engl.pdf

[24] "Thirteenth Ordinance on the Implementation of the Federal Immission Control Act (Ordinance on Large Combustion Plants and Gas Turbine Plants – 13. BimSchV)", Federal Ministry for Environment, Conservation, and Reactor Safety, 27 January 2009.

[25] "Fifth National Report of the Government of the Federal Republic of Germany (Fifth National Communication)", Report under the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, 2010.

[26] "Thirteenth Ordinance on the Implementation of the Federal Immission Control Act (Ordinance on Large Combustion Plants and Gas Turbine Plants – 13. BimSchV)", Federal Ministry for Environment, Conservation, and Reactor Safety, 27 January 2009

[27] "Energy Transition, the German Energiewende", Heinrich Böll Foundation, November 2012.

[28] Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi), AG Energiebilanzen, Federal Statistical Office (Destatis).

[29] Federal Environment Ministry (BMU), Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi).

[30] "Review of Performance of Thermal Power Stations", Central Electricity Authority, Government of India, Ministry of Power, 2010.

[31] Tongia, R., "The Political Economy of Indian Power Sector Reforms," Program on Energy and Sustainable Development Working Paper for Stanford University, 2003.

[32] Joskow, Paul L. and Richard Schmalensee., "The Performance of Coal-Burning Electric Generating Units in the United States: 1960–1980." *Journal of Applied Econometrics*, 2(2), 85-109. 1987.

[33]Massachusetts Institute of Technology, "The Future of Coal: An Interdisciplinary MIT Study," Cambridge,2007.

[34]Reddy, M. Shekar and Chandra Venkataraman., "Inventory of Aerosol and Sulphur Dioxide Emissions from India: I—Fossil Fuel Combustion." *Atmospheric Environment*, 36(4), 677-97, 2002.

[35] CPCB, "Assessment of Requirement of Bag Filter Vis a Vis Electrostatic Precipitator in Thermal Power Plants," *Program Objective Series, Probes/105/2007*. Central Pollution Control Board, MoEF. 2007.

[36]Chikkatur, Ananth P., "A Resource and Technology Assessment of Coal Utilization in India," *Coal Initiative Series*. Pew Center on Global Climate Change, 2008.

[37] Narain, Urvashi., "Policy Monitor." *Review of Environmental Economics and Policy*, 2(2), 276-91, 2008.

[38] Zamuda, C.D., Sharpe, M.A., "A Case for Enhanced Use of Clean Coal in India: An Essential Step Towards Energy Security and Environmental Protection," *Workshop on Coal Beneficiation and Utilization of Rejects*. Ranchi, India2007.

[39] Chikkatur, Ananth P. and Sagar Ambuj D., "Cleaner Power in India: Towards a Clean-Coal-Technology Roadmap," *Belfer Center Discussion Paper*. Cambridge, MA: Kennedy School of Government, Harvard University, 2007.

[40]Environmental Impact Assessment Guidance Manual for COAL WASHERIES, February 2010.

[۴۱] سند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در جمهوری اسلامی ایران، مرکز پژوهش‌ها و مطالعات بنیادی، تیر ۱۳۹۲.

[42]http://en.wikipedia.org/wiki/National_Development_and_Reform_Commission

[43]http://en.wikipedia.org/wiki/Ministry_of_Environmental_Protection_of_the_People's_Republic_of_China

[44]Shuxiao Wang, Jiming Hao, "Emissions of air pollutants from power plants in China", Tsinghua University, October 9, 2012.

[45]Overseas Environmental Measures of Japanese Companies (Philippines), Research Report on Trends in Environmental Considerations related to Overseas Activities of Japanese Companies FY 1996, March, 1997 Global Environmental Forum.

[46] Water treatment for fossil fuel power generation report no COALR300 DTI/Pub URN 06/705, January 2006.

[49] S. X. Wang et al., Emission trends and mitigation options for air pollutants in East Asia, 2014

[50] Russian Technology Platform Road Map "Environmentally Clean Thermal Power Generation of High Efficiency"

[51] IEACR(2006).CleanPower5database.IEACleanCoalCentre.UnitedKingdo.

<http://www.ieacoal.org.uk/content/default.asp?PageId=60&LanguageId=0>

[۵۲] "روش شناسی تدوین اسناد ملی فناوری های راهبردی"، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور

فهرست مطالب

۲	۱- فصل اول:
۳	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- نظام نوآوری فناورانه
۴	۱-۲-۱- ویژگی‌های نظام نوآوری فناورانه
۴	۳-۱- شناخت مؤلفه‌های مختلف نظام نوآوری فناورانه
۵	۱-۳-۱- شناخت ساختاری نظام نوآوری فناورانه
۵	۱-۳-۱-۱- بازیگران
۶	۱-۳-۱-۲- نهادها
۷	۱-۳-۱-۳- فناوری
۷	۱-۳-۱-۴- روابط و شبکه‌ها
۸	۲-۳-۱- شناخت کارکردی نظام نوآوری فناورانه
۹	۱-۲-۳-۱- فعالیت‌های کارآفرینی
۱۰	۲-۲-۳-۱- توسعه دانش
۱۲	۳-۲-۳-۱- انتشار دانش
۱۳	۴-۲-۳-۱- مدیریت سیستم
۱۵	۵-۲-۳-۱- شکل‌گیری بازار
۱۷	۶-۲-۳-۱- مدیریت منابع
۱۸	۷-۲-۳-۱- مشروعیت‌بخشی
۲۲	۴-۱- فرآیند تدوین سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری
۲۳	۱-۴-۱- شناسایی وضعیت موجود
۲۳	۱-۱-۴-۱- شناسایی بازیگران نظام توسعه فناوری
۲۳	۲-۱-۴-۱- شناسایی مرحله توسعه فناوری
۲۵	۲-۴-۱- شناسایی وضعیت مطلوب و تعیین کارکردهای کلیدی و فعال در توسعه فناوری
۲۷	۳-۴-۱- شناسایی چالش‌ها و موانع موجود در توسعه فناوری

۳۲	۴-۴-۱- پایش و جمع‌بندی نظرات خبرگان.....
۳۲	۵-۴-۱- تدوین سیاست‌ها و اقدامات.....
۳۴	۲- فصل دوم:.....
۳۵	۱-۲- مقدمه.....
۳۶	۲-۲- شناسایی وضعیت موجود توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق.....
۳۶	۲-۲-۱- بازیگران نظام توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق.....
۳۶	۲-۲-۱-۱- بازیگران زمینه توسعه دانش.....
۳۷	۲-۲-۱-۲- بازیگران در زمینه انتشار دانش.....
۳۷	۲-۲-۱-۳- بازیگران در زمینه تأمین منابع.....
۳۸	۲-۲-۱-۴- بازیگران در زمینه جهت‌دهی به سیستم.....
۴۰	۲-۲-۲- شناسایی مرحله توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق.....
۴۱	۲-۲-۲-۱- بررسی مشخصه‌های ساختاری.....
۴۴	۲-۲-۲-۲- بررسی نشانه‌های تحقق مراحل توسعه نظام.....
۴۵	۲-۳- شناسایی وضعیت مطلوب توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق.....
۴۵	۲-۴- شناسایی چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده.....
۴۶	۲-۴-۱- چالش‌های مربوط به کارکرد توسعه و انتشار دانش.....
۴۷	۲-۴-۲- چالش‌های مربوط به کارکرد تأمین منابع.....
۴۸	۲-۴-۳- چالش‌های مربوط به کارکرد جهت‌دهی به سیستم.....
۴۹	۲-۵- سیاست‌های حوزه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها.....
۵۳	۲-۵-۱- اقدامات فنی مورد نیاز برای توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق.....
۵۵	جمع‌بندی.....
۵۶	۳- مراجع.....

فهرست اشکال

- شکل (۱-۱): حالت‌های ممکن خلق دانش در حین یادگیری در حین تعامل ۱۱
- شکل (۲-۱): نمایش مسیر توسعه بازار فناوری ۱۶
- شکل (۳-۱): فرآیند تدوین سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری نوظهور ۲۲
- شکل (۴-۱): نشانه‌های تحقق مراحل برای تعیین مرحله توسعه ۲۵
- شکل (۵-۱): مراحل توسعه‌ی نظام نوآورانه فناورانه و موتورهای فعال در هر مرحله ۲۶
- شکل (۶-۱): موتورها و کارکردهای کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای ۲۷
- شکل (۱-۲): فرآیند تدوین اقدامات توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق ۳۵
- شکل (۲-۲): فرآیند تدوین اقدامات فنی توسعه فناوری‌های نوین کنترل آلاینده‌ها ۵۳

فهرست جداول

- جدول (۱-۱): ابعاد ساختاری نظام نوآوری فناورانه ۸
- جدول (۲-۱): کارکردهای پیشنهادی و شاخص‌های آن‌ها ۲۰
- جدول (۳-۱): سؤالات برای ارزشیابی کارکردهای موتور محرک علم و فناوری در مرحله اول ۲۹
- جدول (۴-۱): سؤالات برای ارزشیابی کارکردهای موتور محرک کارآفرینی در مرحله توسعه ۲۹
- جدول (۵-۱): سؤالات برای ارزشیابی کارکردهای موتور ساختاردهی به سیستم در مرحله سوم ۳۱
- جدول (۶-۱): سؤالات برای ارزشیابی کارکردهای موتور شکل‌دهی به بازار در مرحله چهارم ۳۲
- جدول (۱-۲): بازیگران و ذینفعان فعال در حوزه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها ۳۹
- جدول (۲-۲): مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری ۴۱
- جدول (۳-۲): جمع‌بندی مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها ۴۲
- جدول (۴-۲): جمع‌بندی مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری DAF ۴۳
- جدول (۵-۲): جمع‌بندی مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری‌های تبحیری دستگامی ۴۴
- جدول (۶-۲): سیاست پیشنهادی برای رفع چالش شناسایی شده در توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها ۴۹

مقدمه

در مرحله چهارم طرح « تدوین سند راهبردی و نقشه راه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران»، اقدامات مورد نیاز برای تحقق چشم‌انداز، اهداف و راهبردها مشخص می‌گردد. این اقدامات برای رفع مشکلات موجود در ابعاد مختلف کارکردهای نظام توسعه فناوری‌های نوظهور تعیین می‌گردد که این کارکردها عبارت‌اند از: توسعه دانش، انتشار دانش، فعالیت‌های کارآفرینی، شکل‌دهی به بازار، تأمین منابع (شامل منابع مالی، انسانی و مواد)، مشروعیت‌بخشی و جهت‌دهی به سیستم در حوزه توسعه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران تعیین می‌شود [۱]. به منظور تعیین این اقدامات، چالش‌ها و مشکلات موجود در هر یک از ابعاد ذکر شده از نظر کارشناسان و خبرگان حوزه آلاینده‌ها استفاده شده است.

ساختار این گزارش به این صورت است. در بخش اول مبانی نظری تدوین اقدامات و فرآیند انتخاب شده به منظور تدوین اقدامات سند توسعه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران ارائه شده است. در نهایت، سیاست‌ها و اقدامات تدوین شده برای رفع موانع توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) ارائه خواهد شد.

۱- فصل اول:

چارچوب نظری تدوین اقدامات سند توسعه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک)

در صنعت برق ایران

۱-۱- مقدمه

مبنای تدوین این اقدامات در این سند، نظام نوآوری فناورانه (TIS) است. بنا بر تعریف کارلسون و استانکیویچک [۲] نظام فناورانه عبارت است از: «شبکه‌ای پویا از عاملان^۱ که در یک ناحیه‌ی اقتصادی/صنعتی تحت زیرساخت‌های نهادی خاص با یکدیگر در تعامل بوده و در تولید، انتشار و بهره‌برداری از فناوری سهیم هستند».

نقطه آغاز تحلیل یک نظام فناورانه نوآوری بر یک منطقه جغرافیایی یا بخش صنعتی متمرکز نیست، بلکه بر یک تکنولوژی یا یک زمینه فناورانه متمرکز است. هدف بیشتر مطالعات نظام‌های نوآوری فناورانه، تحلیل و ارزیابی توسعه یک نوآوری فناورانه خاص در قالب ساختار یا فرآیندهای پشتیبان (یا مخرب) آن است. از این منظر، می‌توان به این رویکرد به عنوان یک گونه خردنگر^۲ از مفهوم نظام‌های بخشی نوآوری نگریست. رویکرد نظام نوآوری فناورانه دارای مشخصه‌های عمومی رویکردهای نظام نوآوری است. با این وجود، دو مشخصه، این رویکرد را از رویکردهای دیگر متمایز می‌سازد. اولین مشخصه، تأکید رویکرد نظام نوآوری فناورانه بر نقش شایستگی اقتصادی، توانایی توسعه و استفاده از فرصت‌های جدید کسب و کار به عنوان جنبه‌ای مهم از نوآوری فناورانه می‌باشد. این رویکرد بر کافی نبودن تحریک جریان‌های دانش برای وقوع تغییرات فناورانه و عملکرد اقتصادی تأکید می‌کند. تحریک جریان‌های دانش برای تحریک فعالانه دانش‌های موجود به منظور ایجاد فرصت‌های جدید کسب و کار، لازم است. این جنبه رویکرد نظام نوآوری فناورانه بر اهمیت اشخاص به عنوان منابع نوآوری تأکید می‌کند. این موضوع توسط رویکردهای کلی‌نگر^۳ نظام نوآوری مغفول واقع گردیده است. تمرکز بر فعالیت‌های کارآفرینانه، مکمل تأکید بر جریان‌های دانش است. مشخصه دوم متمایزکننده مطالعات مربوط به نظام نوآوری فناورانه از رویکردهای دیگر، تمرکز زیاد آن بر پویایی سیستم است. تمرکز بر اقدام کارآفرینانه، پژوهشگران حوزه نظام فناورانه نوآوری را تشویق به نگرستن به آن به عنوان چیزی کرده است که در طول زمان ایجاد می‌گردد.

۱-۲- نظام نوآوری فناورانه

نظام‌های نوآوری با تمرکز خاص بر فناوری، نمونه‌ای از رویکردهای سیستمی هستند که در ادبیات از آن‌ها تحت عنوان نظام نوآوری فناورانه یاد می‌گردد. نقطه شروع تحلیل در نظام‌های نوآوری فناورانه مرزهای جغرافیایی و یا یک صنعت خاص

1- Agents

2- Micro oriented

3- Macro oriented

نبوده، بلکه این رویکرد تمرکز بر فناوری را هدف مطالعه قرار می‌دهد.

هدف تحلیل‌های نظام نوآوری فناورانه ارزیابی روند توسعه یک نوآوری فناورانه از نگاه ساختار و فرآیندهایی است که به پشتیبانی و یا ممانعت از آن می‌پردازد. در تعریف نظام نوآوری فناورانه، فناوری هم به معنای مواد، سخت‌افزارها، و نرم‌افزارهایی است که به شکل مستقیم در فرایند توسعه بکار می‌روند، و هم به شکل دانشی است که چه به شکل عمومی و یا نهفته در محصول وجود دارد.

۱-۲-۱- ویژگی‌های نظام نوآوری فناورانه

نظام نوآوری فناورانه علی‌رغم دارا بودن ویژگی‌های مشترک سایر رویکردهای نظام نوآوری، دارای دو ویژگی متمایز کننده از سایر رویکردهای نظام نوآوری می‌باشد که عبارت‌اند از:

۱- تأکید بر نقش شایستگی اقتصادی.

۲- تأکید جدی بر پویایی سیستم.

نظام نوآوری فناورانه دارای چهار ویژگی اساسی بوده که این ویژگی‌ها با سایر رویکردهای نظام نوآوری مشترک می‌باشد،

که به شرح زیر می‌باشند:

۱- سیستم (نه تک تک اجزا) به عنوان واحد تحلیل قرار می‌گیرد.

۲- سیستم ماهیتی پویا دارد.

۳- فرصت‌های فناورانه عملاً نامحدود هستند. بنابراین لازم است تا تمرکز بیشتری در شناسایی، جذب و بهره‌برداری از

فرصت‌های فناورانه صورت پذیرد.

۴- بازیگران این نظام خردپذیر هستند، اما با محدودیت‌هایی از جنس توانایی‌ها و اطلاعات روبه‌رو هستند.

۱-۳- شناخت مؤلفه‌های مختلف نظام نوآوری فناورانه

به منظور شناخت کافی از مؤلفه‌های مختلف نظام نوآوری فناورانه، لازم است تا مفهوم دو حوزه اساسی نظام‌های نوآوری

فناورانه، شناخت ساختاری و شناخت کارکردی تبیین گردد.

۱-۳-۱ - شناخت ساختاری نظام نوآوری فناوری

ساختار نظام نوآوری فناورانه از اجزایی مختلفی تشکیل شده که عبارت‌اند از: بازیگران، نهادها، روابط و شبکه‌ها و فناوری.

۱-۳-۱-۱ - بازیگران

منظور از بازیگران عبارت است از هر سازمانی است که در ظهور فناوری به طور مستقیم به عنوان توسعه‌دهنده و یادگیرنده‌ی فناوری یا به طور غیرمستقیم به عنوان تنظیم‌کننده، تأمین‌کننده مالی و دیگر نقش‌ها مهم هستند. در حقیقت، این بازیگران، یک نظام نوآوری تکنولوژیکی هستند که با انتخاب‌ها و تصمیمات خود، فناوری‌هایی را ایجاد، منتشر و بهره‌برداری می‌کنند. تنوع بالقوه بازیگران در یک نظام نوآوری تکنولوژیکی بسیار زیاد است و گستره‌ای از بازیگران خصوصی، بازیگران عمومی، توسعه‌دهندگان فناوری تا گیرندگان آن را در بر- می‌گیرد. در کل بازیگران را می‌توان به دو دسته پیشرو و پیرو تقسیم کرد.

ا بازیگران پیشرو

بازیگران پیشرو آن‌هایی هستند که کاملاً در توسعه یک فناوری خاص وارد شده‌اند و به موفقیت آن فناوری وابسته می‌باشند. از این گروه از بازیگران می‌توان به عنوان بازیگران مستقیم یاد کرد که شامل توسعه‌دهندگان و یا گیرندگان فناوری می‌شوند. به طور معمول، پیشروان توسعه یک فناوری، متشکل از واحدهای صنعتی و توسعه‌دهندگان فناوری کوچک هستند که تنها در حوزه‌ی یک فناوری به ایفای نقش مشغول هستند. برای مثال، اندازه کوچک یک شرکت، جایگاه آن را به عنوان یک توسعه‌دهنده فناوری و وابستگی آن به یک گزینه تکنولوژیکی، نشانگر نقش آن به عنوان یک پیشرو است.

بازیگران پیشرو در یک فناوری به ماندن در آن حوزه تمایل دارند، از یک رویکرد تجربی^۱ برای توسعه‌ی دانش استفاده می‌کنند و بیشتر بر مزایا به جای هزینه‌ها تأکید می‌کنند، از این رو این گروه برای به‌کارگیری در برنامه اطلاع‌رسانی بسیار مناسب بوده و انگیزه کافی را دارا می‌باشند و می‌توان با استفاده از آن‌ها بازیگران پیرو را به فعالیت وادار کرد.

ب بازیگران پیرو

این گروه از بازیگران کاملاً در توسعه یک فناوری درگیر نشده‌اند و می‌توانند بین گزینه‌های مختلف، دست به انتخاب بزنند. از بازیگران پیرو می‌توان به عنوان بازیگران غیرمستقیم در توسعه فناوری نوظهور یاد کرد. بازیگران پیرو را می‌توان متشکل از تنظیم‌گران، تأمین‌کنندگان مالی، کاربران و بنگاه‌های بزرگ با قابلیت حمایت از انواع مختلفی از گزینه‌های تکنولوژیکی دانست. نمونه این گروه سرمایه‌گذاران می‌باشند که می‌توانند در صنایع و تکنولوژی‌های مختلف سرمایه‌گذاری کنند و هدف آن‌ها کسب درآمد و سود هرچه بیشتر می‌باشد.

پیروان با گزینه‌های مختلفی برای اجرا و سرمایه‌گذاری روبرو می‌باشند، از این رو تمایل به فعالیت در گزینه‌های مختلف را داشته و با در نظر گرفتن چند گزینه و مقایسه آن‌ها، از یک رویکرد عینی^۱ برای توسعه‌ی دانش استفاده می‌کنند و از چارچوب‌های ارزیابی مختلفی بهره می‌برند. این گروه از بازیگران در حقیقت گروه هدف (مخاطبان) برنامه اطلاع‌رسانی می‌باشند که باید با اجرای برنامه اطلاع‌رسانی تمایل این گروه را به فناوری مدنظر بیشتر کرد.

۱-۳-۱-۲- نهادها

نهادها به عنوان قواعد بازی در یک جامعه یا به طور رسمی‌تر «تنگناهای تدبیر شده‌ی انسانی که شکل‌دهنده‌ی تعاملات انسان‌ها می‌باشد» شناخته می‌شوند، به عبارت دیگر نهادها را می‌توان اصول، قوانین و مقررات نحوه برقراری و ایجاد ارتباط و تعامل بین بازیگران مختلف دانست. در واقع می‌توان از این نهادها در تعیین نحوه برقراری تعامل با ذینفعان و مخاطبان مختلف استفاده کرد.

نهادها را می‌توان به دو دسته نهادهای رسمی (دارای قوانین مدون شده) و غیررسمی (ضمنی‌تر بوده و می‌توانند هنجاری «بر مبنای هنجارهای اجتماعی» یا شناختی «چارچوب‌های ذهنی و پارادایم‌های اجتماعی» باشند) تقسیم کرد.

مثال‌هایی از نهادهای رسمی عبارت‌اند از قوانین دولتی و تصمیمات سیاستی و یا بخش‌نامه‌ها یا قراردادهای بنگاه‌ها. مثالی در رابطه با قواعد هنجاری، مسئولیت احساس شده توسط یک شرکت در رابطه با عدم تولید ضایعات و یا پاکیزه‌سازی آن‌ها است. مثال‌هایی در رابطه با قواعد شناختی نیز جستجوی ذهنی^۲ (ابتکاری) یا رویه‌های حل مسئله هستند.

قواعد نهادی خصوصاً نهادهای رسمی بسیار کمی وجود دارد و حتی قواعد موجود با فناوری در حال ظهور سازگاری چندانی

1- Objective

2- Heuristic

ندارند. به همین منظور در توسعه فناوری نوظهور قواعد شناختی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند و از این قواعد برای هدایت بازیگران (به ویژه بازیگران پیرو) و جلب حمایت برای توسعه فناوری استفاده می‌شود.

۱-۳-۱-۳- فناوری

عوامل فناورانه متشکل از مصنوعات و زیرساخت‌های فناورانه به صورتی یکپارچه هستند. عملکرد فنی-اقتصادی از اهمیت زیادی (برای فهم فرآیند تغییر فناورانه) برخوردار می‌باشد. عملکردهای فنی شامل ساختارهای هزینه، ایمنی، قابلیت اطمینان، اثرات افزایش مقیاس و موارد دیگر می‌شود.

۱-۳-۱-۴- روابط و شبکه‌ها

این بخش فراهم‌آورنده یک نگاه مفهومی به تمامی روابط می‌باشد. روابط ممکن بین مؤلفه‌های ساختاری دارای انواع گوناگونی می‌باشند، که این روابط شامل روابط بین بازیگران مختلف، بازیگران - نهادها، بازیگران - فناوری‌ها و فناوری‌ها- نهادها می‌شود.

روابط بین بازیگران-نهادها و بین بازیگران-فناوری‌ها مشابه یکدیگر بوده و هر دو این روابط از نوع روابط فاعل-مفعولی می‌باشند مثل تغییر قوانین و مقررات مرتبط با موضوع. این موضوع با در نظر گرفتن اختلاف بین این روابط و روابط بین بازیگران بهتر فهمیده می‌شود.

اولاً، روابط بین بازیگران با استقلال دوسویه مشخص می‌گردد و معمولاً بازیگران در جایگاهی قرار ندارند که به طور مستقیم یکدیگر را تغییر، تطبیق و یا حذف نمایند؛ در عوض، روابط بین بازیگران مختلف در یک نظام متشکل از قواعد نهادی و فناورانه محدود شده‌اند. بازیگران می‌توانند در انجام اقدامات به طور عمدی معماری قواعد نهادی و فناورانه را تغییر دهند و از این طریق (به طور غیرمستقیم) بر محیط عملکرد سایر بازیگران اثر بگذارند. میزان انجام این اقدامات وابسته به شایستگی‌های بازیگران و جایگاه آن‌ها در نظام نوآوری فناورانه است.

ثانیاً در حالی که روابط بین بازیگران و فناوری‌ها و روابط بین بازیگران و نهادها، تعاملی نبوده، بلکه یک سویه می‌باشد. در حقیقت معماری قواعد فناورانه و نهادهای فراهم‌آورنده مشوق‌هایی برای بازیگران برای انجام برخی از اقدامات خاص و پرهیز از برخی اقدامات دیگر است.

زمانیکه روابط دارای پیکربندی مشخص و متراکم باشند می‌توان از این پیکربندی به عنوان ساختار شبکه‌ای یاد کرد. در شبکه ارتباط تمام انواع روابط و نحوه برقراری هر یک از آن‌ها مشخص شده است. جدول (۱-۱) تمامی ابعاد ساختاری TIS را به صورت خلاصه نشان می‌دهد.

جدول (۱-۱): ابعاد ساختاری نظام نوآوری فناورانه

ابعاد ساختاری	زیر بخش‌ها
بازیگران	<ul style="list-style-type: none"> جامعه مدنی شرکت‌ها: شرکت‌های تازه تأسیس شده، بنگاه‌های کسب و کار کوچک و متوسط، کارخانه‌ها بزرگ، شرکت‌های چندملیتی دولت سازمان‌های مردم نهاد بخش‌های دیگر: سازمان‌های قانون‌گذاری، بانک‌ها/ سازمان‌های مالی، نهادهای واسطه‌ای، کارگزاران دانشی مشاورین
نهادهای	<ul style="list-style-type: none"> سخت: قوانین، مقررات، دستورالعمل‌ها نرم: هنجارها، عادت‌های رایج، رسوم، سنتی و انتظارات و...
تعاملات	<ul style="list-style-type: none"> در سطح شبکه در سطح ارتباطات فردی
زیرساخت‌ها	<ul style="list-style-type: none"> تجهیزاتی: ابزارهای فنی، ماشین‌ها، ساختمان‌ها، جاده‌ها، پل‌ها و ... دانشی: دانش، تخصص، اطلاعات راهبردی

۱-۳-۲ - شناخت کارکردی نظام نوآوری فناورانه

نظام‌های نوآوری فناورانه را می‌توان به عنوان رویکردی برای تحلیل تغییرات فناورانه به کار برد. توسعه، انتشار و بکارگیری نوآوری‌ها را در عمل می‌توان به عنوان کارکردهای اصلی نظام‌های نوآوری قلمداد کرد. در کل نظام نوآوری فناورانه دارای هفت کارکرد مختلف می‌باشد که عبارت‌اند از: فعالیت‌های کارآفرینی، توسعه دانش، انتشار دانش، جهت‌دهی به سیستم، شکل‌دهی بازار، تأمین و تخصیص منابع و مشروعیت‌بخشی.

۱-۳-۲-۱- فعالیتهای کارآفرینی

در ابتدای توسعه فناوری تعداد گزینه‌ها زیاد بوده و ریسک و عدم قطعیت بالا از ویژگی‌های اصلی فناوری می‌باشد. بر این اساس، هدف اصلی از انجام فعالیت کارآفرینی بهره‌برداری از فرصت‌های موجود از طریق انجام ریسک در شرایط عدم قطعیت بازار و فناوری و نهادهای چالش برانگیز است. بنابراین بدون انجام فعالیتهای کارآفرینی، نظام نوآوری شکل نخواهد گرفت. بنابراین می‌توان گفت که لازمه خلق دانش و افزایش دانش فنی در رابطه با فناوری انجام فعالیتهای کارآفرینی می‌باشد. به طور کلی می‌توان دو زیرکارکرد را برای فعالیتهای کارآفرینی متصور شد: ایجاد فرصت‌های کاری جدید و شناساندن فرصت‌های کاری جدید.

کارآفرینان را می‌توان از منظر سابقه آن‌ها در انجام فعالیتهای کارآفرینی به دو دسته تقسیم کرد: دسته‌ی اول بازیگرانی هستند که به فناوری جدید به مثابه فرصتی برای ورود به کسب‌وکار می‌نگرند و به استفاده از بازارهای موجود در حوزه فناوری نوظهور می‌اندیشند. که برای جذب سرمایه و حمایت این دسته از کارآفرین‌ها باید در تعامل با آن‌ها بر سوددهی و منفعت مالی ناشی از بکارگیری فناوری نوظهور تأکید کرد. دسته‌ی دوم بازیگرانی را شامل می‌شوند که فناوری جدید را به دید یک فرصت جدید برای تنوع‌بخشی به سبد کاری خود می‌بینند و برای استفاده از مزایای آن به فعالیت در این زمینه می‌پردازند. در تعامل با این گروه از کارآفرین‌ها باید بر نو بودن فناوری، تنوع محصولات تولیدی با استفاده از این فناوری و رقابت‌پذیری محصولات تولیدی آن در بازار تأکید کرد.

می‌توان گفت که فعالیتهای کارآفرینی شامل تلاش‌هایی است که بطور مستقیم به تجاری‌سازی محصولات و خدمات ارائه شده بر پایه‌ی دانش فنی موجود می‌پردازند. در حقیقت، این فعالیت است که یک نظام نوآوری را از یک نظام تحقیقات متمایز می‌سازد. لازم به ذکر است که انجام فعالیتهای کارآفرینی می‌تواند منجر به شکل‌گیری دانش‌های جدید از تکنولوژی موجود گردد. بنابراین، از یکسو توسعه دانش لازمه انجام فعالیتهای کارآفرینانه است و از سوی دیگر، فعالیتهای کارآفرینانه با افزایش دانش فنی در رابطه با تکنولوژی همراه است.

در ادبیات، نمونه‌هایی از فعالیتهای مربوط به این کارکرد برشمرده شده‌اند:

- سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر صورت پذیرفته (پروژه‌های انجام شده) در تجاری‌سازی تکنولوژی
- ورود شرکت‌های نوآور در عرصه‌ی تجاری‌سازی تکنولوژی

- تأسیس شرکت‌های نوپا
- ورود شرکت‌های موجود در حوزه‌های دیگر به حوزه تکنولوژی
- ارائه‌ی محصولات و خدمات جدید در زمینه‌ی تکنولوژی
- فعالیت‌های انجام شده با هدف نمایش و توجیه‌پذیر ساختن تکنولوژی
- برگزاری نمایشگاه تکنولوژی
- انجام پروژه‌های نمایشی

۱-۳-۲-۲- توسعه دانش

تمام فعالیت‌های این مرحله را می‌توان شامل فرآیند یادگیری فناوری و موضوعات مرتبط به آن دانست. در مبحث توسعه دانش بحث مهم خلق دانش می‌باشد که کارکردهای خلق دانش را می‌توان به دو دسته خلق دانش فنی و خلق دانش غیرفنی تقسیم کرد. در بخش خلق دانش فنی مسائل فنی و تخصصی فناوری بررسی و تعیین می‌گردد و در مبحث خلق دانش غیرفنی موضوعاتی چون مدیریت، بازار و مصرف‌کنندگان بررسی و تعیین می‌گردند.

مهم‌ترین موانع در برابر انجام فعالیت در زمینه توسعه دانش را می‌توان به دو بخش ضعف‌های نهادی و ضعف‌های بازیگران دسته‌بندی کرد. منظور از ضعف‌های نهادی نبود برنامه‌ریزی صحیح برای انجام تحقیقات و جمع‌آوری اطلاعات در مورد فناوری بوده و منظور از ضعف‌های بازیگران نبود افراد متخصص، آگاه و توانا در موضوع می‌باشد.

از نتایج و کارکردهای عمده یادگیری و خلق دانش می‌توان به افزایش عمق و گستره دانش موجود در رابطه با فناوری اشاره کرد. باید توجه داشت که با افزایش عمق دانش از عدم قطعیت موجود در رابطه با فناوری کاسته می‌شود، درحالی‌که افزایش گستره دانش موجود به دلیل افزایش تنوع، عدم قطعیت موجود در سیستم را افزایش می‌دهد.

کسب شناخت و یادگیری بازیگران در صورت وقوع در حین تعامل احتمال دارد به دو صورت مختلف اتفاق بیفتد که این دو

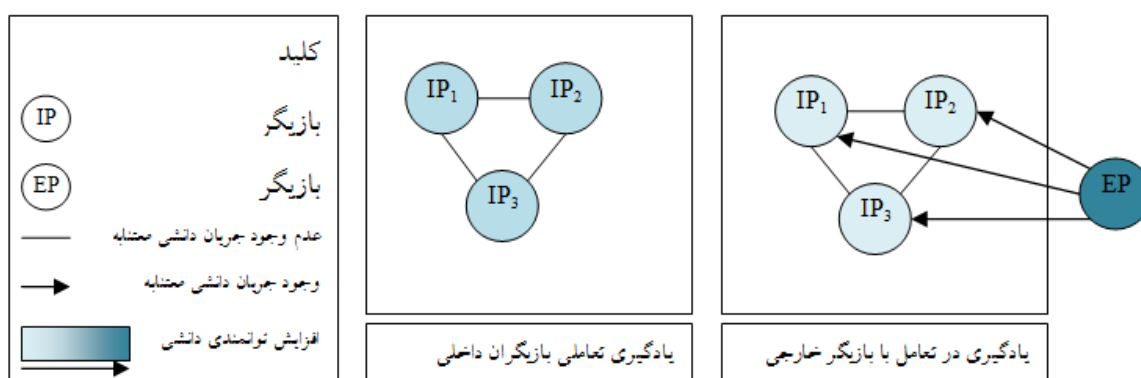
عبارت‌اند از:

- ۱- تعامل موجود بین بازیگران مختلف موجود در سیستم. در این حالت در مواردی که هیچ‌یک از آنان دانش مورد نظر را به اندازه کافی ندارد همگی آن‌ها برای رسیدن به یک دانش مشترک با یکدیگر تعامل دارند و بین آن‌ها جریان دانشی

قابل توجهی وجود ندارد.

۲- تعامل بازیگران موجود در سیستم با بازیگران خارج از سیستم. در این حالت اطلاعات از خارج از سیستم به بازیگران داخلی انتقال داده شده و سبب افزایش جریان دانش انتقالی در بین بازیگران داخلی می‌شود.

با توجه به مسائل بیان شده به منظور اجرای مؤثرتر این کارکرد می‌توان با اجرای برنامه اطلاع‌رسانی شناخت و دانش مورد نیاز را به بازیگران موجود در سیستم انتقال داد و با این کار سبب افزایش سطح دانش انتقالی بین بازیگران مختلف شد. به عبارت دیگر با اجرای برنامه اطلاع‌رسانی با استفاده از حالت دوم بازیگران موجود در سیستم نسبت به فناوری جدید آگاه شده و سبب افزایش دانش انتقالی بین بازیگران (انتقال به صورت اول) می‌شود.



شکل (۱-۱): حالت‌های ممکن خلق دانش در حین یادگیری در حین تعامل

از طریق ارزیابی شاخص‌ها و رخدادهای زیر می‌توان میزان برآوردن این کارکرد را بررسی کرد:

- تعداد مقالات ISI منتشر شده در زمینه تکنولوژی
- تعداد حق اختراعات ثبت شده به صورت بین‌المللی در زمینه تکنولوژی
- تعداد و اندازه نهادهای تحقیقاتی (R&D) فعال در زمینه تکنولوژی
- تعداد و اندازه مطالعات علمی و فنی صورت گرفته درباره تکنولوژی
- تعداد تست‌های آزمایشگاهی انجام شده بر روی تکنولوژی

- تعداد انجام آزمایش و پیاده‌سازی تکنولوژی در ناحیه‌ای از محیط به‌جای محدوده گسترده‌تر (پایلوت)^۱
- تعداد توسعه و ایجاد نمونه‌های آزمایشی و اولیه از تکنولوژی (پروتوتایپ)^۲

۱-۳-۲-۳- انتشار دانش

در مواردی این کارکرد و کارکرد قبل (توسعه و انتشار دانش) را در قالب یک کارکرد در نظر می‌گیرند و این دو بسیار به یکدیگر نزدیک می‌باشند، در واقع در توسعه دانش هدف کسب و یادگیری دانش بوده درحالی‌که در این کارکرد هدف از انجام فعالیت‌های انجام شده تسهیم^۳ و به اشتراک‌گذاری^۴ دانش^۵ و اطلاعات در میان بازیگران مختلف موجود در سیستم است. مهم‌ترین نقشی که کارکرد انتشار دانش بر عهده دارد، ایجاد یادگیری تعاملی است.

یکی از ویژگی‌های مهم نظام نوآوری فناورانه، وجود شبکه در ساختار آن است. مهم‌ترین نقشی که یک شبکه قادر به برآوردن آن است، فراهم‌آوری بستری برای ایجاد جریان دانش و اطلاعات در بین بازیگران موجود در سیستم است. دو نوع از شبکه‌ها را می‌توان متصور بود: شبکه‌های نرم و شبکه‌های سخت. در شبکه‌های نرم، لزوماً دانش موجود در منبع دانشی (بازیگر برخوردار از دانش) به بازیگر خواهان دانش به صورت کامل منتقل نمی‌شود. نمونه‌هایی از این نوع از شبکه عبارت‌اند از کنفرانس‌ها، همایش‌ها، کارگاه‌ها و پایگاه‌های اطلاعاتی مشترک بین بازیگران موجود در نظام. از این پس، این نوع از انتشار دانش، تسهیم دانش نامیده می‌شود. در شبکه‌های سخت، دانش موجود در منبع دانشی توسط بازیگر خواهان آن دریافت می‌شود. نمونه‌هایی از این نوع از شبکه‌ها عبارت‌اند از اتحادهای استراتژیک، هاب‌های تکنولوژی و سرمایه‌گذاری‌های مشترک^۶. این نوع از انتشار دانش، به اشتراک‌گذاری دانش نامیده می‌شود. نمونه‌ای از رخدادها و شاخص‌های نشانگر تحقق این کارکرد عبارت‌اند از:

- تعداد فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نوآورانه مشترک صورت پذیرفته میان واحدهای مختلف (با هدف تسهیم

1- Pilot
2-Prototype
3-Dissemination
4- Sharing

۵- همانطور که کارکرد خلق دانش مشتمل بر خلق دانش فنی و غیرفنی است، کارکرد انتشار دانش نیز قابل تقسیم به انتشار دانش فنی و انتشار دانش غیرفنی می‌باشد.

6- Joint venture

دانش)

- میزان جابجایی نیروهای تحصیل کرده دانشگاهی با محوریت تکنولوژی
- کنفرانس‌ها، کارگاه‌های آموزشی، پیمان‌ها و توافق‌نامه‌های بین بازیگران، سرمایه‌گذاری‌های مشترک صورت پذیرفته با موضوع تکنولوژی
- تعداد و اندازه شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام فناورانه

به منظور استفاده از برنامه اطلاع‌رسانی در این مورد اطلاعات باید به بازیگران کم اثرتر انتقال داده شود و معمولاً مخاطب برنامه‌های اطلاع‌رسانی در این موارد عموم مردم می‌باشند. در این مرحله دانش‌های مربوط به فناوری به مصرف‌کنندگان محصولات فناوری مدنظر انتقال داده می‌شود. این نوع یادگیری، بر پایه تجربه استفاده‌کنندگان از نظام نوآوری فناورانه قرار دارد، مانند تعاملی که بین مصرف‌کننده و تولیدکننده فناوری برقرار می‌شود.

۱-۳-۲-۴- مدیریت سیستم

کارکرد جهت‌دهی به سیستم متشکل از فعالیت‌هایی است که به گزینش و محدود کردن گزینه‌های موجود در رابطه با تکنولوژی، کاربرد آن‌ها و بازارشان در سطوح مختلف می‌پردازد. این سطوح عبارت‌اند از سطح فراسیستم^۱ و سطوح کلان^۲ و خرد سیستم^۳. این فعالیت‌ها به منظور همگرا ساختن تلاش‌های انجام گرفته در توسعه تکنولوژی انجام می‌شوند. می‌توان این فرآیند گزینشی را دربرگیرنده شناسایی فرصت‌های موجود در نظام نوآوری فناورانه دانست. برای توضیح بیشتر می‌توان گفت که به علت وجود محدودیت در منابع در دسترس، از میان گزینه‌های مختلف موجود باید دست به انتخاب زد و بر آن تمرکز نمود. بدون انجام این مرحله، نیاز و انتظارات بازیگران از روند توسعه ناشناخته باقی مانده و منابع در دامنه وسیعی از گزینه‌های کاربردی و فناورانه پراکنده شده و به هدر می‌رود. در نتیجه، تعداد قابل توجهی از گزینه‌های توسعه با وجود صرف منبع برایشان، ناموفق باقی می‌مانند. برای جلوگیری از وقوع این رخداد، کارکرد جهت‌دهی به سیستم در روند توسعه فناورانه تعریف

۱- منظور از فراسیستم، سیستمی است که سیستم مورد مطالعه را در بر می‌گیرد. در ادبیات از این فراسیستم با نام Landscape یاد می‌شود.
 ۲- سطوح کلان سیستم مشتمل بر سطوحی است که نسبتاً در طول زمان پایدار هستند و با توسعه‌ی تکنولوژی تغییرات اندکی در آن‌ها حاصل می‌شود. این سطوح را Regime می‌نامند.
 ۳- این مجموعه از سطوح متأثر از تغییرات فراوانی هستند و به شدت متلاطم می‌باشند. در ادبیات این سطوح را Niche می‌نامند.

می‌گردد.

از این کارکرد به عنوان مدیریت سیستم نیز یاد می‌شود، فعالیت‌ها در این کارکرد در مسیر جهت‌دهی و یکپارچه‌سازی تمام فعالیت‌های انجام گرفته برای توسعه فناوری می‌باشد. این کارکرد در سطوح فراسیستم^۱، کلان^۲، و خرد^۳ به انجام می‌رسد. در این کارکرد به منظور جلوگیری از هدر رفت منابع (انرژی، هزینه و پتانسیل‌های موجود) به جهت‌دهی فعالیت‌ها پرداخته می‌شود.

می‌توان فعالیت‌های انجام شده مربوط به این کارکرد را به سه دسته تقسیم کرد: تنظیمی^۴، شناختی^۵ و هنجاری^۶. در حقیقت، فعالیت‌های رخ داده در این کارکرد منجر به ایجاد، تغییر و یا از میان برداشتن نهادهای موجود در سیستم می‌شود. برای توضیح بیشتر می‌توان گفت که برخی از رخدادهای می‌توانند انتظارات را نسبت به برخی گزینه‌های پیش‌رو افزایش دهند (شناختی). برای مثال، عملکرد خوب یک گزینه تکنولوژی منجر به افزایش انتظارات از آن گزینه می‌گردد. با افزایش انتظارات نسبت به آن گزینه، اولویت آن گزینه در اذهان بالاتر می‌رود. این رخداد به معنای تغییر در شناخت‌های پیشین و ایجاد شناخت جدید نسبت به گزینه‌های موجود است. برخی دیگر از رخدادهای می‌توانند منجر به تغییر در هنجارهای موجود شوند. برای مثال، وقوع یک رخداد طبیعی ممکن است منجر به افزایش ارزش انواع خاصی از تکنولوژی‌های تولید انرژی (مانند انرژی‌های تجدیدپذیر) گردد. با افزایش ارزش این نوع از تکنولوژی‌ها، پارادایم جدیدی در نظام موجود شکل می‌گیرد. در پارادایم جدید، هنجارهای جدیدی مطرح می‌شوند (گونه‌ی هنجاری جهت‌دهی به سیستم).

ممکن است در نتیجه وقوع رخدادهای اثرگذار بر شناخت‌ها و هنجارهای سیستم، قوانین، مقررات، استانداردها، توافق‌نامه‌ها و به طور کلی، تصمیمات جدیدی (تنظیمی) اتخاذ گردند. اتخاذ این تصمیمات نیز می‌توانند منجر به هدایت سیستم به سوی گزینه‌های خاص شود.

نمونه‌های از رخدادهای مربوط به این کارکرد در ادامه آورده شده‌اند:

- ۱- منظور از فراسیستم، سیستمی است که سیستم مورد مطالعه را در بر می‌گیرد. در ادبیات از این فراسیستم با نام Landscape یاد می‌شود
- ۲- سطوح کلان سیستم مشتمل بر سطوحی است که نسبتاً در طول زمان پایدار هستند و با توسعه‌ی تکنولوژی تغییرات اندکی در آن‌ها حاصل می‌شود. این سطوح را Regime می‌نامند.
- ۳- این مجموعه از سطوح متأثر از تغییرات فراوانی هستند و به‌شدت متلاطم می‌باشند. در ادبیات این سطوح را Niche می‌نامند.

- 4- Regulative
- 5- Cognitive
- 6- Normative

- وضع چشم‌اندازهای جدید برای توسعه تکنولوژی و یا موارد دیگر که بر تکنولوژی اثرگذارند
- شفاف‌سازی تقاضای کاربران اصلی
- رشد تکنولوژی در کشورهای دیگر
- شکل‌گیری انتظاراتی درباره‌ی آینده‌ی تکنولوژی
- هدف‌گذاری‌های انجام شده در سیاست‌گذاری‌های تکنولوژی
- قانون‌گذاری در رابطه با تکنولوژی
- تدوین استانداردها

۱-۳-۲-۵- شکل‌گیری بازار

هدف از این کارکرد رقابت‌پذیر ساختن فناوری نوظهور نسبت به فناوری‌های موجود بازار می‌باشد. در واقع این کارکرد با انجام مجموعه‌ای از فعالیت‌ها، محیط کنترل شده‌ای برای رقابت فناوری نوظهور با سایر فناوری‌ها پدید می‌آورد. برای اینکه یک فناوری نوظهور توانایی برای رشد، توسعه و نفوذ در بازار را داشته باشد باید قابلیت‌های خاصی را دارا باشد، تا به واسطه آن‌ها بتواند به سوی بلوغ حرکت نماید. این قابلیت‌ها به سه دسته قابلیت‌های فنی^۱، قابلیت‌های اقتصادی^۲ و قابلیت‌های بازار^۳ تقسیم می‌شوند. در این مرحله نیز باید توجه داشت که با استفاده برنامه اطلاع‌رسانی مناسب می‌توان هر یک از این قابلیت‌ها را برای فناوری مورد نظر (در صورت داشتن پتانسیل‌ها) ایجاد کرد.

ا قابلیت فنی

فناوری مورد بحث باید از نظر فنی و فناورانه قابل رقابت با سایر فناوری‌های موجود در بازار باشد. در صورت استفاده از برنامه اطلاع‌رسانی برای بزرگ کردن این قابلیت فناوری در دید مخاطبان باید بر ارائه اطلاعات فنی و تخصصی تأکید کرد.

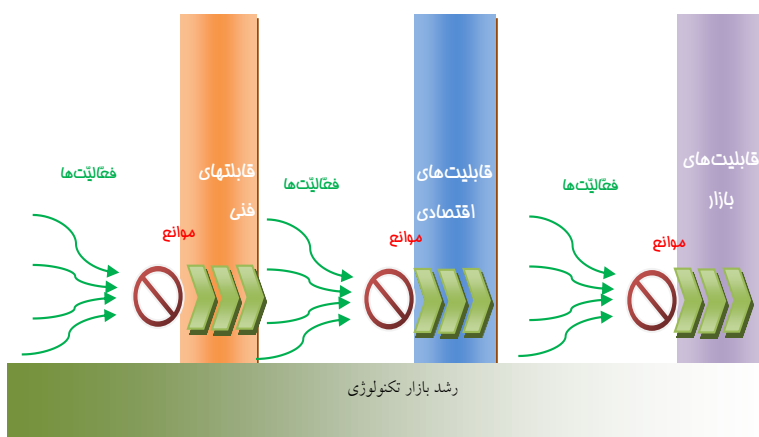
ب قابلیت اقتصادی

فناوری نوظهور مدنظر باید از لحاظ اقتصادی توانایی و قابلیت رقابت با سایر فناوری‌های موجود را داشته باشد و استفاده از

این فناوری در مقابل سایر فناوری‌ها به صرفه به نظر برسد. به طور قطع زمانی یک فناوری قادر به دستیابی به این قابلیت خواهد بود که از قابلیت‌های فنی برخوردار شده باشد. به عبارت دیگر، دستیابی به قابلیت‌های فنی، پیش‌نیاز و شرط لازم دستیابی به قابلیت‌های اقتصادی است. در صورت استفاده از برنامه اطلاع‌رسانی برای ایجاد این قابلیت در یک فناوری باید اطلاعات اقتصادی و صرفه اقتصادی بکارگیری این تکنولوژی به مخاطبان انتقال داده شود.

ت قابلیت بازار

در صورتیکه یک فناوری قابلیت‌های فنی و اقتصادی را دارا باشد برای رشد به سمت بلوغ نیازمند داشتن قابلیت بازار و رقابت‌پذیری با سایر موارد موجود در بازار می‌باشد. در واقع این فناوری باید با تمایلات مصرف‌کنندگان سازگار بوده و قابلیت توسعه یافتن موفقیت‌آمیز در بازار را داشته باشد. در این مورد نیز در صورت استفاده از برنامه اطلاع‌رسانی، اطلاعات و محتوای انتقالی باید در رابطه با خصوصیات، ویژگی‌ها و برتری‌های فناوری و محصولات آن نسبت به سایر فناوری‌ها باشد.



شکل (۲-۱): نمایش مسیر توسعه بازار فناوری

کارکرد شکل‌دهی به بازار، شامل فعالیت‌هایی (مانند حمایت مالی از مصرف تکنولوژی نوظهور و یا سیاست‌های مالیاتی برای تکنولوژی‌های رقیب) است که منجر به ایجاد تقاضا برای تکنولوژی در راستای حمایت از آن می‌گردد. تفاوت میان این کارکرد و کارکرد جهت‌دهی به سیستم در آن است که در این کارکرد، گزینش نهایی توسط کاربران تکنولوژی انجام می‌شود؛ درحالی‌که در کارکرد جهت‌دهی به سیستم کاربران نقشی در فرایند گزینش ایفا نمی‌کنند. بنابراین می‌توان کارکرد شکل‌گیری بازار را حالت خاصی از کارکرد جهت‌دهی به سیستم دانست. با استفاده از شاخص‌ها و شناسایی فعالیت‌های مختلف، می‌توان

میزان تحقق این کارکرد را سنجید. نمونه‌ای از این اقدام در ادامه آورده شده است:

- شناسایی مرحله بلوغ (دوره‌ی عمر) بازار
- شفاف‌سازی پتانسیل بازار
- تعداد و تنوع کاربران موجود برای تکنولوژی
- تعداد و تنوع نهادهای تنظیم شده برای شکل‌دهی به بازار
- میزان عدم قطعیت موجود در برابر تولیدکنندگان و یا سرمایه‌گذاران
- هزینه‌های مصرف تکنولوژی

۱-۳-۲-۶- مدیریت منابع

برای توسعه فناوری نیاز به در دسترس بودن منابع مختلف برای انجام فعالیت‌ها و پیشبرد اهداف می‌باشد. فعالیت‌هایی که در این کارکرد صورت می‌پذیرد، بیشتر از جنس سرمایه‌گذاری‌هایی است که در فرآیند توسعه انجام می‌شوند. همچنین، گسترش زیرساخت‌های عمومی مورد نیاز پیشرفت تکنولوژی، مانند سیستم‌های آموزشی و تسهیلات تحقیق و توسعه نیز در زمره این کارکرد قرار می‌گیرند. در صورت عدم وجود منابع مالی و ابزارهای مورد نیاز و نیز بازیگرانی با توانایی و قابلیت‌های متمایز، یک تکنولوژی نوظهور به هیچ وجه مورد استقبال قرار نخواهد گرفت. بنابراین، این کارکرد دارای اهمیت فراوانی در روند توسعه می‌باشد. نگاشت کارکرد بسیج منابع در چهار بُعد مختلف، امکان‌پذیر است:

- منابع انسانی: تأمین و هماهنگ‌سازی نیروهای انسانی مورد نیاز برای توسعه‌ی فناوری
 - منابع مالی: تأمین و هماهنگ‌سازی بودجه‌ها و اعتبارات مورد نیاز برای توسعه‌ی فناوری
 - منابع مادی: تأمین و هماهنگ‌سازی مواد (و در برخی موارد قطعات) مورد نیاز برای توسعه‌ی فناوری
 - منابع مکمل: تأمین و هماهنگ‌سازی زیرساخت‌ها، محصولات و یا خدمات مکمل مورد نیاز برای توسعه فناوری
- تأمین این منابع می‌تواند توسط دولت، صنعت و یا هر بازیگری که در روند توسعه فناوری نقش اساسی دارد، انجام شود. در تأمین نیروهای مختلف اطلاع‌رسانی بسیار حائز اهمیت می‌باشد که در بخش بعد به طور کامل بررسی می‌شود. نمونه‌ای از رخدادهایی که می‌تواند منجر به تحقق این کارکرد شود، در ادامه آورده شده است:

- کمک‌های بلاعوض دولتی (یارانه)

- سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی در گسترش فناوری
- توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز تکنولوژی و محصولات و خدمات مکمل
- تأمین مواد اولیه مورد نیاز برای توسعه تکنولوژی از خارج از کشور
- در دسترس بودن نیروی انسانی فنی در رابطه با تکنولوژی مورد نظر

۱-۳-۲-۷- مشروعیت‌بخشی

هدف از این کارکرد ایجاد مقبولیت اجتماعی برای به‌کارگیری فناوری جدید، تغییر نهادهای موجود در جامعه و هم‌راستا شدن نهادها با نیازهای بازیگران موجود در نظام نوآوری فناوری می‌باشد. اهمیت این کارکرد بسیار زیاد می‌باشد زیرا ظهور یک فناوری جدید اغلب با مخالفت بازیگرانی که دارای منافع در فناوری‌های کنونی هستند، همراه می‌شود و این مخالفت سبب جلوگیری و یا کاهش سرعت پیشرفت فناوری نوظهور می‌شود. بنابراین بازیگران یک نظام نوآوری فناوری باید با استفاده از اطمینان بخشی به جامعه، ذینفعان و مخالفان بر لختی^۱ حاصل از این مخالفت‌ها غلبه نمایند.

اهمیت مشروعیت‌بخشی زمانی بیشتر مشخص می‌گردد که توجه داشت که این کارکرد به عنوان یک کاتالیزگر عمل می‌کند و برای انجام فعالیت در سایر کارکردها مانند مدیریت منابع و شکل‌دهی بازار ضروری است و تا این کارکرد فراهم نشود فعالیت در سایر کارکردها مشکل و یا غیرممکن می‌باشد.

با توجه به نوع و مشخصات فرآیند، نوع و میزان منابع مورد نیاز و محدوده‌ی اثرگذاری، محدوده جغرافیایی که این مشروعیت‌بخشی در سطح آن باید اجرا شود متفاوت خواهد بود. این کارکرد می‌تواند در چهار حوزه صنعت، دانشگاه، دولت و سطح عمومی جامعه به ایجاد مشروعیت پردازد. رایزنی‌هایی بین گروه ذینفع، اتحادیه‌ها، انجمن‌ها، سازمان‌های مردم‌نهاد و مانند این‌ها اجزایی هستند که در انجام فعالیت‌های این کارکرد دخیل هستند.

این کارکرد به خودی خود دارای زیرکارکردهای مختلفی می‌باشد که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- ایجاد مقبولیت برای پذیرش فناوری در حوزه‌های مختلف (ظرفیت‌سازی برای بکارگیری فناوری نوظهور)،
- ۲- متقاعدسازی نظام‌های پشتیبان برای فعالیت در زمینه کارکردهای دیگر مانند تأمین منابع و مدیریت سیستم

۱- نام دیگری که بر این کارکرد نهاده می‌شود، حذف مقاومت در برابر تغییر (لختی یا اینرسی) است. بنابراین، علت وجودی این کارکرد، غلبه بر اینرسی بازیگران موجود در نظام است.

۳- حذف/کاهش مخالفت‌های موجود در برابر توسعه فناوری

۴- و ترغیب بازیگران دارای قدرت اجرایی برای انجام فعالیت در راستای استفاده از فناوری نوظهور.

البته باید توجه داشت که مشروعیت بخشی دارای قدرت اجرایی برای تغییر قواعد موجود در نظام نوآوری فناورانه نیست، بلکه تنها به متقاعدسازی نهادهای پشتیبان پرداخته و از طریق کارکردهای دیگر (مانند مدیریت سیستم و تأمین منابع) در سیستم اثرگذار می‌گردد. به عبارت دیگر در تمام فعالیت‌های این کارکرد گروهی از بازیگران، سایر بازیگران را برای به کارگیری فناوری نوظهور ترغیب می‌کنند. مشروعیت بخشی در سه سطح محیط صنعت، محیط سیاست‌گذاری و سطح جامعه (مقبولیت عمومی) انجام می‌پذیرد. نمونه‌ای از رخدادها و شاخص‌های نمایانگر تحقق این کارکرد در ادامه آورده شده است:

- میزان همگرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری فناورانه در حال توسعه
- میزان مشروعیت سرمایه‌گذاری در توسعه 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 مورد نظر در رسانه‌ها

مجموعه کارکردهای ذکر شده به همراه شاخص‌هایی برای سنجش سطح برآورده شدن این کارکردها در جدول (۱-۲) ارائه

شده است.

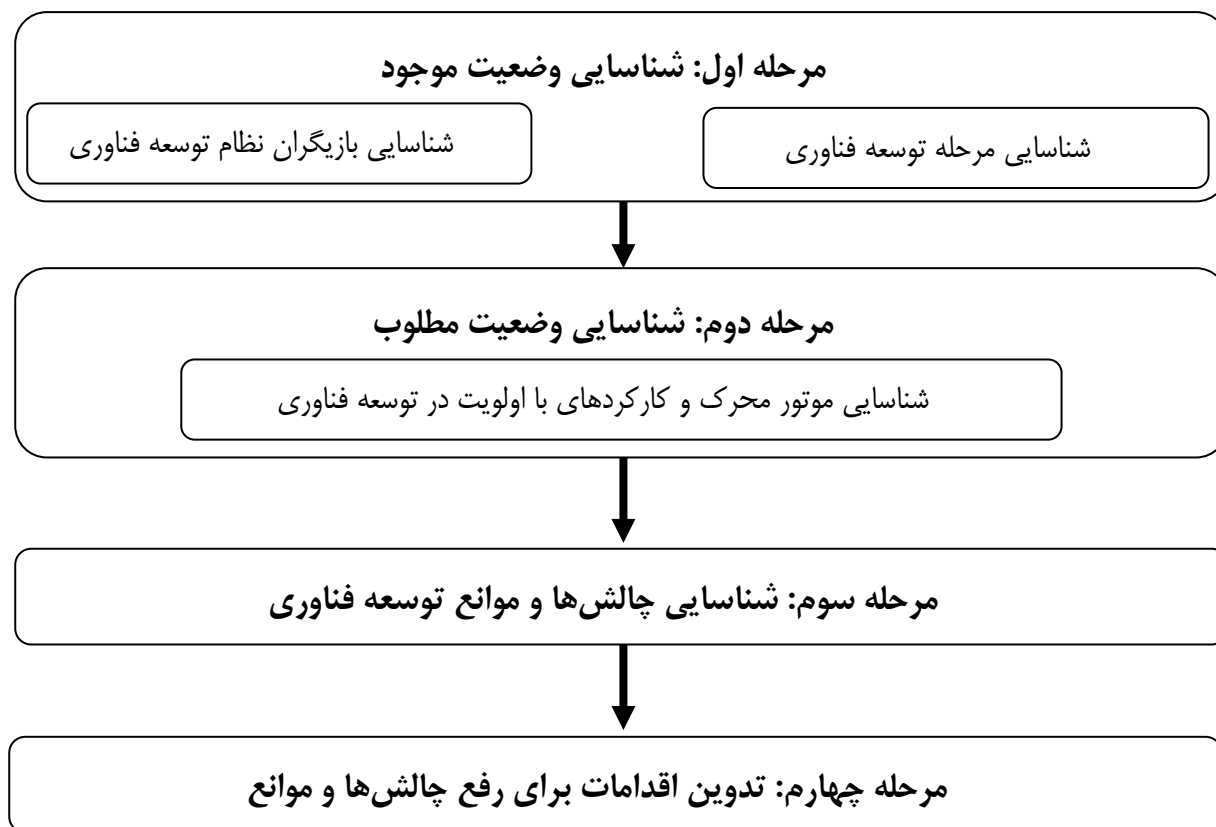
جدول (۲-۱): کارکردهای پیشنهادی و شاخص‌های آن‌ها

شاخص‌های کمی	شاخص‌های کیفی	زیرعامل	عامل
<p>۱. تعداد پروژه‌های انجام شده با هدف تجاری‌سازی</p> <p>۲. تعداد شرکت‌های ثبت شده در زمینه فناوری</p> <p>۳. ورود شرکت‌های موجود به عرصه فناوری</p> <p>۴. حجم سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر انجام شده</p>		ایجاد فرصت‌های جدید	فعالیت‌های کارآفرینانه
<p>۱. برگزاری نمایشگاه تکنولوژی</p> <p>۲. انجام پروژه‌های نمایشی</p>		نمایش فرصت‌های جدید	
<p>۱. تعداد مقالات ISI منتشر شده در زمینه تکنولوژی</p> <p>۲. تعداد حق اختراعات ثبت شده به صورت بین‌المللی در زمینه تکنولوژی</p> <p>۳. تعداد سازمان‌های تحقیقاتی (R&D) فعال در زمینه تکنولوژی</p> <p>۴. اندازه سازمان‌های تحقیقاتی (R&D) فعال در زمینه تکنولوژی</p> <p>۵. تعداد مطالعات علمی و فنی صورت گرفته از تکنولوژی</p> <p>۶. تعداد توسعه و ایجاد نمونه‌های آزمایشی و اولیه از تکنولوژی (Prototype)</p>		فنی	توسعه‌ی دانش
<p>۱. تعداد گزارش‌های تولید شده در رابطه با مطالعه بازار</p> <p>۲. تعداد مطالعات امکان‌سنجی انجام شده</p>		غیرفنی	
<p>۱. تعداد فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نوآورانه مشترک صورت پذیرفته میان واحدهای مختلف (با هدف تسهیم دانش)</p> <p>۲. تعداد کنفرانس‌ها و کارگاه‌های برگزار شده در رابطه با فناوری</p> <p>۳. تعداد شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام تکنولوژیک</p> <p>۴. اندازه شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام تکنولوژیک</p>	میزان جابه‌جایی نیروهای تحصیل کرده دانشگاهی با محوریت تکنولوژی	فنی	انتشار دانش
<p>۱. تعداد گزارش‌های منتشر شده در رابطه با مطالعه بازار</p> <p>۲. تعداد مطالعات امکان‌سنجی منتشر شده</p>		غیرفنی	
<p>۱. قانون‌گذاری در رابطه با تکنولوژی</p> <p>۲. استانداردهای تدوین شده</p>		رسمی (وضع نهادها)	جهت‌دهی به سیستم

عامل	زیرعامل	شاخص‌های کیفی	شاخص‌های کمی
	غیررسمی (شکل‌گیری انتظارات)	۱. وضع چشم‌اندازهای جدید برای توسعه تکنولوژی و یا موارد دیگر که بر تکنولوژی اثرگذارند ۲. شکل‌گیری محرک‌هایی برای توسعه تکنولوژی یا نوع خاصی از آن (مانند ارزان شدن قیمت منابع مصرفی تکنولوژی) ۳. شفاف‌سازی تقاضای کاربران اصلی ۴. رشد تکنولوژی در کشورهای دیگر ۵. ایجاد تغییر در عوامل کلان اثرگذار بر سیستم (مانند تغییرات آب و هوایی) ۶. شکل‌گیری انتظاراتی درباره آینده تکنولوژی	
شکل‌گیری بازار		۱. شفاف‌سازی پتانسیل بازار ۲. میزان عدم قطعیت موجود در برابر تولیدکنندگان و یا سرمایه‌گذاران ۳. شناسایی مرحله بلوغ (دوره عمر) بازار	۱. تعداد و تنوع کاربران موجود برای تکنولوژی ۲. تعداد و تنوع نهادهای تنظیم شده برای شکل‌دهی به بازار
بسیج منابع	مالی		۱. کمک‌های بلاعوض دولتی (یارانه) ۲. سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی در گسترش فناوری
	انسانی	در دسترس بودن نیروی انسانی فنی در رابطه با تکنولوژی مورد نظر	
	مواد	تأمین مواد اولیه مورد نیاز برای توسعه تکنولوژی از خارج از کشور	
	دارایی‌های مکمل	توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز تکنولوژی، محصولات و خدمات مکمل	
مشروعیت‌بخشی		۱. میزان هم‌گرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری تکنولوژیک در حال توسعه ۲. میزان مشروعیت سرمایه‌گذاری در توسعه تکنولوژی و محصولات مربوط به آن ۳. رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از تکنولوژی ۴. اعمال نفوذ گروه‌های پشتیبان تکنولوژی در بخش‌های مختلف دولت و صنعت ۵. میزان حمایت از تکنولوژی مورد نظر در رسانه‌ها	

۱-۴- فرآیند تدوین سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری

اقدامات، مجموعه‌ای از طرح‌ها و برنامه‌های اجرایی هستند که به تحقق راهبردها و دستیابی به اهداف کمک می‌کنند. این اقدامات راهکارهایی جهت رفع موانع توسعه یک فناوری هستند. فرآیند تدوین اقدامات در شکل (۱-۳) نشان داده شده است.



شکل (۱-۳): فرآیند تدوین سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری نوظهور

همان طور که در شکل (۱-۳) نشان داده شده است در مرحله اول، باید وضعیت موجود توسعه فناوری مشخص شود، که تعیین مرحله توسعه فناوری و شناسایی بازیگران نظام توسعه فناوری مدنظر می‌باشد. در مرحله دوم، با توجه به خروجی حاصل از مرحله اول، موتور محرک توسعه فناوری شناسایی شده و با توجه به آن، کارکردهای با اولویت برای تحقق وضعیت مطلوب توسعه فناوری مشخص می‌گردد. در مرحله سوم، موانع موجود مرتبط با هر یک از ابعاد ساختاری در کارکردهای با اولویت از طریق مصاحبه با متخصصان و خبرگان آشنا با حوزه مدنظر تعیین شده و چالش‌های شناسایی شده پالایش و جمع‌بندی می‌شود. در مرحله آخر، سیاست‌های پیشنهادی برای رفع چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های کاهش آلاینده ارائه می‌شود. در

نهایت اقدامات لازم برای تحقق سیاست‌ها تعیین شده و ارائه می‌گردند. در ادامه این مراحل توضیح داده شده است.

۱-۴-۱- شناسایی وضعیت موجود

در این مرحله باید وضعیت کنونی و مرحله توسعه فناوری مد نظر تعیین گردد که برای تعیین این موارد باید از جنبه‌های مختلف (کارکردی و ساختاری) به بررسی فناوری مدنظر پرداخته شود. این مرحله شامل دو بخش شناخت بازیگران نظام توسعه فناوری و تعیین مرحله توسعه فناوری می‌باشد.

۱-۴-۱-۱- شناسایی بازیگران نظام توسعه فناوری

همان طور که در بخش شناخت ساختاری نظام توسعه فناورانه اشاره شد، ساختار هر نظام نوآوری متشکل از بازیگران و ذینفعانی است که هر یک به طور مستقیم یا غیرمستقیم نقش‌هایی را ایفا می‌کنند. این بازیگران می‌توانند شامل بخش دولتی، شرکت‌های تولیدکننده، شرکت‌های مشاور، دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی، مؤسسات مالی، مؤسسات حقوقی و ... باشند. در این مرحله باید تمام بازیگران نظام توسعه فناوری را در حوزه‌ها و کارکردهای مختلف نظام توسعه فناوری شامل تحقیق و توسعه، انتشار دانش، تأمین منابع انسانی، منابع مالی، مواد، قطعات و تجهیزات و سیاست‌گذاری و جهت‌دهی به فعالیت‌های توسعه فناوری تعیین گردد.

۱-۴-۱-۲- شناسایی مرحله توسعه فناوری

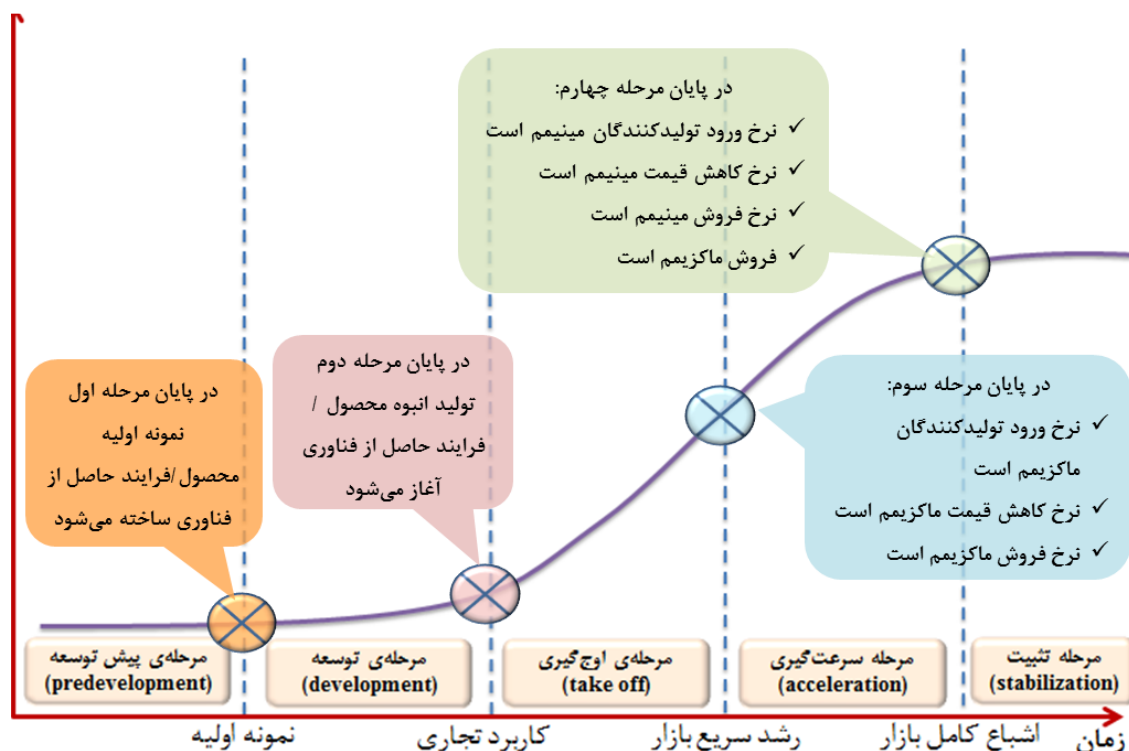
به منظور شناخت مرحله توسعه فناوری در ابتدا باید به یک شناخت نسبی از فناوری دست پیدا کرد تا با استفاده از این شناخت بتوان مرز نظام نوآوری فناوری را شناخت و با استفاده از شناخت مرزها مرحله توسعه فناوری را تعیین نمود. مرز سیستم توسعه فناوری را می‌توان از سه طریق مورد ارزیابی قرار داد که عبارت‌اند از فاصله‌ای-جغرافیایی، بخشی و کارکردی. بر اساس این موضوع به منظور شناسایی مرحله توسعه فناوری ابتدا باید مرز نظام نوآوری مورد مطالعه را از سه طریق فاصله‌ای-جغرافیایی، بخشی و کارکردی مشخص کرد. شناسایی و تعیین مرحله توسعه نظام نوآوری فناوری، از طریق بررسی همزمان مشخصه‌های ساختاری و نشانه‌های تحقق مراحل انجام می‌شود. با توجه به مشخصه‌های ساختاری به تفکیک کارکردها و نشانه‌های تحقق مراحل می‌توان مرحله توسعه نظام نوآوری را که در واقع همان وضع موجود حوزه فناوری فناورانه است، مشخص کرد. مراحل مختلف توسعه فناوری چهار مرحله پیش توسعه، توسعه، اوج‌گیری و سرعت‌گیری هستند و پس از آن فناوری به

مرحله تثبیت می‌رسد. نشانه‌های تحقق مراحل یا شاخص‌های تشخیص مرحله توسعه با پاسخ‌گویی به سؤالات زیر تعیین می‌گردد.

- ۱- آیا نمونه اولیه از فناوری (محصول یا فرآیند) ساخته شده است؟
 - ۲- بازیگران اصلی در این حوزه چه کسانی هستند؟ نقش دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی چیست؟ آیا شرکت‌های دانش‌بنیان به این حوزه وارد شده‌اند؟
 - ۳- آیا دولت به این حوزه وارد شده است؟ نقش آن (سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری و ...) چیست؟
 - ۴- آیا محصول فناوری بدون حمایت‌های دولتی در بازار به صورت آزاد فروخته می‌شود؟
 - ۵- و یا : آیا تولید انبوه محصول فناوری (محصول یا خدمت) توجیه اقتصادی دارد؟
 - ۶- و یا : آیا تولید انبوه محصول فناوری (محصول یا خدمت) آغاز شده است؟
 - ۷- آیا شبکه‌های علمی و فناوری شکل گرفته‌اند؟ وضعیت آن‌ها چگونه است؟
 - ۸- وضعیت بازار چگونه است؟ در حال رشد یا به اشباع کامل رسیده است؟
 - ۹- نرخ ورود تولیدکنندگان محصول فناوری چگونه است؟
 - ۱۰- نرخ کاهش قیمت محصول فناوری چگونه است؟
 - ۱۱- نرخ فروش محصول فناوری چگونه است؟
 - ۱۲- آیا انجمن‌های مربوطه شکل گرفته‌اند؟
- در مرحله‌ی پیش توسعه یک تغییر در بستر محیطی ایجاد می‌شود و این تغییر هم روی رژیم و هم روی آشیانه تاثیر می‌گذارد؛ به این صورت که رژیم مذکور به خاطر فشاری که بستر محیطی ایجاد می‌کند در پی یافتن راه‌حلی برای تغییرات است و برای پیدا کردن آن به تکاپو می‌افتد.
- از طرف دیگر توقعات آشیانه‌ها نیز به خاطر تغییر در بستر محیطی، عوض می‌شود و این آشیانه‌ها نوآوری‌هایی را شکل می‌دهند و به دنبال راهی برای سودآوری خود و پیدا کردن بازار برای نوآوری‌های خود هستند.

در فاز اوج‌گیری ساختار رژیم دچار بحران می‌شود و مردم جامعه نیز به این بحران پی می‌برند و ذهنیت جامعه نسبت به این ساختار تغییر می‌کند و در نتیجه ساختار موجود رژیم مقبولیت خود را از دست می‌دهد و مورد انتقادهای شدید قرار می‌گیرد. در مرحله سرعت‌گیری، ساختار کنونی رژیم به خاطر بحران‌ها و انتقادهای فرو می‌ریزد و آشپانه‌ها نیز با فرو ریختن ساختار رژیم، جای خود را در رژیم باز می‌کنند و در ساختار رژیم جای می‌گیرند و در نتیجه ساختار جدیدی شکل می‌گیرد. در مرحله تثبیت نیز ساختار جدید جایگاه خود را تثبیت می‌کند و ساختار قبلی کلاً به فراموشی سپرده می‌شود. همان طور که در بالا اشاره شد بر اساس سؤالات فوق وضعیت ساختاری نظام توسعه فناوری مشخص می‌شود، که معیارها در شکل (۴-۱) نشان داده شده‌اند.

انتشار فناوری

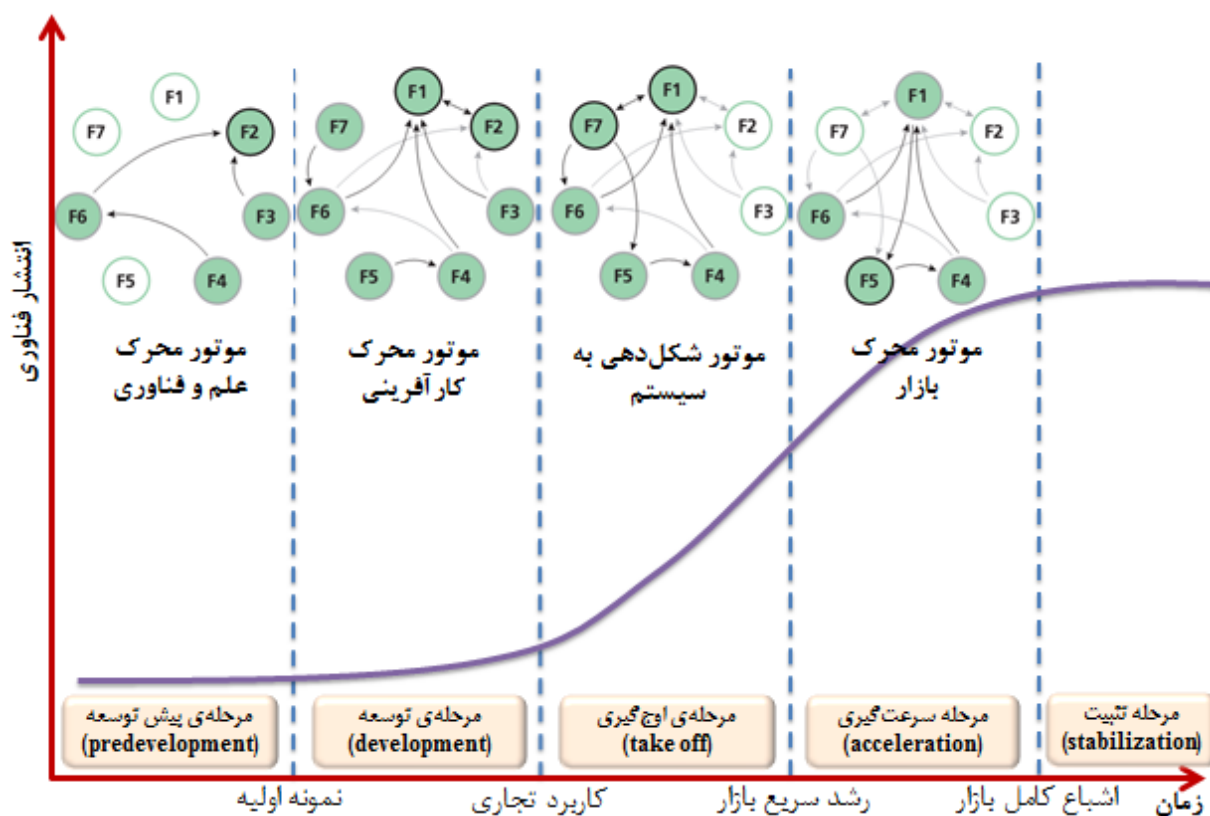


شکل (۴-۱): نشانه‌های تحقق مراحل برای تعیین مرحله توسعه

۱-۴-۲- شناسایی وضعیت مطلوب و تعیین کارکردهای کلیدی و فعال در توسعه فناوری

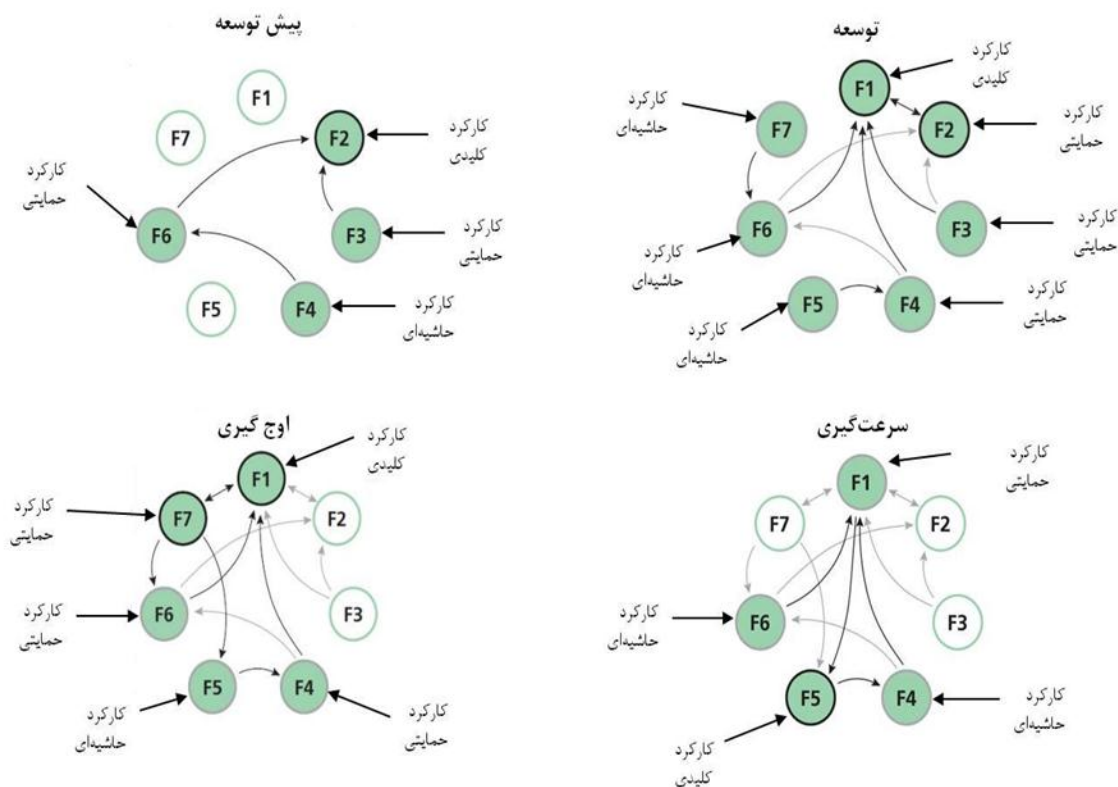
هکرت بیان معتقد است که هر یک از مراحل چهارگانه فاز شکل‌گیری با یک موتور نوآوری در ارتباط است. در این

متدولوژی، پس از تعیین فاز توسعه نظام نوآوری فناورانه، موتور فعال در نظام نوآوری فناورانه مشخص می‌شود. در شکل (۵-۱) تطبیق مراحل مختلف توسعه نظام نوآوری فناورانه با موتورهای محرک نظام بر اساس مطالعات هکرت (۲۰۱۲) را نشان می‌دهد.



شکل (۵-۱): مراحل توسعه‌ی نظام نوآورانه فناورانه و موتورهای فعال در هر مرحله

فرآیند نوآوری یک فرآیند تکاملی است و همیشه در حال تغییر و تحول است و نمی‌توان یک سیستم بهینه برای فرآیند نوآوری تعریف کرد، پس هدف نظام را باید در طول این فرآیند تعریف کرد. هدف یک نظام نوآوری انتقال نظام مورد نظر از یک مرحله توسعه به مرحله بعدی است. البته باید توجه داشت که لزوماً مرحله بعدی وضعیت بهینه نیست و فقط توسعه نظام نوآوری مد نظر است. کارکردهای هر موتور به سه دسته کارکرد کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای تقسیم می‌شود. تحقق کارکرد کلیدی به منزله‌ی محقق شدن کل موتور و انتقال به موتور بعدی است. بنابراین اگر کارکرد کلیدی محقق شود، نظام نوآوری فناورانه از یک موتور به موتور بعدی منتقل می‌شود و در نتیجه نظام نوآوری فناورانه از یک مرحله به مرحله بعدی منتقل می‌شود. شکل (۶-۱) موتورها و کارکردهای کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای مرتبط با هر موتور را نشان می‌دهد.



شکل (۱-۶): موتورهای و کارکردهای کلیدی، حمایتی و حاشیه‌ای، F1: فعالیت‌های کارآفرینی، F2: توسعه دانش، F3:

انتشار دانش، F4: جهت‌دهی به سیستم، F5: شکل‌دهی به بازار، F6: تأمین منابع، F7: مشروعیت‌بخشی.

۱-۴-۳- شناسایی چالش‌ها و موانع موجود در توسعه فناوری

پس از تعیین موتور محرک فعال در نظام نوآوری، باید آن را بر اساس رویکرد تحلیل توأمان ساختاری - کارکردی ارزیابی کرد. مزیت این تحلیل نسبت به تحلیل کارکردی این است که با تحلیل ساختاری در کنار تحلیل کارکردی علت ایجاد مشکل در یک کارکرد مشخص می‌شود. در واقع با تحلیل کارکردی، مشکلات و موانع نظام نوآوری در کارکرد مربوطه مشخص شده، ولی علت بروز آن مشخص نمی‌شود؛ به این معنا که مشخص نمی‌شود کدام جزء ساختاری باعث ایجاد چنین مشکلی در کارکرد مربوط شده است. ولی با تحلیل توأمان ساختاری - کارکردی از یک سو علت این مشکلات مشخص شده و از سوی دیگر مشکلات سیستمی با توجه به تحلیل ساختاری به راحتی شناسایی می‌شوند. برقراری اتصال کارکردها به عناصر ساختار نظام نوآوری نه تنها به خاطر انجام فرآیندهای تحلیلی بلکه به دلایل عملیاتی و کاربردی لازم و ضروری است.

کارکردها تنها از طریق تغییرات اجزای ساختاری خود تحت تأثیر سیاست‌های اتخاذ شده قرار می‌گیرند.

تفاوت مهم این مدل با رویکردهای مشابه در این مرحله این است که در این رویکرد برای ارزیابی نظام نوآوری لازم نیست همه کارکردهای نظام تحلیل شوند. بلکه با توجه به مرحله توسعه‌ای فناوری و کارکردهای مرتبط با آن، فقط کارکردهای مرتبط تحلیل می‌شوند. بنابراین با توجه به مرحله توسعه فناوری ابتدا کارکرد کلیدی موتور محرک شناسایی شده در مرحله قبل تحلیل می‌شود، اگر این کارکرد تحقق یافته بود به هدف تعیین شده موتور فعال در آن فاز توسعه رسیده و بدین ترتیب نظام نوآوری بدون مشکل به فاز بعدی توسعه منتقل می‌گردد؛ ولی اگر کارکرد مربوطه محقق نشده بود باید کارکردهای حمایتی کارکرد کلیدی که موجبات تولید و تحقق آن را فراهم می‌کنند، ارزیابی گردند. لذا پس از تعیین کارکردهای حمایتی، کارکردهای مذکور تحلیل می‌شوند و به همین ترتیب ادامه می‌یابد.

در تحلیل توأمان کارکردی - ساختاری، هر یک از این کارکردهای عوامل ساختاری ضعیف مرتبط با کارکرد شناسایی و از طریق به‌کارگیری ابزارها و توصیه‌های سیاستی عنصر ساختاری ضعیف تقویت شده و به این ترتیب مشکلات موجود بر سر راه توسعه نظام برداشته می‌شود.

به عبارت دیگر، وقتی یک حوزه‌ی فناورانه در مرحله‌ای قرار دارد، موتور محرک نوآوری متناسب با آن مرحله برای آن حوزه‌ی فناورانه فعال است. از طرفی بیان شد اگر کارکرد کلیدی موتور تحقق یابد، حوزه‌ی فناورانه مورد مطالعه از این موتور به موتور بعدی منتقل می‌شود. پس در یک موتور باید مشکلات بر سر راه کارکرد کلیدی را شناسایی کرد. مشکلات کارکرد کلیدی به سه دسته‌ی مشکلات مربوط به عوامل ساختاری، مشکلات مربوط به کارکردهای حمایتی و مشکلات مربوط به عوامل محیطی تقسیم می‌شوند. شکل بالا این دسته از عوامل را نشان می‌دهد.

پس تعیین کارکردهای مؤثر در توسعه فناوری چالش‌ها، مشکلات و موانع موجود پیش روی توسعه فناوری مدنظر، از طریق مصاحبه و دریافت نظرات خبرگان حوزه مدنظر تعیین می‌گردد. کارکردهای مختلف مؤثر در هر مرحله توسعه فناوری بر اساس جواب به یک سری از سؤالات عارضه‌یاب مورد ارزشیابی قرار می‌گیرند. در صورت قوی نبودن کارکرد کلیدی، کارکردهای حمایتی و حاشیه‌ای به همین صورت مورد بررسی قرار می‌گیرند.

نمونه‌هایی از پرسش‌های قابل تصور برای تحلیل کارکردهای مختلف موجود در هر موتور توسعه فناوری به تفکیک هر مرحله در جدول (۱-۳) تا

جدول (۱-۶) ارائه شده است.

جدول (۱-۳): سؤالات برای ارزشیابی کارکردهای موتور محرک علم و فناوری در مرحله اول

سؤالات برای ارزشیابی کارکرد	مرحله اول: موتور محرک علم و فناوری	
<p>۱- وضعیت دانش پایه موجود در نظام در ارتباط با کمیت و کیفیت آن چگونه است؟</p> <p>۲- دانش موجود در سیستم بنیادی است یا کاربردی (توانمندی فناورانه کشور در چه سطحی قرار دارد)؟</p> <p>۳- آیا تعداد پروژه‌های پژوهشی و اختراع و مقاله به مقدار کافی موجود است؟</p> <p>۴- آیا یک جایگاه بین‌المللی پیشرو، برنامه‌های راه‌اندازی و ارجاعات فراوان به مقاله در نظام وجود دارد؟</p> <p>۵- آیا توسعه دانش صورت گرفته در نظام تقاضا محور است؟</p> <p>۶- آیا فناوری با نیازهای نظام نوآوری هماهنگ و مرتبط است؟</p>	کارکرد توسعه دانش	کارکردهای کلیدی
<p>۱- آیا همکاری‌های فناورانه بین بازیگران فعال در این زمینه اعم از خرید فناوری، لیسانس، همکاری تحقیق و توسعه و غیره وجود دارد یا خیر؟</p> <p>۲- همایش، کنفرانس و یا مجله‌ای در مورد این فناوری وجود دارد یا خیر؟</p>	انتشار دانش	کارکردهای حمایتی
<p>آیا منابع مالی کافی در جهت توسعه دانش وجود دارد (پژوهشی، کاربردی، پایلوت و ...)? سهولت دسترسی به این منابع چگونه است؟</p> <p>آیا تربیت نیروی انسانی در حوزه‌ی آموزش و پژوهش مرتبط با فناوری به میزان کافی وجود دارد یا خیر؟ کیفیت منابع انسانی تربیت شده در چه سطحی است؟</p>	بسیج منابع	کارکردهای حمایتی
<p>آیا یک هدف کاملاً مشخص و مشترک برای تأمین منابع مالی وجود دارد؟</p> <p>آیا توسعه دانش در این حوزه‌ی فناورانه، جهت‌دهی شده است؟</p> <p>آیا منابع مالی و انسانی در جهت این هدف مشخص هست یا خیر؟</p>	جهت‌دهی به سیستم	کارکردهای حاشیه‌ای

جدول (۱-۴): سؤالات برای ارزشیابی کارکردهای موتور محرک کارآفرینی در مرحله توسعه

سؤالات برای ارزشیابی کارکرد	مرحله دوم: موتور محرک کارآفرینی	
<p>آیا شرکت‌های دانش‌بنیان به منظور توجیه اقتصادی فناوری کافی هستند؟</p> <p>آیا فعالیت‌های کارآفرینی دارای کیفیت خوبی هستند؟</p> <p>نرخ ورود کارآفرینان در این حوزه را چگونه برآورد می‌کنید (آیا کارآفرینان جدید وارد سیستم می‌شوند)؟</p> <p>سرمایه‌گذاری خطرپذیر که منجر به توجیه اقتصادی می‌شود، وجود دارد یا خیر؟</p>	کارآفرینی	کارکردهای کلیدی

سوالات برای ارزشیابی کارکرد	مرحله دوم: موتور محرک کارآفرینی	
<p>وضعیت دانش پایه موجود در نظام در ارتباط با کمیت و کیفیت آن چگونه است؟ دانش موجود در سیستم بنیادی است یا کاربردی (توانمندی فناورانه کشور در چه سطحی قرار دارد)؟ آیا تعداد پروژه‌های پژوهشی و اختراع و مقاله به مقدار کافی موجود است؟ آیا یک جایگاه بین‌المللی پیشرو، برنامه‌های راه‌اندازی و ارجاعات فراوان به مقاله در نظام وجود دارد؟</p> <p>آیا توسعه دانش صورت گرفته در نظام تقاضا محور است؟</p> <p>آیا فناوری با نیازهای نظام نوآوری هماهنگ و مرتبط است؟</p>	توسعه دانش	
<p>آیا منابع مالی کافی برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟ میزان منابع دولتی چقدر است؟ کافی است یا خیر؟</p> <p>میزان سرمایه خطرپذیر چه قدر است؟ کافی است یا خیر؟</p> <p>سهولت دسترسی به این منابع را چگونه ارزیابی می‌کنید؟</p> <p>آیا تربیت نیروی انسانی در حوزه‌ی آموزش و پژوهش مرتبط با فناوری به میزان کافی وجود دارد یا خیر؟</p> <p>کیفیت منابع انسانی تربیت‌شده در چه سطحی است؟</p>	تامین و تسهیل منابع	کارکردهای حمایتی
<p>آیا همکاری‌های فناورانه بین بازیگران فعال در این زمینه اعم از خرید فناوری، لیسانس، همکاری تحقیق و توسعه و غیره وجود دارد یا خیر؟</p> <p>همایش، کنفرانس و مجله‌ای در مورد این فناوری وجود دارد یا خیر؟</p> <p>آیا نمایشگاه‌های تخصصی برای ارائه دستاوردهای کارآفرینی وجود دارد یا خیر؟</p>	انتشار دانش	
<p>آیا یک هدف کاملاً مشخص و مشترک برای نظام وجود دارد؟</p> <p>آیا فعالیت‌های کارآفرینی در این حوزه‌ی فناورانه جهت‌دهی شده است؟</p> <p>آیا منابع مالی و انسانی در جهت توسعه فعالیت‌ها است یا خیر؟</p> <p>آیا سیاست‌های دولت در جهت حمایت از فعالیت‌های کارآفرینی هست یا خیر؟</p>	جهت‌دهی به سیستم	
<p>آیا سرمایه‌گذاری در تکنولوژی به عنوان یک تصمیم مشروع پذیرفته شده است؟ (مشروعیت بخشی اتفاق افتاده است یا خیر)؟</p> <p>آیا مقاومت زیادی در جهت تغییر وجود دارد؟ این مقاومت از کجا نشأت می‌گیرد؟</p> <p>آیا فعالیت‌های مشروعیت‌بخشی منجر به تخصیص منابع به فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟</p>	مشروعیت‌بخشی	کارکردهای حاشیهای
<p>آیا بازار اولیه شکل گرفته است؟ اندازه‌ی آن چقدر است؟</p> <p>آیا این بازار باعث جهت‌دهی به سیستم برای توسعه‌ی فعالیت‌های کارآفرینی شده است یا خیر؟</p> <p>آیا جذابیت بازار باعث ورود کارآفرینان جدید شده است یا خیر؟</p>	شکل‌دهی بازار	

جدول (۱-۵): سؤالات برای ارزشیابی کارکردهای موتور ساختاردهی به سیستم در مرحله سوم

سؤالات برای ارزشیابی کارکرد	مرحله سوم: موتور محرک ساختاردهی سیستم	
<p>آیا کارآفرینان کافی در سیستم وجود دارند؟ کیفیت فعالیت‌های کارآفرینی در سیستم چه قدر است؟ آیا نرخ ورود کارآفرینان به حداکثر خود رسیده است؟ وضعیت آن‌ها چگونه است؟ آیا کارآفرینان از سیستم خارج می‌شوند؟</p>	کارآفرینی	کارکردهای کلیدی
<p>آیا استفاده از این فناوری از مشروعیت و مقبولیت قابل قبول برخوردار شده است؟ آیا فعالیت‌های مشروعیت‌بخشی منجر به تخصیص و تأمین منابع مالی مورد نیاز کارآفرینان شده است؟ آیا فعالیت‌های مشروعیت‌بخشی منجر به تصویب برنامه‌های حمایتی و بلندمدت و تصویب استراتژی‌های کلان از طرف دولت در جهت حمایت از فعالیت‌های کارآفرینی شده است؟ آیا فعالیت‌های مشروعیت‌بخشی منجر به رونق بازار شده است؟</p>	مشروعیت‌بخشی	کارکردهای حمایتی
<p>آیا استراتژی‌های کلان و سیاست‌ها، برنامه‌ها و اقدامات دولت جهت حمایت و پشتیبانی بلندمدت از فعالیت‌های کارآفرینی تدوین شده است؟</p>	جهت‌دهی به سیستم	کارکردهای حمایتی
<p>آیا منابع مالی کافی برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی توسط دولت، سازمان‌های مالی خصوصی و اشخاص حقیقی تخصیص داده شده است؟ سهولت دسترسی به این منابع چگونه است؟ آیا نیروی انسانی متخصص برای توسعه فعالیت‌های کارآفرینی کافی است؟ کیفیت آن‌ها چگونه است؟</p>	تأمین و تسهیل منابع	کارکردهای حمایتی
<p>آیا بازار انبوه در حال شکل‌گیری می‌باشد؟ اندازه بازار کدام است؟ (نیچ/توسعه یافته) کاربران چه کسانی هستند؟ (بالفعل و بالقوه) رهبر بازار چه کسی است؟ (دولت/ واحدهای خصوصی) آیا رهبری بازار از دولت به شرکت‌های خصوصی انتقال یافته است؟</p>	شکل‌دهی به بازار	کارکردهای حاشیه‌ای

جدول (۱-۶): سؤالات برای ارزشیابی کارکردهای موتور شکل‌دهی به بازار در مرحله چهارم

سؤالات برای ارزشیابی کارکرد	مرحله چهارم: موتور محرک بازار	
<p>آیا رهبری بازار کاملاً به بخش خصوصی انتقال یافته است؟ آیا بازار انبوه شکل گرفته است؟ اندازه بازار کدام است؟ (نیچ/توسعه یافته) کاربران چه کسانی هستند؟ (بالفعل و بالقوه) آیا لازم است که یک بازار جدید ایجاد شود یا بازار موجود گسترش یابد؟</p>	شکل‌دهی به بازار	کارکردهای کلیدی
<p>آیا کارآفرینان کافی در سیستم وجود دارند؟ کیفیت فعالیت‌های کارآفرینی در سیستم چه قدر است؟ نرخ ورود کارآفرینان چگونه است؟ آیا کارآفرینان از سیستم خارج می‌شوند؟</p>	کارکرد کارآفرینی	کارکردهای حمایتی
<p>آیا قوانین و مقررات (از جنس تنظیم‌گری) در جهت حمایت و پشتیبانی از فعالیت‌های کارآفرینی و جهت‌دهی به بازار تدوین شده است؟</p>	جهت‌دهی به سیستم	کارکردهای حاشیهای
<p>اندازه بازار کدام است؟ (نیچ/توسعه یافته) کاربران چه کسانی هستند؟ (بالفعل و بالقوه) رهبر بازار چه کسی است؟ (دولت/ واحدهای خصوصی) آیا محرک‌ها / موانع نهادی برای شکل‌گیری بازار وجود دارد؟ آیا لازم است که یک بازار جدید ایجاد شود یا بازار موجود گسترش یابد؟</p>	تأمین و تسهیل منابع	

۱-۴-۴- پایش و جمع‌بندی نظرات خبرگان

در این مرحله بر اساس پاسخ‌های خبرگان مختلف فناوری مدنظر به سؤالات، کلیه موانع و چالش‌های مورد نظر خبرگان و متخصصان استخراج می‌شود. در ادامه با جمع‌بندی نظرات خبرگان حوزه مدنظر موانع و چالش‌های توسعه فناوری پس از پالایش و حذف موارد تکراری، تعیین می‌گردد.

۱-۴-۵- تدوین سیاست‌ها و اقدامات

سیاست‌ها و اقدامات مجموعه‌ای از طرح‌ها و برنامه‌های اجرایی هستند که به تحقق راهبردها و دستیابی به اهداف کمک

می‌کنند. سیاست‌ها رویکردهایی جهت رفع موانع توسعه یک فناوری هستند و اقدامات طرح‌ها و برنامه‌هایی جهت تحقق سیاست‌ها می‌باشند از این رو می‌توان گفت که اقدامات راهکارهایی جهت رفع موانع توسعه یک فناوری هستند. همان طور که در شکل (۱-۳) نشان داده شده است سیاست‌ها و اقدامات مورد نیاز بر اساس فهرست چالش‌ها و موانع شناسایی شده در مرحله قبلی پیشنهاد می‌شود. این اقدامات به دو دسته اقدامات غیر فنی و اقدامات فنی تقسیم می‌شود. اقدامات غیر فنی شامل چهار دسته اقدامات مربوط به کارکردهای مختلف مؤثر در موتور توسعه فناوری می‌باشند. اقدامات فنی اقدامات برگرفته شده از راهبردهای توسعه فناوری مدنظر بوده و در جهت تحقق راهبردها تدوین می‌گردند.

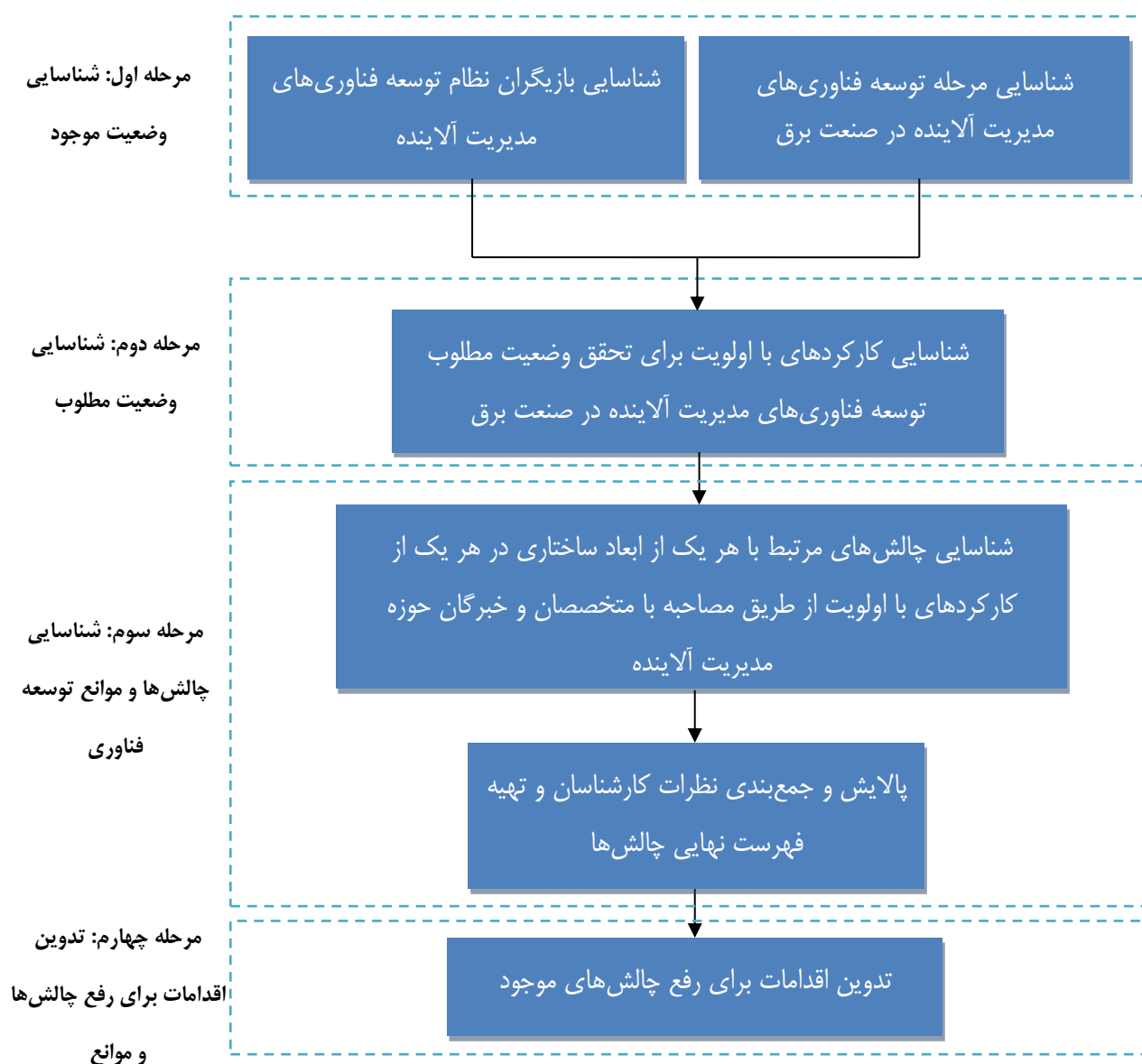
۲- فصل دوم:

تدوین اقدامات توسعه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک)

در صنعت برق ایران

۱-۲- مقدمه

همان طور که در فصل قبل (شکل (۱-۲)) اشاره شد به منظور تدوین سیاست‌ها و اقدامات در مرحله اول باید چالش‌ها و موانع پیشروی توسعه فناوری را شناسایی نمود. چالش‌ها و موانع پیشروی شناسایی شده در واقع مجموعه‌ای از مشکلات موجود در مسیر تحقق چشم‌انداز و اهداف کلان سند هستند و از آنجایی که سیاست‌ها و اقدامات رویکردهایی در جهت رفع این چالش‌ها و موانع می‌باشند، می‌توان نتیجه گرفت که سیاست‌ها و اقدامات در جهت تحقق چشم‌انداز و اهداف کلان سند تدوین می‌شوند. همان طور که در بخش قبل اشاره شد مبنای تدوین اقدامات در این سند، نظام نوآوری فناورانه (TIS) بوده و فرآیند تدوین آن‌ها در شکل (۱-۲) نشان داده شده است.



شکل (۱-۲): فرایند تدوین اقدامات توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق

۲-۲- شناسایی وضعیت موجود توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق

همان طور که اشاره شد در مرحله اول فرآیند تدوین اقدامات، وضعیت موجود توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق شناسایی می‌شود. این کار بر مبنای شناسایی مرحله توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق و نیز بازیگران نظام توسعه این سیستم‌ها در کشور انجام می‌شود که در ادامه توضیح داده می‌شود.

۲-۲-۱- بازیگران نظام توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق

همان طور که در بخش‌های قبلی اشاره شد نظام نوآوری فناوری متشکل از بازیگران و ذینفعانی است که هر یک به طور مستقیم یا غیرمستقیم نقش‌هایی را ایفا می‌کنند. این بازیگران می‌توانند شامل بخش دولتی، شرکت‌های تولیدکننده، شرکت‌های مشاور، دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی، مؤسسات مالی، مؤسسات حقوقی و ... باشند. شناسایی بازیگران در تشخیص و شناسایی وضعیت موجود فناوری و اینکه هر کدام از فناوری‌ها در چه فازی از توسعه قرار دارند، کمک شایانی می‌کند و می‌توان پس از تشخیص فاز توسعه فناوری کارکردهای کلیدی و چالش‌ها و سیاست‌های مربوط به آنان را شناسایی کرد. در این گام، بازیگران نظام توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در حوزه‌های تحقیق و توسعه، انتشار دانش، تأمین منابع انسانی، منابع مالی، مواد، قطعات و تجهیزات و سیاست‌گذاری و جهت‌دهی به فعالیت‌های توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده مشخص شده‌اند.

۲-۲-۱-۱- بازیگران زمینه توسعه دانش

با توجه به گزارش فاز ۱ (گزارش ساختار) و اطلاعات گردآوری شده از جلسات کمیته راهبری و نیز جلسات شناسایی چالش‌های فناوری‌ها، بازیگران موجود در زمینه توسعه دانش و فعالیت‌های تحقیق و توسعه در ارتباط با فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق شناسایی شدند و در جلسه دوم کمیته راهبری (با حضور خانم‌ها: جعفرزاده، آویشن، داوری و آقایان: صمدی، سرمدی، موسوی، شفیعی، اسماعیلی، سهرابی، نظری، جلالی، مصطفایی) به تصویب اعضا رسید (پیوست ۱). بازیگران موجود در زمینه توسعه دانش و فعالیت‌های تحقیق و توسعه در ارتباط با فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها به شرح ذیل هستند:

- پژوهشگاه‌ها: پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی،

- پژوهشکده آبی پروری بندر انزلی، پارک زیست فن آوری قشم، مرکز تحقیقات آب، ایران ترانسفو، جهاد دانشگاهی.
- دانشگاه‌ها: دانشگاه سهند، صنعتی اصفهان، صنعتی شریف، تربیت مدرس، دانشگاه علم و صنعت، دانشگاه کرمانشاه، دانشگاه فردوسی، دانشگاه تهران، دانشگاه صنعت اب و برق، دانشگاه امیر کبیر.

۲-۲-۱-۲- بازیگران در زمینه انتشار دانش

بازیگران موجود در زمینه انتشار دانش در ارتباط با فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها به شرح ذیل هستند:

- دانشگاه سهند
- دانشگاه صنعتی اصفهان
- دانشگاه علم و صنعت
- دانشگاه فردوسی
- دانشگاه تهران
- دانشگاه صنعتی شریف

۲-۲-۱-۳- بازیگران در زمینه تأمین منابع

بازیگران موجود در زمینه تأمین منابع مورد نیاز فن‌آوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق اعم از منابع انسانی، مالی و مواد و تجهیزات به شرح ذیل هستند:

- منابع مالی:

- بانک‌ها و مؤسسات اعتباری، صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور، صندوق عوارض محیط زیست، صندوق توسعه فناوری‌های نوین، صندوق حمایت از طرح‌های نوآورانه در پژوهشگاه نیرو، توانیر، دفتر مهندسی مرکز همکاری‌های ریاست جمهوری.

- منابع انسانی:

- دانشگاه سهند، صنعتی اصفهان، صنعتی شریف، تربیت مدرس، دانشگاه علم و صنعت، دانشگاه کرمانشاه،

دانشگاه فردوسی، دانشگاه تهران، دانشگاه صنعت اب و برق، دانشگاه امیر کبیر

- پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی، پژوهشکده آبی‌پرووری بندر انزلی، پارک زیست فن آوری قشم، مرکز تحقیقات آب، ایران ترانسفو، جهاد دانشگاهی.

- منابع مواد و قطعات:

- مینا
- آذر آب
- شرکت پارسیان پویا پلیمر
- شرکت‌های مهندسی مشاور (مونکو، قدس نیرو و ...)
- شرکت نفت پارس (جاده کرج)
- شرکت تکنو زیست (تهران) و ...

۲-۲-۱-۴- بازیگران در زمینه جهت‌دهی به سیستم

در زمینه جهت‌دهی به سیستم، در حال حاضر این بخش‌ها در وزارت نیرو فعال هستند.

- وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
- وزارت نیرو (دفتر آموزش، تحقیقات و فناوری)
- معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
- سابا
- پژوهشگاه نیرو
- جهاد کشاورزی

خلاصه اطلاعات مربوط به بازیگران توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق در جدول (۲-۱) ارائه شده است:

جدول (۱-۲): بازیگران و ذینفعان فعال در حوزه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها

ردیف	نام مرکز	نوع خدمات	افراد فعال
۱	پژوهشگاه نیرو	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	ساخت سیستم، پژوهشگرده مکانیک
۲	پژوهشگاه نفت	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	پژوهشگرده پلیمر
۳	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	-
۴	سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	خانم دکتر معظمی
۵	پژوهشگرده آبزی پروری بندر انزلی	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	دکتر فلاحی
۶	پارک زیست فن آوری قشم	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	-
۷	جهاد دانشگاهی	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	-
۸	مرکز تحقیقات آب	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	-
۹	مرکز بهبود و بهره‌وری آب	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	-
۱۰	شرکت ایران ترانسفو	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	-
۱۱	دانشگاه سهند	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	دکتر یگانی، دکتر بابالو
۱۲	دانشگاه صنعتی اصفهان	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	دکتر صادقی اصفهان
۱۳	دانشگاه صنعتی شریف	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	دکتر موسوی، دانشگرده شیمی و مهندسی شیمی، مرکز آب و انرژی
۱۴	دانشگاه علم و صنعت	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	دکتر محمدی
۱۵	دانشگاه کرمانشاه	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	دکتر مدائنی
۱۶	دانشگاه تربیت مدرس	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	دکتر امیدخواه، دکتر برات قبادیان، دکتر محسن نصرتی
۱۷	دانشگاه فردوسی	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	-

ردیف	نام مرکز	نوع خدمات	افراد فعال
۱۸	دانشگاه تهران	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	مرکز فناوری کنترل آلودگی هوا (دکتر نورپور)، دانشکده بهداشت (دکتر سیمین ناصری، دکتر محوی)
۱۹	دانشگاه صنعت آب و برق	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	دکتر خوشخو
۲۰	دانشگاه امیر کبیر	تحقیقات و تأمین نیروی انسانی	-
۲۱	مپنا	تأمین مواد و قطعات	-
۲۲	آذر آب	تأمین مواد و قطعات	-
۲۳	شرکت پارسین پویا پلیمر	تأمین مواد و قطعات	دکتر صادقی
۲۴	جزیره دانایی (پایلوت تولید جلبک)	تأمین مواد و قطعات	-
۲۵	شرکت های مهندسی مشاور (مونکو، قدس نیرو و ...)	تأمین مواد و قطعات	-
۲۶	شرکت های مرتبط با صنایع سیمان	تأمین مواد و قطعات	-
۲۷	شرکت HUBER	تأمین مواد و قطعات	-
۲۸	شرکت نفت پارس (جاده کرج)	تأمین مواد و قطعات	-
۲۹	شرکت زلال ایران (تهران)	تأمین مواد و قطعات	-
۳۰	شرکت تهران زیست (تهران)	تأمین مواد و قطعات	-
۳۱	شرکت صنعت محیط (تهران)	تأمین مواد و قطعات	-
۳۲	شرکت تهران میرآب (تهران)	تأمین مواد و قطعات	-
۳۳	شرکت تکنو زیست (تهران)	تأمین مواد و قطعات	-
۳۴	سابا	جهت‌دهی به سیستم	-
۳۵	جهاد کشاورزی	جهت‌دهی به سیستم	-
۳۶	وزارت نیرو	جهت‌دهی به سیستم	-

۲-۲-۲- شناسایی مرحله توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق

همان‌طور که در بخش‌های قبلی اشاره گردید در تعیین وضعیت موجود توسعه فناوری، علاوه بر تعیین بازیگران مختلف

حوزه مدنظر باید مرحله توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها را تعیین نمود. به‌طور کلی شناسایی و تعیین فاز توسعه نظام

نوآوری فناوری، از طریق بررسی مشخصه‌های ساختاری و بررسی نشانه‌های تحقق مراحل توسعه نظام فناوری و در کنار

یکدیگر در نظر گرفتن آن‌ها انجام می‌شود (شکل ۱-۴).

در ادامه فاز توسعه نظام نوآوری فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها به کمک این دو مشخصه مشخص می‌گردد.

۲-۲-۱- بررسی مشخصه‌های ساختاری

همانطور که بیان گردید، برای تعیین فاز توسعه نظام در وهله اول می‌بایست مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری

مورد بررسی قرار گیرد، که در جدول ذیل قابل مشاهده می‌باشند.

جدول (۲-۲): مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری

تبادل	سرعت‌گیری	اوج‌گیری	توسعه	پیش‌توسعه
<ul style="list-style-type: none"> تمام بازیگران در این حوزه‌ی فناورانه به صورت فعال حضور دارند 	<ul style="list-style-type: none"> تعداد رقبا در حوزه‌ی توسعه فناوری به شدت افزایش می‌یابد نقش پررنگ بانک‌ها و موسسات مالی نقش دولت در تنظیم‌گری پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> انجمن‌ها و سندیکاها شکل گرفته‌اند افزایش شرکت‌های دانش‌بنیان نقش دولت در سیاست‌گذاری (قابل‌گیری) پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> بازیگران اصلی: شرکت‌های دانش‌بنیان علاوه بر دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی شرکت‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر در این حوزه ورود می‌کنند نقش دولت در سیاست‌گذاری (حامله‌گری) پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> بازیگران اصلی: دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی تعداد محدود بازیگران نقش تسهیل‌گری دولت کم‌کم شکل می‌گیرد.
<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی قوی شبکه‌های صنعتی قوی 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی قوی شبکه‌های صنعتی در حال قوی شدن است 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی در حال قوی شدن است شبکه‌های ضعیف صنعتی کم‌کم شکل می‌گیرد 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های ضعیف علمی شکل می‌گیرد 	<ul style="list-style-type: none"> روابط فردی شکل گرفته است شبکه‌های مربوط به فناوری وجود ندارند
<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت متنوعی وجود دارد 	<ul style="list-style-type: none"> افزایش تنوع نهادها بسته به نیازها 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت شکل گرفته است 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت در حال شکل‌گیری است 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای نرم شکل می‌گیرد نهاد سختی هنوز وجود ندارد

بازیگران

تعاملات

نهادهای

با توجه به جدول عوامل ساختاری و بررسی بازیگران و تعاملات و نهادهای فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها، می‌توان مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری را مورد بررسی قرار داد که بر اساس آن مشخصه‌های ساختاری فناوری‌های Membrane، MBR، SNCR، SCR، ESP، FGD، Microalgae، MEMBRANE، DLN/LNB، تصفیه شیمیایی و تصفیه زیستی به صورت زیر است.

جدول (۳-۲): جمع‌بندی مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها

تعداد	سرعت‌گیری	اوج‌گیری	توسعه	پیش توسعه	
<ul style="list-style-type: none"> تمام بازیگران در این حوزه‌ی فناورانه به صورت فعال حضور دارند 	<ul style="list-style-type: none"> تعداد رقبا در حوزه‌ی توسعه فناوری به شدت افزایش می‌یابد نقش پررنگ بانکها و موسسات مالی نقش دولت در تنظیم‌گری پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> انجمن‌ها و سندیکاها شکل گرفته‌اند افزایش شرکت‌های دانش‌بنیان نقش دولت در سیاست‌گذاری (قابله‌گری) پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> بازیگران اصلی: شرکت‌های دانش‌بنیان علاوه بر دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی شرکت‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر در این حوزه ورود می‌کنند نقش دولت در سیاست‌گذاری (حامله‌گری) پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> بازیگران اصلی: دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی تعداد محدود بازیگران نقش تسهیل‌گری دولت کم‌کم شکل می‌گیرد. 	بازیگران
<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی قوی شبکه‌های صنفی در حال قوی شدن است 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی قوی شبکه‌های صنفی در حال قوی شدن است 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی در حال قوی شدن است شبکه‌های ضعیف صنفی کم‌کم شکل می‌گیرد 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های ضعیف علمی شکل می‌گیرد 	<ul style="list-style-type: none"> روابط فردی شکل گرفته است شبکه‌های مربوط به فناوری وجود ندارند 	تعاملات
<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت متنوعی وجود دارد 	<ul style="list-style-type: none"> افزایش تنوع نهادها بسته به نیازها 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت شکل گرفته است 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت در حال شکل‌گیری است 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای نرم شکل می‌گیرد نهاد سختی هنوز وجود ندارد 	نهادهای

با توجه به توضیحات داده شده می‌توان این نتیجه را گرفت که از لحاظ مشخصه‌های ساختاری وضعیت نظام نوآوری فناورانه کشور فناوری‌های نام برده دارای برخی از ویژگی‌های فاز پیش توسعه و فاز توسعه هستند، که پس از بررسی دقیق‌تر مشخص شد که با توجه به نقش مهم بازیگران و نهادها این فناوری‌ها در فاز پیش توسعه قرار گرفته‌اند.

مشخصه‌های ساختاری فناوری DAF به صورت زیر است.

جدول (۲-۴): جمع‌بندی مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری DAF

پیش توسعه	توسعه	اوج‌گیری	سرعت‌گیری	تعادل
<ul style="list-style-type: none"> بازیگران اصلی: دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی تعداد محدود بازیگران نقش تسهیل‌گری دولت کم‌کم شکل می‌گیرد. 	<ul style="list-style-type: none"> بازیگران اصلی: شرکت‌های دانش‌بنیان علاوه بر دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی شرکت‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر در این حوزه ورود می‌کنند نقش دولت در سیاست‌گذاری (حامله‌گری) پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> انجمن‌ها و سندیکاها شکل گرفته‌اند افزایش شرکت‌های دانش‌بنیان نقش دولت در سیاست‌گذاری (قابل‌گیری) پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> تعداد رقابتی در حوزه‌ی توسعه فناوری به شدت افزایش می‌یابد نقش بررنگ بانکها و موسسات مالی نقش دولت در تنظیم‌گری پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> تمام بازیگران در این حوزه‌ی فناورانه به صورت فعال حضور دارند
<ul style="list-style-type: none"> روابط فردی شکل گرفته است شبکه‌های مربوط به فناوری وجود ندارند 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های ضعیف علمی شکل می‌گیرد 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی در حال قوی شدن است شبکه‌های ضعیف صنفی کم‌کم شکل می‌گیرد 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی قوی شبکه‌های صنفی در حال قوی شدن است 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی قوی شبکه‌های صنفی قوی
<ul style="list-style-type: none"> نهادهای نرم شکل می‌گیرد نهاد سختی هنوز وجود ندارد 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت در حال شکل‌گیری است 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت شکل گرفته است 	<ul style="list-style-type: none"> افزایش تنوع نهادها بسته به نیازها 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت متنوعی وجود دارد

با توجه به توضیحات داده شده می‌توان این نتیجه را گرفت که از لحاظ مشخصه‌های ساختاری وضعیت نظام نوآوری

فناورانه کشور فناوری DAF در فاز اوج‌گیری قرار گرفته است.

مشخصه‌های ساختاری فناوری‌های تبخیری دستگاهی به صورت زیر است.

جدول (۲-۵): جمع‌بندی مشخصه‌های ساختاری نظام توسعه فناوری‌های تبحیری دستگاهی

پیش توسعه	توسعه	اوج‌گیری	سرعت‌گیری	تعادل
<ul style="list-style-type: none"> بازیگران اصلی: دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی تعداد محدود بازیگران نقش تسهیل‌گری دولت کم‌کم شکل می‌گیرد. 	<ul style="list-style-type: none"> بازیگران اصلی: شرکت‌های دانش‌بنیان علاوه بر دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی شرکت‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر در این حوزه ورود می‌کنند نقش دولت در سیاست‌گذاری (حامله‌گری) پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> انجمن‌ها و سندیکاها شکل گرفته‌اند افزایش شرکت‌های دانش‌بنیان نقش دولت در سیاست‌گذاری (قابله‌گری) پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> تعداد رقابتی در حوزه‌ی توسعه فناوری به شدت افزایش می‌یابد نقش پررنگ بانکها و موسسات مالی نقش دولت در تنظیم‌گری پررنگ می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> تمام بازیگران در این حوزه‌ی فناورانه به صورت فعال حضور دارند
<ul style="list-style-type: none"> روابط فردی شکل گرفته است شبکه‌های مربوط به فناوری وجود ندارند 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های ضعیف علمی شکل می‌گیرد 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی در حال قوی شدن است شبکه‌های ضعیف صنفی کم‌کم شکل می‌گیرد 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی قوی شبکه‌های صنفی در حال قوی شدن است 	<ul style="list-style-type: none"> شبکه‌های علمی قوی شبکه‌های صنفی قوی
<ul style="list-style-type: none"> نهادهای نرم شکل می‌گیرد نهاد سختی هنوز وجود ندارد 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت در حال شکل‌گیری است 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت شکل گرفته است 	<ul style="list-style-type: none"> افزایش تنوع نهادها بسته به نیازها 	<ul style="list-style-type: none"> نهادهای سخت متنوعی وجود دارد

بازیگران

تفاعلات

نهادهای

با توجه به توضیحات داده شده می‌توان این نتیجه را گرفت که از لحاظ مشخصه‌های ساختاری وضعیت نظام نوآوری فناورانه کشور فناوری‌های تبحیری دستگاهی در فاز توسعه قرار گرفته است.

۲-۲-۲-۲- بررسی نشانه‌های تحقق مراحل توسعه نظام

به منظور تعیین فاز توسعه نظام در دومین گام می‌بایست نشانه‌های تحقق مراحل توسعه نظام فناوری مورد بررسی قرار گیرد که این امر در شکل ۱-۴ نشان داده شده است.

همانطور که در شکل ۱-۴ قابل مشاهده می‌باشد، پایان هر یک از مراحل توسعه نظام دارای نشانه‌هایی می‌باشد که با مشاهده هر یک از آن نشانه‌ها می‌توان گفت که آن مرحله از مراحل توسعه نظام فناوری محقق شده است و نظام توسعه فناوری به فاز بعدی از توسعه وارد شده است.

۲-۳- شناسایی وضعیت مطلوب توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق

همان طور که در بخش‌های قبلی اشاره شد در مرحله پیش‌توسعه کارکردهای مؤثر عبارت‌اند از: توسعه دانش (کارکرد کلیدی)، انتشار دانش و بسیج منابع (کارکردهای حمایتی) و جهت‌دهی به سیستم (کارکرد حاشیه‌ای). به منظور توسعه فناوری و انتقال فناوری از مرحله پیش‌توسعه به توسعه باید چالش‌ها، مشکلات و موانع موجود در ابعاد ساختاری چهار کارکرد ذکر شده تعیین و مرتفع شوند.

۲-۴- شناسایی چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده

در گام قبلی مشخص شد که کارکردهای توسعه دانش، انتشار دانش، تأمین منابع و جهت‌دهی به سیستم به عنوان کارکردهای با اولویت شناسایی شدند. در این گام با استفاده از یک تحلیل ساختاری-کارکردی، چالش‌ها و موانع پیش‌روی توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق شناسایی شده است. همان طور که پیش‌تر بیان شد این چالش‌ها از طریق مصاحبه با ۶ نفر از خبرگان و کارشناسان آشنا با این حوزه استخراج شده است. اسامی این افراد در ادامه ارائه شده است:

سرکارخانم مهندس داوری

سرکارخانم دکتر جعفرزاده

جناب آقای دکتر موسوی

جناب آقای دکتر کرباسی

جناب آقای دکتر شیعه بیگی

جناب آقای مهندس صمدی

چالش‌های فراوانی در رابطه با توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق وجود دارد و با توجه به اینکه برخی از فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در کشور در مرحله پیش‌توسعه هستند چالش‌های موجود مربوط به چهار کارکرد اصلی موتور توسعه اول می‌باشد. همان طور که اشاره شد به منظور تعیین چالش‌های توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در کشور مصاحبه‌هایی انجام شد، در این مرحله با پایش، بررسی و جمع‌بندی نظرات خبرگان و کارشناسان حوزه مدیریت آلاینده‌ها چالش‌های پیش‌روی توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق در هر یک از چهار کارکرد با اولویت تعیین شده‌اند. در ادامه چالش‌های استخراج شده به تفکیک کارکرد مربوطه ارائه شده‌اند.

۲-۴-۱- چالش‌های مربوط به کارکرد توسعه و انتشار دانش

همان طور که در فصل قبل اشاره شد چالش‌های مربوط به این کارکرد، دربرگیرنده تمامی فعالیت‌هایی است که می‌تواند منجر به مانع در فرآیند یادگیری شود. در کشورهای در حال توسعه، یکی از مهم‌ترین دلایل عدم توسعه برخی صنایع تکنولوژی محور، نبود توسعه دانش فنی صنعت در کشور می‌باشد. در این کشورها معمولاً شرکت‌هایی با توانایی رقابت‌پذیری بالا وجود نداشته و عملاً توسعه دانش به صورت درون‌زا رخ نمی‌دهد و توسعه باید به صورت برون‌زا یا انتقال دانش و فناوری، رخ دهد. به همین دلیل توسعه فناوری نیازمند مداخله دولت و ایجاد جهت‌گیری در میان بازیگران است. چالش‌های مربوط به کارکرد انتشار دانش، در اثر نامناسب بودن شبکه‌ها و روابط موجود بین اجزا مختلف نظام نوآوری فناورانه ایجاد می‌شوند. در واقع یکی از موارد دیگری که منجر به عدم توسعه یک نظام فناورانه خاص یا یک صنعت دانش‌محور می‌شود، عدم انتشار صحیح اطلاعات و دانش مربوط به حوزه مدنظر در میان بازیگران مختلف آن حوزه می‌باشد.

چالش‌ها و موانع شناسایی شده در زمینه خلق و انتشار دانش فنی فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق عبارت‌اند

از:

- پایین بودن توانایی علمی کشور برای توسعه درون‌زا در برخی از فناوری‌ها
- عدم توجه و تجهیز مناسب آزمایشگاه‌ها برای فعالیت‌های عملی و کاربردی
- کمبود رشته‌های دانشگاهی متناسب با نیازمندی‌های حوزه کاهش آلاینده‌ها
- نبود ساز و کار و جهت‌دهی مناسب جهت انجام پروژه‌های دانش بنیان در دانشگاه‌ها
- عدم توجه اساتید دانشگاه به خلق دانش کاربردی و توجه بیش از حد دانشگاه به ارائه مقالات
- عدم شناخت کامل دانشگاه از این صنعت (عدم ارتباط صنعت و دانشگاه)
- خلق دانش در دانشگاه‌ها متناسب با نیاز موجود در صنعت نیست
- عدم اعلام نیازهای تحقیقاتی از جانب صنایع
- بحث تحریم مانع انتقال فناوری قطعات کلیدی شده
- شرکت‌های خارجی تمایلی به ارائه دانش فنی ندارند و بیشتر به دنبال فروش محصول هستند
- عدم انگیزه مناسب برای انتقال فناوری (بیشتر به دنبال خرید محصول هستند تا خرید دانش فنی)

- عدم وجود ساز و کار مشخص و مدون برای انتقال فناوری در کشور
- عدم توجه به انتقال دانش طراحی در قراردادهای انتقال فناوری

۲-۴-۲- چالش‌های مربوط به کارکرد تأمین منابع

یکی از کارکردهای مؤثر بر فناوری موجود در مرحله پیش توسعه کارکرد تأمین منابع است که شامل تأمین منابع مالی، مادی (مواد، تجهیزات و ...)، نیروی انسانی و منابع مکمل (زیرساخت‌ها، محصولات و خدمات) می‌باشد. چالش‌های سیستمی مربوط به این کارکرد تأثیر زیادی بر عدم توسعه نظام یک صنعت یا فناوری می‌گذارد، عدم تخصیص بهینه منابع مختلف می‌تواند ناشی از دلایلی مختلف چون ریسک‌پذیری بالای فعالیت در حوزه فناورانه، نبود صرفه اقتصادی و حمایت‌های دولتی باشد. در واقع همین عدم تخصیص بهینه منابع منجر به ایجاد موانعی زیادی در حوزه‌های مختلف توسعه فناوری مدیریتی می‌شود. در راستای رفع چالش‌های این حوزه دولت می‌تواند با اتخاذ سیاست‌هایی در جهت رفع این موانع برآید و از بروز چنین چالشی در سیستم جلوگیری نماید. مداخلات دولت در رابطه با این چالش‌ها می‌تواند مجموعه‌ای از فعالیت‌های مربوط به تأمین و هماهنگی ورودی‌های لازم برای توسعه‌ی نظام نوآوری که در راستای تحقق کارکرد تأمین و تسهیل منابع است را پوشش دهد. مشخص است که این چالش‌ها به سه دسته چالش‌های مربوط به منابع انسانی، منابع مالی و مواد و تجهیزات تقسیم می‌شود. چالش‌های مشخص شده در ارتباط با این کارکرد در توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها عبارت‌اند از:

- عدم تأمین مالی مناسب برای پروژه‌های تحقیقاتی
- عدم تأمین مالی برای خرید نمونه اولیه برای انجام مهندسی معکوس که سبب شده فرآیند مهندسی معکوس با تاخیر مواجه شود
- کمبود نقدینگی باعث شده که نتوانیم ابزار تکنولوژی‌های High Tech را خریداری کنیم در نتیجه در فرآیند مهندسی معکوس محصول با کیفیتی تولید نمی‌شود.
- نبود بودجه جداگانه برای پروژه‌های توسعه فناوری‌های کاهش آلاینده و تجهیز نیروگاه‌ها برای کاهش آلاینده‌ها
- در نظر نگرفتن هزینه‌های زیست محیطی در هزینه برق و غیر واقعی بودن هزینه اجتماعی آلاینده‌های محیط

زیستی و نبود بازار انتشار

- نبود منابع مالی کافی در بخش محیط زیست
- وضعیت مبهم محل مصرف عوارض و صندوق محیط زیست در خصوص اخذ عوارض آلاینده‌ها
- در حال حاضر فرایند مالی برای طرح‌های ارزیابی نیروگاه‌ها نادرست است.
- عدم توجه به بخش خصوصی برای جذب سرمایه برای انجام فرایند مهندسی معکوس
- عدم وجود برنامه ریزی منسجم و نقشه راه اجرائی برای انجام پروژه‌های تحقیقاتی حوزه فناوری‌های کاهش

آلاینده‌ها

- بسیاری از نیروگاه‌های بزرگ فاقد کارشناس محیط زیست متخصص هستند

۲-۴-۳- چالش‌های مربوط به کارکرد جهت‌دهی به سیستم

کارکرد جهت‌دهی به سیستم، اشاره به فعالیت‌هایی دارد که به مشخص شدن نیازها و جهت‌دهی به فعالیت‌های بازیگران موجود در نظام فناوری منجر می‌گردد. 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. چالش‌های این کارکرد در ارتباط با وجود چشم‌انداز توسعه فناوری، انتظارات، تعهد، هنجارها، قوانین و مقررات، استانداردها تعریف می‌شود. چالش‌های شناسایی شده مربوط به این کارکرد در حوزه مدیریت آلاینده‌ها عبارت‌اند از:

- در برخی موارد مرجع رفع آلاینده‌گی در وزارت نفت است نه نیرو که در آنجا باید تجهیزات رفع آلودگی نصب شود. به طوریکه در حال حاضر هماهنگی مناسبی بین این دو وزارت‌خانه وجود ندارد
- نداشتن قدرت اجرایی و نقش جهت‌دهی در سازمان حفاظت محیط زیست
- قرار داشتن سازمان محیط زیست زیر نظر ریاست جمهوری و نداشتن بودجه مستقل مشخص
- نبودن جایگاه و اختیارات محیط زیست و قرارگرفتن کنترل کیفیت و شهرداری در مقابل محیط زیست، در حالی که باید اهرم محیط زیست باشند
- نوع نیروگاه‌ها باعث می‌شود که نتوانند به سطح آلاینده مورد نظر محیط زیست برسند.

➤ عدم وجود ساز و کارهای مناسب و کارآمد برای اجرای الزامات قانونی و استانداردهای موجود در حوزه کاهش

آلاینده‌ها نیروگاه‌های کشور

۲-۵- سیاست‌های حوزه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها

پس از شناسایی چالش‌های توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در هر یک از کارکردهای نظام نوآوری فناورانه در قسمت قبل در این مرحله باید سیاست‌های رفع این چالش‌ها را تعیین نمود. سیاست‌های رفع این چالش‌ها در ۲ جلسه کمیته راهبری و نیز ۴ جلسه خبرگی تدوین و مورد بررسی قرار گرفتند و در نهایت در نهمین جلسه کمیته راهبری مورد تصویب اعضای کمیته راهبری قرار گرفتند. سیاست‌های رفع هر یک از این چالش‌های توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در جدول (۲-۶) ارائه شده است.

جدول (۲-۶): سیاست پیشنهادی برای رفع چالش شناسایی شده در توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها

سیاست	چالش‌ها	کارکرد
دعوت از محققین برجسته خارجی آگاه در زمینه فناوری‌های اولویت دار به منظور برگزاری دوره‌های آموزشی در داخل کشور و ایجاد شرایط مناسب برای اعطای فرصت‌های مطالعاتی به محققین به منظور کسب دانش فناوری موردنظر	پایین بودن توانایی علمی کشور برای توسعه درون‌زا در برخی از فناوری‌ها	توسعه و انتشار دانش
حمایت از تجهیز آزمایشگاه‌های موجود و ایجاد مراکز آزمایشگاهی مناسب تحقیق و پژوهش در حوزه فناوری‌های اولویت دار	عدم توجه و تجهیز مناسب آزمایشگاه‌ها برای فعالیت‌های عملی و کاربردی	
ایجاد رشته‌های دانشگاهی متناسب با نیاز روزآمد حوزه کاهش آلاینده‌ها	کمبود رشته‌های دانشگاهی متناسب با نیازمندی‌های حوزه کاهش آلاینده‌ها	
پژوهشگاه نیرو همه ساله بر اساس فناوری‌های اولویت‌دار کاهش آلاینده‌های نیروگاهی، اولویت‌های پژوهشی وزارت نیرو در این حوزه را تدوین نماید. بر اساس این اولویت‌ها از تحقیقات، پروژه‌ها و پایان‌نامه‌ها حمایت گردد	نبود ساز و کار و جهت‌دهی مناسب جهت انجام پروژه‌های دانش بنیان در دانشگاه‌ها	
ایجاد ساز و کار لازم جهت اعلام نیاز واحدهای صنعتی درباره فناوری‌های کاهش آلاینده به دانشگاه‌ها	عدم توجه اساتید دانشگاه به خلق دانش کاربردی و توجه بیش از حد دانشگاه به ارائه مقالات	
برگزاری جلسات منظم بین اساتید دانشگاه و بخش صنعت و	عدم شناخت کامل دانشگاه از این صنعت (عدم	

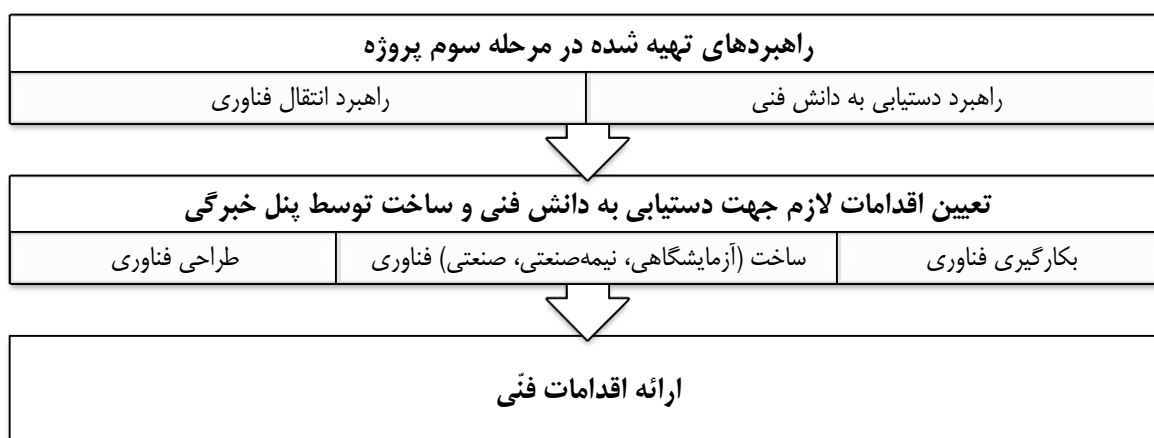
سیاست	چالش‌ها	کارکرد
فعال‌تر شدن دفاتر ارتباط با صنعت	ارتباط صنعت و دانشگاه	
هدفمندی سازی بازدیدهای علمی از صنایع و شرکت‌های معتبر صنعتی برای اساتید و دانشجویان و محققین و آشنایی آن‌ها با مسائل صنعت	خلق دانش در دانشگاه‌ها متناسب با نیاز موجود در صنعت نیست	
ایجاد رشته‌های دانشگاهی متناسب با نیاز روزآمد حوزه کاهش آلاینده‌ها	عدم اعلام نیازهای تحقیقاتی از جانب صنایع	
تدوین ساز و کار دقیق و حساب شده برای فناوری‌های اولویت‌دار که سبک اکتساب آنها به صورت انتقال فناوری می باشد و اعمال برخی از مشوق‌ها برای شرکت‌های داخلی برای انتقال فناوری‌های این حوزه	بحث تحریم مانع انتقال فناوری قطعات کلیدی شده	
وضع قوانین به منظور ملزم کردن شرکت‌های خارجی به آموزش کارگران در صورت ورود محصول به کشور	شرکت‌های خارجی تمایلی به ارائه دانش فنی ندارند و بیشتر به دنبال فروش محصول هستند	
	عدم انگیزه مناسب برای انتقال فناوری (بیشتر به دنبال خرید محصول هستند تا خرید دانش فنی)	
	عدم وجود ساز و کار مشخص و مدون برای انتقال فناوری در کشور	
جهت‌دهی و ترغیب شرکت‌های خارجی به انتقال فناوری‌های اولویت‌دار از طریق اعطای تسهیلات نظیر بازار تضمین شده به شرکت‌های معتبر خارجی	عدم توجه به انتقال دانش طراحی در قراردادهای انتقال فناوری	
حمایت از پایان نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری مرتبط با توسعه فناوری‌های کاهش آلاینده و تدوین ساز و کار و دستورالعمل‌های نظارتی مناسب جهت شناسایی مراکز تحقیقاتی توانمند و تامین مالی آنها	عدم تامین مالی مناسب برای پروژه‌های تحقیقاتی	
تدوین ساز و کار و دستورالعمل‌های نظارتی مناسب جهت شناسایی مراکز تحقیقاتی توانمند و تامین مالی آنها و ارائه تسهیلات مالی متناسب با خروجی‌های مورد انتظار پیشرفت	عدم تامین مالی برای خرید نمونه اولیه برای انجام مهندسی معکوس که سبب شده فرآیند مهندسی معکوس با تاخیر مواجه شود	

سیاست	چالش‌ها	کارکرد
<p>پروژه، در طی این فرآیند، خروجی‌های مورد نیاز به صورت کامل بررسی گردد و همچنین دیتا بیسی از مراکز توانمند تهیه گردد و پروژه‌های عظیم تنها به مراکزی اعطا گردد که توانمندی خود را اثبات کرده باشند.</p>	<p>کمبود نقدینگی باعث شده که نتوانیم ابزار تکنولوژی‌های High Tech را خریداری کنیم در نتیجه در فرآیند مهندسی معکوس محصول با کیفیتی تولید نمی‌شود.</p>	<p>تامین منابع</p>
<p>تخصیص بودجه مشخص به منظور توسعه فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها و تجهیز نیروگاه‌ها به منظور کاهش آلودگی حاصل از نیروگاه‌ها</p>	<p>نبود بودجه جداگانه برای پروژه‌های توسعه فناوری‌های کاهش آلاینده و تجهیز نیروگاه‌ها برای کاهش آلاینده‌ها</p>	
<p>اعطای تسهیلات به شرکت‌های داخلی و ایجاد ساز و کاری جهت تشویق شرکت‌های پیشرو و بررسی و اعطای معافیت و تسهیلات مالیاتی به نیروگاه‌های خوش سابقه</p>	<p>عدم توانایی در جذب شرکت‌های خارجی در جهت انتقال فناوری</p>	
<p>ساماندهی قیمت برق و تدوین برنامه پلکانی جهت در نظر گرفتن هزینه‌های زیست محیطی و اجتماعی در هزینه برق</p>	<p>در نظر نگرفتن هزینه‌های زیست محیطی در هزینه برق و غیر واقعی بودن هزینه اجتماعی آلاینده‌های محیط زیستی و نبود بازار انتشار</p>	
<p>نظارت دقیق سازمان بازرسی بر صندوق محیط زیست و محل هزینه کرد عوارض آلودگی</p>	<p>وضعیت مبهم محل مصرف عوارض و صندوق محیط زیست در خصوص اخذ عوارض آلودگی نیروگاه‌ها</p>	
<p>بهبود طرح ارزیابی نیروگاه‌ها و نظارت دقیق بر کار ارزیابان</p>	<p>در حال حاضر فرایند مالی برای طرح‌های ارزیابی نیروگاه‌ها نادرست است</p>	
<p>بانک مرکزی برای تضمین سرمایه‌گذاران معتبر برای اخذ وام از بانک‌های خارجی اقدام کند</p>	<p>عدم توجه به بخش خصوصی برای جذب سرمایه برای انجام فرایند مهندسی معکوس و انتقال فناوری</p>	
<p>تدوین برنامه ریزی منسجم با همکاری سازمان‌های مرتبط و تدوین نقشه راه اجرایی توسعه فناوری‌ها</p>	<p>عدم وجود برنامه ریزی منسجم و نقشه راه اجرایی برای انجام پروژه‌های تحقیقاتی حوزه فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها</p>	
<p>برگزاری کارگاه‌های آموزشی، دوره‌های فنی و آموزش‌های تخصصی توسط محققین برجسته خارجی آگاه در زمینه فناوری‌های اولویت دار</p>	<p>بسیاری از نیروگاه‌های بزرگ فاقد کارشناس محیط زیست متخصص هستند</p>	
<p>وزارت نیرو موظف است با رایزنی با بانک مرکزی، صندوق توسعه ملی، حساب ذخیره ارزی و بانک صنعت و معدن و سایر ارگان‌های ذیربط، راهکار لازم برای ارائه وام‌های بلندمدت کم بهره فراهم نماید.</p>	<p>نبود منابع مالی کافی در بخش محیط زیست</p>	

سیاست	چالش‌ها	کارکرد
هماهنگی و همکاری وزارت‌خانه‌ها و سازمان‌های مربوطه در جهت کاهش آلودگی نیروگاه‌ها	در حال حاضر هماهنگی مناسبی بین وزارت‌خانه‌های نفت و نیرو وجود ندارد	جهت‌دهی به سیستم
اعطای اختیارات لازم به سازمان محیط زیست جهت نظارت بر کار نیروگاه‌ها	نداشتن قدرت اجرایی و نقش جهت‌دهی در سازمان حفاظت محیط زیست	
تخصیص بودجه و اختیارات به سازمان محیط زیست	قرار داشتن سازمان محیط زیست زیر نظر ریاست جمهوری و نداشتن بودجه مستقل مشخص	
برگزاری و ارتباط نزدیک سازمان‌های محیط زیستی و دولت به منظور یافتن راهکارهای کاهش آلودگی‌ها	نبودن جایگاه و اختیارات محیط زیست و قرار گرفتن کنترل کیفیت و شهرداری در مقابل محیط زیست، در حالی که باید اهرم محیط زیست باشند	
الزام وزارت نفت به تعیین سوخت مورد نیاز نیروگاه‌ها	نوع نیروگاه‌ها باعث می‌شود که نتوانند به سطح آلاینده مورد نظر محیط زیست برسند.	
اعطای اختیارات لازم به سازمان محیط زیست جهت نظارت بر کار نیروگاه‌ها	عدم وجود ساز و کارهای مناسب و کارآمد برای اجرای الزامات قانونی و استانداردهای موجود در حوزه کاهش آلاینده‌ها نیروگاه‌های کشور	

۲-۵-۱- اقدامات فنی مورد نیاز برای توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق

اقدامات فنی با توجه به راهبردهای توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها تدوین شده است. فرآیند تدوین این اقدامات، در شکل (۲-۲) نشان داده شده است. همان طور که در شکل (۲-۲) مشاهده می‌شود در مرحله اول تدوین اقدامات فنی، راهبردهای تهیه شده در مرحله سوم پروژه در جلسه کمیته‌ی راهبری (با حضور آقایان جلالی، سهرابی، شفیعی، مصطفایی، صمدی، صمدی و خانمها: داوری، جعفرزاده، آویشن، احمدی نژاد و دلاور مقدم) بررسی شده و بر اساس نظرات اعضای کمیته راهبری اقدامات لازم جهت دستیابی به دانش فنی و ساخت هر یک از فناوری‌های منتخب توسعه درون‌زا تعیین گردید.



شکل (۲-۲): فرآیند تدوین اقدامات فنی توسعه فن‌آوری‌های نوین کنترل آلاینده‌ها

فهرست اقدامات فنی توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق عبارت‌اند از:

- ۱- تسلط به دانش فنی ساخت نمونه اولیه در مقیاس کوچک فناوری LNB, DLN
- ۲- تسلط به دانش فنی تولید صنعتی غشای تماس دهنده در فناوری MEMBRANE
- ۳- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت سیستم‌های MicroalgaE در مقیاس نیمه صنعتی
- ۴- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت سیستم FGD صنعتی و استفاده در نیروگاه‌های کشور
- ۵- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت سیستم ESP صنعتی و استفاده در نیروگاه‌های کشور
- ۶- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت (آزمایشگاهی و نیمه‌صنعتی) کاتالیست ساخت پیلوت سیستم SCR
- ۷- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت پیلوت سیستم SNCR

- ۸- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت مازول‌های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه‌ها
- ۹- تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت صنعتی غشای مورد استفاده در سیستم‌های Membrane برای تصفیه آب و پساب
- ۱۰- تسلط به دانش فنی امکان استفاده و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا در مورد DAF
- ۱۱- تسلط به دانش فنی فناوری‌های متعارف تبخیری دستگاهی، هیبریدی و امکان‌سنجی اقتصادی طرح‌ها
- ۱۲- تسلط به دانش فنی روش‌های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی
- ۱۳- تسلط به دانش فنی روش‌های بهبود عملکرد تصفیه زیستی از طریق اصلاحات ژنتیکی مطالعه روش‌های تصفیه زیستی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی و شناسایی انواع الودگی‌های خاک و شناسایی میکروارگانیسم‌های از بین برنده آن‌ها در نیروگاه‌ها

جمع‌بندی

هدف از انجام مرحله چهارم « تدوین سند راهبردی و نقشه راه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران » تدوین اقدامات مورد نیاز برای تحقق چشم‌انداز، اهداف و راهبردهای توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها بود. در ابتدای این گزارش مبانی نظری مربوط به تدوین اقدامات شامل کارکردها و ابعاد ساختاری نظام نوآوری فناورانه (TIS) به تفصیل مورد بحث قرار گرفت. سپس فرایند چهار مرحله‌ای تدوین اقدامات سند توسعه فناوری توضیح داده شد. پس از مراحل چهارگانه تدوین اقدامات برای حوزه مدیریت آلاینده‌ها انجام شد به این صورت که در مرحله اول این فرآیند وضعیت موجود توسعه فناوری با شناسایی مرحله توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها و بازیگران نظام توسعه این فناوری مشخص شدند. در مرحله دوم، با توجه اینکه بیشتر فناوری‌ها در مرحله پیش‌توسعه بوده، کارکردهای با اولویت برای تحقق وضعیت مطلوب توسعه فناوری مدیریت آلاینده‌ها چهار کارکرد توسعه دانش، انتشار دانش، بسیج منابع و جهت‌دهی تعیین شدند. در مرحله سوم، چالش‌ها و موانع موجود در تحقق هر یک از چهار کارکرد اصلی از طریق مصاحبه با متخصصان و خبرگان آشنا با حوزه مدیریت آلاینده‌ها تعیین شدند. در نهایت با توجه به چالش‌های تعیین شده و راهبردهای تدوین شده حوزه مدیریت آلاینده‌ها اقدامات مورد نیاز برای رفع چالش‌ها و موانع توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها پیشنهاد شد و در نهایت اقدامات فنی مورد نیاز برای توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق تدوین شد.

۳- مراجع

۱. «روش‌شناسی تدوین اسناد راهبردی توسعه فناوری‌های صنعت برق - راهنمای شماره ۱، ویرایش دوم»،

پژوهشگاه نیرو، آذر ۱۳۹۲

2. Carlsson, B. and Stankiewicz, R., "Evolutionary Economics," pp. 93-118, 1991.
3. Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., and Rickne, A., "Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis," Research policy, vol. 37, no. 3, pp. 407-429, 2008.
4. North, D. C., Institutions, institutional change and economic performance. Cambridge university press, 1990.
5. Schot, J., "Towards new forms of participatory technology development," Technology Analysis & Strategic Management, vol. 13, no. 1, pp. 39-52, 2001.
6. Dosi, G., "Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation," Journal of economic literature, pp. 1120-1171, 1988.

الف - خلاصه مذاکرات دومین جلسه شورای راهبردی پروژه نقشه راه مدیریت آلاینده‌ها ۹۳/۷/۵

حاضرین - خانمها: جعفرزاده، آویشن، داوری

آقایان: صمدی، سرمدی، موسوی، شفیعی، اسماعیلی، سهرابی، نظری، جلالی، مصطفایی

آقای مهندس مصطفایی:

- در ابتدای جلسه آقای مصطفایی در مورد بررسی بازیگران موثر و درخت فناوری‌های کاهش انتشار آلاینده‌های گازی، آبی و زائدات جامد توضیحاتی دادند.

آقای مهندس شفیعی:

- در مورد متدولوژی ۶ مرحله‌ای و فاز I مرتبط با حوزه فناورانه و فاز II مربوط به بازیگران توضیح داده و اعلام کردند در این طرح از الگوی Triple Helix (دانشگاه، صنعت و دولت) جهت تهیه چارت بازیگران استفاده شده است.

همچنین در مورد نقشهای مختلف سازمانها و نهادها (سیاستگذار، تنظیم کننده و تسهیل کننده) توضیحاتی ارائه شد.

خانم دکتر جعفر زاده:

وزارت امور خارجه به عنوان تنظیم گر (امضا کننده کنوانسیونهای بین‌المللی) باید به چارت بازیگران اضافه شود.

دفتر آب و خاک سازمان محیط زیست زیر مجموعه معاونت انسانی به عنوان تنظیم گر باید در چارت بازیگران دیده شود.

آقای دکتر موسوی:

در یک Box سازمان محیط زیست و اجزاء تنظیم گر آن باید مشخص شوند.

آقای مهندس مصطفایی:

وزارت صنعت و معدن در مورد استفاده از آلاینده‌های تولیدی صنعت برق نقش دارد.

خانم دکتر جعفر زاده:

سازمان توسعه برق نقش تنظیم گر ندارد.

موقعیت اصلی وزارت صنعت، معدن و تجارت باید مشخص شود.

آقای مهندس صمدی:

دفتر HSE وزارت صنایع در نقش تنظیم گر باید دیده شود.

وزارت خانه‌ها با دفترها همراه نباشند.

خانم مهندس داوری:

سازمان توسعه برق نقش تنظیم‌گر دارد.

آقای مهندس شفیعی:

سازمان توسعه برق بین مرز تنظیم‌گر و تسهیل‌گر قرار می‌گیرد.

آقای مهندس صمدی:

سازمان توسعه برق تسهیل‌گر است و نقش تسهیل‌گری از ارائه دهنده خدمات جدا شود.

خانم مهندس داوری:

تامین‌کننده مالی بخش اصلی چارت بازیگران هستند و باید در آن دیده شوند.

آقای مهندس مصطفایی:

صندوق غیردولتی صنعت برق کار تامین مالی را بر عهده دارد.

آقای دکتر موسوی:

شورای علوم، تحقیقات و فناوری (عتف) به عنوان سیاستگذار باید اضافه شود.

آقای مهندس مصطفایی:

در جایی که ابهام وجود دارد که کار برون سپاری انجام شده است یا نه برق منطقه‌ای در چارت بازیگران دیده شده است.

آقای مهندس شفیعی:

جداول Big picture در مورد روابط بازیگران مشخص شده است و اصلاحات در گزارش ارائه می‌شوند.

آقای مهندس شفیعی:

درخت فناوری را توضیح دادند. این درخت در حوزه فناوریهای کاهش و فناوری پایش ترسیم شده است.

آقای مهندس مصطفایی:

بحث Energy Efficiency از حوزه طرح خارج بوده و به صورت مستقل به عنوان یک طرح در پژوهشگاه در حال بررسی می‌باشد.

آقای مهندس مصطفایی:

در مورد درخت فناوری کاهش و پایش ایشان توضیحاتی در مورد روشهای کنترلی انتشار CO_2 ، NO_x ، SO_2 ، PM ، $Mercury$ ارائه نمودند.

ایشان اعلام نمودند در مورد کنترل SO_2 در حدود ۴۰ تکنولوژی وجود دارد که در پروژه از متداول‌ترین روشها استفاده شده است.

دکتر جعفرزاده:

در مورد MBR بیان نمودند که این طرح توجیه پذیر بازیابی آب است و نقش ملاحظات زیست محیطی ندارد.

آقای مهندس مصطفایی:

اعلام کردند سیستم غشایی در هنگامی که چرخه بازیاب آب کامل باشد کاملاً مفید و عملی است.
خانم دکتر جعفر زاده:

نیروگاه کیش Reject اسمز معکوس را در دریا رها می‌کند.
آقای مهندس مصطفایی:

Reject اسمز معکوس می‌تواند وارد تبخیر کننده و سپس کریستالایزر و آب آن بازیافت گردد.

خانم دکتر جعفر زاده

برای امحای PCBs ها یازده روش مختلف وجود دارد.

برای پایش PCBs ها نیز در درخت فناوری کیت های شیمیایی و الکتروشیمیایی و GC-Mass باید عنوان شود.

آقای مهندس شفیعی:

در مورد اولویت بندی روشها با استفاده از AHP و تهیه نمودارهای جذابیت - توانمندی اظهاراتی را بیان نمودند.

ب- موارد لازم برای اصلاح براساس جمع بندی نظرات اعضای کمیته راهبری

۱- وزارت امور خارجه به عنوان تنظیم‌گر (امضا کننده کنوانسیونهای بین‌المللی) باید اضافه شود.

۲- دفتر آب و خاک سازمان محیط زیست از معاونت انسانی باید در چارت بازیگران دیده شود.

۳- دفتر HSE وزارت صنایع باید دیده شود.

۴- سازمان توسعه برق بین مرز تنظیم‌گر و تسهیل‌گر قرار گیرد.

۵- شورای عتف به عنوان سیاستگذار باید اضافه شود.

۶- موارد مربوط به امحا و پایش PCBs درج شود.

ج- مصوبات جلسه

۱- تیم اجرایی موظف شد موارد اصلاحی مورد نظر کمیته راهبری را در گزارشات مربوط به درخت فناوری و ساختار بازیگران اصلاح نماید.

۲- تیم اجرایی موظف شد در اسرع وقت، گزارشات مربوط به فاز یک و بخش ترسیم درخت فناوری در فاز دوم را برای اعضای کمیته ارسال نماید.

۳- پس از اعمال کامل اصلاحات فوق، این گزارشات مورد تایید اعضای حاضر در کمیته است.

۴- مقرر شد اعضای که در جلسه شرکت نداشته‌اند، بمدت یک هفته پس از ارسال گزارشات مهلت مطالعه داشته و هر گونه نظرات کارشناسی خود را به مدیر پروژه ارائه نمایند.

۵- تیم اجرایی موظف است نظرات دریافتی از اعضای غایب در جلسه کمیته راهبری را در طی این مهلت یک هفته ای جمع آوری نموده و بصورت دقیق مورد بررسی قرار داده و در صورت نیاز این نظرات را اعمال نموده و یا در جلسات کمیته راهبری آینده مطرح کند.

۶- در صورتیکه در طی یک هفته هیچ نظر یا پیشنهادی دریافت نگردد، گزارشات تصویب شده تلقی خواهد شد.

فهرست مطالب

۱	مقدمه
۲-۱	شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی
۱-۲-۱	مبنای شکستن اقدامات
۲-۲-۱	ابزارهای شکستن اقدامات
۳-۲-۱	بازنگری نهایی و انتخاب پروژه‌های اجرایی
۳-۱	فهرست پروژه‌های اجرایی سند توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق
۴-۱	تخصیص منابع
۵-۱	تقسیم کار ملی (نگاشت نهادی مطلوب)
۱-۵-۱	نگاشت نهادی
۲-۵-۱	انواع نقش‌ها در نگاشت نهادی
۳-۵-۱	طراحی نگاشت نهادی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق
۴-۵-۱	تحلیل نگاشت نهادی
۶-۱	تخصیص متولیان اقدامات
۷-۱	ترسیم رهنگاشت
۴۴	نتیجه گیری
۴۵	پیوست الف: معرفی اجزای نهادهای مرتبط با نگاشت نهادی توسعه فناوری های
۶۰	پیوست ب: شناسنامه اقدامات غیرفنی
۷۲	پیوست ج: شناسنامه اقدامات فنی (پروژه‌ها)

فهرست شکل‌ها

- شکل (۱-۱): فرآیند تدوین برنامه‌های عملیاتی ۲
- شکل (۲-۱): نحوه شکستن اقدام X ۳
- شکل (۳-۱): نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق (مبتنی بر اقدامات غیر فنی). ۴۰
- شکل (۴-۱): نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق (مبتنی بر اقدامات فنی). ۴۱
- شکل (۵-۱): نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق (مبتنی بر اقدامات فنی). ۴۲
- شکل (۶-۱): نقشه راه بروندهای کلان سند راهبردی مدیریت آلاینده‌ها ۴۳

فهرست جداول

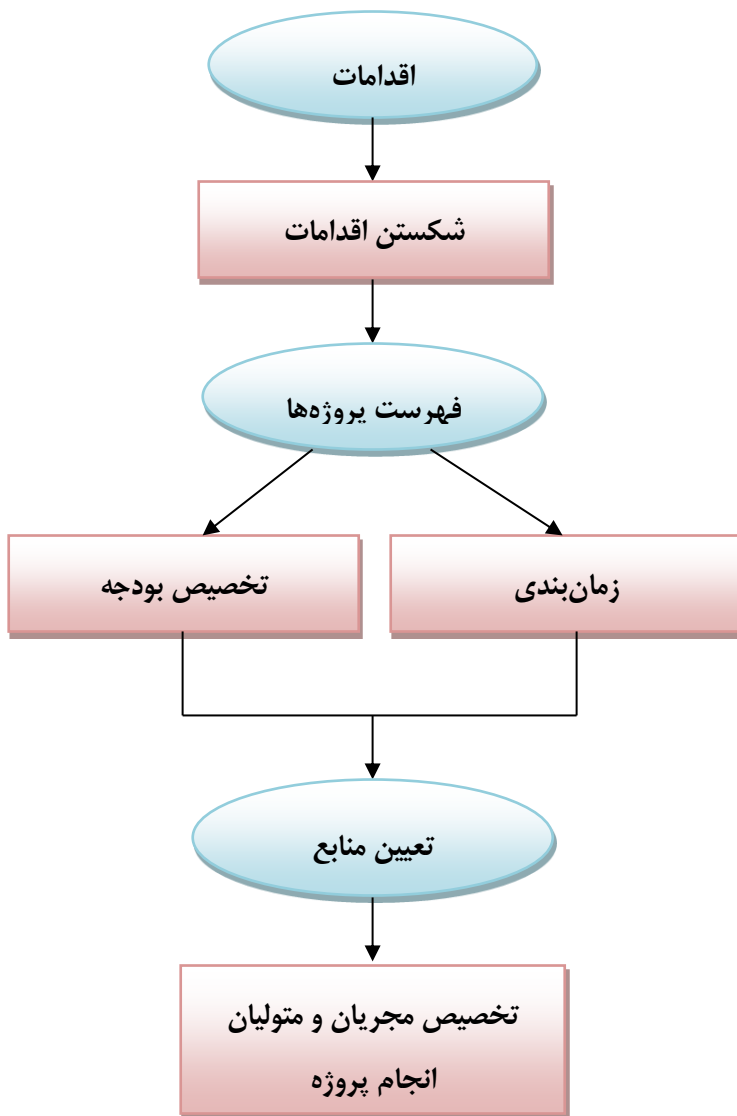
- جدول (۱-۱): پروژه‌های اجرایی حاصل از شکسته شدن اقدامات فنی تدوین شده سند ۱۰
- جدول (۲-۱): اقدامات غیرفنی در توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها ۱۳
- جدول (۳-۱): بودجه‌بندی و زمان‌بندی اقدامات غیرفنی غیر مدیریتی در توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها ۱۴
- جدول (۴-۱): بودجه‌بندی و زمان‌بندی پروژه‌های مربوط به پروژه‌های اقدامات فنی در توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها ۱۵
- جدول (۵-۱): نگاشت نهادی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق ۲۸
- جدول (۶-۱): متولیان اقدامات غیرفنی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق ۳۱
- جدول (۷-۱): متولیان پروژه‌های فنی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق ۳۲

۱- مقدمه

در این بخش فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی سند راهبردی و نقشه‌راه توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق توضیح داده می‌شود و در نهایت فهرست پروژه‌ها ارائه می‌شود. همان طور که اشاره شد، لازم است اقدامات تعیین شده در مرحله چهارم تدوین سند، به پروژه‌های اجرایی شکسته شوند. در واقع در این بخش باید مشخص گردد که چه پروژه یا مجموعه پروژه‌هایی باید در سالیان مختلف اجرا گردد تا با اجرای این پروژه‌ها بتوان اطمینان حاصل کرد که اقدامات، راهبردها، اهداف و در نهایت چشم‌انداز تدوین شده " سند راهبردی و نقشه راه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران " محقق شده است.

۱-۱- فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی

نحوه تعیین پروژه‌های اجرایی و استنتاج آن‌ها از اقدامات تدوین شده در مرحله چهارم سند امری مهم و ضروری است از این رو در این بخش فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی بررسی شده است. فرآیند تدوین برنامه عملیاتی در شکل (۱-۲) نشان داده شده است. مطابق این شکل، در مرحله اول باید اقدامات تدوین شده در مرحله ۴ شناسایی شده و بر اساس معیارهایی به پروژه‌ها شکسته شوند و فهرست پروژه‌ها استخراج شود. سپس زمان و بودجه مورد نیاز برای انجام هر یک از پروژه‌ها مشخص شده و از این طریق منابع لازم برای تحقق اقدامات تعیین می‌گردد. در نهایت با شناسایی نهادهای مرتبط در محیط داخلی و بیرونی و نقش آن‌ها، متولی و مجری انجام پروژه‌ها شناسایی می‌شود.

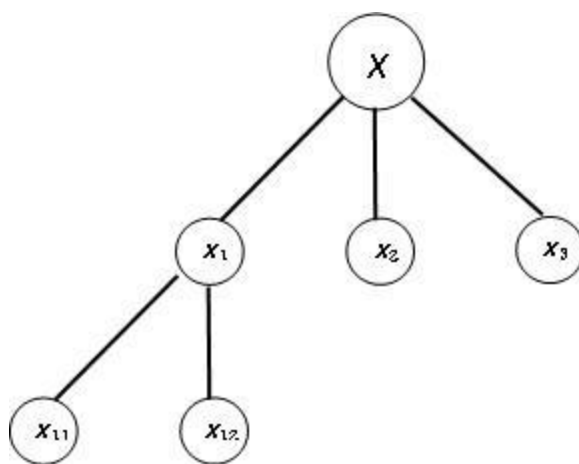


شکل (۱-۲): فرآیند تدوین برنامه‌های عملیاتی

۱-۲- شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی

مجموعه پروژه‌های اجرایی که از شکستن اقدامات به دست می‌آید، باید به نحوی جامع باشد که انجام صحیح آن‌ها منجر به تحقق اقدام مورد نظر شود و از همین رو در تعریف پروژه‌ها باید به جنبه‌های مختلف اقدام توجه شود. نکته حائز اهمیت دیگر در شکستن اقدامات، میزان و سطح شکستن اقدامات می‌باشد. همان‌گونه که یک اقدام می‌تواند به مجموعه‌ای از پروژه‌ها شکسته شود، هر پروژه نیز قابل شکسته شدن به مجموعه‌ای از فعالیت‌ها است و این روند را در مورد فعالیت‌ها نیز می‌توان ادامه داد. این مفهوم را

می‌توان به صورت ملموس‌تری در شکل (۲-۲) مشاهده نمود که در آن اقدام X به سه پروژه و پروژه شماره ۱ به دو فعالیت شکسته شده است. حال می‌توان مجموعه کل پروژه‌هایی که برای انجام اقدام X باید اجرا شوند را به دو صورت $X \equiv \{X_1, X_2, X_3\}$ و $X \equiv \{X_{11}, X_{12}, X_2, X_3\}$ ارائه نمود که تفاوت این دو در تعداد سطوح شکسته شدن اقدام است. بنابراین لازم است معیارهای مناسبی برای تعیین تعداد و سطح شکسته شدن اقدامات معرفی و تعیین گردد.



شکل (۲-۲): نحوه شکستن اقدام X

در این بررسی دو معیار به شرح زیر مبنای شکستن اقدامات به پروژه‌ها قرار می‌گیرد:

الف) میزان منابع لازم برای انجام پروژه اجرایی قابل تخمین باشد. به عبارتی در سطح خاصی می‌توان برآورد مناسبی از میزان منابع مورد نیاز ارائه نمود.^۱

ب) هر پروژه اجرایی در اندازه‌ای باشد که بتوان آن را به یک مجری محول نمود. به عبارتی اگر پروژه اجرایی به اندازه کافی جزء نشده باشد، به طوری که گستردگی ابعاد مختلف پروژه امکان اختصاص آن به یک مجری را سلب نماید، باید پروژه اجرایی مربوط به فعالیت‌های دیگری شکسته شود تا تخصیص آن به مجری واحد امکان‌پذیر باشد.

۱- توضیحات بیش‌تر در مورد اقسام منابع در قسمت‌های آتی بیان خواهد شد.

ساختار کلی شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی مشابه WBS^۱ می‌باشد که در بحث مدیریت پروژه تاکنون تحقیقات فراوانی در مورد آن صورت پذیرفته است.

نکته دیگر حصول اطمینان از جامعیت پروژه‌های اجرایی در راستای تحقق اقدامات می‌باشد. تاکنون الگوریتمی که تضمین نماید مجموعه پروژه‌های اجرایی منتخب برای تحقق اقدام کفایت می‌نماید ارائه نشده است. تنها با بهره‌گیری از قضاوت خبرگان، استفاده از تجارب پیشین و در صورت امکان به کارگیری ابزارهایی چون شبیه‌سازی می‌توان امیدوار بود مجموعه پروژه‌های اجرایی شرایط کافی برای حصول اقدامات را فراهم سازند.

۱-۲-۱- مبنای شکستن اقدامات

یکی از مسائل کلیدی دیگر در فرآیند شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی، تعیین مبنایی است که بر اساس آن شکستن اقدامات انجام شود. برای درک بهتر اقدام نمونه‌ای با عنوان تأسیس آزادراه را در نظر بگیرید. این اقدام می‌تواند بر دو مبنای جغرافیایی^۲ (راه‌سازی کوهستانی، بیابانی و جنگلی) و عملکردی^۳ (زیرسازی راه، روسازی و آسفالت، حفاظت حاشیه راه و ...) به پروژه‌های اجرایی زیرمجموعه خود شکسته شود. مبنای شکستن اقدامات مورد توجه بر اساس عوامل مختلفی تعیین می‌شود که در ادامه به مهم‌ترین این عوامل اشاره می‌شود.

الف) ساختار و فرهنگ حاکم: اگر در ساختار موجود کشور تقسیم‌بندی ویژه و یا هنجارهای پذیرفته شده اثرگذاری وجود داشته باشد، می‌توان شکستن پروژه‌های اجرایی را بر اساس آن‌ها جهت‌دهی کرد. به عنوان نمونه در مورد مثال فوق اگر سیستم راه‌سازی کشور بر اساس مناطق جغرافیایی در بخش‌های راه‌سازی کوهستانی، بیابانی و جنگلی شکل گرفته باشد که هر بخش توانایی‌ها و قابلیت‌های کلیدی لازم در حوزه فعالیت خود به دست آورده است، و بنابراین تقسیم‌بندی مذکور می‌تواند مبنای شکستن اقدامات قرار گیرد.

^۱ - Work-Breakdown-Structure

^۲ - Geographical Base

^۳ - Functional Base

ب) نیازمندی‌های فعلی: نیازمندی‌هایی که بر مبنای آن شکسته شدن اقدامات صورت می‌پذیرد در طول زمان قابل تغییر است. در مورد مثال اخیر ممکن است در فاز طراحی آزادراه‌ها نیازهای طراحی موجب شکستن پروژه‌های اجرایی بر مبنای جغرافیایی شود ولیکن در زمان اجرا نیازها تغییر کرده و مبنای عملکردی مورد استفاده قرار گیرد.

ج) منافع اقتصادی: میزان کسب درآمد از پروژه‌های اجرایی می‌تواند مبنایی برای شکستن اقدامات باشد. به عنوان مثال درآمدزا یا هزینه‌بر بودن پروژه‌های اجرایی از این جهت می‌تواند مبنای قرار گیرد که ابتدا پروژه‌های اجرایی درآمدزا انجام شوند و از درآمد حاصل برای انجام پروژه‌های اجرایی هزینه‌بر استفاده شود.

د) نظرات ذینفعان: از آنجایی که هدف از تحقق اقدامات در واقع برآوردن نیاز ذینفعان و کسب منافع توسط این گروه می‌باشد، ضروری است به نظرات ذینفعان در بخش‌های مختلف فرآیند پیاده‌سازی از جمله چگونگی شکستن اقدامات توجه شود.

در صورتی که تصمیم گرفته شود که تعدادی از پروژه‌های اجرایی نیز به زیرفعالیت‌ها شکسته شوند، می‌توان در شکستن دوم از مبنای دیگری استفاده نمود. به طور مثال در مرحله اول بر مبنای جغرافیایی و در مرحله دوم بر مبنای عملکردی شکستن انجام پذیرد.

۱-۲-۲- ابزارهای شکستن اقدامات

تاکنون مفاهیم و موضوعات کلیدی شکستن اقدامات مورد بحث و بررسی قرار گرفت، در این بخش چند ابزار برای انجام این مهم معرفی می‌گردد.

الف) تجزیه و تحلیل فرآیند استاندارد

در پیشینه برخی از اقدامات، فرآیند تجربه شده‌ای وجود دارد که به طور عام توسط نخبگان علمی آن حوزه مورد پذیرش است. چنین فرآیندهایی فرآیند استاندارد نامیده می‌شود و در صورتی که در مورد اقدامات خاصی فرآیند استاندارد وجود داشته باشد، پروژه‌های اجرایی ارائه شده در آن حوزه به عنوان مجموعه پروژه‌های اجرایی استاندارد پذیرفته می‌شوند.

ب) بهینه‌کاوی

در صورتی که در راستای تحقق یک اقدام، فرآیند استاندارد وجود نداشته باشد و یا به علت عدم دسترسی قابل استفاده نباشد، از ابزار بهینه‌کاوی استفاده می‌شود. بهینه‌کاوی به معنی بررسی تجربه‌های انجام شده و یادگیری می‌باشد. اگرچه در این حالت به علت عدم وجود الگویی استاندارد، انتظار می‌رود تجربه‌های پیشین در ابعاد مختلفی با یکدیگر تفاوت داشته باشند، که از علل اصلی آن خواستگاه منطقه‌ای و ویژگی‌های خاصی است که فرآیند در قالب آن طراحی و اجرا شده است، یکی از مسائل کلیدی به کارگیری این ابزار چگونگی در کنار هم قرار دادن نتایج تجربه‌های مختلف برای دستیابی به الگویی مطلوب می‌باشد. اگر نتوان از این روش به مجموعه‌ای از پروژه‌های اجرایی قابل قبول دست یافت، از پروژه‌های اجرایی غیر نهایی به دست آمده می‌توان در ابزار علت- معلولی استفاده نمود.

ج) تحلیل علت معلولی

اساس این ابزار استفاده از نظرات خبرگان برای شکستن اقدامات به مجموعه پروژه‌های اجرایی می‌باشد. از همین رو حضور خبرگانی مسلط بر ابعاد مختلف اقدام مربوطه ضرورت و لازمه استفاده از این ابزار است. در ادامه چگونگی استفاده از این ابزار در جلسه‌ای با حضور خبرگان توضیح داده می‌شود.

گام ۱: در ابتدای جلسه توضیحات مربوط به معرفی اقدام ارائه می‌گردد تا کلیه افراد حاضر به نگرش یکسانی از اقدام مورد نظر

دست یابند.

گام ۲: در یک طوفان فکری پروژه‌های اجرایی که از نظر خبرگان برای انجام اقدام مزبور ضروری به نظر می‌رسد مطرح شده

و در معرض دید همگان قرار می‌گیرد.

حاضرین جلسه باید این نکته را مد نظر قرار دهند که در مرحله اول صرفاً اقدامات به پروژه‌های اجرایی اساسی تشکیل دهنده

شکسته می‌شوند. از همین رو بهتر است از بیان مواردی که خود زیرفعالیت‌های پروژه‌های اجرایی اساسی به شمار می‌روند و یا قابل

بیان شدن به شکل پروژه‌های اجرایی کلان‌تری هستند اجتناب ورزند. در صورتی که تصمیم گرفته شود برخی پروژه‌های اجرایی به

زیرفعالیت‌های خود شکسته شوند، در مرحله دیگری فرآیند جاری در مورد آن پروژه‌های اجرایی تکرار می‌شود. به عبارتی در هر مرحله از به کارگیری این ابزار، شکستن تنها در یک سطح انجام می‌پذیرد. پس از انجام این گام فهرست اولیه‌ای از پروژه‌های اجرایی پیشنهادی به دست می‌آید. در تکمیل این فهرست می‌توان از اطلاعات به دست آمده از دو ابزار دیگر به ویژه بهینه‌کاوی استفاده نمود.^۱

گام ۳: کلیه موارد موجود در لیست اولیه تحت سه عنوان زیر دسته‌بندی می‌شوند:

الف) پروژه‌های اجرایی اصلی تکین: پروژه‌های اجرایی هستند که اولاً در راستای تحقق اقدام مورد نظر انجام آن‌ها ضروری بوده و ثانیاً در بین سایر پروژه‌های اجرایی پیشنهاد شده موارد مشابه قابل جایگزینی با آن وجود ندارد.

ب) پروژه‌های اجرایی جایگزین: این دسته شامل آن بخش از پروژه‌های اجرایی ضروری است که در بین سایر پروژه‌های اجرایی، موارد مشابه قابل جایگزینی با آن‌ها یافت می‌شود. در این حالت هر گروه از پروژه‌های اجرایی مشابه در مجموعه‌هایی جمع می‌شوند که از آن‌ها تحت عنوان مجموعه‌های جایگزینی یاد می‌شود. سرانجام باید از هر یک از مجموعه‌های جایگزینی یک پروژه اجرایی انتخاب شود.

مجموعه‌های جایگزینی نباید با یکدیگر دارای اشتراک باشند. همچنین در صورتی که پروژه اجرایی قابل تخصیص به بیش از یک مجموعه جایگزینی باشد، آن پروژه اجرایی به چند بخش تفکیک شده و هر بخش به مجموعه مربوطه اختصاص می‌یابد.

ج) پروژه‌های اجرایی پشتیبانی: پروژه‌های اجرایی که در راستای تحقق یک اقدام، ضروری نیستند ولی می‌توانند فرآیند انجام اقدام مورد نظر را تقویت کرده و آن را تسریع بخشند.

در صورتی که پس از دسته‌بندی فوق مواردی وجود داشته باشند که به نوعی زیرفعالیت سایر پروژه‌های اجرایی اصلی یا پشتیبانی به حساب آیند، این موارد حذف شده، در صورت لزوم در شکستن پروژه‌های اجرایی به زیرفعالیت‌ها در مراحل بعد

^۱ - ممکن است بتوان درمورد یک فعالیت از روش تحلیل فرآیند استاندارد و یا بهینه‌کاوی به نتیجه رسید، علی‌رغم این که در مورد اقدام بالادست استفاده از این دو ابزار نتیجه‌بخش نبوده باشد.

استفاده می‌شوند، و در غیر این صورت لازم است پروژه‌های اجرایی اصلی یا پشتیبان دیگری تعریف شود که دربرگیرنده موارد ذکر شده به عنوان زیرفعالیت خود باشد.

در مجموع مشخص می‌گردد که پروژه‌های اجرایی دسته‌بندی شده باید دارای دو ویژگی زیر باشند:

↳ در یک سطح باشند،

↳ غیر از پروژه‌های اجرایی درون یک مجموعه جایگزینی، سایر پروژه‌های اجرایی باید بدون هم‌پوشانی باشند. در غیر

این صورت باید تغییراتی در آن‌ها اعمال گردد تا همپوشانی موجود حذف شود.

۱-۲-۳- بازنگری نهایی و انتخاب پروژه‌های اجرایی

قبل از نهایی شدن پروژه‌های اجرایی، به منظور ارزیابی جوانب مختلف پروژه‌های ارائه شده و قضاوت در مورد موجه بودن یا عدم موجه بودن آن‌ها، هر پروژه اجرایی باید بر اساس معیارهای مختلفی از جمله معیارهای فنی، مالی و اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مورد ممیزی قرار گیرد. بر این اساس، پروژه‌های اجرایی به دست آمده در مرحله قبل مورد بازبینی قرار گرفته و پروژه‌هایی که از نظر معیارهای مختلف ناموجه باشند، کنار گذاشته می‌شوند. در واقع پروژه‌های اجرایی نهایی باید به نحو مطلوبی موجبات دستیابی به مقاصد سایر سطوح راهبردی را فراهم سازند. از همین رو ضروری است با نگاهی اجمالی به بازبینی گام‌های طی شده نواقص احتمالی پرداخته شود.

۱-۳- فهرست پروژه‌های اجرایی سند توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت

برق

با توجه به موارد مطرح شده در ابتدای این بخش در ارتباط با ضرورت و نحوه شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی، در این بخش، پروژه‌هایی شناسایی می‌شوند که اجرایی شدن آن‌ها منجر به تحقق اقدامات می‌گردد. با توجه به ابزارهای گوناگونی که

جهت شکستن اقدامات در بخش قبل معرفی شده با بررسی‌های صورت گرفته این نتیجه حاصل شد که ابزار تحلیل علی معلولی بهترین ابزار برای شکستن اقدامات در این طرح می‌باشد.

همان طور که در گزارش مرحله چهارم سند اشاره شد اقدامات مربوط به این سند در دو دسته اقدامات فنی و غیرفنی تدوین شد. با توجه به سطح اقدامات غیرفنی تعریف شده در مرحله چهارم، تصمیم گرفته شد تا این اقدامات به سطح پایین‌تر شکسته نشود و زمان‌بندی و بودجه‌بندی بر روی اقدامات انجام شود. اما در ارتباط با اقدامات فنی، با توجه به امکان شکستن اقدامات تصمیم بر این شد تا پروژه‌های اجرایی ذیل هر یک از اقدامات فنی تعریف شود. برای تدوین پروژه‌های اجرایی اقدامات فنی، ابتدا کارشناسان فنی سند راهبردی و نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق به طور مجزا فهرست پروژه‌های اولیه مربوط به خود را استخراج کردند و سپس در مرحله بعد با برگزاری جلسه‌ای با حضور تعدادی از خبرگان و کارشناسان حوزه مدیریت آلاینده‌ها (کمیته راهبری)، فهرست اولیه پروژه‌ها بررسی شد و پس از جمع‌بندی پروژه‌های اصلی جهت اجرایی شدن اقدامات شناسایی شدند. اسامی افراد حاضر در این جلسه به شرح ذیل است:

- جناب آقای جلالی
- جناب آقای سهرابی
- جناب آقای سرمدی
- جناب آقای صمدی
- جناب آقای مصطفایی
- جناب آقای شفیعی
- سرکار خانم داوری
- سرکار خانم جعفرزاده
- سرکار خانم آویشن
- سرکار خانم احمدی نژاد
- سرکار خانم دل‌آور مقدم

همان طور که در قسمت‌های قبل اشاره شد، مجموعه پروژه‌های اجرایی که از شکستن اقدامات به دست می‌آید، باید به نحوی جامع باشد که انجام صحیح آن‌ها منجر به تحقق اقدام مورد نظر شود در این بخش تلاش شده با استفاده از نظرات خبرگان و کارشناسان، جامعیت پروژه‌های اجرایی شناسایی شده برای هر اقدام حفظ شود. مورد دیگری که در رابطه با شکستن اقدامات باید مورد توجه قرار گیرد، سطح شکسته شدن اقدامات است. در این طرح اقدامات تا سطحی شکسته شده‌اند که بتوان برای پروژه‌های اجرایی حاصل از شکستن آن‌ها زمان و بودجه تخصیص داده و همچنین مجری جهت اجرای آن‌ها مشخص نمود. در ادامه پروژه‌های شناسایی شده برای هر یک از اقدامات فنی و غیر فنی در جدول (۱-۲) و جدول (۲-۲) ارائه شده است.

جدول (۱-۲): پروژه‌های اجرایی حاصل از شکسته شدن اقدامات فنی تدوین شده سند

ردیف	عنوان پروژه‌ها
اقدام ۱: ساخت نمونه اولیه مشعل صنعتی کوچک DLN, LNB	
۱	امکان و بررسی ساخت و بومی سازی فناوری DLN, LNB
۲	کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB از طریق انتقال فناوری
۳	مطالعه و بررسی تکنولوژی های مورد استفاده در سیستم های کاهش NOx و کسب روابط حاکم بر فرآیند احتراق
۴	شبیه سازی CFD احتراق (استفاده از نرم افزارهای موجود، توسعه کد یا تهیه مازول جهت تلفیق با نرم افزارهای موجود)
۵	طراحی و ساخت نمونه مشعل LNB با تزریق سوخت و هوای مرحله ای در سایز کوچک
۶	طراحی و ساخت مشعل LNB با برگشت داخلی محصولات احتراق
۷	طراحی و ساخت نمونه مشعل و سیستم کنترل مشعل DLN
۸	ساخت و تجهیز آزمایشگاه تست مشعل
اقدام ۲: تولید صنعتی غشای تماس دهنده MEMBRANE	
۹	کسب دانش فنی اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE
۱۰	امکانسنجی فنی-اقتصادی طرح برای استفاده از فناوری در نیروگاه های کشور
۱۱	ساخت آزمایشگاهی غشا (غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی)
۱۲	تجهیز آزمایشگاه غشا
۱۳	نصب و انجام تست های صنعتی
۱۴	ساخت واحد صنعتی غشا (غشاهای تماس دهنده، پلیمری)
۱۵	ساخت ماشین آلات تولید صنعتی غشاء
اقدام ۳: ساخت سیستم های Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی	
۱۶	مطالعه و بررسی استفاده از جلبک های بومی ایران در کاهش آلاینده های نیروگاهی و مقایسه آن با نمونه های خارجی و انتخاب بهترین گزینه ها

ردیف	عنوان پروژه‌ها
۱۷	امکان سنجی تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک تولید شده (سوخت زیستی)
۱۸	ساخت پایلوت تولید Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی
۱۹	انجام تست‌های مختلف بر روی پایلوت مانند تغییر شدت نور، تغییر غلظت CO ₂ و ...
۲۰	ساخت آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک
۲۱	نصب و بهره برداری از واحد تولید Microalgae در یک نیروگاه منتخب
اقدام ۴: ساخت صنعتی FGD و استفاده در نیروگاه‌های کشور	
۲۲	مطالعات امکان‌سنجی اجرای فناوری سولفور زدایی و انتخاب فناوری‌های برتر بر اساس شرایط کشور
۲۳	ساخت پایلوت نیمه صنعتی فناوری منتخب
۲۴	انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت
۲۵	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	
۲۶	بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز
۲۷	بررسی امکان استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز
۲۸	ساخت پایلوت و انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی آن
۲۹	اجرای پروژه نصب و بهره برداری در یک نیروگاه زغال سوز
اقدام ۶: دستیابی به دانش فنی ساخت کاتالیست و ساخت پایلوت سیستم SCR	
۳۰	بررسی جانمایی کاتالیست روی سبدهای واحد پیش گرمکن هوای بویلر (بانگستروم)
۳۱	کسب دانش فنی افزایش سطح تماس و کارایی کاتالیست
۳۲	شبیه سازی واکنش های شیمیایی و کاتالیستی سیستمهای SCR
۳۳	خرید نمونه‌های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی
۳۴	تست‌های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی
۳۵	طراحی و ساخت پایلوت سیستم SCR در مقیاس کوچک
۳۶	ساخت کاتالیست دما پایین جهت نصب در خروجی دودکش نیروگاههای بخاری و سیکل ترکیبی موجود
۳۷	ساخت کاتالیست دما بالا (ژئولیتی) برای استفاده در توربینهای گاز
۳۸	تست و بهینه سازی فرآیند SCR و روش کنترل تزریق آمونیاک بر اساس نتایج پایلوت
اقدام ۷: ساخت پایلوت سیستم SNCR	
۳۹	طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR برای افزایش همزمان راندمان و کاهش نشتی آمونیاک
۴۰	بررسی استفاده همزمان SNCR با سیستم FGD تر به منظور حذف نشت آمونیاک و کمک به حذف SO ₂
۴۱	بررسی توزیع دما و رژیم جریان در بویلر نیروگاههای موجود و امکان‌سنجی اجرای این روش در آنها
۴۲	شبیه‌سازی فرآیند SNCR و روشهای کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر
۴۳	طراحی ساخت پایلوت یا سیستم آزمایشگاهی SNCR
۴۴	اجرای سیستم SNCR در یک واحد نیروگاهی کوچک
اقدام ۸: ساخت ماژول‌های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه‌ها	

ردیف	عنوان پروژه‌ها
۴۵	بررسی فنی- اقتصادی و مقایسه روش‌های مستغرق و جانبی و انتخاب غشای مناسب برای ایران
۴۶	ساخت غشاهای با راندمان بالا و گرفتگی کم
۴۷	طراحی و ساخت پایلوت و تست های مربوطه
۴۸	ساخت ماژول‌های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه‌ها
اقدام ۹: ساخت صنعتی غشای مورد استفاده در تصفیه آب و پساب در فناوری Membrane	
۴۹	طراحی سیستم مبتنی بر غشا جهت حذف آلاینده‌های روغنی و سیستم شستشوی آن
۵۰	کسب دانش فنی ساخت دستگاه بازیاب انرژی از جریان غلیظ خروجی سیستم‌های اسمز معکوس
۵۱	طراحی و ساخت بستر تست ماژول سیستم اسمز معکوس
۵۲	ساخت مخازن Pressure Vessel تحت فشار مورد نیاز جهت قرارگیری ماژولهای غشا
۵۳	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)	
۵۴	بررسی امکان استفاده از DAF و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا از طریق آزمایشات پایلوت
۵۵	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)	
۵۶	بررسی فناوری‌های متعارف دستگاهی و، هیبریدی و امکانسنجی اقتصادی طرح‌ها
۵۷	طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم VC
۵۸	طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم MED
۵۹	طراحی، ساخت و اجرای یک واحد تبخیرکننده بر پایه حرارت اتلافی از نیروگاه گازی
۶۰	ساخت سیستم‌های VC و MED جهت نصب در نیروگاه‌ها
اقدام ۱۲: نصب و پیاده سازی روش‌های تصفیه شیمیایی در نیروگاه‌ها	
۶۱	مطالعه روش‌های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی
۶۲	ساخت پایلوت روش منتخب
۶۳	ایجاد یک آزمایشگاه تصفیه خاک در صنعت برق
۶۴	پیاده سازی روش‌های تصفیه شیمیایی در یک نیروگاه
اقدام ۱۳: نصب و پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی در نیروگاه‌ها	
۶۵	بررسی روش‌های بهبود عملکرد این فناوری از طریق اصلاحات ژنتیکی
۶۶	مطالعه روش‌های تصفیه زیستی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی
۶۷	شناسایی انواع الودگی های خاک و شناسایی میکروارگانیسم های از بین برنده آن ها در نیروگاه ها
۶۸	ساخت پایلوت روش‌های منتخب
۶۹	ایجاد یک آزمایشگاه بیو تکنولوژی خاک در صنعت برق
۷۰	پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی در یک نیروگاه

جدول (۲-۲): اقدامات غیرفنی در توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها

ردیف	اقدامات
۱	حمایت از انجام پایان‌نامه‌ها و مقالات در حوزه مدیریت آلاینده ها به شکل کمک‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی
۲	ایجاد و به‌روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آن‌ها در این بانک اطلاعاتی
۳	کمک به جذب و پذیرش واحدهای تحقیقاتی در مراکز رشد جهت کمک به صنعتی شدن دانش به دست آمده در حوزه مدیریت آلاینده ها
۴	کمک به تأمین مالی مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها
۵	تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها میان دانشگاه‌ها و صنعت برق
۶	برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با حوزه مدیریت آلاینده ها
۷	اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه صنعتی‌سازی فناوری‌های مدیریت آلاینده ها
۸	حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه مدیریت آلاینده ها

۱-۴- تخصیص منابع

در برنامه‌ریزی عملیاتی تخصیص منابع فرآیند تصمیم‌گیری در مورد چگونگی به‌کارگیری منابع موجود به منظور نیل به مقاصد تعیین شده، به ویژه در کوتاه‌مدت مشخص می‌گردد. تخصیص منابع در سطوح مختلف راهبردی از جمله اقدامات، پروژه‌های اجرایی، فعالیت‌ها و سایر سطوح بالاتر قابل تعریف است. همان‌طور که در بخش قبل عنوان شد یکی از معیارهای مورد توجه در تعیین تعداد سطوحی که اقدامات شکسته می‌شوند، رسیدن به سطحی است که در آن بتوان منابع لازم را برآورد نمود. این برآورد بر دو مبنا صورت می‌پذیرد:

الف) تجربه‌های پیشین

ب) نظر خبرگان

منابعی که در برنامه عملیاتی این سند مورد توجه قرار خواهند گرفت، عبارتند از هزینه، زمان و در صورت لزوم منابعی چون دانش و فناوری. تأمین منابع انسانی با استفاده از هزینه اختصاص یافته توسط مجری فعالیت صورت می‌پذیرد. البته هزینه نیروی انسانی برآورد شده و جزء منابع مالی به مجری تخصیص می‌یابد. با توجه به محدود بودن زمان، جهت دستیابی به اهداف در زمان مورد نظر، مدت زمان لازم برای انجام هر پروژه، باید به عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع اجرایی شدن پروژه‌ها، به درستی مشخص گردد. لازم به ذکر است که در این پروژه تخصیص زمان یک فرآیند تخصیص منابع محدود می‌باشد. به عبارتی کل زمان در دسترس برای تحقق پروژه‌های اجرایی از قبل تعیین شده و هر پروژه باید در مدت زمان خاص خود به اتمام برسد. از طرف دیگر منابع مالی به عنوان منابع نامحدود در نظر گرفته می‌شوند. بنابراین برای هر پروژه اجرایی هزینه لازم برآورد شده و برای انجام آن پروژه تخصیص داده می‌شود. منابع لازم برای سطوح بالاتر از جمله اقدامات در حالت کلی برابر مجموع هزینه‌های سطوح پایین‌دست می‌باشد.^۱ در این بخش زمان و بودجه تخمینی لازم برای انجام اقدامات غیرفنی و پروژه‌های مربوط به اقدامات فنی به ترتیب در جدول (۳-۲) و جدول (۴-۲) ارائه شده است. زمان‌بندی دقیق پروژه‌ها می‌تواند به ترسیم صحیح رهنما کمک کند.

جدول (۳-۲): بودجه‌بندی و زمان‌بندی اقدامات غیرفنی غیر مدیریتی در توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها

ردیف	اقدامات	مدت زمان (سال)	بودجه (میلیون تومان)		
			کل	آزمایشگاهی و تجهیزات	نیروی انسانی	حمایت مالی
۱	حمایت از انجام پایان‌نامه‌ها و مقالات در حوزه مدیریت آلاینده‌ها به شکل کمک‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی	۱۰			
۲	ایجاد و به‌روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آن‌ها در این بانک اطلاعاتی	۸			
۳	کمک به جذب و پذیرش واحدهای تحقیقاتی در مراکز رشد جهت کمک به صنعتی شدن دانش به دست آمده در حوزه مدیریت آلاینده‌ها	۷			

^۱ - مسأله مهمی که در تخصیص منابع مالی محدود مورد ملاحظه قرار می‌گیرد اولویت‌بندی فعالیت‌ها به گونه‌ای است که مشخص باشد منابع اضافی که احیاناً در طول پروژه اختصاص می‌یابند به کدام یک از آنها تعلق گرفته و در صورت کاهش منابع کدامیک با کمبود مواجه می‌شوند. این ملاحظه برای پروژه جاری وجود ندارد.

بودجه (میلیون تومان)				مدت زمان (سال)	اقدامات	ردیف
حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل			
				۸	کمک به تأمین مالی مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها	۴
				۷	تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها میان دانشگاه‌ها و صنعت برق	۵
				۶	برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با حوزه مدیریت آلاینده‌ها	۶
				۶	اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه صنعتی‌سازی فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها	۷
				۷	حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه مدیریت آلاینده‌ها	۸

جدول (۲-۴): بودجه‌بندی و زمان‌بندی پروژه‌های مربوط به توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها

بودجه (میلیون تومان)				مدت زمان (سال)	پروژه	ردیف
قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل			
				اقدام ۱: ساخت نمونه اولیه مشعل صنعتی کوچک DLN, LNB		
				۱	امکان و بررسی ساخت و بومی‌سازی فناوری DLN, LNB	۱
				۳	کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB از طریق انتقال فناوری	۲
				۲	مطالعه و بررسی تکنولوژی‌های مورد استفاده در سیستم‌های کاهش NOx و کسب روابط حاکم بر فرآیند احتراق	۳
				۲	شبیه‌سازی CFD احتراق (استفاده از نرم‌افزارهای موجود، توسعه کد یا تهیه ماژول جهت تلفیق با نرم‌افزارهای موجود)	۴
				۳	طراحی و ساخت نمونه مشعل LNB با تزریق سوخت و هوای مرحله‌ای در سایز کوچک	۵
				۱,۵	طراحی و ساخت مشعل LNB با برگشت داخلی محصولات احتراق	۶
				۳	طراحی و ساخت نمونه مشعل و سیستم کنترل مشعل DLN	۷
				۲	ساخت و تجهیز آزمایشگاه تست مشعل	۸
مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان				مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال		
اقدام ۲: تولید صنعتی غشای تماس دهنده MEMBRANE						

ردیف	پروژه	مدت زمان (سال)	بودجه (میلیون تومان)
۹	کسب دانش فنی اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE	۱	
۱۰	امکانسنجی فنی-اقتصادی طرح برای استفاده از فناوری در نیروگاه‌های کشور	۱	
۱۱	ساخت آزمایشگاهی غشا (غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی)	۲	
۱۲	تجهیز آزمایشگاه غشا	۱,۵	
۱۳	نصب و انجام تست‌های صنعتی	۱,۵	
۱۴	ساخت واحد صنعتی غشا (غشاهای تماس‌دهنده، پلیمری)	۳	
۱۵	ساخت ماشین آلات تولید صنعتی غشاء	۲	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال		مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان	
اقدام ۳: ساخت سیستم‌های Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی			
۱۶	مطالعه و بررسی استفاده از جلبک‌های بومی ایران در کاهش آلاینده‌های نیروگاهی و مقایسه آن با نمونه‌های خارجی و انتخاب بهترین گزینه‌ها	۱	
۱۷	امکان‌سنجی تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک تولید شده (سوخت زیستی)	۱	
۱۸	ساخت پایلوت تولید Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی	۲	
۱۹	انجام تست‌های مختلف بر روی پایلوت مانند تغییر شدت نور، تغییر غلظت CO ₂ و ...	۳	
۲۰	ساخت آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک	۱,۵	
۲۱	نصب و بهره‌برداری از واحد تولید Microalgae در یک نیروگاه منتخب	۲,۵	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال		مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان	
اقدام ۴: ساخت صنعتی FGD و استفاده در نیروگاه‌های کشور			
۲۲	مطالعات امکانسنجی اجرای فناوری سولفورزدایی و انتخاب فناوری‌های برتر بر اساس شرایط کشور	۲	
۲۳	ساخت پایلوت نیمه صنعتی فناوری منتخب	۳	
۲۴	انجام تست‌های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت	۱,۵	
۲۵	اجرای پروژه ساخت در مقیاس صنعتی و نصب و بهره‌برداری در یک نیروگاه	۵	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال		مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان	
اقدام ۵: ساخت ESP در مقیاس صنعتی و استفاده در نیروگاه‌های کشور			
۲۶	بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه‌های زغال سوز	۱	

ردیف	پروژه	مدت زمان (سال)	بودجه (میلیون تومان)
۲۷	بررسی امکان استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز	۱	
۲۸	ساخت پیلوت و انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی آن	۳	
۲۹	اجرای پروژه نصب و بهره برداری در یک نیروگاه زغال سوز	۳	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۸ سال			مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان
اقدام ۶: دستیابی به دانش فنی ساخت کاتالیست و ساخت پیلوت سیستم SCR			
۳۰	بررسی جانمایی کاتالیست روی سبدهای واحد پیش گرمکن هوای بویلر (یانگستروم)	۱	
۳۱	افزایش سطح تماس و کارایی کاتالیست	۲	
۳۲	شبیه سازی واکنش های شیمیایی و کاتالیستی سیستمهای SCR	۲	
۳۳	خرید نمونه های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی	۱	
۳۴	تست های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی	۱	
۳۵	طراحی و ساخت پیلوت سیستم SCR در مقیاس کوچک	۲	
۳۶	ساخت کاتالیست دما پایین جهت نصب در خروجی دودکش نیروگاههای بخاری و سیکل ترکیبی موجود	۲,۵	
۳۷	ساخت کاتالیست دما بالا (ژئولیتی) برای استفاده در توربینهای گاز	۲,۵	
۳۸	تست و بهینه سازی فرآیند SCR و روش کنترل تزریق آمونیاک بر اساس نتایج پیلوت	۱,۵	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال			مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان
اقدام ۷: ساخت پیلوت سیستم SNCR			
۳۹	طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR برای افزایش همزمان راندمان و کاهش نشی آمونیاک	۱	
۴۰	بررسی استفاده همزمان SNCR با سیستم FGD تر به منظور حذف نشی آمونیاک و کمک به حذف SO ₂	۱,۵	
۴۱	بررسی توزیع دما و رژیم جریان در بویلر نیروگاههای موجود و امکان سنجی اجرای این روش در آنها	۲,۵	
۴۲	شبیه سازی فرآیند SNCR و روشهای کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر	۱	
۴۳	طراحی ساخت پیلوت یا سیستم آزمایشگاهی SNCR	۲	
۴۴	اجرای سیستم SNCR در یک واحد نیروگاهی کوچک	۲	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال			مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان
اقدام ۸: ساخت ماژول های صنعتی MBR و نصب در نیروگاهها			
۴۵	بررسی فنی - اقتصادی و مقایسه روش های مستغرق و جانبی و انتخاب غشای مناسب برای ایران	۲	

ردیف	پروژه	مدت زمان (سال)	بودجه (میلیون تومان)
۴۶	ساخت غشاهای با راندمان بالا و گرفتگی کم	۳	
۴۷	طراحی و ساخت پایلوت و تست های مربوطه	۲	
۴۸	ساخت ماژول های صنعتی MBR و نصب در نیروگاهها	۳	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال			مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان
اقدام ۹: ساخت صنعتی غشای مورد استفاده در تصفیه آب و پساب در فناوری Membrane			
۴۹	طراحی سیستم مبتنی بر غشا جهت حذف آلاینده های روغنی و سیستم شستشوی آن	۲	
۵۰	کسب دانش فنی ساخت دستگاه بازیاب انرژی از جریان غلیظ خروجی سیستم های اسمز معکوس	۱,۵	
۵۱	طراحی و ساخت بستر تست ماژول سیستم اسمز معکوس	۲,۵	
۵۲	ساخت مخازن Pressure Vessel تحت فشار مورد نیاز جهت قرارگیری ماژولهای غشا	۲	
۵۳	ساخت نمونه صنعتی ماژول مورد استفاده در اسمز معکوس	۳	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۹ سال			مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان
اقدام ۱۰: تجهیز نیروگاه های کشور به سیستم های DAF (با تاکید بر استفاده از سیستم های ساخت داخل)			
۵۴	بررسی امکان استفاده از DAF و میزان حذف در غلظت های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا از طریق آزمایشات پایلوت	۲	
۵۵	بررسی امکانسنجی اقتصادی طرح های مربوط به نصب سیستم DAF در نیروگاهها و ارائه خدمات مشاوره ای به آنها	۸	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال			مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان
اقدام ۱۱: تجهیز نیروگاه های کشور به سیستم های تبخیری (با تاکید بر استفاده از سیستم های ساخت داخل)			
۵۶	بررسی فناوری های متعارف دستگاهی و، هیبریدی و امکانسنجی اقتصادی طرحها	۱,۵	
۵۷	طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم VC	۳	
۵۸	طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم MED	۳	
۵۹	طراحی، ساخت و اجرای یک واحد تبخیرکننده بر پایه حرارت اتلافی از نیروگاه گازی	۲,۵	
۶۰	ساخت سیستم های VC و MED جهت نصب در نیروگاهها	۳	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال			مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان
اقدام ۱۲: نصب و پیاده سازی روش های تصفیه شیمیایی خاک در نیروگاهها			
۶۱	مطالعه روش های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش های با صرفه اقتصادی	۱,۵	
۶۲	ساخت پایلوت روش منتخب	۱,۵	
۶۳	ایجاد یک آزمایشگاه تصفیه خاک در صنعت برق	۲	
۶۴	پیاده سازی روش های تصفیه شیمیایی در یک نیروگاه	۲,۵	

ردیف	پروژه	مدت زمان (سال)	بودجه (میلیون تومان)
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۷,۵ سال		مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان	
اقدام ۱۳: نصب و پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی خاک در نیروگاه‌ها			
۶۵	بررسی روش‌های بهبود عملکرد این فناوری از طریق اصلاحات ژنتیکی	۱,۵	
۶۶	مطالعه روش‌های تصفیه زیستی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی	۱,۵	
۶۷	شناسایی انواع الودگی‌های خاک و شناسایی میکروارگانیسم‌های از بین برنده آن‌ها در نیروگاه‌ها	۲	
۶۸	ساخت پایلوت روش‌های منتخب	۲	
۶۹	ایجاد یک آزمایشگاه بیو تکنولوژی خاک در صنعت برق	۲,۵	
۷۰	پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی در یک نیروگاه	۲,۵	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال		مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان	

۱-۵- تقسیم کار ملی (نگاشت نهادی مطلوب)

پس از تعیین پروژه‌های اجرایی و محاسبه زمان لازم برای اجرایی شدن هر پروژه، در این بخش با یک نگاشت نهادی مطلوب، مجریان پروژه‌های اجرایی برای توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق شناسایی خواهند شد. جهت شناسایی مجریان انجام هر پروژه، ابتدا باید کلیه بازیگران حوزه مدیریت آلاینده‌ها شناسایی شوند، لازمه انجام این ترسیم نگاشت نهادی محیط داخلی و بیرونی و تحلیل وضع موجود است، که با استفاده از آن‌ها وضع مطلوب نهادی ترسیم می‌گردد. در ادامه ابتدا توضیح مختصری در رابطه با نگاشت نهادی و کارکردهای آن بیان شده، سپس نگاشت نهادی فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق ترسیم شده است. در انتها با توجه به نگاشت نهادی ترسیم شده متولیان پروژه‌های اجرایی مشخص می‌شوند.

۱-۵-۱- نگاشت نهادی^۱

تعدد سازمان‌ها و نهادهای خصوصی و دولتی که هر یک به نوعی در حوزه مدیریت آلاینده‌ها نقش‌آفرینی می‌کنند از یک سو و تنوع نقش‌هایی که باید در توسعه این سیستم‌ها ایفا شود از سوی دیگر سبب اهمیت یافتن نیاز به بررسی و تحلیل دقیق توسعه این سیستم‌ها از منظر نهادی (ساختاری) می‌شود. برای تحلیل وضعیت ساختاری می‌توان از روش‌های مختلفی نظیر نگاشت نهادی

¹- Institutional mapping

استفاده کرد. به کمک نگاشت نهادی به خوبی می‌توان وضعیت بازیگران مختلف موجود در یک صنعت و وضعیت ایفای نقش آن‌ها را بررسی و تحلیل نمود. نگاشت نهادی، ماتریسی است که در یک بعد سازمان‌ها و نهادهای درگیر در این حوزه و در بعد دیگر انواع نقش‌هایی که این سازمان‌ها به عهده می‌گیرند را نمایش می‌دهد. در واقع تکمیل نگاشت نهادی به این معناست که هر یک از این سازمان‌ها و نهادها چگونه در این حوزه نقش‌آفرینی می‌کنند. بنابراین با تحلیل نگاشت نهادی موارد زیر را می‌توان دریافت :

↔ آیا نقشی وجود دارد که متولی نداشته باشد؟

↔ در یک نقش مشخص چه سازمان‌ها یا نهادهایی فعالیت دارند؟ تعدد سازمان‌ها و نهادها چگونه است؟ در صورت

کثرت نهادها آیا نیازی به مدیریت یکپارچه نهادهای فعال وجود دارد؟

↔ میزان درگیر بودن نهادهای مرتبط و غیرمرتبط در نقش چگونه است؟ آیا نقشی وجود دارد که هیچ نهاد مرتبطی در

آن فعالیت ندارد؟

↔ آیا در نقش مورد نظر، نیاز به وجود نهادی متمرکز احساس می‌شود؟

↔ آیا نهادهای غیردولتی در نقش مورد نظر می‌توانند جایگزین نهادهای دولتی شوند؟

نگاشت نهادی یکی از ابزارهای مطالعه سیستم نوآوری است. نظام ملی نوآوری مجموعه‌ای است از مؤسسات مجزا که به طور مشترک یا انفرادی به توسعه و انتشار فناوری‌های جدید کمک می‌کنند. این مؤسسات چهارچوبی فراهم می‌کنند که دولت‌ها بتوانند در آن چهارچوب، سیاست‌هایی جهت تأثیرگذاری بر فرآیند نوآوری را شکل داده و اجرا نمایند.

در یک سطح عمومی کارکرد اصلی یا کلی نظام‌های نوآوری، تعقیب و انجام فرآیندهای نوآوری یا به عبارت دیگر «خلق، اشاعه و بهره‌برداری» از نوآوری‌ها است. بنابراین کارکرد اصلی هر نظام نوآوری تولید، اشاعه و به‌کارگیری دانش و نوآوری می‌باشد. از نظر ادکویست، عواملی که بر خلق، اشاعه و بهره‌برداری از نوآوری‌ها تأثیرگذار باشند، فعالیت محسوب می‌شوند. به عنوان مثال تحقیق و توسعه (به عنوان ابزاری برای تولید دانش)، یکی از فعالیت‌های نظام نوآوری است. تأمین منابع مالی به منظور تجاری‌سازی دانش نیز یک فعالیت است.

نگاشت نهادی چارچوبی است که با نمایی ساده و جامع وضعیت موجود سیستم نوآوری را نشان می‌دهد و با بررسی آن می‌توان نقایص موجود در اجزا و روابط میان اجزای سیستم را شناسایی و تحلیل نمود. در این روش سعی می‌شود تا میزان و کیفیت روابط موجود میان نهادها در سیستم نوآوری ترسیم شده و همچنین چگونگی مشارکت میان بخش خصوصی و دولتی تبیین شود. با استفاده از این روش تحلیلی، نقش نسبی هر کدام از بازیگران فعال در نظام ملی نوآوری همچون دولت، دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و همچنین بنگاه‌های خصوصی در فرایند نوآوری به دست می‌آید.

۱-۵-۲- انواع نقش‌ها در نگاشت نهادی

کارکردهای اصلی یک نظام ملی نوآوری به چهار دسته اصلی سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیل‌گری و ارائه خدمات تقسیم می‌شود. در فرآیند توسعه صنعتی، یکی از پرسش‌های اساسی این است که کدام مجموعه از تصمیمات سیاست‌گذاری و نهادسازی و نیز اقدامات اجرایی در سطح کلان ملی و در سطح صنعت، به عنوان زمینه‌ساز موفقیت توسعه صنعتی باید مورد توجه قرار گیرد؟ نکته مهم در پاسخ به این سؤال آن است که این مجموعه اقدامات، به خودی خود شکل نمی‌گیرد، بلکه نیازمند نقش مؤثر دولت است. بنابراین تبیین جایگاه و حوزه وظایف دولت در فرآیند توسعه صنعتی به صورت یکی از مباحث جدال‌انگیز ادبیات جدید توسعه درآمده است. در ادامه به تبیین هر یک از نقش‌های چهارگانه پرداخته می‌شود.

۱-۵-۲-۱. سیاست‌گذاری

سیاست‌گذار نهادی است که برنامه‌های پیگیری شده توسط دولت، کسب‌وکارها و غیره 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. در واقع، سیاست می‌تواند شکل‌های مختلفی مانند سیاست‌های غیرمداخله‌ای، تنظیم، تشویق تغییرات داوطلبانه (مانند کمک‌های مالی) و ارائه خدمات عمومی به خود بگیرد.

۱-۲-۵-۲. تنظیم‌گری

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

↪ تعیین و جمع‌آوری مالیات‌ها و دیگر درآمدها و ...

در مجموع سه عامل اصلی بر شکل، کارکرد و دامنه سیاست‌های تنظیم‌گری تأثیر دارند:

۱- اهداف و منابع تنظیم‌گری

۲- ساختار نهادی محیط تنظیم‌گری

۳- شرایط مختلف صنعت در محیط تنظیم‌گری

اهداف مختلف تنظیم‌گری آثار مستقیم مختلفی بر نوع تنظیم‌گری استفاده شده به جای می‌گذارند. اگر اهداف خاص در تنظیم‌گری مد نظر باشد، شکل، کارکرد و دامنه سیاست‌های تنظیم‌گری نیز تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند. منابع محدود نیز می‌تواند بر ماهیت و طبیعت تنظیم‌گری اثرگذار باشد، این مسئله می‌تواند به واکنشی شدن سیاست‌های تنظیم‌گری منجر شود. ساختار نهادی و تشکیلاتی کشورها نیز بر قابلیت‌ها و توانایی‌های سازمان‌های تنظیم‌گر مؤثر است. در صورتی که محدودیت‌های اعمال شده از سوی حکومت بر نهاد تنظیم‌گر زیاد شود، توانایی‌های این نهاد برای اعمال جرائم و پاداش‌ها نیز کاهش می‌یابد. در شرایطی که فناوری‌های موجود در بازار، رقابت را میان عرضه‌کنندگان افزایش دهد، توانایی‌های تنظیم‌گران نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در این حالت‌ها تقاضاکنندگان در بازار نیز از قدرت خرید بالایی برخوردار هستند و عملاً سیاست‌های دستور و کنترل نمی‌تواند کارایی لازم را داشته باشد.

۱-۵-۲-۳. تسهیل‌گری

تسهیل‌کنندگان در واقع 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 غیردولتی، انجمن‌های صنعتی و کارفرمایان و عامل‌های دولتی باشد. در مجموع نقش تسهیل‌گری دارای زیرنقش‌های زیر می‌باشد:

↔ تسهیل‌گری در بعد فناوری

↔ تسهیل‌گری منابع دانشی

↔ تسهیل‌گری منابع مالی

↔ تسهیل‌گری ظرفیت‌سازی و ترویج

↔ تسهیل‌گری توسعه ارتباطات

۱-۵-۲-۴. ارائه‌دهنده کالا و خدمات

ارائه‌دهندگان شامل دو گروه ارائه‌دهندگان خدمات آموزشی-پرورشی و ارائه‌دهندگان خدمات صنعتی می‌شود.

↔ ارائه‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی: این دسته تأمین‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی شامل دانشگاه‌ها،

پژوهشگاه‌ها و مؤسساتی هستند، که در زمینه آموزش و پژوهش در حوزه مدیریت آلاینده‌ها فعالیت می‌کنند.

ارائه‌کننده خدمات صنعتی: این گروه شامل شرکت‌هایی هستند که در زمینه تولید یا تأمین تجهیزات مورد نیاز توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق فعالیت می‌کنند. این شرکت‌ها ممکن است سازنده تمام قطعات نبوده و ترکیبی از عملیات طراحی، ساخت و مونتاژ ادوات را انجام دهند و یا ارائه‌کننده محصول یا خدمتی به تولیدکنندگان فناوری های مدیریت آلاینده ها باشند.

۱-۵-۳- طراحی نگاشت نهادی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق

با توجه به موارد ارائه شده در رابطه با نگاشت نهادی و کارکردهای اصلی آن، در این بخش به طراحی نگاشت توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق پرداخته شده است. به منظور طراحی نگاشت نهادی مطلوب باید سه مرحله اصلی انجام شود، که این مراحل به ترتیب اجرا عبارتند از: شناسایی سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با حوزه تدوین سند، شناسایی روابط میان بنگاهی بین نهادها و سازمان‌های موجود و تهیه ماتریس نهاد کارکرد برای وضع موجود. در ادامه مراحل ذکر شده در رابطه با توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق انجام شده است.

۱-۵-۳-۱. شناسایی سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت

برق

نهادهای اصلی مرتبط با توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق از طریق جستجو و بررسی اسناد، مدارک و گزارش‌های داخلی شناسایی شدند و سپس با مطالعه ساختار سازمانی هر یک از سازمان‌ها و مطالعه شرح وظایف و اهداف در نظر گرفته شده برای سازمان‌ها و نهادهای تابعه و وابسته هر یک از آن‌ها نهادهای مختلف فعال در زمینه کارکردهای نظام نوآوری مورد شناسایی قرار گرفت. کنشگران شناسایی شده در حوزه مدیریت آلاینده ها شامل موارد زیر می‌باشد که در پیوست توضیحی از وظایف هر کدام آورده شده است.

۱- مجمع تشخیص مصلحت نظام

۲- مجلس شورای اسلامی

- ۳- وزارت نیرو
- ۴- شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری
- ۵- وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
- ۶- وزارت صنعت، معدن و تجارت
- ۷- وزارت نفت
- ۸- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
- ۹- شورای عالی امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران
- ۱۰- سازمان حفاظت محیط زیست
- ۱۱- کمیسیون امور زیربنایی، صنعت و محیط زیست
- ۱۲- وزارت جهاد کشاورزی
- ۱۳- معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
- ۱۴- معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
- ۱۵- شرکت توانیر
- ۱۶- سازمان توسعه برق ایران
- ۱۷- بخش محیط زیست دفتر پشتیبانی فنی تولید توانیر
- ۱۸- مرکز ملی آلودگی هوا و تغییر اقلیم
- ۱۹- دفتر پایش فراگیر
- ۲۰- دفتر آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست
- ۲۱- دفتر وزارت صنعت، معدن و تجارت
- ۲۲- دفتر استانداردهای فنی و مهندسی، اجتماعی و زیست محیطی برق و انرژی
- ۲۳- سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا)

- ۲۴- سازمان ملی بهره‌وری ایران
- ۲۵- دفتر تحقیقات برق توانیر
- ۲۶- سندیکای شرکتهای تولیدکننده برق
- ۲۷- سندیکای صنعت برق
- ۲۸- سازمان ملی استاندارد ایران
- ۲۹- پژوهشگاه نیرو (وزارت نیرو)
- ۳۰- پژوهشگاه نفت (پژوهشکده پلیمر)
- ۳۱- پژوهشگاه مواد و انرژی
- ۳۲- پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی
- ۳۳- سازمان پژوهشهای علمی صنعتی
- ۳۴- پژوهشکده آبی پروری بندر انزلی
- ۳۵- مرکز تحقیقات آب (وزارت نیرو)
- ۳۶- مرکز بهبود و بهره‌وری آب (وزارت نیرو)
- ۳۷- دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی
- ۳۸- صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور
- ۳۹- صندوق توسعه فناوری‌های نوین
- ۴۰- صندوق حمایت از طرح‌های نوآورانه در پژوهشگاه نیرو
- ۴۱- صندوق غیردولتی پژوهش و فناوری صنعت برق
- ۴۲- شرکتهای تولید برق
- ۴۳- شرکتهای برق منطقه‌ای
- ۴۴- شرکت توزیع برق

۴۵- شرکت‌های تأمین‌کننده مواد و تجهیزات آزمایشگاهی

۱-۵-۳-۲. شناخت روابط میان بنگاهی بین نهادهای موجود در حوزه توسعه فناوری های مدیریت

آلاینده ها در صنعت برق

در این بخش، تلاش شده است تا ضمن شناسایی و بررسی تعاملات موجود میان نهادهای مختلف و توجه به کارکرد اصلی آن‌ها در نظام توسعه این فناوری، نقاط ضعف، کاستی‌ها و گسستگی‌ها در این زمینه مشخص شود. کارکردهایی که با توجه به نظام نوآوری در نگاشت نهادی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق به‌کاربرده شده است شامل: سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیل‌گری، ارائه‌دهنده کالا و خدمات (آموزشی، پژوهشی و صنعتی) می‌باشد.

۱-۵-۳-۳. تهیه ماتریس نهاد-کارکرد برای وضع موجود

با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده در مراحل قبل می‌توان ماتریس نهاد-کارکرد را در حوزه توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق تهیه کرد. همان‌گونه که از نام این ماتریس مشخص است دو عامل، نهادهای مختلف و کارکردهای شناسایی شده بر اساس ادبیات نظام نوآوری در کنار هم آمده‌اند. تهیه ماتریس نهاد-کارکرد برای وضع موجود توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق در جدول (۱-۱-۵) ارائه شده است.

جدول (۲-۵): نگاشت نهادی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق

ارائه‌دهنده کالا و خدمات			تسهیل‌گری	تنظیم‌گری	سیاست‌گذاری	کارکرد	نهاد
صنعتی	پژوهشی	آموزشی					
					*		مجمع تشخیص مصلحت نظام
					*		مجلس شورای اسلامی
			*		*		وزارت نیرو
					*		شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری
				*	*		وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
				*			وزارت صنعت، معدن و تجارت
					*		وزارت نفت
					*		وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
					*		شورای عالی امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران
					*		سازمان حفاظت محیط زیست
					*		کمیسیون امور زیربنایی، صنعت و محیط‌زیست
				*	*		وزارت جهاد کشاورزی
			*				معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
			*		*		معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
				*			شرکت توانیر
				*			سازمان توسعه برق ایران
				*			بخش محیط‌زیست دفتر پشتیبانی فنی تولید توانیر
				*			مرکز ملی آلودگی هوا و تغییر اقلیم
				*			دفتر پایش فراگیر
				*			دفتر آب و خاک سازمان حفاظت محیط‌زیست
				*			دفتر وزارت صنعت، معدن و تجارت
				*			دفتر استانداردهای فنی و مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی برق و انرژی
			*				سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)

ارائه‌دهنده کالا و خدمات			تسهیل‌گری	تنظیم‌گری	سیاست‌گذاری	کارکرد	نهاد
صنعتی	پژوهشی	آموزشی					
			*				سازمان ملی بهره‌وری ایران
			*				دفتر تحقیقات برق توانیر
			*				سندیکای شرکت‌های تولیدکننده برق
			*				سندیکای صنعت برق
				*			سازمان ملی استاندارد ایران
	*			*			پژوهشگاه نیرو (وزارت نیرو)
	*						پژوهشگاه نفت (پژوهشکده پلیمر)
	*						پژوهشگاه مواد و انرژی
	*						پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی
	*						سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی
	*						پژوهشکده آبی پروری بندر انزلی
	*						مرکز تحقیقات آب (وزارت نیرو)
	*						مرکز بهبود و بهره‌وری آب (وزارت نیرو)
	*	*					دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی
			*				صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور
			*				صندوق توسعه فناوریهای نوین
			*				صندوق حمایت از طرح‌های نوآورانه در پژوهشگاه نیرو
			*				صندوق غیردولتی پژوهش و فناوری صنعت برق
*							شرکت‌های تولید برق
*							شرکت‌های برق منطقه‌ای
*							شرکت توزیع برق
*							شرکت‌های تأمین‌کننده مواد و تجهیزات آزمایشگاهی

۱-۵-۴- تحلیل نگاشت نهادی

در این نگاشت ابتدا بازیگران و ذینفعان اصلی تأثیرگذار در زمینه توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق شناخته شده‌اند و در ادامه کارکردهای اصلی هر کدام از این ذینفعان در توسعه این فناوری با توجه به چهار کارکرد اصلی ذکر شده مشخص شده است. در نگاشت نهادی، ۴۵ گروه تأثیرگذار اصلی شناسایی شده است که در ابتدا اهداف و وظایف هر یک بررسی شده است و سپس نگاشت نهادی کلی توسعه این فناوری بر اساس این وظایف و اهداف در جدول (۲-۵) بیان شد. در این جدول نقشی که هر بازیگر در توسعه این فناوری متولی آن است، مشخص شده است.

۱-۶- تخصیص متولیان اقدامات

با توجه به نگاشت نهادی ترسیم شده، می‌توان مجریان هر یک از اقدامات را شناسایی کرد. در این راستا و به منظور شناخت مجریان بالقوه، با در نظر گرفتن میزان همسویی اقدام با مأموریت مجری، توان علمی و فنی، توان انسانی و مدیریتی و... مجریان فعال هر اقدام مشخص خواهد شد. در ادامه با توجه به موارد اشاره شده متولیان شناسایی شده برای اقدامات غیرفنی و فنی در جدول (۲-۶) و جدول (۲-۷) ارائه شده است.

جدول (۲-۶): متولیان اقدامات غیرفنی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق

ردیف	اقدامات	متولی
۱	حمایت از انجام پایان نامه‌ها و مقالات در حوزه مدیریت آلاینده ها به شکل کمک‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی	صندوق‌ها و مؤسسات مالی
۲	ایجاد و به‌روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آن‌ها در این بانک اطلاعاتی	- معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو - پژوهشگاه نیرو
۳	کمک به جذب و پذیرش واحدهای تحقیقاتی در مراکز رشد جهت کمک به صنعتی شدن دانش به دست آمده در حوزه مدیریت آلاینده ها	- پارک‌های علم و فناوری - صندوق‌ها و مؤسسات مالی - پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها
۴	کمک به تأمین مالی مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها	- معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو - صندوق‌ها و مؤسسات مالی - پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها
۵	تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها میان دانشگاه‌ها و صنعت برق	- معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو - پژوهشگاه نیرو
۶	برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با حوزه مدیریت آلاینده ها	- پژوهشگاه نیرو و دانشگاه‌ها
۷	اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه صنعتی‌سازی فناوری‌های مدیریت آلاینده ها	- پژوهشگاه نیرو و دانشگاه‌ها
۸	حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه مدیریت آلاینده ها	- صندوق‌ها و مؤسسات مالی - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری

جدول (۷-۲): متولیان پروژه‌های فنی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق

ردیف	پروژه	متولی
۱	امکان و بررسی ساخت و بومی سازی فناوری DLN, LNB	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب
۲	پروژه کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB از طریق انتقال فناوری	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب
۳	مطالعه و بررسی تکنولوژی های مورد استفاده در سیستم های کاهش NOx و کسب روابط حاکم بر فرآیند احتراق	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب
۴	شبیه سازی CFD احتراق (استفاده از نرم افزارهای موجود، توسعه کد یا تهیه ماژول جهت تلفیق با نرم افزارهای موجود)	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب
۵	طراحی و ساخت نمونه مشعل LNB با تزریق سوخت و هوای مرحله ای در سایز کوچک	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب
۶	طراحی و ساخت مشعل LNB با برگشت داخلی محصولات احتراق	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب
۷	طراحی و ساخت نمونه مشعل و سیستم کنترل مشعل DLN	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب
۸	ساخت و تجهیز آزمایشگاه تست مشعل (DLN, LNB)	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب
۹	کسب دانش فنی اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها
۱۰	امکانسنجی فنی-اقتصادی طرح اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE برای استفاده از فناوری در نیروگاه های کشور	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها
۱۱	پروژه ساخت آزمایشگاهی غشا (غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی) (MEMBRANE)	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها

دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها	تجهیز آزمایشگاه غشا(غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی) (MEMBRANE)	۱۲
دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها	نصب و انجام تست‌های صنعتی MEMBRANE	۱۳
دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها	پروژه ساخت واحد صنعتی غشا (غشاهای تماس دهنده، پلیمری) (MEMBRANE)	۱۴
دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها	ساخت ماشین آلات تولید صنعتی غشاء (MEMBRANE)	۱۵
دانشگاه ها، سازمان پژوهشهای علمی صنعتی ، پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه آبی پروری	مطالعه و بررسی استفاده از جلبک‌های بومی ایران در کاهش آلاینده‌های نیروگاهی و مقایسه آن با نمونه های خارجی و انتخاب بهترین گزینه ها (Microalgae)	۱۶
دانشگاه ها، سازمان پژوهشهای علمی صنعتی ، پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه آبی پروری	امکان سنجی تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک تولید شده (سوخت زیستی) (Microalgae)	۱۷
دانشگاه ها، سازمان پژوهشهای علمی صنعتی ، پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه آبی پروری	ساخت پایلوت تولید Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی	۱۸
دانشگاه ها، سازمان پژوهشهای علمی صنعتی ، پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه آبی پروری	انجام تست‌های مختلف بر روی پایلوت مانند تغییر شدت نور، تغییر غلظت CO ₂ و ... (Microalgae)	۱۹
دانشگاه ها، سازمان پژوهشهای علمی صنعتی ، پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه آبی پروری	ساخت آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک (Microalgae)	۲۰
دانشگاه ها، سازمان پژوهشهای علمی صنعتی ، پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه آبی پروری	نصب و بهره برداری از واحد تولید Microalgae در یک نیروگاه منتخب	۲۱
پژوهشگاه نیرو، شرکت های	مطالعات امکان‌سنجی اجرای فناوری سولفورزدایی و انتخاب فناوری‌های برتر بر	۲۲

مهندسی مشاور	اساس شرایط کشور (FGD)	
پژوهشگاه نیرو، شرکت های مهندسی مشاور	ساخت پایلوت نیمه صنعتی فناوری منتخب FGD	۲۳
پژوهشگاه نیرو، شرکت های مهندسی مشاور	انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت (FGD)	۲۴
پژوهشگاه نیرو، شرکت های مهندسی مشاور	اجرای پروژه ساخت FGD در مقیاس صنعتی و نصب و بهره برداری در یک نیروگاه	۲۵
دانشگاه ها، شرکت های مرتبط با صنایع سیمان	بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز (ESP)	۲۶
دانشگاه ها، شرکت های مرتبط با صنایع سیمان	بررسی امکان استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز	۲۷
دانشگاه ها، شرکت های مرتبط با صنایع سیمان	ساخت پایلوت و انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی آن (ESP)	۲۸
دانشگاه ها، شرکت های مرتبط با صنایع سیمان	اجرای پروژه نصب و بهره برداری ESP در یک نیروگاه زغال سوز	۲۹
- پژوهشگاه ها و دانشگاه ها - شرکت مهندسی مشاور	بررسی جانمایی کاتالیست روی سبدهای واحد پیش گرمکن هوای بویلر (یانگستروم) (SCR)	۳۰
دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور	افزایش سطح تماس و کارایی کاتالیست (SCR)	۳۱
دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور	شبیه سازی واکنش های شیمیایی و کاتالیستی سیستمهای SCR	۳۲
دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور	خرید نمونه های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی (SCR)	۳۳
دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور	تست های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی (SCR)	۳۴
دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور	طراحی و ساخت پایلوت سیستم SCR در مقیاس کوچک	۳۵
دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور	ساخت کاتالیست دما پایین جهت نصب در خروجی دودکش نیروگاههای بخاری و سیکل ترکیبی موجود (SCR)	۳۶
دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور	ساخت کاتالیست دما بالا (زئولیتی) برای استفاده در توربینهای گاز (SCR)	۳۷
دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور	تست و بهینه سازی فرآیند SCR و روش کنترل تزریق آمونیاک بر اساس نتایج پایلوت	۳۸
دانشگاه ها	طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR برای افزایش همزمان راندمان و کاهش نشئی آمونیاک	۳۹
دانشگاه ها	بررسی استفاده همزمان SNCR با سیستم FGD تر به منظور حذف نشئی آمونیاک و کمک به حذف SO2	۴۰

پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها	بررسی توزیع دما و رژیم جریان در بویلر نیروگاه‌های موجود و امکان‌سنجی اجرای این روش در آن‌ها	۴۱
دانشگاه‌ها	شبیه‌سازی فرآیند SNCR و روش‌های کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر	۴۲
دانشگاه‌ها	طراحی ساخت پایلوت یا سیستم آزمایشگاهی SNCR	۴۳
دانشگاه‌ها	اجرای سیستم SNCR در یک واحد نیروگاهی کوچک	۴۴
مرکز تحقیقات آب، دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو، شرکت‌ها	بررسی فنی-اقتصادی MBR و مقایسه روش‌های مستغرق و جانبی و انتخاب غشای مناسب برای ایران	۴۵
مرکز تحقیقات آب، دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو، شرکت‌ها	ساخت غشاهای با راندمان بالا و گرفتگی کم (MBR)	۴۶
مرکز تحقیقات آب، دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو، شرکت‌ها	طراحی و ساخت پایلوت و تست‌های مربوطه (MBR)	۴۷
مرکز تحقیقات آب، دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو، شرکت‌ها	ساخت مازول‌های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه‌ها	۴۸
دانشگاه‌ها، پژوهشگاه پلیمر	طراحی سیستم مبتنی بر غشا جهت حذف آلاینده‌های روغنی و سیستم شستشوی آن (Membrane)	۴۹
دانشگاه‌ها، پژوهشگاه پلیمر	کسب دانش فنی ساخت دستگاه بازیاب انرژی از جریان غلیظ خروجی سیستم‌های اسمز معکوس	۵۰
دانشگاه‌ها، پژوهشگاه پلیمر	طراحی و ساخت بستر تست مازول سیستم اسمز معکوس	۵۱
دانشگاه‌ها، پژوهشگاه پلیمر	ساخت مخازن Pressure Vessel تحت فشار مورد نیاز جهت قرارگیری مازول‌های غشا (Membrane)	۵۲
دانشگاه‌ها، پژوهشگاه پلیمر	ساخت نمونه صنعتی مازول مورد استفاده در اسمز معکوس	۵۳
شرکت‌ها	بررسی امکان استفاده از DAF و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریان‌های دارای دمای بالا از طریق آزمایشات پایلوت	۵۴
شرکت‌ها	بررسی امکان‌سنجی اقتصادی طرح‌های مربوط به نصب سیستم DAF در نیروگاه‌ها و ارائه خدمات مشاوره‌ای به آن‌ها	۵۵
پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور	بررسی فناوری‌های متعارف دستگاهی و، هیبریدی و امکان‌سنجی اقتصادی طرح‌ها	۵۶

پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور	طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم VC (روش‌های تبخیری دستگاهی)	۵۷
پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور	طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم MED (روش‌های تبخیری دستگاهی)	۵۸
پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور	طراحی، ساخت و اجرای یک واحد تبخیرکننده بر پایه حرارت اتلافی از نیروگاه گازی (روش‌های تبخیری دستگاهی)	۵۹
پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور	ساخت سیستم‌های VC و MED جهت نصب در نیروگاه‌ها (روش‌های تبخیری دستگاهی)	۶۰
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	مطالعه روش‌های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی	۶۱
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	ساخت پایلوت روش منتخب تصفیه شیمیایی	۶۲
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	ایجاد یک آزمایشگاه تصفیه خاک در صنعت برق	۶۳
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	پیاده سازی روش‌های تصفیه شیمیایی در یک نیروگاه	۶۴
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	بررسی روش‌های بهبود عملکرد تصفیه زیستی از طریق اصلاحات ژنتیکی	۶۵
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	مطالعه روش‌های تصفیه زیستی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی	۶۶
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	شناسایی انواع الودگی‌های خاک و شناسایی میکروارگانیسم‌های از بین برنده آن‌ها در نیروگاه‌ها (تصفیه زیستی)	۶۷
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	ساخت پایلوت روش‌های منتخب تصفیه زیستی	۶۸
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	ایجاد یک آزمایشگاه بیو تکنولوژی خاک در صنعت برق (تصفیه زیستی)	۶۹
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی در یک نیروگاه	۷۰

۱-۷- ترسیم رهنگاشت

آخرین گام در فرآیند برنامه‌ریزی عملیاتی تدوین رهنگاشت است. رهنگاشت نمایانگر ارکان اساسی فرآیند پیاده‌سازی استراتژی و خروجی فرآیند برنامه‌ریزی عملیاتی می‌باشد. نمایش کلیه سطوح راهبردی از چشم‌انداز تا فعالیت‌ها، تقدم و تأخر حاکم در سطوح مختلف به ویژه در سطح اقدامات، زمان‌بندی تحقق هر سطح به همراه منابع اختصاص یافته و در نهایت معرفی متولیان هر یک از سطوح اجزای تشکیل‌دهنده رهنگاشت هستند.

همان‌گونه که در ابتدای این مرحله عنوان شد تجربه انجام پروژه‌های تدوین برنامه استراتژیک در سازمان‌ها نشان می‌دهد که بسیاری از این استراتژی‌ها یا هیچ‌گاه پیاده نشده‌اند و یا در مسیر پیاده‌سازی با موانع زیادی روبرو شده‌اند. در بررسی علل این موضوع دو دلیل عمده قابل تأمل است، اول اینکه سازمان‌ها معمولاً با قابلیت‌های مدیریتی اداره می‌شوند حال آنکه پیاده‌سازی استراتژی در کنار توانمندی‌های مدیریتی نیازمند برنامه می‌باشد. دلیل دوم این امر، وجود شکافی است که بین لایه استراتژیک و لایه عملیاتی سازمان‌ها وجود دارد. آن چنان‌که در بسیاری از موارد، درحالی‌که استراتژی‌های ارزشمندی بر روی کاغذ آمده‌اند، تصمیمات و برنامه‌های اجرایی بدون توجه به استراتژی‌ها و سیاست‌ها به اجرا گذاشته می‌شوند. هرچند این دو عامل تا اندازه زیادی با هم مرتبط است ولی فقدان یک ساز و کار مناسب برای تبدیل استراتژی به برنامه و اهداف عملیاتی و روزمره نیز یک علت اصلی در ایجاد این شرایط به شمار می‌آید. بنابراین مرحله پایانی (و یا یکی از مراحل پایانی) در فرآیند برنامه‌ریزی استراتژیک، تدوین برنامه عملیاتی است که یکی از مهم‌ترین دستاوردها در این مرحله، تهیه نقشه‌راه است که نمایانگر ارکان اساسی فرآیند پیاده‌سازی استراتژی و خروجی اصلی فرآیند برنامه‌ریزی است. هر چند باید تأکید کرد که هیچ‌گاه رهنگاشت نمی‌تواند جای راهبر را بگیرد و کلید به‌کارگیری این الگو در پیاده‌سازی استراتژی قابلیت‌های هنرمندانه راهبری است. آن چنان‌که استفاده از تکنیک‌ها و متدولوژی‌های تدوین و پیاده‌سازی استراتژی در فقدان قابلیت‌های راهبری نمی‌تواند به تحول سازمانی منجر شود.

نظر به اهمیت تهیه رهنگاشت در فرآیند برنامه‌ریزی عملیاتی، در ادامه به ارائه تعاریف دقیق‌تری از رهنگاشت پرداخته و مؤلفه‌ها و شاخص‌های مورد توجه در تهیه رهنگاشت بیان می‌شوند.

تعاریف: در تلاش برای توصیف هر چه دقیق‌تر و کاربردی‌تر مفهوم رهنگاشت، تعاریف متعددی ارائه شده است. در تعریفی نسبتاً تفصیلی، رهنگاشت ابزار مناسبی جهت ایجاد ارتباط بین فعالیت‌های استراتژیک و طرح‌های کسب‌وکار سازمان محسوب می‌شود. همچنین تعاریف ذیل در تفسیر مفهوم رهنگاشت ارائه شده است:

الف) رهنگاشت ابزاری است برای ارتباط بین چشم‌انداز، ارزش‌ها و اهداف با اقدامات استراتژیکی که برای تحقق اهداف مورد نیاز است.

ب) رهنگاشت جدولی زمانی است که بخش‌های مختلف یک برنامه کاری را تعریف نموده و درعین حال سررسیدهای^۱ موجود در مسیر را نیز شامل می‌شود.

ج) رهنگاشت برنامه‌ای است برای شناسایی مسیر آینده که آنچه باید در آینده توسعه یابد را در بستر زمان نشان می‌دهد.

د) رهنگاشت آنچه را که باید در بین زمان‌های سررسید از زمان حال تا زمان تحقق هدف انجام شود نشان می‌دهد.

ه) رهنگاشت مجموعه‌ای است که شامل اهداف کمی و کیفی، استراتژی‌ها و تاکتیک‌ها (اقدامات، فعالیت‌ها و شاخص‌ها) بوده و بازه‌های زمانی و مجریان در نظر گرفته شده برای انجام این اقدامات را نشان می‌دهد.

لذا برای رسیدن به هدف، رهنگاشت باید سطح مطلوب و مناسبی از جزئیات را در بر گرفته تا در مجموع ابزار توانمندی را برای هدایت فعالیت‌ها در طول زمان در اختیار مدیران سازمان قرار دهد.

اگر چه برخی تعاریف کارکردهایی همچون توجیه اقتصادی اقدامات و معرفی پیچیدگی‌های موجود بین زیر سیستم‌های زیرساخت‌ها را نیز از مؤلفه‌های یک رهنگاشت می‌دانند، اما برخی تعاریف سعی در هر چه واقعی‌تر کردن انتظارات کاربران از کارکردهای رهنگاشت دارند و بیان می‌کنند همان طور که رهنگاشت نباید در صدد تشریح استراتژی‌ها برآید، نباید به صورت جزئی به تشریح زیرساخت‌های فنی لازم در پیاده‌سازی یک فناوری اشاره کند.

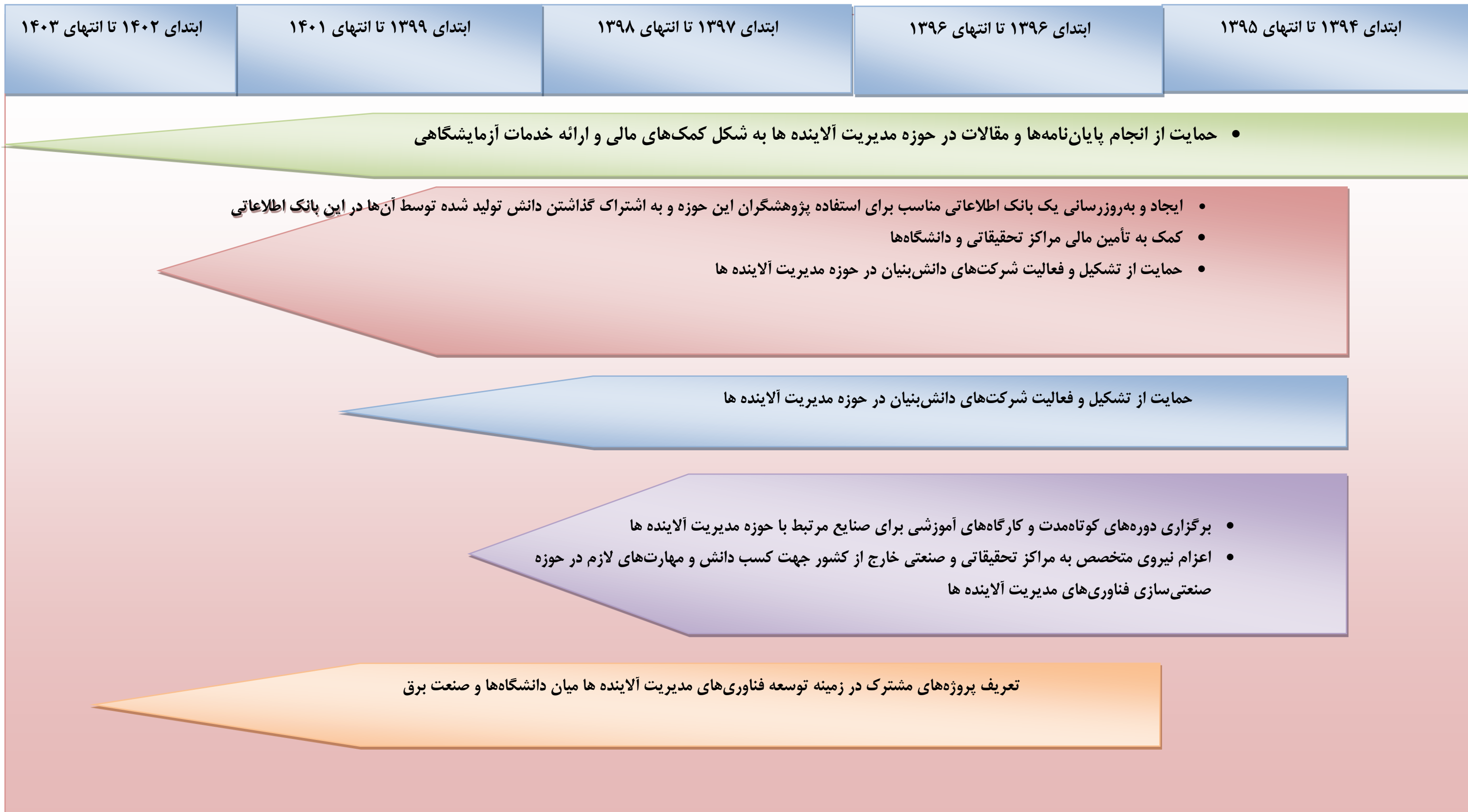
در مجموع، می‌توان این‌گونه بیان نمود که رهنگاشت، نمایش کلانی از روش پیمودن مسیر تحقق اهداف را در زمان مشخص بیان می‌کند. اگر چه استفاده از مشخصه‌هایی همچون شاخص تحقق اقدام، مجری و نقاط خاص^۲ موجود در مسیر، به توصیف هر

^۱ - Deadline

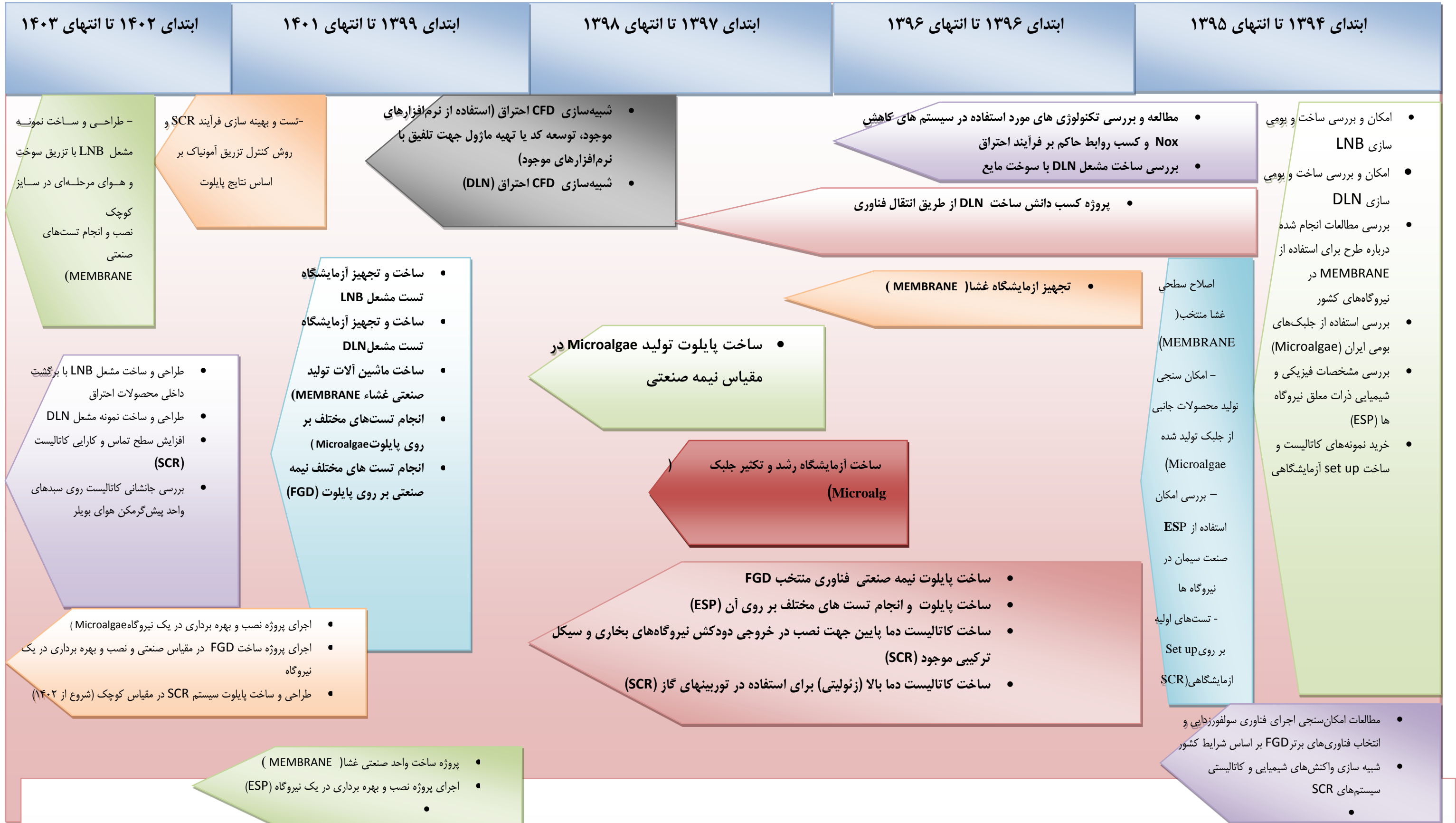
^۲ - Milestone

چه روشن تر این مسیر کمک می‌کند. لذا به نظر می‌رسد در نخستین گام، ترسیم گام‌های اصلی در مسیر پیاده‌سازی استراتژی لازم و ضروری است.

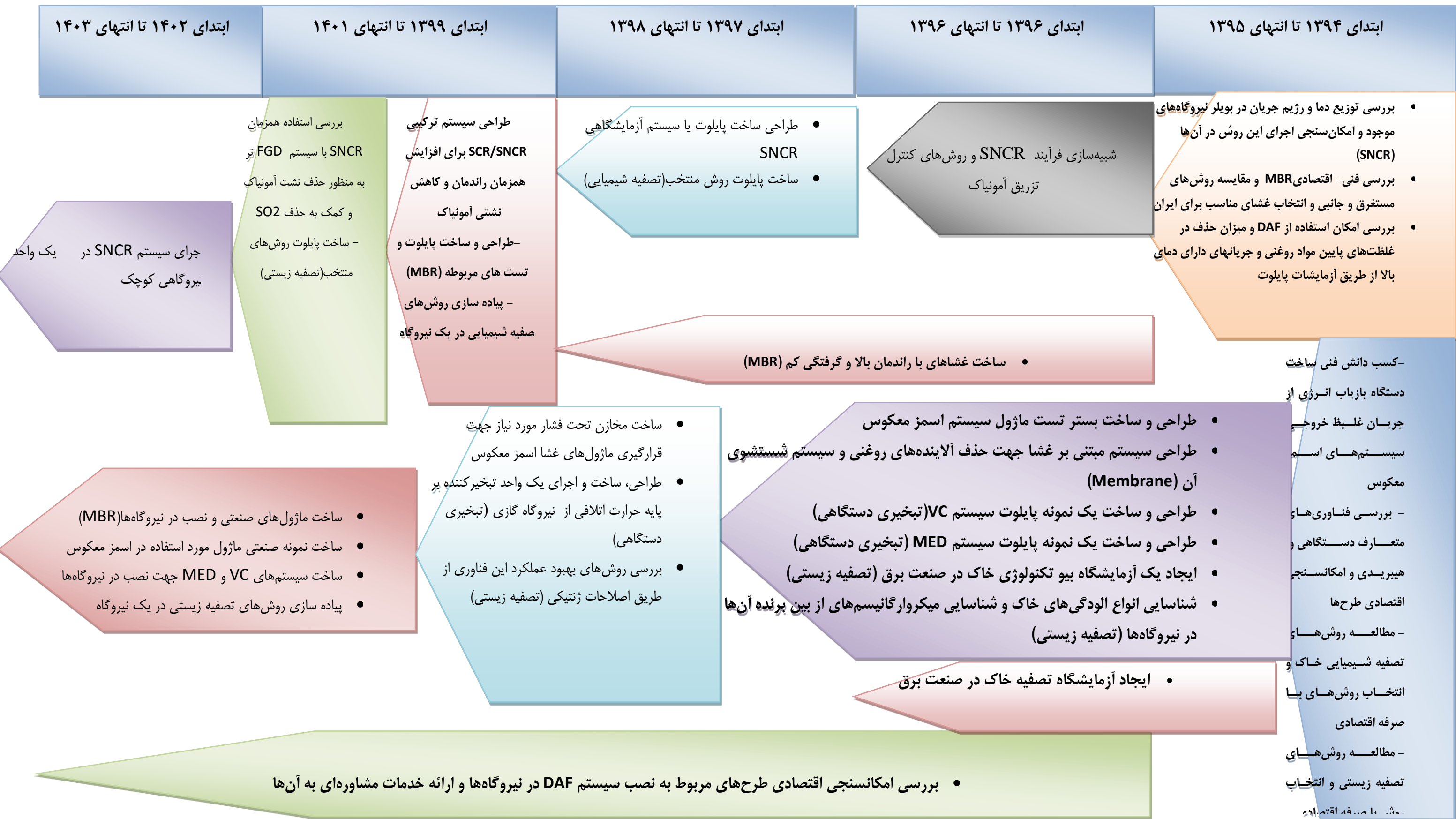
با توجه به موارد ذکر شده در بخش‌های قبل، رهنگاشت‌های توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق در افق زمانی ۱۰ ساله ترسیم شده است. این رهنگاشت‌ها شامل نقشه‌راه توسعه نظام نوآوری فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق (مبتنی بر اقدامات غیرفنی) و نیز نقشه‌راه توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق (مبتنی بر اقدامات فنی) است. این رهنگاشت‌ها در شکل (۳-۱) و شکل (۴-۱) نشان داده شده‌اند.



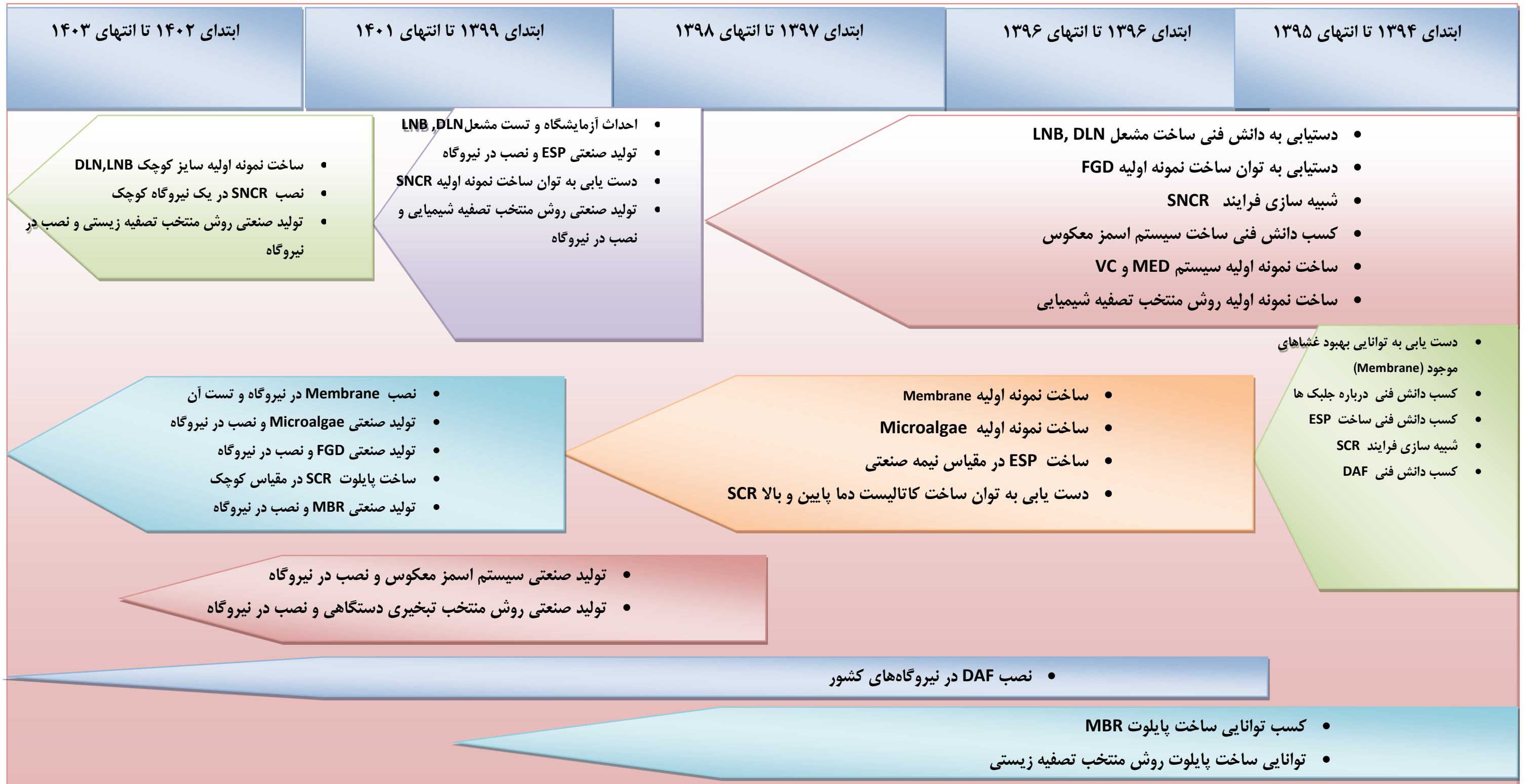
شکل (۲-۳): نقشه راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق (مبتنی بر اقدامات غیر فنی).



شکل (۲-۴): نقشه راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق (مبتنی بر اقدامات فنی).



شکل (۲-۵): نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق (مبتنی بر اقدامات فنی).



شکل (۲-۶): نقشه راه بروندهای کلان سند راهبردی مدیریت آلاینده‌ها

نتیجه‌گیری

در مرحله پنجم از طرح « تدوین سند راهبردی و نقشه راه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران »، برنامه عملیاتی سند و نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق تدوین شد. این برنامه عملیاتی شامل پروژه‌ها، زمان‌بندی و بودجه مورد نیاز آن‌ها است. در این گزارش ابتدا فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی سند بر اساس اقدامات شناسایی شده در مرحله چهارم توضیح داده شد، سپس با توجه به سطح اقدامات غیرفنی تصمیم گرفته شد تا این اقدامات به سطح پایین‌تر شکسته نشود. پس از این مرحله زمان‌بندی و بودجه‌بندی مربوط به اقدامات و پروژه‌ها مشخص شد و با توجه به شکسته نشدن اقدامات غیرفنی، زمان و هزینه برای اقدامات تعیین شد. در گام بعدی فرآیند برنامه‌ریزی عملیاتی، متولیان انجام اقدامات و پروژه‌ها مشخص شد. برای این کار ابتدا وضعیت موجود نهادهای مرتبط با توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق مشخص شد و سپس پیشنهادهایی برای بهبود آن ارائه شد و نگاهت نهادی فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق ترسیم شد. در نهایت با توجه به این که اقدامات به دو دسته فنی و غیرفنی تقسیم شده بود دو رهنگاشت برای توسعه نظام نوآوری فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق و نیز برای توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق در بازه ۱۰ ساله ترسیم شد.



۲- پیوست

پیوست الف: معرفی اجمالی نهادهای مرتبط با نگاشت نهادی توسعه فناوری های

مدیریت آلاینده ها در صنعت برق

۲-۱-۱- توانیر

موضوع فعالیت شرکت توانیر: مدیریت سهام و سرمایه‌های شرکت در صنعت برق، انجام هرگونه فعالیت در راستای تأمین برق مطمئن و اقتصادی برای کلیه مصارف خانگی، عمومی، صنعتی، کشاورزی، تجاری و غیره اعم از سرمایه‌گذاری، مدیریت و نظارت بر ایجاد و بهره‌برداری از تأسیسات و انجام کلیه معاملات مربوط به برق که برای تحقق اهداف شرکت لازم می‌باشد از طریق شرکت‌های زیرمجموعه و یا در صورت لزوم با تصویب مجمع عمومی توسط خود شرکت موارد زیر از جمله وظایف شرکت می‌باشد.

↪ بررسی و تدوین پیشنهادهای لازم در زمینه راهبردها و سیاست‌ها و برنامه‌های بلندمدت و میان‌مدت صنعت برق و

ارایه آن به وزارت نیرو

↪ اجرای سیاست‌ها، برنامه‌ها و مصوبات وزارت نیرو

↪ تهیه طرح‌های لازم برای توسعه تأسیسات تولید، انتقال و توزیع برق و ارایه آن به وزارت نیرو جهت اخذ مجوز

↪ سرمایه‌گذاری در تأسیسات تولید و انتقال و توزیع صنعت برق

↪ اتخاذ تدابیر و راهکارهای لازم به منظور حصول اطمینان از اجرای صحیح و به‌موقع طرح‌های توسعه و بهینه‌سازی

تأسیسات

↪ راهبری و پایش شبکه سراسری برق از طریق شرکت‌های زیرمجموعه و همچنین ایجاد سازوکارهای لازم برای

توسعه رقابت در امر تولید، خرید و فروش برق از جمله ایجاد سیستم‌ها و انجام عملیات بازار و بورس برق

↪ تدوین و پیشنهاد تعرفه‌های برق به وزارت نیرو

↪ خرید و فروش عمده برق در داخل و خارج کشور از طریق شرکت‌های زیرمجموعه

↪ اخذ هرگونه وام و تسهیلات مالی از منابع داخلی و خارجی، عرضه اوراق قرضه و مشارکت داخلی و پیش‌فروش

انشعاب و انرژی برق و سایر روش‌های تأمین منابع مالی با اخذ مجوز از مراجع قانونی ذی‌ربط

↔ مدیریت، توسعه و تأمین منابع مالی صنعت برق و استفاده بهینه از این منابع از طریق برقراری تسهیلات و گردش

منابع مالی فی‌مابین شرکت و شرکت‌های زیرمجموعه

↔ انجام عملیات لازم به منظور نظارت در نحوه استفاده از انرژی برق به نمایندگی از طرف وزارت نیرو و همچنین

ترویج فرهنگ مدیریت مصرف به منظور بهینه‌سازی مصرف و کاهش مصارف غیرضروری

↔ بررسی، مطالعه و سایر اقدامات لازم برای توسعه فناوری، انتقال دانش فنی و اطلاع‌رسانی تأمین کالا و ساخت

تجهیزات مورد نیاز صنعت برق کشور

↔ حمایت از توسعه فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی در زمینه‌های تخصصی مرتبط با صنعت برق و پشتیبانی از

برنامه‌های تربیت متخصصان مورد نیاز صنعت برق کشور.

↔ حمایت از تحقیقات و فعالیت‌های علمی و توسعه منابع انسانی و سایر عوامل موثر در بهبود مدیریت و بهره‌وری

صنعت برق کشور

↔ مدیریت و هماهنگی تجاری، فنی و برنامه‌ای بین شرکت‌های زیرمجموعه و هدایت و هماهنگی آن‌ها در جهت

سیاست‌های تعیین شده از طرف وزارت نیرو و دولت

↔ نظارت بر امور مدیریت و نظام مالی شرکت‌های زیرمجموعه و انجام بازرسی و حسابرسی‌های لازم

↔ تدوین مقررات و استانداردها و دستورالعمل‌های لازم برای حسن اجرای امور و استفاده بهینه از امکانات و تأسیسات

صنعت برق و ارایه آن‌ها به وزارت نیرو و همچنین انجام عملیات لازم به منظور نظارت بر اجرای آن‌ها به نمایندگی

وزارت نیرو

↔ پیشنهاد و پیگیری درخواست‌های عمومی صنعت برق از دولت

↔ انجام هرگونه عملیات مالی، معاملات، سرمایه‌گذاری، تشکیل شرکت، مشارکت در مؤسسات و شرکت‌های دیگر که

مرتبط با موضوع شرکت باشد، با رعایت مقررات مربوط

↔ مبادرت به هرگونه فعالیت که با هدف شرکت مرتبط باشد

شرح وظایف دفتر امور تحقیقات برق :

↔ حمایت، هدایت، راهبری مؤسسات و مراکز علمی و پژوهشی به منظور انجام تحقیقات و پژوهش‌های کاربردی در

صنعت برق

↔ کمک به توسعه و رشد مراکز تحقیقاتی

↔ ترغیب مؤسسات و مراکز علمی به تدوین طرح‌ها و پژوهش‌های کاربردی

↔ تدوین نظام‌های اصلاح و بهبود فرآیندها

↔ سیاست‌گذاری در بخش تحقیقات شرکت‌های زیرمجموعه

↔ ارتقاء دانش مدیریت تحقیق و توسعه در شرکت‌های زیرمجموعه

↔ استقرار طرح‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی کاربردی انجام شده در شرکت‌های زیرمجموعه

↔ تدوین شاخص‌ها و معیارهای تحقیقات در زمینه مختلف (ارزیابی، کنترل و استاندارد)

↔ نظارت عالی و راهبردی بر شرکت‌های زیرمجموعه

↔ تعامل با دستگاه‌ها و سازمان‌ها برای پیشبرد امور تحقیقات

↔ شناسایی پتانسیل‌ها و ظرفیت‌های ارتقاء و بهبود فرآیندهای پژوهش و تحقیقاتی در شرکت‌های موفق داخلی و

خارجی (benchmark)

↔ تعامل با مرکز پژوهش ملی و بین‌المللی

↔ ظرفیت‌سازی در شرکت‌ها برای مدیریت بر انجام تحقیقات کاربردی (پیشنهاد تقویت ساختار - توانمندسازی

کارکنان و ...)

↔ توسعه و گسترش تبادلات علمی و تحقیقاتی ملی و بین‌المللی در صنعت برق

↔ توسعه و بکارگیری سرمایه انسانی کارآمد و دانش‌گرا در بخش تحقیقات صنعت برق

↔ تطبیق سیاست‌های صنعت برق با نیازهای آن

↔ ارزیابی نظام‌ها و فعالیت‌های تحقیقاتی و استاندارد به منظور اصلاح و بهبود فرآیندها

↔ ظرفیت‌سازی در ستاد و شرکت‌های زیرمجموعه به منظور استقرار مطلوب نظام‌ها (ایجاد دانش، مهارت، شرایط و قابلیت‌های مورد نیاز)

↔ مطالعات در زمینه تجارب گذشته و تحلیل وضع موجود جهت تنظیم فعالیت‌های آینده پژوهشی

↔ استقرار نظام یادگیری

۲-۱-۳- پژوهشگاه نیرو

پژوهشگاه نیرو به منظور تحقق بخشی از وظایف پژوهشی وزارت نیرو و نیز ارتقاء کیفی امور آن وزارتخانه، تأسیس گردید. پژوهشگاه نیرو سازمانی دولتی است که مسئولیت راهبری تحقیقات وابسته به صنعت برق و انرژی ایران را بر عهده دارد. پژوهشگاه نیرو در سال ۱۳۷۶ با اخذ مجوز سه پژوهشکده "برق"، "تولید نیرو" و "انتقال و توزیع نیرو" از شورای گسترش آموزش عالی به طور رسمی کار خود را آغاز و در سال ۱۳۷۷ با اخذ دو مجوز جدید پژوهشکده‌های "انرژی و محیط‌زیست" و "کنترل و مدیریت شبکه" را نیز به مجموعه خود افزود و در ادامه با ایجاد "مراکز شیمی و مواد"، توسعه فناوری توربین‌های بادی و "آزمایشگاه‌های مرجع" فعالیت‌های خویش را توسعه بخشید.

با توجه به نقش زیربنایی صنعت برق در رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور، پژوهشگاه نیرو با انجام پروژه‌های بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای به منظور پاسخگویی بهتر و بیشتر به نیازهای صنعت برق و رفع مشکلات آن و دستیابی به فناوری‌های نوین اقدام به تعریف پروژه برنامه استراتژیک خود هم‌راستا با خواسته‌ها و برنامه‌های استراتژیک وزارت نیرو و برنامه توسعه پنجم کشور نموده و در سال ۱۳۸۷ پس از تبیین بیانیه‌های مأموریت، چشم‌انداز و ارزش‌های سازمانی با تحلیل محیط داخلی و خارج و همچنین مطالعات تطبیقی در عرصه بین‌المللی استراتژی‌ها و اهداف پژوهشگاه را تدوین و در سال ۱۳۸۹ با استفاده از متدولوژی کارت امتیازی متوازن (BSC) با اجرای برنامه‌ها و دستیابی به اهداف کمی راه رسیدن به چشم‌انداز را هموار نموده است.

فلسفه وجودی مأموریت پژوهشگاه نیرو شامل ارتقاء فناوری، توسعه پژوهش و نوآوری جهت افزایش توانمندی، رقابت‌پذیری و بهره‌وری صنعت برق و انرژی کشور است.

محصولات و خدمات این مأموریت تکمیل چرخه مدیریت نوآوری و فناوری صنعت برق و انرژی از طریق موارد زیر است.

- ↔ انجام تحقیقات توسعه‌ای و کاربردی و بنیادی در حوزه صنعت برق و انرژی
- ↔ اجرای مطالعات و تحقیقات راهبردی، کلان، بلندمدت و با ریسک بالای صنعت برق و انرژی
- ↔ مدیریت تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای صنعت برق و انرژی
- ↔ آینده‌نگاری، سیاست‌پژوهی و برنامه‌ریزی فناوری‌های نوین در عرصه صنعت برق و انرژی
- ↔ اکتساب فناوری‌های نوین در عرصه صنعت برق و انرژی
- ↔ تجاری‌سازی نتایج تحقیقات و بکارگیری در صنعت برق و انرژی
- ↔ تهیه استانداردها و ارائه خدمات آزمایشگاهی و ارزیابی کیفیت تجهیزات و سیستم‌های صنعت برق و انرژی
- ↔ طراحی و توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز جهت ایجاد مراکز و شرکت‌های نوآور در حوزه صنعت برق و انرژی
- ↔ ایجاد و توسعه شبکه فناوری میان دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و قطب‌های علمی پژوهشی داخل و خارج کشور در حوزه صنعت برق و انرژی

۲-۱-۴- مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی (پژوهشگاه نیرو):

از جمله اهداف و مأموریت‌های مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ↔ رفع مشکلات و نیازهای فنی صنعت برق کشور از طریق جذب، پذیرش و حمایت از شرکت‌های فناورانه مستعد
- ↔ فراهم نمودن زمینه ارتقاء کمی و کیفی آن‌ها در جهت تکمیل چرخه توسعه فناوری آن‌ها
- ↔ حاکمیت دیدگاه کاربردی، تفکر تجاری‌سازی و حرکت نتیجه محور در فعالیت‌های علمی و پژوهشی
- ↔ استقرار چهارچوب‌های مدیریتی و اقتصادی در پروژه‌ها و طرح‌های فنی
- ↔ استفاده از پتانسیل صنعت برق و انرژی کشور در بخش‌های دولتی و خصوصی، به ویژه پژوهشگاه نیرو
- ↔ روان‌سازی مقررات و تسهیل فرآیندهای کاری و مدیریتی مربوط
- ↔ ایجاد و راهبری شبکه ملی مراکز رشد مرتبط با حوزه برق و انرژی
- ↔ هموار نمودن مسیر توسعه کسب‌وکار بین‌المللی
- ↔ کمک به راه‌اندازی و مدیریت صندوق‌های حمایت مالی ریسک‌پذیری

۲-۱-۵- معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری

معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری در ۱۵ بهمن سال ۱۳۸۵ به دستور ریاست جمهوری وقت و با استناد به اصل ۱۲۴ قانون اساسی تشکیل گردید. معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری زیر نظر رئیس جمهور قرار دارد و به منظور هماهنگی و هم‌افزایی امور علمی و فناوری در کل کشور تشکیل شده است که از وزارتخانه‌ها و سایر دستگاه‌های اجرایی کشور مجزا می‌باشد و از ۵ معاونت تشکیل شده که عبارتند از: معاونت سیاست‌گذاری و ارزیابی راهبردی، معاونت توسعه فناوری، معاونت نوآوری و تجاری‌سازی، معاونت امور بین‌الملل و تبادل فناوری و معاونت توسعه مدیریت و منابع. دفتر سیاست‌گذاری معاونت سیاست‌گذاری و ارزیابی راهبردی نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. اهداف معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری عبارتند از:

↪ ارتقای اقتدار ملی، تولید ثروت و افزایش کیفیت زندگی مردم از طریق افزایش توانمندی‌های فناوری و نوآوری در

کشور

↪ ارتقای «نظام ملی نوآوری» و تکمیل مؤلفه‌ها و حلقه‌های آن

↪ توسعه «اقتصاد دانش‌بنیان» از طریق هماهنگی و هم‌افزایی بین‌بخشی و بین دستگاهی

↪ ارتقای ارتباط «دانش» با «صنعت» و «جامعه» و تسهیل تبادلات بین بخش‌های عرضه و تقاضای فناوری و نوآوری

↪ تجاری‌سازی دستاوردهای فناوری و نوآوری و توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان

↪ توسعه فناوری‌های راهبردی و اولویت‌دار ملی مطرح در نقشه جامع علمی کشور

↪ اعتلای ارتباطات بین‌المللی علمی، فناوری و نوآوری و توسعه دیپلماسی علمی و فناوری

وظایف اساسی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری عبارتند از:

↪ سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی تأمین منابع مالی در نظام علم، فناوری و نوآوری کشور

↪ هدفمندسازی، هدایت و توسعه پژوهش‌های کاربردی، تقاضا محور و مأموریت‌گرا و کمک به تجاری‌سازی نتایج

آنها

- ↔ توسعه دیپلماسی علم و فناوری و ارتباطات بین‌المللی و توسعه سرمایه‌گذاری خارجی در طرح‌های دانش بنیان، هدایت سرمایه‌های انسانی و مالی ایرانیان خارج از کشور و توسعه شبکه‌های بین‌المللی علم و فناوری به ویژه در جهان اسلام با هماهنگی و همکاری دستگاه‌های ذی‌ربط
- ↔ تحریک تقاضا، بازارسازی و تضمین بازار برای تولیدات داخلی و بازاریابی و صادرات کالاها و خدمات دانش بنیان
- ↔ رصد فرصت‌های بین‌المللی به منظور توسعه فناوری به ویژه شناسایی و کسب فناوری‌های نوظهور با هماهنگی و همکاری دستگاه‌های ذی‌ربط
- ↔ انجام اقدامات لازم جهت توسعه اولویت‌های علم و فناوری نقشه جامع علمی کشور

۲-۱-۶- مرکز همکاری‌های فناوری و نوآوری ریاست‌جمهوری

معاونت پژوهش و برنامه‌ریزی دفتر همکاری‌های فناوری ریاست‌جمهوری در سال ۱۳۷۷ جهت پاسخگویی به نیازهای دفتر در شش بخش پژوهش، برنامه‌ریزی و نظارت، حقوقی و قراردادها، ارزیابی تکنولوژی، اطلاع‌رسانی داخلی و آموزش کارکنان ایجاد گردید. وظایف و برنامه‌های این معاونت در بخش‌های مختلف به شرح زیر می‌باشد:

- ↔ پژوهش: مطالعه در زمینه سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه کشورهای موفق، مطالعه و پژوهش در زمینه عوامل مؤثر در توسعه و پیشرفت کشور، کمک به فرهنگ‌سازی در عرصه تکنولوژی، مطالعه و پژوهش در مبانی تکنولوژی، تدوین مفاهیم و روش‌های مناسب انتقال تکنولوژی، مطالعه وضع موجود تکنولوژی‌های کشور، پیش‌بینی روند توسعه تکنولوژی‌های داخل کشور و سایر کشورها، بالأخص در زمینه تکنولوژی‌های مورد نیاز کشور، کمک به تشکیل و راه‌اندازی کانون‌های تحلیلی‌گری و ایجاد ارتباط با مجموعه‌های فکری موجود در داخل و خارج از کشور، ایجاد ارتباط بین محققین و تحلیلگران در عرصه تکنولوژی
- ↔ ارزیابی تکنولوژی: بکارگیری ابزارهای مدیریت تکنولوژی و روش‌های مهندسی صنایع جهت بررسی و ارزیابی طرح‌های تکنولوژیکی و تکنولوژی‌های منتخب از نظر میزان تناسب با نیازهای مشخص شده، ارزیابی میزان موفقیت در

جذب تکنولوژی‌ها و رسیدن به اهداف تکنولوژیکی و مطالعه امکان‌سنجی

فنی – اقتصادی پروژه‌ها

وظایف و فعالیت‌های دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری

↔ تسهیل و کمک به انجام پروژه‌های مشترک با شرکت‌های معتبر خارجی

↔ ارتباط با ایرانیان مقیم خارج از کشور و تبادل اطلاعات در زمینه فناوری‌های نوین

۲-۱-۷- صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور

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

در صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور پروژه‌های تحقیقاتی مورد حمایت قرار می‌گیرند که بر اساس نیازها و مزیت‌های کشور توصیف شده باشند. انواع حمایت‌های مادی و معنوی از پژوهشگران و فناوران به صورت زیر می‌باشد:

↔ کمک به اجرای طرح‌های تحقیقاتی

↔ حمایت از دوره‌های پسادکتر

↔ حمایت از طرح‌های تحقیق و توسعه

↔ اعطای کرسی پژوهشی

↔ کمک به ثبت بین‌المللی اختراعات

↔ حمایت از ایجاد و توسعه زیرساخت‌های پژوهشی

↔ ثبت ایده‌ها و طرح‌ها (برخورداری صاحبان ایده‌ها و طرح‌ها از منافع حقوقی آن‌ها)

↔ گزنت

↔ کمک برای به ثمر رساندن نوآوری‌ها و خلاقیت‌های منجر به تولید

↔ و دیگر فعالیت‌های حمایتی

۲-۱-۸- وزارت علوم تحقیقات و فناوری

حدود اختیارات و مأموریت‌های وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به صورت ذیل می‌باشد:

↔ در زمینه انسجام امور اجرایی و سیاست‌گذاری نظام علمی و امور تحقیقات و فناوری

- شناسایی مزیت‌های نسبی، قابلیت‌ها، استعدادها و نیازهای پژوهش و فناوری کشور بر مبنای آینده‌نگری و آینده‌پژوهی و معرفی آن به واحدهای تولیدی، تحقیقاتی، دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی و تحقیقاتی جهت بهره‌برداری
- بررسی اولویت‌های راهبردی تحقیقات و فناوری با همکاری یا پیشنهاد دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط و پیشنهاد به شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری
- حمایت از توسعه تحقیقات بنیادی و پژوهش‌های مرتبط با فناوری‌های نوین بر اساس اولویت‌ها
- برنامه‌ریزی برای تدارک منابع مالی و توسعه فناوری کشور و مشارکت در ایجاد، توسعه و تقویت فناوری ملی و حمایت از توسعه فناوری‌های بومی
- اتخاذ تدابیر لازم به منظور افزایش کارایی و اثربخشی تحقیقات کشور و توسعه تحقیقات کاربردی با همکاری دستگاه‌های ذی‌ربط.
- اتخاذ تدابیر و تهیه پیشنهادهای لازم در خصوص انتقال فناوری و دانش فنی و برنامه‌ریزی به منظور بومی کردن فناوری‌های انتقال یافته به داخل کشور و ارائه آن‌ها به شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری
- ایجاد زمینه‌های مناسب برای عرضه فناوری در داخل و خارج کشور و حمایت از صدور فناوری‌های تولید شده در کشور و کمک به ایجاد انجمن‌ها و شرکت‌های غیردولتی علمی، تحقیقاتی و فناوری
- اتخاذ راهکارهای مناسب برای کمک به توسعه پژوهش و فناوری در بخش‌های غیردولتی

↳ در زمینه اداره امور دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی تحت پوشش وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

• تعیین راهکارهای لازم و برنامه‌ریزی و حمایت از ایجاد و گسترش دانشگاه‌ها، مؤسسات آموزش عالی، مراکز تحقیقاتی و فناوری و دیگر مراکز فعالیت‌های علمی - پژوهشی همانند شهرک‌های تحقیقاتی، آزمایشگاه‌های ملی، موزه‌های علوم و فنون با استفاده از منابع دولتی و غیردولتی و مشارکت‌های مردمی متناسب با نیازها و ضرورت‌های کشور

• برنامه‌ریزی اجرایی، آموزشی و تحقیقاتی متناسب با نیازها و تحولات علمی و فنی در جهان

• نظارت بر فعالیت‌های دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و تحقیقاتی کشور

در مجموع این وزارتخانه هم نقش نظارت بر دانشگاه‌های کشور را بر عهده دارد که وظیفه معاونت آموزشی این وزارتخانه می‌باشد و هم نقش سیاست‌گذاری نظام علمی و امور تحقیقات و فناوری را بر عهده دارد که وظیفه مرکز برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری پژوهشی در معاونت پژوهش و فناوری این وزارتخانه است.

۲-۱-۹- شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف)

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

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

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

↔ اولویت‌بندی و انتخاب طرح‌های اجرایی بلندمدت سرمایه‌گذاری کلان در بخش‌های آموزشی و پژوهشی و فناوری

↔ بررسی و پیشنهاد منابع مالی مورد نیاز در حوزه‌های علوم، تحقیقات و فناوری

↔ ارائه گزارش به مجلس شورای اسلامی: مجلس شورای اسلامی در بند ۲۶ قانون بودجه سال ۱۳۸۸، کلیه

دستگاه‌های اجرایی را مکلف به گزارش‌دهی از عملکرد بودجه‌های پژوهشی خود نموده و وزارت علوم، تحقیقات و

فناوری نیز موظف است گزارش‌های مزبور را جمع‌بندی و به شکل جامعی به مجلس ارائه نماید.

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

۲-۱-۱۰- مجمع تشخیص مصلحت نظام

در سال ۱۳۶۸ و در جریان بازنگری قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، این مجمع رسماً به صورت یکی از نهادهای رسمی

کشور درآمد و وظیفه اصلی آن حل اختلاف بین مجلس شورای اسلامی و شورای نگهبان است.

وظایف مجمع تشخیص مصلحت نظام:

↔ مجمع تشخیص مصلحت نظام، مسئولیت تصمیم‌گیری در سیاست‌های کلان داخلی و خارجی ایران و حل اختلاف

میان قوای سه‌گانه را بر عهده دارد و همچنین ناظر بر فعالیت‌های آنان است.

↔ این مجمع، وظیفه تدوین برنامه چشم‌انداز ۲۰ ساله (از ۱۳۸۴ تا ۱۴۰۴) و نظارت بر اجرای آن را بر عهده دارد.

↔ همچنین از سال ۱۳۸۵ رهبر جمهوری اسلامی، اختیار نظارت بر عملکرد قوای سه‌گانه را که از اختیارات رهبر است،

به این مجمع واگذار کرد.

مجمع تشخیص مصلحت نظام بالاترین رکن سیاست‌گذاری کلان در کشور می‌باشد زیرا تدوین سیاست‌های کلی نظام در

حوزه‌های علم و فناوری و پژوهش در قالب سند چشم‌انداز ۲۰ ساله از وظایف این نهاد می‌باشد.

۲-۱-۱۱- مجلس

مجلس در نظام جمهوری اسلامی ایران از اهمیت ویژه و والایی برخوردار بوده و محور بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها، قانون‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها است و چراغ هدایت دولت و ملت را به دست دارد. مجلس پایگاه اساسی نظام و مردم و مایه حضور و مشارکت واقعی مردم در تصمیم‌گیری‌ها و مظهر اراده ملی است. با توجه به نقش مؤثر و مهم مجلس در نظام کشور، وظایف عمده مجلس در دو بخش خلاصه می‌گردد:

↔ قانون‌گذاری

↔ نظارت

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

۲-۱-۱۲- شورای عالی انقلاب فرهنگی

شورای عالی انقلاب فرهنگی به ریاست رئیس‌جمهور یکی از نهادهای حکومتی جمهوری اسلامی ایران است که پس از انقلاب ۱۳۵۷ ایران با فرمان امام خمینی(ره) تشکیل شد. گسترش نفوذ فرهنگ اسلامی در شئون جامعه و تقویت انقلاب فرهنگی و اعتلای فرهنگ عمومی و تزکیه محیط‌های علمی و فرهنگی از افکار مادی و نفی مظاهر و آثار غرب‌زدگی از جمله اهداف این شورا است. ابتدا ستاد انقلاب فرهنگی تشکیل گردید که بعداً به شورای عالی انقلاب فرهنگی تغییر ماهیت داد. اهداف این شورا عبارت‌اند از:

↔ گسترش و نفوذ فرهنگ اسلامی در شئون جامعه و تقویت انقلاب فرهنگی و اعتلای فرهنگ عمومی

↔ تزکیه محیط‌های علمی و فرهنگی از افکار مادی و نفی مظاهر و آثار غرب‌زدگی از فضای فرهنگی جامعه

- ↔ تحول دانشگاه‌ها، مدارس و مراکز فرهنگی و هنری بر اساس فرهنگ صحیح اسلامی، گسترش و تقویت هر چه بیشتر آن‌ها برای تربیت متخصصان متعهد، اسلام‌شناسان متخصص، مغزهای متفکر و وطن‌خواه، نیروهای فعال و ماهر، استادان، مربیان و معلمان معتقد به اسلام و استقلال کشور
- ↔ تعمیم سواد، تقویت و بسط روح تفکر و علم‌آموزی و تحقیق و استفاده از دستاوردها و تجارب مفید دانش بشری برای نیل به استقلال علمی و فرهنگی
- ↔ حفظ و احیا و معرفی آثار و مآثر اسلامی و ملی
- ↔ نشر افکار و آثار فرهنگی انقلاب اسلامی، ایجاد و تحکیم روابط فرهنگی با کشورهای دیگر به ویژه با ملل اسلامی

وظایف شورای عالی انقلاب فرهنگی:

وظایف شورای عالی انقلاب فرهنگی، می‌توان در سه حوزه سیاست‌گذاری، تدوین ضوابط و نظارت تقسیم‌بندی نمود. تهیه و تدوین سیاست‌ها و طرح‌های راهبردی کشور در زمینه‌های مختلف فرهنگی از جمله در حوزه‌های زنان، تبلیغات، اطلاع‌رسانی، چاپ و نشر، بی‌سوادی، دانشگاه‌ها، برقراری روابط علمی و پژوهشی و فرهنگی با سایر کشورها، همکاری حوزه و دانشگاه، فعالیت‌های دینی و معنوی، تهاجم فرهنگی و سایر حوزه‌های فرهنگی مربوطه از جمله وظایف سیاست‌گذاری این شورا محسوب می‌شود. همچنین تعیین ضوابط تأسیس مراکز علمی و آموزشی و نیز ضوابط گزینش مدیران و استادان و دانشجویان از جمله وظایف این شورا می‌باشد. بررسی و تحلیل شرایط فرهنگی ایران و جهان، بررسی الگوهای توسعه و پیامدهای فرهنگی آن، بررسی وضع فرهنگ و آموزش کشور و نیز نظارت بر اجرای مصوبات شورا از جمله وظایف نظارتی شورای عالی انقلاب فرهنگی می‌باشد.

۲-۱-۱۳- سازمان ملی استاندارد ایران

هدف سازمان استاندارد ایران تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) و نظارت بر اجرای آن‌ها و همچنین انجام تحقیقات مربوطه می‌باشد. فعالیت‌های اساسی این سازمان در حوزه‌های زیر می‌باشد:

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



پیوست ب: شناسنامه اقدامات غیرفنی

۱) حمایت از انجام پایان‌نامه‌ها و مقالات در حوزه مدیریت آلاینده‌ها به شکل کمک‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی

تشریح فعالیت‌ها:

بر اساس چالش‌ها و ویژگی‌های توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در کشور مشخص شد که بیشتر فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در کشور در مرحله پیش‌توسعه قرار دارند. با توجه به توضیحات ارائه شده در رابطه با مراحل مختلف توسعه فناوری مشخص می‌گردد که کارکرد اصلی برای فناوری‌های قرار گرفته در این مرحله کارکرد توسعه دانش می‌باشد. از این رو یک مبحث با اهمیت در توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها توجه به تحقیق و پژوهش در این حوزه بوده و یکی از اساسی‌ترین بازیگران کارکرد توسعه دانش دانشگاه‌ها می‌باشند. با این نگرش یکی از اقدامات سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق به پیشنهاد کمیته راهبری تدوین سند، "حمایت از انجام پایان‌نامه‌ها و مقالات در حوزه مدیریت آلاینده‌ها به شکل کمک‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی" در نظر گرفته شده است.

حمایت از پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری مرتبط با توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها به سه روش امکان‌پذیر است:

الف) حمایت‌های مالی: این حمایت به عنوان اصلی‌ترین فعالیت به شمار می‌رود. این حمایت در سه حوزه مختلف قابل

انجام است:

- حمایت مالی از پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد به صورت کمک نقدی به دانشجو
- حمایت مالی از پایان‌نامه‌های دکتری به صورت کمک نقدی به دانشجو
- حمایت تشویقی از صنعتی شدن دستاوردهای پایان‌نامه‌ها به طوری که در مواردی که پایان‌نامه کاملاً در راستای نیازهای صنعت بوده و در این بخش قابل‌اجرا باشد فرد، مبلغی را به عنوان تشویقی دریافت کند.

ب) پشتیبانی‌های فیزیکی: این نوع حمایت شامل دو عنوان اصلی می‌شود:

- حق استفاده از آزمایشگاه‌ها: در این مورد به دانشجویانی که پایان‌نامه‌هایی مرتبط با موضوعات مطرح شده در حوزه فناوری های مدیریت آلاینده تعریف کرده‌اند، حق استفاده به صورت رایگان ولی در تعداد محدودی آزمایش در هر سال داده می‌شود.

- حق استفاده از کتابخانه‌های خارج از دانشگاه‌ها: در این مورد حق استفاده رایگان از کتابخانه‌های مرتبط با این موضوع به دانشجویان داده می‌شود.

ج) حمایت‌های مشاوره‌ای: این نوع حمایت به منظور رفع موانع علمی دانشجویان و کمک به ایشان در انجام پایان‌نامه می‌باشد که از آن به عنوان اطلاع‌رسانی علمی و مشاوره علمی به دانشجویان یاد شده است.

به منظور ارتقای سطح پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه و جلوگیری از هدر رفت هزینه و انرژی حمایت از پایان‌نامه‌ها باید به صورت گزینشی انجام پذیرد و با بررسی پایان‌نامه‌های مختلف تعریف شده در این حوزه از پایان‌نامه‌های کاربردی و منطبق بر نیازهای صنعت برق حمایت شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد پایان‌نامه‌ها و مقالات حمایت شده در هر سال	صندوق‌ها و مؤسسات مالی					۱۰	حمایت از انجام پایان‌نامه‌ها و مقالات در حوزه مدیریت آلاینده‌ها به شکل کمک‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی

۲) ایجاد و به‌روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک

گذاشتن دانش تولید شده توسط آن‌ها در این بانک اطلاعاتی

تشریح فعالیت‌ها:

یکی از چالش‌های اساسی پیشروی توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها، عدم دسترسی بازیگران این حوزه به اطلاعات مورد نیاز و نبود ارتباط مناسب بین بازیگران می‌باشد. یکی از اقدام‌های مهم و قابل‌اجرا برای رفع این چالش و توسعه دانش در زمینه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها ایجاد یک بانک اطلاعاتی کامل و جامع در حوزه مدیریت آلاینده‌ها می‌باشد. یک بخش مهم که باید در این سامانه در نظر گرفته شده و همواره به‌روز شود، بخش اولویت‌های تحقیقاتی صنعت برق، پروژه‌های انجام شده و در حال اجرا در این حوزه می‌باشد. بخش ذکر شده می‌تواند به تطبیق تحقیقات با اولویت‌ها و جلوگیری از دوباره‌کاری و هدر رفت منابع مالی کمک کند. اطلاعات مربوط به حوزه مدیریت آلاینده‌ها پس از جمع‌آوری به منظور دستیابی عموم بازیگران این حوزه در سیستم نرم‌افزاری طراحی شده قرار می‌گیرند. بازیگران مختلف این حوزه بدون پرداخت هزینه می‌توانند از اطلاعات ارائه شده در این سیستم استفاده نمایند.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
-تعداد سازمان‌های پوشش داده شده - تعداد مقالات و پروژه‌های ثبت شده	معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو - پژوهشگاه نیرو					۸	ایجاد و به‌روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آن‌ها در این بانک اطلاعاتی

۳) کمک به جذب و پذیرش واحدهای تحقیقاتی در مراکز رشد جهت کمک به صنعتی شدن دانش به

دست آمده در حوزه مدیریت آلاینده ها

تشریح فعالیت‌ها:

استفاده کاربردی از فناوری های مدیریت آلاینده ها در نیروگاه ها بسیار حائز اهمیت است، به همین منظور نیاز است علاوه بر توجه به دانشگاه‌ها و انجمن‌های دانشی از پتانسیل موجود در واحدهای تحقیقاتی مراکز رشد نیز استفاده کرد. مراکز رشد مراکزی هستند که تحت مدیریت متخصصین حرفه‌ای با ارائه خدمات حمایتی از ایجاد و توسعه حرفه‌هایی جدید توسط کارآفرینانی که در قالب واحدهای نوپای فعال پشتیبانی می‌کند. این خدمات شامل موارد زیر است:

- تأمین محل کار (به صورت اجاره)

- خدمات آزمایشگاهی، کارگاهی و اطلاع‌رسانی

- خدمات مدیریتی، حقوقی، مالی، اعتباری، پروژه‌یابی و بازاریابی

- آموزش‌های تخصصی ویژه و مشاوره

- سایر خدمات مرتبط با توسعه، رشد و ارتقای واحدهای فناوری

واحدهای تحقیقاتی ایجاد شده در مراکز رشد واحدهایی دارای هویت حقوقی مستقل از مرکز رشد بوده، که با توجه به اساس نامه و یا سایر اسناد قانونی در زمینه تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای، طراحی مهندسی، مهندسی معکوس، انتقال فناوری، ارائه خدمات تخصصی و فعالیت در جهت تجاری‌سازی نتایج تحقیقات فعالیت می‌نمایند. از جمله نمونه‌های این واحدها می‌توان به شرکت‌های خصوصی، واحدهای تحقیق و توسعه صنایع، و یا مراکز تحقیقاتی وابسته به دانشگاه‌ها و دستگاه‌های اجرایی اشاره نمود. بر اساس مطالب ذکر شده مشخص است که به‌کارگیری توانایی واحدهای تحقیقاتی مراکز رشد می‌تواند به توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق و تجاری‌سازی محصولات تولیدی کمک شایانی کند.

کمک به رشد جذب و پذیرش واحدهای تحقیقاتی در مراکز رشد چند روش مختلف انجام می‌پذیرد که عبارت‌اند از:

- حمایت مالی از واحدهای تحقیقاتی فعال در حوزه مدیریت آلاینده‌ها
- تلاش برای فراهم آوردن حمایت‌های قانونی جهت تسریع رشد واحدهای تحقیقاتی مرتبط با حوزه
- ارائه خدمات مشاوره‌ای مورد نیاز به واحدها در راستای تبدیل شدن ایده‌های نو به محصولات قابل تجاری‌سازی و تجاری‌سازی آن‌ها
- نظارت بر روند رشد واحدها و تحلیل مستمر دستاوردها با اهداف کلان تدوین شده در سند توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد واحدهای تحقیقاتی حمایت شده در مراکز رشد جهت کمک به صنعتی شدن فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها	پارک‌های علم و فناوری - صندوق‌ها و مؤسسات مالی					۷	کمک به جذب و پذیرش واحدهای تحقیقاتی در مراکز رشد جهت کمک به صنعتی شدن دانش به دست آمده در حوزه مدیریت آلاینده‌ها

۴) کمک به تأمین مالی مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها

تشریح فعالیت‌ها:

از نظر اکثر خبرگان حوزه مدیریت آلاینده‌ها کشور کمبود منابع مالی و نبود تسهیلاتی مالی همچون وام کم‌بهره برای تحقیق و توسعه در زمینه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها اصلی‌ترین مشکلات پیشروی توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها است. با توجه به کمبود منابع مالی موجود اختصاص منابع مالی به دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی باید بر اساس یک برنامه مشخص انجام پذیرد و تا حد امکان از هدر رفت سرمایه جلوگیری و به موضوعات با اولویت این حوزه پرداخته شود.

منابع مالی مورد نیاز مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌های فعال در حوزه مدیریت آلاینده‌ها را می‌توان از روش‌های مختلفی همچون

- اعطای تسهیلات بلندمدت کم‌بهره یا بدون بهره

- پرداخت بخشی از سود تسهیلات بانکی

- ارائه کمک‌های بلاعوض

در اختیار آن‌ها قرار دارد. به منظور جلوگیری از هدر رفت سرمایه پیشنهاد شد که دستورالعملی برای تأمین منابع مالی تدوین گردد که در این دستورالعمل نحوه و سطح بهره‌مندی هر یک از مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها بر اساس رتبه آن مرکز یا دانشگاه در کشور تعیین شود. مبنای و شاخص‌های رتبه‌بندی بین مراکز و دانشگاه‌های فعال در حوزه مدیریت آلاینده‌ها باید در این دستورالعمل‌ها به صورت دقیق مشخص گردد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
- میزان کمک مالی به مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها برای تأمین نیازهای تحقیقاتی - تعداد مراکز تحقیقاتی	- معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو - صندوق‌ها و مؤسسات مالی					۸	کمک به تأمین مالی مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها

۵) تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها میان دانشگاه‌ها و صنعت برق

تشریح فعالیت‌ها:

مطابق آمار و تحقیقات صورت گرفته حدود هشتاد درصد از نیروهای عالم و تحصیل کرده در دانشگاه‌ها هستند و کمتر از بیست درصد در مراکز تحقیقاتی؛ صنایع و شرکت‌ها مشغول به کار می‌باشند. بنابراین می‌توان گفت که نهاد علم در جامعه دانشگاه است. ارتباط مناسب بین صنعت و دانشگاه یکی از عوامل مهم و ضروری در توسعه همه‌جانبه کشورها است و بدون ایجاد این ارتباط توسعه فناوری‌هایی که در مرحله پیش توسعه هستند امکان‌پذیر نخواهد بود. ارتباط صنعت و دانشگاه در واقع استفاده از توانمندی‌های دانشگاه در جهت رفع نیازهای صنعت است.

عدم توجه صنعت به حوزه فناوری‌های مدیریت آلاینده سبب شده که از یک سو در تأمین منابع مالی برای توسعه مشکلات زیادی وجود داشته باشد و از سوی دیگر تحقیقات انجام شده منطبق بر نیازهای صنعت مدنظر نباشند. با توجه به موارد ذکر شده ایجاد ارتباط و تعامل مناسب بین صنایع مرتبط و دانشگاه‌های فعال در حوزه مدیریت آلاینده‌ها می‌تواند تأثیر بنیادین بر توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در کشور داشته باشد، از این رو کمک به شکل‌گیری تعاملات مناسب میان صنایع مرتبط با

دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی به عنوان یکی از سیاست‌های اصلی سند توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق در نظر گرفته شده است.

بر اساس نظر کمیته راهبری تدوین سند توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها یک اقدام مناسب در جهت تحقق سیاست ذکر شده " تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها میان دانشگاه‌ها و صنعت برق " است. با توجه به اینکه محدوده اجرای سند صنعت برق کشور می‌باشد اقدام مستخرج از سیاست کمک به ایجاد ارتباط بین صنعت و دانشگاه، تعریف پروژه میان صنعت برق و دانشگاه‌ها در نظر گرفته شد. اجرای این اقدام بدون انجام فعالیت‌هایی چون تدوین آیین‌نامه و دستورالعمل‌های مورد نیاز، شناسایی حوزه‌های با اولویت صنعت به منظور تعریف پروژه و تعریف پروژه‌های کاربردی مورد نیاز صنعت امکان‌پذیر نخواهد بود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد طرح‌های توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده های تعریف شده مابین صنعت و دانشگاه	- معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو - پژوهشگاه نیرو					۷	تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها میان دانشگاه‌ها و صنعت برق

برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با حوزه مدیریت آلاینده ها

تشریح فعالیت‌ها:

طبق نظر خبرگان حوزه مدیریت آلاینده ها عدم توجه صنایع مرتبط به حوزه مدیریت آلاینده ها و عدم برگزاری دوره‌های آموزش تخصصی با موضوع به‌کارگیری فناوری های مدیریت آلاینده ها از جمله چالش‌های پیشرو توسعه فناوری مدیریت

آلاینده‌ها در کشور است. یکی از راهکارها و اقدامات مناسب برای رفع این چالش‌ها و افزایش توجه صنایع به حوزه مدیریت آلاینده‌ها برگزاری کلاس‌ها، دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی برای آن‌ها می‌باشد. برای اجرایی کردن این اقدام نیاز به انجام فعالیت‌های مختلفی وجود دارد که از جمله فعالیت‌های قابل تصور برای عملی شدن این اقدام می‌توان به تعریف دوره‌ها و مطالبی که در هر یک باید ارائه شود، ایجاد هماهنگی‌های لازم با صنایع برای برگزاری دوره‌ها و برگزاری دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی اشاره کرد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برگزار شده در سال	پژوهشگاه نیرو و دانشگاه‌ها					۶	برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با حوزه مدیریت آلاینده‌ها

اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه صنعتی سازی فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها

تشریح فعالیت‌ها:

در بررسی‌های انجام شده در رابطه با وضعیت کنونی فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در کشور مشخص گردید، در زمینه تولید فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها و به‌کارگیری آن در نیروگاه‌ها شکاف فناوری وجود دارد. به منظور از بین بردن این شکاف فناوری باید منابع مختلفی اعم از نیروی انسانی، مواد، تجهیزات و منابع مالی مورد نیاز تأمین گردد، که در موارد قبل راهکارهای مختلفی برای تأمین هر یک از موارد ذکر شده بیان شد. در مصاحبه‌های انجام

شده با خبرگان مشخص شد که نیروهای فعال در زمینه مدیریت آلاینده‌ها دارای تخصص و مهارت صنعتی مورد نیاز برای به‌کارگیری فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق را ندارد. یک راهکار مناسب برای تربیت نیروی متخصص با دید صنعتی اعزام نیروی به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه صنعتی‌سازی فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها می‌باشد.

لازمه اجرای مناسب این اقدام انجام فعالیت‌هایی همچون تدوین اساس‌نامه اعزام نیرو به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارجی، شناسایی افراد شایسته و واجد شرایط بر مبنای اساس‌نامه تدوین شده، ایجاد هماهنگی‌های لازم با سازمان‌های داخلی و مراکز خارجی برای اعزام نیرو و اعزام نیرو به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارجی است. لازم به ذکر است که در اساس‌نامه تدوین شده شرایط لازم برای ثبت‌نام افراد در لیست اعزام به خارج از کشور، نحوه امتیازدهی و رتبه‌بندی افراد داوطلب اعزام، نحوه و اصول انتخاب مراکز تحقیقاتی-صنعتی خارجی برای اعزام نیرو باید به صورت واضح مشخص شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد متخصصان اعزام شده به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور در سال	پژوهشگاه نیرو و دانشگاه‌ها					۶	اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه صنعتی‌سازی فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها

۶) حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه مدیریت آلاینده‌ها

تشریح فعالیت‌ها:

یکی از راهکارهای پیشنهادی برای کمک به تبدیل ایده دانش قابل ارائه به فناوری که منجر به تولید ثروت نیز می‌شود تأسیس و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه‌های مختلف از جمله فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در کشور می‌باشد. توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان می‌تواند هزینه‌های دستیابی به دانش فنی تولید فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در کشور را کاهش دهد. به منظور اجرای مناسب این اقدام لازم است که حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در حوزه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها به صورت جهت‌دار و اصولی انجام پذیرد. از جمله فعالیت‌هایی که در راستای اجرای این اقدام باید انجام شود می‌توان به تدوین اساس‌نامه حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان، شناسایی شرکت‌های دانش‌بنیان واجد شرایط، الزام شرکت‌های فعال در صنعت برق به انعقاد قراردادهای تحقیقاتی با شرکت‌های دانش‌بنیان منتخب و انجام رایزنی‌های لازم در جهت اعطای مشوق‌های مختلف به شرکت‌های فعال در زمینه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها اشاره کرد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در حوزه مدیریت آلاینده‌ها	<ul style="list-style-type: none"> - صندوق‌ها و مؤسسات مالی - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری 					۷	حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه مدیریت آلاینده‌ها



پیوست ج: شناسنامه اقدامات فنی (پروژه‌ها)

۱) امکان و بررسی ساخت و بومی سازی فناوری DLN, LNB

تعریف مختصر: در این پروژه هدف بررسی دقیق مشخصات فنی مشعل های DLN و LNB و مشخصات نمونه های موجود در مراکز صنعتی و دانشگاهی که قابلیت ساخت این مشعل را داشته باشند، می باشد. و هم چنین باید بررسی شود که با توجه به امکانات و محدودیت های موجود امکان ساخت این مشعل ها در کشور وجود دارد یا خیر.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت دستیابی به نقشه های تفصیلی ساخت DLN, LNB	- پژوهشگاه ها شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب					۱	امکان و بررسی ساخت و بومی سازی فناوری DLN, LNB
اقدام پیش نیاز							
-							

۲) کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB از طریق انتقال فناوری

تعریف مختصر: این پروژه با انتخاب مشاور مناسب و مذاکره با شرکت های خارجی سازنده این مشعل ها امکان انتقال تمام یا بخشی از ساخت مشعل های DLN و LNB بررسی و در صورت امکان قراردادهای انتقال فناوری منعقد می گردد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- وضعیت بسته پشتیبانی فنی کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB - وضعیت بسته های مشاوره ای و کنترل کیفیتی کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB	پژوهشگاه‌ها، شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب					۳	کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB از طریق انتقال فناوری
اقدام پیش نیاز							
امکان و بررسی ساخت و بومی سازی فناوری DLN, LNB							

۳) مطالعه و بررسی تکنولوژی های مورد استفاده در سیستم های کاهش NOx و کسب روابط حاکم بر فرآیند

احتراق

تعریف مختصر: هدف این پروژه بررسی معادلات ریاضی حاکم بر فرآیندهای احتراق و نحوه استفاده از این روابط در ساخت

مشعل های با NOx پایین می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
بررسی تکنولوژی های مورد استفاده در سیستم های کاهش NOx	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب					۲	مطالعه و بررسی تکنولوژی های مورد استفاده در سیستم های کاهش NOx و کسب روابط حاکم بر فرآیند احتراق
اقدام پیش نیاز							
امکان و بررسی ساخت و بومی سازی فناوری DLN, LNB							

۴) شبیه‌سازی CFD احتراق (استفاده از نرم‌افزارهای موجود، توسعه کد یا تهیه ماژول جهت تلفیق با نرم‌افزارهای موجود)

تعریف مختصر: طی این پروژه بستر لازم جهت انجام شبیه‌سازی CFD سیستم‌های احتراق و حل عددی معادلات حاکم بر احتراق فراهم می‌گردد به نحوی که بتوان شبیه‌سازی مشعل‌ها را انجام داد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
<ul style="list-style-type: none"> - فرمولاسیون تئوری احتراق در مشعل - تولید نرم افزار شبیه‌سازی CFD احتراق - ایجاد و تجهیز مرکز محاسباتی 	<ul style="list-style-type: none"> شرکت‌های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مینا، آذر آب 					۲	شبیه‌سازی CFD احتراق (استفاده از نرم‌افزارهای موجود، توسعه کد یا تهیه ماژول جهت تلفیق با نرم‌افزارهای موجود)
اقدام پیش‌نیاز							
مطالعه و بررسی تکنولوژی‌های مورد استفاده در سیستم‌های کاهش NOx و کسب روابط حاکم بر فرآیند احتراق							

۵) طراحی و ساخت نمونه مشعل LNB با تزریق سوخت و هوای مرحله‌ای در سائز کوچک

تعریف مختصر: هدف از این پروژه ساخت یک نمونه مشعل LNB با سیستم تزریق سوخت یا هوای مرحله‌ای یا ترکیب این دو روش از طریق همکاری با یک یا چند مرکز صنعتی و دانشگاهی کشور با خروجی قابل قبول می‌باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت طراحی و ساخت نمونه مشعل LNB با تزریق سوخت و هوای مرحله‌ای در سایز کوچک	شرکت‌های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب					۳	طراحی و ساخت نمونه مشعل LNB با تزریق سوخت و هوای مرحله‌ای در سایز کوچک
اقدام پیش نیاز							
مطالعه و بررسی تکنولوژی های مورد استفاده در سیستم های کاهش Nox و کسب روابط حاکم بر فرآیند احتراق							

۶) طراحی و ساخت مشعل LNB با برگشت داخلی محصولات احتراق

تعریف مختصر: هدف از این پروژه ساخت یک نمونه مشعل LNB با برگشت داخلی محصولات احتراق از طریق

همکاری با یک یا چند مرکز صنعتی و دانشگاهی کشور با خروجی قابل قبول می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد نمونه ساخته شده	شرکت‌های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب					۱,۵	طراحی و ساخت مشعل LNB با برگشت داخلی محصولات احتراق
اقدام پیش نیاز							
مطالعه و بررسی تکنولوژی های مورد استفاده در سیستم های کاهش Nox و کسب روابط حاکم بر فرآیند احتراق							

۷) طراحی و ساخت نمونه مشعل و سیستم کنترل مشعل DLN

تعریف مختصر: طی این پروژه یک مشعل DLN با توان ۵ مگاوات به همراه سیستم های جانبی کنترل احتراق ساخته شده و آزمایشات لازم جهت بهینه سازی پایداری شعله و سیستم کنترل انجام می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
توان و تعداد نمونه ساخته شده مشعل و سیستم کنترل مشعل DLN	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب					۳	طراحی و ساخت نمونه مشعل و سیستم کنترل مشعل DLN
اقدام پیش نیاز							
کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN از طریق انتقال فناوری							

۸) ساخت و تجهیز آزمایشگاه تست مشعل (DLN, LNB)

تعریف مختصر: در این پروژه هدف ایجاد آزمایشگاه تست مشعل با قابلیت اندازه گیری توزیع دما و مشخصات سیالاتی و مواد شرکت کننده در واکنش های احتراق برای محدوده وسیعی از مشعل های Boiler و توربین های گازی است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد مرکز آزمایشگاهی تست مشعل راه اندازی شده و تجهیزات مربوط به آن	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب					۲	ساخت و تجهیز آزمایشگاه تست مشعل (DLN, LNB)
اقدام پیش نیاز							

۹) کسب دانش فنی اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE

تعریف مختصر: هدف این پروژه شناسایی روش های مورد استفاده اصلاح سطحی غشاهای از قبل انتخاب شده جهت

افزایش آب گریزی سطوح غشا می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
میزان افزایش راندمان و طول عمر غشا	دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت‌ها					۱	کسب دانش فنی اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE
اقدام پیش نیاز							
امکانسنجی فنی-اقتصادی تولید صنعتی غشای تماس دهنده MEMBRANE برای استفاده از این فناوری در نیروگاه‌های کشور							

۱۰) امکانسنجی فنی-اقتصادی تولید صنعتی غشای تماس دهنده MEMBRANE برای استفاده از این

فناوری در نیروگاه‌های کشور

تعریف مختصر: هدف از این پروژه مقایسه روش های مختلف از لحاظ فنی و تعیین هزینه - فایده هر یک از روش های

اصلاح سطحی غشا می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت مطالعات امکانسنجی فنی - اقتصادی طرح اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE	دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت‌ها					۱	امکانسنجی فنی-اقتصادی تولید صنعتی غشای تماس دهنده MEMBRANE برای استفاده از این فناوری در نیروگاه‌های کشور
اقدام پیش نیاز							
-							

(۱۱) ساخت آزمایشگاهی غشا (غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی)

(MEMBRANE)

تعریف مختصر: هدف این پروژه بررسی تکنولوژی های غشایی مختلف مورد استفاده در کاهش و حذف CO₂ و انتخاب تکنولوژی مناسب غشا و ساخت نمونه آزمایشگاهی می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - طول عمر - راندمان حذف CO ₂ - درصد خلوص	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۲	ساخت آزمایشگاهی غشا (غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی) (MEMBRANE)
اقدام پیش نیاز							
تجهیز آزمایشگاه غشا							

(۱۲) تجهیز آزمایشگاه غشا (MEMBRANE)

تعریف مختصر: هدف این پروژه ساخت یک آزمایشگاه تست غشا می باشد که دارای قابلیت اندازه گیری ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آن ها می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد مرکز آزمایشگاهی راه اندازی شده و تست های اجرا شده در آن	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۱,۵	تجهیز آزمایشگاه غشا (MEMBRANE)
اقدام پیش نیاز							

۱۳) نصب و انجام تست‌های صنعتی MEMBRANE

تعریف مختصر: در این پروژه هدف طراحی و ساخت و نصب یک واحد نیمه صنعتی جداسازی CO₂ از گازهای احتراق در یک نیروگاه منتخب است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه نصب شده - جریان ورودی	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۱,۵	نصب و انجام تست‌های صنعتی MEMBRANE
اقدام پیش نیاز							
ساخت واحد صنعتی غشا (غشاهای تماس‌دهنده، پلیمری)							

۱۴) ساخت واحد صنعتی غشا (غشاهای تماس‌دهنده، پلیمری) (MEMBRANE)

تعریف مختصر: هدف این پروژه راه اندازی یک واحد صنعتی غشاهای الیاف توخالی پلیمری می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد واحد صنعتی ساخته شده - ظرفیت تولید غشا الیاف فیبر توخالی	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۳	ساخت واحد صنعتی غشا (غشاهای تماس‌دهنده، پلیمری) (MEMBRANE)
اقدام پیش نیاز							

ساخت آزمایشگاهی غشا (غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی)

۱۵) ساخت ماشین آلات تولید صنعتی غشاء (MEMBRANE)

تعریف مختصر: هدف ساخت یک نمونه دستگاه تولید غشای صنعتی می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد ماشین آلات ساخته شده	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۲	ساخت ماشین آلات تولید صنعتی غشاء (MEMBRANE)
اقدام پیش نیاز							

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

تعریف مختصر: هدف این پروژه امکان سنجی به کارگیری جلبک های بومی کشور و انتخاب جلبک مناسب برای پرورش به منظور کاهش آلاینده های دودکش نیروگاه است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت مطالعات امکان سنجی استفاده از جلبک های بومی ایران در کاهش آلاینده های نیروگاهی	دانشگاه ها، سازمان پژوهشهای علمی صنعتی، پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده آبی پروری					۱	مطالعه و بررسی استفاده از جلبک های بومی ایران در کاهش آلاینده های نیروگاهی و مقایسه آن با نمونه های خارجی و انتخاب بهترین گزینه ها
اقدام پیش نیاز							

۱۷) امکان سنجی تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک تولید شده (سوخت زیستی) (Microalgae)

تعریف مختصر: در بسیاری از کشورها تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک هدف پرورش جلبک می باشد. هدف این پروژه نیز یافتن محصولات جانبی مناسب از جلبک های پرورش یافته در نیروگاه است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک تولید شده و محاسبه پارامتر اقتصادی آن	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۱	امکان سنجی تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک تولید شده (سوخت زیستی) (Microalgae)
اقدام پیش نیاز							
مطالعه و بررسی استفاده از جلبک‌های بومی ایران در کاهش آلاینده‌های نیروگاهی و مقایسه آن با نمونه های خارجی و انتخاب بهترین گزینه ها							

۱۸) ساخت پایلوت تولید Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی

تعریف مختصر: در این پروژه سعی در انتقال از حالت آزمایشگاهی به حالت نیمه صنعتی است تا بتوان اطلاعات فنی بیشتری کسب نمود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زما ن (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد پایلوت ساخته شده	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۲	ساخت پایلوت تولید Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی
اقدام پیش نیاز							
-							

۱۹) انجام تست‌های مختلف بر روی پایلوت مانند تغییر شدت نور، تغییر غلظت CO₂ (Microalgae)

تعریف مختصر: هدف این پروژه یافتن پاسخ‌های سیستم پایلوت به تغییر پارامترهای عملیاتی و کسب شرایط بهینه آن است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
انواع تست‌های مختلف صورت گرفته بر روی پایلوت و نتایج حاصل از آن	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۳	انجام تست‌های مختلف بر روی پایلوت مانند تغییر شدت نور، تغییر غلظت CO ₂ و ... (Microalgae)
اقدام پیش نیاز							
ساخت آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک							

۲۰) ساخت آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک (Microalgae)

تعریف مختصر: در این پروژه سعی می‌شود که تمام زیرساخت‌های مورد نیاز برای رشد و تکثیر جلبک و انجام آزمایشات لازم فراهم

آید.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت ساخت آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۱,۵	ساخت آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک
اقدام پیش نیاز							
-							

۲۱) نصب و بهره برداری از واحد تولید Microalgae در یک نیروگاه منتخب

تعریف مختصر: در این پروژه هدف پیمودن مسیر اطلاعات بدست آمده از پایلوت و طراحی و نصب و بهره برداری واحد بزرگ تولید میکرو جلبک در یک نیروگاه است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت نصب و بهره برداری از Microalgae در یک نیروگاه منتخب	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۲,۵	نصب و بهره برداری از واحد تولید Microalgae در یک نیروگاه منتخب
اقدام پیش نیاز							
انجام تست‌های مختلف بر روی پایلوت مانند تغییر شدت نور، تغییر غلظت CO ₂ و ... (Microalgae)							

۲۲) مطالعات امکان‌سنجی اجرای فناوری سولفورزدایی و انتخاب فناوری‌های برتر بر اساس شرایط کشور (FGD)

تعریف مختصر: هدف این پروژه مقایسه فرآیندهای مختلف سولفورزدایی و یافتن فناوری برتر بر اساس مشخصات نیروگاه های کشور و سوخت مورد استفاده آنها می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت مطالعات امکان‌سنجی اجرای فناوری سولفورزدایی	پژوهشگاه نیرو، شرکت‌های مهندسی مشاور					۲	مطالعات امکان‌سنجی اجرای فناوری سولفورزدایی و انتخاب فناوری‌های برتر بر اساس شرایط کشور (FGD)
اقدام پیش نیاز							
-							

۲۳) ساخت پایلوت نیمه صنعتی فناوری منتخب FGD

تعریف مختصر: در این پروژه پایلوت سیستم بهینه سولفورزدایی طراحی شده و در یکی از نیروگاه‌های کشور نصب و راه اندازی خواهد شد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت و تعداد پایلوت ساخته شده از فناوریهای منتخب FGD	پژوهشگاه نیرو، شرکت‌های مهندسی مشاور					۳	ساخت پایلوت نیمه صنعتی فناوری منتخب FGD
اقدام پیش نیاز							
مطالعات امکان‌سنجی انتخاب و ساخت فناوری سولفورزدایی و انتخاب فناوری‌های برتر بر اساس شرایط کشور (FGD)							

۲۴) انجام تست‌های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت FGD

تعریف مختصر: هدف این پروژه تهیه و اجرای برنامه‌های تست و آزمون پایلوت نیمه صنعتی و کسب شرایط عملیاتی بهینه می‌باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت انجام تست‌های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت	پژوهشگاه نیرو، شرکت های مهندسی مشاور					۱,۵	انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت FGD
اقدام پیش نیاز							
ساخت پایلوت نیمه صنعتی فناوری منتخب FGD							

۲۵) اجرای پروژه ساخت FGD در مقیاس صنعتی و نصب و بهره برداری در یک نیروگاه

تعریف مختصر: طراحی یک واحد صنعتی FGD برای یکی از واحدهای نیروگاهی کشور انجام شده و با تهیه اسناد مناقصه پیمانکار نهایی انتخاب و واحد طراحی، نصب و بهره برداری می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت اجرای پروژه ساخت FGD در مقیاس صنعتی	پژوهشگاه نیرو، شرکت های مهندسی مشاور					۵	اجرای پروژه ساخت FGD در مقیاس صنعتی و نصب و بهره برداری در یک نیروگاه
اقدام پیش نیاز							
انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت FGD							

۲۶) بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز (ESP)

تعریف مختصر: هدف این پروژه کسب اطلاعات کامل در خصوص ذرات معلق در نیروگاه های زغال سوز مصرف کننده زغال سنگ ایران است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز	دانشگاه ها، شرکت های مرتبط با صنایع سیمان					۱	بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز (ESP)
اقدام پیش نیاز							
-							

۲۷) بررسی امکان استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز

تعریف مختصر: هدف این پروژه مقایسه سیستم های ESP در صنعت سیمان و نیروگاه های زغال سوز با توجه به تفاوت ذرات معلق در صنعت سیمان و امکان کاربرد ESP صنعت در نیروگاه های زغال سوز است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت مطالعات امکان سنجی استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز	دانشگاه ها، شرکت های مرتبط با صنایع سیمان					۱	بررسی امکان استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز
اقدام پیش نیاز							
بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز (ESP)							

۲۸) ساخت پایلوت سیستم ESP و انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی آن

تعریف مختصر: هدف این پروژه ساخت یک پایلوت تحقیقاتی برای سیستم ESP به کار رفته در نیروگاه های زغال سوز است که بتواند حداقل ۹۰٪ ذرات معلق دودکش نیروگاه ها را حذف کند.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
<ul style="list-style-type: none"> - حجم هوای تصفیه شده - بازدهی کل - تعداد نمونه ساخته شده 	دانشگاه ها، شرکت های مرتبط با صنایع سیمان					۳	ساخت پایلوت سیستم ESP و انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی آن
اقدام پیش نیاز							
بررسی امکان استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز							

۲۹) اجرای پروژه نصب و بهره برداری در یک نیروگاه زغال سوز

تعریف مختصر: هدف این پروژه ساخت و نصب و بهره برداری یک واحد صنعتی ESP در یک نیروگاه زغال سوز کشور است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
<ul style="list-style-type: none"> - تعداد نمونه نصب شده - بازده کل 	دانشگاه ها، شرکت های مرتبط با صنایع سیمان					۳	اجرای پروژه نصب و بهره برداری در یک نیروگاه زغال سوز
اقدام پیش نیاز							
ساخت پایلوت سیستم ESP و انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی آن							

۳۰) بررسی جانمایی کاتالیست روی سبدهای واحد پیش گرمکن هوای بویلر (یانگستروم) (SCR)

تعریف مختصر: طی این پروژه مشخصات جریان ورودی به پیش گرمکن هوای بویلر یک نیروگاه از نظر ترکیبات و دما و مشخصات فنی سبدهای واحد پیش گرمکن بررسی شده و امکان ترکیب کاتالیست سیستم SCR و سیستم پیش گرمکن تعیین می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت بررسی جانمایی کاتالیست روی سبدهای واحد پیش گرمکن هوای بویلر	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۱	بررسی جانمایی کاتالیست روی سبدهای واحد پیش گرمکن هوای بویلر (یانگستروم)
اقدام پیش نیاز							
تست و بهینه سازی فرآیند SCR و روش کنترل تزریق آمونیاک بر اساس نتایج پایلوت							

۳۱) افزایش سطح تماس و کارایی کاتالیست (SCR)

تعریف مختصر: در این پروژه با انجام مطالعات آزمایشگاهی روی ساختار پایه کاتالیست و ترکیبات واکنش دهنده کاتالیست شرایط بهینه سازی شده تا به راندمان حذف حداقل ۹۰٪ در شرایط عملیاتی مورد نظر دست یابیم.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
راندمان حذف Nox در کاتالیست	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۲	افزایش سطح تماس و کارایی کاتالیست (SCR)
اقدام پیش نیاز							
ساخت کاتالیست دما پایین جهت نصب در خروجی دودکش نیروگاههای بخاری و سیکل ترکیبی موجود، ساخت کاتالیست دما بالا برای استفاده در توربینهای گازی							

۳۲) شبیه سازی واکنش های شیمیایی و کاتالیستی سیستمهای SCR

تعریف مختصر: طی این پروژه با توجه به مطالعات کتابخانه ای و نتایج آزمایشات روی کاتالیست‌های مختلف سیستم SCR، مدل مناسب براس واکنش‌های شیمیایی توسعه داده می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت شبیه‌سازی واکنش های شیمیایی و کاتالیستی سیستمهای SCR	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۲	شبیه سازی واکنش های شیمیایی و کاتالیستی سیستمهای SCR
اقدام پیش نیاز							
-							

۳۳) خرید نمونه‌های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی (SCR)

تعریف مختصر: در این پروژه نمونه‌های مختلف کاتالیست معمولی، دما بالا و دما پایین تهیه شده و Set up آزمایشگاهی با قابلیت تغییر و تنظیم ترکیب گاز ورودی، دمای ورودی و سایر پارامترهای عملیاتی ساخته می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
جنس و تعداد کاتالیست خریداری شده	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۱	خرید نمونه‌های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی (SCR)
اقدام پیش نیاز							
-							

۳۴) تست‌های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی

تعریف مختصر: در این پروژه با تغییر پارامترهای مختلف عملیاتی شامل ترکیب واکنشگرها و میزان تزریق آمونیاک، دما و شرایط فیزیکی ورودی، تاثیر هر یک از این پارامترها در واکنش در راندمان حذف NOX تعیین می‌گردد. نتایج خروجی این پروژه در تهیه و توسعه مدل‌های شیمیایی واکنش سیستم SCR مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت انجام تست‌های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۱	تست‌های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی
اقدام پیش نیاز							
خرید نمونه‌های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی (SCR)							

۳۵) طراحی و ساخت پایلوت سیستم SCR در مقیاس کوچک

تعریف مختصر: در این پروژه به منظور بررسی عملکرد سیستم SCR در شرایط واقعی یک پایلوت به ظرفیت حداقل ۲٪ گازهای احتراق خروجی یک واحد ۲۵۰ مگاواتی ساخته شده و میزان حذف و نحوه کنترل تزریق آمونیاک در شرایط عملیاتی مختلف بررسی می‌شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - دبی ورودی	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۲	طراحی و ساخت پایلوت سیستم SCR در مقیاس کوچک
اقدام پیش نیاز							
تست و بهینه سازی فرآیند SCR و روش کنترل تزریق آمونیاک بر اساس نتایج پایلوت							

۳۶) ساخت کاتالیست دما پایین جهت نصب در خروجی دودکش نیروگاه‌های بخاری و سیکل ترکیبی موجود

تعریف مختصر: در این پروژه کاتالیست بر پایه پلاتین یا سایر فلزات مناسب که قابلیت حذف NOx در محدوده دمای ۲۰۰-۱۲۰

سانتی گراد را داشته باشند ساخته شده و پایه کاتالیست بهینه می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - محدوده کارکرد - بازده حذف NOx	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۲,۵	ساخت کاتالیست دما پایین جهت نصب در خروجی دودکش نیروگاه‌های بخاری و سیکل ترکیبی موجود
اقدام پیش نیاز							
خرید نمونه‌های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی، تست‌های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی							

۳۷) ساخت کاتالیست دما بالا (زئولیتی) برای استفاده در توربین‌های گاز (SCR)

تعریف مختصر: در این پروژه کاتالیست زئولیتی با قابلیت کارکرد در محدوده دمایی ۶۰۰-۴۵۰ سانتی گراد و قابل نصب در خروجی

توربین های گازی ساخته شده و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آن بهینه سازی می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - محدوده کارکرد - بازده حذف NOx	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۲,۵	ساخت کاتالیست دما بالا (زئولیتی) برای استفاده در توربین‌های گاز (SCR)
اقدام پیش نیاز							
خرید نمونه‌های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی، تست‌های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی							

۳۸) تست و بهینه سازی فرآیند SCR و روش کنترل تزریق آمونیاک بر اساس نتایج پایلوت

تعریف مختصر: با توجه به نتایج پایلوت نصب شده در نیروگاه شرایط مختلف کنترلی و عملیاتی سیستم و هم چنین نحوه و محل تزریق آمونیاک و سیستم‌های مخلوط کننده جریان گاز به منظور کسب بیشترین بازده حذف و حداقل نشتی آمونیاک بهینه سازی می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت انجام تست بر روی SCR و بهینه سازی فرآیند SCR	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۱,۵	تست و بهینه سازی فرآیند SCR و روش کنترل تزریق آمونیاک بر اساس نتایج پایلوت
اقدام پیش نیاز							
-							

۳۹) طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR برای افزایش همزمان راندمان و کاهش نشتی آمونیاک

تعریف مختصر: با توجه به نتایج پروژه‌های قبلی در خصوص طراحی سیستم SCR و مدل‌های ارائه شده برای واکنش‌های شیمیایی در سیستم‌های SCR، در این پروژه یک سیستم ترکیبی از SCR و SNCR طراحی می گردد به نحوی که با نصب یک سیستم SCR کوچکتر بتوان به راندمان حذف قابل قبول و نشتی اندک آمونیاک دست یابیم.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR	دانشگاه ها					۱	طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR برای افزایش همزمان راندمان و کاهش نشتی آمونیاک
اقدام پیش نیاز							
طراحی ساخت پایلوت یا سیستم آزمایشگاهی SNCR							

۴۰) بررسی استفاده همزمان SNCR با سیستم FGD تر به منظور حذف نشت آمونیاک و کمک به حذف SO₂

تعریف مختصر: هدف این پروژه بررسی میزان حذف آمونیاک توسط محلول‌ها و واکنش‌گرهای شرکت کننده در سیستم FGD و هم چنین واکنش آمونیاک با SO₂ خروجی دودکش و تاثیر آن بر بازده سیستم FGD می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت دانش فنی سیستم استفاده همزمان SNCR و سیستم FGD تر	دانشگاه‌ها					۱,۵	بررسی استفاده همزمان SNCR با سیستم FGD تر به منظور حذف نشت آمونیاک و کمک به حذف SO ₂
اقدام پیش نیاز							
طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR برای افزایش همزمان راندمان و کاهش نشتی آمونیاک							

۴۱) بررسی توزیع دما و رژیم جریان در بویلر نیروگاه‌های منتخب و امکان‌سنجی اجرای این روش در آن‌ها

تعریف مختصر: پس از کسب نتایج آزمایشگاهی سیستم SCR و بر اساس مدل‌های ریاضی توسعه داده شده، در این پروژه توزیع دما و رژیم جریان سیالات در ۴ بویلر واقعی بررسی شده و محدوده مناسب تزریق آمونیاک در آنها تعیین می گردد و تخمینی از راندمان حذف NO_x پس از نصب سیستم SNCR در آنها ارائه می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد نیروگاه‌های بررسی شده	دانشگاه‌ها					۲,۵	بررسی توزیع دما و رژیم جریان در بویلر نیروگاه‌های منتخب و امکان‌سنجی اجرای این روش در آن‌ها
اقدام پیش نیاز							
-							

۴۲) شبیه‌سازی فرآیند SNCR و روشهای کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر

تعریف مختصر: بر اساس آزمایشات انجام شده در سیستم آزمایشگاهی واحد SNCR مدل ریاضی واکنش‌های انجام شده با در نظر گرفتن تاثیر تغییر پارامترهای عملیاتی تهیه شده و بر اساس میزان تغییر دما و ترکیب شیمیایی گازهای احتراق در شرایط مختلف عملیاتی بویلر، وش مناسب کنترل تزریق آمونیاک پیشنهاد می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
گزارش حاصل از شبیه‌سازی فرآیند SNCR و روشهای کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر	دانشگاه‌ها					۱	شبیه‌سازی فرآیند SNCR و روشهای کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر
اقدام پیش نیاز							
بررسی توزیع دما و رژیم جریان در بویلر نیروگاههای منتخب و امکان‌سنجی اجرای این روش در آنها							

۴۳) طراحی و ساخت سیستم آزمایشگاهی SNCR

تعریف مختصر: یک سیستم آزمایشگاهی برای انجام آزمایشات SNCR ساخته می شود که در آن با شبیه سازی ترکیب گازهای حاصل از احتراق و قابلیت کنترل دما در محدوده ۷۰۰-۱۰۰۰ سانتی گراد، بتوان بازده سیستم در شرایط مختلف را اندازه گیری نمود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد سیستم آزمایشگاهی ساخته شده - محدوده تولید دمای گاز احتراق - نوع تجهیزات	دانشگاه‌ها					۲	طراحی و ساخت سیستم آزمایشگاهی SNCR

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
اقدام پیش نیاز							
شبیه‌سازی فرآیند SNCR و روشهای کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر							

(۴۴) اجرای سیستم SNCR در یک واحد نیروگاهی کوچک

تعریف مختصر: سیستم SNCR برای یک واحد بخاری با ظرفیت کمتر از ۵۰ مگاوات طراحی شده و پس از نصب تجهیزات و تزریق آمونیاک تنظیمات به گونه ای انجام می شود که بتوان با حداقل نشتی آمونیاک به حذف حداقل ۳۰٪ از NOx حاصل از احتراق دست یافت.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نیروگاه - ظرفیت - بازده	دانشگاه ها					۲	اجرای سیستم SNCR در یک واحد نیروگاهی کوچک
اقدام پیش نیاز							
بررسی استفاده همزمان SNCR با سیستم FGD تر به منظور حذف نشت آمونیاک و کمک به حذف SO2							

(۴۵) بررسی فنی - اقتصادی MBR و مقایسه روش‌های مستغرق و جانبی و انتخاب غشای مناسب برای ایران

تعریف مختصر: هدف این پروژه مقایسه قابلیت‌های ۲ روش مستغرق و جانبی است تا بر اساس آن بتوان غشایی مناسب برای کشور انتخاب نمود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت مطالعات امکان‌سنجی فنی-اقتصادی MBR و مقایسه روش‌های مستغرق و جانبی	مرکز تحقیقات آب، دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو، شرکت‌ها					۲	بررسی فنی-اقتصادی MBR و مقایسه روش‌های مستغرق و جانبی و انتخاب غشای مناسب برای ایران
اقدام پیش نیاز							
-							

(۴۶) ساخت غشاهای MBR با راندمان بالا و گرفتگی کم

تعریف مختصر: ساخت غشاهایی از جنس‌های مختلف و اصلاح عملکرد غشاها با تکنولوژی‌های مختلف به منظور کسب بالاترین

راندمان و کاهش گرفتگی از جمله اهداف این پروژه می‌باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد غشای ساخته شده - راندمان - TSS	مرکز تحقیقات آب، دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو، شرکت‌ها					۳	ساخت غشاهای MBR با راندمان بالا و گرفتگی کم
اقدام پیش نیاز							
بررسی فنی-اقتصادی MBR و مقایسه روش‌های مستغرق و جانبی و انتخاب غشای مناسب برای ایران							

(۴۷) طراحی و ساخت پایلوت MBR و تست‌های مربوطه

تعریف مختصر: در این پروژه یک پایلوت ساخته می‌شود تا بتواند انواع متفاوت غشاها را مورد مطالعه قرار دهد و در ادامه شرایط بهره

برداری نیز بهینه خواهد شد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
<ul style="list-style-type: none"> - تعداد نمونه ساخته شده - نوع پایلوت - ظرفیت 	مرکز تحقیقات آب، دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو، شرکت ها					۲	طراحی و ساخت پایلوت MBR و تست های مربوطه
اقدام پیش نیاز							
ساخت غشاهای MBR با راندمان بالا و گرفتگی کم							

۴۸) ساخت ماژول‌های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه‌ها

تعریف مختصر: هدف این پروژه آن است که ماژول‌های غشایی در مقیاس صنعتی ساخته شده و در یک نیروگاه نصب گردد تا بتواند در هر ساعت 15 m^3 فاضلاب را تصفیه نماید.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
<ul style="list-style-type: none"> - تعداد نیروگاه نصب شده - ظرفیت - راندمان 	مرکز تحقیقات آب، دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو، شرکت ها					۳	ساخت ماژول‌های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه‌ها
اقدام پیش نیاز							
طراحی و ساخت پایلوت MBR و تست های مربوطه							

۴۹) طراحی سیستم مبتنی بر غشا جهت حذف آلاینده‌های روغنی و سیستم شستشوی آن (Membrane)

تعریف مختصر: طراحی سیستم غشایی جهت حذف ترکیبات روغنی از فاضلاب‌های آلوده به روغن و سیستم‌های شست و شو و جداسازی روغن از غشا از جمله اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت طراحی سیستم مبتنی بر غشا	دانشگاه‌ها، پژوهشکده پلیمر					۲	طراحی سیستم مبتنی بر غشا جهت حذف آلاینده‌های روغنی و سیستم شستشوی آن (Membrane)
اقدام پیش نیاز							
-							

۵۰) کسب دانش فنی ساخت دستگاه بازیاب انرژی از جریان غلیظ خروجی سیستم‌های اسمز معکوس

تعریف مختصر: ساخت یک توربین برای تولید برق از جریان پرفشار دورریز در سیستم‌های غشایی و تامین بخشی از برق مورد نیاز سیستم از جمله اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد دستگاه ساخته شده - راندمان حذف آلاینده آب	دانشگاه‌ها، پژوهشکده پلیمر					۱,۵	کسب دانش فنی ساخت دستگاه بازیاب انرژی از جریان غلیظ خروجی سیستم‌های اسمز معکوس
اقدام پیش نیاز							
-							

۵۱) طراحی و ساخت بستر تست ماژول سیستم اسمز معکوس

تعریف مختصر: در این پروژه یک بستر برای تست غشا و ماژول‌های غشایی ساخته می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد ماژول ساخته شده - ظرفیت - وضعیت خرید و ساخت غشا	دانشگاه‌ها، پژوهشکده پلیمر					۲,۵	طراحی و ساخت بستر تست ماژول سیستم اسمز معکوس
اقدام پیش نیاز							
کسب دانش فنی ساخت دستگاه بازیاب انرژی از جریان غلیظ خروجی سیستم‌های اسمز معکوس							

۵۲) ساخت مخازن Pressure Vessel تحت فشار مورد نیاز جهت قرارگیری ماژولهای غشا

تعریف مختصر: هدف این پروژه دستیابی به دانش فنی و ساخت یک نمونه مخزن تحت فشار با قابلیت نصب ماژول های غشایی

تصفیه آب و پساب، می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد مخزن ساخته شده - قابلیت تحمل فشار - تعداد ماژول نصب شده	دانشگاه‌ها، پژوهشکده پلیمر					۲	ساخت مخازن Pressure Vessel تحت فشار مورد نیاز جهت قرارگیری ماژولهای غشا
اقدام پیش نیاز							
طراحی و ساخت ماژول نیمه صنعتی سیستم اسمز معکوس							

۵۳) ساخت نمونه صنعتی مازول مورد استفاده در اسمز معکوس

تعریف مختصر: دستیابی به توان ساخت یک نمونه صنعتی از مازول اسمز معکوس جهت نصب در نیروگاه از جمله اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد مازول ساخته شده - ظرفیت - فشار	دانشگاه‌ها، پژوهشکده پلیمر					۳	ساخت نمونه صنعتی مازول مورد استفاده در اسمز معکوس
اقدام پیش نیاز							
ساخت مخازن Pressure Vessel تحت فشار مورد نیاز جهت قرارگیری مازولهای غشا							

۵۴) بررسی امکان استفاده از DAF و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا از

طریق آزمایشات پایلوت

تعریف مختصر: هدف این پروژه ساخت یک پایلوت سیستم DAF و انجام آزمایشات مربوط به راندمان حذف روغن و مازوت از آب در غلظت‌های پایین و کمتر از ۱۰۰۰ ppm و بررسی تاثیر افزایش دما بر کاهش راندمان حذف و ارائه راهکارهای حل مشکل می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت مطالعات امکان‌سنجی استفاده و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا	شرکت‌ها					۲	بررسی امکان استفاده از DAF و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا از طریق آزمایشات پایلوت
اقدام پیش نیاز							
-							

۵۵) بررسی امکان سنجی اقتصادی طرح‌های مربوط به نصب سیستم DAF در نیروگاه‌ها و ارائه خدمات مشاوره‌ای

به آن‌ها

تعریف مختصر: نصب یک واحد DAF در نیروگاه منتخب و راه اندازی و انجام آزمایشات به منظور بهبود عملکرد سیستم‌های حذف

روغن در نیروگاه و بررسی اقتصادی طرح از اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت مطالعات امکان سنجی اقتصادی طرح‌های مربوط به نصب سیستم DAF در نیروگاهها	شرکت ها					۸	بررسی امکان سنجی اقتصادی طرح‌های مربوط به نصب سیستم DAF در نیروگاهها و ارائه خدمات مشاوره‌ای به آنها
اقدام پیش نیاز							
بررسی امکان استفاده از DAF و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا							

۵۶) بررسی فناوری‌های متعارف دستگاہی و، هیبریدی و امکانسنجی اقتصادی طرح‌ها

تعریف مختصر: مطالعه و بررسی عملکرد فناوری‌های متعارف دستگاہی به صورت منفرد و یا در ترکیب با سایر روش ها و مقایسه

اقتصادی آنها به منظور انتخاب روش مناسب از اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد نمونه اولیه ساخته شده	پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور					۱,۵	بررسی فناوری‌های متعارف دستگاہی و، هیبریدی و امکانسنجی اقتصادی طرح‌ها
اقدام پیش نیاز							
-							

۵۷) طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم VC (روش‌های تبخیری دستگاہی)

تعریف مختصر: طراحی و ساخت یک پایلوت تبخیرکننده تراکم مجدد بخار و انجام آزمایشات پایلوت با هدف دستیابی به دانش طراحی و بهینه سازی شرایط عملیاتی از اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - ظرفیت	پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور					۳	طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم VC (روش‌های تبخیری دستگاهی)
اقدام پیش نیاز							
بررسی فناوری‌های متعارف، هیبریدی و امکانسنجی اقتصادی طرح‌ها							

۵۸) طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم MED (روش‌های تبخیری دستگاهی)

تعریف مختصر: طراحی و ساخت یک پایلوت تقطیرکننده چند مرحله ای و انجام آزمایشات پایلوت با هدف دستیابی به دانش طراحی و بهینه سازی شرایط عملیاتی از اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - ظرفیت	پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور					۳	طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم MED
اقدام پیش نیاز							
بررسی فناوری‌های متعارف، هیبریدی و امکانسنجی اقتصادی طرح‌ها							

۵۹) طراحی، ساخت و اجرای یک واحد تبخیرکننده بر پایه حرارت اتلافی از نیروگاه گازی (روش تبخیری دستگاهی)

تعریف مختصر: در این پروژه یک مبدل بازیافت در خروجی توربین گاز یک واحد نیروگاهی نصب شده و از انرژی گازهای خروجی

توربین گاز به منظور تقطیر و بازیابی آب استفاده می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد تبخیر کننده ساخته شده	پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور					۲,۵	طراحی، ساخت و اجرای یک واحد تبخیرکننده بر پایه حرارت اتلافی از نیروگاه گازی (روش‌های تبخیری دستگاهی)
اقدام پیش نیاز							
-							

(۶۰) ساخت سیستم های VC و MED جهت نصب در نیروگاه‌ها (روش تبخیری دستگاهی)

تعریف مختصر: ساخت دو نمونه VC و MED جهت نصب در نیروگاه‌ها از اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - ظرفیت	پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور					۳	ساخت سیستم های VC و MED جهت نصب در نیروگاه‌ها
اقدام پیش نیاز							
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							

(۶۱) مطالعه روش‌های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی

تعریف مختصر: در این پروژه روش های مختلف تصفیه شیمیایی خاک با توجه به آلودگی های تولید شده در نیروگاه‌ها و قیمت برق بررسی شده و سیستم‌های مناسب از نظر فنی و اقتصادی انتخاب می گردد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت امکان سنجی روش‌های تصفیه شیمیایی	دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی					۱,۵	مطالعه روش‌های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی
اقدام پیش نیاز							
-							

۶۲) ساخت پایلوت روش منتخب تصفیه شیمیایی خاک

تعریف مختصر: با توجه به پروژه قبلی در این پروژه اقدام به ساخت پایلوت روش منتخب برای تصفیه آلودگی خاک می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - راندمان	دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی					۱,۵	ساخت پایلوت روش منتخب تصفیه شیمیایی
اقدام پیش نیاز							
مطالعه روش‌های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی، ایجاد یک آزمایشگاه تصفیه خاک در صنعت برق							

۶۳) ایجاد یک آزمایشگاه تصفیه خاک در صنعت برق

تعریف مختصر: تجهیز یک مرکز آزمایشگاهی با قابلیت انجام تست‌های لازم برای اندازه‌گیری و حذف آلاینده‌های خاک به کمک

روش‌های شیمیایی از اهداف این پروژه می‌باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد مرکز آزمایشگاهی راه اندازی شده و تست‌های قابل اجرا	دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی					۲	ایجاد یک آزمایشگاه تصفیه خاک در صنعت برق
اقدام پیش‌نیاز							
مطالعه روش‌های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی							

۶۴) پیاده‌سازی روش‌های تصفیه شیمیایی خاک در یک نیروگاه

تعریف مختصر: اندازه‌گیری آلاینده‌ها و پیاده‌سازی روش مناسب برای تصفیه شیمیایی خاک‌های آلوده در یک نیروگاه از اهداف این

پروژه می‌باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نیروگاه - راندمان	دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی					۲,۵	پیاده‌سازی روش‌های تصفیه شیمیایی در یک نیروگاه
اقدام پیش‌نیاز							
ساخت پایلوت روش منتخب تصفیه شیمیایی							

۶۵) بررسی روش‌های بهبود عملکرد تصفیه زیستی از طریق اصلاحات ژنتیکی

تعریف مختصر: به کارگیری روش‌های اصلاح ژنتیکی به منظور بهبود عملکرد تصفیه خاک توسط میکرو ارگانیسم‌ها از اهداف این

پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت بررسی روش‌های بهبود عملکرد تصفیه زیستی از طریق اصلاحات ژنتیکی	دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی					۱,۵	بررسی روش‌های بهبود عملکرد تصفیه زیستی از طریق اصلاحات ژنتیکی
اقدام پیش نیاز							
مطالعه روش‌های تصفیه زیستی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی، ایجاد یک آزمایشگاه بیو تکنولوژی خاک در صنعت برق، شناسایی انواع الودگی‌های خاک و شناسایی میکروارگانیسم‌های از بین برنده آن‌ها در نیروگاه‌ها							

۶۶) مطالعه روش‌های تصفیه زیستی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی

تعریف مختصر: در این پروژه روش‌های مختلف تصفیه زیستی خاک با توجه به آلودگی‌های تولید شده در نیروگاه‌ها و قیمت برق بررسی شده و سیستم‌های مناسب از نظر فنی و اقتصادی انتخاب می گردد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت امکان‌سنجی اقتصادی روش‌های تصفیه زیستی	دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی					۱,۵	مطالعه روش‌های تصفیه زیستی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی
اقدام پیش نیاز							
-							

۶۷) شناسایی انواع آلودگی های خاک و شناسایی میکروارگانیسم های از بین برنده آن ها در نیروگاه (تصفیه زیستی)

تعریف مختصر: هدف این پروژه بررسی و طبقه بندی آلودگی های نیروگاه ها و صنعت برق و قابلیت های میکرو ارگانیسم ها برای حذف یا کاهش آلاینده ها می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت دانش فنی شناسایی انواع آلودگی های خاک و شناسایی میکروارگانیسم های از بین برنده آن ها در نیروگاه ها	دانشگاه ها، شرکت ها، جهاد کشاورزی					۲	شناسایی انواع آلودگی های خاک و شناسایی میکروارگانیسم های از بین برنده آن ها در نیروگاه ها (تصفیه زیستی)
اقدام پیش نیاز							
مطالعه روشهای تصفیه زیستی و انتخاب روش های با صرفه اقتصادی							

۶۸) ساخت پایلوت روش های منتخب تصفیه زیستی

تعریف مختصر: ساخت یک پایلوت برای از بین بردن آلودگی های زیستی خاک از طریق فرآیند های تصفیه زیستی از اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - راندمان	دانشگاه ها، شرکت ها، جهاد کشاورزی					۲	ساخت پایلوت روش های منتخب تصفیه زیستی
اقدام پیش نیاز							
بررسی روش های بهبود عملکرد تصفیه زیستی از طریق اصلاحات ژنتیکی							

۶۹) ایجاد یک آزمایشگاه بیو تکنولوژی خاک در صنعت برق (تصفیه زیستی)

تعریف مختصر: تجهیز یک مرکز آزمایشگاهی با قابلیت انجام تست‌های لازم برای اندازه گیری و حذف آلاینده‌های خاک به کمک روش‌های زیستی از اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد مرکز آزمایشگاهی راه اندازی شده و تست های قابل اجرا	دانشگاه ها، شرکت ها، جهاد کشاورزی					۲,۵	ایجاد یک آزمایشگاه بیو تکنولوژی خاک در صنعت برق (تصفیه زیستی)
اقدام پیش نیاز							
-							

۷۰) پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی در یک نیروگاه

تعریف مختصر: اندازه گیری آلاینده‌ها و پیاده سازی روش مناسب برای تصفیه زیستی خاک‌های آلوده در یک نیروگاه از اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - راندمان	دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی					۲,۵	پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی در یک نیروگاه
اقدام پیش نیاز							
ساخت پایلوت روش‌های منتخب تصفیه زیستی							

فهرست مطالب

۱- مقدمه	۱
۱-۱- فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی	۱
۲-۱- شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی	۲
۱-۲-۱- مبنای شکستن اقدامات	۴
۲-۲-۱- ابزارهای شکستن اقدامات	۵
۳-۲-۱- بازنگری نهایی و انتخاب پروژه‌های اجرایی	۸
۳-۱- فهرست پروژه‌های اجرایی سند توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق	۸
۴-۱- تخصیص منابع	۱۴
۵-۱- تقسیم کار ملی (نگاشت نهادی مطلوب)	۲۰
۱-۵-۱- نگاشت نهادی	۲۰
۲-۵-۱- انواع نقش‌ها در نگاشت نهادی	۲۲
۳-۵-۱- طراحی نگاشت نهادی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق	۲۵
۴-۵-۱- تحلیل نگاشت نهادی	۳۰
۶-۱- تخصیص متولیان اقدامات	۳۱
۷-۱- ترسیم ره‌نگاشت	۳۸
۲- فرآیند ارزیابی سند توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق ایران	۴۶
۱-۲- مقدمه	۴۷
۲-۲- نحوه تدوین شاخص‌های عملکردی و اثربخشی	۴۷
۳-۲- تعریف شاخص‌های سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق	۴۹
۳- تدوین ساختار نظارت، به روز رسانی و مکانیزم ارزیابی	۶۱
۱-۳- ساختار نظارت و بروز رسانی	۶۲
نتیجه‌گیری	۶۶

۲- پیوست ۶۷

پیوست الف: معرفی اجمالی نهادهای مرتبط با نگاشت نهادی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق

۶۷.....

۶۸..... ۱-۱-۲ توانیر

۶۹..... ۲-۱-۲ دفتر امور تحقیقات برق (توانیر)

۷۰..... ۳-۱-۲ پژوهشگاه نیرو

۷۱..... ۴-۱-۲ مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی (پژوهشگاه نیرو):

۷۲..... ۵-۱-۲ معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری

۷۳..... ۶-۱-۲ مرکز همکاری های فناوری و نوآوری ریاست جمهوری

۷۴..... ۷-۱-۲ صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور

۷۵..... ۸-۱-۲ وزارت علوم تحقیقات و فناوری

۷۶..... ۹-۱-۲ شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف)

۷۷..... ۱۰-۱-۲ مجمع تشخیص مصلحت نظام

۷۷..... ۱۱-۱-۲ مجلس

۷۸..... ۱۲-۱-۲ شورای عالی انقلاب فرهنگی

۷۹..... ۱۳-۱-۲ سازمان ملی استاندارد ایران

۸۱..... پیوست ب: شناسنامه اقدامات غیر فنی

۹۴..... پیوست ج: شناسنامه اقدامات فنی (پروژه ها)

فهرست شکل‌ها

- شکل (۱-۱): فرآیند تدوین برنامه‌های عملیاتی ۲
- شکل (۲-۱): نحوه شکستن اقدام X ۳
- شکل (۳-۱): نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق (مبتنی بر اقدامات غیر فنی). ۴۱
- شکل (۴-۱): نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق (مبتنی بر اقدامات فنی). ۴۲
- شکل (۵-۱): نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق (مبتنی بر اقدامات فنی). ۴۳
- شکل (۶-۱): نقشه راه بروندهای کلان سند راهبردی مدیریت آلاینده‌ها ۴۴

فهرست جداول

- جدول (۱-۱): پروژه‌های اجرایی حاصل از شکسته شدن اقدامات فنی تدوین شده سند ۱۱
- جدول (۲-۱): اقدامات غیرفنی در توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها ۱۴
- جدول (۳-۱): بودجه‌بندی و زمان‌بندی اقدامات غیرفنی غیر مدیریتی در توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها ۱۵
- جدول (۴-۱): بودجه‌بندی و زمان‌بندی پروژه‌های مربوط به پروژه‌های اقدامات فنی در توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها ۱۶
- جدول (۵-۱): نگاهت نهادی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق ۲۹
- جدول (۶-۱): متولیان اقدامات غیرفنی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق ۳۲
- جدول (۷-۱): متولیان پروژه‌های فنی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق ۳۳
- جدول (۱-۲): شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی سطح تحقق چشم‌انداز سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق ۴۹
- جدول (۲-۲): شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی میزان تحقق اهداف سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق ۵۰
- جدول (۳-۲): شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی سطح اجرایی شدن اقدامات غیرفنی سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق ۵۱
- جدول (۴-۲): شاخص‌های شناسایی شده برای ارزیابی پروژه های فنی سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق ۵۲
- جدول (۱-۳): شاخص‌های کلیدی پروژه های فنی سند راهبردی توسعه فناوری مدیریت آلاینده در صنعت برق ۶۴

مقدمه

در این بخش از سند با عنوان «تدوین رهنگاشت و برنامه عملیاتی» مدلی از گام‌های لازم جهت تکمیل فرآیند برنامه عملیاتی و همچنین ابزارهای اجرای هر گام ارائه شده، که در نهایت منجر به دستیابی به برنامه عملیاتی و رهنگاشت^۱ در راستای چشم‌انداز سند خواهد شد. در مراحل ۳ و ۴ این پروژه ارکان جهت‌ساز (شامل چشم‌انداز، اهداف و راهبردهای سند راهبردی و نقشه‌راه توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق و نیز اقدامات لازم برای تحقق آن تدوین و معین شد.

در این گزارش پس از بررسی نحوه تقسیم اقدامات به پروژه‌ها، اقدامات تدوین شده در مرحله ۴ به پروژه‌های اجرایی تقسیم می‌شوند و سپس فهرست پروژه‌های تعیین شده ارائه می‌گردد. در گام بعدی زمان و بودجه لازم برای تکمیل این پروژه‌ها مشخص شده و در ادامه متولیان و مجریان انجام پروژه‌ها بر اساس نگاشت نهادی تعیین می‌گردند. در نهایت، نقشه‌راه (رهنگاشت) مربوط به سند راهبردی و نقشه‌راه توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق بر اساس اقدامات تعیین شده ترسیم شده است.

^۱ - Road Map

فصل اول:

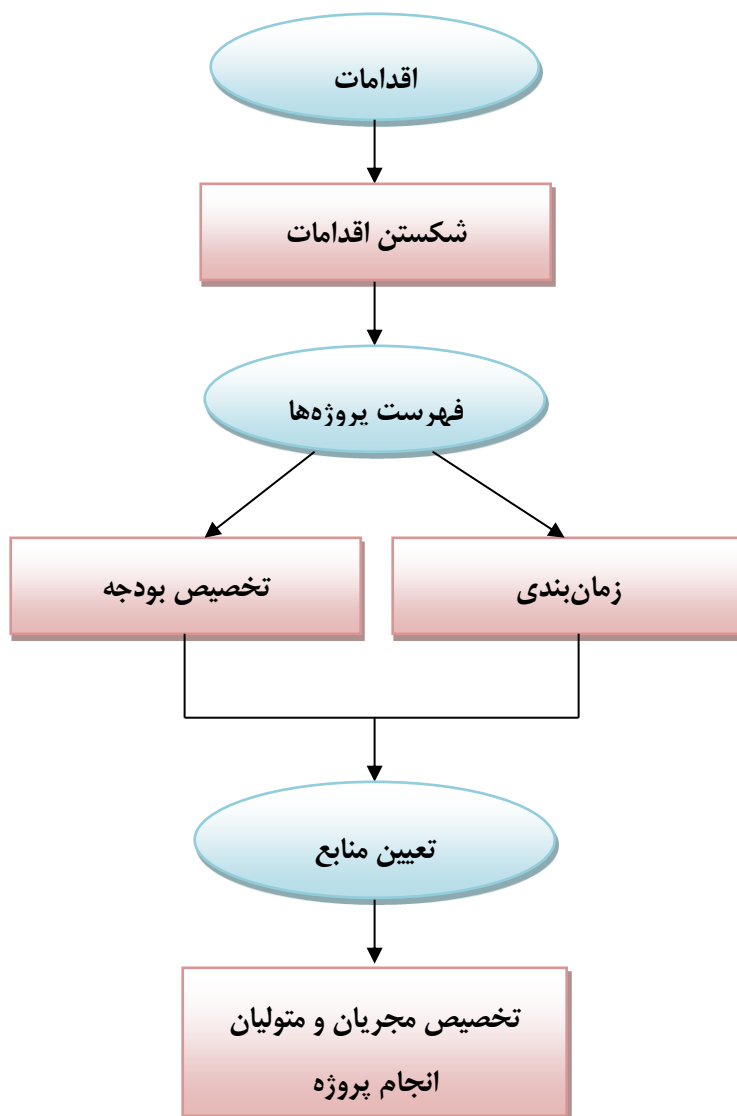
۱- تدوین پروژه های اجرایی (تخصیص زمان،
بودجه و متولی)

۱- مقدمه

در این بخش فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق توضیح داده می‌شود و در نهایت فهرست پروژه‌ها ارائه می‌شود. همان طور که اشاره شد، لازم است اقدامات تعیین شده در مرحله چهارم تدوین سند، به پروژه‌های اجرایی شکسته شوند. در واقع در این بخش باید مشخص گردد که چه پروژه یا مجموعه پروژه‌هایی باید در سالیان مختلف اجرا گردد تا با اجرای این پروژه‌ها بتوان اطمینان حاصل کرد که اقدامات، راهبردها، اهداف و در نهایت چشم‌انداز تدوین شده " سند راهبردی و نقشه راه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران " محقق شده است.

۱-۱- فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی

نحوه تعیین پروژه‌های اجرایی و استنتاج آن‌ها از اقدامات تدوین شده در مرحله چهارم سند امری مهم و ضروری است از این رو در این بخش فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی بررسی شده است. فرآیند تدوین برنامه عملیاتی در شکل (۱-۱) نشان داده شده است. مطابق این شکل، در مرحله اول باید اقدامات تدوین شده در مرحله ۴ شناسایی شده و بر اساس معیارهایی به پروژه‌ها شکسته شوند و فهرست پروژه‌ها استخراج شود. سپس زمان و بودجه مورد نیاز برای انجام هر یک از پروژه‌ها مشخص شده و از این طریق منابع لازم برای تحقق اقدامات تعیین می‌گردد. در نهایت با شناسایی نهادهای مرتبط در محیط داخلی و بیرونی و نقش آن‌ها، متولی و مجری انجام پروژه‌ها شناسایی می‌شود.

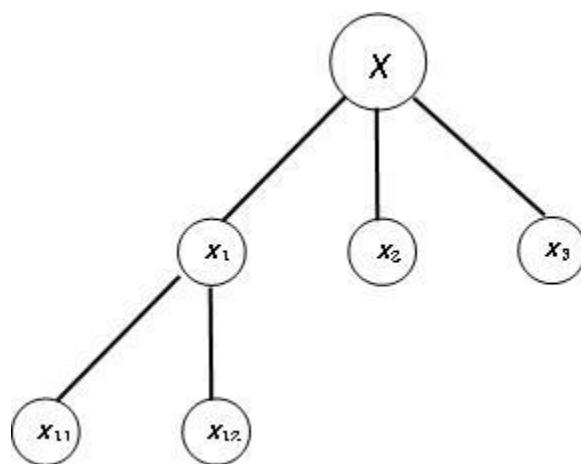


شکل (۱-۱): فرآیند تدوین برنامه‌های عملیاتی

۱-۲- شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی

مجموعه پروژه‌های اجرایی که از شکستن اقدامات به دست می‌آید، باید به نحوی جامع باشد که انجام صحیح آن‌ها منجر به تحقق اقدام مورد نظر شود و از همین رو در تعریف پروژه‌ها باید به جنبه‌های مختلف اقدام توجه شود. نکته حائز اهمیت دیگر در شکستن اقدامات، میزان و سطح شکستن اقدامات می‌باشد. همان گونه که یک اقدام می‌تواند به مجموعه‌ای از پروژه‌ها شکسته شود، هر پروژه نیز قابل شکسته شدن به مجموعه‌ای از فعالیت‌ها است و این روند را در مورد فعالیت‌ها نیز می‌توان ادامه داد. این مفهوم را

می‌توان به صورت ملموس‌تری در شکل (۲-۱) مشاهده نمود که در آن اقدام X به سه پروژه و پروژه شماره ۱ به دو فعالیت شکسته شده است. حال می‌توان مجموعه کل پروژه‌هایی که برای انجام اقدام X باید اجرا شوند را به دو صورت $X \equiv \{X_1, X_2, X_3\}$ و $X \equiv \{X_{11}, X_{12}, X_2, X_3\}$ ارائه نمود که تفاوت این دو در تعداد سطوح شکسته شدن اقدام است. بنابراین لازم است معیارهای مناسبی برای تعیین تعداد و سطح شکسته شدن اقدامات معرفی و تعیین گردد.



شکل (۲-۱): نحوه شکستن اقدام X

در این بررسی دو معیار به شرح زیر مبنای شکستن اقدامات به پروژه‌ها قرار می‌گیرد:

الف) میزان منابع لازم برای انجام پروژه اجرایی قابل تخمین باشد. به عبارتی در سطح خاصی می‌توان برآورد مناسبی از

میزان منابع مورد نیاز ارائه نمود.

ب) هر پروژه اجرایی در اندازه‌ای باشد که بتوان آن را به یک مجری محول نمود. به عبارتی اگر پروژه اجرایی به اندازه

کافی جزء نشده باشد، به طوری که گستردگی ابعاد مختلف پروژه امکان اختصاص آن به یک مجری را سلب نماید،

باید پروژه اجرایی مربوط به فعالیت‌های دیگری شکسته شود تا تخصیص آن به مجری واحد امکان‌پذیر باشد.

ساختار کلی شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی مشابه WBS^۱ می‌باشد که در بحث مدیریت پروژه تاکنون تحقیقات فراوانی در مورد آن صورت پذیرفته است.

نکته دیگر حصول اطمینان از جامعیت پروژه‌های اجرایی در راستای تحقق اقدامات می‌باشد. تاکنون الگوریتمی که تضمین نماید مجموعه پروژه‌های اجرایی منتخب برای تحقق اقدام کفایت می‌نماید ارائه نشده است. تنها با بهره‌گیری از قضاوت خبرگان، استفاده از تجارب پیشین و در صورت امکان به‌کارگیری ابزارهایی چون شبیه‌سازی می‌توان امیدوار بود مجموعه پروژه‌های اجرایی شرایط کافی برای حصول اقدامات را فراهم سازند.

۱-۲-۱- مبنای شکستن اقدامات

یکی از مسائل کلیدی دیگر در فرآیند شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی، تعیین مبنایی است که بر اساس آن شکستن اقدامات انجام شود. برای درک بهتر اقدام نمونه‌ای با عنوان تأسیس آزادراه را در نظر بگیرید. این اقدام می‌تواند بر دو مبنای جغرافیایی^۲ (راه‌سازی کوهستانی، بیابانی و جنگلی) و عملکردی^۳ (زیرسازی راه، روسازی و آسفالت، حفاظت حاشیه راه و ...) به پروژه‌های اجرایی زیرمجموعه خود شکسته شود. مبنای شکستن اقدامات مورد توجه بر اساس عوامل مختلفی تعیین می‌شود که در ادامه به مهم‌ترین این عوامل اشاره می‌شود.

الف) ساختار و فرهنگ حاکم: اگر در ساختار موجود کشور تقسیم‌بندی ویژه و یا هنجارهای پذیرفته شده اثرگذاری وجود داشته باشد، می‌توان شکستن پروژه‌های اجرایی را بر اساس آن‌ها جهت‌دهی کرد. به عنوان نمونه در مورد مثال فوق اگر سیستم راه‌سازی کشور بر اساس مناطق جغرافیایی در بخش‌های راه‌سازی کوهستانی، بیابانی و جنگلی شکل گرفته باشد که هر بخش توانایی‌ها و قابلیت‌های کلیدی لازم در حوزه فعالیت خود به دست آورده است، و بنابراین تقسیم‌بندی مذکور می‌تواند مبنای شکستن اقدامات قرار گیرد.

¹- Work-Breakdown-Structure

²- Geographical Base

³- Functional Base

ب) نیازمندی‌های فعلی: نیازمندی‌هایی که بر مبنای آن شکسته شدن اقدامات صورت می‌پذیرد در طول زمان قابل تغییر است. در مورد مثال اخیر ممکن است در فاز طراحی آژادراه‌ها نیازهای طراحی موجب شکستن پروژه‌های اجرایی بر مبنای جغرافیایی شود ولیکن در زمان اجرا نیازها تغییر کرده و مبنای عملکردی مورد استفاده قرار گیرد.

ج) منافع اقتصادی: میزان کسب درآمد از پروژه‌های اجرایی می‌تواند مبنایی برای شکستن اقدامات باشد. به عنوان مثال درآمدزا یا هزینه‌بر بودن پروژه‌های اجرایی از این جهت می‌تواند مبنای قرار گیرد که ابتدا پروژه‌های اجرایی درآمدزا انجام شوند و از درآمد حاصل برای انجام پروژه‌های اجرایی هزینه‌بر استفاده شود.

د) نظرات ذینفعان: از آنجایی که هدف از تحقق اقدامات در واقع برآوردن نیاز ذینفعان و کسب منافع توسط این گروه می‌باشد، ضروری است به نظرات ذینفعان در بخش‌های مختلف فرآیند پیاده‌سازی از جمله چگونگی شکستن اقدامات توجه شود.

در صورتی که تصمیم گرفته شود که تعدادی از پروژه‌های اجرایی نیز به زیرفعالیت‌ها شکسته شوند، می‌توان در شکستن دوم از مبنای دیگری استفاده نمود. به طور مثال در مرحله اول بر مبنای جغرافیایی و در مرحله دوم بر مبنای عملکردی شکستن انجام پذیرد.

۱-۲-۲- ابزارهای شکستن اقدامات

تاکنون مفاهیم و موضوعات کلیدی شکستن اقدامات مورد بحث و بررسی قرار گرفت، در این بخش چند ابزار برای انجام این مهم معرفی می‌گردد.

الف) تجزیه و تحلیل فرآیند استاندارد

در پیشینه برخی از اقدامات، فرآیند تجربه شده‌ای وجود دارد که به طور عام توسط نخبگان علمی آن حوزه مورد پذیرش است. چنین فرآیندهایی فرآیند استاندارد نامیده می‌شود و در صورتی که در مورد اقدامات خاصی فرآیند استاندارد وجود داشته باشد، پروژه‌های اجرایی ارائه شده در آن حوزه به عنوان مجموعه پروژه‌های اجرایی استاندارد پذیرفته می‌شوند.

ب) بهینه‌کاو

در صورتی که در راستای تحقق یک اقدام، فرآیند استاندارد وجود نداشته باشد و یا به علت عدم دسترسی قابل استفاده نباشد، از ابزار بهینه‌کاوی استفاده می‌شود. بهینه‌کاوی به معنی بررسی تجربه‌های انجام شده و یادگیری می‌باشد. اگرچه در این حالت به علت عدم وجود الگویی استاندارد، انتظار می‌رود تجربه‌های پیشین در ابعاد مختلفی با یکدیگر تفاوت داشته باشند، که از علل اصلی آن خواستگاه منطقه‌ای و ویژگی‌های خاصی است که فرآیند در قالب آن طراحی و اجرا شده است. یکی از مسائل کلیدی به‌کارگیری این ابزار چگونگی در کنار هم قرار دادن نتایج تجربه‌های مختلف برای دستیابی به الگویی مطلوب می‌باشد. اگر نتوان از این روش به مجموعه‌ای از پروژه‌های اجرایی قابل قبول دست یافت، از پروژه‌های اجرایی غیر نهایی به‌دست آمده می‌توان در ابزار علت- معلولی استفاده نمود.

ج) تحلیل علت معلولی

اساس این ابزار استفاده از نظرات خبرگان برای شکستن اقدامات به مجموعه پروژه‌های اجرایی می‌باشد. از همین رو حضور خبرگانی مسلط بر ابعاد مختلف اقدام مربوطه ضرورت و لازمه استفاده از این ابزار است. در ادامه چگونگی استفاده از این ابزار در جلسه‌ای با حضور خبرگان توضیح داده می‌شود.

گام ۱: در ابتدای جلسه توضیحات مربوط به معرفی اقدام ارائه می‌گردد تا کلیه افراد حاضر به نگرش یکسانی از اقدام مورد نظر دست یابند.

گام ۲: در یک طوفان فکری پروژه‌های اجرایی که از نظر خبرگان برای انجام اقدام مزبور ضروری به نظر می‌رسد مطرح شده و در معرض دید همگان قرار می‌گیرد.

حاضرین جلسه باید این نکته را مد نظر قرار دهند که در مرحله اول صرفاً اقدامات به پروژه‌های اجرایی اساسی تشکیل دهنده شکسته می‌شوند. از همین رو بهتر است از بیان مواردی که خود زیرفعالیت‌های پروژه‌های اجرایی اساسی به شمار می‌روند و یا قابل بیان شدن به شکل پروژه‌های اجرایی کلان‌تری هستند اجتناب ورزند. در صورتی که تصمیم گرفته شود برخی پروژه‌های اجرایی به زیرفعالیت‌های خود شکسته شوند، در مرحله دیگری فرآیند جاری در مورد آن پروژه‌های اجرایی تکرار می‌شود. به عبارتی در هر مرحله از به‌کارگیری این ابزار، شکستن تنها در یک سطح انجام می‌پذیرد.

پس از انجام این گام فهرست اولیه‌ای از پروژه‌های اجرایی پیشنهادی به دست می‌آید. در تکمیل این فهرست می‌توان از اطلاعات به دست آمده از دو ابزار دیگر به ویژه بهینه‌کاوی استفاده نمود.^۱

گام ۳: کلیه موارد موجود در لیست اولیه تحت سه عنوان زیر دسته‌بندی می‌شوند:

الف) پروژه‌های اجرایی اصلی تکمیل: پروژه‌های اجرایی هستند که اولاً در راستای تحقق اقدام مورد نظر انجام آن‌ها ضروری بوده و ثانیاً در بین سایر پروژه‌های اجرایی پیشنهاد شده موارد مشابه قابل جایگزینی با آن وجود ندارد.

ب) پروژه‌های اجرایی جایگزین: این دسته شامل آن بخش از پروژه‌های اجرایی ضروری است که در بین سایر پروژه‌های اجرایی، موارد مشابه قابل جایگزینی با آن‌ها یافت می‌شود. در این حالت هر گروه از پروژه‌های اجرایی مشابه در مجموعه‌هایی جمع می‌شوند که از آن‌ها تحت عنوان مجموعه‌های جایگزینی یاد می‌شود. سرانجام باید از هر یک از مجموعه‌های جایگزینی یک پروژه اجرایی انتخاب شود.

مجموعه‌های جایگزینی نباید با یکدیگر دارای اشتراک باشند. همچنین در صورتی که پروژه اجرایی قابل تخصیص به بیش از یک مجموعه جایگزینی باشد، آن پروژه اجرایی به چند بخش تفکیک شده و هر بخش به مجموعه مربوطه اختصاص می‌یابد.

ج) پروژه‌های اجرایی پشتیبانی: پروژه‌های اجرایی که در راستای تحقق یک اقدام، ضروری نیستند ولی می‌توانند فرآیند انجام اقدام مورد نظر را تقویت کرده و آن را تسریع بخشند.

در صورتی که پس از دسته‌بندی فوق مواردی وجود داشته باشند که به نوعی زیرفعالیت سایر پروژه‌های اجرایی اصلی یا پشتیبانی به حساب آیند، این موارد حذف شده، در صورت لزوم در شکستن پروژه‌های اجرایی به زیرفعالیت‌ها در مراحل بعد استفاده می‌شوند، و در غیر این صورت لازم است پروژه‌های اجرایی اصلی یا پشتیبان دیگری تعریف شود که دربرگیرنده موارد ذکر شده به عنوان زیرفعالیت خود باشد.

^۱ - ممکن است بتوان درمورد یک فعالیت از روش تحلیل فرآیند استاندارد و یا بهینه‌کاوی به نتیجه رسید، علی‌رغم این که در مورد اقدام بالادست استفاده از این دو ابزار نتیجه‌بخش نبوده باشد.

در مجموع مشخص می‌گردد که پروژه‌های اجرایی دسته‌بندی شده باید دارای دو ویژگی زیر باشند:

↳ در یک سطح باشند،

↳ غیر از پروژه‌های اجرایی درون یک مجموعه جایگزینی، سایر پروژه‌های اجرایی باید بدون هم‌پوشانی باشند. در غیر

این صورت باید تغییراتی در آن‌ها اعمال گردد تا همپوشانی موجود حذف شود.

۱-۲-۳- بازنگری نهایی و انتخاب پروژه‌های اجرایی

قبل از نهایی شدن پروژه‌های اجرایی، به منظور ارزیابی جوانب مختلف پروژه‌های ارائه شده و قضاوت در مورد موجه بودن یا عدم موجه بودن آن‌ها، هر پروژه اجرایی باید بر اساس معیارهای مختلفی از جمله معیارهای فنی، مالی و اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مورد ممیزی قرار گیرد. بر این اساس، پروژه‌های اجرایی به دست آمده در مرحله قبل مورد بازبینی قرار گرفته و پروژه‌هایی که از نظر معیارهای مختلف ناموجه باشند، کنار گذاشته می‌شوند. در واقع پروژه‌های اجرایی نهایی باید به نحو مطلوبی موجبات دستیابی به مقاصد سایر سطوح راهبردی را فراهم سازند. از همین‌رو ضروری است با نگاهی اجمالی به بازبینی گام‌های طی شده نواقص احتمالی پرداخته شود.

۱-۳- فهرست پروژه‌های اجرایی سند توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت

برق

با توجه به موارد مطرح شده در ابتدای این بخش در ارتباط با ضرورت و نحوه شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی، در این بخش، پروژه‌هایی شناسایی می‌شوند که اجرایی شدن آن‌ها منجر به تحقق اقدامات می‌گردد. با توجه به ابزارهای گوناگونی که جهت شکستن اقدامات در بخش قبل معرفی شده با بررسی‌های صورت گرفته این نتیجه حاصل شد که ابزار تحلیل علی-معلولی بهترین ابزار برای شکستن اقدامات در این طرح می‌باشد.

همان طور که در گزارش مرحله چهارم سند اشاره شد اقدامات مربوط به این سند در دو دسته اقدامات فنی و غیرفنی تدوین شد.

با توجه به سطح اقدامات غیرفنی تعریف شده در مرحله چهارم، تصمیم گرفته شد تا این اقدامات به سطح پایین‌تر شکسته نشود و

زمان‌بندی و بودجه‌بندی بر روی اقدامات انجام شود. اما در ارتباط با اقدامات فنی، با توجه به امکان شکستن اقدامات تصمیم بر این شد تا پروژه‌های اجرایی ذیل هر یک از اقدامات فنی تعریف شود. برای تدوین پروژه‌های اجرایی اقدامات فنی، ابتدا کارشناسان فنی سند راهبردی و نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق به طور مجزا فهرست پروژه‌های اولیه مربوط به خود را استخراج کردند و سپس در مرحله بعد با برگزاری جلسه‌ای با حضور تعدادی از خبرگان و کارشناسان حوزه مدیریت آلاینده‌ها (کمیته راهبری)، فهرست اولیه پروژه‌ها بررسی شد و پس از جمع‌بندی پروژه‌های اصلی جهت اجرایی شدن اقدامات شناسایی شدند. اسامی افراد حاضر در این جلسه به شرح ذیل است:

- جناب آقای جلالی
- جناب آقای سهرابی
- جناب آقای سرمدی
- جناب آقای صمدی
- جناب آقای مصطفایی
- جناب آقای شفیعی
- سرکار خانم داوری
- سرکار خانم جعفرزاده
- سرکار خانم آویشن
- سرکار خانم احمدی نژاد
- سرکار خانم دلاور مقدم

همان طور که در قسمت‌های قبل اشاره شد، مجموعه پروژه‌های اجرایی که از شکستن اقدامات به دست می‌آید، باید به نحوی جامع باشد که انجام صحیح آن‌ها منجر به تحقق اقدام مورد نظر شود در این بخش تلاش شده با استفاده از نظرات خبرگان و کارشناسان، جامعیت پروژه‌های اجرایی شناسایی شده برای هر اقدام حفظ شود. مورد دیگری که در رابطه با شکستن اقدامات باید

مورد توجه قرار گیرد، سطح شکسته شدن اقدامات است. در این طرح اقدامات تا سطحی شکسته شده‌اند که بتوان برای پروژه‌های اجرایی حاصل از شکستن آن‌ها زمان و بودجه تخصیص داده و همچنین مجری جهت اجرای آن‌ها مشخص نمود. در ادامه پروژه‌های شناسایی شده برای هر یک از اقدامات فنی و غیر فنی در جدول (۱-۱) و جدول (۲-۱) ارائه شده است.

جدول (۱-۱): پروژه‌های اجرایی حاصل از شکسته شدن اقدامات فنی تدوین شده سند

ردیف	عنوان پروژه‌ها
اقدام ۱: ساخت نمونه اولیه مشعل صنعتی کوچک DLN, LNB	
۱	امکان و بررسی ساخت و بومی سازی فناوری DLN, LNB
۲	کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB از طریق انتقال فناوری
۳	مطالعه و بررسی تکنولوژی های مورد استفاده در سیستم های کاهش NOx و کسب روابط حاکم بر فرآیند احتراق
۴	شبیه سازی CFD احتراق (استفاده از نرم افزارهای موجود، توسعه کد یا تهیه ماژول جهت تلفیق با نرم افزارهای موجود)
۵	طراحی و ساخت نمونه مشعل LNB با تزریق سوخت و هوای مرحله ای در سایز کوچک
۶	طراحی و ساخت مشعل LNB با برگشت داخلی محصولات احتراق
۷	طراحی و ساخت نمونه مشعل و سیستم کنترل مشعل DLN
۸	ساخت و تجهیز آزمایشگاه تست مشعل
اقدام ۲: تولید صنعتی غشای تماس دهنده MEMBRANE	
۹	کسب دانش فنی اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE
۱۰	امکانسنجی فنی-اقتصادی طرح برای استفاده از فناوری در نیروگاه های کشور
۱۱	ساخت آزمایشگاهی غشا (غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی)
۱۲	تجهیز آزمایشگاه غشا
۱۳	نصب و انجام تست های صنعتی
۱۴	ساخت واحد صنعتی غشا (غشاهای تماس دهنده، پلیمری)
۱۵	ساخت ماشین آلات تولید صنعتی غشاء
اقدام ۳: ساخت سیستم های Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی	
۱۶	مطالعه و بررسی استفاده از جلبک های بومی ایران در کاهش آلاینده های نیروگاهی و مقایسه آن با نمونه های خارجی و انتخاب بهترین گزینه ها
۱۷	امکان سنجی تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک تولید شده (سوخت زیستی)
۱۸	ساخت پایلوت تولید Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی
۱۹	انجام تست های مختلف بر روی پایلوت مانند تغییر شدت نور، تغییر غلظت CO ₂ و ...
۲۰	ساخت آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک
۲۱	نصب و بهره برداری از واحد تولید Microalgae در یک نیروگاه منتخب
اقدام ۴: ساخت صنعتی FGD و استفاده در نیروگاه های کشور	
۲۲	مطالعات امکانسنجی اجرای فناوری سولفور زدایی و انتخاب فناوری های برتر بر اساس شرایط کشور
۲۳	ساخت پایلوت نیمه صنعتی فناوری منتخب
۲۴	انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت
۲۵	اجرای پروژه ساخت در مقیاس صنعتی و نصب و بهره برداری در یک نیروگاه
اقدام ۵: ساخت ESP در مقیاس صنعتی و استفاده در نیروگاه های کشور	

ردیف	عنوان پروژه‌ها
۲۶	بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز
۲۷	بررسی امکان استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز
۲۸	ساخت پایلوت و انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی آن
۲۹	اجرای پروژه نصب و بهره برداری در یک نیروگاه زغال سوز
اقدام ۶: دستیابی به دانش فنی ساخت کاتالیست و ساخت پایلوت سیستم SCR	
۳۰	بررسی جانمایی کاتالیست روی سبدهای واحد پیش گرمکن هوای بویلر (بانگستروم)
۳۱	کسب دانش فنی افزایش سطح تماس و کارایی کاتالیست
۳۲	شبیه سازی واکنش های شیمیایی و کاتالیستی سیستم های SCR
۳۳	خرید نمونه های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی
۳۴	تست های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی
۳۵	طراحی و ساخت پایلوت سیستم SCR در مقیاس کوچک
۳۶	ساخت کاتالیست دما پایین جهت نصب در خروجی دودکش نیروگاه های بخاری و سیکل ترکیبی موجود
۳۷	ساخت کاتالیست دما بالا (ژئولیتی) برای استفاده در توربین های گاز
۳۸	تست و بهینه سازی فرآیند SCR و روش کنترل تزریق آمونیاک بر اساس نتایج پایلوت
اقدام ۷: ساخت پایلوت سیستم SNCR	
۳۹	طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR برای افزایش همزمان راندمان و کاهش نشتی آمونیاک
۴۰	بررسی استفاده همزمان SNCR با سیستم FGD تر به منظور حذف نشت آمونیاک و کمک به حذف SO2
۴۱	بررسی توزیع دما و رژیم جریان در بویلر نیروگاه های موجود و امکان سنجی اجرای این روش در آنها
۴۲	شبیه سازی فرآیند SNCR و روش های کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر
۴۳	طراحی ساخت پایلوت یا سیستم آزمایشگاهی SNCR
۴۴	اجرای سیستم SNCR در یک واحد نیروگاهی کوچک
اقدام ۸: ساخت ماژول های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه ها	
۴۵	بررسی فنی - اقتصادی و مقایسه روش های مستغرق و جانبی و انتخاب غشای مناسب برای ایران
۴۶	ساخت غشاهای با راندمان بالا و گرفتگی کم
۴۷	طراحی و ساخت پایلوت و تست های مربوطه
۴۸	ساخت ماژول های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه ها
اقدام ۹: ساخت صنعتی غشای مورد استفاده در تصفیه آب و پساب در فناوری Membrane	
۴۹	طراحی سیستم مبتنی بر غشا جهت حذف آلاینده های روغنی و سیستم شستشوی آن
۵۰	کسب دانش فنی ساخت دستگاه بازیاب انرژی از جریان غلیظ خروجی سیستم های اسمز معکوس
۵۱	طراحی و ساخت بستر تست ماژول سیستم اسمز معکوس
۵۲	ساخت مخازن Pressure Vessel تحت فشار مورد نیاز جهت قرارگیری ماژول های غشا
۵۳	ساخت نمونه صنعتی ماژول مورد استفاده در اسمز معکوس
اقدام ۱۰: تجهیز نیروگاه های کشور به سیستم های DAF (با تاکید بر استفاده از سیستم های ساخت داخل)	

ردیف	عنوان پروژه‌ها
۵۴	بررسی امکان استفاده از DAF و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانه‌های دارای دمای بالا از طریق آزمایشات پایلوت
۵۵	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)	
۵۶	بررسی فناوری‌های متعارف دستگامی و، هیبریدی و امکان‌سنجی اقتصادی طرح‌ها
۵۷	طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم VC
۵۸	طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم MED
۵۹	طراحی، ساخت و اجرای یک واحد تبخیرکننده بر پایه حرارت اتلافی از نیروگاه گازی
۶۰	ساخت سیستم‌های VC و MED جهت نصب در نیروگاه‌ها
اقدام ۱۲: نصب و پیاده سازی روش‌های تصفیه شیمیایی در نیروگاه‌ها	
۶۱	مطالعه روش‌های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی
۶۲	ساخت پایلوت روش منتخب
۶۳	ایجاد یک آزمایشگاه تصفیه خاک در صنعت برق
۶۴	پیاده سازی روش‌های تصفیه شیمیایی در یک نیروگاه
اقدام ۱۳: نصب و پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی در نیروگاه‌ها	
۶۵	بررسی روش‌های بهبود عملکرد این فناوری از طریق اصلاحات ژنتیکی
۶۶	مطالعه روش‌های تصفیه زیستی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی
۶۷	شناسایی انواع الودگی‌های خاک و شناسایی میکروارگانیسم‌های از بین برنده آن‌ها در نیروگاه‌ها
۶۸	ساخت پایلوت روش‌های منتخب
۶۹	ایجاد یک آزمایشگاه بیو تکنولوژی خاک در صنعت برق
۷۰	پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی در یک نیروگاه

جدول (۲-۱): اقدامات غیرفنی در توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها

ردیف	اقدامات
۱	حمایت از انجام پایان‌نامه‌ها و مقالات در حوزه مدیریت آلاینده ها به شکل کمک‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی
۲	ایجاد و به‌روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آن‌ها در این بانک اطلاعاتی
۳	کمک به جذب و پذیرش واحدهای تحقیقاتی در مراکز رشد جهت کمک به صنعتی شدن دانش به دست آمده در حوزه مدیریت آلاینده ها
۴	کمک به تأمین مالی مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها
۵	تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها میان دانشگاه‌ها و صنعت برق
۶	برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با حوزه مدیریت آلاینده ها
۷	اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه صنعتی‌سازی فناوری‌های مدیریت آلاینده ها
۸	حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه مدیریت آلاینده ها

۴-۱- تخصیص منابع

در برنامه‌ریزی عملیاتی تخصیص منابع فرآیند تصمیم‌گیری در مورد چگونگی به‌کارگیری منابع موجود به منظور نیل به مقاصد تعیین شده، به ویژه در کوتاه‌مدت مشخص می‌گردد. تخصیص منابع در سطوح مختلف راهبردی از جمله اقدامات، پروژه‌های اجرایی، فعالیت‌ها و سایر سطوح بالاتر قابل تعریف است. همان طور که در بخش قبل عنوان شد یکی از معیارهای مورد توجه در تعیین تعداد سطوحی که اقدامات شکسته می‌شوند، رسیدن به سطحی است که در آن بتوان منابع لازم را برآورد نمود. این برآورد بر دو مبنا صورت می‌پذیرد:

الف) تجربه‌های پیشین

ب) نظر خبرگان

منابعی که در برنامه عملیاتی این سند مورد توجه قرار خواهند گرفت، عبارتند از هزینه، زمان و در صورت لزوم منابعی چون دانش و فناوری. تأمین منابع انسانی با استفاده از هزینه اختصاص یافته توسط مجری فعالیت صورت می‌پذیرد. البته هزینه نیروی

انسانی برآورد شده و جزء منابع مالی به مجری تخصیص می‌یابد. با توجه به محدود بودن زمان، جهت دستیابی به اهداف در زمان مورد نظر، مدت زمان لازم برای انجام هر پروژه، باید به عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع اجرایی شدن پروژه‌ها، به درستی مشخص گردد. لازم به ذکر است که در این پروژه تخصیص زمان یک فرآیند تخصیص منابع محدود می‌باشد. به عبارتی کل زمان در دسترس برای تحقق پروژه‌های اجرایی از قبل تعیین شده و هر پروژه باید در مدت زمان خاص خود به اتمام برسد. از طرف دیگر منابع مالی به عنوان منابع نامحدود در نظر گرفته می‌شوند. بنابراین برای هر پروژه اجرایی هزینه لازم برآورد شده و برای انجام آن پروژه تخصیص داده می‌شود. منابع لازم برای سطوح بالاتر از جمله اقدامات در حالت کلی برابر مجموع هزینه‌های سطوح پایین‌دست می‌باشد.^۱ در این بخش زمان و بودجه تخمینی لازم برای انجام اقدامات غیرفنی و پروژه‌های مربوط به اقدامات فنی به ترتیب در جدول (۳-۱) و جدول (۴-۱) ارائه شده است. زمان‌بندی دقیق پروژه‌ها می‌تواند به ترسیم صحیح رهنگاشت کمک کند.

جدول (۳-۱): بودجه‌بندی و زمان‌بندی اقدامات غیرفنی غیر مدیریتی در توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها

ردیف	اقدامات	مدت زمان (سال)	بودجه (میلیون تومان)		
			کل	آزمایشگاهی و تجهیزات	نیروی انسانی	حمایت مالی
۱	حمایت از انجام پایان‌نامه‌ها و مقالات در حوزه مدیریت آلاینده ها به شکل کمک‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی	۱۰			
۲	ایجاد و به‌روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آن‌ها در این بانک اطلاعاتی	۸			
۳	کمک به جذب و پذیرش واحدهای تحقیقاتی در مراکز رشد جهت کمک به صنعتی شدن دانش به دست آمده در حوزه مدیریت آلاینده ها	۷			
۴	کمک به تأمین مالی مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها	۸			
۵	تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها میان دانشگاه‌ها و صنعت برق	۷			

^۱ - مسأله مهمی که در تخصیص منابع مالی محدود مورد ملاحظه قرار می‌گیرد اولویت‌بندی فعالیت‌ها به گونه‌ای است که مشخص باشد منابع اضافی که احیاناً در طول پروژه اختصاص می‌یابند به کدام یک از آنها تعلق گرفته و در صورت کاهش منابع کدامیک با کمبود مواجه می‌شوند. این ملاحظه برای پروژه جاری وجود ندارد.

ردیف	اقدامات	مدت زمان (سال)	بودجه (میلیون تومان)		
			کل	آزمایشگاهی و تجهیزات	نیروی انسانی	حمایت مالی
۶	برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با حوزه مدیریت آلاینده‌ها	۶			
۷	اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه صنعتی‌سازی فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها	۶			
۸	حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه مدیریت آلاینده‌ها	۷			

جدول (۱-۴): بودجه‌بندی و زمان‌بندی پروژه‌های مربوط به پروژه‌های اقدامات فنی در توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها

ردیف	پروژه	مدت زمان (سال)	بودجه (میلیون تومان)		
			کل	مواد مصرفی و آزمایشگاه	نیروی انسانی	قطعات و تجهیزات
اقدام ۱: ساخت نمونه اولیه مشعل صنعتی کوچک DLN, LNB					
۱	امکان و بررسی ساخت و بومی سازی فناوری DLN, LNB	۱			
۲	کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB از طریق انتقال فناوری	۳			
۳	مطالعه و بررسی تکنولوژی‌های مورد استفاده در سیستم‌های کاهش NOx و کسب روابط حاکم بر فرآیند احتراق	۲			
۴	شبیه‌سازی CFD احتراق (استفاده از نرم‌افزارهای موجود، توسعه کد یا تهیه ماژول جهت تلفیق با نرم‌افزارهای موجود)	۲			
۵	طراحی و ساخت نمونه مشعل LNB با تزریق سوخت و هوای مرحله‌ای در ساینز کوچک	۳			
۶	طراحی و ساخت مشعل LNB با برگشت داخلی محصولات احتراق	۱,۵			
۷	طراحی و ساخت نمونه مشعل و سیستم کنترل مشعل DLN	۳			
۸	ساخت و تجهیز آزمایشگاه تست مشعل	۲			
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال			مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان		
اقدام ۲: تولید صنعتی غشای تماس دهنده MEMBRANE					
۹	کسب دانش فنی اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE	۱			
۱۰	امکان‌سنجی فنی-اقتصادی طرح برای استفاده از فناوری در نیروگاه‌های کشور	۱			

ردیف	پروژه	مدت زمان (سال)	بودجه (میلیون تومان)
۱۱	ساخت آزمایشگاهی غشا (غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی)	۲	
۱۲	تجهیز آزمایشگاه غشا	۱,۵	
۱۳	نصب و انجام تست‌های صنعتی	۱,۵	
۱۴	ساخت واحد صنعتی غشا (غشاهای تماس‌دهنده، پلیمری)	۳	
۱۵	ساخت ماشین آلات تولید صنعتی غشاء	۲	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال		مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان	
اقدام ۳: ساخت سیستم‌های Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی			
۱۶	مطالعه و بررسی استفاده از جلبک‌های بومی ایران در کاهش آلاینده‌های نیروگاهی و مقایسه آن با نمونه‌های خارجی و انتخاب بهترین گزینه‌ها	۱	
۱۷	امکان‌سنجی تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک تولید شده (سوخت زیستی)	۱	
۱۸	ساخت پایلوت تولید Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی	۲	
۱۹	انجام تست‌های مختلف بر روی پایلوت مانند تغییر شدت نور، تغییر غلظت CO ₂ و ...	۳	
۲۰	ساخت آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک	۱,۵	
۲۱	نصب و بهره‌برداری از واحد تولید Microalgae در یک نیروگاه منتخب	۲,۵	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال		مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان	
اقدام ۴: ساخت صنعتی FGD و استفاده در نیروگاه‌های کشور			
۲۲	مطالعات امکان‌سنجی اجرای فناوری سولفورزدایی و انتخاب فناوری‌های برتر بر اساس شرایط کشور	۲	
۲۳	ساخت پایلوت نیمه صنعتی فناوری منتخب	۳	
۲۴	انجام تست‌های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت	۱,۵	
۲۵	اجرای پروژه ساخت در مقیاس صنعتی و نصب و بهره‌برداری در یک نیروگاه	۵	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال		مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان	
اقدام ۵: ساخت ESP در مقیاس صنعتی و استفاده در نیروگاه‌های کشور			
۲۶	بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه‌های زغال‌سوز	۱	
۲۷	بررسی امکان استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه‌های زغال‌سوز	۱	
۲۸	ساخت پایلوت و انجام تست‌های مختلف نیمه صنعتی بر روی آن	۳	
۲۹	اجرای پروژه نصب و بهره‌برداری در یک نیروگاه زغال‌سوز	۳	

ردیف	پروژه	مدت زمان (سال)	بودجه (میلیون تومان)
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۸ سال		مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان	
اقدام ۶: دستیابی به دانش فنی ساخت کاتالیست و ساخت پایلوت سیستم SCR			
۳۰	بررسی جانمایی کاتالیست روی سبدهای واحد پیش گرمکن هوای بویلر (یانگستروم)	۱	
۳۱	افزایش سطح تماس و کارایی کاتالیست	۲	
۳۲	شبیه سازی واکنش های شیمیایی و کاتالیستی سیستمهای SCR	۲	
۳۳	خرید نمونه های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی	۱	
۳۴	تست های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی	۱	
۳۵	طراحی و ساخت پایلوت سیستم SCR در مقیاس کوچک	۲	
۳۶	ساخت کاتالیست دما پایین جهت نصب در خروجی دودکش نیروگاههای بخاری و سیکل ترکیبی موجود	۲,۵	
۳۷	ساخت کاتالیست دما بالا (ژئولیتی) برای استفاده در توربینهای گاز	۲,۵	
۳۸	تست و بهینه سازی فرآیند SCR و روش کنترل تزریق آمونیاک بر اساس نتایج پایلوت	۱,۵	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال		مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان	
اقدام ۷: ساخت پایلوت سیستم SNCR			
۳۹	طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR برای افزایش همزمان راندمان و کاهش نشتی آمونیاک	۱	
۴۰	بررسی استفاده همزمان SNCR با سیستم FGD تر به منظور حذف نشت آمونیاک و کمک به حذف SO ₂	۱,۵	
۴۱	بررسی توزیع دما و رژیم جریان در بویلر نیروگاههای موجود و امکان سنجی اجرای این روش در آنها	۲,۵	
۴۲	شبیه سازی فرآیند SNCR و روشهای کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر	۱	
۴۳	طراحی ساخت پایلوت یا سیستم آزمایشگاهی SNCR	۲	
۴۴	اجرای سیستم SNCR در یک واحد نیروگاهی کوچک	۲	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال		مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان	
اقدام ۸: ساخت ماژول های صنعتی MBR و نصب در نیروگاهها			
۴۵	بررسی فنی - اقتصادی و مقایسه روش های مستغرق و جانبی و انتخاب غشای مناسب برای ایران	۲	
۴۶	ساخت غشاهای با راندمان بالا و گرفتگی کم	۳	
۴۷	طراحی و ساخت پایلوت و تست های مربوطه	۲	
۴۸	ساخت ماژول های صنعتی MBR و نصب در نیروگاهها	۳	

ردیف	پروژه	مدت زمان (سال)	بودجه (میلیون تومان)
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال		مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان	
اقدام ۹: ساخت صنعتی غشای مورد استفاده در تصفیه آب و پساب در فناوری Membrane			
۴۹	طراحی سیستم مبتنی بر غشا جهت حذف آلاینده‌های روغنی و سیستم شستشوی آن	۲	
۵۰	کسب دانش فنی ساخت دستگاه بازیاب انرژی از جریان غلیظ خروجی سیستم‌های اسمز معکوس	۱,۵	
۵۱	طراحی و ساخت بستر تست ماژول سیستم اسمز معکوس	۲,۵	
۵۲	ساخت مخازن Pressure Vessel تحت فشار مورد نیاز جهت قرارگیری ماژولهای غشا	۲	
۵۳	ساخت نمونه صنعتی ماژول مورد استفاده در اسمز معکوس	۳	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۹ سال		مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان	
اقدام ۱۰: تجهیز نیروگاه‌های کشور به سیستم‌های DAF (با تاکید بر استفاده از سیستم‌های ساخت داخل)			
۵۴	بررسی امکان استفاده از DAF و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا از طریق آزمایشات پیلوت	۲	
۵۵	بررسی امکانسنجی اقتصادی طرح‌های مربوط به نصب سیستم DAF در نیروگاه‌ها و ارائه خدمات مشاوره‌ای به آن‌ها	۸	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال		مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان	
اقدام ۱۱: تجهیز نیروگاه‌های کشور به سیستم‌های تبخیری (با تاکید بر استفاده از سیستم‌های ساخت داخل)			
۵۶	بررسی فناوری‌های متعارف دستگاهی و، هیبریدی و امکانسنجی اقتصادی طرح‌ها	۱,۵	
۵۷	طراحی و ساخت یک نمونه پیلوت سیستم VC	۳	
۵۸	طراحی و ساخت یک نمونه پیلوت سیستم MED	۳	
۵۹	طراحی، ساخت و اجرای یک واحد تبخیرکننده بر پایه حرارت اتلافی از نیروگاه گازی	۲,۵	
۶۰	ساخت سیستم‌های VC و MED جهت نصب در نیروگاه‌ها	۳	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال		مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان	
اقدام ۱۲: نصب و پیاده سازی روش‌های تصفیه شیمیایی خاک در نیروگاه‌ها			
۶۱	مطالعه روش‌های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی	۱,۵	
۶۲	ساخت پیلوت روش منتخب	۱,۵	
۶۳	ایجاد یک آزمایشگاه تصفیه خاک در صنعت برق	۲	
۶۴	پیاده سازی روش‌های تصفیه شیمیایی در یک نیروگاه	۲,۵	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۷,۵ سال		مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان	
اقدام ۱۳: نصب و پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی خاک در نیروگاه‌ها			

ردیف	پروژه	مدت زمان (سال)	بودجه (میلیون تومان)
۶۵	بررسی روش‌های بهبود عملکرد این فناوری از طریق اصلاحات ژنتیکی	۱,۵	
۶۶	مطالعه روشهای تصفیه زیستی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی	۱,۵	
۶۷	شناسایی انواع الودگی های خاک و شناسایی میکروارگانیسم های از بین برنده آن ها در نیروگاه ها	۲	
۶۸	ساخت پابلوت روش‌های منتخب	۲	
۶۹	ایجاد یک آزمایشگاه بیو تکنولوژی خاک در صنعت برق	۲,۵	
۷۰	پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی در یک نیروگاه	۲,۵	
مجموع مدت زمان مورد نیاز اقدام: ۱۰ سال			مجموع بودجه مورد نیاز اقدام: میلیون تومان

۱-۵- تقسیم کار ملی (نگاشت نهادی مطلوب)

پس از تعیین پروژه‌های اجرایی و محاسبه زمان لازم برای اجرایی شدن هر پروژه، در این بخش با یک نگاشت نهادی مطلوب، مجریان پروژه‌های اجرایی برای توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق شناسایی خواهند شد. جهت شناسایی مجریان انجام هر پروژه، ابتدا باید کلیه بازیگران حوزه مدیریت آلاینده ها شناسایی شوند، لازمه انجام این ترسیم نگاشت نهادی محیط داخلی و بیرونی و تحلیل وضع موجود است، که با استفاده از آن‌ها وضع مطلوب نهادی ترسیم می‌گردد. در ادامه ابتدا توضیح مختصری در رابطه با نگاشت نهادی و کارکردهای آن بیان شده، سپس نگاشت نهادی فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق ترسیم شده است. در انتها با توجه به نگاشت نهادی ترسیم شده متولیان پروژه‌های اجرایی مشخص می‌شوند.

۱-۵-۱- نگاشت نهادی^۱

تعدد سازمان‌ها و نهادهای خصوصی و دولتی که هر یک به نوعی در حوزه مدیریت آلاینده ها نقش آفرینی می‌کنند از یک سو و تنوع نقش‌هایی که باید در توسعه این سیستم‌ها ایفا شود از سوی دیگر سبب اهمیت یافتن نیاز به بررسی و تحلیل دقیق توسعه این سیستم‌ها از منظر نهادی (ساختاری) می‌شود. برای تحلیل وضعیت ساختاری می‌توان از روش‌های مختلفی نظیر نگاشت نهادی استفاده کرد. به کمک نگاشت نهادی به خوبی می‌توان وضعیت بازیگران مختلف موجود در یک صنعت و وضعیت ایفای نقش آن‌ها

¹ - Institutional mapping

را بررسی و تحلیل نمود. نگاشت نهادی، ماتریسی است که در یک بعد سازمان‌ها و نهادهای درگیر در این حوزه و در بعد دیگر انواع نقش‌هایی که این سازمان‌ها به عهده می‌گیرند را نمایش می‌دهد. در واقع تکمیل نگاشت نهادی به این معناست که هر یک از این سازمان‌ها و نهادها چگونه در این حوزه نقش‌آفرینی می‌کنند. بنابراین با تحلیل نگاشت نهادی موارد زیر را می‌توان دریافت:

↔ آیا نقشی وجود دارد که متولی نداشته باشد؟

↔ در یک نقش مشخص چه سازمان‌ها یا نهادهایی فعالیت دارند؟ تعدد سازمان‌ها و نهادها چگونه است؟ در صورت

کثرت نهادها آیا نیازی به مدیریت یکپارچه نهادهای فعال وجود دارد؟

↔ میزان درگیر بودن نهادهای مرتبط و غیرمرتبط در نقش چگونه است؟ آیا نقشی وجود دارد که هیچ نهاد مرتبطی در

آن فعالیت ندارد؟

↔ آیا در نقش مورد نظر، نیاز به وجود نهادی متمرکز احساس می‌شود؟

↔ آیا نهادهای غیردولتی در نقش مورد نظر می‌توانند جایگزین نهادهای دولتی شوند؟

نگاشت نهادی یکی از ابزارهای مطالعه سیستم نوآوری است. نظام ملی نوآوری مجموعه‌ای است از مؤسسات مجزا که به طور مشترک یا انفرادی به توسعه و انتشار فناوری‌های جدید کمک می‌کنند. این مؤسسات چهارچوبی فراهم می‌کنند که دولت‌ها بتوانند در آن چهارچوب، سیاست‌هایی جهت تأثیرگذاری بر فرآیند نوآوری را شکل داده و اجرا نمایند.

در یک سطح عمومی کارکرد اصلی یا کلی نظام‌های نوآوری، تعقیب و انجام فرآیندهای نوآوری یا به عبارت دیگر «خلق، اشاعه و بهره‌برداری» از نوآوری‌ها است. بنابراین کارکرد اصلی هر نظام نوآوری تولید، اشاعه و به‌کارگیری دانش و نوآوری می‌باشد. از نظر ادکویست، عواملی که بر خلق، اشاعه و بهره‌برداری از نوآوری‌ها تأثیرگذار باشند، فعالیت محسوب می‌شوند. به عنوان مثال تحقیق و توسعه (به عنوان ابزاری برای تولید دانش)، یکی از فعالیت‌های نظام نوآوری است. تأمین منابع مالی به منظور تجاری‌سازی دانش نیز یک فعالیت است.

نگاشت نهادی چارچوبی است که با نمایی ساده و جامع وضعیت موجود سیستم نوآوری را نشان می‌دهد و با بررسی آن می‌توان

نقایص موجود در اجزا و روابط میان اجزای سیستم را شناسایی و تحلیل نمود. در این روش سعی می‌شود تا میزان و کیفیت روابط

موجود میان نهادها در سیستم نوآوری ترسیم شده و همچنین چگونگی مشارکت میان بخش خصوصی و دولتی تبیین شود. با استفاده از این روش تحلیلی، نقش نسبی هر کدام از بازیگران فعال در نظام ملی نوآوری همچون دولت، دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و همچنین بنگاه‌های خصوصی در فرایند نوآوری به دست می‌آید.

۱-۵-۲- انواع نقش‌ها در نگاشت نهادی

کارکردهای اصلی یک نظام ملی نوآوری به چهار دسته اصلی سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیل‌گری و ارائه خدمات تقسیم می‌شود. در فرآیند توسعه صنعتی، یکی از پرسش‌های اساسی این است که کدام مجموعه از تصمیمات سیاست‌گذاری و نهادسازی و نیز اقدامات اجرایی در سطح کلان ملی و در سطح صنعت، به عنوان زمینه‌ساز موفقیت توسعه صنعتی باید مورد توجه قرار گیرد؟ نکته مهم در پاسخ به این سؤال آن است که این مجموعه اقدامات، به خودی خود شکل نمی‌گیرد، بلکه نیازمند نقش مؤثر دولت است. بنابراین تبیین جایگاه و حوزه وظایف دولت در فرآیند توسعه صنعتی به صورت یکی از مباحث جدال‌انگیز ادبیات جدید توسعه درآمده است. در ادامه به تبیین هر یک از نقش‌های چهارگانه پرداخته می‌شود.

۱-۵-۲-۱. سیاست‌گذاری

سیاست‌گذار نهادی است که برنامه‌های پیگیری شده توسط دولت، کسب‌وکارها و غیره 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. در واقع، سیاست می‌تواند شکل‌های مختلفی مانند سیاست‌های غیرمداخله‌ای، تنظیم، تشویق تغییرات داوطلبانه (مانند کمک‌های مالی) و ارائه خدمات عمومی به خود بگیرد.

۱-۵-۲-۲. تنظیم‌گری

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

← تعیین و جمع‌آوری مالیات‌ها و دیگر درآمدها و ...

در مجموع سه عامل اصلی بر شکل، کارکرد و دامنه سیاست‌های تنظیم‌گری تأثیر دارند:

۱- اهداف و منابع تنظیم‌گری

۲- ساختار نهادی محیط تنظیم‌گری

۳- شرایط مختلف صنعت در محیط تنظیم‌گری

اهداف مختلف تنظیم‌گری آثار مستقیم مختلفی بر نوع تنظیم‌گری استفاده شده به جای می‌گذارند. اگر اهداف خاص در تنظیم‌گری مد نظر باشد، شکل، کارکرد و دامنه سیاست‌های تنظیم‌گری نیز تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند. منابع محدود نیز می‌تواند بر ماهیت و طبیعت تنظیم‌گری اثرگذار باشد، این مسئله می‌تواند به واکنشی شدن سیاست‌های تنظیم‌گری منجر شود. ساختار نهادی و تشکیلاتی کشورها نیز بر قابلیت‌ها و توانایی‌های سازمان‌های تنظیم‌گر مؤثر است. در صورتی که محدودیت‌های اعمال شده از سوی حکومت بر نهاد تنظیم‌گر زیاد شود، توانایی‌های این نهاد برای اعمال جرائم و پاداش‌ها نیز کاهش می‌یابد. در شرایطی که فناوری‌های موجود در بازار، رقابت را میان عرضه‌کنندگان افزایش دهد، توانایی‌های تنظیم‌گران نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در این حالت‌ها تقاضاکنندگان در بازار نیز از قدرت خرید بالایی برخوردار هستند و عملاً سیاست‌های دستور و کنترل نمی‌تواند کارایی لازم را داشته باشد.

۱-۵-۲-۳. تسهیل‌گری

تسهیل‌کنندگان در واقع 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 غیردولتی، انجمن‌های صنعتی و کارفرمایان و عامل‌های دولتی باشد. در مجموع نقش تسهیل‌گری دارای زیرنقش‌های زیر می‌باشد:

- ↔ تسهیل‌گری در بعد فناوری
- ↔ تسهیل‌گری منابع دانشی
- ↔ تسهیل‌گری منابع مالی
- ↔ تسهیل‌گری ظرفیت‌سازی و ترویج
- ↔ تسهیل‌گری توسعه ارتباطات

۱-۵-۲-۴. ارائه‌دهنده کالا و خدمات

ارائه‌دهندگان شامل دو گروه ارائه‌دهندگان خدمات آموزشی-پرورشی و ارائه‌دهندگان خدمات صنعتی می‌شود.

- ↔ ارائه‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی: این دسته تأمین‌کننده خدمات آموزشی و پژوهشی شامل دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسساتی هستند، که در زمینه آموزش و پژوهش در حوزه مدیریت آلاینده‌ها فعالیت می‌کنند.
- ↔ ارائه‌کننده خدمات صنعتی: این گروه شامل شرکت‌هایی هستند که در زمینه تولید یا تأمین تجهیزات مورد نیاز توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق فعالیت می‌کنند. این شرکت‌ها ممکن است سازنده تمام قطعات نبوده و ترکیبی از عملیات طراحی، ساخت و مونتاژ ادوات را انجام دهند و یا ارائه‌کننده محصول یا خدمتی به تولیدکنندگان فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها باشند.

۱-۵-۳- طراحی نگاشت نهادی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق

با توجه به موارد ارائه شده در رابطه با نگاشت نهادی و کارکردهای اصلی آن، در این بخش به طراحی نگاشت توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق پرداخته شده است. به منظور طراحی نگاشت نهادی مطلوب باید سه مرحله اصلی انجام شود، که این مراحل به ترتیب اجرا عبارتند از: شناسایی سازمان ها و نهادهای مرتبط با حوزه تدوین سند، شناسایی روابط میان بنگاهی بین نهادها و سازمان های موجود و تهیه ماتریس نهاد کارکرد برای وضع موجود. در ادامه مراحل ذکر شده در رابطه با توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق انجام شده است.

۱-۵-۳-۱. شناسایی سازمان ها و نهادهای مرتبط با توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت

برق

نهادهای اصلی مرتبط با توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق از طریق جستجو و بررسی اسناد، مدارک و گزارش های داخلی شناسایی شدند و سپس با مطالعه ساختار سازمانی هر یک از سازمان ها و مطالعه شرح وظایف و اهداف در نظر گرفته شده برای سازمان ها و نهادهای تابعه و وابسته هر یک از آنها نهادهای مختلف فعال در زمینه کارکردهای نظام نوآوری مورد شناسایی قرار گرفت. کنشگران شناسایی شده در حوزه مدیریت آلاینده ها شامل موارد زیر می باشد که در پیوست توضیحی از وظایف هر کدام آورده شده است.

۱- مجمع تشخیص مصلحت نظام

۲- مجلس شورای اسلامی

۳- وزارت نیرو

۴- شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری

۵- وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

۶- وزارت صنعت، معدن و تجارت

۷- وزارت نفت

- ۸- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
- ۹- شورای عالی امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران
- ۱۰- سازمان حفاظت محیط زیست
- ۱۱- کمیسیون امور زیربنایی، صنعت و محیط‌زیست
- ۱۲- وزارت جهاد کشاورزی
- ۱۳- معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
- ۱۴- معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
- ۱۵- شرکت توانیر
- ۱۶- سازمان توسعه برق ایران
- ۱۷- بخش محیط‌زیست دفتر پشتیبانی فنی تولید توانیر
- ۱۸- مرکز ملی آلودگی هوا و تغییر اقلیم
- ۱۹- دفتر پایش فراگیر
- ۲۰- دفتر آب و خاک سازمان حفاظت محیط‌زیست
- ۲۱- دفتر وزارت صنعت، معدن و تجارت
- ۲۲- دفتر استانداردهای فنی و مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی برق و انرژی
- ۲۳- سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)
- ۲۴- سازمان ملی بهره‌وری ایران
- ۲۵- دفتر تحقیقات برق توانیر
- ۲۶- سندیکای شرکت‌های تولیدکننده برق
- ۲۷- سندیکای صنعت برق
- ۲۸- سازمان ملی استاندارد ایران

- ۲۹- پژوهشگاه نیرو (وزارت نیرو)
- ۳۰- پژوهشگاه نفت (پژوهشکده پلیمر)
- ۳۱- پژوهشگاه مواد و انرژی
- ۳۲- پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی
- ۳۳- سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی
- ۳۴- پژوهشکده آبی پروری بندر انزلی
- ۳۵- مرکز تحقیقات آب (وزارت نیرو)
- ۳۶- مرکز بهبود و بهره‌وری آب (وزارت نیرو)
- ۳۷- دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی
- ۳۸- صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور
- ۳۹- صندوق توسعه فناوری‌های نوین
- ۴۰- صندوق حمایت از طرح‌های نوآورانه در پژوهشگاه نیرو
- ۴۱- صندوق غیردولتی پژوهش و فناوری صنعت برق
- ۴۲- شرکت‌های تولید برق
- ۴۳- شرکت‌های برق منطقه‌ای
- ۴۴- شرکت توزیع برق
- ۴۵- شرکت‌های تأمین‌کننده مواد و تجهیزات آزمایشگاهی

۱-۵-۳-۲. شناخت روابط میان بنگاهی بین نهادهای موجود در حوزه توسعه فناوری های مدیریت

آلاینده ها در صنعت برق

در این بخش، تلاش شده است تا ضمن شناسایی و بررسی تعاملات موجود میان نهادهای مختلف و توجه به کارکرد اصلی آن‌ها در نظام توسعه این فناوری، نقاط ضعف، کاستی‌ها و گسستگی‌ها در این زمینه مشخص شود. کارکردهایی که با توجه به نظام نوآوری در نگاشت نهادی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق به‌کاربرده شده است شامل: سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیل‌گری، ارائه‌دهنده کالا و خدمات (آموزشی، پژوهشی و صنعتی) می‌باشد.

۱-۵-۳-۳. تهیه ماتریس نهاد-کارکرد برای وضع موجود

با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده در مراحل قبل می‌توان ماتریس نهاد-کارکرد را در حوزه توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق تهیه کرد. همان‌گونه که از نام این ماتریس مشخص است دو عامل، نهادهای مختلف و کارکردهای شناسایی شده بر اساس ادبیات نظام نوآوری در کنار هم آمده‌اند. تهیه ماتریس نهاد-کارکرد برای وضع موجود توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق در جدول (۱-۱-۵) ارائه شده است.

جدول (۵-۱): نکاشت نهادی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق

نهاد	کارکرد	سیاست گذاری	تنظیم گری	تسهیل گری	ارائه دهنده کالا و خدمات		
					آموزشی	پژوهشی	صنعتی
	مجمع تشخیص مصلحت نظام	*					
	مجلس شورای اسلامی	*					
	وزارت نیرو	*		*			
	شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری	*					
	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری	*	*				
	وزارت صنعت، معدن و تجارت	*	*				
	وزارت نفت	*					
	وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی	*					
	شورای عالی امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران	*					
	سازمان حفاظت محیط زیست	*					
	کمیسیون امور زیربنایی، صنعت و محیط زیست	*					
	وزارت جهاد کشاورزی	*	*				
	معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور	*		*			
	معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری	*		*			
	شرکت توانیر		*				
	سازمان توسعه برق ایران		*				
	بخش محیط زیست دفتر پشتیبانی فنی تولید توانیر		*				
	مرکز ملی آلودگی هوا و تغییر اقلیم		*				
	دفتر پایش فراگیر		*				
	دفتر آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست		*				
	دفتر وزارت صنعت، معدن و تجارت		*				
	دفتر استانداردهای فنی و مهندسی، اجتماعی و زیست محیطی برق و انرژی		*				
	سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا)		*				
	سازمان ملی بهره وری ایران		*				
	دفتر تحقیقات برق توانیر		*				
	سندیکای شرکت های تولید کننده برق		*				
	سندیکای صنعت برق		*				

نهاد	کارکرد	سیاست‌گذاری	تنظیم‌گری	تسهیل‌گری	ارائه‌دهنده کالا و خدمات		
					آموزشی	پژوهشی	صنعتی
سازمان ملی استاندارد ایران			*				
پژوهشگاه نیرو (وزارت نیرو)			*		*		
پژوهشگاه نفت (پژوهشکده پلیمر)					*		
پژوهشگاه مواد و انرژی					*		
پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی					*		
سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی					*		
پژوهشکده آبی پروری بندر انزلی					*		
مرکز تحقیقات آب (وزارت نیرو)					*		
مرکز بهبود و بهره‌وری آب (وزارت نیرو)					*		
دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی					*	*	
صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور				*			
صندوق توسعه فناوریهای نوین				*			
صندوق حمایت از طرح‌های نوآورانه در پژوهشگاه نیرو				*			
صندوق غیردولتی پژوهش و فناوری صنعت برق				*			
شرکت‌های تولید برق						*	
شرکت‌های برق منطقه‌ای						*	
شرکت توزیع برق						*	
شرکت‌های تأمین‌کننده مواد و تجهیزات آزمایشگاهی						*	

۱-۵-۴- تحلیل نگاهت نهادی

در این نگاهت ابتدا بازیگران و ذینفعان اصلی تأثیرگذار در زمینه توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق شناخته شده‌اند و در ادامه کارکردهای اصلی هر کدام از این ذینفعان در توسعه این فناوری با توجه به چهار کارکرد اصلی ذکر شده مشخص شده است. در نگاهت نهادی، ۴۵ گروه تأثیرگذار اصلی شناسایی شده است که در ابتدا اهداف و وظایف هر یک بررسی شده است و سپس نگاهت نهادی کلی توسعه این فناوری بر اساس این وظایف و اهداف در جدول (۱-۵) بیان شد. در این جدول نقشی که هر بازیگر در توسعه این فناوری متولی آن است، مشخص شده است.

۱-۶- تخصیص متولیان اقدامات

با توجه به نگاهت نهادی ترسیم شده، می‌توان مجریان هر یک از اقدامات را شناسایی کرد. در این راستا و به منظور شناخت مجریان بالقوه، با در نظر گرفتن میزان همسویی اقدام با مأموریت مجری، توان علمی و فنی، توان انسانی و مدیریتی و... مجریان فعال هر اقدام مشخص خواهد شد. در ادامه با توجه به موارد اشاره شده متولیان شناسایی شده برای اقدامات غیرفنی و فنی در جدول (۱-۶) و جدول (۱-۷) ارائه شده است.

جدول (۱-۶): متولیان اقدامات غیرفنی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق

ردیف	اقدامات	متولی
۱	حمایت از انجام پایان نامه‌ها و مقالات در حوزه مدیریت آلاینده ها به شکل کمک‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی	صندوق‌ها و مؤسسات مالی
۲	ایجاد و به‌روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آن‌ها در این بانک اطلاعاتی	- معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو - پژوهشگاه نیرو
۳	کمک به جذب و پذیرش واحدهای تحقیقاتی در مراکز رشد جهت کمک به صنعتی شدن دانش به دست آمده در حوزه مدیریت آلاینده ها	- پارک‌های علم و فناوری - صندوق‌ها و مؤسسات مالی - پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها
۴	کمک به تأمین مالی مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها	- معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو - صندوق‌ها و مؤسسات مالی - پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها
۵	تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها میان دانشگاه‌ها و صنعت برق	- معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو - پژوهشگاه نیرو
۶	برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با حوزه مدیریت آلاینده ها	- پژوهشگاه نیرو و دانشگاه‌ها
۷	اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه صنعتی‌سازی فناوری‌های مدیریت آلاینده ها	- پژوهشگاه نیرو و دانشگاه‌ها
۸	حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه مدیریت آلاینده ها	- صندوق‌ها و مؤسسات مالی - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری

جدول (۷-۱): متولیان پروژه‌های فنی توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق

ردیف	پروژه	متولی
۱	امکان و بررسی ساخت و بومی سازی فناوری DLN, LNB	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مینا، آذر آب
۲	پروژه کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB از طریق انتقال فناوری	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مینا، آذر آب
۳	مطالعه و بررسی تکنولوژی های مورد استفاده در سیستم های کاهش NOx و کسب روابط حاکم بر فرآیند احتراق	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مینا، آذر آب
۴	شبیه سازی CFD احتراق (استفاده از نرم افزارهای موجود، توسعه کد یا تهیه ماژول جهت تلفیق با نرم افزارهای موجود)	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مینا، آذر آب
۵	طراحی و ساخت نمونه مشعل LNB با تزریق سوخت و هوای مرحله ای در سایز کوچک	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مینا، آذر آب
۶	طراحی و ساخت مشعل LNB با برگشت داخلی محصولات احتراق	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مینا، آذر آب
۷	طراحی و ساخت نمونه مشعل و سیستم کنترل مشعل DLN	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مینا، آذر آب
۸	ساخت و تجهیز آزمایشگاه تست مشعل (DLN, LNB)	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مینا، آذر آب
۹	کسب دانش فنی اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها
۱۰	امکانسنجی فنی-اقتصادی طرح اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE برای استفاده از فناوری در نیروگاه های کشور	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها
۱۱	پروژه ساخت آزمایشگاهی غشا (غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی) (MEMBRANE)	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها

دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها	تجهیز آزمایشگاه غشا(غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی) (MEMBRANE)	۱۲
دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها	نصب و انجام تست‌های صنعتی MEMBRANE	۱۳
دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها	پروژه ساخت واحد صنعتی غشا (غشاهای تماس دهنده، پلیمری) (MEMBRANE)	۱۴
دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها	ساخت ماشین آلات تولید صنعتی غشاء (MEMBRANE)	۱۵
دانشگاه ها، سازمان پژوهشهای علمی صنعتی ، پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه آبی پروری	مطالعه و بررسی استفاده از جلبک‌های بومی ایران در کاهش آلاینده‌های نیروگاهی و مقایسه آن با نمونه های خارجی و انتخاب بهترین گزینه ها (Microalgae)	۱۶
دانشگاه ها، سازمان پژوهشهای علمی صنعتی ، پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه آبی پروری	امکان سنجی تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک تولید شده (سوخت زیستی) (Microalgae)	۱۷
دانشگاه ها، سازمان پژوهشهای علمی صنعتی ، پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه آبی پروری	ساخت پایلوت تولید Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی	۱۸
دانشگاه ها، سازمان پژوهشهای علمی صنعتی ، پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه آبی پروری	انجام تست‌های مختلف بر روی پایلوت مانند تغییر شدت نور، تغییر غلظت CO ₂ و ... (Microalgae)	۱۹
دانشگاه ها، سازمان پژوهشهای علمی صنعتی ، پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه آبی پروری	ساخت آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک (Microalgae)	۲۰
دانشگاه ها، سازمان پژوهشهای علمی صنعتی ، پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه آبی پروری	نصب و بهره برداری از واحد تولید Microalgae در یک نیروگاه منتخب	۲۱
پژوهشگاه نیرو، شرکت های مهندسی مشاور	مطالعات امکانسنجی اجرای فناوری سولفورزدایی و انتخاب فناوری‌های برتر بر اساس شرایط کشور (FGD)	۲۲
پژوهشگاه نیرو، شرکت های مهندسی مشاور	ساخت پایلوت نیمه صنعتی فناوری منتخب FGD	۲۳
پژوهشگاه نیرو، شرکت های مهندسی مشاور	انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت (FGD)	۲۴

پژوهشگاه نیرو، شرکت های مهندسی مشاور	اجرای پروژه ساخت FGD در مقیاس صنعتی و نصب و بهره برداری در یک نیروگاه	۲۵
دانشگاه ها، شرکت های مرتبط با صنایع سیمان	بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز (ESP)	۲۶
دانشگاه ها، شرکت های مرتبط با صنایع سیمان	بررسی امکان استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز	۲۷
دانشگاه ها، شرکت های مرتبط با صنایع سیمان	ساخت پایلوت و انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی آن (ESP)	۲۸
دانشگاه ها، شرکت های مرتبط با صنایع سیمان	اجرای پروژه نصب و بهره برداری ESP در یک نیروگاه زغال سوز	۲۹
- پژوهشگاه ها و دانشگاه ها - شرکت مهندسی مشاور	بررسی جانمایی کاتالیست روی سبدهای واحد پیش گرمکن هوای بویلر (یانگستروم) (SCR)	۳۰
دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور	افزایش سطح تماس و کارایی کاتالیست (SCR)	۳۱
دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور	شبیه سازی واکنش های شیمیایی و کاتالیستی سیستمهای SCR	۳۲
دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور	خرید نمونه های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی (SCR)	۳۳
دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور	تست های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی (SCR)	۳۴
دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور	طراحی و ساخت پایلوت سیستم SCR در مقیاس کوچک	۳۵
دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور	ساخت کاتالیست دما پایین جهت نصب در خروجی دودکش نیروگاههای بخاری و سیکل ترکیبی موجود (SCR)	۳۶
دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور	ساخت کاتالیست دما بالا (زئولیتی) برای استفاده در توربینهای گاز (SCR)	۳۷
دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور	تست و بهینه سازی فرآیند SCR و روش کنترل تزریق آمونیاک بر اساس نتایج پایلوت	۳۸
دانشگاه ها	طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR برای افزایش همزمان راندمان و کاهش نشستی آمونیاک	۳۹
دانشگاه ها	بررسی استفاده همزمان SNCR با سیستم FGD تر به منظور حذف نشستی آمونیاک و کمک به حذف SO2	۴۰

پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها	بررسی توزیع دما و رژیم جریان در بویلر نیروگاه‌های موجود و امکان‌سنجی اجرای این روش در آن‌ها	۴۱
دانشگاه‌ها	شبیه‌سازی فرآیند SNCR و روش‌های کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر	۴۲
دانشگاه‌ها	طراحی ساخت پایلوت یا سیستم آزمایشگاهی SNCR	۴۳
دانشگاه‌ها	اجرای سیستم SNCR در یک واحد نیروگاهی کوچک	۴۴
مرکز تحقیقات آب، دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو، شرکت‌ها	بررسی فنی-اقتصادی MBR و مقایسه روش‌های مستغرق و جانبی و انتخاب غشای مناسب برای ایران	۴۵
مرکز تحقیقات آب، دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو، شرکت‌ها	ساخت غشاهای با راندمان بالا و گرفتگی کم (MBR)	۴۶
مرکز تحقیقات آب، دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو، شرکت‌ها	طراحی و ساخت پایلوت و تست‌های مربوطه (MBR)	۴۷
مرکز تحقیقات آب، دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو، شرکت‌ها	ساخت ماژول‌های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه‌ها	۴۸
دانشگاه‌ها، پژوهشگاه پلیمر	طراحی سیستم مبتنی بر غشا جهت حذف آلاینده‌های روغنی و سیستم شستشوی آن (Membrane)	۴۹
دانشگاه‌ها، پژوهشگاه پلیمر	کسب دانش فنی ساخت دستگاه بازیاب انرژی از جریان غلیظ خروجی سیستم‌های اسمز معکوس	۵۰
دانشگاه‌ها، پژوهشگاه پلیمر	طراحی و ساخت بستر تست ماژول سیستم اسمز معکوس	۵۱
دانشگاه‌ها، پژوهشگاه پلیمر	ساخت مخازن Pressure Vessel تحت فشار مورد نیاز جهت قرارگیری ماژول‌های غشا (Membrane)	۵۲
دانشگاه‌ها، پژوهشگاه پلیمر	ساخت نمونه صنعتی ماژول مورد استفاده در اسمز معکوس	۵۳
شرکت‌ها	بررسی امکان استفاده از DAF و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریان‌های دارای دمای بالا از طریق آزمایشات پایلوت	۵۴
شرکت‌ها	بررسی امکان‌سنجی اقتصادی طرح‌های مربوط به نصب سیستم DAF در نیروگاه‌ها و ارائه خدمات مشاوره‌ای به آن‌ها	۵۵
پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور	بررسی فناوری‌های متعارف دستگاهی و، هیبریدی و امکان‌سنجی اقتصادی طرح‌ها	۵۶

پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور	طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم VC (روش‌های تبخیری دستگاهی)	۵۷
پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور	طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم MED (روش‌های تبخیری دستگاهی)	۵۸
پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور	طراحی، ساخت و اجرای یک واحد تبخیرکننده بر پایه حرارت اتلافی از نیروگاه گازی (روش‌های تبخیری دستگاهی)	۵۹
پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور	ساخت سیستم‌های VC و MED جهت نصب در نیروگاه‌ها (روش‌های تبخیری دستگاهی)	۶۰
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	مطالعه روش‌های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی	۶۱
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	ساخت پایلوت روش منتخب تصفیه شیمیایی	۶۲
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	ایجاد یک آزمایشگاه تصفیه خاک در صنعت برق	۶۳
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	پیاده سازی روش‌های تصفیه شیمیایی در یک نیروگاه	۶۴
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	بررسی روش‌های بهبود عملکرد تصفیه زیستی از طریق اصلاحات ژنتیکی	۶۵
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	مطالعه روش‌های تصفیه زیستی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی	۶۶
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	شناسایی انواع الودگی‌های خاک و شناسایی میکروارگانیسم‌های از بین برنده آن‌ها در نیروگاه‌ها (تصفیه زیستی)	۶۷
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	ساخت پایلوت روش‌های منتخب تصفیه زیستی	۶۸
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	ایجاد یک آزمایشگاه بیو تکنولوژی خاک در صنعت برق (تصفیه زیستی)	۶۹
دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی	پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی در یک نیروگاه	۷۰

۱-۷- ترسیم رهنگاشت

آخرین گام در فرآیند برنامه‌ریزی عملیاتی تدوین رهنگاشت است. رهنگاشت نمایانگر ارکان اساسی فرآیند پیاده‌سازی استراتژی و خروجی فرآیند برنامه‌ریزی عملیاتی می‌باشد. نمایش کلیه سطوح راهبردی از چشم‌انداز تا فعالیت‌ها، تقدم و تأخر حاکم در سطوح مختلف به ویژه در سطح اقدامات، زمان‌بندی تحقق هر سطح به همراه منابع اختصاص یافته و در نهایت معرفی متولیان هر یک از سطوح اجزای تشکیل‌دهنده رهنگاشت هستند.

همان‌گونه که در ابتدای این مرحله عنوان شد تجربه انجام پروژه‌های تدوین برنامه استراتژیک در سازمان‌ها نشان می‌دهد که بسیاری از این استراتژی‌ها یا هیچ‌گاه پیاده نشده‌اند و یا در مسیر پیاده‌سازی با موانع زیادی روبرو شده‌اند. در بررسی علل این موضوع دو دلیل عمده قابل تأمل است، اول اینکه سازمان‌ها معمولاً با قابلیت‌های مدیریتی اداره می‌شوند حال آنکه پیاده‌سازی استراتژی در کنار توانمندی‌های مدیریتی نیازمند برنامه می‌باشد. دلیل دوم این امر، وجود شکافی است که بین لایه استراتژیک و لایه عملیاتی سازمان‌ها وجود دارد. آن‌چنان‌که در بسیاری از موارد، درحالی‌که استراتژی‌های ارزشمندی بر روی کاغذ آمده‌اند، تصمیمات و برنامه‌های اجرایی بدون توجه به استراتژی‌ها و سیاست‌ها به اجرا گذاشته می‌شوند. هرچند این دو عامل تا اندازه زیادی با هم مرتبط است ولی فقدان یک ساز و کار مناسب برای تبدیل استراتژی به برنامه و اهداف عملیاتی و روزمره نیز یک علت اصلی در ایجاد این شرایط به شمار می‌آید. بنابراین مرحله پایانی (و یا یکی از مراحل پایانی) در فرآیند برنامه‌ریزی استراتژیک، تدوین برنامه عملیاتی است که یکی از مهم‌ترین دستاوردها در این مرحله، تهیه نقشه‌راه است که نمایانگر ارکان اساسی فرآیند پیاده‌سازی استراتژی و خروجی اصلی فرآیند برنامه‌ریزی است. هر چند باید تأکید کرد که هیچ‌گاه رهنگاشت نمی‌تواند جای راهبر را بگیرد و کلید به‌کارگیری این الگو در پیاده‌سازی استراتژی قابلیت‌های هنرمندانه راهبری است. آن‌چنان‌که استفاده از تکنیک‌ها و متدولوژی‌های تدوین و پیاده‌سازی استراتژی در فقدان قابلیت‌های راهبری نمی‌تواند به تحول سازمانی منجر شود.

نظر به اهمیت تهیه رهنگاشت در فرآیند برنامه‌ریزی عملیاتی، در ادامه به ارائه تعاریف دقیق‌تری از رهنگاشت پرداخته و مؤلفه‌ها و شاخص‌های مورد توجه در تهیه رهنگاشت بیان می‌شوند.

تعاریف: در تلاش برای توصیف هر چه دقیق‌تر و کاربردی‌تر مفهوم رهنگاشت، تعاریف متعددی ارائه شده است. در تعریفی نسبتاً تفصیلی، رهنگاشت ابزار مناسبی جهت ایجاد ارتباط بین فعالیت‌های استراتژیک و طرح‌های کسب‌وکار سازمان محسوب می‌شود. همچنین تعاریف ذیل در تفسیر مفهوم رهنگاشت ارائه شده است:

(الف) رهنگاشت ابزاری است برای ارتباط بین چشم‌انداز، ارزش‌ها و اهداف با اقدامات استراتژیکی که برای تحقق اهداف مورد نیاز است.

(ب) رهنگاشت جدولی زمانی است که بخش‌های مختلف یک برنامه کاری را تعریف نموده و درعین حال سررسیدهای^۱ موجود در مسیر را نیز شامل می‌شود.

(ج) رهنگاشت برنامه‌ای است برای شناسایی مسیر آینده که آنچه باید در آینده توسعه یابد را در بستر زمان نشان می‌دهد.

(د) رهنگاشت آنچه را که باید در بین زمان‌های سررسید از زمان حال تا زمان تحقق هدف انجام شود نشان می‌دهد.

(ه) رهنگاشت مجموعه‌ای است که شامل اهداف کمی و کیفی، استراتژی‌ها و تاکتیک‌ها (اقدامات، فعالیت‌ها و شاخص‌ها) بوده و بازه‌های زمانی و مجریان در نظر گرفته شده برای انجام این اقدامات را نشان می‌دهد.

لذا برای رسیدن به هدف، رهنگاشت باید سطح مطلوب و مناسبی از جزئیات را در بر گرفته تا در مجموع ابزار توانمندی را برای هدایت فعالیت‌ها در طول زمان در اختیار مدیران سازمان قرار دهد.

اگر چه برخی تعاریف کارکردهایی همچون توجیه اقتصادی اقدامات و معرفی پیچیدگی‌های موجود بین زیر سیستم‌های زیرساخت‌ها را نیز از مؤلفه‌های یک رهنگاشت می‌دانند، اما برخی تعاریف سعی در هر چه واقعی‌تر کردن انتظارات کاربران از کارکردهای رهنگاشت دارند و بیان می‌کنند همان‌طور که رهنگاشت نباید در صدد تشریح استراتژی‌ها برآید، نباید به صورت جزئی به تشریح زیرساخت‌های فنی لازم در پیاده‌سازی یک فناوری اشاره کند.

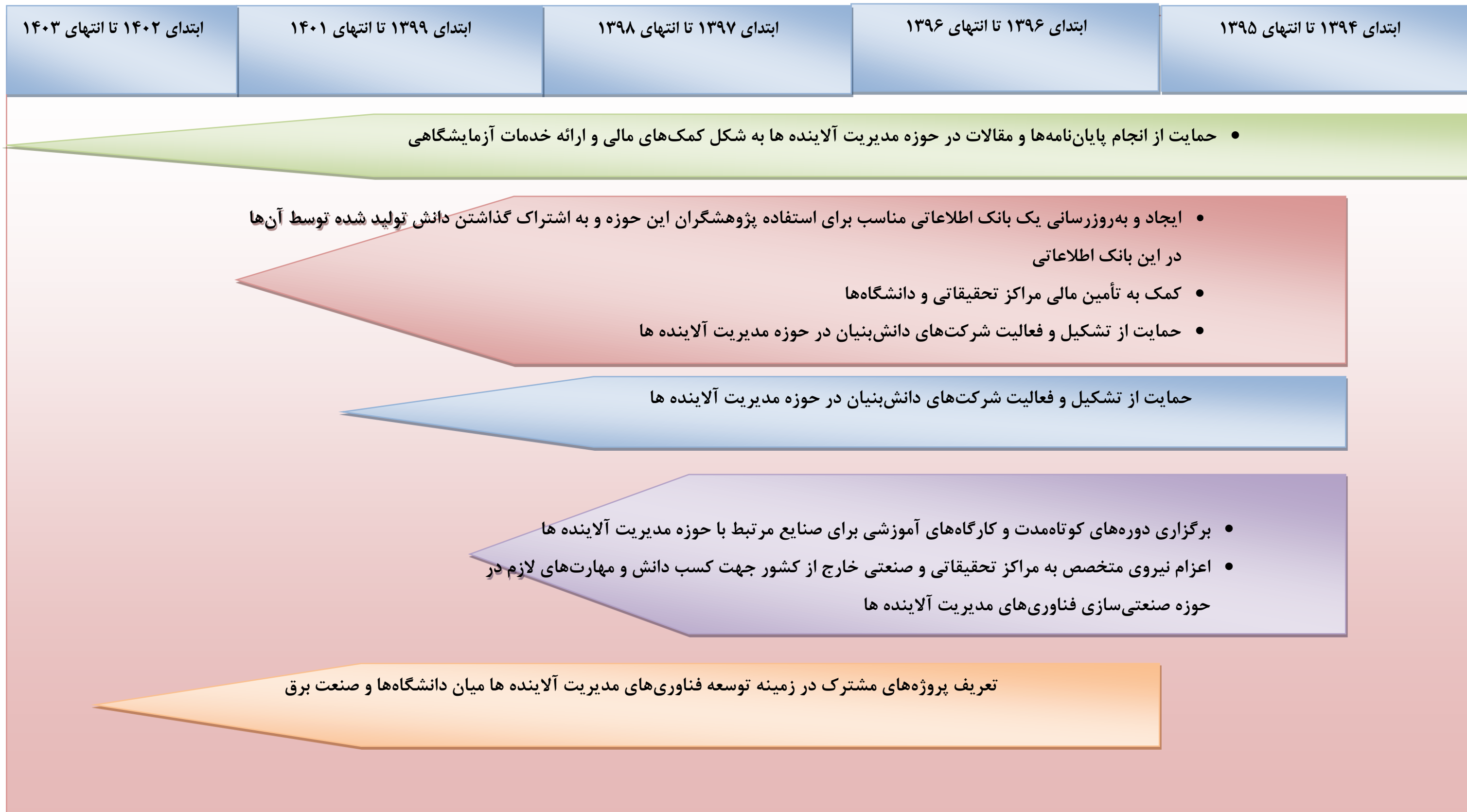
در مجموع، می‌توان این‌گونه بیان نمود که رهنگاشت، نمایش کلانی از روش پیمودن مسیر تحقق اهداف را در زمان مشخص بیان می‌کند. اگر چه استفاده از مشخصه‌هایی همچون شاخص تحقق اقدام، مجری و نقاط خاص^۲ موجود در مسیر، به توصیف هر

^۱ - Deadline

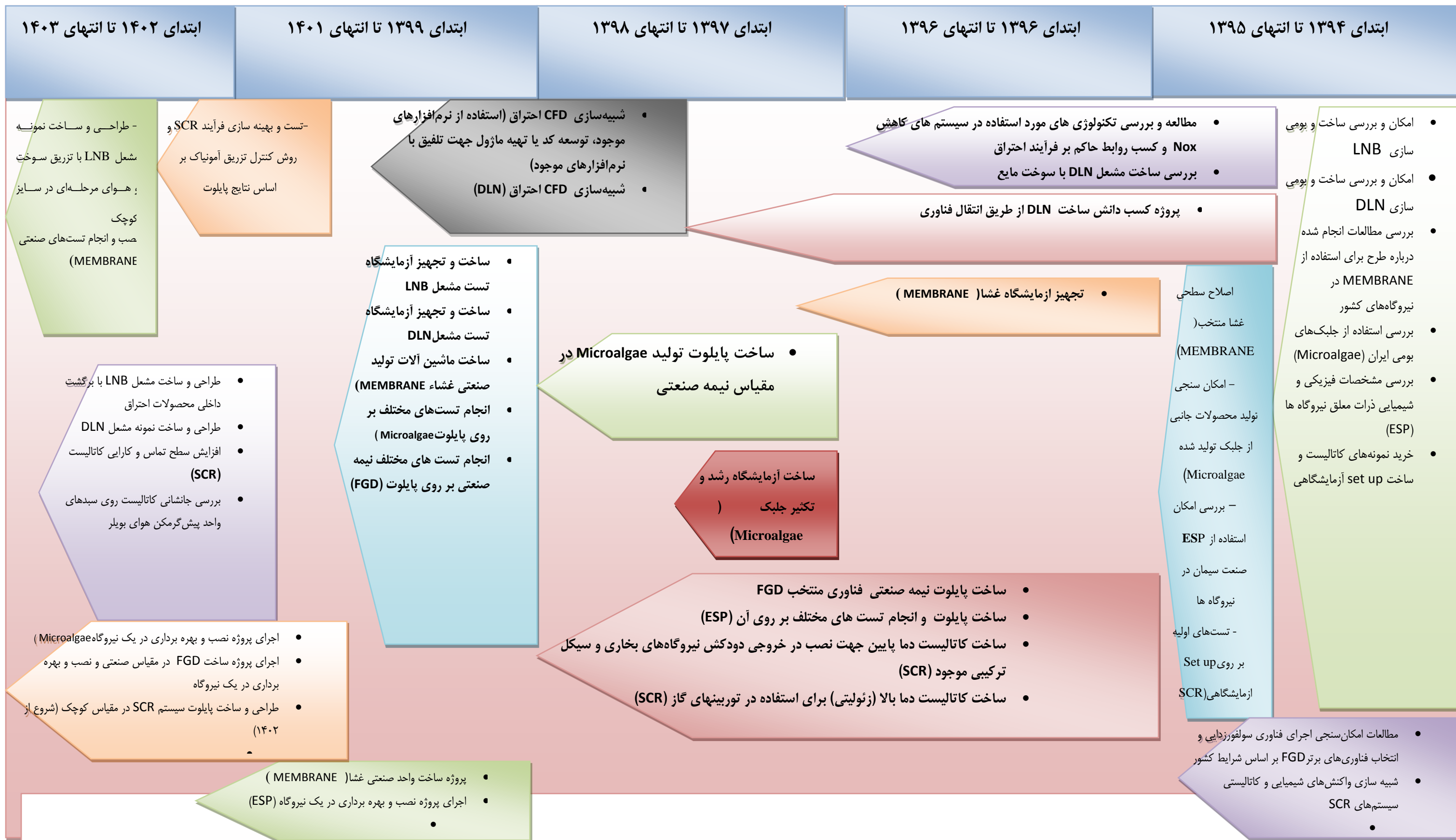
^۲ - Milestone

چه روشن تر این مسیر کمک می‌کند. لذا به نظر می‌رسد در نخستین گام، ترسیم گام‌های اصلی در مسیر پیاده‌سازی استراتژی لازم و ضروری است.

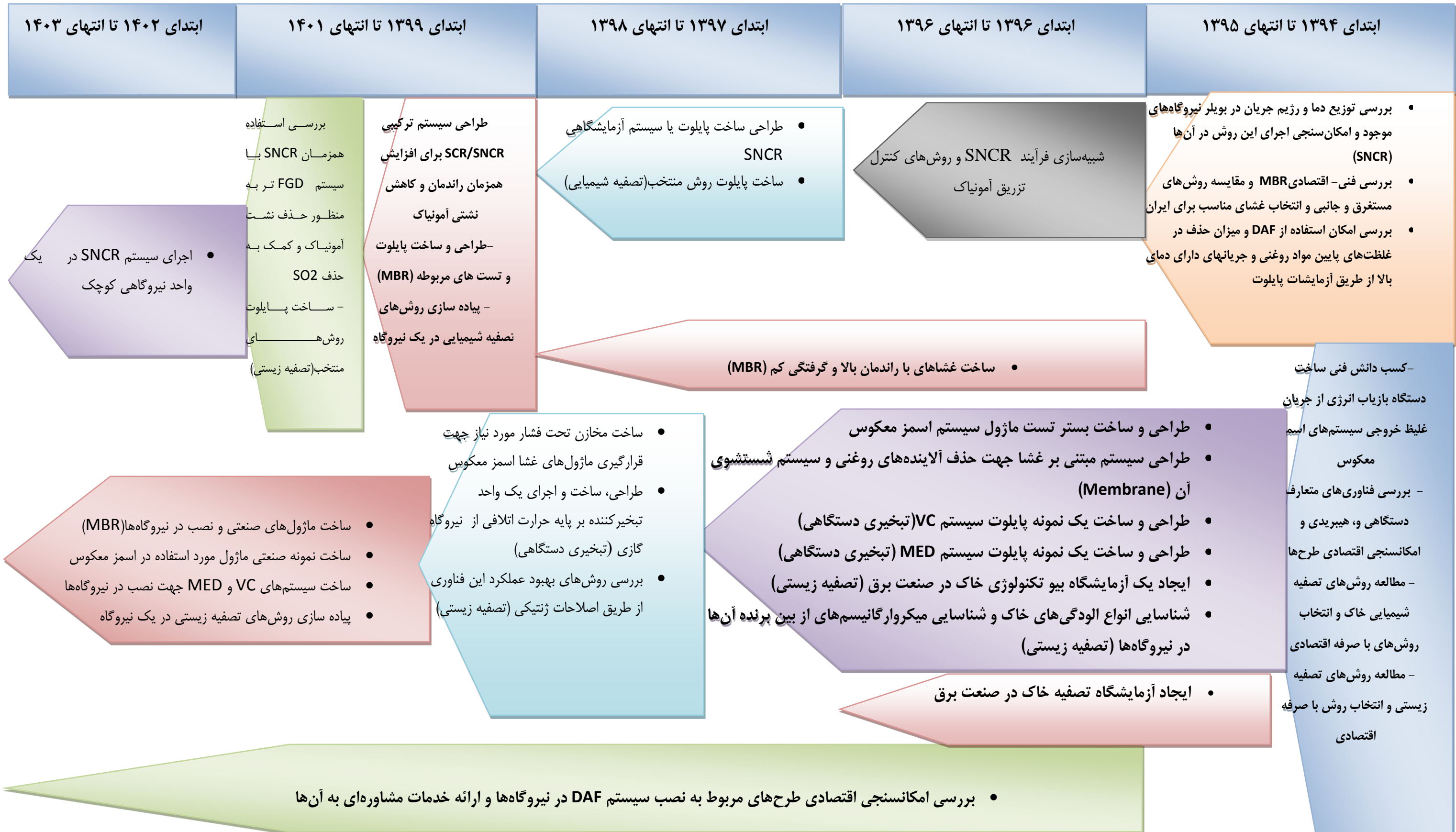
با توجه به موارد ذکر شده در بخش‌های قبل، رهنگاشت‌های توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق در افق زمانی ۱۰ ساله ترسیم شده است. این رهنگاشت‌ها شامل نقشه‌راه توسعه نظام نوآوری فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق (مبتنی بر اقدامات غیرفنی) و نیز نقشه‌راه توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق (مبتنی بر اقدامات فنی) است. این رهنگاشت‌ها در شکل (۳-۱) و شکل (۴-۱) نشان داده شده‌اند.



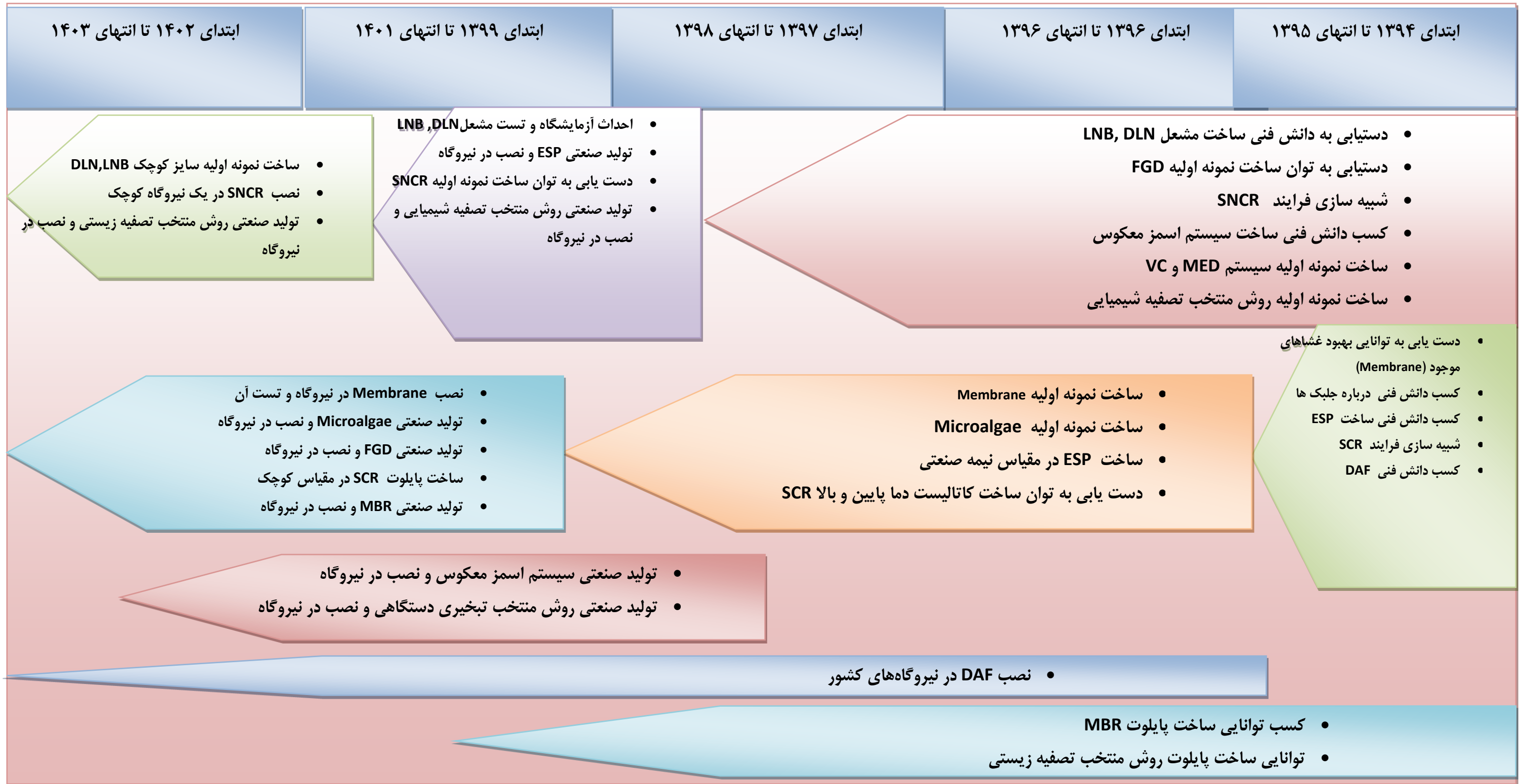
شکل (۱-۳): نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق (مبتنی بر اقدامات غیر فنی).



شکل (۱-۴): نقشه راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق (مبتنی بر اقدامات فنی).



شکل (۱-۵): نقشه راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق (مبتنی بر اقدامات فنی).



شکل (۱-۶): نقشه راه بروندهای کلان سند راهبردی مدیریت آلاینده‌ها

نتیجه‌گیری

در مرحله پنجم از طرح « تدوین سند راهبردی و نقشه راه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران »، برنامه عملیاتی سند و نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق تدوین شد. این برنامه عملیاتی شامل پروژه‌ها، زمان‌بندی و بودجه مورد نیاز آن‌ها است. در این گزارش ابتدا فرآیند تدوین پروژه‌های اجرایی سند بر اساس اقدامات شناسایی شده در مرحله چهارم توضیح داده شد، سپس با توجه به سطح اقدامات غیرفنی تصمیم گرفته شد تا این اقدامات به سطح پایین‌تر شکسته نشود. پس از این مرحله زمان‌بندی و بودجه‌بندی مربوط به اقدامات و پروژه‌ها مشخص شد و با توجه به شکسته نشدن اقدامات غیرفنی، زمان و هزینه برای اقدامات تعیین شد. در گام بعدی فرآیند برنامه‌ریزی عملیاتی، متولیان انجام اقدامات و پروژه‌ها مشخص شد. برای این کار ابتدا وضعیت موجود نهادهای مرتبط با توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق مشخص شد و سپس پیشنهادهایی برای بهبود آن ارائه شد و نگاهت نهادی فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق ترسیم شد. در نهایت با توجه به این که اقدامات به دو دسته فنی و غیرفنی تقسیم شده بود دو رهنگاشت برای توسعه نظام نوآوری فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق و نیز برای توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق در بازه ۱۰ ساله ترسیم شد.

فصل دوم:

۲- فرآیند ارزیابی سند توسعه فناوری‌های مدیریت
آلاینده‌ها در صنعت برق ایران

۲-۱- مقدمه

در واقع می‌توان گفت که هدف اصلی از انجام ارزیابی از برنامه اجرا شده تعیین میزان اثرگذاری و موفقیت برنامه در رسیدن به اهداف، تعیین اصلاحات و تغییرات مورد نیاز برای اجرای برنامه در مقیاس بزرگ و استفاده از تجربیات اجرایی برای برنامه‌های مشابه در آینده می‌باشد. در این مرحله از سند در ابتدا شاخص‌های عملکردی و اثربخشی ارکان مختلف سند را مشخص کرده، تا بتوان با بررسی این شاخص‌ها در طول زمان میزان پیشرفت ارکان مختلف سند را تعیین نمود. در ادامه به منظور ارزیابی پروژه‌های اجرایی برای حصول به اهداف نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق، علاوه بر تعیین شاخص‌ها باید ساختارهای نظارتی مورد نیاز و نحوه فعالیت آن‌ها تعیین گردد. از این رو در مرحله دوم شناسایی منابع اطلاعاتی برای اندازه‌گیری شاخص‌ها بررسی شده و پس از آن به جمع‌آوری اطلاعات و مقایسه با معیارهای کمی تعیین شده پرداخته شده است.

۲-۲- نحوه تدوین شاخص‌های عملکردی و اثربخشی

مرحله اول از ارزیابی سند شامل تدوین شاخص‌های عملکردی و اثربخشی بوده و قبل از اجرایی شدن سند راهبردی باید صورت پذیرد. در این مرحله به منظور ارزیابی ارکان مختلف سند (چشم‌انداز، اهداف و اقدامات) تعدادی شاخص تعریف می‌شود. پس از آغاز اجرایی شدن سند و تشکیل ستاد راهبری سند، منابع اطلاعاتی که می‌توان میزان شاخص‌ها را با کمک آن‌ها تعیین کرد، شناسایی شده و طی دوره‌های زمانی مشخص مقادیر شاخص‌ها اندازه‌گیری شده و نتایج حاصل از آن مورد ارزیابی قرار گرفته و در صورت لزوم بازنگری‌های لازم صورت می‌پذیرد. در ادامه شاخص‌های سند توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق و نحوه دستیابی به آن‌ها پرداخته شده است.

شاخص در واقع استاندارد است که دستیابی به آن نشان‌دهنده نیل به مقصد می‌باشد. جزئیات شاخص‌ها تعیین‌کننده طرز اندازه‌گیری دامنه دستیابی به اهداف عینی در زمان‌های مختلف است. شاخص‌ها و اندازه‌گیری‌های آن‌ها می‌توانند کمی، کیفی و یا رفتاری باشند. شاخص‌ها همان ابزار نظارت بر پیشرفت سطوح راهبردی سند هستند که ناظر بر طبق آن‌ها میزان تحقق هر سطح را اندازه‌گیری و مشخص می‌نماید. از همین رو در تعیین شاخص‌ها باید به ابعاد مختلف سطوح راهبردی سند توجه داشت،

به شکلی که پیشرفت امور بر اساس این شاخص‌ها تضمین‌کننده تحقق کامل اقدامات می‌باشد. در همین راستا باید شاخص‌ها مشخص‌کننده ابعاد زیر باشند:

الف) کمیت (چقدر)

ب) کیفیت (چگونه)

ج) زمان (چه موقع)

د) محل (کجا)

لازم به ذکر است که در برخی از شاخص‌ها ممکن است ابعاد چهارگانه فوق قابل تعریف نباشند، به عنوان مثال ممکن است محل در مورد یک شاخص فنی تعریف‌پذیر نباشد که در این حالت از بررسی این بعد خاص صرف‌نظر می‌شود. در تعریف شاخص‌ها باید ویژگی‌های زیر را در نظر گرفت:

الف) اساسی بودن: یعنی جنبه اساسی یک سطح خاص را منعکس نماید.

ب) واقعی بودن: هر شاخص باید منعکس‌کننده یک واقعیت (نه تصور ذهنی) بوده و برای همگان مفهوم واحدی را القا نماید.

ج) قابل قبول بودن: باید امکان تغییرات شاخص به تحقق یا عدم تحقق مقصود وجود داشته باشد.

د) مبتنی بر داده‌های قابل کسب بودن: داده‌های لازم برای اندازه‌گیری شاخص باید در دسترس باشد.

۲-۳- تعریف شاخص‌های سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در

صنعت برق

با توجه به موارد مطرح شده، در این بخش شاخص‌ها در دو سطح کلان و خرد طراحی شده‌اند. با پیمایش شاخص‌های کلان می‌توان تحقق چشم‌انداز و اهداف کلان را بررسی کرده و با تعریف شاخص‌های خرد در سطح اقدامات می‌توان میزان تحقق اقدامات را ارزیابی نمود. در ادامه شاخص‌های تعیین شده برای بررسی تحقق چشم‌انداز، اهداف، اقدامات غیرفنی، پروژه‌های فنی به ترتیب در جدول (۲-۱) تا (۲-۴) ارائه شده است.

متن چشم‌انداز به شرح زیر است:

در راستای سند چشم‌انداز بیست‌ساله و نقشه جامع علمی کشور و به منظور تحقق اهداف راهبردی سند چشم‌انداز وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴، صنعت برق جمهوری اسلامی ایران، در جهت توسعه پایدار، ارتقا سلامت جامعه و رفاه اجتماعی، در طراحی و توسعه فناوری‌های اولویت‌دار کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی نیروگاه‌های حرارتی کشور جزو ۲ کشور برتر در منطقه خواهد بود.

با توجه به متن چشم‌انداز، شاخص و معیار لازم جهت ارزیابی سطح تحقق چشم‌انداز در جدول ۲-۱ آورده شده است.

جدول (۲-۱): شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی سطح تحقق چشم‌انداز سند راهبردی توسعه فناوری‌های

مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق

معیار ارزیابی	شاخص	ردیف
دستیابی به دانش فنی ساخت و بهره‌برداری تجهیزات مبتنی بر فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق	وضعیت دانش فنی ساخت تجهیزات مبتنی بر فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق	۱

جدول (۲-۲): شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی میزان تحقق اهداف سند راهبردی توسعه فناوری‌های

مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق

ردیف	هدف	شاخص	معیار ارزیابی
۱	دستیابی به یک نظام ملی پایش مداوم هوا، آب و خاک در نیروگاه‌های کشور	میزان استفاده نیروگاه‌ها از سیستم پایش مداوم	ایجاد یک مرکز مدیریت آلاینده‌های نیروگاه‌های کشور
۲	دستیابی به توان ساخت نمونه اولیه در مقیاس کوچک فناوری DLN	توان مشعل راندمان عملکرد حذف NOx	۲ تا ۱۰ مگاوات حرارتی خروجی حداقل ۲۵ ppm در میزان اکسیژن ۱۵ درصد
۳	دستیابی به توان ساخت نمونه اولیه در مقیاس کوچک فناوری LNB	- توان مشعل - راندمان عملکرد حذف NOx - تعداد نمونه ساخته شده	۲ تا ۱۰ مگاوات حرارتی - کاهش حداقل ۴۰٪ NOx - حداقل دو نمونه متفاوت
۴	دستیابی به توان تولید صنعتی غشای تماس دهنده در فناوری MEMBRANE	تعداد شرکت‌های توانمند در زمینه ساخت صنعتی	حداقل یک شرکت
۵	دستیابی به توان ساخت سیستم‌های Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی	تعداد نیروگاه‌هایی که سیستم در آنها نصب شده است.	نصب و راه‌اندازی در حداقل یک نیروگاه
۶	دستیابی به توان ساخت سیستم FGD صنعتی و استفاده در نیروگاه‌های کشور	تعداد نیروگاه‌هایی که سیستم در آنها نصب شده است.	اجرای پروژه و نصب و راه‌اندازی در حداقل یک نیروگاه
۷	دستیابی به توان ساخت سیستم ESP صنعتی و استفاده در نیروگاه‌های کشور	تعداد نیروگاه‌هایی که سیستم در آنها نصب شده است.	اجرای پروژه و نصب و راه‌اندازی در کلیه نیروگاه‌های زغال‌سوز
۸	ساخت پایلوت سیستم SCR	- توان سیستم - تعداد نمونه ساخته شده - راندمان عملکرد حذف NOx	- برای حداقل ۱۰٪ از یک واحد ۱۲۵ مگاواتی - ۲ پایلوت - کاهش حداقل ۹۰٪ NOx
۹	دستیابی به توان ساخت پایلوت سیستم SNCR	- توان سیستم - تعداد نمونه ساخته شده	- برای حداقل ۵٪ از یک واحد ۱۲۵ مگاواتی - یک پایلوت
۱۰	دستیابی به توان ساخت مازول‌های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه‌ها	- ساخت صنعتی مازول (BOD) - تعداد نمونه نصب شده در نیروگاه	- حداکثر ۵ BOD - حداقل ۳ نمونه
۱۱	دستیابی به توان ساخت صنعتی غشای مورد استفاده در سیستم‌های Membrane برای تصفیه آب و پساب	- ساخت نمونه صنعتی غشای مورد استفاده در سیستم‌های Membrane - راندمان حذف املاح	- حداقل یک شرکت سازنده - راندمان حذف املاح بالای ۹۵٪
۱۲	تجهیز نیروگاه‌های کشور به سیستم‌های DAF	تعداد نیروگاه‌های مجهز به سیستم DAF	۵ نیروگاه
۱۳	تجهیز نیروگاه‌های کشور به سیستم‌های تبخیری دستگاهی	- تعداد نیروگاه‌های مجهز به سیستم‌های تبخیری دستگاهی	- تجهیز یک نیروگاه واحد VC و ۳ نیروگاه واحد MED

۵۰-۲۰ m ³ /h-	- ظرفیت سیستم		
۳ نیروگاه	تعداد نیروگاه هایی که روش‌های تصفیه شیمیایی در آنها اجرا شده	نصب و پیاده سازی روش‌های تصفیه شیمیایی خاک در نیروگاه‌ها	۱۴
یک نیروگاه	تعداد نیروگاه هایی که روش‌های تصفیه زیستی در آنها اجرا شده	نصب و پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی خاک در نیروگاه‌ها	۱۵

جدول (۲-۳): شاخص‌ها و معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی سطح اجرایی شدن اقدامات غیرفنی سند راهبردی

توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق

ردیف	اقدام غیرفنی	شاخص	معیار ارزیابی
۱	حمایت از انجام پایان‌نامه‌ها و مقالات در حوزه مدیریت آلاینده‌ها به شکل کمک‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی	تعداد پایان‌نامه‌ها و مقالات حمایت شده در هر سال	۵ پایان‌نامه در ۳ سال اول ۳۵ پایان‌نامه با اولویت در ۷ سال آخر
۲	ایجاد و به‌روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آن‌ها در این بانک اطلاعاتی	- تعداد سازمان‌های پوشش داده شده - تعداد مقالات و پروژه‌های ثبت شده	- در ۳ سال اول هر سال ۵ سازمان و به روز رسانی در سال‌های بعد - ۵۰ عدد در هر سال
۳	کمک به جذب و پذیرش واحدهای تحقیقاتی در مراکز رشد جهت کمک به صنعتی شدن دانش به دست آمده در حوزه مدیریت آلاینده‌ها	تعداد واحدهای تحقیقاتی حمایت شده در مراکز رشد جهت کمک به صنعتی شدن فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها	حمایت مالی از ۵ مرکز تحقیقاتی در سال ۱۰-۲۰ میلیون تومان
۴	کمک به تأمین مالی مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها	- میزان کمک مالی به مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها برای تأمین نیازهای تحقیقاتی - تعداد مراکز تحقیقاتی	- ۳۰-۴۰ میلیون تومان در سال - ۴ مرکز در هر سال

ارائه پیشنهاد انجام حداقل ۶ طرح توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها توسط صنایع مرتبط به دانشگاه‌ها در هر سال با بودجه سالیانه ۳۶ میلیون تومان	تعداد طرح‌های توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌های مابین صنعت و دانشگاه	تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها میان دانشگاه‌ها و صنعت برق	۵
۴ دوره آموزشی در سال	تعداد دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برگزار شده در سال	برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با حوزه مدیریت آلاینده‌ها	۶
۵ نفر در هر سال	تعداد متخصصان اعزام شده به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور در سال	اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه صنعتی‌سازی فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها	۷
حداقل یک شرکت در هر سال	تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در حوزه مدیریت آلاینده‌ها	حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه مدیریت آلاینده‌ها	۸

جدول (۲-۴): شاخص‌های شناسایی شده برای ارزیابی پروژه‌های فنی سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها

در صنعت برق

ردیف	اقدام فنی	شاخص	معیار
۱	امکان و بررسی ساخت و بومی‌سازی فناوری DLN, LNB	وضعیت دستیابی به نقشه‌های تفصیلی ساخت DLN, LNB	- اخذ محاسبات طراحی و نرم‌افزارهای شبیه‌سازی و طراحی به همراه نقشه‌های تفصیلی ساخت
۲	کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB از طریق انتقال فناوری	- وضعیت بسته پشتیبانی فنی کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB - وضعیت بسته‌های مشاوره‌ای و کنترل کیفیتی کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB	- کسب توانایی ساخت خط تولید DLN, LNB
۳	مطالعه و بررسی تکنولوژی‌های مورد استفاده در سیستم‌های کاهش NO _x و کسب روابط حاکم بر فرآیند احتراق	بررسی تکنولوژی‌های مورد استفاده در سیستم‌های کاهش NO _x	- طراحی و ساخت یک سیستم کنترل مشعل - طراحی و ساخت swirler مورد نیاز جهت اختلاط هوا و سوخت در مشعل‌های DLN و LNB
۴	شبیه‌سازی CFD احتراق (استفاده از نرم‌افزارهای موجود، توسعه کد یا تهیه ماژول جهت تلفیق با نرم‌افزارهای موجود)	- فرمولاسیون تئوری احتراق در مشعل - تولید نرم‌افزار شبیه‌سازی CFD احتراق - ایجاد و تجهیز مرکز محاسباتی	- ساخت یک نمونه مشعل LNB با سوخت گاز

ردیف	اقدام فنی	شاخص	معیار
۵	طراحی و ساخت نمونه مشعل LNB با تزریق سوخت و هوای مرحله‌ای در سایز کوچک	وضعیت طراحی و ساخت نمونه مشعل LNB با تزریق سوخت و هوای مرحله‌ای در سایز کوچک	
۶	طراحی و ساخت مشعل LNB با برگشت داخلی محصولات احتراق	تعداد نمونه ساخته شده	- ساخت یک نمونه مشعل LNB با برگشت داخلی محصولات احتراق - انجام آزمایشات و تعیین نسبت بهینه محصولات احتراق
۷	طراحی و ساخت نمونه مشعل و سیستم کنترل مشعل DLN	- توان و تعداد نمونه ساخته شده مشعل و سیستم کنترل مشعل DLN	- ساخت یک سیستم پایلوت مشعل - ساخت بدنه و محفظه احتراق - ساخت نمونه مشعل DLN با توان ۵ مگاوات حرارتی - طراحی سیستم پایدارکننده مشعل - انتشار نتایج تست های پایداری مشعل - طراحی و ساخت ۱ سیستم کنترل مشعل
۸	ساخت و تجهیز آزمایشگاه تست مشعل (DLN, LNB)	تعداد مرکز آزمایشگاهی تست مشعل راه اندازی شده و تجهیزات مربوط به آن	- ساخت و راه اندازی آزمایشگاه با انجام آزمایشات استاندارد - خرید تجهیزات مکانیکی و تجهیز آزمایشگاه - اخذ گواهینامه از مراکز معتبر

۹	کسب دانش فنی اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE	میزان افزایش راندمان و طول عمر غشا	افزایش راندمان و طول عمر غشا به اندازه ۵۰٪ نسبت به حالت پایه
۱۰	امکانسنجی فنی-اقتصادی طرح اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE برای استفاده از فناوری در نیروگاه‌های کشور	وضعیت مطالعات امکان‌سنجی فنی اقتصادی طرح اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE	ساخت یک نمونه غشا - ۳ ماه - ۹۰٪ - بالای ۹۰٪
۱۱	ساخت آزمایشگاهی غشا (غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی) (MEMBRANE)	تعداد نمونه ساخته شده - طول عمر - راندمان حذف CO ₂ - درصد خلوص	
۱۲	تجهیز آزمایشگاه غشا(غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی) (MEMBRANE)	تعداد مرکز آزمایشگاهی راه اندازی شده و تست های اجرا شده در آن	ساخت ۱ آزمایشگاه غشا با قابلیت انجام تست های فیزیکی و شیمیایی غشا(تست تر شدگی، زاویه تماس قطره، تعیین تخلخل غشا و ...)
۱۳	نصب و انجام تست‌های صنعتی MEMBRANE	تعداد نمونه نصب شده - جریان ورودی	نصب در یک نیروگاه منتخب - ۵۰ m ³ /h - تدوین گزارشی شامل تعیین پیوستگی کارکرد دستگاه و تعیین راندمان حذف
۱۴	ساخت واحد صنعتی غشا (غشاهای تماس دهنده، پلیمری) (MEMBRANE)	تعداد واحد صنعتی ساخته شده - ظرفیت تولید غشا الیاف فیبر توخالی	یک واحد صنعتی - ۴۰ Kg/day
۱۵	ساخت ماشین آلات تولید صنعتی غشاء(MEMBRANE)	تعداد ماشین آلات ساخته شده	یک دستگاه
۱۶	مطالعه و بررسی استفاده از جلبک‌های بومی ایران در کاهش آلاینده‌های نیروگاهی و مقایسه آن با نمونه های خارجی و انتخاب بهترین گزینه ها (Microalgae)	وضعیت مطالعات امکان‌سنجی استفاده از جلبک‌های بومی ایران در کاهش آلاینده‌های نیروگاهی	تهیه لیست محصولات تولید شده از جلبک - تعیین قیمت بین المللی محصولات جانبی تولید شده از جلبک - تعیین مقدار مصرف محصولات جانبی تولید شده از جلبک - محاسبه پارامتر اقتصادی با توجه به نیاز بازار ایران
۱۷	امکان سنجی تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک تولید شده(سوخت زیستی) (Microalgae)	وضعیت تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک تولید شده و محاسبه پارامتر اقتصادی آن	
۱۸	ساخت پایلوت تولید Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی	تعداد پایلوت ساخته شده	ساخت یک نمونه پایلوت - سیستم(راکتور و سیستم تزریق)

<ul style="list-style-type: none"> - انجام آزمایشات مربوط به استخراج روغن و محصولات جانبی از جلبک ها و انتشار نتایج آن - محاسبه پارامتر اقتصادی برای نصب سیستم واقعی در نیروگاه با توجه به نتایج آزمایش پایلوت - برآورد هزینه تولید محصولات جانبی - بهینه سازی بهترین شرایط عملیاتی با استفاده از هوش مصنوعی 	<p>انواع تست‌های مختلف صورت گرفته بر روی پایلوت و نتایج حاصل از آن</p>	<p>انجام تست‌های مختلف بر روی پایلوت مانند تغییر شدت نور، تغییر غلظت CO₂ و... (Microalgae)</p>	۱۹
<ul style="list-style-type: none"> - ساخت و تجهیز حداقل یک آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک 	<p>وضعیت و تعداد آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک ساخته شده</p>	<p>ساخت آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک (Microalgae)</p>	۲۰
<ul style="list-style-type: none"> - بهره برداری از واحد تولید Microalgae در یک نیروگاه منتخب 	<p>تعداد نیروگاه هایی که Microalgae در آن نصب شده</p>	<p>نصب و بهره برداری از واحد تولید Microalgae در یک نیروگاه منتخب</p>	۲۱
<ul style="list-style-type: none"> - بررسی فنی و اقتصادی و شرایط نیروگاه ها 	<p>وضعیت مطالعات امکان سنجی اجرای فناوری سولفورزدایی</p>	<p>مطالعات امکان سنجی اجرای فناوری سولفورزدایی و انتخاب فناوری های برتر بر اساس شرایط کشور (FGD)</p>	۲۲
<ul style="list-style-type: none"> - تهیه نقشه طراحی تجهیزات - ساخت حداقل یک پایلوت فناوریهای منتخب FGD 	<p>وضعیت و تعداد پایلوت ساخته شده از فناوریهای منتخب FGD</p>	<p>ساخت پایلوت نیمه صنعتی فناوری منتخب FGD</p>	۲۳
<ul style="list-style-type: none"> - انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت و انتشار نتایج آن - ارائه روش بهینه سازی شرایط عملکرد 	<p>وضعیت انجام تست‌های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت</p>	<p>انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت (FGD)</p>	۲۴

<ul style="list-style-type: none"> - طراحی پایه سیستم - انتخاب پیمانکار برای ساخت فناوری - ساخت و نصب سیستم در یک نیروگاه منتخب - بهره برداری و تحویل سیستم 	وضعیت اجرای پروژه ساخت FGD در مقیاس صنعتی	اجرای پروژه ساخت FGD در مقیاس صنعتی و نصب و بهره برداری در یک نیروگاه	۲۵
کسب اطلاعات کامل درباره نوع ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز	وضعیت بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز	بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز (ESP)	۲۶
تعیین نوع فناوری ESP مورد نیاز نیروگاه هاو مقایسه آنها با یکدیگر	وضعیت مطالعات امکان سنجی استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز	بررسی امکان استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز	۲۷
<ul style="list-style-type: none"> - ۲٪ گازهای خروجی نیروگاه ۳۰۰ مگاواتی - حذف حداقل ۹۰٪ ذرات معلق دود نیروگاه زغال سوز - یک نمونه 	<ul style="list-style-type: none"> - حجم هوای تصفیه شده - بازدهی کل - تعداد نمونه ساخته شده 	ساخت پایلوت سیستم ESP و انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی آن	۲۸
<ul style="list-style-type: none"> - یک نمونه در یک نیروگاه بزرگ - حذف حداقل ۹۰٪ ذرات معلق دود نیروگاه زغال سوز 	<ul style="list-style-type: none"> - تعداد نمونه نصب شده - بازده کل 	اجرای پروژه نصب و بهره برداری ESP در یک نیروگاه زغال سوز	۲۹
تعیین امکان جاننشینی کاتالیست و اثرات آن	وضعیت جاننشانی کاتالیست روی سبدهای واحد پیش گرمکن هوای بویلر	بررسی جاننشانی کاتالیست روی سبدهای واحد پیش گرمکن هوای بویلر (یانگستروم) (SCR)	۳۰
حداقل ۹۰٪	راندمان حذف NOx در کاتالیست	افزایش سطح تماس و کارایی کاتالیست (SCR)	۳۱
ارائه مدل شبیه سازی منطبق با نتایج آزمایشگاه با گرفتن بازخورد از پروژه های ۳۷ و ۳۸	وضعیت شبیه سازی واکنش های شیمیایی و کاتالیستی سیستمهای SCR	شبیه سازی واکنش های شیمیایی و کاتالیستی سیستمهای SCR	۳۲
یک نمونه کاتالیست پلاتین، یک نمونه کاتالیست زئولیتی و یک نمونه V ₂ O ₅	جنس و تعداد کاتالیست خریداری شده	خرید نمونه های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی (SCR)	۳۳
انتشار نتایج تست اندازه گیری راندمان حذف برای ۳ نوع کاتالیست خریداری شده برای محدوده های مورد نظر محققین و از نظر شرایط عملیاتی ورودی	وضعیت انجام تست های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی	تست های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی (SCR)	۳۴
<ul style="list-style-type: none"> - یک نمونه - ۲٪ دود خروجی از یک نیروگاه ۲۵۰ مگاواتی 	<ul style="list-style-type: none"> - تعداد نمونه ساخته شده - دبی ورودی 	طراحی و ساخت پایلوت سیستم SCR در مقیاس کوچک	۳۵

<ul style="list-style-type: none"> - یک نمونه - ۱۲۰-۲۰۰ درجه سانتیگراد - حداقل ۹۰٪ خروجی دودکش 	<ul style="list-style-type: none"> - تعداد نمونه ساخته شده - محدوده کارکرد - بازده حذف NOx 	<ul style="list-style-type: none"> ساخت کاتالیست دما پایین جهت نصب در خروجی دودکش نیروگاه‌های بخاری و سیکل ترکیبی موجود (SCR) 	۳۶
<ul style="list-style-type: none"> - یک نمونه - ۴۵۰-۶۵۰ C° (کاتالیست زئولیتی) - حداقل ۹۰٪ خروجی دودکش 	<ul style="list-style-type: none"> - تعداد نمونه ساخته شده - محدوده کارکرد - بازده حذف NOx 	<ul style="list-style-type: none"> ساخت کاتالیست دما بالا (زئولیتی) برای استفاده در توربین‌های گاز (SCR) 	۳۷
انتشار نتایج تست و بهینه سازی فرآیند SCR	وضعیت انجام تست بر روی SCR و بهینه سازی فرآیند SCR	تست و بهینه سازی فرآیند SCR و روش کنترل تزریق آمونیاک بر اساس نتایج پایلوت	۳۸
تهیه ی فلو دیاگرام سیستم و پیش بینی راندمان حذف بر اساس نتایج آزمایشات پایلوت سیستم SCR و SNCR	وضعیت طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR	طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR برای افزایش همزمان راندمان و کاهش نشستی آمونیاک	۳۹
تدوین گزارشی شامل: تخمین راندمان حذف NOx، تخمین میزان کاهش SO2، بررسی فنی و اقتصادی سیستم	وضعیت دانش فنی سیستم استفاده همزمان SNCR و سیستم FGD تر	بررسی استفاده همزمان SNCR با سیستم FGD تر به منظور حذف نشست آمونیاک و کمک به حذف SO2	۴۰
<ul style="list-style-type: none"> - بررسی راندمان حذف NOx با تغییر مقدار و محل تزریق آمونیاک، بررسی توزیع دما، بررسی تاثیر آمونیاک در شرایط عملیاتی - بررسی ۴ نیروگاه 	<ul style="list-style-type: none"> - تعداد نیروگاه‌های بررسی شده 	<ul style="list-style-type: none"> بررسی توزیع دما و رژیم جریان در بویلر نیروگاه های منتخب و امکان سنجی اجرای این روش در آنها 	۴۱
<ul style="list-style-type: none"> - تهیه مدل کامپیوتری برای سیستم SNCR - بهینه سازی روش و محل تزریق آمونیاک 	<ul style="list-style-type: none"> گزارش حاصل از شبیه سازی فرآیند SNCR و روشهای کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر 	<ul style="list-style-type: none"> شبیه سازی فرآیند SNCR و روشهای کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر 	۴۲

<ul style="list-style-type: none"> - یک سیستم آزمایشگاهی - ۷۰۰-۱۰۰۰ درجه سانتیگراد - تجهیزات اندازه گیری - غلظت و دمای NOx و - دیگر محصولات احتراق 	<ul style="list-style-type: none"> - تعداد سیستم آزمایشگاهی - ساخته شده - محدوده تولید دمای گاز احتراق - نوع تجهیزات 	طراحی و ساخت سیستم آزمایشگاهی SNCR	۴۳
<ul style="list-style-type: none"> - یک نیروگاه - کمتر از ۵۰ مگاوات - حذف NOx به میزان - حداقل ۳۰٪ 	<ul style="list-style-type: none"> - تعداد نیروگاه - ظرفیت - بازده 	اجرای سیستم SNCR در یک واحد نیروگاهی کوچک	۴۴
بررسی فنی - اقتصادی MBR و انتخاب غشای مناسب	وضعیت مطالعات امکان سنجی فنی - اقتصادی MBR و مقایسه روش‌های مستغرق و جانبی	بررسی فنی - اقتصادی MBR و مقایسه روش‌های مستغرق و جانبی و انتخاب غشای مناسب برای ایران	۴۵
<ul style="list-style-type: none"> - ۳ نوع غشا - BOD خروجی کمتر از ۵ - TSS کمتر از ۵ 	<ul style="list-style-type: none"> - تعداد غشای ساخته شده - راندمان - TSS 	ساخت غشاهای با راندمان بالا و گرفتگی کم (MBR)	۴۶
<ul style="list-style-type: none"> - یک نمونه - با قابلیت تست انواع مختلف غشا - حداقل ۰,۱ m³/h یا - ۱۰۰L/h 	<ul style="list-style-type: none"> - تعداد نمونه ساخته شده - نوع پایلوت - ظرفیت 	طراحی و ساخت پایلوت و تست های مربوطه (MBR)	۴۷
<ul style="list-style-type: none"> - یک نیروگاه - ۱۵m³/h - BOD خروجی کمتر از ۵ 	<ul style="list-style-type: none"> - تعداد نیروگاه نصب شده - ظرفیت - راندمان 	ساخت ماژول‌های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه	۴۸
تهیه فلودیاگرام و پیش بینی راندمان حذف آلاینده های روغنی	وضعیت طراحی سیستم مبتنی بر غشا	طراحی سیستم مبتنی بر غشا جهت حذف آلاینده‌های روغنی و سیستم شستشوی آن (Membrane)	۴۹
<ul style="list-style-type: none"> - یک نمونه - حداقل ۷۰٪ 	<ul style="list-style-type: none"> - تعداد دستگاه ساخته شده - راندمان حذف آلاینده آب 	کسب دانش فنی ساخت دستگاه بازیاب انرژی از جریان غلیظ خروجی سیستم‌های اسمز معکوس	۵۰
<ul style="list-style-type: none"> - یک نمونه - ۲۴۰ L/day - خرید غشاهای منفرد و - ساخت ۱ ماژول غشا 	<ul style="list-style-type: none"> - تعداد ماژول ساخته شده - ظرفیت - وضعیت خرید و ساخت غشا 	طراحی و ساخت بستر تست ماژول سیستم اسمز معکوس	۵۱
<ul style="list-style-type: none"> - یک مخزن - ۵۰ بار 	<ul style="list-style-type: none"> - تعداد مخزن ساخته شده - قابلیت تحمل فشار - تعداد ماژول نصب شده 	ساخت مخازن تحت فشار Pressure Vessel مورد نیاز جهت قرارگیری ماژول‌های غشا (Membrane)	۵۲

۸ مازول -			
یک نمونه ۵۰۰ L/day ۵۰ بار	- تعداد مازول ساخته شده - ظرفیت - فشار	ساخت نمونه صنعتی مازول مورد استفاده در اسمز معکوس	۵۳
کسب دانش فنی ساخت DAF	وضعیت مطالعات امکان‌سنجی استفاده و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا	بررسی امکان استفاده از DAF و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا از طریق آزمایشات پایلوت	۵۴
نصب DAF در یک نیروگاه منتخب	وضعیت مطالعات امکان‌سنجی اقتصادی طرح‌های مربوط به نصب سیستم DAF در نیروگاه‌ها	بررسی امکان سنجی اقتصادی طرح‌های مربوط به نصب سیستم DAF در نیروگاه‌ها و ارائه خدمات مشاوره‌ای به آن‌ها	۵۵
ساخت ۱ نمونه اولیه	تعداد نمونه اولیه ساخته شده	بررسی فناوری‌های متعارف دستگاہی و هیبریدی و امکان‌سنجی اقتصادی طرح‌ها	۵۶
یک نمونه ۱۰۰ L/h	- تعداد نمونه ساخته شده - ظرفیت	طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم VC (روش‌های تبخیری دستگاہی)	۵۷
یک نمونه ۱۰۰ L/h	- تعداد نمونه ساخته شده - ظرفیت	طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم MED (روش‌های تبخیری دستگاہی)	۵۸
ساخت یک واحد تبخیرکننده در یک نیروگاه گازی منتخب ۲۵ مگاواتی	تعداد تبخیرکننده ساخته شده	طراحی، ساخت و اجرای یک واحد تبخیرکننده بر پایه حرارت اتلافی از نیروگاه گازی (روش‌های تبخیری دستگاہی)	۵۹
یک نمونه ۲۰۰ m ³ /day	- تعداد نمونه ساخته شده - ظرفیت	ساخت سیستم‌های VC و MED جهت نصب در نیروگاه‌ها (روش‌های تبخیری دستگاہی)	۶۰
انتخاب روش منتخب تصفیه شیمیایی	وضعیت امکان‌سنجی روش‌های تصفیه شیمیایی	مطالعه روش‌های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی	۶۱
یک نمونه حذف ۹۰٪ آلودگی‌های مورد نظر خاک	- تعداد نمونه ساخته شده - راندمان	ساخت پایلوت روش منتخب تصفیه شیمیایی	۶۲
راه‌اندازی یک مرکز آزمایشگاهی با قابلیت انجام آزمایش‌های اندازه‌گیری آلودگی خاک	تعداد مرکز آزمایشگاهی راه‌اندازی شده و تست‌های قابل اجرا	ایجاد یک آزمایشگاه تصفیه خاک در صنعت برق	۶۳
یک نیروگاه حذف حداقل ۷۰٪ آلودگی	- تعداد نیروگاه - راندمان	پیاده‌سازی روش‌های تصفیه شیمیایی در یک نیروگاه	۶۴

های خاک			
مقایسه روش های بهبود عملکرد تصفیه زیستی با کمک اصلاح ژنتیکی	وضعیت بررسی روش های بهبود عملکرد تصفیه زیستی از طریق اصلاحات ژنتیکی	بررسی روش های بهبود عملکرد تصفیه زیستی از طریق اصلاحات ژنتیکی	۶۵
معرفی روش های مختلف تصفیه زیستی و انتخاب روش منتخب با توجه به صرفه اقتصادی	وضعیت امکان سنجی اقتصادی روش های تصفیه زیستی	مطالعه روش های تصفیه زیستی و انتخاب روش های با صرفه اقتصادی	۶۶
شناسایی انواع آلودگی های خاک و شناسایی انواع میکروارگانیسم های از بین برنده آن ها در ۴ نیروگاه منتخب	وضعیت دانش فنی شناسایی انواع آلودگی های خاک و شناسایی میکروارگانیسم های از بین برنده آن ها در نیروگاه ها	شناسایی انواع آلودگی های خاک و شناسایی میکروارگانیسم های از بین برنده آن ها در نیروگاه ها (تصفیه زیستی)	۶۷
- یک نمونه حذف حداقل ۸۰٪ آلودگی های خاک	- تعداد نمونه ساخته شده - راندمان	ساخت پایلوت روش های منتخب تصفیه زیستی	۶۸
ایجاد یک آزمایشگاه با قابلیت انجام آزمایش های میکروبی و اصلاح ژنتیکی	تعداد مرکز آزمایشگاهی راه اندازی شده و تست های قابل اجرا	ایجاد یک آزمایشگاه بیو تکنولوژی خاک در صنعت برق (تصفیه زیستی)	۶۹
- یک نمونه حذف حداقل ۸۰٪ آلودگی های خاک	- تعداد نمونه ساخته شده - راندمان	پیاده سازی روش های تصفیه زیستی در یک نیروگاه	۷۰

انتشار ارائه خواهد شد.

فصل سوم:

۳- تدوین ساختار نظارت، به روز رسانی و مکانیزم
ارزیابی

۳-۱- ساختار نظارت و بروز رسانی

همان طور در مقدمه اشاره شد، به منظور ارزیابی پروژه‌های اجرایی مختلف تعریف شده برای حصول به اهداف نقشه‌راه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق، علاوه بر تعیین شاخص‌ها باید ساختارهای نظارتی مورد نیاز و نحوه فعالیت آن‌ها تعیین گردد. از سوی دیگر با توجه به اینکه نقشه‌راه یک سند زنده و پویا است، ضرورت دارد در بازه‌های زمانی مشخصی به بازنگری و بروز رسانی این سند پرداخته شود، از این رو باید برنامه‌ریزی لازم جهت انجام این بازنگری‌ها نیز مشخص شود. در ادامه فرآیند ارزیابی سند توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق، مکانیزم ارزیابی، ساختار نظارت و به‌روز رسانی سند توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق ارائه شده است.

به منظور تحقق اهداف سند لازم است ساز و کاری اندیشیده شده و ساختار نظارتی برای آن تعیین گردد. وزارت نیرو وظیفه سیاست‌گذاری کلان، هماهنگی و نظارت کلان بر اجرای این سند را بر عهده دارد. کمیته راهبری توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها متشکل از خبرگان این حوزه بر نحوه اجرای این سند نظارت می‌کند و بازنگری‌های لازم در سند را انجام داده و گزارش کلان مربوطه را در فواصل زمانی مشخص به وزارت نیرو ارائه خواهد نمود. این کمیته با ایجاد ساز و کارهای لازم و استفاده از نهادهای مختلف، ضمن انجام تصمیم‌گیری‌های لازم، وظیفه نظارت بر تحقق اهداف سند و ارزیابی پیشرفت کار را بر عهده دارد. از جمله وظایف اصلی این کمیته می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

↔ سیاست‌گذاری اجرایی، راهبری، هماهنگی و ایجاد ارتباطات بین دستگاهی لازم برای توسعه فناوری‌های

مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق

↔ نظارت و پیگیری اجرای دقیق و کامل مفاد سند

↔ پایش شاخص‌های عملکردی و اثربخشی

↔ بررسی طرح‌ها و برنامه‌های بخشی و فرابخشی، و نظارت بر اجرای صحیح اقدامات

↔ تصمیم‌گیری برای تخصیص بودجه‌ها به پروژه‌های اجرایی

کمیته راهبری توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در پژوهشگاه نیرو تشکیل می‌شود و پیشنهاد می‌گردد که اعضای اصلی آن، اعضای کمیته راهبری فعلی در تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها باشند.

۳-۲- مکانیزم عملکرد

باید مکانیزمی برای انجام فعالیت‌های ارزیابی در نظر گرفته شود. همان طور که اشاره شد، از جمله وظایف اصلی اعضای کمیته راهبری توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها نظارت و پیگیری اجرای دقیق و کامل مفاد سند و پایش شاخص‌های عملکردی و اثربخشی می‌باشد. لذا اعضای مرکز جهت انجام وظایف در نظر گرفته شده می‌بایست جلسات منظم (۳ ماه یک‌بار) برگزار کرده و در فاصله بین جلسات از طریق همکاری و اخذ آمار و گزارش‌ها از دستگاه‌های متولی حوزه‌های مرتبط شاخص‌های تعیین شده را ارزیابی کرده و پس از نهایی‌سازی و تلفیق آن‌ها گزارش آن را در دوره‌های زمانی ۳ ماهه به وزارت نیرو اعلام نماید. اعضای کمیته موظفانند طبق نتایج حاصل از ارزیابی شاخص‌ها، اقدامات لازم را جهت اطمینان از تحقق سند در افق ۱۰ ساله، اتخاذ کنند.

همچنین کمیته موظف است فناوری‌های مرتبط و در حال توسعه مرتبط با حوزه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها را رصد کند و گزارش آن را طی دوره‌های زمانی ۲ ساله به وزارت نیرو ارائه نماید.

با توجه به روند تحولات و نیز وضعیت پیشرفت سند، لازم است سند مورد بازبینی و تجدیدنظر قرار گیرد. دوره طبیعی بازبینی سند ۲ ساله می باشد و در صورتی که شاخص های کلیدی سند ارضا نشده باشند لازم است که خارج از دوره طبیعی، بازبینی بخشی یا کلی سند صورت بگیرد که با توجه شاخص های معرفی شده در فصل قبل شاخص های کلیدی در جدول (۳-۱) آمده است:

جدول (۱-۳): شاخص‌های کلیدی پروژه های فنی سند راهبردی توسعه فناوری مدیریت آلاینده در صنعت برق

ردیف	اقدام	شاخص کلیدی
۱	ساخت نمونه اولیه مشعل صنعتی کوچک DLN,LNB	- وضعیت مطالعات امکان‌سنجی ساخت و بومی سازی فناوری DLN, LNB و وضعیت بسته پشتیبانی فنی کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB - وضعیت بسته های مشاوره ای و کنترل کیفیتی کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB
۲	تولید صنعتی غشای تماس دهنده MEMBRANE	- وضعیت دانش فنی اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE - وضعیت مطالعات امکان‌سنجی فنی - اقتصادی طرح اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE
۳	ساخت سیستم‌های Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی	- وضعیت مطالعات امکان‌سنجی استفاده از جلبک‌های بومی ایران در کاهش آلاینده‌های نیروگاهی - وضعیت تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک تولید شده
۴	ساخت صنعتی FGD و استفاده در نیروگاه‌های کشور	- وضعیت مطالعات امکان‌سنجی ساخت فناوری سولفورزدایی - وضعیت ساخت پایلوت فناوریهای منتخب FGD در مقیاس نیمه صنعتی
۵	ساخت ESP در مقیاس صنعتی و استفاده در نیروگاه‌های کشور	- وضعیت بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز - وضعیت مطالعات امکان‌سنجی استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز
۶	دستیابی به دانش فنی ساخت کاتالیست و ساخت پایلوت سیستم SCR	- وضعیت شبیه‌سازی واکنش های شیمیایی و کاتالیستی سیستمهای SCR - وضعیت انجام تست‌های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی
۷	ساخت پایلوت سیستم SNCR	وضعیت بررسی توزیع دما و رژیم جریان در بویلر نیروگاه‌های منتخب و امکان‌سنجی اجرای این روش در آنها

وضعیت مطالعات امکان‌سنجی فنی - اقتصادی MBR و مقایسه روش‌های مستغرق و جانبی	ساخت ماژول‌های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه‌ها	۸
- تعداد دستگاه بازیاب ساخته شده - راندمان حذف آلاینده آب - تعداد ماژول اسمز معکوس ساخته شده	ساخت صنعتی غشای مورد استفاده در تصفیه آب و پساب در فناوری Membrane	۹
وضعیت مطالعات امکان‌سنجی استفاده و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا	تجهیز نیروگاه‌های کشور به سیستم‌های DAF (با تاکید بر استفاده از سیستم‌های ساخت داخل)	۱۰
وضعیت بررسی فناوری‌های متعارف، هیبریدی و امکان‌سنجی اقتصادی طرح‌ها	تجهیز نیروگاه‌های کشور به سیستم‌های تبحیری (با تاکید بر استفاده از سیستم‌های ساخت داخل)	۱۱
وضعیت امکان‌سنجی روش‌های تصفیه شیمیایی	نصب و پیاده‌سازی روش‌های تصفیه شیمیایی خاک در نیروگاه‌ها	۱۲
وضعیت امکان‌سنجی روش‌های تصفیه زیستی	نصب و پیاده‌سازی روش‌های تصفیه زیستی خاک در نیروگاه‌ها	۱۳

نتیجه گیری

مرحله ششم این سند به عنوان آخرین مرحله از طرح "تدوین سند راهبردی و نقشه راه فناوری مدیریت آلاینده‌ها (هوا، آب و خاک) در صنعت برق ایران" به تدوین برنامه ارزیابی و به‌روزرسانی این سند می‌پردازد. در این مرحله باید مشخص شود که چه افرادی در چه ساختاری و بر اساس چه شاخص‌ها و معیارهایی باید به ارزیابی پیشرفت اجرای سند در طول بازه زمانی تعریف شده بپردازند. برای این کار ابتدا شاخص‌هایی در سطح کلان (چشم‌انداز و اهداف) و در سطح خرد (اقدامات غیرفنی و فنی) تعریف شد. سپس ساختار نظارت، به‌روزرسانی و ارزیابی سند مشخص شد. برای این کار وظایف اعضای کمیته راهبری توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها مشخص گردید. در نهایت تعیین شد که این کمیته در بازه‌های زمانی ۳ ماهه به پیگیری و ارزیابی اجرای سند بر اساس شاخص‌های تعریف‌شده بپردازد و گزارش آن را به وزارت نیرو ارائه کند. همچنین مقرر شد این کمیته با توجه به وضعیت پیشرفت سند نسبت به بازنگری آن اقدام نماید.

۲- پیوست

پیوست الف: معرفی اجمالی نهادهای مرتبط با نگاشت نهادی توسعه فناوری های

مدیریت آلاینده ها در صنعت برق

۲-۱-۱- توانیر

موضوع فعالیت شرکت توانیر: مدیریت سهام و سرمایه‌های شرکت در صنعت برق، انجام هرگونه فعالیت در راستای تأمین برق مطمئن و اقتصادی برای کلیه مصارف خانگی، عمومی، صنعتی، کشاورزی، تجاری و غیره اعم از سرمایه‌گذاری، مدیریت و نظارت بر ایجاد و بهره‌برداری از تأسیسات و انجام کلیه معاملات مربوط به برق که برای تحقق اهداف شرکت لازم می‌باشد از طریق شرکت‌های زیرمجموعه و یا در صورت لزوم با تصویب مجمع عمومی توسط خود شرکت موارد زیر از جمله وظایف شرکت می‌باشد.

- ↪ بررسی و تدوین پیشنهادهای لازم در زمینه راهبردها و سیاست‌ها و برنامه‌های بلندمدت و میان‌مدت صنعت برق و ارائه آن به وزارت نیرو
- ↪ اجرای سیاست‌ها، برنامه‌ها و مصوبات وزارت نیرو
- ↪ تهیه طرح‌های لازم برای توسعه تأسیسات تولید، انتقال و توزیع برق و ارائه آن به وزارت نیرو جهت اخذ مجوز
- ↪ سرمایه‌گذاری در تأسیسات تولید و انتقال و توزیع صنعت برق
- ↪ اتخاذ تدابیر و راهکارهای لازم به منظور حصول اطمینان از اجرای صحیح و به‌موقع طرح‌های توسعه و بهینه‌سازی تأسیسات
- ↪ راهبری و پایش شبکه سراسری برق از طریق شرکت‌های زیرمجموعه و همچنین ایجاد سازوکارهای لازم برای توسعه رقابت در امر تولید، خرید و فروش برق از جمله ایجاد سیستم‌ها و انجام عملیات بازار و بورس برق
- ↪ تدوین و پیشنهاد تعرفه‌های برق به وزارت نیرو
- ↪ خرید و فروش عمده برق در داخل و خارج کشور از طریق شرکت‌های زیرمجموعه
- ↪ اخذ هرگونه وام و تسهیلات مالی از منابع داخلی و خارجی، عرضه اوراق قرضه و مشارکت داخلی و پیش‌فروش انشعاب و انرژی برق و سایر روش‌های تأمین منابع مالی با اخذ مجوز از مراجع قانونی ذی‌ربط
- ↪ مدیریت، توسعه و تأمین منابع مالی صنعت برق و استفاده بهینه از این منابع از طریق برقراری تسهیلات و گردش منابع مالی فی‌مابین شرکت و شرکت‌های زیرمجموعه
- ↪ انجام عملیات لازم به منظور نظارت در نحوه استفاده از انرژی برق به نمایندگی از طرف وزارت نیرو و همچنین ترویج فرهنگ مدیریت مصرف به منظور بهینه‌سازی مصرف و کاهش مصارف غیرضروری
- ↪ بررسی، مطالعه و سایر اقدامات لازم برای توسعه فناوری، انتقال دانش فنی و اطلاع‌رسانی تأمین کالا و ساخت تجهیزات مورد نیاز صنعت برق کشور

- ↔ حمایت از توسعه فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی در زمینه‌های تخصصی مرتبط با صنعت برق و پشتیبانی از برنامه‌های تربیت متخصصان مورد نیاز صنعت برق کشور.
- ↔ حمایت از تحقیقات و فعالیت‌های علمی و توسعه منابع انسانی و سایر عوامل موثر در بهبود مدیریت و بهره‌وری صنعت برق کشور
- ↔ مدیریت و هماهنگی تجاری، فنی و برنامه‌ای بین شرکت‌های زیرمجموعه و هدایت و هماهنگی آن‌ها در جهت سیاست‌های تعیین شده از طرف وزارت نیرو و دولت
- ↔ نظارت بر امور مدیریت و نظام مالی شرکت‌های زیرمجموعه و انجام بازرسی و حسابرسی‌های لازم
- ↔ تدوین مقررات و استانداردها و دستورالعمل‌های لازم برای حسن اجرای امور و استفاده بهینه از امکانات و تأسیسات صنعت برق و ارایه آن‌ها به وزارت نیرو و همچنین انجام عملیات لازم به منظور نظارت بر اجرای آن‌ها به نمایندگی وزارت نیرو
- ↔ پیشنهاد و پیگیری درخواست‌های عمومی صنعت برق از دولت
- ↔ انجام هرگونه عملیات مالی، معاملات، سرمایه‌گذاری، تشکیل شرکت، مشارکت در مؤسسات و شرکت‌های دیگر که مرتبط با موضوع شرکت باشد، با رعایت مقررات مربوط
- ↔ مبادرت به هرگونه فعالیت که با هدف شرکت مرتبط باشد

۲-۱-۲- دفتر امور تحقیقات برق (توانیر)

شرح وظایف دفتر امور تحقیقات برق :

- ↔ حمایت، هدایت، راهبری مؤسسات و مراکز علمی و پژوهشی به منظور انجام تحقیقات و پژوهش‌های کاربردی در صنعت برق
- ↔ کمک به توسعه و رشد مراکز تحقیقاتی
- ↔ ترغیب مؤسسات و مراکز علمی به تدوین طرح‌ها و پژوهش‌های کاربردی
- ↔ تدوین نظام‌های اصلاح و بهبود فرآیندها
- ↔ سیاست‌گذاری در بخش تحقیقات شرکت‌های زیرمجموعه
- ↔ ارتقاء دانش مدیریت تحقیق و توسعه در شرکت‌های زیرمجموعه

- ↪ استقرار طرح‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی کاربردی انجام شده در شرکت‌های زیرمجموعه
- ↪ تدوین شاخص‌ها و معیارهای تحقیقات در زمینه مختلف (ارزیابی، کنترل و استاندارد)
- ↪ نظارت عالی و راهبردی بر شرکت‌های زیرمجموعه
- ↪ تعامل با دستگاه‌ها و سازمان‌ها برای پیشبرد امور تحقیقات
- ↪ شناسایی پتانسیل‌ها و ظرفیت‌های ارتقاء و بهبود فرآیندهای پژوهش و تحقیقاتی در شرکت‌های موفق داخلی و خارجی (benchmark)
- ↪ تعامل با مرکز پژوهش ملی و بین‌المللی
- ↪ ظرفیت‌سازی در شرکت‌ها برای مدیریت بر انجام تحقیقات کاربردی (پیشنهاد تقویت ساختار - توانمندسازی کارکنان و ...)
- ↪ توسعه و گسترش تبادلات علمی و تحقیقاتی ملی و بین‌المللی در صنعت برق
- ↪ توسعه و بکارگیری سرمایه انسانی کارآمد و دانشگرا در بخش تحقیقات صنعت برق
- ↪ تطبیق سیاست‌های صنعت برق با نیازهای آن
- ↪ ارزیابی نظام‌ها و فعالیت‌های تحقیقاتی و استاندارد به منظور اصلاح و بهبود فرآیندها
- ↪ ظرفیت‌سازی در ستاد و شرکت‌های زیرمجموعه به منظور استقرار مطلوب نظام‌ها (ایجاد دانش، مهارت، شرایط و قابلیت‌های مورد نیاز)
- ↪ مطالعات در زمینه تجارب گذشته و تحلیل وضع موجود جهت تنظیم فعالیت‌های آینده پژوهشی
- ↪ استقرار نظام یادگیری

۲-۱-۳- پژوهشگاه نیرو

پژوهشگاه نیرو به منظور تحقق بخشی از وظایف پژوهشی وزارت نیرو و نیز ارتقاء کیفی امور آن وزارتخانه، تأسیس گردید. پژوهشگاه نیرو سازمانی دولتی است که مسئولیت راهبری تحقیقات وابسته به صنعت برق و انرژی ایران را بر عهده دارد. پژوهشگاه نیرو در سال ۱۳۷۶ با اخذ مجوز سه پژوهشکده "برق"، "تولید نیرو" و "انتقال و توزیع نیرو" از شورای گسترش آموزش عالی به طور رسمی کار خود را آغاز و در سال ۱۳۷۷ با اخذ دو مجوز جدید پژوهشکده‌های "انرژی و محیط‌زیست" و "کنترل و مدیریت شبکه" را نیز به مجموعه خود افزود و در ادامه با ایجاد مراکز شیمی و مواد، توسعه فناوری توربین‌های بادی و "آزمایشگاه‌های مرجع" فعالیت‌های خویش را توسعه بخشید.

با توجه به نقش زیربنایی صنعت برق در رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور، پژوهشگاه نیرو با انجام پروژه‌های بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای به منظور پاسخگویی بهتر و بیشتر به نیازهای صنعت برق و رفع مشکلات آن و دستیابی به فناوری‌های نوین اقدام به تعریف پروژه برنامه استراتژیک خود هم‌راستا با خواسته‌ها و برنامه‌های استراتژیک وزارت نیرو و برنامه توسعه پنجم کشور نموده و در سال ۱۳۸۷ پس از تبیین بیانیه‌های مأموریت، چشم‌انداز و ارزش‌های سازمانی با تحلیل محیط داخل و خارج و همچنین مطالعات تطبیقی در عرصه بین‌المللی استراتژی‌ها و اهداف پژوهشگاه را تدوین و در سال ۱۳۸۹ با استفاده از متدولوژی کارت امتیازی متوازن (BSC) با اجرای برنامه‌ها و دستیابی به اهداف کمی راه رسیدن به چشم‌انداز را هموار نموده است.

فلسفه وجودی مأموریت پژوهشگاه نیرو شامل ارتقاء فناوری، توسعه پژوهش و نوآوری جهت افزایش توانمندی، رقابت‌پذیری و بهره‌وری صنعت برق و انرژی کشور است.

محصولات و خدمات این مأموریت تکمیل چرخه مدیریت نوآوری و فناوری صنعت برق و انرژی از طریق موارد زیر است.

- ↪ انجام تحقیقات توسعه‌ای و کاربردی و بنیادی در حوزه صنعت برق و انرژی
- ↪ اجرای مطالعات و تحقیقات راهبردی، کلان، بلندمدت و با ریسک بالای صنعت برق و انرژی
- ↪ مدیریت تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای صنعت برق و انرژی
- ↪ آینده‌نگاری، سیاست‌پژوهی و برنامه‌ریزی فناوری‌های نوین در عرصه صنعت برق و انرژی
- ↪ اکتساب فناوری‌های نوین در عرصه صنعت برق و انرژی
- ↪ تجاری‌سازی نتایج تحقیقات و بکارگیری در صنعت برق و انرژی
- ↪ تهیه استانداردها و ارائه خدمات آزمایشگاهی و ارزیابی کیفیت تجهیزات و سیستم‌های صنعت برق و انرژی
- ↪ طراحی و توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز جهت ایجاد مراکز و شرکت‌های نوآور در حوزه صنعت برق و انرژی
- ↪ ایجاد و توسعه شبکه فناوری میان دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و قطب‌های علمی پژوهشی داخل و خارج کشور در حوزه صنعت برق و انرژی

۲-۱-۴- مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی (پژوهشگاه نیرو):

از جمله اهداف و مأموریت‌های مرکز توسعه فناوری صنعت برق و انرژی، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ↪ رفع مشکلات و نیازهای فنی صنعت برق کشور از طریق جذب، پذیرش و حمایت از شرکت‌های فناورانه مستعد
- ↪ فراهم نمودن زمینه ارتقاء کمی و کیفی آن‌ها در جهت تکمیل چرخه توسعه فناوری آن‌ها
- ↪ حاکمیت دیدگاه کاربردی، تفکر تجاری‌سازی و حرکت نتیجه محور در فعالیت‌های علمی و پژوهشی
- ↪ استقرار چهارچوب‌های مدیریتی و اقتصادی در پروژه‌ها و طرح‌های فنی
- ↪ استفاده از پتانسیل صنعت برق و انرژی کشور در بخش‌های دولتی و خصوصی، به ویژه پژوهشگاه نیرو
- ↪ روان‌سازی مقررات و تسهیل فرآیندهای کاری و مدیریتی مربوط
- ↪ ایجاد و راهبری شبکه ملی مراکز رشد مرتبط با حوزه برق و انرژی
- ↪ هموار نمودن مسیر توسعه کسب‌وکار بین‌المللی
- ↪ کمک به راه‌اندازی و مدیریت صندوق‌های حمایت مالی ریسک‌پذیری

۲-۱-۵- معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری

معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری در ۱۵ بهمن سال ۱۳۸۵ به دستور ریاست جمهوری وقت و با استناد به اصل ۱۲۴ قانون اساسی تشکیل گردید. معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری زیر نظر رئیس‌جمهور قرار دارد و به منظور هماهنگی و هم‌افزایی امور علمی و فناوری در کل کشور تشکیل شده است که از وزارتخانه‌ها و سایر دستگاه‌های اجرایی کشور مجزا می‌باشد و از ۵ معاونت تشکیل شده که عبارتند از: معاونت سیاست‌گذاری و ارزیابی راهبردی، معاونت توسعه فناوری، معاونت نوآوری و تجاری‌سازی، معاونت امور بین‌الملل و تبادل فناوری و معاونت توسعه مدیریت و منابع. دفتر سیاست‌گذاری معاونت سیاست‌گذاری و ارزیابی راهبردی نقش سیاست‌گذار را بر عهده دارد. اهداف معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری عبارتند از:

- ↪ ارتقای اقتدار ملی، تولید ثروت و افزایش کیفیت زندگی مردم از طریق افزایش توانمندی‌های فناوری و نوآوری در کشور
- ↪ ارتقای «نظام ملی نوآوری» و تکمیل مؤلفه‌ها و حلقه‌های آن
- ↪ توسعه «اقتصاد دانش‌بنیان» از طریق هماهنگی و هم‌افزایی بین‌بخشی و بین دستگاهی
- ↪ ارتقای ارتباط «دانش» با «صنعت» و «جامعه» و تسهیل تبادلات بین بخش‌های عرضه و تقاضای فناوری و نوآوری
- ↪ تجاری‌سازی دستاوردهای فناوری و نوآوری و توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان
- ↪ توسعه فناوری‌های راهبردی و اولویت‌دار ملی مطرح در نقشه جامع علمی کشور
- ↪ اعتلای ارتباطات بین‌المللی علمی، فناوری و نوآوری و توسعه دیپلماسی علمی و فناوری

وظایف اساسی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری عبارتند از:

- ↪ سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی تأمین منابع مالی در نظام علم، فناوری و نوآوری کشور
- ↪ هدفمندسازی، هدایت و توسعه پژوهش‌های کاربردی، تقاضا محور و مأموریت‌گرا و کمک به تجاری‌سازی نتایج آن‌ها
- ↪ توسعه دیپلماسی علم و فناوری و ارتباطات بین‌المللی و توسعه سرمایه‌گذاری خارجی در طرح‌های دانش بنیان، هدایت سرمایه‌های انسانی و مالی ایرانیان خارج از کشور و توسعه شبکه‌های بین‌المللی علم و فناوری به ویژه در جهان اسلام با هماهنگی و همکاری دستگاه‌های ذی‌ربط
- ↪ تحریک تقاضا، بازارسازی و تضمین بازار برای تولیدات داخلی و بازاریابی و صادرات کالاها و خدمات دانش‌بنیان
- ↪ رصد فرصت‌های بین‌المللی به منظور توسعه فناوری به ویژه شناسایی و کسب فناوری‌های نوظهور با هماهنگی و همکاری دستگاه‌های ذی‌ربط
- ↪ انجام اقدامات لازم جهت توسعه اولویت‌های علم و فناوری نقشه جامع علمی کشور

۲-۱-۶- مرکز همکاری‌های فناوری و نوآوری ریاست جمهوری

معاونت پژوهش و برنامه‌ریزی دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری در سال ۱۳۷۷ جهت پاسخگویی به نیازهای دفتر در شش بخش پژوهش، برنامه‌ریزی و نظارت، حقوقی و قراردادهای، ارزیابی تکنولوژی، اطلاع‌رسانی داخلی و آموزش کارکنان ایجاد گردید. وظایف و برنامه‌های این معاونت در بخش‌های مختلف به شرح زیر می‌باشد:

- ↪ پژوهش: مطالعه در زمینه سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه کشورهای موفق، مطالعه و پژوهش در زمینه عوامل مؤثر در توسعه و پیشرفت کشور، کمک به فرهنگ‌سازی در عرصه تکنولوژی، مطالعه و پژوهش در مبانی تکنولوژی، تدوین مفاهیم و روش‌های مناسب انتقال تکنولوژی، مطالعه وضع موجود تکنولوژی‌های کشور، پیش‌بینی روند توسعه تکنولوژی‌های داخل کشور و سایر کشورها، بالأخص در زمینه تکنولوژی‌های مورد نیاز کشور، کمک به تشکیل و راه‌اندازی کانون‌های تحلیلی و ایجاد ارتباط با مجموعه‌های فکری موجود در داخل و خارج از کشور، ایجاد ارتباط بین محققین و تحلیلگران در عرصه تکنولوژی
- ↪ ارزیابی تکنولوژی: بکارگیری ابزارهای مدیریت تکنولوژی و روش‌های مهندسی صنایع جهت بررسی و ارزیابی طرح‌های تکنولوژیکی و تکنولوژی‌های منتخب از نظر میزان تناسب با نیازهای مشخص شده، ارزیابی میزان موفقیت در

جذب تکنولوژی‌ها و رسیدن به اهداف تکنولوژیکی و مطالعه امکان‌سنجی

فنی - اقتصادی پروژه‌ها

وظایف و فعالیت‌های دفتر همکاری‌های فناوری ریاست‌جمهوری

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

۲-۱-۷- صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور

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

در صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور پروژه‌های تحقیقاتی مورد حمایت قرار می‌گیرند که بر اساس نیازها و مزیت‌های کشور توصیف شده باشند. انواع حمایت‌های مادی و معنوی از پژوهشگران و فناوران به صورت زیر می‌باشد:

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

۲-۱-۸- وزارت علوم تحقیقات و فناوری

حدود اختیارات و مأموریت‌های وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به صورت ذیل می‌باشد:

↔ در زمینه انسجام امور اجرایی و سیاست‌گذاری نظام علمی و امور تحقیقات و فناوری

- شناسایی مزیت‌های نسبی، قابلیت‌ها، استعدادها و نیازهای پژوهش و فناوری کشور بر مبنای آینده‌نگری و آینده‌پژوهی و معرفی آن به واحدهای تولیدی، تحقیقاتی، دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی و تحقیقاتی جهت بهره‌برداری
- بررسی اولویت‌های راهبردی تحقیقات و فناوری با همکاری یا پیشنهاد دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط و پیشنهاد به شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری

• حمایت از توسعه تحقیقات بنیادی و پژوهش‌های مرتبط با فناوری‌های نوین بر اساس اولویت‌ها

- برنامه‌ریزی برای تدارک منابع مالی و توسعه فناوری کشور و مشارکت در ایجاد، توسعه و تقویت فناوری ملی و حمایت از توسعه فناوری‌های بومی

• اتخاذ تدابیر لازم به منظور افزایش کارایی و اثربخشی تحقیقات کشور و توسعه تحقیقات کاربردی با همکاری دستگاه‌های ذی‌ربط.

• اتخاذ تدابیر و تهیه پیشنهادهای لازم در خصوص انتقال فناوری و دانش فنی و برنامه‌ریزی به منظور بومی کردن فناوری‌های انتقال یافته به داخل کشور و ارائه آن‌ها به شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری

• ایجاد زمینه‌های مناسب برای عرضه فناوری در داخل و خارج کشور و حمایت از صدور فناوری‌های تولید شده در کشور و کمک به ایجاد انجمن‌ها و شرکت‌های غیردولتی علمی، تحقیقاتی و فناوری

• اتخاذ راهکارهای مناسب برای کمک به توسعه پژوهش و فناوری در بخش‌های غیردولتی

↔ در زمینه اداره امور دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی تحت پوشش وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

- تعیین راهکارهای لازم و برنامه‌ریزی و حمایت از ایجاد و گسترش دانشگاه‌ها، مؤسسات آموزش عالی، مراکز تحقیقاتی و فناوری و دیگر مراکز فعالیت‌های علمی - پژوهشی همانند شهرک‌های تحقیقاتی، آزمایشگاه‌های ملی،

موزه‌های علوم و فنون با استفاده از منابع دولتی و غیردولتی و مشارکت‌های مردمی متناسب با نیازها و ضرورت‌های کشور

• برنامه‌ریزی اجرایی، آموزشی و تحقیقاتی متناسب با نیازها و تحولات علمی و فنی در جهان

• نظارت بر فعالیت‌های دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و تحقیقاتی کشور

در مجموع این وزارتخانه هم نقش نظارت بر دانشگاه‌های کشور را بر عهده دارد که وظیفه معاونت آموزشی این وزارتخانه می‌باشد و هم نقش سیاست‌گذاری نظام علمی و امور تحقیقات و فناوری را بر عهده دارد که وظیفه مرکز برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری پژوهشی در معاونت پژوهش و فناوری این وزارتخانه است.

۲-۱-۹- شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف)

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

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

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

↔ اولویت‌بندی و انتخاب طرح‌های اجرایی بلندمدت سرمایه‌گذاری کلان در بخش‌های آموزشی و پژوهشی و فناوری

↔ بررسی و پیشنهاد منابع مالی مورد نیاز در حوزه‌های علوم، تحقیقات و فناوری

↪ ارائه گزارش به مجلس شورای اسلامی: مجلس شورای اسلامی در بند ۲۶ قانون بودجه سال ۱۳۸۸، کلیه دستگاه‌های اجرایی را مکلف به گزارش دهی از عملکرد بودجه‌های پژوهشی خود نموده و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری نیز موظف است گزارش‌های مزبور را جمع‌بندی و به شکل جامعی به مجلس ارائه نماید.

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

۲-۱-۱۰- مجمع تشخیص مصلحت نظام

در سال ۱۳۶۸ و در جریان بازنگری قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، این مجمع رسماً به صورت یکی از نهادهای رسمی کشور درآمد و وظیفه اصلی آن حل اختلاف بین مجلس شورای اسلامی و شورای نگهبان است.

وظایف مجمع تشخیص مصلحت نظام:

↪ مجمع تشخیص مصلحت نظام، مسئولیت تصمیم‌گیری در سیاست‌های کلان داخلی و خارجی ایران و حل اختلاف میان قوای سه‌گانه را بر عهده دارد و همچنین ناظر بر فعالیت‌های آنان است.

↪ این مجمع، وظیفه تدوین برنامه چشم‌انداز ۲۰ ساله (از ۱۳۸۴ تا ۱۴۰۴) و نظارت بر اجرای آن را بر عهده دارد.

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

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

۲-۱-۱۱- مجلس

مجلس در نظام جمهوری اسلامی ایران از اهمیت ویژه و والایی برخوردار بوده و محور بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها، قانون‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها است و چراغ هدایت دولت و ملت را به دست دارد. مجلس پایگاه اساسی نظام و مردم و مایه حضور و مشارکت واقعی مردم در تصمیم‌گیری‌ها و مظهر اراده ملی است.

با توجه به نقش مؤثر و مهم مجلس در نظام کشور، وظایف عمده مجلس در دو بخش خلاصه می‌گردد:

↔ قانون‌گذاری

↔ نظارت

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

۲-۱-۱۲- شورای عالی انقلاب فرهنگی

شورای عالی انقلاب فرهنگی به ریاست رئیس‌جمهور یکی از نهادهای حکومتی جمهوری اسلامی ایران است که پس از انقلاب ۱۳۵۷ ایران با فرمان امام خمینی(ره) تشکیل شد. گسترش نفوذ فرهنگ اسلامی در شئون جامعه و تقویت انقلاب فرهنگی و اعتلای فرهنگ عمومی و تزکیه محیط‌های علمی و فرهنگی از افکار مادی و نفی مظاهر و آثار غرب‌زدگی از جمله اهداف این شورا است. ابتدا ستاد انقلاب فرهنگی تشکیل گردید که بعداً به شورای عالی انقلاب فرهنگی تغییر ماهیت داد. اهداف این شورا عبارت‌اند از:

↔ گسترش و نفوذ فرهنگ اسلامی در شئون جامعه و تقویت انقلاب فرهنگی و اعتلای فرهنگ عمومی

↔ تزکیه محیط‌های علمی و فرهنگی از افکار مادی و نفی مظاهر و آثار غرب‌زدگی از فضای فرهنگی جامعه

↔ تحول دانشگاه‌ها، مدارس و مراکز فرهنگی و هنری بر اساس فرهنگ صحیح اسلامی، گسترش و تقویت هر چه بیشتر آن‌ها برای تربیت متخصصان متعهد، اسلام‌شناسان متخصص، مغزهای متفکر و وطن‌خواه، نیروهای فعال و ماهر، استادان، مربیان و معلمان معتقد به اسلام و استقلال کشور

↔ تعمیم سواد، تقویت و بسط روح تفکر و علم‌آموزی و تحقیق و استفاده از دستاوردها و تجارب مفید دانش بشری برای نیل به استقلال علمی و فرهنگی

↔ حفظ و احیا و معرفی آثار و مآثر اسلامی و ملی

↔ نشر افکار و آثار فرهنگی انقلاب اسلامی، ایجاد و تحکیم روابط فرهنگی با کشورهای دیگر به ویژه با ملل اسلامی

وظایف شورای عالی انقلاب فرهنگی:

وظایف شورای عالی انقلاب فرهنگی، می‌توان در سه حوزه سیاست‌گذاری، تدوین ضوابط و نظارت تقسیم‌بندی نمود. تهیه و تدوین سیاست‌ها و طرح‌های راهبردی کشور در زمینه‌های مختلف فرهنگی از جمله در حوزه‌های زنان، تبلیغات، اطلاع‌رسانی، چاپ و نشر، بی‌سوادی، دانشگاه‌ها، برقراری روابط علمی و پژوهشی و فرهنگی با سایر کشورها، همکاری حوزه و دانشگاه، فعالیت‌های دینی و معنوی، تهاجم فرهنگی و سایر حوزه‌های فرهنگی مربوطه از جمله وظایف سیاست‌گذاری این شورا محسوب می‌شود. همچنین تعیین ضوابط تأسیس مراکز علمی و آموزشی و نیز ضوابط گزینش مدیران و استادان و دانشجویان از جمله وظایف این شورا می‌باشد. بررسی و تحلیل شرایط فرهنگی ایران و جهان، بررسی الگوهای توسعه و پیامدهای فرهنگی آن، بررسی وضع فرهنگ و آموزش کشور و نیز نظارت بر اجرای مصوبات شورا از جمله وظایف نظارتی شورای عالی انقلاب فرهنگی می‌باشد.

۲-۱-۱۳- سازمان ملی استاندارد ایران

هدف سازمان استاندارد ایران تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) و نظارت بر اجرای آن‌ها و همچنین انجام تحقیقات مربوطه می‌باشد. فعالیت‌های اساسی این سازمان در حوزه‌های زیر می‌باشد:

- ↔ تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) به عنوان تنها مرجع رسمی این وظیفه در کشور
- ↔ انجام تحقیقات به منظور تدوین استاندارد، بالا بردن کیفیت کالاهای تولید داخلی، کمک به بهبود روش‌های تولید و کارایی صنایع
- ↔ ترویج استانداردهای ملی
- ↔ نظارت بر اجرای استانداردهای اجباری
- ↔ کنترل کیفی کالاهای صادراتی مشمول استاندارد اجباری و جلوگیری از صدور کالاهای نامرغوب به منظور فراهم نمودن امکانات رقابت با کالاهای مشابه خارجی و حفظ بازارهای بین‌المللی
- ↔ کنترل کیفیت کالاهای وارداتی مشمول استاندارد اجباری به منظور حمایت از مصرف‌کنندگان داخلی و جلوگیری از ورود کالاهای نامرغوب خارجی



↔ راهنمایی علمی و فنی تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان انواع کالاها

↔ آزمایش و تطبیق نمونه کالا با استانداردهای مربوط، اعلام مشخصات و اظهارنظر مقایسه‌ای و صدور گواهینامه‌های

لازم

پیوست ب: شناسنامه اقدامات غیرفنی

۱) حمایت از انجام پایان‌نامه‌ها و مقالات در حوزه مدیریت آلاینده‌ها به شکل کمک‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی

تشریح فعالیت‌ها:

بر اساس چالش‌ها و ویژگی‌های توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در کشور مشخص شد که بیشتر فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در کشور در مرحله پیش‌توسعه قرار دارند. با توجه به توضیحات ارائه شده در رابطه با مراحل مختلف توسعه فناوری مشخص می‌گردد که کارکرد اصلی برای فناوری‌های قرار گرفته در این مرحله کارکرد توسعه دانش می‌باشد. از این رو یک مبحث با اهمیت در توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها توجه به تحقیق و پژوهش در این حوزه بوده و یکی از اساسی‌ترین بازیگران کارکرد توسعه دانش دانشگاه‌ها می‌باشند. با این نگرش یکی از اقدامات سند راهبردی توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق به پیشنهاد کمیته راهبری تدوین سند، " حمایت از انجام پایان‌نامه‌ها و مقالات در حوزه مدیریت آلاینده‌ها به شکل کمک‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی " در نظر گرفته شده است.

حمایت از پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری مرتبط با توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها به سه روش امکان‌پذیر است:

الف) حمایت‌های مالی: این حمایت به عنوان اصلی‌ترین فعالیت به شمار می‌رود. این حمایت در سه حوزه مختلف قابل

انجام است:

- حمایت مالی از پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد به صورت کمک نقدی به دانشجو
- حمایت مالی از پایان‌نامه‌های دکتری به صورت کمک نقدی به دانشجو
- حمایت تشویقی از صنعتی شدن دستاوردهای پایان‌نامه‌ها به طوری که در مواردی که پایان‌نامه کاملاً در راستای نیازهای صنعت بوده و در این بخش قابل اجرا باشد فرد، مبلغی را به عنوان تشویقی دریافت کند.

ب) پشتیبانی‌های فیزیکی: این نوع حمایت شامل دو عنوان اصلی می‌شود:

- حق استفاده از آزمایشگاه‌ها: در این مورد به دانشجویانی که پایان‌نامه‌هایی مرتبط با موضوعات مطرح شده در حوزه فناوری های مدیریت آلاینده تعریف کرده‌اند، حق استفاده به صورت رایگان ولی در تعداد محدودی آزمایش در هر سال داده می‌شود.

- حق استفاده از کتابخانه‌های خارج از دانشگاه‌ها: در این مورد حق استفاده رایگان از کتابخانه‌های مرتبط با این موضوع به دانشجویان داده می‌شود.

ج) حمایت‌های مشاوره‌ای: این نوع حمایت به منظور رفع موانع علمی دانشجویان و کمک به ایشان در انجام پایان‌نامه می‌باشد که از آن به عنوان اطلاع‌رسانی علمی و مشاوره علمی به دانشجویان یاد شده است.

به منظور ارتقای سطح پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه و جلوگیری از هدر رفت هزینه و انرژی حمایت از پایان‌نامه‌ها باید به صورت گزینشی انجام پذیرد و با بررسی پایان‌نامه‌های مختلف تعریف شده در این حوزه از پایان‌نامه‌های کاربردی و منطبق بر نیازهای صنعت برق حمایت شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد پایان‌نامه‌ها و مقالات حمایت شده در هر سال	صندوق‌ها و مؤسسات مالی					۱۰	حمایت از انجام پایان‌نامه‌ها و مقالات در حوزه مدیریت آلاینده‌ها به شکل کمک‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی

۲) ایجاد و به‌روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک

گذاشتن دانش تولید شده توسط آن‌ها در این بانک اطلاعاتی

تشریح فعالیت‌ها:

یکی از چالش‌های اساسی پیشروی توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها، عدم دسترسی بازیگران این حوزه به اطلاعات مورد نیاز و نبود ارتباط مناسب بین بازیگران می‌باشد. یکی از اقدام‌های مهم و قابل‌اجرا برای رفع این چالش و توسعه دانش در زمینه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها ایجاد یک بانک اطلاعاتی کامل و جامع در حوزه مدیریت آلاینده‌ها می‌باشد. یک بخش مهم که باید در این سامانه در نظر گرفته شده و همواره به‌روز شود، بخش اولویت‌های تحقیقاتی صنعت برق، پروژه‌های انجام شده و در حال اجرا در این حوزه می‌باشد. بخش ذکر شده می‌تواند به تطبیق تحقیقات با اولویت‌ها و جلوگیری از دوباره‌کاری و هدر رفت منابع مالی کمک کند. اطلاعات مربوط به حوزه مدیریت آلاینده‌ها پس از جمع‌آوری به منظور دستیابی عموم بازیگران این حوزه در سیستم نرم‌افزاری طراحی شده قرار می‌گیرند. بازیگران مختلف این حوزه بدون پرداخت هزینه می‌توانند از اطلاعات ارائه شده در این سیستم استفاده نمایند.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
-تعداد سازمان‌های پوشش داده شده - تعداد مقالات و پروژه‌های ثبت شده	معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو - پژوهشگاه نیرو					۸	ایجاد و به‌روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آن‌ها در این بانک اطلاعاتی

۳) کمک به جذب و پذیرش واحدهای تحقیقاتی در مراکز رشد جهت کمک به صنعتی شدن دانش به

دست آمده در حوزه مدیریت آلاینده ها

تشریح فعالیت‌ها:

استفاده کاربردی از فناوری های مدیریت آلاینده ها در نیروگاه ها بسیار حائز اهمیت است، به همین منظور نیاز است علاوه بر توجه به دانشگاه‌ها و انجمن‌های دانشی از پتانسیل موجود در واحدهای تحقیقاتی مراکز رشد نیز استفاده کرد. مراکز رشد مراکزی هستند که تحت مدیریت متخصصین حرفه‌ای با ارائه خدمات حمایتی از ایجاد و توسعه حرفه‌هایی جدید توسط کارآفرینانی که در قالب واحدهای نوپای فعال پشتیبانی می‌کند. این خدمات شامل موارد زیر است:

- تأمین محل کار (به صورت اجاره)

- خدمات آزمایشگاهی، کارگاهی و اطلاع‌رسانی

- خدمات مدیریتی، حقوقی، مالی، اعتباری، پروژه‌یابی و بازاریابی

- آموزش‌های تخصصی ویژه و مشاوره

- سایر خدمات مرتبط با توسعه، رشد و ارتقای واحدهای فناوری

واحدهای تحقیقاتی ایجاد شده در مراکز رشد واحدهایی دارای هویت حقوقی مستقل از مرکز رشد بوده، که با توجه به اساس نامه و یا سایر اسناد قانونی در زمینه تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای، طراحی مهندسی، مهندسی معکوس، انتقال فناوری، ارائه خدمات تخصصی و فعالیت در جهت تجاری‌سازی نتایج تحقیقات فعالیت می‌نمایند. از جمله نمونه‌های این واحدها می‌توان به شرکت‌های خصوصی، واحدهای تحقیق و توسعه صنایع، و یا مراکز تحقیقاتی وابسته به دانشگاه‌ها و دستگاه‌های اجرایی اشاره نمود. بر اساس مطالب ذکر شده مشخص است که به‌کارگیری توانایی واحدهای تحقیقاتی مراکز رشد می‌تواند به توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق و تجاری‌سازی محصولات تولیدی کمک شایانی کند.

کمک به رشد جذب و پذیرش واحدهای تحقیقاتی در مراکز رشد چند روش مختلف انجام می‌پذیرد که عبارت‌اند از:

- حمایت مالی از واحدهای تحقیقاتی فعال در حوزه مدیریت آلاینده‌ها
- تلاش برای فراهم آوردن حمایت‌های قانونی جهت تسریع رشد واحدهای تحقیقاتی مرتبط با حوزه
- ارائه خدمات مشاوره‌ای مورد نیاز به واحدها در راستای تبدیل شدن ایده‌های نو به محصولات قابل تجاری‌سازی و تجاری‌سازی آنها
- نظارت بر روند رشد واحدها و تحلیل مستمر دستاوردها با اهداف کلان تدوین شده در سند توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد واحدهای تحقیقاتی حمایت شده در مراکز رشد جهت کمک به صنعتی شدن فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها	پارک‌های علم و فناوری - صندوق‌ها و مؤسسات مالی					۷	کمک به جذب و پذیرش واحدهای تحقیقاتی در مراکز رشد جهت کمک به صنعتی شدن دانش به دست آمده در حوزه مدیریت آلاینده‌ها

۴) کمک به تأمین مالی مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها

تشریح فعالیت‌ها:

از نظر اکثر خبرگان حوزه مدیریت آلاینده‌ها کشور کمبود منابع مالی و نبود تسهیلاتی مالی همچون وام کم‌بهره برای تحقیق و توسعه در زمینه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها اصلی‌ترین مشکلات پیشروی توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها است. با توجه به کمبود منابع مالی موجود اختصاص منابع مالی به دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی باید بر اساس یک برنامه مشخص انجام پذیرد و تا حد امکان از هدر رفت سرمایه جلوگیری و به موضوعات با اولویت این حوزه پرداخته شود.

منابع مالی مورد نیاز مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌های فعال در حوزه مدیریت آلاینده‌ها را می‌توان از روش‌های مختلفی همچون

- اعطای تسهیلات بلندمدت کم‌بهره یا بدون بهره

- پرداخت بخشی از سود تسهیلات بانکی

- ارائه کمک‌های بلاعوض

در اختیار آن‌ها قرار دارد. به منظور جلوگیری از هدر رفت سرمایه پیشنهاد شد که دستورالعملی برای تأمین منابع مالی تدوین گردد که در این دستورالعمل نحوه و سطح بهره‌مندی هر یک از مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها بر اساس رتبه آن مرکز یا دانشگاه در کشور تعیین شود. مبنای و شاخص‌های رتبه‌بندی بین مراکز و دانشگاه‌های فعال در حوزه مدیریت آلاینده‌ها باید در این دستورالعمل‌ها به صورت دقیق مشخص گردد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
- میزان کمک مالی به مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها برای تأمین نیازهای تحقیقاتی - تعداد مراکز تحقیقاتی	- معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو - صندوق‌ها و مؤسسات مالی					۸	کمک به تأمین مالی مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها

۵) تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها میان دانشگاه‌ها و صنعت برق

تشریح فعالیت‌ها:

مطابق آمار و تحقیقات صورت گرفته حدود هشتاد درصد از نیروهای عالم و تحصیل کرده در دانشگاه‌ها هستند و کمتر از بیست درصد در مراکز تحقیقاتی؛ صنایع و شرکت‌ها مشغول به کار می‌باشند. بنابراین می‌توان گفت که نهاد علم در جامعه دانشگاه است. ارتباط مناسب بین صنعت و دانشگاه یکی از عوامل مهم و ضروری در توسعه همه‌جانبه کشورها است و بدون ایجاد این ارتباط توسعه فناوری‌هایی که در مرحله پیش توسعه هستند امکان پذیر نخواهد بود. ارتباط صنعت و دانشگاه در واقع استفاده از توانمندی‌های دانشگاه در جهت رفع نیازهای صنعت است.

عدم توجه صنعت به حوزه فناوری‌های مدیریت آلاینده سبب شده که از یک سو در تأمین منابع مالی برای توسعه مشکلات زیادی وجود داشته باشد و از سوی دیگر تحقیقات انجام شده منطبق بر نیازهای صنعت مدنظر نباشند. با توجه به موارد ذکر شده ایجاد ارتباط و تعامل مناسب بین صنایع مرتبط و دانشگاه‌های فعال در حوزه مدیریت آلاینده‌ها می‌تواند تأثیر بنیادین بر توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در کشور داشته باشد، از این رو کمک به شکل‌گیری تعاملات مناسب میان صنایع مرتبط با

دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی به عنوان یکی از سیاست‌های اصلی سند توسعه فناوری های مدیریت آلاینده ها در صنعت برق در نظر گرفته شده است.

بر اساس نظر کمیته راهبری تدوین سند توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها یک اقدام مناسب در جهت تحقق سیاست ذکر شده " تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها میان دانشگاه‌ها و صنعت برق " است. با توجه به اینکه محدوده اجرای سند صنعت برق کشور می‌باشد اقدام مستخرج از سیاست کمک به ایجاد ارتباط بین صنعت و دانشگاه، تعریف پروژه میان صنعت برق و دانشگاه‌ها در نظر گرفته شد. اجرای این اقدام بدون انجام فعالیت‌هایی چون تدوین آیین‌نامه و دستورالعمل‌های مورد نیاز، شناسایی حوزه‌های با اولویت صنعت به منظور تعریف پروژه و تعریف پروژه‌های کاربردی مورد نیاز صنعت امکان‌پذیر نخواهد بود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد طرح‌های توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده های تعریف شده مابین صنعت و دانشگاه	- معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو - پژوهشگاه نیرو					۷	تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های مدیریت آلاینده ها میان دانشگاه‌ها و صنعت برق

۶) برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با حوزه مدیریت آلاینده‌ها

تشریح فعالیت‌ها:

طبق نظر خبرگان حوزه مدیریت آلاینده‌ها عدم توجه صنایع مرتبط به حوزه مدیریت آلاینده‌ها و عدم برگزاری دوره‌های آموزش تخصصی با موضوع به‌کارگیری فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها از جمله چالش‌های پیشرو توسعه فناوری مدیریت آلاینده‌ها در کشور است. یکی از راهکارها و اقدامات مناسب برای رفع این چالش‌ها و افزایش توجه صنایع به حوزه مدیریت آلاینده‌ها برگزاری کلاس‌ها، دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی برای آن‌ها می‌باشد. برای اجرایی کردن این اقدام نیاز به انجام فعالیت‌های مختلفی وجود دارد که از جمله فعالیت‌های قابل تصور برای عملی شدن این اقدام می‌توان به تعریف دوره‌ها و مطالبی که در هر یک باید ارائه شود، ایجاد هماهنگی‌های لازم با صنایع برای برگزاری دوره‌ها و برگزاری دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی اشاره کرد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برگزارشده در سال	پژوهشگاه نیرو و دانشگاه‌ها					۶	برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با حوزه مدیریت آلاینده‌ها

۷) اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در

حوزه صنعتی‌سازی فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها

تشریح فعالیت‌ها:

در بررسی‌های انجام شده در رابطه با وضعیت کنونی فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در کشور مشخص گردید، در زمینه تولید فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها و به‌کارگیری آن در نیروگاه‌ها شکاف فناوری وجود دارد. به منظور از بین بردن این شکاف فناوری باید منابع مختلفی اعم از نیروی انسانی، مواد، تجهیزات و منابع مالی مورد نیاز تأمین گردد، که در موارد قبل راهکارهای مختلفی برای تأمین هر یک از موارد ذکر شده بیان شد. در مصاحبه‌های انجام شده با خبرگان مشخص شد که نیروهای فعال در زمینه مدیریت آلاینده‌ها دارای تخصص و مهارت صنعتی مورد نیاز برای به‌کارگیری فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در صنعت برق را ندارد. یک راهکار مناسب برای تربیت نیروی متخصص با دید صنعتی اعزام نیروی به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه صنعتی‌سازی فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها می‌باشد.

لازمه اجرای مناسب این اقدام انجام فعالیت‌هایی همچون تدوین اساس‌نامه اعزام نیرو به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارجی، شناسایی افراد شایسته و واجد شرایط بر مبنای اساس‌نامه تدوین شده، ایجاد هماهنگی‌های لازم با سازمان‌های داخلی و مراکز خارجی برای اعزام نیرو و اعزام نیرو به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارجی است. لازم به ذکر است که در اساس‌نامه تدوین شده شرایط لازم برای ثبت‌نام افراد در لیست اعزام به خارج از کشور، نحوه امتیازدهی و رتبه‌بندی افراد داوطلب اعزام، نحوه و اصول انتخاب مراکز تحقیقاتی-صنعتی خارجی برای اعزام نیرو باید به صورت واضح مشخص شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد متخصصان اعزام شده به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور در سال	پژوهشگاه نیرو و دانشگاه ها					۶	اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه صنعتی‌سازی فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها

۸) حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه مدیریت آلاینده‌ها

تشریح فعالیت‌ها:

یکی از راهکارهای پیشنهادی برای کمک به تبدیل ایده دانش قابل ارائه به فناوری که منجر به تولید ثروت نیز می‌شود تأسیس و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه‌های مختلف از جمله فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در کشور می‌باشد. توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان می‌تواند هزینه‌های دستیابی به دانش فنی تولید فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها در کشور را کاهش دهد. به منظور اجرای مناسب این اقدام لازم است که حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در حوزه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها به صورت جهت‌دار و اصولی انجام پذیرد. از جمله فعالیت‌هایی که در راستای اجرای این اقدام باید انجام شود می‌توان به تدوین اساس‌نامه حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان، شناسایی شرکت‌های دانش‌بنیان واجد شرایط، الزام شرکت‌های فعال در صنعت برق به انعقاد قراردادهای تحقیقاتی با شرکت‌های دانش‌بنیان منتخب و انجام رایزنی‌های لازم در جهت اعطای مشوق‌های مختلف به شرکت‌های فعال در زمینه فناوری‌های مدیریت آلاینده‌ها اشاره کرد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		حمایت مالی	نیروی انسانی	خدمات آزمایشگاهی و تجهیزات	کل		
تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در حوزه مدیریت آلاینده‌ها	<ul style="list-style-type: none"> - صندوق‌ها و مؤسسات مالی - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری 					۷	حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه مدیریت آلاینده‌ها

پیوست ج: شناسنامه اقدامات فنی (پروژه‌ها)

۱) امکان و بررسی ساخت و بومی سازی فناوری DLN, LNB

تعریف مختصر: در این پروژه هدف بررسی دقیق مشخصات فنی مشعل های DLN و LNB و مشخصات نمونه های موجود در مراکز صنعتی و دانشگاهی که قابلیت ساخت این مشعل را داشته باشند، می باشد. و هم چنین باید بررسی شود که با توجه به امکانات و محدودیت های موجود امکان ساخت این مشعل ها در کشور وجود دارد یا خیر.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت دستیابی به نقشه های تفصیلی ساخت DLN, LNB	- پژوهشگاه ها شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب					۱	امکان و بررسی ساخت و بومی سازی فناوری DLN, LNB
اقدام پیش نیاز							
-							

۲) کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB از طریق انتقال فناوری

تعریف مختصر: این پروژه با انتخاب مشاور مناسب و مذاکره با شرکت های خارجی سازنده این مشعل ها امکان انتقال تمام یا بخشی از ساخت مشعل های DLN و LNB بررسی و در صورت امکان قراردادهای انتقال فناوری منعقد می گردد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- وضعیت بسته پشتیبانی فنی کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB - وضعیت بسته های مشاوره ای و کنترل کیفیتی کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB	پژوهشگاه‌ها، شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب					۳	کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN, LNB از طریق انتقال فناوری
اقدام پیش نیاز							
امکان و بررسی ساخت و بومی سازی فناوری DLN, LNB							

۳) مطالعه و بررسی تکنولوژی های مورد استفاده در سیستم های کاهش NOx و کسب روابط حاکم بر فرآیند

احتراق

تعریف مختصر: هدف این پروژه بررسی معادلات ریاضی حاکم بر فرآیندهای احتراق و نحوه استفاده از این روابط در ساخت

مشعل های با NOx پایین می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
بررسی تکنولوژی های مورد استفاده در سیستم های کاهش NOx	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب					۲	مطالعه و بررسی تکنولوژی های مورد استفاده در سیستم های کاهش NOx و کسب روابط حاکم بر فرآیند احتراق
اقدام پیش نیاز							
امکان و بررسی ساخت و بومی سازی فناوری DLN, LNB							

۴) شبیه‌سازی CFD احتراق (استفاده از نرم‌افزارهای موجود، توسعه کد یا تهیه ماژول جهت تلفیق با نرم‌افزارهای موجود)

تعریف مختصر: طی این پروژه بستر لازم جهت انجام شبیه سازی CFD سیستم های احتراق و حل عددی معادلات حاکم بر احتراق فراهم می گردد به نحوی که بتوان شبیه سازی مشعل ها را انجام داد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تئوری - فرمولاسیون احتراق در مشعل - تولید نرم افزار شبیه‌سازی CFD احتراق - ایجاد و تجهیز مرکز محاسباتی	شرکت‌های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مینا، آذر آب					۲	شبیه‌سازی CFD احتراق (استفاده از نرم‌افزارهای موجود، توسعه کد یا تهیه ماژول جهت تلفیق با نرم‌افزارهای موجود)
اقدام پیش نیاز							
مطالعه و بررسی تکنولوژی های مورد استفاده در سیستم های کاهش Nox و کسب روابط حاکم بر فرآیند احتراق							

۵) طراحی و ساخت نمونه مشعل LNB با تزریق سوخت و هوای مرحله‌ای در سائز کوچک

تعریف مختصر: هدف از این پروژه ساخت یک نمونه مشعل LNB با سیستم تزریق سوخت یا هوای مرحله ای یا ترکیب این دو روش از طریق همکاری با یک یا چند مرکز صنعتی و دانشگاهی کشور با خروجی قابل قبول می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت طراحی و ساخت نمونه مشعل LNB با تزریق سوخت و هوای مرحله‌ای در سایز کوچک	شرکت‌های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب					۳	طراحی و ساخت نمونه مشعل LNB با تزریق سوخت و هوای مرحله‌ای در سایز کوچک
اقدام پیش نیاز							
مطالعه و بررسی تکنولوژی های مورد استفاده در سیستم های کاهش Nox و کسب روابط حاکم بر فرآیند احتراق							

۶) طراحی و ساخت مشعل LNB با برگشت داخلی محصولات احتراق

تعریف مختصر: هدف از این پروژه ساخت یک نمونه مشعل LNB با برگشت داخلی محصولات احتراق از طریق

همکاری با یک یا چند مرکز صنعتی و دانشگاهی کشور با خروجی قابل قبول می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد نمونه ساخته شده	شرکت‌های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب					۱,۵	طراحی و ساخت مشعل LNB با برگشت داخلی محصولات احتراق
اقدام پیش نیاز							
مطالعه و بررسی تکنولوژی های مورد استفاده در سیستم های کاهش Nox و کسب روابط حاکم بر فرآیند احتراق							

۷) طراحی و ساخت نمونه مشعل و سیستم کنترل مشعل DLN

تعریف مختصر: طی این پروژه یک مشعل DLN با توان ۵ مگاوات به همراه سیستم های جانبی کنترل احتراق ساخته شده و آزمایشات لازم جهت بهینه سازی پایداری شعله و سیستم کنترل انجام می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
توان و تعداد نمونه ساخته شده مشعل و سیستم کنترل مشعل DLN	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب					۳	طراحی و ساخت نمونه مشعل و سیستم کنترل مشعل DLN
اقدام پیش نیاز							
کسب دانش ساخت تکنولوژی DLN از طریق انتقال فناوری							

۸) ساخت و تجهیز آزمایشگاه تست مشعل (DLN, LNB)

تعریف مختصر: در این پروژه هدف ایجاد آزمایشگاه تست مشعل با قابلیت اندازه گیری توزیع دما و مشخصات سیالاتی و مواد شرکت کننده در واکنش های احتراق برای محدوده وسیعی از مشعل های Boiler و توربین های گازی است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد مرکز آزمایشگاهی تست مشعل راه اندازی شده و تجهیزات مربوط به آن	شرکت های مهندسی مشاور وزارت نیرو، مپنا، آذر آب					۲	ساخت و تجهیز آزمایشگاه تست مشعل (DLN, LNB)
اقدام پیش نیاز							

۹) کسب دانش فنی اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE

تعریف مختصر: هدف این پروژه شناسایی روش های مورد استفاده اصلاح سطحی غشاهای از قبل انتخاب شده جهت

افزایش آب گریزی سطوح غشا می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
میزان افزایش راندمان و طول عمر غشا	دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت‌ها					۱	کسب دانش فنی اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE
اقدام پیش نیاز							
امکانسنجی فنی-اقتصادی تولید صنعتی غشای تماس دهنده MEMBRANE برای استفاده از این فناوری در نیروگاه‌های کشور							

۱۰) امکانسنجی فنی-اقتصادی تولید صنعتی غشای تماس دهنده MEMBRANE برای استفاده از این

فناوری در نیروگاه‌های کشور

تعریف مختصر: هدف از این پروژه مقایسه روش های مختلف از لحاظ فنی و تعیین هزینه - فایده هر یک از روش های

اصلاح سطحی غشا می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت مطالعات امکانسنجی فنی - اقتصادی طرح اصلاح سطحی غشا منتخب MEMBRANE	دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت‌ها					۱	امکانسنجی فنی-اقتصادی تولید صنعتی غشای تماس دهنده MEMBRANE برای استفاده از این فناوری در نیروگاه‌های کشور
اقدام پیش نیاز							
-							

(۱۱) ساخت آزمایشگاهی غشا (غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی)

(MEMBRANE)

تعریف مختصر: هدف این پروژه بررسی تکنولوژی های غشایی مختلف مورد استفاده در کاهش و حذف CO₂ و انتخاب تکنولوژی مناسب غشا و ساخت نمونه آزمایشگاهی می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - طول عمر - راندمان حذف CO ₂ - درصد خلوص	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۲	ساخت آزمایشگاهی غشا (غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی) (MEMBRANE)
اقدام پیش نیاز							
تجهیز آزمایشگاه غشا							

(۱۲) تجهیز آزمایشگاه غشا (MEMBRANE)

تعریف مختصر: هدف این پروژه ساخت یک آزمایشگاه تست غشا می باشد که دارای قابلیت اندازه گیری ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آن ها می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد مرکز آزمایشگاهی راه اندازی شده و تست های اجرا شده در آن	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۱,۵	تجهیز آزمایشگاه غشا (MEMBRANE)
اقدام پیش نیاز							

۱۳) نصب و انجام تست‌های صنعتی MEMBRANE

تعریف مختصر: در این پروژه هدف طراحی و ساخت و نصب یک واحد نیمه صنعتی جداسازی CO₂ از گازهای احتراق در یک نیروگاه منتخب است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه نصب شده - جریان ورودی	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۱,۵	نصب و انجام تست‌های صنعتی MEMBRANE
اقدام پیش نیاز							
ساخت واحد صنعتی غشا (غشاهای تماس‌دهنده، پلیمری)							

۱۴) ساخت واحد صنعتی غشا (غشاهای تماس‌دهنده، پلیمری) (MEMBRANE)

تعریف مختصر: هدف این پروژه راه اندازی یک واحد صنعتی غشاهای الیاف توخالی پلیمری می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد واحد صنعتی ساخته شده - ظرفیت تولید غشا الیاف فیبر توخالی	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۳	ساخت واحد صنعتی غشا (غشاهای تماس‌دهنده، پلیمری) (MEMBRANE)
اقدام پیش نیاز							

ساخت آزمایشگاهی غشا (غشای انتقال تسهیل یافته، غشاهای جدا کننده مولکولی، فلزی)

۱۵) ساخت ماشین آلات تولید صنعتی غشاء (MEMBRANE)

تعریف مختصر: هدف ساخت یک نمونه دستگاه تولید غشای صنعتی می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد ماشین آلات ساخته شده	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۲	ساخت ماشین آلات تولید صنعتی غشاء (MEMBRANE)
اقدام پیش نیاز							

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

تعریف مختصر: هدف این پروژه امکان سنجی به کارگیری جلبک های بومی کشور و انتخاب جلبک مناسب برای پرورش به منظور کاهش آلاینده های دودکش نیروگاه است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت مطالعات امکان سنجی استفاده از جلبک های بومی ایران در کاهش آلاینده های نیروگاهی	دانشگاه ها، سازمان پژوهشهای علمی صنعتی، پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده آبی پروری					۱	مطالعه و بررسی استفاده از جلبک های بومی ایران در کاهش آلاینده های نیروگاهی و مقایسه آن با نمونه های خارجی و انتخاب بهترین گزینه ها
اقدام پیش نیاز							

۱۷) امکان سنجی تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک تولید شده (سوخت زیستی) (Microalgae)

تعریف مختصر: در بسیاری از کشورها تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک هدف پرورش جلبک می باشد. هدف این پروژه نیز یافتن محصولات جانبی مناسب از جلبک های پرورش یافته در نیروگاه است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک تولید شده و محاسبه پارامتر اقتصادی آن	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۱	امکان سنجی تولید محصولات جانبی با ارزش افزوده بالا از جلبک تولید شده (سوخت زیستی) (Microalgae)

اقدام پیش نیاز

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

۱۸) ساخت پایلوت تولید Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی

تعریف مختصر: در این پروژه سعی در انتقال از حالت آزمایشگاهی به حالت نیمه صنعتی است تا بتوان اطلاعات فنی بیشتری کسب نمود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد پایلوت ساخته شده	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت ، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۲	ساخت پایلوت تولید Microalgae در مقیاس نیمه صنعتی

اقدام پیش نیاز

(۱۹) انجام تست‌های مختلف بر روی پایلوت مانند تغییر شدت نور، تغییر غلظت CO₂ (Microalgae)

تعریف مختصر: هدف این پروژه یافتن پاسخ‌های سیستم پایلوت به تغییر پارامترهای عملیاتی و کسب شرایط بهینه آن است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
انواع تست‌های مختلف صورت گرفته بر روی پایلوت و نتایج حاصل از آن	دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت‌ها					۳	انجام تست‌های مختلف بر روی پایلوت مانند تغییر شدت نور، تغییر غلظت CO ₂ و... (Microalgae)
اقدام پیش نیاز							
ساخت آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک							

(۲۰) ساخت آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک (Microalgae)

تعریف مختصر: در این پروژه سعی می‌شود که تمام زیرساخت‌های مورد نیاز برای رشد و تکثیر جلبک و انجام آزمایشات لازم فراهم

آید.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت ساخت آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک	دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت‌ها					۱,۵	ساخت آزمایشگاه رشد و تکثیر جلبک

اقدام پیش نیاز

(۲۱) نصب و بهره برداری از واحد تولید Microalgae در یک نیروگاه منتخب

تعریف مختصر: در این پروژه هدف پیمودن مسیر اطلاعات بدست آمده از پایلوت و طراحی و نصب و بهره برداری واحد بزرگ تولید میکرو جلبک در یک نیروگاه است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت نصب و بهره برداری از Microalgae در یک نیروگاه منتخب	دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو (ساخت سیستم)، پژوهشگاه نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، شرکت ها					۲,۵	نصب و بهره برداری از واحد تولید Microalgae در یک نیروگاه منتخب
اقدام پیش نیاز							
انجام تست‌های مختلف بر روی پایلوت مانند تغییر شدت نور، تغییر غلظت CO ₂ و ... (Microalgae)							

(۲۲) مطالعات امکانسنجی اجرای فناوری سولفورزدایی و انتخاب فناوری‌های برتر بر اساس شرایط کشور (FGD)

تعریف مختصر: هدف این پروژه مقایسه فرآیندهای مختلف سولفورزدایی و یافتن فناوری برتر بر اساس مشخصات نیروگاه های کشور و سوخت مورد استفاده آنها می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت مطالعات امکان‌سنجی اجرای فناوری سولفورزدایی	پژوهشگاه نیرو، شرکت های مهندسی مشاور					۲	مطالعات امکانسنجی اجرای فناوری سولفورزدایی و انتخاب فناوری‌های برتر بر اساس شرایط کشور (FGD)

اقدام پیش نیاز

-

۲۳) ساخت پایلوت نیمه صنعتی فناوری منتخب FGD

تعریف مختصر: در این پروژه پایلوت سیستم بهینه سولفورزدایی طراحی شده و در یکی از نیروگاه های کشور نصب و راه اندازی

خواهد شد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت و تعداد پایلوت ساخته شده از فناوریهای منتخب FGD	پژوهشگاه نیرو، شرکت های مهندسی مشاور					۳	ساخت پایلوت نیمه صنعتی فناوری منتخب FGD
اقدام پیش نیاز							
مطالعات امکانسجی انتخاب و ساخت فناوری سولفورزدایی و انتخاب فناوریهای برتر بر اساس شرایط کشور (FGD)							

۲۴) انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت FGD

تعریف مختصر: هدف این پروژه تهیه و اجرای برنامه های تست و آزمون پایلوت نیمه صنعتی و کسب شرایط عملیاتی بهینه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت	پژوهشگاه نیرو، شرکت های مهندسی مشاور					۱,۵	انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت FGD
اقدام پیش نیاز							

ساخت پایلوت نیمه صنعتی فناوری منتخب FGD

۲۵) اجرای پروژه ساخت FGD در مقیاس صنعتی و نصب و بهره برداری در یک نیروگاه

تعریف مختصر: طراحی یک واحد صنعتی FGD برای یکی از واحدهای نیروگاهی کشور انجام شده و با تهیه اسناد مناقصه پیمانکار نهایی انتخاب و واحد طراحی، نصب و بهره برداری می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت اجرای پروژه ساخت FGD در مقیاس صنعتی	پژوهشگاه نیرو، شرکت های مهندسی مشاور					۵	اجرای پروژه ساخت FGD در مقیاس صنعتی و نصب و بهره برداری در یک نیروگاه
اقدام پیش نیاز							
انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی پایلوت FGD							

۲۶) بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز (ESP)

تعریف مختصر: هدف این پروژه کسب اطلاعات کامل در خصوص ذرات معلق در نیروگاه های زغال سوز مصرف کننده زغال سنگ ایران است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز	دانشگاه ها، شرکت های مرتبط با صنایع سیمان					۱	بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز (ESP)

اقدام پیش نیاز

۲۷) بررسی امکان استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز

تعریف مختصر: هدف این پروژه مقایسه سیستم‌های ESP در صنعت سیمان و نیروگاه‌های زغال سوز با توجه به تفاوت ذرات معلق در صنعت سیمان و امکان کاربرد ESP صنعت در نیروگاه‌های زغال سوز است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت مطالعات امکان‌سنجی استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز	دانشگاه ها، شرکت های مرتبط با صنایع سیمان					۱	بررسی امکان استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز
اقدام پیش نیاز							
بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذرات معلق نیروگاه های زغال سوز (ESP)							

۲۸) ساخت پایلوت سیستم ESP و انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی آن

تعریف مختصر: هدف این پروژه ساخت یک پایلوت تحقیقاتی برای سیستم ESP به کار رفته در نیروگاه‌های زغال سوز است که بتواند حداقل ۹۰٪ ذرات معلق دودکش نیروگاه‌ها را حذف کند.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
<ul style="list-style-type: none"> - حجم هوای تصفیه شده - بازدهی کل - تعداد نمونه ساخته شده 	دانشگاه ها، شرکت های مرتبط با صنایع سیمان					۳	ساخت پایلوت سیستم ESP و انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی آن
اقدام پیش نیاز							
بررسی امکان استفاده از ESP صنعت سیمان در نیروگاه های زغال سوز							

۲۹) اجرای پروژه نصب و بهره برداری در یک نیروگاه زغال سوز

تعریف مختصر: هدف این پروژه ساخت و نصب و بهره برداری یک واحد صنعتی ESP در یک نیروگاه زغال سوز کشور است.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
<ul style="list-style-type: none"> - تعداد نمونه نصب شده - بازده کل 	دانشگاه ها، شرکت های مرتبط با صنایع سیمان					۳	اجرای پروژه نصب و بهره برداری در یک نیروگاه زغال سوز
اقدام پیش نیاز							
ساخت پایلوت سیستم ESP و انجام تست های مختلف نیمه صنعتی بر روی آن							

۳۰) بررسی جانمایی کاتالیست روی سبدهای واحد پیش گرمکن هوای بویلر (یانگستروم) (SCR)

تعریف مختصر: طی این پروژه مشخصات جریان ورودی به پیش گرمکن هوای بویلر یک نیروگاه از نظر ترکیبات و دما و مشخصات

فنی سبدهای واحد پیش گرمکن بررسی شده و امکان ترکیب کاتالیست سیستم SCR و سیستم پیش گرمکن تعیین می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت بررسی جانشانی کاتالیست روی سبدهای واحد پیش‌گرمکن هوای بویلر	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۱	بررسی جانشانی کاتالیست روی سبدهای واحد پیش‌گرمکن هوای بویلر (بانگستروم)
اقدام پیش نیاز							
تست و بهینه سازی فرآیند SCR و روش کنترل تزریق آمونیاک بر اساس نتایج پایلوت							

(۳۱) افزایش سطح تماس و کارایی کاتالیست (SCR)

تعریف مختصر: در این پروژه با انجام مطالعات آزمایشگاهی روی ساختار پایه کاتالیست و ترکیبات واکنش دهنده کاتالیست شرایط

بهینه سازی شده تا به راندمان حذف حداقل ۹۰٪ در شرایط عملیاتی مورد نظر دست یابیم.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
راندمان حذف در Nox کاتالیست	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۲	افزایش سطح تماس و کارایی کاتالیست (SCR)
اقدام پیش نیاز							
ساخت کاتالیست دما پایین جهت نصب در خروجی دودکش نیروگاههای بخاری و سیکل ترکیبی موجود، ساخت کاتالیست دما بالا برای استفاده در توربینهای گ							

(۳۲) شبیه سازی واکنش های شیمیایی و کاتالیستی سیستمهای SCR

تعریف مختصر: طی این پروژه با توجه به مطالعات کتابخانه ای و نتایج آزمایشات روی کاتالیست‌های مختلف سیستم SCR، مدل

مناسب براس واکنش‌های شیمیایی توسعه داده می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت شبیه‌سازی واکنش های شیمیایی و کاتالیستی سیستمهای SCR	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۲	شبیه سازی واکنش های شیمیایی و کاتالیستی سیستمهای SCR
اقدام پیش نیاز							
-							

۳۳) خرید نمونه‌های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی (SCR)

تعریف مختصر: در این پروژه نمونه‌های مختلف کاتالیست معمولی، دما بالا و دما پایین تهیه شده و Set up آزمایشگاهی با قابلیت

تغییر و تنظیم ترکیب گاز ورودی، دمای ورودی و سایر پارامترهای عملیاتی ساخته می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
جنس و تعداد کاتالیست خریداری شده	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۱	خرید نمونه‌های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی (SCR)
اقدام پیش نیاز							
-							

۳۴) تست‌های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی

تعریف مختصر: در این پروژه با تغییر پارامترهای مختلف عملیاتی شامل ترکیب واکنشگرها و میزان تزریق آمونیاک، دما و شرایط فیزیکی ورودی، تاثیر هر یک از این پارامترها در واکنش در راندمان حذف NOX تعیین می گردد. نتایج خروجی این پروژه در تهیه و توسعه مدل‌های شیمیایی واکنش سیستم SCR مورد استفاده قرار می گیرد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت انجام تست‌های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۱	تست‌های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی
اقدام پیش نیاز							
خرید نمونه‌های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی (SCR)							

(۳۵) طراحی و ساخت پایلوت سیستم SCR در مقیاس کوچک

تعریف مختصر: در این پروژه به منظور بررسی عملکرد سیستم SCR در شرایط واقعی یک پایلوت به ظرفیت حداقل ۲٪ گازهای احتراق خروجی یک واحد ۲۵۰ مگاواتی ساخته شده و میزان حذف و نحوه کنترل تزریق آمونیاک در شرایط عملیاتی مختلف بررسی می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - دبی ورودی	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۲	طراحی و ساخت پایلوت سیستم SCR در مقیاس کوچک
اقدام پیش نیاز							
تست و بهینه سازی فرآیند SCR و روش کنترل تزریق آمونیاک بر اساس نتایج پایلوت							

(۳۶) ساخت کاتالیست دما پایین جهت نصب در خروجی دودکش نیروگاههای بخاری و سیکل ترکیبی موجود

تعریف مختصر: در این پروژه کاتالیست بر پایه پلاتین یا سایر فلزات مناسب که قابلیت حذف NOx در محدوده دمای ۲۰۰-۱۲۰

سانتی گراد را داشته باشند ساخته شده و پایه کاتالیست بهینه می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - محدوده کارکرد - بازده حذف NOx	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۲,۵	ساخت کاتالیست دما پایین جهت نصب در خروجی دودکش نیروگاههای بخاری و سیکل ترکیبی موجود
اقدام پیش نیاز							
خرید نمونه‌های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی، تست‌های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی							

۳۷) ساخت کاتالیست دما بالا (زئولیتی) برای استفاده در توربینهای گاز (SCR)

تعریف مختصر: در این پروژه کاتالیست زئولیتی با قابلیت کارکرد در محدوده دمایی ۶۰۰-۴۵۰ سانتی گراد و قابل نصب در خروجی

توربین های گازی ساخته شده و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آن بهینه سازی می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - محدوده کارکرد - بازده حذف NOx	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۲,۵	ساخت کاتالیست دما بالا (زئولیتی) برای استفاده در توربینهای گاز (SCR)
اقدام پیش نیاز							
خرید نمونه‌های کاتالیست و ساخت Set up آزمایشگاهی، تست‌های اولیه بر روی Set up آزمایشگاهی							

۳۸) تست و بهینه سازی فرآیند SCR و روش کنترل تزریق آمونیاک بر اساس نتایج پایلوت

تعریف مختصر: با توجه به نتایج پایلوت نصب شده در نیروگاه شرایط مختلف کنترلی و عملیاتی سیستم و هم چنین نحوه و محل تزریق آمونیاک و سیستم‌های مخلوط کننده جریان گاز به منظور کسب بیشترین بازده حذف و حداقل نشتی آمونیاک بهینه سازی می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت انجام تست بر روی SCR و بهینه سازی فرآیند SCR	دانشگاه ها، شرکت مهندسی مشاور					۱,۵	تست و بهینه سازی فرآیند SCR و روش کنترل تزریق آمونیاک بر اساس نتایج پایلوت
اقدام پیش نیاز							
-							

۳۹) طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR برای افزایش همزمان راندمان و کاهش نشتی آمونیاک

تعریف مختصر: با توجه به نتایج پروژه‌های قبلی در خصوص طراحی سیستم SCR و مدل‌های ارائه شده برای واکنش‌های شیمیایی در سیستم‌های SCR، در این پروژه یک سیستم ترکیبی از SCR و SNCR طراحی می گردد به نحوی که با نصب یک سیستم SCR کوچکتر بتوان به راندمان حذف قابل قبول و نشتی اندک آمونیاک دست یابیم.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR	دانشگاه ها					۱	طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR برای افزایش همزمان راندمان و کاهش نشتی آمونیاک
اقدام پیش نیاز							
طراحی ساخت پایلوت یا سیستم آزمایشگاهی SNCR							

۴۰) بررسی استفاده همزمان SNCR با سیستم FGD تر به منظور حذف نشتی آمونیاک و کمک به حذف SO2

تعریف مختصر: هدف این پروژه بررسی میزان حذف آمونیاک توسط محلول‌ها و واکنش‌گرهای شرکت کننده در سیستم FGD و هم چنین واکنش آمونیاک با SO_2 خروجی دودکش و تاثیر آن بر بازده سیستم FGD می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت دانش فنی سیستم استفاده همزمان SNCR و سیستم FGD تر	دانشگاه‌ها					۱,۵	بررسی استفاده همزمان SNCR با سیستم FGD تر به منظور حذف نشت آمونیاک و کمک به حذف SO_2
اقدام پیش نیاز							
طراحی سیستم ترکیبی SCR/SNCR برای افزایش همزمان راندمان و کاهش نشتی آمونیاک							

(۴۱) بررسی توزیع دما و رژیم جریان در بویلر نیروگاههای منتخب و امکان‌سنجی اجرای این روش در آنها

تعریف مختصر: پس از کسب نتایج آزمایشگاهی سیستم SCR و بر اساس مدل‌های ریاضی توسعه داده شده، در این پروژه توزیع دما و رژیم جریان سیالات در ۴ بویلر واقعی بررسی شده و محدوده مناسب تزریق آمونیاک در آنها تعیین می گردد و تخمینی از راندمان حذف NOx پس از نصب سیستم SNCR در آنها ارائه می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد نیروگاههای بررسی شده	دانشگاه‌ها					۲,۵	بررسی توزیع دما و رژیم جریان در بویلر نیروگاههای منتخب و امکان‌سنجی اجرای این روش در آنها
اقدام پیش نیاز							
-							

(۴۲) شبیه‌سازی فرآیند SNCR و روشهای کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر

تعریف مختصر: بر اساس آزمایشات انجام شده در سیستم آزمایشگاهی واحد SNCR مدل ریاضی واکنش‌های انجام شده با در نظر گرفتن تاثیر تغییر پارامترهای عملیاتی تهیه شده و بر اساس میزان تغییر دما و ترکیب شیمیایی گازهای احتراق در شرایط مختلف عملیاتی بویلر، وش مناسب کنترل تزریق آمونیاک پیشنهاد می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
گزارش حاصل از شبیه‌سازی فرآیند SNCR و روشهای کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر	دانشگاه ها					۱	شبیه‌سازی فرآیند SNCR و روشهای کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر
اقدام پیش نیاز							
بررسی توزیع دما و رژیم جریان در بویلر نیروگاههای منتخب و امکان‌سنجی اجرای این روش در آنها							

(۴۳) طراحی و ساخت سیستم آزمایشگاهی SNCR

تعریف مختصر: یک سیستم آزمایشگاهی برای انجام آزمایشات SNCR ساخته می شود که در آن با شبیه سازی ترکیب گازهای حاصل از احتراق و قابلیت کنترل دما در محدوده ۷۰۰-۱۰۰۰ سانتی گراد، بتوان بازده سیستم در شرایط مختلف را اندازه گیری نمود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد سیستم آزمایشگاهی ساخته شده - محدوده تولید دمای گاز احتراق - نوع تجهیزات	دانشگاه ها					۲	طراحی و ساخت سیستم آزمایشگاهی SNCR
اقدام پیش نیاز							

شبیه‌سازی فرآیند SNCR و روشهای کنترل تزریق آمونیاک با تغییر شرایط عملیاتی بویلر

(۴۴) اجرای سیستم SNCR در یک واحد نیروگاهی کوچک

تعریف مختصر: سیستم SNCR برای یک واحد بخاری با ظرفیت کمتر از ۵۰ مگاوات طراحی شده و پس از نصب تجهیزات و تزریق آمونیاک تنظیمات به گونه ای انجام می شود که بتوان با حداقل نشتی آمونیاک به حذف حداقل ۳۰٪ از NOX حاصل از احتراق دست یافت.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نیروگاه - ظرفیت - بازده	دانشگاه ها					۲	اجرای سیستم SNCR در یک واحد نیروگاهی کوچک
اقدام پیش نیاز							
بررسی استفاده همزمان SNCR با سیستم FGD تر به منظور حذف نشت آمونیاک و کمک به حذف SO2							

(۴۵) بررسی فنی - اقتصادی MBR و مقایسه روش‌های مستغرق و جانبی و انتخاب غشای مناسب برای ایران

تعریف مختصر: هدف این پروژه مقایسه قابلیت‌های ۲ روش مستغرق و جانبی است تا بر اساس آن بتوان غشایی مناسب برای کشور انتخاب نمود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت مطالعات امکان‌سنجی فنی - اقتصادی MBR و مقایسه روش‌های مستغرق و جانبی	مرکز تحقیقات آب، دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو، شرکت‌ها					۲	بررسی فنی - اقتصادی MBR و مقایسه روش‌های مستغرق و جانبی و انتخاب غشای مناسب برای ایران
اقدام پیش نیاز							

۴۶) ساخت غشاهای MBR با راندمان بالا و گرفتگی کم

تعریف مختصر: ساخت غشاهایی از جنس‌های مختلف و اصلاح عملکرد غشاها با تکنولوژی‌های مختلف به منظور کسب بالاترین

راندمان و کاهش گرفتگی از جمله اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد غشای ساخته شده - راندمان - TSS	مرکز تحقیقات آب، دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو، شرکت ها					۳	ساخت غشاهای MBR با راندمان بالا و گرفتگی کم
اقدام پیش نیاز							
بررسی فنی- اقتصادی MBR و مقایسه روش‌های مستغرق و جانبی و انتخاب غشای مناسب برای ایران							

۴۷) طراحی و ساخت پایلوت MBR و تست‌های مربوطه

تعریف مختصر: در این پروژه یک پایلوت ساخته می شود تا بتواند انواع متفاوت غشاها را مورد مطالعه قرار دهد و در ادامه شرایط بهره

برداری نیز بهینه خواهد شد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - نوع پایلوت - ظرفیت	مرکز تحقیقات آب، دانشگاه ها، پژوهشگاه نیرو، شرکت ها					۲	طراحی و ساخت پایلوت MBR و تست‌های مربوطه
اقدام پیش نیاز							

ساخت غشاهای MBR با راندمان بالا و گرفتگی کم

(۴۸) ساخت ماژول‌های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه‌ها

تعریف مختصر: هدف این پروژه آن است که ماژول غشایی در مقیاس صنعتی ساخته شده و در یک نیروگاه نصب گردد تا بتواند در هر ساعت 15 m^3 فاضلاب را تصفیه نماید.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نیروگاه نصب شده	مرکز تحقیقات آب، دانشگاه‌ها، پژوهشگاه نیرو، شرکت‌ها					۳	ساخت ماژول‌های صنعتی MBR و نصب در نیروگاه‌ها
اقدام پیش نیاز							
طراحی و ساخت پایلوت MBR و تست‌های مربوطه							

(۴۹) طراحی سیستم مبتنی بر غشا جهت حذف آلاینده‌های روغنی و سیستم شستشوی آن (Membrane)

تعریف مختصر: طراحی سیستم غشایی جهت حذف ترکیبات روغنی از فاضلاب‌های آلوده به روغن و سیستم‌های شست و شو و جداسازی روغن از غشا از جمله اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت طراحی سیستم مبتنی بر غشا	دانشگاه‌ها، پژوهشگاه پلیمر					۲	طراحی سیستم مبتنی بر غشا جهت حذف آلاینده‌های روغنی و سیستم شستشوی آن (Membrane)
اقدام پیش نیاز							

۵۰) کسب دانش فنی ساخت دستگاه بازیاب انرژی از جریان غلیظ خروجی سیستم‌های اسمز معکوس

تعریف مختصر: ساخت یک توربین برای تولید برق از جریان پرفشار دورریز در سیستم‌های غشایی و تامین بخشی از برق مورد نیاز سیستم از جمله اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد دستگاه ساخته شده - راندمان حذف آلاینده آب	دانشگاه‌ها، پژوهشکده پلیمر					۱,۵	کسب دانش فنی ساخت دستگاه بازیاب انرژی از جریان غلیظ خروجی سیستم‌های اسمز معکوس
اقدام پیش نیاز							
-							

۵۱) طراحی و ساخت بستر تست ماژول سیستم اسمز معکوس

تعریف مختصر: در این پروژه یک بستر برای تست غشا و ماژول‌های غشایی ساخته می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد ماژول ساخته شده - ظرفیت - وضعیت خرید و ساخت غشا	دانشگاه‌ها، پژوهشکده پلیمر					۲,۵	طراحی و ساخت بستر تست ماژول سیستم اسمز معکوس
اقدام پیش نیاز							
کسب دانش فنی ساخت دستگاه بازیاب انرژی از جریان غلیظ خروجی سیستم‌های اسمز معکوس							

۵۲) ساخت مخازن Pressure Vessel تحت فشار مورد نیاز جهت قرارگیری ماژولهای غشا

تعریف مختصر: هدف این پروژه دستیابی به دانش فنی و ساخت یک نمونه مخزن تحت فشار با قابلیت نصب ماژول های غشایی

تصفیه آب و پساب، می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد مخزن ساخته شده - قابلیت تحمل فشار - تعداد ماژول نصب شده	دانشگاه ها، پژوهشکده پلیمر					۲	ساخت مخازن Pressure Vessel تحت فشار مورد نیاز جهت قرارگیری ماژولهای غشا
اقدام پیش نیاز							
طراحی و ساخت ماژول نیمه صنعتی سیستم اسمز معکوس							

۵۳) ساخت نمونه صنعتی ماژول مورد استفاده در اسمز معکوس

تعریف مختصر: دستیابی به توان ساخت یک نمونه صنعتی از ماژول اسمز معکوس جهت نصب در نیروگاه از جمله اهداف این پروژه

می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد ماژول ساخته شده - ظرفیت - فشار	دانشگاه ها، پژوهشکده پلیمر					۳	ساخت نمونه صنعتی ماژول مورد استفاده در اسمز معکوس
اقدام پیش نیاز							
ساخت مخازن Pressure Vessel تحت فشار مورد نیاز جهت قرارگیری ماژولهای غشا							

۵۴) بررسی امکان استفاده از DAF و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا از طریق آزمایشات پایلوت

تعریف مختصر: هدف این پروژه ساخت یک پایلوت سیستم DAF و انجام آزمایشات مربوط به راندمان حذف روغن و مازوت از آب در غلظت‌های پایین و کمتر از ۱۰۰۰ ppm و بررسی تاثیر افزایش دما بر کاهش راندمان حذف و ارائه راهکارهای حل مشکل می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت مطالعات امکان‌سنجی استفاده و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا	شرکت‌ها					۲	بررسی امکان استفاده از DAF و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا از طریق آزمایشات پایلوت
اقدام پیش نیاز							
-							

۵۵) بررسی امکان سنجی اقتصادی طرح‌های مربوط به نصب سیستم DAF در نیروگاه‌ها و ارائه خدمات مشاوره‌ای به آن‌ها

تعریف مختصر: نصب یک واحد DAF در نیروگاه منتخب و راه اندازی و انجام آزمایشات به منظور بهبود عملکرد سیستم‌های حذف روغن در نیروگاه و بررسی اقتصادی طرح از اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت مطالعات امکان‌سنجی اقتصادی طرح‌های مربوط به نصب سیستم DAF در نیروگاه‌ها	شرکت‌ها					۸	بررسی امکان سنجی اقتصادی طرح‌های مربوط به نصب سیستم DAF در نیروگاه‌ها و ارائه خدمات مشاوره‌ای به آن‌ها

اقدام پیش نیاز

بررسی امکان استفاده از DAF و میزان حذف در غلظت‌های پایین مواد روغنی و جریانهای دارای دمای بالا

(۵۶) بررسی فناوری‌های متعارف دستگاهی و، هیبریدی و امکانسنجی اقتصادی طرح‌ها

تعریف مختصر: مطالعه و بررسی عملکرد فناوری‌های متعارف دستگاهی به صورت منفرد و یا در ترکیب با سایر روش‌ها و مقایسه

اقتصادی آنها به منظور انتخاب روش مناسب از اهداف این پروژه می‌باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد نمونه اولیه ساخته شده	پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور					۱,۵	بررسی فناوری‌های متعارف دستگاهی و، هیبریدی و امکانسنجی اقتصادی طرح‌ها
اقدام پیش نیاز							
-							

(۵۷) طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم VC (روش‌های تبخیری دستگاهی)

تعریف مختصر: طراحی و ساخت یک پایلوت تبخیرکننده تراکم مجدد بخار و انجام آزمایشات پایلوت با هدف دستیابی به دانش

طراحی و بهینه سازی شرایط عملیاتی از اهداف این پروژه می‌باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - ظرفیت	پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور					۳	طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم VC (روش‌های تبخیری دستگاهی)
اقدام پیش نیاز							
بررسی فناوری‌های متعارف، هیبریدی و امکانسنجی اقتصادی طرح‌ها							

۵۸) طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم MED (روش‌های تبخیری دستگاهی)

تعریف مختصر: طراحی و ساخت یک پایلوت تقطیرکننده چند مرحله ای و انجام آزمایشات پایلوت با هدف دستیابی به دانش طراحی و بهینه سازی شرایط عملیاتی از اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - ظرفیت	پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور					۳	طراحی و ساخت یک نمونه پایلوت سیستم MED
اقدام پیش نیاز							
بررسی فناوری‌های متعارف، هیبریدی و امکانسنجی اقتصادی طرح‌ها							

۵۹) طراحی، ساخت و اجرای یک واحد تبخیرکننده بر پایه حرارت اتلافی از نیروگاه گازی (روش تبخیری دستگاهی)

تعریف مختصر: در این پروژه یک مبدل بازیافت در خروجی توربین گاز یک واحد نیروگاهی نصب شده و از انرژی گازهای خروجی توربین گاز به منظور تقطیر و بازیابی آب استفاده می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد تبخیر کننده ساخته شده	پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور					۲,۵	طراحی، ساخت و اجرای یک واحد تبخیرکننده بر پایه حرارت اتلافی از نیروگاه گازی (روش‌های تبخیری دستگاهی)
اقدام پیش نیاز							
-							

۶۰) ساخت سیستم های VC و MED جهت نصب در نیروگاه‌ها (روش تبخیری دستگاهی)

تعریف مختصر: ساخت دو نمونه VC و MED جهت نصب در نیروگاه‌ها از اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - ظرفیت	پژوهشگاه نیرو، شرکت مهندسی مشاور					۳	ساخت سیستم های VC و MED جهت نصب در نیروگاه‌ها

اقدام پیش نیاز

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

۶۱) مطالعه روش های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش های با صرفه اقتصادی

تعریف مختصر: در این پروژه روش های مختلف تصفیه شیمیایی خاک با توجه به آلودگی های تولید شده در نیروگاه‌ها و قیمت برق

بررسی شده و سیستم‌های مناسب از نظر فنی و اقتصادی انتخاب می گردد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت امکان سنجی روش های تصفیه شیمیایی	دانشگاه‌ها، شرکت ها، جهاد کشاورزی					۱,۵	مطالعه روش های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش های با صرفه اقتصادی

اقدام پیش نیاز

-

۶۲) ساخت پایلوت روش منتخب تصفیه شیمیایی خاک

تعریف مختصر: با توجه به پروژه قبلی در این پروژه اقدام به ساخت پایلوت روش منتخب برای تصفیه آلودگی خاک می شود.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - راندمان	دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی					۱,۵	ساخت پایلوت روش منتخب تصفیه شیمیایی
اقدام پیش نیاز							
مطالعه روش‌های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی، ایجاد یک آزمایشگاه تصفیه خاک در صنعت برق							

۶۳) ایجاد یک آزمایشگاه تصفیه خاک در صنعت برق

تعریف مختصر: تجهیز یک مرکز آزمایشگاهی با قابلیت انجام تست‌های لازم برای اندازه‌گیری و حذف آلاینده‌های خاک به کمک

روش‌های شیمیایی از اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد مرکز آزمایشگاهی راه اندازی شده و تست‌های قابل اجرا	دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی					۲	ایجاد یک آزمایشگاه تصفیه خاک در صنعت برق
اقدام پیش نیاز							
مطالعه روش‌های تصفیه شیمیایی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی							

۶۴) پیاده سازی روش‌های تصفیه شیمیایی خاک در یک نیروگاه

تعریف مختصر: اندازه گیری آلاینده‌ها و پیاده سازی روش مناسب برای تصفیه شیمیایی خاک‌های آلوده در یک نیروگاه از اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نیروگاه - راندمان	دانشگاه ها، شرکت ها، جهاد کشاورزی					۲,۵	پیاده سازی روش‌های تصفیه شیمیایی در یک نیروگاه
اقدام پیش نیاز							
ساخت پایلوت روش منتخب تصفیه شیمیایی							

۶۵) بررسی روش‌های بهبود عملکرد تصفیه زیستی از طریق اصلاحات ژنتیکی

تعریف مختصر: به کارگیری روش‌های اصلاح ژنتیکی به منظور بهبود عملکرد تصفیه خاک توسط میکرو ارگانیسم‌ها از اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت بررسی روش‌های بهبود عملکرد تصفیه زیستی از طریق اصلاحات ژنتیکی	دانشگاه ها، شرکت ها، جهاد کشاورزی					۱,۵	بررسی روش‌های بهبود عملکرد تصفیه زیستی از طریق اصلاحات ژنتیکی
اقدام پیش نیاز							
مطالعه روش‌های تصفیه زیستی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی، ایجاد یک آزمایشگاه بیو تکنولوژی خاک در صنعت برق، شناسایی انواع الودگی های خاک و شناسایی میکروارگانیسم های از بین برنده آن ها در نیروگاه ها							

۶۶) مطالعه روش‌های تصفیه زیستی و انتخاب روش‌های با صرفه اقتصادی

تعریف مختصر: در این پروژه روش های مختلف تصفیه زیستی خاک با توجه به آلودگی های تولید شده در نیروگاه ها و قیمت برق بررسی شده و سیستم های مناسب از نظر فنی و اقتصادی انتخاب می گردد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت امکان سنجی اقتصادی روشهای تصفیه زیستی	دانشگاه ها، شرکت ها، جهاد کشاورزی					۱,۵	مطالعه روشهای تصفیه زیستی و انتخاب روش های با صرفه اقتصادی
اقدام پیش نیاز							
-							

(۶۷) شناسایی انواع آلودگی های خاک و شناسایی میکروارگانیسم های از بین برنده آن ها در نیروگاه (تصفیه زیستی)

تعریف مختصر: هدف این پروژه بررسی و طبقه بندی آلودگی های نیروگاه ها و صنعت برق و قابلیت های میکرو ارگانیسم ها برای حذف یا کاهش آلاینده ها می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
وضعیت دانش فنی شناسایی انواع آلودگی های خاک و شناسایی میکروارگانیسم های از بین برنده آن ها در نیروگاه ها	دانشگاه ها، شرکت ها، جهاد کشاورزی					۲	شناسایی انواع آلودگی های خاک و شناسایی میکروارگانیسم های از بین برنده آن ها در نیروگاه ها (تصفیه زیستی)
اقدام پیش نیاز							
مطالعه روشهای تصفیه زیستی و انتخاب روش های با صرفه اقتصادی							

(۶۸) ساخت پایلوت روش های منتخب تصفیه زیستی

تعریف مختصر: ساخت یک پایلوت برای از بین بردن آلودگی‌های زیستی خاک از طریق فرآیند های تصفیه زیستی از اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - راندمان	دانشگاه ها، شرکت ها، جهاد کشاورزی					۲	ساخت پایلوت روش‌های منتخب تصفیه زیستی
اقدام پیش نیاز							
بررسی روش‌های بهبود عملکرد تصفیه زیستی از طریق اصلاحات ژنتیکی							

۶۹) ایجاد یک آزمایشگاه بیو تکنولوژی خاک در صنعت برق (تصفیه زیستی)

تعریف مختصر: تجهیز یک مرکز آزمایشگاهی با قابلیت انجام تست‌های لازم برای اندازه گیری و حذف آلاینده‌های خاک به کمک روش های زیستی از اهداف این پروژه می باشد.

شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
تعداد مرکز آزمایشگاهی راه اندازی شده و تست های قابل اجرا	دانشگاه ها، شرکت ها، جهاد کشاورزی					۲,۵	ایجاد یک آزمایشگاه بیو تکنولوژی خاک در صنعت برق (تصفیه زیستی)
اقدام پیش نیاز							
-							

۷۰) پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی در یک نیروگاه

تعریف مختصر: اندازه گیری آلاینده‌ها و پیاده سازی روش مناسب برای تصفیه زیستی خاک‌های آلوده در یک نیروگاه از اهداف این پروژه می باشد.



شاخص	مجری	هزینه (میلیون تومان)				زمان (سال)	اقدام
		قطعات و تجهیزات	نیروی انسانی	مواد مصرفی و آزمایشگاه	کل		
- تعداد نمونه ساخته شده - راندمان	دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، جهاد کشاورزی					۲,۵	پیاده سازی روش‌های تصفیه زیستی در یک نیروگاه
اقدام پیش نیاز							
ساخت پایلوت روش‌های منتخب تصفیه زیستی							