

نتایج حاصله از بررسیهای کارگروه در بعد محیط زیست آرمان صنعت برق ایران

مقدمه

آنچه ما را احاطه کرده و ما بر آن اثر می‌گذاریم و از آن تأثیر می‌پذیریم، تشکیل دهنده « محیط زیست » ما است.

در اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران آمده است :

« در جمهوری اسلامی، حفاظت محیط زیست 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 محیط زیست یا تخریب غیر قابل جبران آن ملازمه پیدا کند، ممنوع است ».

با توسعه تکنولوژی و گسترش صنایع مختلف، شاهد افزایش آلاینده‌های مختلف هستیم. از آنجا که قدرت تصفیه خودبخودی در طبیعت محدود بوده و برای زدودن آلاینده‌ها کافی نمی‌باشد، در بسیاری از اوقات، تعادل محیط زیست از بین رفته است. از طرف دیگر با توجه به اینکه در عصر حاضر، متوقف ساختن صنایع، از جمله نیروگاهها، امکان‌پذیر نبوده و تحمل آلاینده‌های زیست محیطی نیز بیش از این میسر نمی‌باشد، لازم است اقدامات اساسی در زمینه پیشگیری و کنترل آلاینده‌ها صورت گیرد.

۱ - بعد محیط زیست در آرمان صنعت برق

از آنجا که « ارتقاء رضایت همگانی » در آرمان صنعت برق جایگاه ویژه‌ای دارد، پرداختن به « مسائل زیست محیطی » از اهمیت خاصی برخوردار خواهد بود. در قانون اساسی کشورمان، حفاظت محیط زیست، وظیفه عمومی تلقی گردیده است. جامعه جهانی نیز که انسانها را محور و موضوع هرگونه توسعه دانسته، توجه به محیط زیست در فرآیند توسعه (توسعه پایدار) را الزامی می‌داند^(۱).

در نتیجه توجه به « محیط زیست » در توسعه صنعت زیربنایی برق بسیار با اهمیت است و توسعه‌ای اینچنین، قطعاً موجب « ارتقاء رضایت همگانی » خواهد شد که « توسعه مشارکت عمومی » را نیز به همراه خواهد داشت.

۲ - محیط زیست و صنعت برق

صنعت برق خدمات بزرگی به جامعه ارائه می‌دهد. امروزه زندگی بدون استفاده از انرژی برق غیرقابل تصور است. برق علیرغم همه خدماتی که دارد، در جریان تولید، انتقال و توزیع آثاری بر محیط زیست می‌گذارد که در صورت عدم توجه و برنامه‌ریزی می‌تواند مخرب باشد.

(۱) اصل یک مصوبات کنفرانس سازمان ملل متحد درباره توسعه و محیط زیست

بنابراین، از منظر بلندمدت و با احساس وظیفه در مقابل نسلهای آینده، توجه جدی به مسائل زیست محیطی در صنعت برق، ضرورتی غیر قابل انکار است. به دلیل تفاوت‌های اساسی بخش تولید با بخشهای انتقال و توزیع، هم از نظر کارکردها و هم از نظر حوزه فعالیت و تأثیر آن بر محیط زیست، هر کدام را جداگانه بررسی می‌نمائیم.

۲-۱- بخش تولید

در کشور ما نیروگاههای حرارتی سهم عمده‌ای را در تولید برق دارند. این نیروگاهها از گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی (سبک و سنگین) استفاده می‌نمایند. سهم نیروگاههای آبی در تولید برق هنوز کم است و تنها نیروگاه اتمی کشور همچنان در دست ساخت بوده و نیروگاه ذغالسنگی طبس هم در مرحله مطالعه می باشد. همچنین سهم تولید برق از منابع تجدید پذیر (فعالاً تنها بادی) نیز بسیار اندک است. لذا در این گزارش صرفاً به نیروگاههای حرارتی با سوخت گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی پرداخته می شود.

در ایران هنوز تولید همزمان برق و حرارت نداریم و هدف از احداث نیروگاه فعالاً تنها تولید الکتریسته است. (بجز یک مورد کوچک در کیش)

آثار زیست محیطی هر نیروگاه علاوه بر اینکه به تأسیسات، تجهیزات، نوع سوخت و نحوه بهره‌برداری و میزان تولید بستگی دارد، به موقعیت استقرار آن نیز بسیار وابسته است.

نیروگاههای حرارتی، هوا، آب و خاک را آلوده می‌نمایند و بر زندگی انسانها، حیوانات و گیاهان تأثیر می گذارند. اثرات عمده یک نیروگاه حرارتی در ارتباط با محیط زیست عبارتند از:

- آلودگی هوا از طریق گازها و ذرات منتشره ناشی از فرآیند احتراق.

- آلودگی آب و خاک از طریق پسابهای آلوده و نشست ذرات منتشره بر محیط اطراف.

- آلودگیهای صوتی و لرزشی در اثر کارکرد تجهیزات

شدت اثر آلاینده ها بستگی به سه دسته از پارامترهای زیر دارند:

۱- پارامترهای فنی: نظیر ارتفاع دودکش، حجم انتشار مستقیم، سرعت و درجه حرارت دود خروجی.

۲- پارامترهای هواشناسی: سرعت باد، نوع آب و هوا

۳- پارامترهای مربوط به موقعیت جغرافیائی و حدود و فواصل: فاصله نیروگاه از مناطق مسکونی

پارامترهای وابسته به دسته های اول و سوم، برای نیروگاههای جدید، آزادانه قابل انتخاب هستند اما در مورد نیروگاههای موجود، تنها می توان فاکتورهای متعلق به دسته اول را بانجام هزینه های جدید اصلاح کرد.

۲-۱-۱ سهم نیروگاهها در آلودگی هوا

نیروگاههای حرارتی یکی از منابع مهم آلوده‌کننده محیط زیست از طریق تولید و دفع آلاینده‌های گوناگون بحساب می‌آیند.

از آنجا که در احداث نیروگاههایی که در دهه‌های گذشته ساخته شده‌اند، مسائل زیست‌محیطی بطور کامل مدنظر نبوده‌اند، لذا جهت دستیابی به استانداردهای زیست محیطی، اجرای دو برنامه بصورت موازی ضرورت دارد:

۱- بهینه‌سازی نیروگاههای در حال بهره‌برداری جهت ارتقاء کیفیت آنها در زمینه محیط زیست.

۲- لحاظ کردن جامع مسائل زیست محیطی در طرح‌های آینده.

با این اقدامات سهم آلودگی زیست محیطی نیروگاهها کاهش می‌یابد.

اقدامات اصلاحی در بخش آلودگی هوا توسط نیروگاهها عمدتاً در زمینه کاهش SO_x (ناشی از میزان گوگرد موجود در سوختها) و NO_x (ناشی از نیتروژن موجود در سوخت و همچنین اکسیداسیون نیتروژن موجود در آتمسفر در هنگام احتراق با دمایی بیشتر از ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد) باید صورت گیرد. برای کاهش CO_2 ، اصلی‌ترین اقدام، تأمین بهره‌وری بالای احتراق می‌باشد. از آنجا که در اثر احتراق مواد سوختی، سهم این سه گاز بیشتر از همه آلاینده‌های دیگر است، اقدامات اصلاحی در مورد آنها تاثیر اساسی خواهد داشت.

۲-۱-۲ آلودگی آب و خاک در نیروگاهها

در نیروگاهها، آبهای مورد استفاده در بخشهای مختلف به روشهای گوناگون آلوده می‌شوند. این آلودگی‌ها می‌تواند با رها شدن فاضلابها در آبهای سطحی و یا نفوذ به آبهای زیر زمینی موجب آلودگی در آنها گردد. عمده آب استفاده‌شده در نیروگاههای حرارتی صرف خنک کردن می‌شود. این آب پس از جذب مقدار کافی حرارت و افزایش دمای آن به میزان ۴ تا ۸ درجه سانتی‌گراد به مبدأ خود باز می‌گردد. آب خنک‌کننده تقریباً ۶۰ تا ۸۰ درصد انرژی سوخت را در قالب اتلاف حرارتی جذب می‌کند. نیروگاههایی که با سیستم خنک‌کن مدار بسته طراحی نشده‌اند برای تولید هر مگاوات ساعت الکتریسته به ۱۶۰ تا ۲۲۰ متر مکعب آب نیاز دارند. نیروگاهها، سوای مصرف سیستمهای آب خنک‌کننده شان، نیاز بسیار کمی به آب برای تغذیه و جبران بخار سیکل دارند. (میزان مصرف آب ترمیمی در نیروگاهها با برج تر حدود ۳/۲-۲/۷ مترمکعب بازاء هر مگاوات ساعت و نیروگاهها با برج خشک ۲۰۰-۱۷۰ لیتر و سیکل‌های ترکیبی معادل ۱۵۰-۱۲۰ لیتر بازاء هر مگاوات ساعت تولید می‌باشد).

آبهای مصرفی در نیروگاهها در فرآیند تولید برق، به انواع مواد شیمیائی آلوده شده و بخشی از آن بصورت فاضلاب‌های صنعتی به‌مراه فاضلاب‌های بهداشتی از نیروگاه به منابع‌پذیرنده تخلیه می‌گردد. عمده‌ترین پارامترهای آلودگی عبارتند از: PH، فلزات سمی و سنگین، روغن و یا سوخت،

مواد معلق، BOD_5 ^(۱) و COD ^(۲) می باشد.

مواد سمی فاضلاب‌های خروجی از نیروگاه چنانچه در فرآیند تصفیه مقدماتی و شیمیائی حذف شود، می تواند به شبکه فاضلاب شهری دفع گردد. سوای آثار مستقیم ذکر شده، نیروگاه‌های حرارتی اثرات غیرمستقیم نیز بر آب دارند. مثل پدیده باران اسیدی در رابطه با آلاینده‌های هوای (SO_x , HCL , NO_x) ناشی از نیروگاه‌ها در تماس با نزولات آسمانی که موجب اسیدی شدن منابع طبیعی، آب و تخریب بافت خاکهای زراعی می گردد.

۲-۱-۳ آلودگی صوتی (در بخش تولید)

سروصدا، امواج صوتی ناخواسته‌ای است که در اثر انتقال ارتعاشات مکانیکی در هوا ایجاد می شود و از جمله عوامل زیان‌آور فیزیکی محیط زیست و از شایع‌ترین آلودگی‌های فضاهای صنعتی است. اثرات فیزیولوژیکی ناشی از صدا را می توان به دو بخش اثرات کوتاه مدت و بلندمدت تفکیک نمود. آزمایشات، ارتباط مواردی نظیر خستگی، حواس پرتی، افزایش تعداد ضربان قلب و فشارخون و افت سطح شنوایی را با آلودگی صوتی تأیید می کند.

لذا انتخاب روش‌های مهندسی جهت کنترل و کاهش سطح صدا در نیروگاه‌ها می تواند موجب تامین سلامتی پرسنل، افزایش کارائی آنان و نهایتاً بهبود کیفیت تولید گردد و آثار مخرب زیست محیطی بر فضای اطراف را کاهش دهد.

۲-۱-۴ آلودگی ناشی از مواد زائد جامد

یکی دیگر از منابع عمده آلودگی در صنعت برق پسماندهای جامد در بخش تولید می باشد. رسوبات ناشی از فرآیند احتراق و فرآیندهای شیمیائی که عمدتاً سمی نیز می باشند و نیز تجهیزات برقی از رده خارج شده بویژه ترانس‌های حاوی PCBs - بوردهای الکترونیکی حاوی مقادیر معتدله فلزات سمی از جمله زائادات جامد در صنعت برق می باشد که لازم است یک مدیریت جامع و اصولی بر آنها اعمال گردد.

۲-۲ بخش انتقال و توزیع

آثار تأسیسات برق در بخش انتقال و توزیع بر روی محیط زیست ناشی از برپایی و بهره‌برداری از اینگونه تأسیسات و وسعت و شدت آنها ماهیتاً به شرایط فیزیکی و طراحی پروژه‌ها مرتبط می شود.

(۱) BOD_5 = Biochemical Oxygen Demand

(۲) COD = Chemical Oxygen Demand

پیامدهای مستقیم و غیر مستقیم تأسیسات انتقال نیرو،

بر محیط طبیعی

- منابع (آب، خاک، هوا)

- سیستمهای حیاتی (گیاهان، جانوران)

و بر انسانها

- سلامت و بهداشت آنها

- وضعیت اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی - اجتماعی آنها

- مناظر تحت دید آنها (اثر بر چشم اندازها)

خواهد بود،

بنابراین شبکه‌های انتقال و توزیع نیروی برق اثرات مخربی در موارد زیر خواهند داشت :

- آلودگی آب، خاک و هوا

- آلودگی ناشی از میدانهای الکتریکی و مغناطیسی

- آلودگی صوتی و آلودگی دیداری (تخریب چشم اندازها)

- آلودگی نوری

۲-۲-۱ منابع آلودگی آب، خاک، هوا و سیستمهای حیاتی در شبکه‌های انتقال و توزیع

در مناطق جنگلی، برپایی خطوط هوایی انتقال نیرو، نیازمند ایجاد معبری صاف و عاری از هرگونه درخت می باشد. همچنین برای دسترسی جهت بازرسی، تعمیر و نگهداری خطوط انتقال نیاز به احداث جاده است. همه اینها مستلزم تخریب دائمی جنگلها خواهد بود.

برپایی برجها و شالوده‌های آنها بر روی تپه‌هایی با شیب زیاد، اگر با شناخت کامل از لایه‌های زیرین خاک صورت نگیرد، موجب فرسایش و رانش زمین می شود. ساختن پستهای تبدیل و کلید خانه ها نیز مناطق معینی را بطور دائمی اشغال می کنند و در صورت نشت مواد روغنی و عایقی، منابع آب زیرزمینی را به مخاطره می اندازند.

خطوط انتقال برق خطرات بالقوه‌ای برای پرندگان خواهند بود. استفاده از بی فنیل‌های چند کلری (PCB ، آسکارل) بعنوان روغن‌های بازدارنده اشتعال در تجهیزات برقی ، بسیار سمی و برای انسان خطرناک هستند.

یکی از تمهیداتی که در مدیریت زیست محیطی جهان اخیراً بدان توجه می‌شود جایگزینی کابل‌های انتقال با روکش‌های غیرهالوژنه و بدون دود می‌باشد.

(۱) HFFR کابل‌های نسل قدیم عموماً با روکش PVC هستند که در اثر سوختن، ترکیبات سمی و سرطانزای Dioxen تولید می‌نمایند. لذا از سالهای ۱۹۷۰ به بعد کابل‌ها، با روکش MDPE (۲) و از سالهای ۲۰۰۰ با روکش‌های HDPE (۳) جایگزین می‌گردند. این ترکیبات ضمن اینکه فاقد هالوژن هستند در اثر سوختن، دود و نیز گازهای سمی (HF-SO₂-CO-NO₂-HCN-Dioxen) نیز تولید نمی‌کنند.

غلظت گازهای سمی آزاد شده در اثر سوختن در این کابل‌ها طبق استاندارد IEC ۶۰۷۵۴ نایبستی بیش از ۵ میلی‌گرم در هر گرم باشد.

۲-۲-۲ آلودگی ناشی از میدانهای مغناطیسی و الکتریکی

براساس اطلاعاتی که ازمعاینات و بررسی‌های درازمدت و پژوهشهای انجام شده در کشورهای پرجمعیت حاصل شده است، میدانهای الکتریکی و مغناطیسی اطراف تأسیسات انتقال و توزیع نیرو، اثرات زیانباری بر سلامت انسانها ندارد. (۴)

براساس انتشارات سازمان بهداشت جهانی در ارتباط با آثار میدانهای مغناطیسی بر روی انسان، میدانهای با شدت کمتر از ۰/۴ میلی تسلا در فرکانس ۵۰ هرتز هیچ واکنش زیست‌شناختی (بیولوژیکی) قابل کشف و تشخیص را در سلامتی انسان ایجاد نمی‌کند. (۵)

میدانهای مغناطیسی در سطح زمین زیر خطوط هوایی، شدت میدانی معادل ۰/۰۵۵ میلی تسلا در فرکانس ۵۰ هرتز ایجاد می‌نمایند که بسیار کمتر از حد مجاز فوق‌الذکر می‌باشد. علیرغم این، طبق رهنمود سازمان بهداشت جهانی، با توجه به اینکه مطالعات روی اثرات میدانهای الکترومغناطیسی همچنان ادامه دارد، بهتر است تا تدوین استانداردهای مربوطه با ایجاد فاصله و حریم از خطوط انتقال و نصب موانع در اطراف ترانس‌ها افراد از معرض میدانهای الکترومغناطیسی بدور نگهداشته شوند.

۲-۲-۳ آلودگی صوتی، آلودگی دیداری (تخریب چشم‌اندازها) و آلودگی نوری

پستها و ترانسهای توزیع صدای وزوز یکنواخت و خسته‌کننده‌ای را که می‌تواند آزار دهنده باشد در مناطق مسکونی تولید می‌نمایند. آلودگی صوتی در نیروگاهها شدیدتر است ولی بدلیل اینکه عمدتاً از مناطق مسکونی دور هستند کمتر برای زندگی مردم ایجاد مشکل می‌کنند و عمدتاً کارکنان نیروگاهها در معرض این آلودگی هستند.

(۱) Halogen Free Flame Retardant

(۲) Medium Density Poly Ethylen

(۳) High Density PolyEthylen

(۴) و (۵): سایت اینترنتی CES (Centre for Ecological Sciences)

شبکه‌های هوایی زیبایی چشم‌اندازهای طبیعی و یا ساخته شده بدست بشر را تخریب می‌نمایند. میزان جذابیت این مناظر در اثر خطوط انتقال هوایی کاهش می‌یابد و **بعبارتی آلودگی دیداری** ایجاد می‌شود میزان و شدت تخریب زیبایی چشم‌اندازها بستگی دارد به :

- اندازه، نوع و پیکربندی شبکه‌ها ، برجها و پایه‌ها
 - تراکم شبکه‌ها در یک سطح یا منطقه مشخص
 - میزان هماهنگی شبکه‌ها با مناظر اطراف
 - محل و موقعیت (میزان آبادانی مناطق، تراکم جمعیت، صنعتی، کشاورزی یا مسکونی بودن)
- روشنایی**، هرچند خود مطلوب و مورد خواست مردم است، در صورتیکه نکات فنی در آن رعایت نشود، می‌تواند آثار منفی داشته باشد.

نورآرایی غیر فنی شهرها، منجر به محروم نمودن مردم از تماشای آسمان پر ستاره می‌گردد. نور زیاد در شب ، مانع از آرامش و استراحت نیز می‌شود.

آلودگی نوری هم اکنون در جهان مورد توجه زیادی قرار گرفته و آثار زیانبار وجود نور ناخواسته بر سلامت و راحتی انسانها مورد بررسیهای علمی است.

۳- راهکارهای اصلاحی

۳-۱- آلودگی هوا

مهمترین تأثیر زیست‌محیطی صنعت برق در بخش **آلودگی هوا** اتفاق می‌افتد. چراکه صنعت برق برای تولید انرژی الکتریکی همه ساله مقادیر زیادی سوختهای فسیلی را سوزانده و در نتیجه این احتراق، آلاینده‌های مختلفی را به محیط زیست تحمیل می‌نماید. مرکز مطالعات انرژی طی چندسال اخیر آمارهای را در قالب ترانزنامه‌های سالیانه انرژی منتشر می‌سازد و دربخشی از آن نیز به محیط زیست و آثارمستقیم و غیرمستقیم ناشی از تولید و استفاده از منابع انرژی در سطح کشور پرداخته است. براساس این آماراز بین آلاینده‌های زیست‌محیطی که در بخشهای مختلف در کشور تولید و منتشر می‌گردند، سهم صنعت برق تنها در سه نوع آلاینده، قابل توجه و در سایر موارد بسیار ناچیز می‌باشد. این آلاینده‌ها که در سطح جهانی نیز مورد توجه هستند عبارتند از SO_x , NO_x و CO_2 که در ادامه تنها به آنها خواهیم پرداخت.

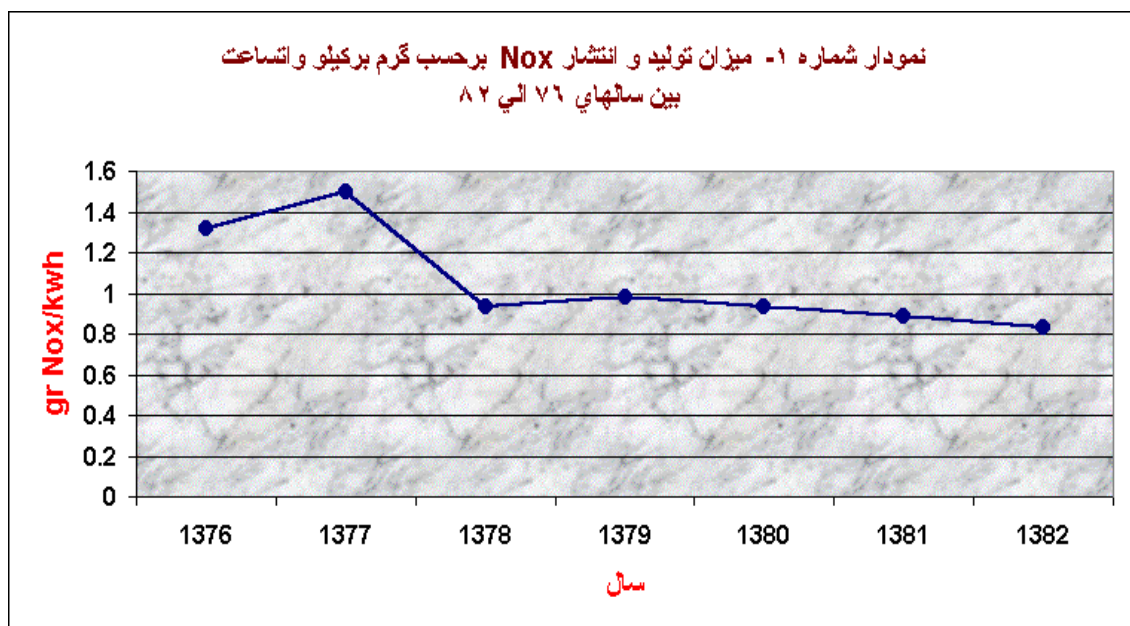
جدول شماره ۱- ۷ با استفاده از ترکیب اطلاعات جداول مختلف این ترانزنامه‌ها در طی سالهای ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۲، اطلاعاتی را درخصوص میزان تولید و انتشار آلاینده‌های مذکور که بیشترین نقش را در آلوده‌سازی هوای محیط زیست کشور داشته‌اند و سهم صنعت برق از این امر را ارائه می‌نماید.

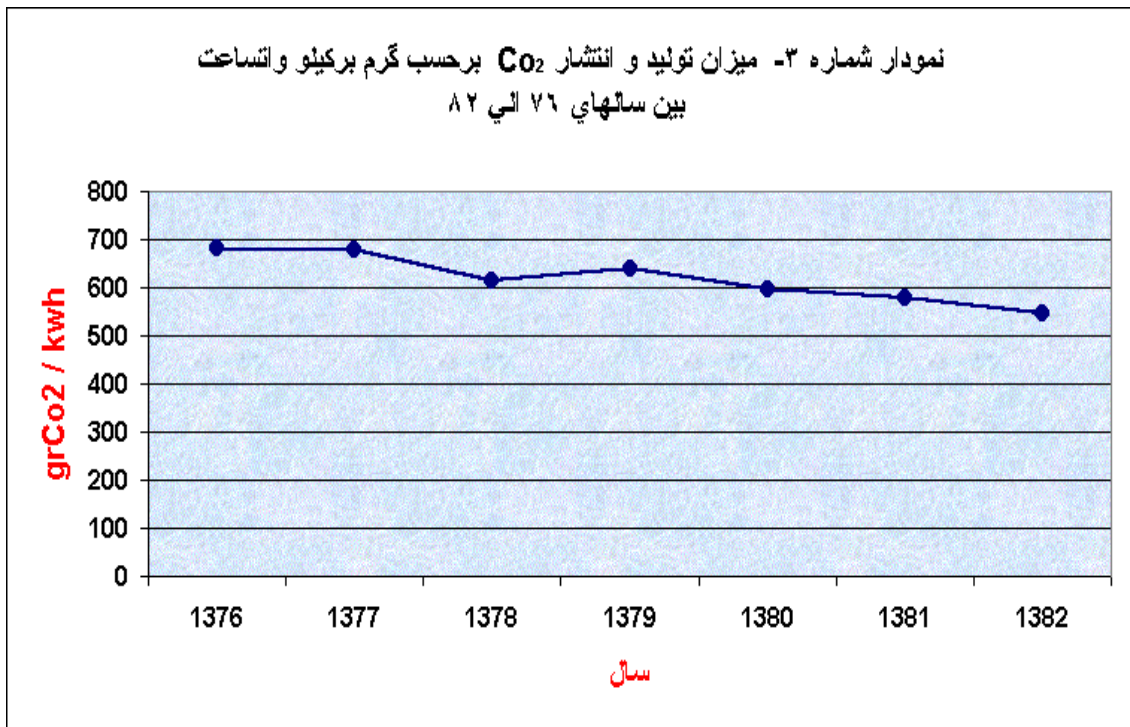
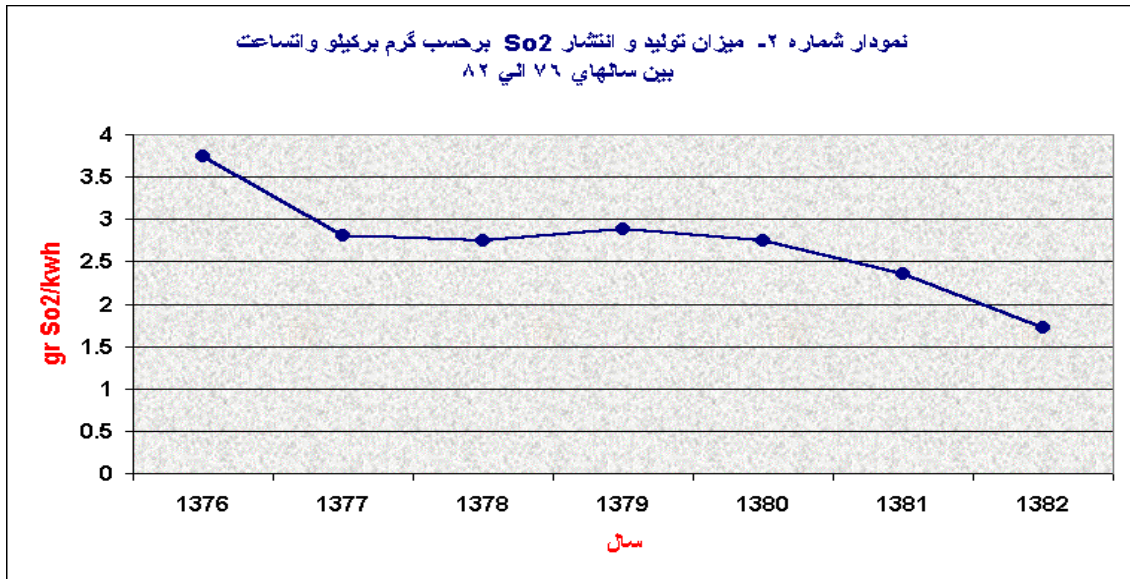
جدول شماره ۱-۷ - تولید و انتشار آلاینده‌های اصلی هوا در کشور و صنعت برق

سال مورد بررسی							۱۳۸۲	۱۳۸۱	۱۳۸۰	۱۳۷۹	۱۳۷۸	۱۳۷۷	۱۳۷۶
تولید NO _x (برحسب تن)	کل کشور	۷۴۷۰۹۹	۸۹۹۴۹۲	۹۱۸۰۲۵	۹۶۰۷۶۵	۹۹۴۴۲۴	۱۰۵۶۷۵۲	۱۱۱۱۲۴۸					
	صنعت برق	۱۱۳۱۰۶	۱۳۶۳۱۶	۱۰۰۳۹۶	۱۱۰۵۲۴	۱۱۷۳۲۵	۱۲۳۰۲۲	۱۲۳۹۵۳					
تولید SO _x (برحسب تن)	کل کشور	۱۱۱۶۶۷۲	۱۰۷۶۶۲۱	۱۰۶۸۶۱۲	۱۱۳۶۰۷۷	۱۱۹۰۵۹۸	۱۱۸۲۵۲۵	۱۱۳۸۵۷۲					
	صنعت برق	۳۲۰۲۴۹	۲۵۵۵۷۷	۲۹۴۳۴۹	۳۲۴۹۶۷	۳۴۹۹۱۱	۳۲۴۸۲۲	۲۵۸۲۹۷					
تولید CO _۲ (برحسب تن)	کل کشور	۲۳۱۶۵۲	۲۲۲۳۲۰	۲۳۸۶۳۴	۲۹۳۱۳۶	۳۰۲۳۴۸۹۹۶	۳۲۸۱۰۱۳۶۲	۳۳۳۴۶۳۹۵۵					
	صنعت برق	۵۸۱۱۹	۶۱۶۶۷	۶۵۸۱۲	۷۱۵۶۳	۷۵۷۸۲۱۲۱	۷۹۸۸۳۲۸۸	۸۱۲۶۸۴۹۶					
تولید برق در نیروگاههای حرارتی (هزار مگاواتساعت)		۹۲۳۱۰	۹۷۸۶۲	۱۰۷۲۰۷	۱۱۸۴۴۱	۱۲۷۱۶۹	۱۳۷۸۱۴	۱۴۹۶۷۶					

جدول شماره ۲-۷ - تولید و انتشار آلاینده‌های اصلی هوا در صنعت برق

سال مورد بررسی							۱۳۸۲	۱۳۸۱	۱۳۸۰	۱۳۷۹	۱۳۷۸	۱۳۷۷	۱۳۷۶
gr Nox/kwh	صنعت برق	۱/۳۲	۱/۵	۰/۹۳	۰/۹۸	۰/۹۳	۰/۸۹	۰/۸۳					
	صنعت برق	۳/۷۴	۲/۸۱	۲/۷۴	۲/۸۹	۲/۷۵	۲/۳۵	۱/۷۲					
Co _۲ /kwh	صنعت برق	۶۸۰/۵	۶۷۸/۵	۶۱۴/۵	۶۳۸/۶	۵۹۵	۵۷۹	۵۴۳					
	تولید برق در نیروگاههای حرارتی (هزارمگاوات ساعت)	۹۲۳۱۰	۹۷۸۶۲	۱۰۷۲۰۷	۱۱۸۴۴۱	۱۲۷۱۶۹	۱۳۷۸۱۴	۱۴۹۶۷۶					





ضریب انتشار آلاینده‌ها برحسب گرم بازاء تولید یک کیلووات ساعت برق در سالهای مختلف (جدول ۲- ۷) و روند تغییرات نشان داده شده توسط منحنی‌های فوق مؤید کاهش آلودگی هوا و بهبود نسبی کیفیت محیط زیست در نیروگاههاست.

مراکز و مراجع متعدد و معتبر جهانی برای حد مجاز انتشار آلاینده‌های فوق استانداردهایی را ارائه نموده‌اند که این استانداردها طبیعتاً با توجه به شرایط ویژه کشورها تعریف گردیده است. بعنوان مثال در کشور ما حد مجاز انتشار NO_x معادل ۳۵۰ ppm از سوی سازمان حفاظت

محیط زیست تعیین شده است در حالیکه در کشور آلمان برای سوخت گاز بین ۱۰۰ ppm تا ۲۰۰ ppm بعنوان استاندارد تعیین گشته است.

جدول شماره ۳ - ۷ - نمونه ای از نتایج اندازه گیری آلاینده ها در نیروگاهها

SO _x ppm	NO _x ppm	نوع سوخت	واحد نیروگاهی
۸۸۴	۳۶۸	نفت کوره	واحد بخاری شماره ۴ طوس
۱	۲۲۰	گاز طبیعی	واحد بخاری شماره ۴ طوس
۰	۱۰۱	گاز طبیعی	واحد بخاری (سیکل ترکیبی) شماره ۳ نیشابور

بررسی داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های انجام‌شده در نیروگاههای مختلف خراسان (که نمونه‌ای از آن در جدول شماره ۳ - ۷ آورده شده) برای واحدهای متفاوت، نشان‌دهنده تولید SO_x در کمی بالاتر از حد مجاز برای استانداردهای زیست‌محیطی ایران در واحدهای بخاری با سوخت نفت کوره می‌باشد.

همچنین اندازه‌گیری‌های انجام‌شده نشان‌دهنده تأثیر اساسی تغییر سوخت از نفت کوره به گاز در کاهش SO_x بوده است. این نتیجه همانگونه که در جداول « شماره ۱ - ۷ و ۲ - ۷ » نیز نشان داده شده است مورد انتظار بوده است. با توجه به محدودیتهای موجود در رابطه با واحدهای قدیمی، یک نتیجه‌گیری ساده برای کاهش سهم نهایی صنعت برق در تولید این آلاینده (SO_x) تأکید بر استفاده هرچه گسترده‌تر از سوخت گاز در نیروگاههای قدیمی و جدید خواهد بود.

هزینه زیاد گوگردزدائی^(۱) (FGD) و روش‌های مختلف ازت‌زدائی به شرح مندرج در جدول ۴-۷ نشان می‌دهد که اتخاذ سیاست تمرکز بر روی نیروگاههای سیکل ترکیبی در طرحهای توسعه در کاهش کلیه آلاینده‌های عمده هوا بسیار کارساز خواهد بود.

بعلاوه پیش بینی مشعل‌های نسل جدید از نوع L.N.B^(۲) که در آن بدلیل اعمال پارامترهای طراحی پیک در شعله کم شده و نهایتاً میزان انتشار Nox تا حدود ۶۰٪ کاهش می‌یابد. با توجه به نیاز به سرمایه‌گذاری اندک آن علاوه بر طرحهای جدید در نیروگاههای در حال بهره‌برداری نیز بسیار موثر خواهد بود.

(۱) Flue Gas Desulfurization

(۲) Low Nox Burners

جدول شماره ۴ - ۷- هزینه سرمایه‌ای گوگردزدائی و ازتزدائی (برحسب \$/kw)

در طرح‌های جدید	نیروگاههای موجود	روشهای کاهش آلودگی
۱۲۰-۲۱۰	۱۵۰-۲۷۰	گوگردزائی (FGD)
۴۰-۸۰		ازتزدائی (De Nox)
۱-۳	۵-۱۰	مشعل‌ها با Nox کم (L.N.B)

تنها راهکار مؤثر توصیه شده توسط مراجع معتبر برای کنترل و کاهش تولید CO₂ که پس از ورود به هوا بسمت لایه‌های بالای جو می‌رود و نقش بسیار مؤثری در ایجاد اثر گلخانه‌ای دارد، افزایش بهره‌وری انرژی می‌باشد.

افزایش بهره‌وری انرژی الکتریکی موجب کاهش تولید CO₂ نهایی ناشی از استفاده از حجم ثابتی از انرژی الکتریکی خواهد شد. این بهره‌وری در سه حوزه امکان وقوع دارد. حوزه اول، مشترکین و چگونگی استفاده آنان از انرژی الکتریکی را شامل می‌شود. در این حوزه عامل مؤثر تشویق و فرهنگ‌سازی برای استفاده بهینه از برق در جامعه می‌باشد و حوزه دوم، افزایش راندمان فرآیند تولید یعنی تولید الکتریسیته بیشتر با سوخت ثابت خواهد بود. نیروگاههای سیکل ترکیبی از این بعد نیز می‌توانند نقش مؤثری را ایفا کنند. حوزه سوم، بخش انتقال و توزیع را شامل می‌شود که هر چه در زمینه کاهش تلفات در این بخش تلاش شود، عملاً اقدامی در جهت افزایش بهره‌وری انرژی است.

همچنین اقدامات زیر نیز در کاهش CO₂ موثر و از این نظر ارزشمند است :

- تولید همزمان برق و حرارت

دودخروجی ازگروز نیروگاهها، خصوصاً نیروگاههای گازی حرارت زیادی را با خود به محیط منتقل می‌نماید که به هدر می‌رود. استفاده از این حرارت برای گرم کردن آب و بهره‌برداری از آب گرم برای تامین حرارت موردنیاز واحدهای مسکونی و تجاری و ... موجب افزایش راندمان در پروسه تبدیل انرژی در نیروگاهها می‌شود. این افزایش راندمان کاهش تولید CO₂ را بهمراه خواهد داشت.

- قائل شدن سهم بیشتر برای انرژیهای تجدید پذیر

استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر از حمایت‌های فزاینده بین‌المللی برخوردارند و بدلیل مسائل زیست محیطی، بسیاری از کشورها به انرژی‌های تجدیدپذیر یارانه پرداخت می‌کنند. براساس پیش‌بینی آژانس حفاظت محیط زیست (EPA)^(۱) در آینده هزینه‌های نصب تجهیزات و

(۱) Environment Protection Agency

تولید برق از منابع تجدیدپذیر کاهش خواهد یافت. در میان این منابع استفاده از باد برای تولید برق رشد پرشتابی خواهد داشت.

براساس پیش بینی تا سال ۲۰۱۰ قیمت برق بادی به ۲ سنت بازاء هر کیلووات ساعت خواهد رسید.

با توجه به پتانسیل های بادی موجود در کشور قائل شدن سهم بیشتر برای انرژی های تجدیدپذیر و بویژه انرژی باد بدلیل کاهش روند هزینه های سرمایه گذاری در اولویت خواهد بود.

۳-۲ آلودگی های دیداری

یکی از مهمترین پیامدهای منفی ایجاد تأسیسات توزیع نیروی برق، آسیب به زیبایی فضای شهرها (مبلمان شهری) و اماکن و بناهای تاریخی و مذهبی می باشد. در سالهای گذشته با افزایش سهم شبکه های هوایی در توزیع، آسیب های دیداری به مناظر شهری وارد شده است. ناهماهنگی این شبکه ها با زمینه ها و مناظر موجب ناخوشایندی فرد ناظر می شود. در بعضی از کشورها ضوابط و مقررات ویژه ای در این رابطه وضع گردیده و مؤسسات مسئول موظف به رعایت آنها گردیده اند.

در مورد آلودگی دیداری، شاخصی که می توان تعریف نمود، نسبت طول شبکه های زمینی در شهرها (فشار ضعیف و متوسط) به کل شبکه هاست. هر چه میزان این شاخص بیشتر باشد مشخص کننده این است که شبکه های برق، کمتر در دید و منظر عمومی است.

افزایش نسبت شبکه های زمینی موجب خواهد شد تا ضرورتی برای قطع شاخه درختان و آسیب رساندن به فضای سبز شهری نباشد. علاوه بر این مسئله لزوم رعایت حریم شبکه ها که در معابر با عرض کم موجب ایجاد مشکلاتی برای شهروندان می گردد، با توسعه شبکه های زمینی تعدیل خواهد شد.

۴- شاخص های بعد محیط زیست در آرمان صنعت برق

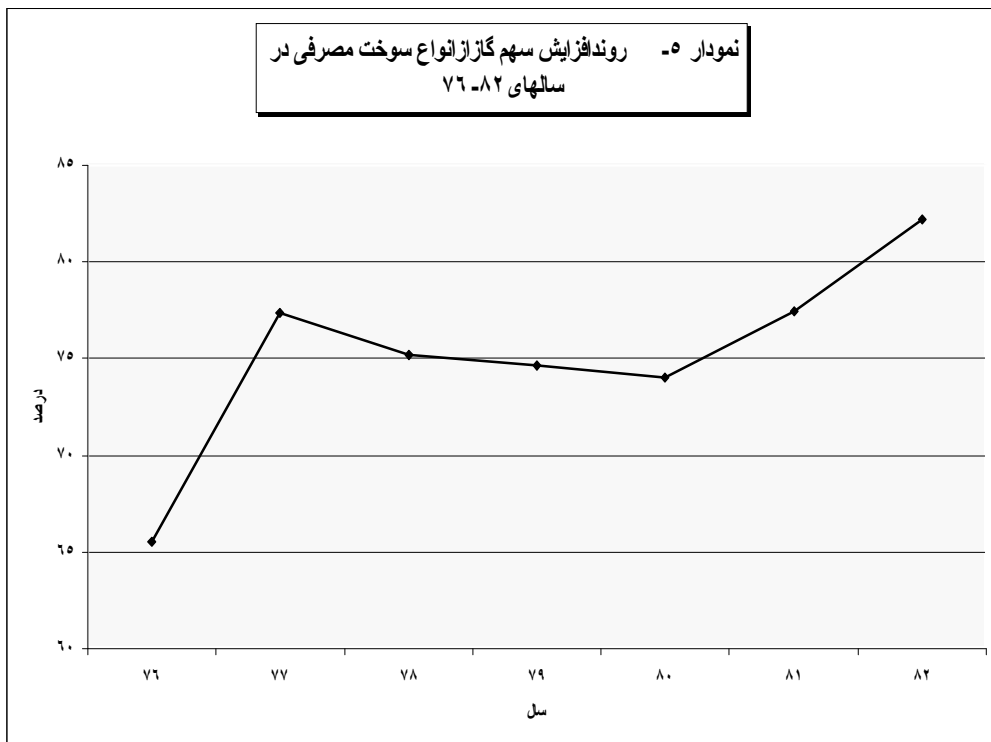
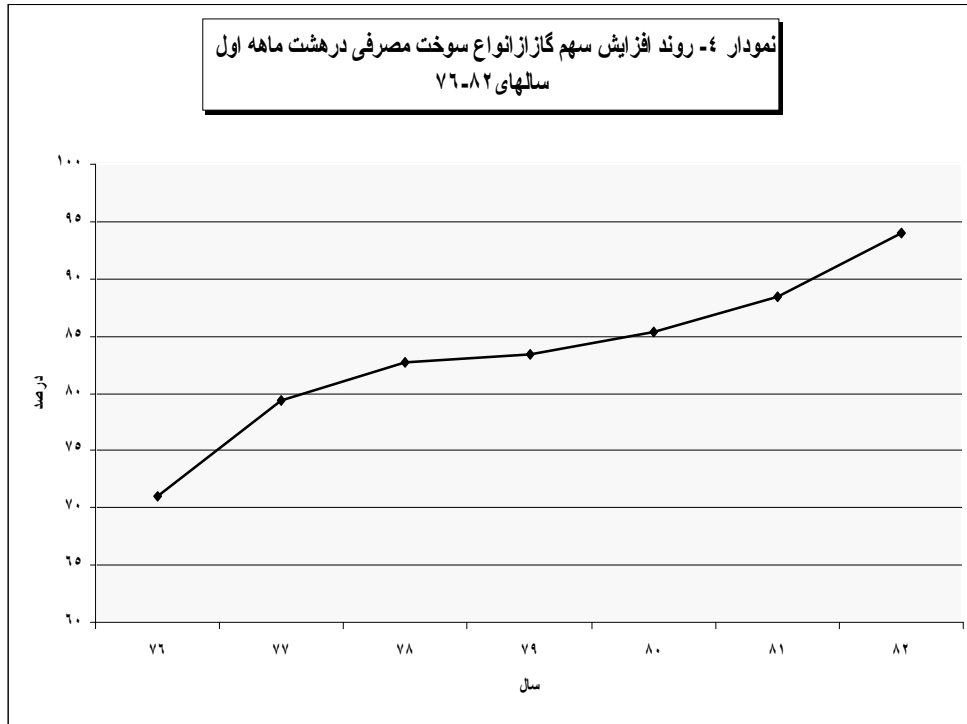
با توجه به آنچه گذشت، شاخص های زیر را می توان برای بعد محیط زیست در صنعت برق منظور نمود.

۴-۱ سهم گاز طبیعی از کل سوخت نیروگاه های حرارتی

این شاخص با فرمول زیر محاسبه می شود که در آن ارزش حرارتی یک مترمکعب گاز طبیعی، یک لیتر نفت گاز و یک لیتر نفت کوره برابر فرض شده است.

$$\text{سهم گاز طبیعی (مترمکعب)} = \frac{\text{مصرف گاز طبیعی (مترمکعب)}}{\text{مصرف نفت کوره (لیتر)} + \text{مصرف نفت گاز (لیتر)} + \text{مصرف گاز طبیعی (مترمکعب)}}$$

در مواردی که آمادگی مصرف گاز طبیعی در نیروگاهها وجود داشته باشد ولی بدلیل عدم تامین گاز، الزاماً از سوخت مایع استفاده شود، مصرف نیروگاهها، گاز طبیعی فرض می شود. این شاخص همانگونه که در نمودار شماره ۴ نشان داده شده است در سالهای اخیر روند بسیار مطلوبی داشته است، هرچند بدلیل محدودیت در تامین گاز طبیعی در ماههای سرد زمستان معمولاً مصرف سوخت مایع افزایش می یابد که این مساله در نمودار شماره ۵ مشاهده می شود.



۴-۲ سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و هسته‌ای در تولید برق

کشور ما از نظر پتانسیل تولید برق از منابع تجدیدپذیر خورشیدی، بادی و زمین‌گرمایی وضعیت مطلوبی دارد. تاکنون بدلیل ارزان و در دسترس بودن سوخت‌های فسیلی عملاً سهمی برای انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید برق قائل نبوده‌ایم. حرکت جهانی به سمتی است که با وارد کردن هزینه‌های زیست‌محیطی انرژی در محاسبات، تعادل فعلی را بهم خواهد زد و باعث افزایش نسبی سهم انرژی‌های تجدیدپذیر خواهد شد. بنابراین آمادگی برای استفاده از پتانسیل‌های موجود کشور از الزامات است.

نیروگاههای اتمی مشکلات خاص خود را دارند و نگرانی‌هایی درباره ایمنی تولید برق از انرژی هسته‌ای در افکار عمومی وجود دارد. اما از آنجا که انرژی هسته‌ای، بعنوان انرژی با بیشترین قابلیت برای افزایش سهم در تولید برق مطمئن و بدون کربن در مقیاس وسیع برای نیم‌قرن آینده شناسایی شده^(۱)، اختصاص سهم مناسب برای آن ضرورت دارد. در صورت اجرای برنامه‌های امنیتی و ایمنی مناسب برای نیروگاههای هسته‌ای خصوصاً موضوع تخلیه زباله‌های آن، تصویر موجود در ذهن جامعه از انرژی هسته‌ای اصلاح خواهد شد.

۴-۳ بازده تبدیل سوخت به انرژی مفید (برق - حرارت) در کل نیروگاههای حرارتی

این شاخص از تقسیم انرژی برق تولید شده (و حرارت قابل استفاده در صورت وجود) بر انرژی حرارتی سوخت تحویلی به نیروگاههای حرارتی بدست می‌آید.

۴-۴ نسبت شبکه‌های زمینی به کل شبکه‌های برق در مناطق شهری به تفکیک سطوح مختلف ولتاژی

این شاخص از تقسیم طول شبکه‌های زمینی به طول کل شبکه‌ها در هر سطحی از ولتاژ حاصل می‌شود.

۴-۵ ضریب انتشار گازهای آلاینده ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی

ضریب انتشار گازهای آلاینده از میزان گاز انتشار یافته در اثر احتراق برحسب گرم تقسیم بر برق تولیدی برحسب کیلوواتساعت بدست می‌آید. این ضریب همچنان که در متن اشاره شده عمدتاً برای گازهای NOX، SOX و CO₂ محاسبه می‌گردد.

۵- انتخاب اهداف آرمانی در بعد محیط زیست

۱- شاخص اول، « سهم گاز طبیعی از کل سوخت نیروگاههای حرارتی »، در سالهای اخیر روند افزایش مطلوبی داشته و همچنانکه در نمودار شماره ۴ ملاحظه می‌شود این رقم به ۹۵ درصد رسیده که برای پنجساله آینده میزان « ۹۹ درصد » بعنوان هدف انتخاب می‌شود. برای نیروگاههایی که

(۱) مطالعات پروژه « مسیر آینده فناوری برق در جهان » توسط موسسه تحقیقات برق آمریکا (EPR۱)

گازسانی به آنها از نظر اقتصادی بصرفه نیست می توان سهم کمتری در تولید منظور نمود به گونه ای که هدف ۹۹ درصدی تامین گردد.

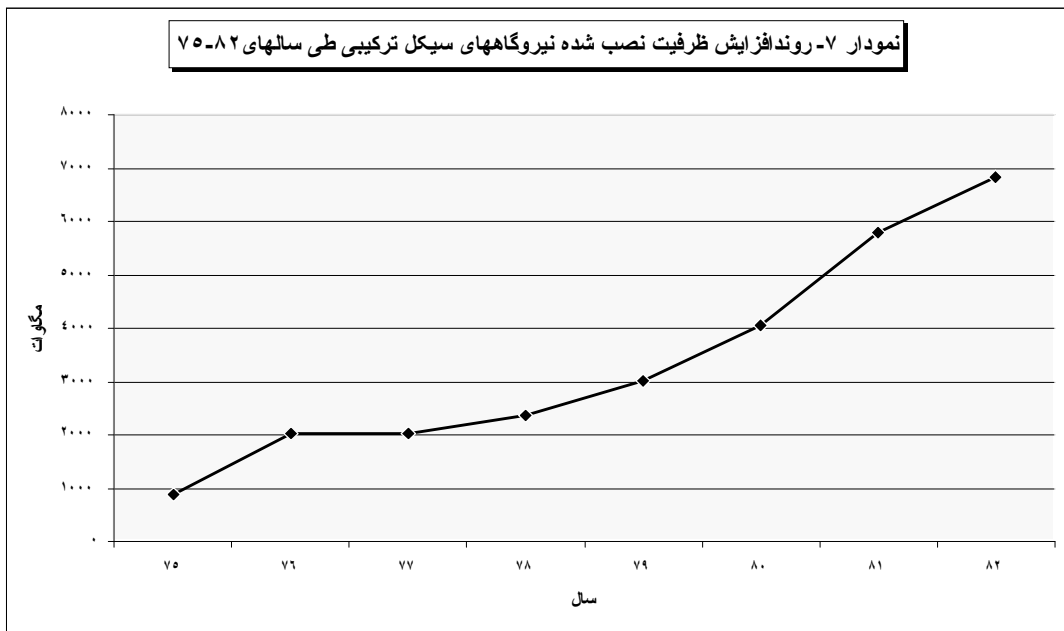
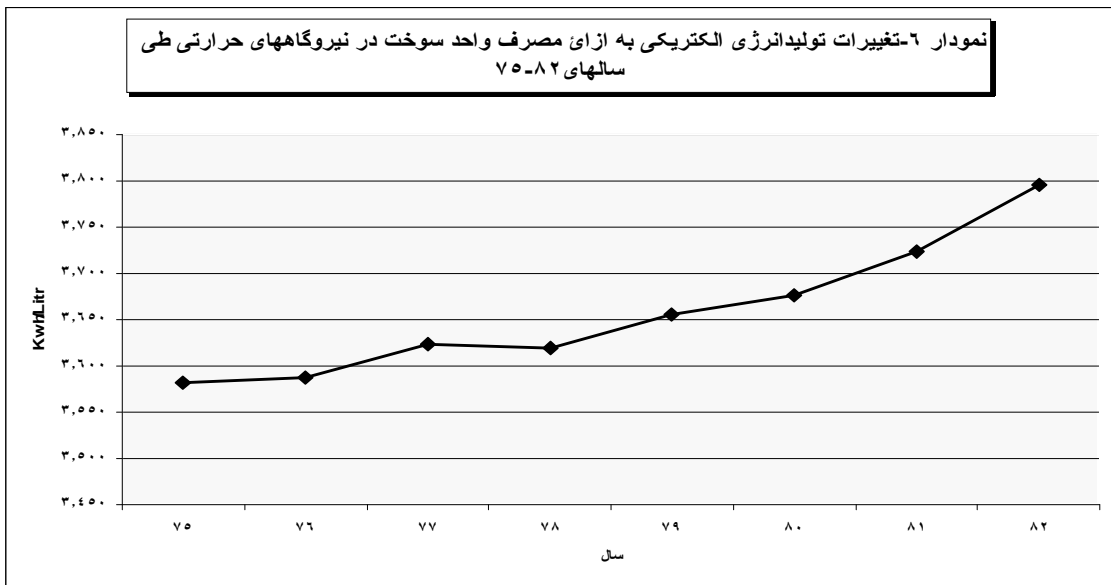
۲ - برای شاخص دوم، رسیدن به هدف حدود ۱ درصد سهم تولید برق از انرژی های تجدیدپذیر برای دوره پنجساله قابل حصول خواهد بود. در این ارتباط عمدتاً به نیروگاههای بادی می توان اتکاء نمود. ظرفیت نیروگاههای برق آبی کوچک نیز در این سهمیه منظور می شود.

۲۵۰ مگاوات	- نیروگاههای بادی
۱۷ مگاوات	- نیروگاههای حرارتی خورشیدی
۳ مگاوات	- نیروگاههای فتوولتائیک
۱۰۰ مگاوات	- نیروگاههای زمین گرمائی
۸۰ مگاوات	- نیروگاههای برق آبی کوچک

همچنین با توجه به تصمیمات اخیر کشور در ارتباط با انتخاب ظرفیت ۲۰ هزار مگاوات برای نیروگاههای اتمی در چشم انداز ۲۰ ساله، انتخاب ظرفیت ۳ هزار مگاوات برای دوره پنجساله متناسب خواهد بود.

۳ - شاخص « بازده تبدیل سوخت به انرژی مفید (برق- حرارت) در کل نیروگاههای حرارتی»: نمودار شماره (۶) تغییرات تولید انرژی الکتریکی به ازای مصرف یک واحد سوخت در نیروگاههای حرارتی طی سالهای ۷۵ تا ۸۲ را نشان می دهد. این منحنی بیانگر آنست که این شاخص از ۳/۵۸ به ۳/۸۰ رسیده که روند مطلوبی داشته است. دلیل عمده این اصلاح، افزایش ظرفیت نیروگاههای سیکل ترکیبی از حدود ۱۰۰۰ مگاوات به ۷۰۰۰ مگاوات در طی این سالهاست (نمودار شماره ۷) این امر موجب شده تا سهم ظرفیت نصب شده نیروگاههای سیکل ترکیبی از کل نیروگاههای حرارتی از ۵ درصد به ۲۵ درصد طی سالهای ۷۵ تا ۸۲ برسد (نمودار شماره ۸) هدف آرمانی پنجساله در این شاخص را اگر ۴/۰۰ انتخاب کنیم از دو طریق میسر خواهد شد.

الف: تصویب نیروگاههای جدید منحصراً بصورت سیکل ترکیبی و اجرای بخش بخار نیروگاههای در دست اجرا، بطوریکه سهم بخش گازی در کل نیروگاههای حرارتی کشور افزایش نیابد.
 ب: اجرای طرح تولید همزمان برق و حرارت (CHP) در نیروگاههایی که به مجتمع های مسکونی و تجاری نزدیک هستند. دو واحد گازی نیروگاه مشهد هریک به ظرفیت ۷۰ مگاوات در مرحله اول اجرای این طرح قرار دارند. حرارت دود خروجی از این واحدها برای تامین آب گرم مورد نیاز مجموعه های اطراف مورد استفاده قرار خواهد گرفت. برای دوره پنجساله هدف ۳۰۰ مگاوات برای اجرای طرح های CHP انتخاب می گردد.



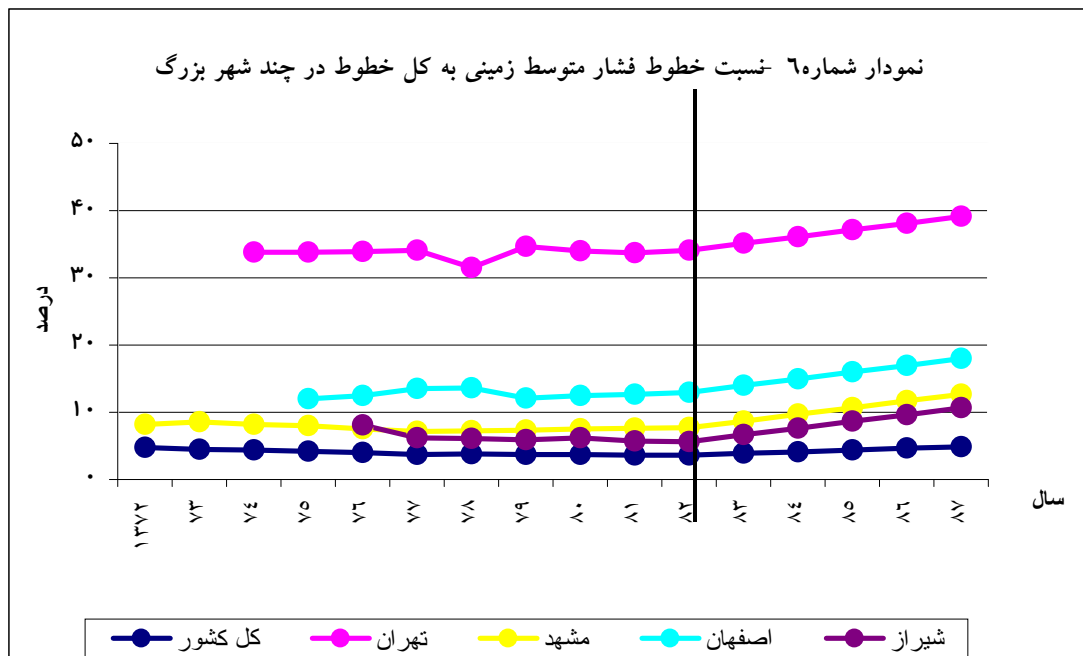
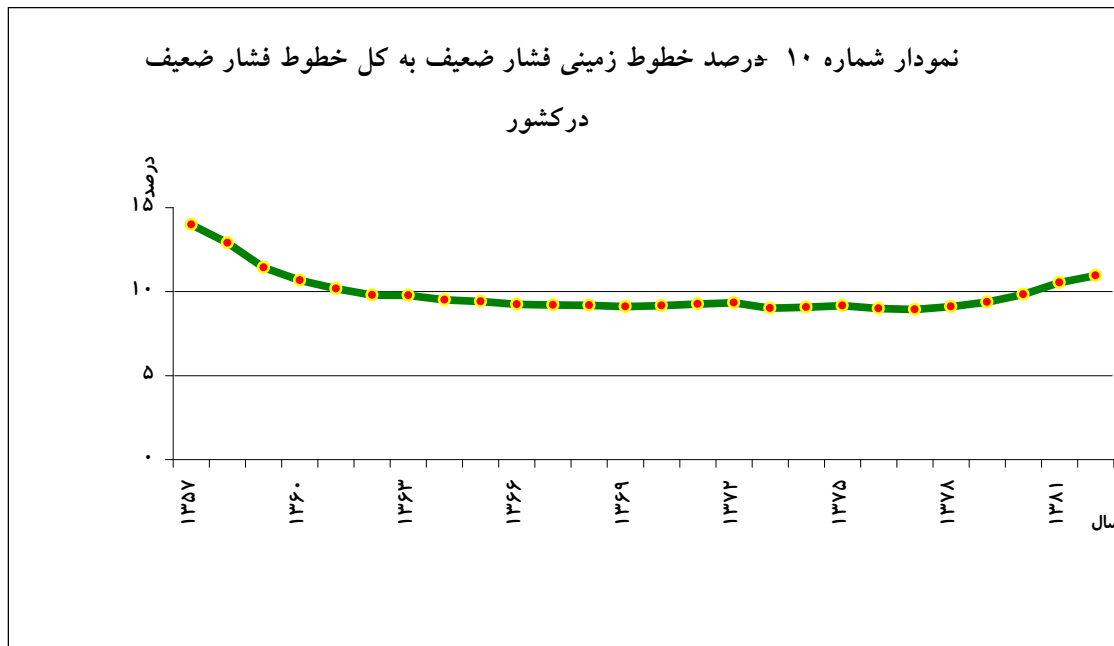
۴ - افزایش سهم شبکه‌های زمینی نسبت به کل شبکه‌هایی که در مناطق شهری اجرا می‌شوند. با توجه به روند تغییرات در ۲۵ سال اخیر (جداول شماره ۴ و ۵ و نمودارهای ۹ و ۱۰):

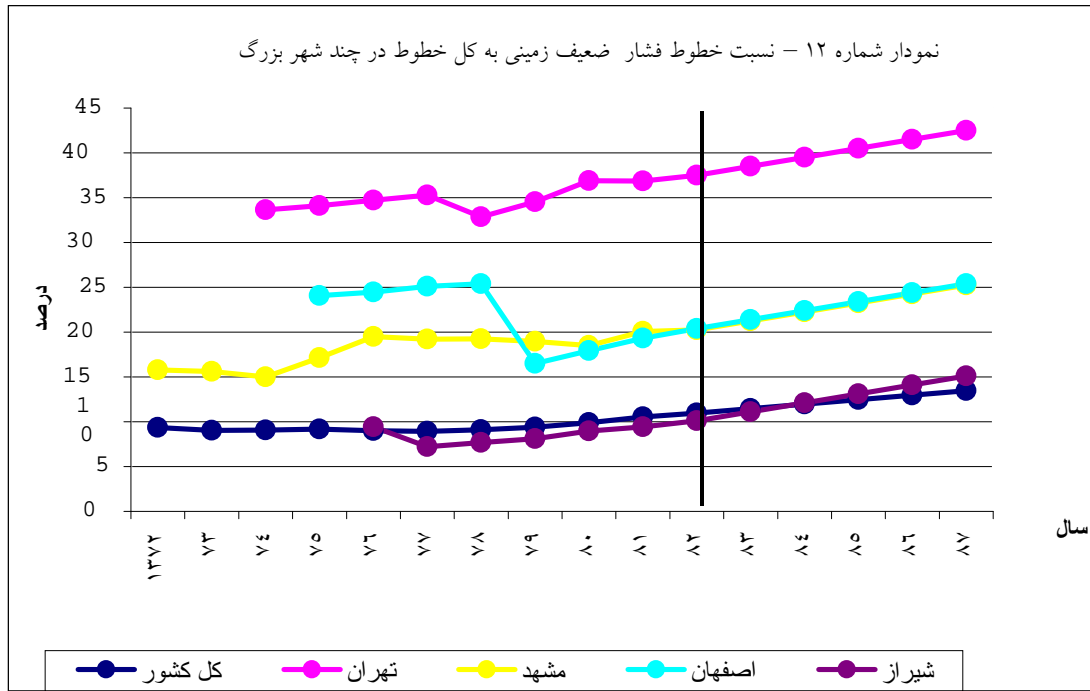
الف: سهم ۵ درصد برای شبکه‌های فشار متوسط زمینی از کل

ب: سهم ۱۴ درصد برای شبکه‌های فشار ضعیف زمینی از کل

افزایش سهم شبکه‌های زمینی نسبت به هوایی به گونه‌ای که در تهران و پنج شهر بزرگ سالیانه ۱ درصد و در شهرهای متوسط سالیانه ۰/۵ درصد نسبت شبکه‌های زمینی به هوایی افزایش یابد موجب خواهد شد که در کل شبکه‌های کشور نسبت شبکه‌های فشار متوسط زمینی سالیانه حدود ۰/۲۵ درصد و فشار ضعیف حدود ۰/۵ درصد افزایش یابد و هدف فوق محقق شود (نمودارهای ۱۱ و ۱۲).







۵ - هدف پنجساله برای شاخص «ضریب انتشار گازهای آلاینده ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی» به شرح زیر انتخاب می‌شود که با استفاده از آنچه در متن اشاره شد دست یافتنی خواهد بود.

- ۱- برای کلیه واحدهای نیروگاهی (با هر نوع سوخت) 0.72 gr Nox/kwh
- ۲- برای کلیه واحدهای نیروگاهی (با سوخت مایع) 1.3 gr Sox/kwh
- ۳- برای هر واحدهای سیکل ترکیبی (با سوخت مایع و گاز) $360 \text{ gr Co}_2\text{/kwh}$
- برای واحدهای بخاری (با سوخت گاز) $480 \text{ gr Co}_2\text{/kwh}$
- برای واحدهای گازی (با سوخت مایع) $1000 \text{ gr Co}_2\text{/kwh}$

جدول شماره ۵ - ۷ نسبت شبکه توزیع زمینی به کل (در کشور و چندشهر بزرگ)

طول خطوط فشار ضعیف			طول خطوط فشار متوسط			سال
نسبت زمینی به کل درصد	کیلومتر		نسبت زمینی به کل درصد	کیلومتر		
	زمینی	کل		زمینی	کل	
9.3	13290	142256	4.7	6941	146331	1372
9.0	13530	150006	4.5	7043	157205	1373
9.1	14705	162081	4.3	7242	166723	1374
9.2	15469	168742	4.2	7383	177313	1375
9.0	16307	181250	4.0	7712	191721	1376
8.9	16973	189829	3.7	7702	206747	1377
9.1	18217	200058	3.8	8312	218432	1378
9.4	19500	207952	3.7	8646	231340	1379
9.9	21166	214244	3.7	9010	245139	1380
10.5	23653	224383	3.6	9560	262996	1381
11.0	25244	230265	3.6	9979	274093	1382
*	*	*	*	*	*	1372
*	*	*	*	*	*	1373
33.7	4777	14194	33.9	2641	7802	1374
34.1	5027	14734	33.8	2692	7960	1375
34.7	5410	15582	33.9	2795	8239	1376
35.3	5800	16442	34.1	2905	8519	1377
32.8	6105	18585	31.5	3164	10029	1378
34.5	6790	19668	34.7	3550	10239	1379
36.9	8033	21773	34.0	3696	10876	1380
36.9	8592	23304	33.8	3959	11727	1381
37.5	8938	23835	34.1	4120	12079	1382
15.8	600	3800	8.2	221	2691	1372
15.6	609	3903	8.5	223	2609	1373
15.0	700	4668	8.2	228	2775	1374
17.2	818	4768	8.0	230	2870	1375
19.5	934	4791	7.5	233	3116	1376
19.2	944	4917	7.1	234	3281	1377
19.2	964	5012	7.2	242	3342	1378
19.0	970	5115	7.3	253	3447	1379
18.5	975	5272	7.5	267	3569	1380
20.1	1101	5482	7.6	279	3669	1381
20.3	1195	5901	7.7	307	3982	1382
*	*	*	*	*	*	1372
*	*	*	*	*	*	1373
*	*	*	*	*	*	1374
24.1	1203	4994	12.0	243	2031	1375
24.5	1258	5140	2.9	61	2090	1376
25.1	1321	5263	13.5	294	2174	1377
25.4	1367	5383	13.6	309	2268	1378
16.5	759	4597	12.1	336	2784	1379
17.9	862	4807	12.4	363	2916	1380
19.3	971	5023	12.7	387	3055	1381
20.4	1069	5241	13.0	414	3188	1382
*	*	*	*	*	*	1372
*	*	*	*	*	*	1373
*	*	*	*	*	*	1374
*	*	*	*	*	*	1375
9.4	260	2761	8.1	228	2822	1376
7.2	263	3644	6.2	195	3154	1377
7.7	295	3836	6.1	205	3361	1378
8.1	325	4015	5.9	212	3615	1379
9.0	358	3993	6.2	215	3447	1380
9.4	402	4268	5.8	217	3771	1381
10.1	447	4430	5.6	223	3961	1382

× اطلاعات به تفکیک موجود نمی باشد

جدول شماره ۶ - ۷ روند کاهش نسبت شبکه های زمینی به کل در کشور

طول خطوط فشار متوسط و فشار ضعیف و نسبت زمینی به کل								
نسبت زمینی به کل	فشار ضعیف			نسبت زمینی به کل	فشار متوسط			سال
	جمع	زمینی	هوایی		جمع	زمینی	هوایی	
13.99	36137	5054	31083	12.06	32077	3868	28209	1357
12.90	42589	5492	37097	11.18	36517	4083	32434	1358
11.44	51934	5943	45991	9.02	46414	4186	42228	1359
10.68	60496	6460	54036	8.13	53459	4347	49112	1360
10.18	68411	6963	61448	7.38	62424	4605	57819	1361
9.79	75519	7393	68126	6.95	70247	4884	65363	1362
9.78	82690	8091	74599	6.23	79665	4965	74700	1363
9.52	92736	8826	83910	5.54	92968	5153	87815	1364
9.42	101823	9594	92229	5.42	99855	5416	94439	1365
9.24	111077	10264	100813	5.17	108729	5620	103109	1366
9.20	117948	10856	107092	5.04	117090	5897	111193	1367
9.19	122854	11292	111562	5.02	123066	6180	116886	1368
9.11	128166	11676	116490	4.96	129033	6402	122631	1369
9.17	132713	12173	120540	4.92	134465	6614	127851	1370
9.26	136867	12674	124193	4.97	138499	6880	131619	1371
9.34	142256	13290	128966	4.74	146331	6941	139390	1372
9.02	150006	13530	136476	4.48	157205	7043	150162	1373
9.07	162081	14705	147376	4.34	166723	7242	159481	1374
9.17	168742	15469	153273	4.16	177313	7383	169930	1375
9.00	181250	16307	164943	4.02	191721	7712	184009	1376
8.94	189829	16973	172856	3.73	206747	7702	199045	1377
9.11	200058	18217	181841	3.81	218432	8312	210120	1378
9.38	207952	19500	188452	3.74	231340	8646	222694	1379
9.84	215144	21166	193978	3.68	245139	9010	236129	1380
10.54	224382	23653	200729	3.64	262996	9560	253436	1381
10.96	230265	25244	205021	3.64	274093	9979	264114	1382

۶ - استراتژیهای نیل به آرمان در بعد محیط زیست

با توجه به جداول و نمودارهای بخشهای پیش و تجزیه و تحلیل آنها، در زیر جدول خلاصه بسترهای سازمانی و استراتژیهای آنها آمده است.

جدول بسترهای سازمانی و استراتژیهای بعد محیط زیست آرمان صنعت برق

استراتژیها	بسترهای سازمانی	شاخصها	ردیف
الف- توسعه آموزشهای مرتبط با امور محیط زیست ب- انجام مطالعات جهت شناخت وضعیت موجود صنعت برق از نظر زیست محیطی ج- توسعه تحقیقات زیست محیطی در صنعت برق د- تدوین خط مشی زیست محیطی صنعت برق و- تعیین سهم مشخصی از سرمایه‌گذاری‌های صنعت برق برای اقدامات زیست محیطی ه- اجرای تعرفه سبز	فرهنگ و تفکر زیست محیطی		۱
الف- طراحی شبکه‌های برق متناسب با فضای پیرامونی بمنظور هماهنگی و همخوانی با آن ب- انتخاب آرایش و ساختار مناسب شبکه‌های هوایی انتقال و فوق توزیع (احداث شبکه‌های چند مداره بجای چند شبکه تک مداره موازی) ج- اجتناب از احداث شبکه‌ها در شیب تند تپه‌ها و جنگلها د- استفاده از کابل‌های سازگار با محیط زیست (افزایش سهم کابل‌های غیرهالوژنه و غیردودزا نسبت به کابل‌های با روکش PVC در شبکه‌های زمینی) و- رعایت استانداردهای نوین در طراحی سیستم‌های روشنایی سازگار با معیارهای بهداشتی و زیست محیطی	سیستم طراحی	کلیه شاخصها	۱
الف- تأمین گاز طبیعی برای کلیه نیروگاههای جدید ب- ایجاد شرایط برای تأمین گاز نیروگاهها در کل سال ج- حذف تدریجی نیروگاههایی که تأمین گاز برای آنها میسر نیست	سوخت نیروگاهها	سهم گاز طبیعی از کل سوخت نیروگاههای حرارتی	۲
الف- توسعه تحقیقات در زمینه استفاده بیشتر از انرژیهای تجدیدپذیر ب- تلاش در جهت کاهش هزینه تولید برق از انرژیهای نو ج- افزایش سهم نیروگاههای اتمی به‌مراه توسعه برنامه‌های ایمنی برای آنها د- توسعه استفاده از پتانسیل‌های آبی برای تولید برق	انرژیهای نو	سهم انرژیهای تجدیدپذیر وهسته‌ای در تولید برق	۳
الف- توسعه آموزشهای عمومی برای مدیریت مصرف ب- کاهش تلفات در شبکه‌ها الف- توسعه تولید همزمان برق و حرارت (CHP) ب- افزایش راندمان تولید برق (توسعه نیروگاههای سیکل ترکیبی)	بهره‌وری انرژی الکتریکی بازده تبدیل سوخت در نیروگاهها	بازده تبدیل سوخت به انرژی مفید(برق - حرارت) در کل نیروگاههای حرارتی	۴
استفاده از شبکه‌های زمینی در محیطهای شلوغ شهری خصوصاً در مجاورت مکانهای باارزش معماری	مبلمان شهری	نسبت شبکه‌های زمینی به کل شبکه‌های برق	۵
الف- استفاده از روشهای مهندسی احتراق برای کاهش آلاینده‌ها ب- افزایش سهم نیروگاههای سیکل ترکیبی نسبت به گازی ج- توسعه امر تصفیه فاضلابها در نیروگاهها و تحویل بخشی از آن به شرکتهای آب و فاضلاب و نیز بکارگیری روشهای بازیافت و استفاده مجدد از آب مصرفی د- توسعه فضای سبز بمنظور جذب و کاهش سطح انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا و کاهش میزان سروصدا ه- فیلترگذاری در خروجی نیروگاهها برای کاهش آلودگی	آلودگی نیروگاههای حرارتی	ضریب انتشار گازهای آلاینده ناشی از مصرف سوختهای فسیلی	۶

منابع و مأخذ

- آدرس (<http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/invest/ta.txt>) از سایت اینترنتی EIA (Energy Information Administration)
- آدرس (<http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/invest/d.txt>) از سایت اینترنتی EIA (Energy Information Administration)
- آدرس (<http://۱۴۴.۱۶.۹۳.۲۰۳/energy/HC۲۷۰۷۹۹/HDL/ENV/enven/vol۲۰/htm>) از سایت اینترنتی CES (Centre for Ecological Sciences)
- آدرس (<http://۱۴۴.۱۶.۹۳.۲۰۳/energy/HC۲۷۰۷۹۹/HDL/ENV/enven/vol۲۱/htm>) از سایت اینترنتی CES (Centre for Ecological Sciences)
- آدرس (<http://۱۴۴.۱۶.۹۳.۲۰۳/energy/HC۲۷۰۷۹۹/HDL/ENV/enven/vol۲۳/htm>) از سایت اینترنتی CES (Centre for Ecological Sciences)
- آدرس (<http://۱۴۴.۱۶.۹۳.۲۰۳/energy/HC۲۷۰۷۹۹/HDL/ENV/enven/vol۲۲/htm>) از سایت اینترنتی CES (Centre for Ecological Sciences)
- بخش ۶۱۳۵ از قوانین ایالت مینوسوتای آمریکا در خصوص مقررات توسعه و احداث شبکه های توزیع و انتقال - آدرس (<http://envis.tropmet.res.in/general.htm>) از سایت اینترنتی ENVIS (ENVIS NODE)
- تراز نامه انرژی ۱۳۷۶ (معاونت امور انرژی وزارت نیرو بهار ۷۸)
- تراز نامه انرژی ۱۳۷۷ (معاونت امور انرژی وزارت نیرو بهار ۷۹)
- تراز نامه انرژی ۱۳۷۸ (معاونت امور انرژی وزارت نیرو پائیز ۷۹)
- تراز نامه انرژی ۱۳۷۹ (معاونت امور انرژی وزارت نیرو زمستان ۸۰)
- مستندات مربوط به پروژه اندازه گیریهای زیست محیطی نیروگاههای خراسان بخش آلاینده های هوا
- مستندات مربوط به پروژه اندازه گیریهای زیست محیطی نیروگاههای خراسان بخش آلاینده های آب
- آمار تفصیلی برق ایران در سال ۱۳۸۱ معاونت منابع انسانی و بهبود بهره وری توانیر مرداد ۸۲