علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره یازدهم، شماره سه، پاییز۸۸

امکان سنجی اجرای تجارت نشر در نیروگاه ها و کاهش انتشار گازهای آلاینده و گلخانه ای

نسترن رحیمی [۱] *
r_nastaran@yahoo.com
مریم خودی [۲]
نرگس کارگری [۳]

تاریخ دریافت:۸۶/۲/۱۵ **تاریخ پذیرش:۸۶/۷/۲۴**

چکیده

مجوزهای قابل تبادل از ابزارهای نوین اقتصادی برای کاهش آلودگی های زیست محیطی به شمار می رود. در این روش که بر پایه استفاده از بازار و سازوکارهای آن طراحی شده برای منابع انتشار آلودگی انگیزه اقتصادی ایجاد می گردد تا علاوه بر کسب منفعت مالی کیفیت محیط زیست نیز حفظ گردد. ایده استفاده از این ابزار در کشورهای صنعتی در دهه قبل شکل گرفته و کارا بودن آن در زمینه حفظ کیفیت محیط زیست و کاهش هزینه های آلودگی به اثبات رسیده است. صنعت برق کشور ما نیز با توجه به حجم بالای مصرف سوخت های فسیلی در فرآیند تولید برق با معضلات زیست محیطی از قبیل آلودگی آب، هوا و خاک روبرو می باشد که امید می رود با بهره گیری از تجربیات حاصل از به کارگیری این ابزارها، امکان حفاظت از محیط زیست همزمان با استمرار توسعه اقتصادی و اجتماعی در کشور تامین گردد.

به این منظور در مقاله حاضر راهکارهای مختلف پیاده سازی برنامه تجارت نشر در صنعت برق کشور با توجه به تجربیات کشورهای دیگر در ۶ نیروگاه منتخب مورد بررسی، تجزیه تحلیل و نتیجه گیری قرار گرفته است.

واژه های کلیدی: مجوزهای قابل تبادل نشر، صنعت برق، سهمیه انتشار، محیط زیست، *Cap&Trade*

۱- مدیر گروه استانداردهای زیست محیطی و اجتماعی، دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، زیست محیطی و اجتماعی برق و انرژی، معاونت امور برق و انرژی، وزارت نیرو*(مسئول مکاتبات)
۲- کارشناس گروه نوآوری و توسعه فناوری های برق و انرژی، دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی، معاونت امور برق و انرژی، وزارت نیرو
۳- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان

مقدمه

مشکلات و معضلات زیست محیطی مانند تخریب منابع طبیعی، رشد چشمگیر آلاینده های زیست محیطی و از همه مهم تر رشد جمعیت، نحوه نگرش به علم اقتصاد را در سال های اخیر تغییر داده است چرا که محیط زیست جدا از اقتصاد نیست و تغییرات در یکی، دیگری را تحت تاثیر قـرار می دهد. هیچ تصمیم اقتصادی یافت نمی شود که بر محیط طبیعی و انسان ساخت ما تاثیر نگذارد و هیچ تحول زیست محیطی یافت نمی شود که در آن تاثیر اقتصادی وجود نداشته باشد (۱).

بر اساس منابع سنتی علم اقتصاد، محیط زیست به عنوان کالایی رایگان و با عرضه نامحدود در نظر گرفته شده و کالاهای زیست محیطی نظیر هوای پاک، چشم اندازهای زیست محیطی و... در زمره کالاهای عمومی طبقه بندی می گردند که سازوکار بازار امکان عملکرد کارا در مورد این کالاها را ندارد. در دهه ۷۰ میلادی دولتمردان دریافتند که با ایجاد انگیزه های اقتصادی می توان هزینه های رفع یا کاهش آلودگی های زیست محیطی را کاهش داد به همین منظور و با ملاحظه مبانی علم اقتصاد و محیط زیست به سیاستگذاری نوینی در مورد کاهش هزینه های زیست محیطی شامل هزینه های کاهش آلودگی و ... دست یافتند. این ابزار را می توان به چهار گروه ابزارهای اقتصادی، ابزارهای نظارتی، رویکردهای اختیاری و ابزارهای اطلاعاتی طبقه بندی نمود. مجوزهای قابل مبادله یا تجارت نشر[1] در گروه ابزار اقتصادی دسته بندی شده و دارای ویژگی های خاص این دسته از قبیل ایجاد انگیزه اقتصادی، انعطاف پذیری زیاد، عدم اتلاف منابع زیست محیطی و قابلیت کنترل آلودگی در محیط زیست می باشد. ابزار مناسب باید واجد کلیه معیارهای یک ابزار اقتصادی یعنی درجه کارآیی زیست محیطی، کارآیی اقتصادی، کارآیی هزینه اجرایی، اصل عدالت، قابلیت پذیرش و اصل تطابق سازمانی باشد(۲).به این نوع ابزار در قالب سازوکارهای انعطاف پذیر CDM،ET[2] و JI [3]

درپروتکل کیوتوجهت کاهش انتشارگازهای گلخانه ای اشاره گردیده است (۳). تجارت نشر در سال ۱۹۹۲ بار دیگر به عنوان یک سازوکار سریع و کم هزینه برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در کنار دو سازوکار توسعه پاک و اجرای مشترک مورد توجه جهانیان قرار گرفت.

مجوزهای قابل تبادل در واقع کوپن یا سهمیه حق انتشار آلودگی است که در راستای سیاست کاهش و پایش آلودگی های زیست محیطی حاصل از فعالیت صنایع مختلف در اختیار آنان قرار می گیرد (۴). تجربه اجرای چنین سیاستی در کشورهای دیگر به ویژه ایالات متحده آمریکا به دهه گذشته بازمی گردد. این مجوزها در واقع بیانگرحق انتشار مقدار مشخصی از یک آلاینده از یک بنگاه اقتصادی است و صنایع مستقر در یک محدوده مشخص جغرافیایی در خرید و فروش مجوزها یا سهمیه ها آزاد می باشند.

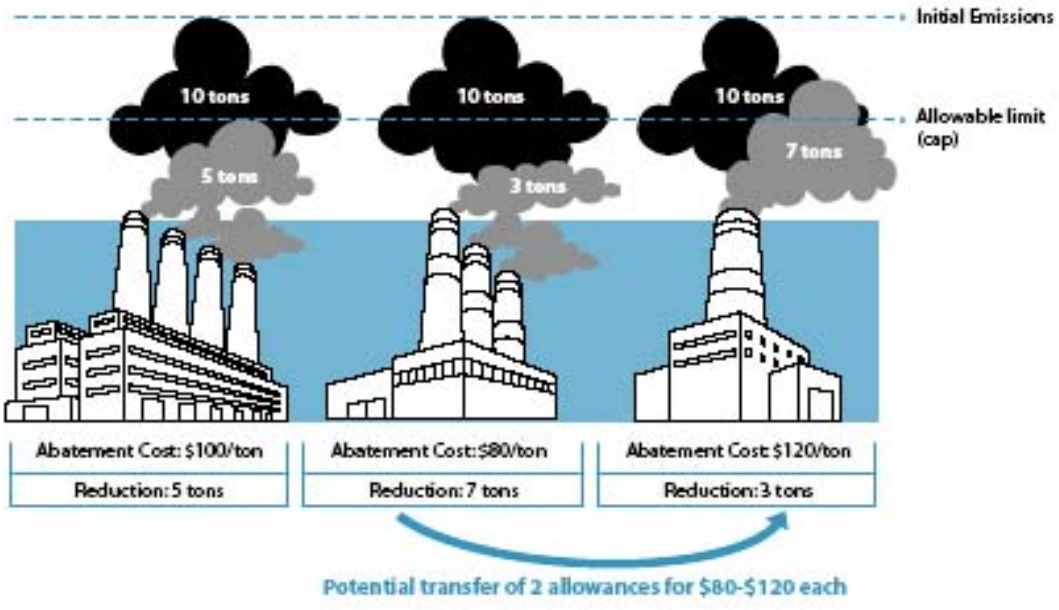
این سازوکار با ایجاد انعطاف پذیری در زمینه انتخاب روش های کاهش انتشار آلودگی، هزینه کاهش آلودگی در صنایع مختلف را جهت دستیابی به اهداف انتشار و تعهدات آنان کاهش می دهد.

۱-چگونگی عملکرد سازوکارها در مجوزهای قابل تبادل

نحوه عملکرد در برنامه مجوزهای قابل تبادل در دو مرحله تعیین می گردد. گام اول تعیین اهداف کاهش انتشار و میزان آن و گام دوم تخصیص مجوز یا سهمیه به صنایع مشمول طرح می باشد. میزان سهمیه یا مجوز تخصیص یافته بر اساس میزان انتشار در گذشته، مزایده و یا سایر روش ها تعیین می گردد. مبادله و خرید و فروش مجوزها نحوه تخصیص حقوق آلودگی را تغییر خواهند داد. با اجرای چنین سیاستی هر منبع آلوده کننده، هزینه نهایی کاهش آلودگی بنگاه خود را با قیمت هر مجوز یا سهمیه مقایسه می نماید. در شرایطی که هزینه های کنترل آلودگی از قیمت مجوزها بالاتر باشد صنایع اقدام به خرید مجوز می نمایند و در صورتی که هزینه نهایی کاهش آلودگی از قیمت مجوزها پایین تر باشد صنایع، مجوزها یا

1-Emission Trading
2-Clean Development Mechanism
3-Joint Implementation

سهمیه های خود را به فروش می رسانند. خرید و فروش مجوزها تا زمانی ادامه می یابد که هزینه نهایی کنترل آلودگی بین آلوده کننده های مختلف یکسان گردد (شکل ۱).



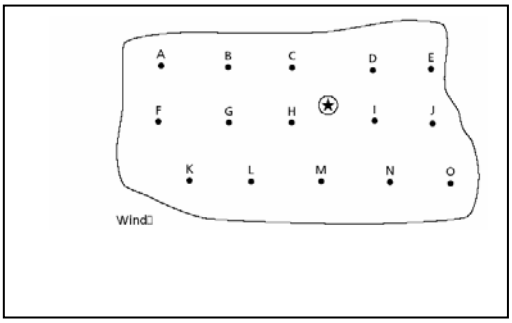
شکل ۱-تقلیل هزینه های کاهش آلودگی با استفاده از تبادل مجوزهای آلودگی (۵)

۲-ملاحظات جغرافیایی و مجوزهای قابل تبادل آلودگی

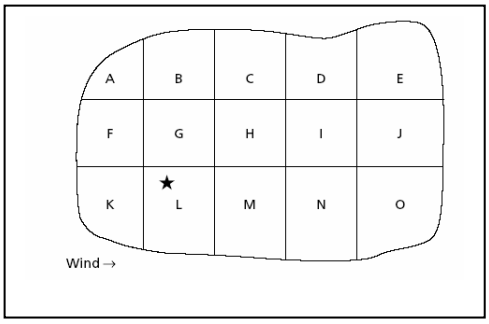
محدوده جغرافیایی انتشار آلودگی تاثیر به سزایی بر میزان خسارت ایجاد شده در اثر تولید آلودگی دارد. موقعیت جغرافیایی از آن جهت حایز اهمیت است که محیط زیست دریافت کننده باید قادر به پالایش آلودگی های انتشار یافته باشد. همچنین باید تاثیر آلودگی بر جوامع انسانی نیز به دقت مورد بررسی قرار گیرد. یعنی همانند سیستم مالیات، در سیستم پایش آلودگی بر اساس مالیات نیز، در جایی که آلودگی خسارت بیشتری ایجاد می نماید مالیات بیشتری پرداخت می گردد.

در سیستم مجوزهای قابل تبادل باید کل محدوده جغرافیایی مشمول طرح را به زیربخش هایی تقسیم نمود که این زیر بخش ها را بتوان از نظر جغرافیایی به زیربخش های گیرنده و یا به زیربخش های دارای بازار جداگانه تقسیم بندی کرد.

تخصیص مجوزها بر اساس ملاحظات جغرافیایی را می توان بر اساس دو روش مبتنی بر محیط اطراف (*Ambient-based*) و مبتنی بر انتشار (*Emission-based*) به انجام رساند. در اشکال ۲ و ۳ نحوه تخصیص مجوزها آورده شده است.



شکل ۲- تخصیص مجوزها بر اساس روش
Ambient-based



شکل ۳- تخصیص مجوزها بر اساس روش
Emission-based

در هر دو شکل، محل استقرار آلوده کننده (صنعت ، کارخانه و...) با علامت ستاره و مناطق دریافت کننده آلودگی با حروف، مشخص گردیده است. در روش *Ambient-based*، آلوده کننده می تواند از کلیه زیربخش ها اقدام به خرید مجوز نماید. با توجه به شکل ۲ این آلوده کننده ممکن است مجبور به خرید مجوز از ۱۵ منطقه گردد. در روش *Emission-based* زیربخش ها به بازارهای جداگانه ای تبدیل می گردند و آلوده کننده می تواند مجوزهای مورد نیاز خود را از همان زیربخشی که در آن واقع شده خریداری نماید (شکل ۳) . عدم توانایی در انتقال مجوزها بین زیربخش های مختلف بدان معناست که صنعت یا کارخانه ای که دارای هزینه نهایی کنترل آلودگی پایین تری در یک زیربخش می باشد، نمی تواند مجوزهای خود را با صنعت یا کارخانه ای که دارای هزینه نهایی کنترل آلودگی بالاتری بوده و در زیربخش دیگری قرار گرفته، مبادله نماید. در این حالت بهترین روش، داشتن یک نوع مجوز و اجازه تبادل مجوزها بین زیربخش های مختلف می باشد. این تبادل نباید از استانداردهای کیفیت هوا در هر نقطه دریافت کننده آلودگی، تجاوز نماید.

۳-انواع مجوزهای قابل تبادل

مجوزهای قابل تبادل را می توان در دو گروه مجوزهای قابل تبادل آلودگی *(tradable pollution)* و تبادل نشر محدود *(Cap & Trade)* طبقه بندی نمود. مجوزهای قابل تبادل آلودگی در اثر کاهش انتشار یک منبع انتشار آلودگی به میزان کمتر از اهداف انتشار تعیین شده برای آن منبع ایجاد می شود. در *Cap&Trade* به جای تعیین سقف انتشار برای یک منبع انتشار، برای گروهی از منابع انتشار، سقف مجاز انتشار آلودگی تعیین می گردد.

۴-راهکارهایی برای اجرای موفق سیستم *Cap&Trade*

- تعیین میزان حداکثر انتشار به صورت کلی (تعیین *Cap*)
- تخصیص مجوز به آلوده کننده بر اساس میزان انتشار، مجموع این مجوزها برابر با سقف مجاز تعیین شده می باشد
- دارا بودن قابلیت تبادل مجوزهای تخصیص یافته
- خریداری مجوز بنگاه های موجود به وسیله بنگاه های جدید
- ایجاد ساختار بازار به نحوی که هزینه تبادل مجوزها حداقل گردد
- پایش و سخت گیری در مورد انتشار آلودگی به نحوی که منابع به جای انتشار بی ضابطه و آزاد آلودگی، مجبور به خرید مجوز باشند.
- حفظ ثبات در سیاست (عدم تغییر استانداردها در اثر خرید مجوز)

برای تشریح مناسب روش *Cap&Trade* در این مبحث یک مثال عددی از منافع حاصل از اجرای این روش در صنایع فرضی ارایه می گردد.

در این مثال صنایع فرضی به طور کلی ملزم به کاهش انتشار به میزان ۵۰٪ می باشند. در ابتدا هزینه های کاهش انتشار با روش معمول و سپس با روش *Cap&Trade* مورد بررسی قرار می گیرد.

با استفاده از روش های معمول، هر کارخانه یا صنعت مجبور به کاهش ۵۰٪ از انتشار خود خواهد بود که با احتساب هزینه کاهش نهایی آلودگی، هزینه کل کاهش آلودگی برای این صنایع به شرح جدول ۲ خواهد بود:

جدول ۱- مثالی از صرفه جویی هزینه با استفاده از روش *Cap&Trade*

نام کارخانه یا صنعت	میزان انتشار در گذشته (تن در سال)	هزینه نهایی کاهش آلودگی (دلار در هر تن)
AL	۶۰۰	۵۰
ME	۶۰۰	۱۰۰
KE	۶۰۰	۱۰۰
EL	۶۰۰	۱۵۰
ST	۸۰۰	۲۰۰
TA	۸۰۰	۲۵۰
MA	۸۰۰	۴۰۰
مجموع	۴۸۰۰	ــــ

جدول ۲- بررسی هزینه کاهش آلودگی با استفاده از روش معمول (به دلار)

کارخانه یا صنعت	میزان انتشار در گذشته (تن در سال)	هزینه نهایی کاهش آلودگی (دلار در هر تن)	میزان کاهش انتشار (تن)	هزینه کاهش انتشار (با روش معمول به دلار)
AL	۶۰۰	۵۰	۳۰۰	۱۵۰۰۰
ME	۶۰۰	۱۰۰	۳۰۰	۳۰۰۰۰
KE	۶۰۰	۱۰۰	۳۰۰	۳۰۰۰۰
EL	۶۰۰	۱۵۰	۳۰۰	۴۵۰۰۰
ST	۸۰۰	۲۰۰	۴۰۰	۸۰۰۰۰
TA	۸۰۰	۲۵۰	۴۰۰	۱۰۰۰۰۰
MA	۸۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۱۶۰۰۰۰
مجموع	۴۸۰۰	ــــ	۲۴۰۰	۴۶۰۰۰۰

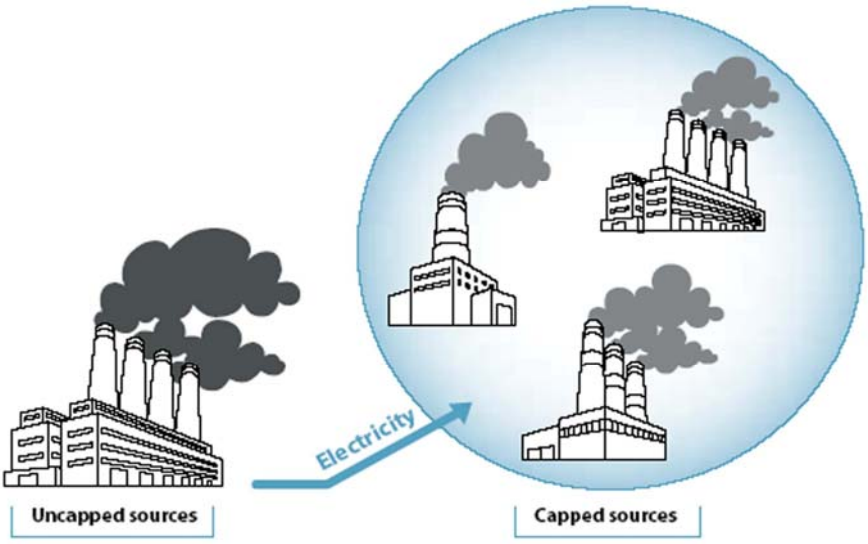
برای پاسخ به این سوال که روش *Cap&Trade* به چه میزان در کاهش هزینه ها موثر است باید ابتدا الگوی مبادله را تعیین نمود. یعنی چه صنایعی اقدام به خرید مجوز و چه صنایعی اقدام به فروش مجوزها می نمایند. اگر صنعتی دارای هزینه بالای کاهش آلودگی باشد، می تواند جهت کاهش هزینه ها، از صنایعی که دارای هزینه کاهش آلودگی کمتری می باشند، اقدام به خرید مجوز نماید. توجه به این نکته ضروری است که هنگامی که صنعت یا بنگاه اقدام به خرید یک مجوز می نماید در واقع اجازه انتشار ۱ تن آلودگی اضافی در سال را دریافت و در هزینه کاهش ۱ تن از انتشار خود نیز صرفه جویی می کند. از طرفی وقتی مجوزی به فروش می رسد، بنگاه فروشنده مجاز به انتشار ۱ تن انتشار فروخته شده نبوده و باید انتشار خود را به میزان ۱ تن کاهش داده و هزینه کاهش این ۱ تن را متحمل شود.

در این مثال شرکت *AL* می تواند با فروش یک مجوز به قیمت ۲۰۰ دلار به شرکت *MA* سود ببرد. بر اساس محاسبات انجام یافته هزینه کاهش ۵۰٪ از انتشار در این بنگاه ها با استفاده از روش مجوزهای قابل تبادل ۲۴۰ هزار دلار برآورد می گردد که در مقایسه با روش قبلی که هزینه آن ۴۶۰ هزار دلار بود، باعث کاهش هزینه به میزان ۲۲۰ هزار دلار می شود(۶).

۵-معایب روش *Cap&Trade*

روش *Cap&Trade* گرچه دارای مزایای زیادی نسبت به روش های موجود کاهش آلودگی می باشد اما دارای معایبی نیز است. از عمده ترین ایرادات وارد به این روش ایجاد نقاط داغ (*hot spot*) می باشد. نقاط داغ در نواحی اطراف کارخانجاتی که برای عدم کاهش انتشار آلودگی خود اقدام به خرید مجوز می نمایند به وجود می آید.

از ایرادات دیگری که این روش با آن روبرو است می توان به پدیده نشت (*Leakage*) اشاره نمود. در چنین شرایطی به عنوان مثال نیروگاه های مشمول طرح برای کاهش انتشار آلودگی از میزان تولید برق، کم می کنند به این ترتیب برای جبران این کمبود مجبور به وارد کردن برق از مناطق غیرمشمول طرح می باشند. چنین مناطقی برای جبران، میزان تولید برق خود را افزایش می دهند و آلودگی بیشتری منتشر می نمایند. به این ترتیب در مجموع از میزان انتشار آلودگی ها، کم نمی شود. در شکل ۴ به این پدیده اشاره شده است.



شکل ۴-پدیده نشت، یکی از معایب سیستم *Cap &Trade* (۵)

۲- مجوزهای قابل تبادل و امکان سنجی انجام آن در صنعت برق کشور

۱-ضرورت انجام طرح

رشد جمعیت و تسریع روند توسعه صنعتی و اقتصادی باعث افزایش مصرف انرژی به عنوان ضروری ترین عامل توسعه در جوامع گردیده است. صنعت برق و نیروگاه های تولید کننده برق در این توسعه نقش کلیدی داشته و تولید برق در آن ها متضمن استمرار این توسعه خواهد بود. از آن جایی که افزایش مصرف انرژی به ویژه انرژی حاصل از منابع فسیلی موجب افزایش معضلات زیست محیطی می شود و با توجه به مصرف زیاد انرژی در صنعت برق برای تولید و توزیع، معضلات زیست محیطی این بخش نیاز به توجه ویژه ای دارد.

۲-صنعت برق و مجوزهای قابل تبادل

نظریه مجوزهای قابل تبادل (*Marketable Pollution Permit*) نیز در زمره نظریه های اقتصادی نسبتاً

نوین جهت کاهش آلودگی های زیست محیطی به شمار می رود. در این روش منابع انتشار آلودگی می توانند از روش های مختلف کم هزینه در مقایسه با روش سنتی کنترل و نظارت جهت کاهش میزان آلودگی خود استفاده نمایند. سابقه اجرای این روش در کشورهای صنعتی به ویژه آمریکا به ۱۱ سال گذشته باز می گردد. در این کشور از روش مورد بحث جهت کاهش آلودگی ناشی از صنایع مختلف از قبیل نیروگاه ها، صنایع شیشه، سرامیک، پالایشگاه و ... استفاده گردیده و براساس نتایج اعلام شده دارای نتایج اقتصادی و زیست محیطی مثبتی بوده است. این روش با توجه به عدم پیچیدگی سازوکارها و داشتن انعطاف پذیری مناسب جهت تعیین ابزارهای کاهش آلودگی برای کشور ما نیز که قوانین زیست محیطی آن هنوز بر اساس سیاست های کنترل و نظارت اعمال می گردد، مناسب به نظر می رسد.

در کشور ما توجه به محیط زیست در بخش های عمده مصرف کننده انرژی به ویژه صنعت برق دارای سابقه طولانی نیست. در این بخش با توجه به حجم بالای مصرف سوخت های فسیلی جهت تامین انرژی مورد نیاز تولید، انتقال و توزیع برق، با مسایل زیست محیطی مختلف از قبیل آلودگی هوا، آب، خاک و پدیده گرمایش جهانی به دلیل تولید و انتشار گازهای گلخانه ای و شاخص آن ها گاز دی اکسید کربن روبرو بوده است. از این رو استفاده از ابزارهای نوین اقتصادی جهت کاهش و پایش آلودگی ها و گازهای گلخانه ای حاصل از فعالیت نیروگاه ها امری ضروری به نظر می رسد. قدیمی بودن فن آوری های تولید برق، پایین بودن بازده نیروگاه ها(حدود ۳۷/۳٪) (۸) به دلیل بالا بودن عمر و به پایان رسیدن عمر مفید بسیاری از نیروگاه ها که منجر به افزایش مصرف سوخت می گردد از موانع عمده در زمینه تقلیل آثار زیست محیطی آلودگی ناشی از نیروگاه ها به شمار می رود. بنابراین استفاده از روش های سنتی از قبیل روش کنترل و نظارت[1] در مورد این منابع انتشار، کارآیی چندانی ندارد.

صنعت برق کشور برای اجرای روش های نوین مبتنی بر بازار مانند مجوزهای قابل تبادل با توجه به تجربیات کسب شده در کشورهای مختلف نقطه شروع مناسبی به نظر می رسد. مراکز تولید برق در کشور را می توان بر اساس نوع سوخت مصرفی به انواع نیروگاه های بخاری، گازی، چرخه ترکیبی، دیزلی، برق آبی، بادی و خورشیدی طبقه بندی نمود. بر اساس آمار، در سال ۱۳۸۲، از ۱۴۶۹۶۲/۲ میلیون کیلو وات ساعت برق تولیدی در نیروگاه های وزارت نیرو، ۵۸/۱٪ توسط نیروگاه های بخاری، ۲۲/۴٪ توسط نیروگاه های چرخه ترکیبی، ۱۱/۸٪ توسط نیروگاه های گازی، ۷/۵٪ توسط نیروگاه های برق آبی، ۰/۲٪ توسط نیروگاه های دیزلی و مقدار بسیار کمی به وسیله نیروگاه های بادی و خورشیدی تولید شـده است. از آن جا که سهم بزرگی از فرآیند تولید برق در کشور در نیروگاه های بخاری صورت می گیرد، لازم است که در طرح مجوزهای قابل تبادل ابتدا این نوع نیروگاه ها مد نظر قرار گیرند.

۳-مثالی از اجرای برنامه مجوزهای قابل تبادل در صنعت برق کشور

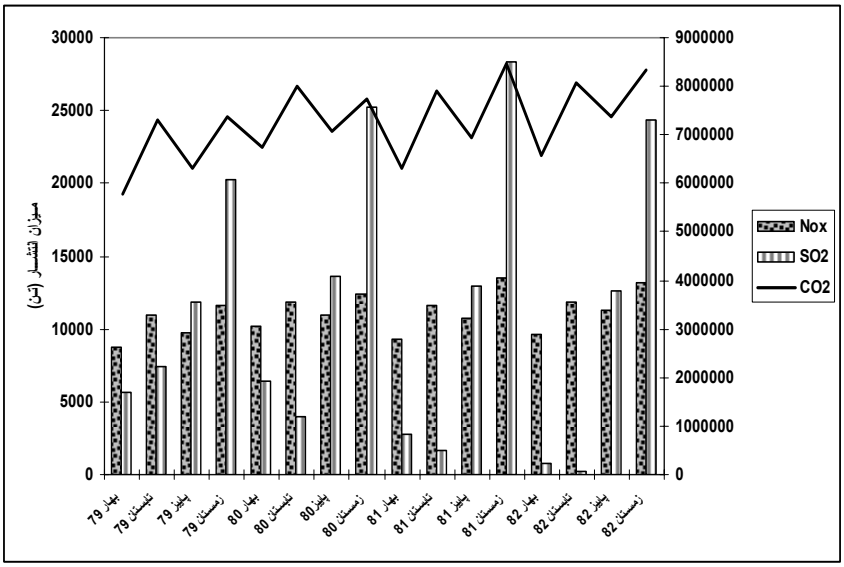
برای اجرای این طرح به طور فرضی ۶ نیروگاه بخاری که از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ بالاترین میزان تولید را در کشور داشته اند، انتخاب شده اند. نیروگاه های A، B، C و D بالاترین میزان تولید در دوره زمانی ذکر شده و نیروگاه های E و F بالاترین میزان تولید در سال ۱۳۸۲ را داشته اند (برای جلوگیری از ایجاد هرگونه شبهه از ذکر نام نیروگاه خودداری شده است). با توجه به مباحث ذکر شده ، اولین گام در اجرای طرح مجوزهای قابل تبادل به شکل *Cap&Trade* تعیین میزان انتشار کلی از نیروگاه های مشمول طرح می باشد. به همین جهت در ذیل به خلاصه ای از وضعیت انتشار آلاینده های NO_x,SO_2 و گاز CO_2 به سبب ماهیت گلخانه ای و تشدید پدیده گرمایش جهانی اشاره می شود (جدول ۳). در شکل ۵ نیز به بررسی میزان تغییرات این پارامترها در دوره زمانی مورد مطالعه پرداخته شده است.

1-Command and control

جدول۳- میزان انتشار NO_x و SO_2 و CO_2 از کلیه نیروگاه های منتخب در دوره زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ (واحد:تن)

نام نیروگاه	آلاینده		گاز گلخانه ای
	NO_x	SO_2	CO_2
A	۳۶۰۷۳/۲	۱۲۷۷۵/۹	۲۴۳۰۴۲۱۸
B	۳۳۲۴۷/۳	۱۴۴۷۷	۲۲۳۲۳۶۷۱
C	۲۳۶۴۷/۸	۹۱۳۳	۱۵۹۰۸۱۲۷
D	۴۴۹۰۱/۷	۷۸۷۳۹/۲	۲۸۴۸۰۶۰۷
E	۲۲۴۹۹/۸	۳۳۰۱۹/۳	۱۴۴۵۱۷۱۸
F	۱۷۰۸۵/۶	۳۰۱۸۱/۸	۱۰۸۲۲۵۳۴
مجموع از سال ۷۹ تا ۸۲	۱۷۷۴۵۵/۴	۱۷۸۳۲۶/۲	۱۱۶۲۹۰۸۷۵

* لازم به توضیح است که کلیه آمار سوخت مورد استفاده در این محاسبات از سایت توانیر استخراج گردیده است (۷).



شکل ۵- تغییرات میزان انتشار NO_x، SO_2 و CO_2 از سال ۷۹ تا ۸۲ از ۶ نیروگاه بخاری انتخاب شده

میزان انتشار در این ۶ نیروگاه بخاری از دو عامل فصل و نوع سوخت مصرفی تبعیت می کند. با توجه به بررسی های انجام شده بر اساس فصل، میزان انتشار آلاینده های اکسیدهای ازت، دی اکسید گوگرد و گاز دی اکسید کربن در فصل زمستان بیشتر از سایر فصول بوده است. میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن و دی اکسید کربن در رده بعد در فصل تابستان حداکثر می باشد. بر اساس نوع سوخت، میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن و دی اکسید کربن از سوخت گاز و میزان انتشار دی اکسید گوگرد از سوخت نفت کوره (مازوت) در بین انواع سوخت مصرفی حداکثر می باشد. علت بالا بودن میزان انتشار از سوخت گاز طبیعی به دلیل بالابودن میزان مصرف آن نسبت به سوخت های دیگر مانند گازوئیل و نفت کوره بوده و بخش اعظم برق تولیدی از این نیروگاه ها با انرژی حاصل از گاز طبیعی تامین می شود. در جداول ۴ و ۵ میزان انتشار ۶ نیروگاه منتخب بر اساس فصل و نوع سوخت مصرفی در طول دوره زمانی سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ آورده شده است.

جدول ۴- میزان انتشار از نیروگاه های منتخب بر اساس فصول مختلف سال در دوره زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲(واحد: تن)

	NO_x	SO_2	CO_2
بهار	۳۷۸۳۱/۵	۱۵۶۷۴/۸	۲۵۴۱۹۹۸۰
تابستان	۴۶۳۰۴/۱	۱۳۲۹۲/۳	۳۱۲۸۲۵۴۵
پاییز	۴۲۶۲۴/۲	۵۱۱۰۹/۴	۲۷۶۹۸۳۰۴
زمستان	۵۰۶۹۵/۶	۹۸۲۴۹/۷	۳۱۸۹۰۰۴۶
جمع	۱۷۷۴۵۵/۴	۱۷۸۳۲۶/۲	۱۱۶۲۹۰۸۷۵

جدول ۵- میزان انتشار از نیروگاه های منتخب بر اساس نوع سوخت مصرفی در دوره زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ (واحد: تن)

گاز طبیعی			گازوئیل			نفت کوره		
NO_x	SO_2	CO_2	NO_x	SO_2	CO_2	NO_x	SO_2	CO_2
۱۲۰۵۳۱/۹	۲۳۲/۴	۸۲۴۰۲۴۲۴	۱۷۴/۴	۵۲۶/۶	۸۸۸۱۶	۵۶۷۴۹/۱	۱۷۷۵۶۷/۲	۳۳۷۹۹۶۳۵

از لحاظ موقعیت جغرافیایی نیروگاه A با ۲۶ سال فعالیت، نیروگاه B با ۲۴ سال فعالیت ، نیروگاه C با ۲۵ سال فعالیت، نیروگاه D با ۲۱ سال فعالیت ، نیروگاه E با ۱۳ سال فعالیت و نیروگاه F با ۵ سال فعالیت در استان های مختلف کشور واقع گردیده اند (شکل ۶) (۹). استان های مورد مطالعه در پهنه های مختلف اقلیمی واقع شده و دارای اقلیم مرطوب و نیمه مرطوب، نیمه خشک و خشک تا گرم و خشک می باشند.

سوخت های مورد استفاده در محاسبات جدول فوق و جداول (۶)، (۷)، (۸) و (۹) شـامل گاز طبیعی، نفت گاز و نفت کوره می باشد که میزان انتشار مربوط به هریک از این سوخت ها با استفاده از نرم افزار انرژی و محیط زیست (طراحی شده در گروه محیط زیست امور انرژی) محاسبه گردیده است.

جدول ۶ - میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن از نیروگاه های منتخب در دوره زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ (واحد:تن)

میزان انتشار NOx / نام نیروگاه	سال ۷۹				سال ۸۰				سال ۸۱				سال ۸۲				جمع
	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	
A	۱۹۶۲/۹	۲۶۲۶/۸	۲۲۰۴/۹	۲۶۳۳/۹	۱۸۷۷/۴	۲۵۵۲/۴	۲۱۰۶	۲۵۸۰/۹	۲۰۶۴/۲	۲۳۷۷/۱	۱۷۱۱/۹	۲۵۸۵/۲	۱۷۶۶/۲	۲۵۲۲/۹	۱۷۵۹/۴	۲۷۴۱/۱	۳۶۰۷۳/۲
B	۱۷۴۳/۷	۲۲۳۱/۷	۱۹۰۱/۲	۱۹۲۶/۵	۲۱۰۲/۴	۲۶۴۱/۱	۱۹۵۵/۷	۲۰۵۰/۵	۱۸۶۶/۱	۲۵۱۱/۸	۲۱۳۳/۹	۲۴۶۵/۳	۲۱۱۲/۵	۲۲۲۰/۹	۱۸۲۳/۲	۱۵۶۰/۸	۳۳۲۴۷/۳
C	۱۴۳۸/۶	۱۶۵۸/۹	۱۵۰۵/۲	۱۴۵۶	۱۳۹۸/۴	۱۸۱۴/۱	۱۴۶۶/۶	۱۰۵۰/۶	۹۰۴/۲	۱۶۱۱/۳	۱۳۷۶/۷	۱۱۳۵/۷	۱۴۲۲	۱۷۵۵/۲	۱۷۷۳/۷	۱۸۸۰/۶	۲۳۶۴۷/۸
D	۲۳۹۷/۸	۳۱۴۹/۹	۲۷۲۴/۱	۳۰۶۳/۲	۲۶۴۰	۲۶۷۴/۵	۲۹۳۹/۲	۳۱۹۰/۸	۲۴۶۴/۸	۲۵۱۰	۲۴۷۴/۴	۳۴۵۹/۳	۲۲۹۲/۸	۲۶۰۳/۶	۲۸۲۳/۸	۳۴۹۳/۵	۴۴۹۰۱/۷
E	۱۱۵۶/۱	۱۳۲۱	۱۳۵۸/۴	۱۹۳۱/۹	۱۲۴۹/۷	۱۳۴۵/۲	۱۴۲۶/۲	۱۹۹۸/۵	۱۰۷۶/۸	۱۲۴۳/۹	۱۳۴۰/۶	۱۸۰۰/۶	۸۸۳/۴	۱۳۴۷/۳	۱۵۳۶/۸	۱۴۸۳/۴	۲۲۴۹۹/۸
F	۷/۵	۰/۴	۲۲/۵	۵۹۲/۹	۸۷۹/۲	۸۲۱/۹	۱۰۲۱/۲	۱۴۹۸/۳	۹۶۶/۴	۱۳۷۷	۱۶۷۰	۲۰۹۲/۱	۱۱۵۸/۴	۱۳۵۸/۲	۱۵۶۸/۶	۲۰۲۴	۱۷۰۸۵/۶
جمع	۸۷۰۶/۶	۷۴۶۱/۱	۹۷۱۶/۳	۱۱۶۰۴/۴	۱۰۱۴۷/۱	۱۱۸۴۹/۲	۱۰۹۱۴/۹	۱۲۳۶۹/۶	۹۳۴۲/۵	۱۱۶۳۱/۱	۱۰۷۰۷/۵	۱۳۵۳۸/۲	۹۶۳۵/۳	۱۱۸۳۵/۱	۱۱۲۸۵/۵	۱۳۱۸۳/۴	۱۷۷۴۵۵/۴

جدول ۷- میزان انتشاردی اکسید گوگرد از نیروگاه های منتخب در دوره زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ (واحد:تن)

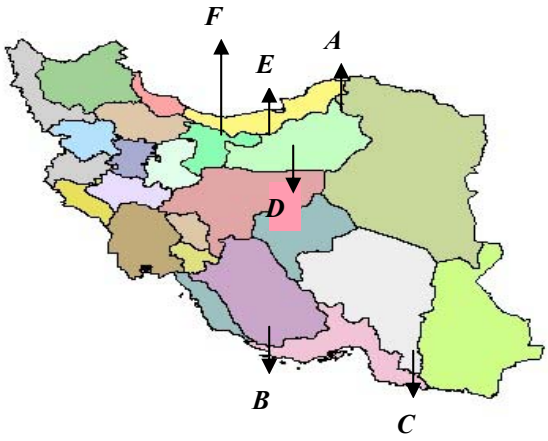
میزان انتشار SO2 / نام نیروگاه	سال ۷۹				سال ۸۰				سال ۸۱				سال ۸۲				جمع
	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	
A	۴۳/۲	۱۱۰/۱	۸۶۸/۹	۲۶۳۶	۳۵/۸	۱۷۹/۹	۳۲۸	۲۰۹۱/۶	۱۵۷/۵	۵/۹	۶۴۲/۳	۲۴۱۳/۴	۲۰۱/۳	۵/۴	۱۰۳۲/۶	۲۰۲۴	۱۲۷۷۵/۹
B	۴۱۴/۲	۷۷۸/۵	۸۵۲/۲	۱۲۲۷	۳۰۹/۷	۱۵۷۰/۶	۵۴۸	۲۷۲۹/۴	۳/۶	۶۷	۸۴۰/۲	۳۷۹۷/۵	۴/۱	۴/۳	۶۱/۱	۱۲۶۹/۶	۱۴۴۷۷
C	۱۶/۹	۳۵/۱	۵۲/۶	۴۵/۲	۱۰۷/۱	۵۷۴/۲	۱۰۳۲/۵	۴۸۳/۸	۸۱۴/۸	۱۱۰۰/۱	۱۱۵۱/۵	۹۸۴/۵	۲۹۸/۹	۵۰/۲	۴۹۸/۹	۱۸۸۶/۷	۹۱۳۳
D	۴۹۳۹/۷	۶۴۷۳/۴	۷۰۳۶	۸۹۱۹/۲	۳۵۳۹/۳	۱۱۰۸	۶۲۳۴/۹	۹۹۵۱/۴	۷۹۲/۲	۱۷۱/۳	۴۵۲۵/۴	۱۰۰۶۶/۲	۴/۴	۸/۱	۵۱۷۳/۳	۹۷۹۶/۴	۷۸۷۳۹/۲
E	۲۲۷/۱	۶۲/۷	۲۹۸۸	۵۵۶۸	۱۰۷/۷	۲۳۹/۵	۲۹۷۸/۶	۵۷۷۱/۳	۱۹۲/۶	۳۸	۲۵۷۷/۴	۵۱۴۶/۷	۱۰۹/۱	۳۲	۳۰۶۵/۱	۳۹۱۵/۵	۳۳۰۱۹/۳
F	۲۲/۸	۱/۳	۶۸/۱	۱۸۵۳/۲	۲۳۱۳/۴	۳۴۱/۷	۲۵۰۰/۸	۴۲۳۸/۹	۸۲۶/۱	۲۶۲/۱	۳۲۵۰/۱	۵۹۳۵/۱	۱۹۳/۳	۷۲/۹	۲۸۰۲/۹	۵۴۹۹/۱	۳۰۱۸۱/۸
جمع	۵۶۶۳/۹	۷۴۶۱/۱	۱۱۸۶۵/۸	۲۰۲۴۸/۶	۶۴۱۳	۴۰۱۳/۹	۱۳۶۲۲/۸	۲۵۲۶۶/۴	۲۷۸۶/۸	۱۶۴۴/۴	۱۲۹۸۶/۹	۲۸۳۴۳/۴	۸۱۱/۱	۱۷۲/۹	۱۲۶۳۳/۹	۲۴۳۹۱/۳	۱۷۸۳۲۶/۲

جدول ۸ - میزان انتشار دی اکسید کربن از نیروگاه های منتخب در دوره زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ (واحد:تن)

میزان انتشار CO2 / نام نیروگاه	سال ۷۹				سال ۸۰				سال ۸۱				سال ۸۲				جمع
	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	
A	۱۳۴۰۸۰۵	۱۷۹۲۸۶۱	۱۴۸۳۰۳۶	۱۷۲۶۵۳۹	۱۲۸۳۲۷۴	۱۷۴۰۰۱۸	۱۴۳۰۶۴۶	۱۷۰۵۶۵۲	۱۴۰۶۸۷۷	۱۶۲۵۰۴۴	۱۱۵۲۳۹۷	۱۶۹۹۵۳۱	۱۲۰۱۸۶۶	۱۷۲۴۷۲۶	۱۱۷۳۸۵۶	۱۸۱۷۰۹۰	۲۴۳۰۴۲۱۸
B	۱۱۸۰۵۱۱	۱۵۰۳۸۶۴	۱۲۷۵۸۵۴	۱۲۸۲۶۱۳	۱۴۲۸۷۵۰	۱۷۶۱۵۴۴	۱۳۲۱۶۹۶	۱۳۲۵۰۳۹	۱۲۷۵۷۹۲	۱۷۱۵۴۳۲	۱۴۳۵۳۱۳	۱۵۷۸۶۰۲	۱۴۴۴۱۹۵	۱۵۱۸۲۹۷	۱۲۴۴۷۸۸	۱۰۳۱۳۸۱	۲۲۳۲۳۶۷۱
C	۹۸۲۹۰۵	۱۱۳۲۹۳۴	۱۰۲۷۵۶۲	۹۹۴۰۳۲	۹۵۲۹۲۹	۱۲۲۳۹۹۳	۹۷۲۹۲۹	۷۰۴۶۲۶	۵۹۵۱۲۳	۱۰۷۰۴۸۳	۹۰۸۷۵۰	۷۴۸۶۸۱	۹۶۳۵۹۵	۱۱۹۸۵۱۹	۱۱۹۸۵۱۵	۱۲۳۲۵۵۱	۱۵۹۰۸۱۲۷
D	۱۴۹۹۹۳۱	۱۹۷۱۱۹۹	۱۶۶۳۹۱۵	۱۸۴۲۹۱۳	۱۷۰۵۲۷۵	۱۷۹۷۳۴۷	۱۸۳۳۷۹۰	۱۹۰۱۲۰۷	۱۶۶۲۹۰۸	۱۷۱۱۲۲۷	۱۵۶۴۲۶۴	۲۰۸۱۷۰۶	۱۵۶۷۴۷۶	۱۷۷۹۸۸۴	۱۷۸۴۹۶۹	۲۱۱۲۵۹۶	۲۸۴۸۰۶۰۷
E	۷۸۲۶۲۰	۹۰۱۳۱۱	۸۴۴۵۸۸	۱۱۶۳۹۸۰	۸۵۱۳۶۵	۹۱۲۹۳۰	۸۹۱۲۳۴	۱۲۰۳۷۹۷	۷۳۰۸۳۴	۸۴۹۳۶۸	۸۴۴۰۱۹	۱۰۸۶۱۶۷	۶۰۰۸۸۷	۹۲۰۲۸۱	۹۶۴۴۵۳	۹۰۳۸۸۴	۱۴۴۵۱۷۱۸
F	۳۹۴۰	۲۵۰	۱۱۵۲۹	۳۵۱۵۳۸	۵۳۴۹۹۱	۵۵۲۱۲۰	۶۲۶۷۱۰	۹۰۴۰۳۲	۶۳۶۹۱۸	۹۳۴۰۳۱	۱۰۵۰۰۱۷	۱۲۶۳۰۰۲	۷۸۶۲۱۳	۹۴۴۸۸۲	۹۹۳۴۷۴	۱۲۲۸۸۸۷	۱۰۸۲۲۵۳۴
جمع	۵۷۹۰۷۱۲	۷۳۰۲۴۱۹	۶۳۰۶۴۸۴	۷۳۶۱۶۱۵	۶۷۵۶۵۸۴	۷۹۸۷۹۵۲	۷۰۷۷۰۰۵	۷۷۴۴۳۵۳	۷۶۹۵۵۴۲	۷۹۰۵۵۸۵	۶۹۵۴۷۶۰	۸۴۵۷۶۸۹	۶۵۶۴۲۳۲	۸۰۸۶۵۸۹	۷۳۶۰۰۵۵	۸۳۲۶۳۸۹	۱۱۶۲۹۰۸۷۵

جدول ۹ - میزان انتشار آلاینده ها و گازهای گلخانه ای از نیروگاه های منتخب در دوره زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ (واحد:تن)

میزان انتشار / نام نیروگاه	سال ۷۹			سال ۸۰			سال ۸۱			سال ۸۲		
	NOx	SO2	CO2	NOx	SO2	CO2	NOx	SO2	CO2	NOx	SO2	CO2
A	۹۴۲۸/۵	۳۶۵۸/۲	۶۳۴۳۲۴۱	۹۱۱۶/۷	۲۶۳۵/۳	۶۱۵۹۵۹۰	۸۷۳۸/۴	۳۲۱۹/۱	۵۸۸۳۸۴۹	۸۷۸۹/۶	۳۲۶۳/۳	۵۹۱۷۵۳۸
B	۷۸۰۳/۱	۳۲۷۱/۹	۵۲۴۲۸۴۲	۸۷۴۹/۷	۵۱۵۷/۷	۵۸۳۷۰۲۹	۸۹۷۷/۱	۴۷۰۸/۳	۶۰۰۵۱۳۹	۷۷۱۷/۴	۱۳۳۹/۱	۵۲۳۸۶۶۱
C	۶۰۵۸/۷	۱۴۹/۸	۴۱۳۷۴۳۳	۵۷۲۹/۷	۲۱۹۷/۶	۳۸۵۴۴۷۷	۵۰۲۷/۹	۴۰۵۰/۹	۳۳۲۳۰۳۷	۶۸۳۱/۵	۲۷۳۴/۷	۴۵۹۳۱۸۰
D	۱۱۳۳۵	۲۷۳۶۸/۳	۶۹۷۷۹۵۸	۱۱۴۴۴/۵	۲۰۸۳۳/۶	۷۲۳۷۶۱۹	۱۰۹۰۸/۵	۱۵۵۵۵/۱	۷۰۲۰۱۰۵	۱۱۲۱۳/۷	۱۴۹۸۲/۲	۷۲۴۴۹۲۵
E	۵۷۶۷/۴	۸۸۴۵/۸	۳۶۹۲۴۹۹	۶۰۱۹/۶	۹۰۹۷/۱	۳۸۵۹۳۲۶	۵۴۶۱/۹	۷۹۵۴/۷	۳۵۱۰۳۸۸	۵۲۵۰/۹	۷۱۲۱/۷	۳۳۸۹۵۰۵
F	۶۲۳/۳	۱۹۴۵/۴	۳۶۷۲۵۷	۴۲۲۰/۶	۹۳۹۴/۸	۲۶۱۷۸۵۳	۶۱۰۵/۵	۱۰۲۷۳/۴	۳۸۸۳۹۶۸	۶۱۳۶/۲	۸۵۶۸/۲	۳۹۵۳۴۵۶
جمع	۴۱۰۱۶	۴۵۲۳۹/۴	۲۶۷۶۱۲۳۰	۴۵۲۸۰/۸	۴۹۳۱۶/۱	۲۹۵۶۵۸۹۴	۴۵۲۱۹/۳	۴۵۷۶۱/۵	۲۹۶۲۶۴۸۶	۴۵۹۳۹/۳	۳۸۰۰۹/۲	۳۰۳۳۷۲۶۵



شکل ۶- مکان استقرار نیروگاه های مورد بررسی در کشور

با توجه به محاسبات انجام یافته، میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن و دی اکسید گوگرد از ۶ نیروگاه فوق که بیشترین میزان تولید برق را دارا می باشند به ترتیب ۱۷۷/۵ و ۱۷۸/۳ هزار تن و میزان انتشار گاز دی اکسید کربن ۱۱۶۲۹۰/۹ هزار تن می باشد. یعنی به طور متوسط بدون لحاظ نمودن افزایش تولید برق سالانه که منجر به افزایش مصرف سوخت و افزایش میزان انتشار می گردد، میزان انتشار سالانه NOx، SO_2 و CO_2 از این تعداد نیروگاه به ترتیب ۴۴/۴، ۴۴/۶ و ۲۹۰۷۲/۷ هزارتن برآورد می گردد. در کشورهایی مانند آمریکا برای بررسی میزان انتشار از صنایع مختلف به بررسی گازهای خروجی پرداخته شده و در یک دوره زمانی مشخص، میزان انتشار به طور پیوسته و با استفاده از دستگاه های مجهز ثبت می گردد. در بسیاری از موارد مانند طرح $RECLAIM$ [1] که هدف اصلی آن ارتقای کیفیت هوا در منطقه کالیفرنیا بوده، تعداد زیادی از این صنایع با استفاده از دستگاه های ثبت و پایش دقیق به صورت پیوسته به شبکه پایش EPA یا سازمان محیط زیست آمریکا یعنی متولی اجرای طرح، متصل بوده اند. به این ترتیب در هر زمان امکان پایش میزان خروجی صنایع مشمول طرح فراهم بوده است. در کشور ما برای تعیین میزان انتشار صنایع مختلف از جمله نیروگاه ها به دلیل فقدان فن اوری های روز و هزینه بر بودن آن ها به جای استفاده از دستگاه، می توان از روش تقریبی عوامل انتشار (مانند طرح تجارت نشر در دانمارک) استفاده نمود. در این روش با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی سوخت های مورد استفاده، میزان انتشار آلاینده ها و گازهای گلخانه ای از آن ها محاسبه می گردد. این روش در شرایطی که امکان نمونه برداری مستقیم و نیز شبکه پایش وجود ندارد، روش مناسبی برای تخمین میزان انتشار از منابعی به شمار می آید که در آینده مشمول طرح مجوزهای قابل تبادل می شوند.

۴-تعیین سقف انتشار

پس از تعیین میزان کلی انتشار، باید اقدام به تعریف سقف مجاز انتشار در یک دوره زمانی مشخص برای مشمولان طرح نمود که به آن CAP اطلاق می گردد. میزان این سقف مجاز را می توان بر اساس میزان انتشار در گذشته و با لحاظ نمودن میزان افزایش تولید در سال های بعد، به عنوان مثال در یک دوره ۵ ساله تعیین نمود. لازم به ذکر است که برای کارا نمودن طرح و افزایش منافع زیست محیطی آن باید در هر دوره زمانی از میزان این سقف کاسته شود. در مثال ذکر شده در

1-Regional Clean Air Incentives Market

مورد نیروگاه های کشور میزان مجاز انتشار در یک دوره زمانی فرضی ۵ ساله را می توان برابر میزان انتشار این نیروگاه ها در سال ۸۲ در نظر گرفت. میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن ، دی اکسید گوگرد و دی اکسید کربن در این سال به ترتیب ۴۵/۹، ۳۸/۱ و ۳۰۳۳۷/۲ هزار تن برآورد گردیده است. به این ترتیب اگر زمان فرضی شروع طرح را سال ۸۳ در نظر بگیریم، نیروگاه های بخاری مشمول با توجه به افزایش تولید برق (مصرف سوخت بیشتر و انتشار بیشتر نسبت به سال ۸۲) موظف خواهند بود به میزان سال ۸۲ آلودگی یا گاز گلخانه ای ایجاد نمایند. لازم به توضیح است که در کشور ما برای به کارگیری موثر طرح، با توجه به نوع نیروگاه و فن آوری تولید برق در آن، برای هر نوع نیروگاه دیزلی، بخاری، چرخه ترکیبی و گازی به دلیل متفاوت بودن میزان انتشار و هزینه های کاهش آلودگی باید سقف مجاز جداگانه ای تعریف نمود. به این ترتیب مبادله مجوزها بین نیروگاه هایی که از یک نوع فن آوری جهت تولید برق استفاده می نمایند، امکان پذیر خواهد بود و به این دلیل که بیش از نیمی از برق تولیدی کشور از نیروگاه های حرارتی تامین می گردد، این نیروگاه ها در فرآیند اجرای طرح دارای اولویت خواهند بود.

۵-چگونگی تخصیص مجوزها

گام بعد چگونگی تخصیص مجوزها به منابع انتشار می باشد. برای تخصیص مجوزها روش های گوناگونی پیشنهاد گردیده است که به طور کلی می توان آن ها را به دو روش دسته بندی نمود. روش اول استفاده از روش پدرخواندگی *(Grandfathering)* می باشد که بر اساس آن حق آلوده سازی مبتنی بر میزان انتشار آلودگیی است که در گذشته صورت می گرفته است(۱). روش دوم استفاده از روش مزایده *(Auction)* می باشد که در آن فروش مجوزها بر اساس بالاترین قیمت پیشنهادی صورت می پذیرد. در بررسی های انجام یافته مشخص گردید که اغلب کشورها از روش پدرخواندگی برای تخصیص اولیه مجوزها استفاده می نمایند. استفاده از روش پدرخواندگی در صورتی سودمند خواهد بود که مجوز یا سهمیه اولیه کمتر از میزان انتشار در گذشته تعیین گردد، یا همان طور که اشاره شد از میزان مجوز یا سهمیه در طول زمان کاسته شود. در چنین شرایطی منابع انتشار مشمول، به عنوان مثال نیروگاه ها می توانند به مبادله مجوزها بپردازند. نیروگاهی که هزینه کنترل آلودگی (MCC)[1] در آن نسبت به نیروگاه دیگر پایین تر است می تواند با فروش مجوز به نیروگاهی که دارای هزینه بالاتر کاهش آلودگی است، منفعت کسب نماید. در واقع نیروگاهی که هزینه های کاهش آلودگی در آن کمتر از میزان پرداختی به مجوز باشد، اقدام به فروش مجوز می نماید. از طرفی نیروگاهی که دارای هزینه کاهش آلودگی بیشتری باشد، در صورتی که قیمت مجوز کمتر از این هزینه باشد، خرید مجوز به نفع نیروگاه خواهد بود. قیمت مجوز نیز توسط سازوکارهای موجود در بازار تعیین می گردد. این تبادلات تا زمانی ادامه می یابد که هزینه کاهش آلودگی در بین تمامی منابع یکسان شود (۶).

در مثال ذکر شده با توجه به در نظر گرفتن سن، نیروگاه F نسبت به ۵ نیروگاه دیگر جدیدتر بوده و به همین دلیل از فن آوری جدیدتری برای تولید برق استفاده می نماید. در چنین شرایطی می توان انتظار داشت که در مقایسه با نیروگاه های دیگردارای هزینه پایین تر کاهش و کنترل آلودگی باشد، بنابراین می تواند در بازار نقش فروشنده مجوز را ایفا نماید. ذکر این نکته ضروری است که اگر در مثال ذکر شده نحوه تخصیص مجوزها پدرخواندگی در نظر گرفته شود، به نیروگاه هایی که دارای انتشار بیشتری در گذشته بوده اند، مجوز بیشتری تعلق می گیرد. و این مسئله نباید به تشویق افزایش انتشار این نیروگاه ها منجر گردد. قیمت هر مجوز بر اساس سازوکارهای بازار تعیین شده و سیاست های کلی و تعرفه های برق باید در این زمینه تعیین شود.

صنایع تولید کننده برق برای تولید انرژی پاک یا با میزان انتشار آلایندگی کمتر معمولا دو راه پیش رو دارند. این صنایع برای تولید برق با میزان انتشار کمتر می توانند تجهیزات و یا نحوه تولید انرژی خود را بهبود ببخشند و یا واحدهای

1-Marginal Control Cost

جدید در نیروگاه های موجود نصب نمایند. یکی از کم هزینه ترین روش ها برای کاهش انتشار ارتقای تجهیزات به جهت افزایش بازده دستگاه ها می باشد. برای دستیابی به اهداف کاهش انتشار، صنایع معمولا جهت جلوگیری از ورود گازهای حاصل از احتراق به جو اقدام به نصب تجهیزات کاهنده و کنترل کننده آلودگی می نمایند. نصب و عملکرد چنین دستگاه هایی هزینه های تولید و عملکرد صنایع را افزایش می دهد. در جدول ۱۰ هزینه های تقریبی نصب تجهیزات کنترل آلودگی برای دی اکسید کربن، دی اکسید گوگرد، اکسیدهای ازت و جیوه در نیروگاه های موجود (در آمریکا) برآورد گردیده است (۱۰).

جدول ۱۰- هزینه های تقریبی نصب تجهیزات کنترل آلودگی در نیروگاه های موجود در آمریکا

آلاینده	دلار در تن	دلار در کیلووات ساعت
دی اکسید گوگرد[1]	۱۰۰ تا ۵۰۰۰	۰/۰۰۰۷ تا ۰/۰۳۵
اکسیدهای ازت[2]	۸۰۰ تا ۲۰۰۰	۰/۰۰۳ تا ۰/۰۰۷

۱-هزینه تغییر سوخت به سوخت های حاوی گوگرد کمتر ۲- ۵۰ تا ۸۰٪ کاهش انتشار

در مورد هزینه های کاهش دی اکسید کربن در نیروگاه ها بر اساس مطالعات به انجام رسیده در طرح مشترک گروه محیط زیست وزارت نیرو و شرکت جایکا در طی سال های ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۸ در مورد ۲ نیروگاه نمونه مشخص گردید که با توجه به پتانسیل افزایش ۳٪ بازدهی و با توجه به کاهش مصرف سوخت فسیلی در اثر افزایش بازدهی میزان سرمایه گذاری لازم، هزینه های صرف شده، بازگشت سرمایه و نیز هزینه حذف یک تن CO_2 برای اولین بار در کشور در ۲ سناریو محاسبه گردیده است. با توجه به سناریو ۱ به ازای کاهش ۱ تن CO_2 حدود ۶۰ دلار آمریکا برای سه نوع نیروگاه بخاری، گازی و چرخه ترکیبی و بر اساس سناریو ۲ حدود ۳۶ دلار به ازای هر تن CO_2 هزینه می گردد. لازم به ذکر است که در نیروگاه های آمریکا بر اساس روش اسکرابینگ CO_2 از گازهای خروجی از بویلر هزینه کاهش هر تن دی اکسید کربن حدود ۱۸۱ دلار برآورد گردیده است (۱۱).

با فرض کاهش انتشار ۱۵٪ در یک دوره تعهد و ثابت بودن هزینه های ذکر شده (در نیروگاه های منتخب) چنان چه ۶ نیروگاه منتخب بر اساس طرح تجارت نشر متعهد به کاهش ، با توجه به شرایط ذکر شده فرض گردند، باید به ازای کاهش هر تن دی اکسید کربن حدود ۶۰، هر تن دی اکسید گوگرد ۱۰۰ و هر تن اکسید ازت حدود ۸۰۰ دلار هزینه نمایند. به عبارت دیگر با توجه به میزان کاهش انتشار، هزینه کاهش انتشار در این نیروگاه ها به شرح جدول ۱۱ می باشد.

جدول ۱۱- بررسی هزینه کاهش آلودگی در نیروگاه های منتخب کشور (۱۳۸۳)

نیروگاه	میزان انتشار در گذشته (سال ۸۲ ، تن)			میزان کاهش آلودگی (تن)			هزینه نهایی کاهش آلودگی (دلار)		
	NOx	SO_2	CO_2	NOx	SO_2	CO_2	NOx	SO_2	CO_2
A	۸۷۸۹/۶	۳۲۶۳/۳	۵۹۱۷۵۳۸	۱۳۱۸/۴	۴۸۹/۵	۸۸۷۶۳۱	۱۰۵۴۷۵۲	۴۸۹۴۹/۵	۵۳۲۵۷۸۴۲
B	۷۷۱۷/۴	۱۳۳۹/۱	۵۲۳۸۶۶۱	۱۱۵۷/۶	۲۰۰/۹	۷۸۵۷۹۹	۹۲۶۰۸۸	۲۰۰۸۶/۵	۴۷۱۴۷۹۴۹
C	۶۸۳۱/۵	۲۷۳۴/۷	۴۵۹۳۱۸۰	۱۰۲۴/۷	۴۱۰/۲	۶۸۸۹۷۷	۸۱۹۷۸۰	۴۱۰۲۰/۵	۴۱۳۳۸۶۲۰
D	۱۱۲۱۳/۷	۱۴۹۸۲/۲	۷۲۴۴۹۲۵	۱۶۸۲/۱	۲۲۴۷/۳	۱۰۸۶۷۳۹	۱۳۴۵۶۴۴	۲۲۴۷۳۳	۶۵۲۰۴۳۲۵
E	۵۲۵۰/۹	۷۱۲۱/۷	۳۳۸۹۵۰۵	۷۸۷/۶	۱۰۶۸/۳	۵۰۸۴۲۶	۶۳۰۱۰۸	۱۰۶۸۲۵/۵	۳۰۵۰۵۵۴۵
F	۶۱۳۶/۲	۸۵۶۸/۲	۳۹۵۳۴۵۶	۹۲۰/۴	۱۲۸۵/۲	۵۹۳۰۱۸	۷۳۶۳۴۴	۱۲۸۵۲۳	۳۵۵۸۱۱۰۴
جمع	۴۵۹۳۹/۳	۳۸۰۰۹/۲	۳۰۳۳۷۲۶۵	۶۸۹۰/۹	۵۷۰۱/۴	۴۵۵۰۵۹۰	۵۵۱۲۷۱۶	۵۷۰۱۳۸	۲۷۳۰۳۵۳۸۵

در این مثال چنانچه هزینه های کاهش آلودگی در نیروگاه های منتخب به دلیل سن و فن آوری تولید در نیروگاه متفاوت فرض شود، نیروگاه با هزینه کاهش آلودگی کمتر به عنوان مثال کمتر از ۶۰ دلار در تن برای CO_2 می تواند مجوزهای خود را به نیروگاهی که هزینه کاهش CO_2 در آن از ۶۰ دلار بالاتر است به فروش برساند. قیمت مجوز دی اکسید کربن در چنین شرایطی توسط سازوکارهای بازار تعیین می گردد. اگر نیروگاه F را دارای کمترین هزینه کاهش CO2 (۶۰ دلار) و نیروگاه A را دارای بیشترین هزینه (۲۴۰ دلار) و قیمت هر مجوز CO_2 را نیز حدود ۱۰۰ دلار فرض نماییم، نیروگاه A به جای صرف هزینه ۱۴۲۰/۲ میلیون دلار برای کاهش انتشار خود می تواند با خرید مجوز به قیمت ۵۹۱/۸ میلیون دلار از نیروگاه F و سایر نیروگاه های دارای هزینه پایین تر، به میزان ۸۲۸/۴ میلیون دلار در هزینه های کاهش آلودگی صرفه جویی نماید. لازم به ذکر است که این فرض در مورد SO_2 و NOx نیز صادق است.

در این سیستم همچنین می توان برای حفظ منافع زیست محیطی تعدادی از مجوزها را از چرخه تبادل خارج کرد و آن ها را کنار گذاشت. در این زمینه می توان با اعمال سیاست های تشویقی در منابع انتشار، به نحوی عمل نمود که در پایان هر دوره تعهد تعدادی از مجوزها برای حفاظت و حمایت از محیط زیست برای همیشه کنار گذاشته شود.

برای تضمین اجرای طرح نیز می توان از سیاست های تنبیهی استفاده نمود. به این ترتیب از لحاظ قانونی به بنگاه های مشمول در صورت عدم پای بندی به تعهدات، جریمه تعلق می گیرد. یعنی به ازای هر تن انتشار مازاد بر میزان مجاز مجبور به پرداخت جریمه خواهند بود و یا در دوره بعدی از تعداد مجوزهای تخصیص یافته به آن ها کم می شود. در صورت تکرار تخلف، بنگاه متخلف مجبور به ارایه گزارش به مرجع ذیصلاح و تشریح دلایل عدم پایبندی به تعهدات و در صورت تکرار، کارخانه یا صنعت متخلف با توجه به قانونگذاری های صورت گرفته تعطیل خواهد شد.

۳- بازار برق و چشم اندازی نوین در بازار مجوزها

نگرش جدید به صنعت برق در سال های اخیر، برق را به عنوان کالایی که همچون دیگر کالاها مبادله می گردد، در نظر گرفته است و در این راستا و با هدف افزایش بهره وری و جلوگیری از انحصار دولتی و خصوصی بازار برق به عنوان یک نیاز جدید به وجود آمده است. در سیستم بازار برق با توجه به وجود سه شخصیت خریدار، فروشنده و صاحب شبکه انتقال، شکل گیری بازار مجوز نیز امکان پذیر است. در چنین بازاری می توان با لحاظ نمودن سازوکارهای مورد نیاز همراه با مبادله برق بین مشارکت کنندگان در بازار، اقدام به تبادل مجوز نیز نمود.

نتیجه گیری

استفاده از روش *Cap&Trade* که برای اولین بار در آمریکا به انجام رسیده است منجر به کاهش قابل توجهی در میزان انتشار دی اکسید گوگرد و اکسیدهای نیتروژن گردیده است. این برنامه با ایجاد انعطاف در انتخاب روش های مختلف کاهش آلودگی، منجر به کاهش هزینه های مربوط به کنترل آلودگی در صنایع مشمول طرح شده است. با توجه به دستاوردهای اجرای این طرح، وسیع بودن منطقه جغرافیایی مشمول طرح، وجود تعداد زیاد مشارکت کننده در طرح، تفاوت هزینه کنترل آلودگی از یک صنعت به صنعت دیگر، پایش پیوسته میزان انتشار آلودگی ها و ... از عوامل تضمین کننده موفقیت اجرای یک طرح به شمار می روند (۱۳). این تجربیات نشان می دهد که سیستم سهمیه بندی حق انتشار آلودگی با حذف یا حداقل نمودن هزینه و کنترل دولت در تسهیل مبادلات موثر می باشد. بسیاری از اقتصاددانان بر این باورند که با محور قرار دادن مقادیر مجاز قابل تبادل می توان به سطح مطلوب کیفیت محیط زیست دست یافت. هنگامی که هزینه های کاهش آلودگی بین بنگاه های مختلف اقتصادی متفاوت است به طور خودکار بازاری ایجاد می شود که آلوده گر پرهزینه، مجوزهای خود را از آلوده گر کم هزینه خریداری می نماید. صنایع تازه تاسیس نیز می توانند از این بازار سود ببرند چرا که هزینه های کاهش آلودگی، گزاف بوده و می توان با خرید مجوزها از این هزینه ها کاست. البته حالت عکس نیز وجود دارد زیرا ممکن است نهاد نظارتی به کارخانجات فعال و قدیمی در مقایسه با شرکت های جدید مزایای اختصاصی واگذار نماید و یا دارندگان مجوز ممکن است مانع ورود شرکت های جدید شوند. تلاش سیستم مجوزهای قابل تبادل، حذف مشکلات بازار و قیمت می باشد.

به طور کلی شرایط لازم برای معرفی برنامه Cap&Trade را می توان به شرح ذیل خلاصه نمود.

- نیاز به تغییر سیاست گذاری ها برای حل مسایل و مشکلات زیست محیطی
- تغییر سیاست گذاری ها از سطح محلی به منطقه ای
- تغییر سیاست گذاری ها از کوتاه مدت به بلندمدت
- تغییر سیاست گذاری ها از نظارت و کنترل به سیاست گذاری های مبتنی بر ابزارهای بازار (مانند تجارت نشر و مجوزهای قابل تبادل)

شرایط لازم برای معرفی و اجرای برنامه مجوزهای قابل تبادل:

- کنترل میزان کلی انتشار و تعیین سقف مجاز (ایجاد بازار)
- ارتقا و استقرار اقتصاد بازار و سیاست گذاری های مرتبط با آن
- تقلیل هزینه فن آوری های مختلف کاهش آلودگی های زیست محیطی
- ایجاد زیر ساخت های قانونی و حمایت از سیاست گذاری های فعلی مانند قوانین حفاظت از محیط زیست و ...
- ایجاد سیستم اطلاعات و داده مانند ثبت میزان انتشار و تبادل مجوزها، ایجاد پایگاه داده برای آمار زیست محیطی
- استفاده از تجربیات حاصل از مطالعات Pilot

با بررسی نتایج حاصل از مثال ذکر شده در مورد ۶ نیروگاه منتخب مشخص گردید که استفاده از سیستم تجارت نشر نقش مهمی در کاهش هزینه های انتشار خواهد داشت. استفاده از طرح تجارت نشر در شرایطی که میزان انتشار حاصل از بنگاه های مختلف متعهد به صورت پیوسته پایش و گزارش گردد و میزان مجوزهای خریداری شده و فروخته شده در یک سامانه نظامند ملی به گونه ای ثبت گردد که میزان تعهد بنگاه ها یعنی میزان مجوزهای خرید و فروش شده، میزان پای بندی به تعهدات و ... در هر زمان قابل دستیابی باشد، در صنعت برق کشور قابل توصیه است. ذکر این مطلب ضروری است که اجرای این طرح در سطح کشور نباید به کمرنگ شدن اهداف و فعالیت های زیست محیطی در صنایع منجر گردد، بلکه همان گونه که ذکر شد، باید سمت و سوی سازوکارهای تعیین کننده قیمت مجوزها در بازار به نحوی تعیین شود که بنگاه ها علاوه سرمایه گذاری برای خرید مجوزهای انتشار، انگیزه سرمایه گذاری در

زمینه روش های نوین کاهش انتشار جهت دستیابی به منفعت اقتصادی در بازار ایجاد شده را نیز در خود ایجاد نمایند.

منابع

۱. ترنر،آر. پیرس، دی. باتمان،آی.۱۳۷۷. اقتصاد محیط زیست. (ترجمه سیاوش دهقانیان، عوض کوچکی و علی کلاهی اهری). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۲. رحیمی، نسترن. مریم، خودی. نرگس، کارگری. تجارت نشر فرصتی نوین در سیاست گذاری های زیست محیطی. مجله تکاپو. شماره دهم. زمستان ۱۳۸۳.

۳. رحیمی، نسترن، مریم، خودی، نرگس، کارگری، ۱۳۸۳، بررسی سازوکارهای انعطاف پذیر در پروتکل کیوتو(CDM,ET,JI) گروه محیط زیست دفتر برنامه ریزی انرژی، معاونت امور انرژی، وزارت نیرو.

۴. رحیمی، نسترن. ۱۳۸۲. تجارت نشر کربن در جهان. گروه محیط زیست، دفتر برنامه ریزی انرژی، وزارت نیرو.

5. United States Environmental Protection Agency.2003. Office of Air and radiation. Tools of trade: A guide to designing and operating a cap and trade program for pollution control. EPA430-B-03-002.

۶. رحمتیان، مرتضی. ۱۳۸۴. مجموعه سخنرانی ها در سمینار رشد اقتصادی کیفیت محیط زیست. سازمان حفاظت محیط زیست و مرکز تحقیقات انرژی و محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی.

7. http://www.tavanir.org.ir

۸. ترازنامه انرژی کشور. ۱۳۸۲. دفتر برنامه ریزی انرژی. وزارت نیرو.

۹. آمار تفضیلی صنعت برق . ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲. معاونت منابع انسانی و بهبود بهره وری. شرکت مادر تخصصی توانیر. وزارت نیرو.

10. http://www.cleanandgreen.org/
http://www.leonardoacademy.org

۱۱. رحیمی، نسترن.۱۳۸۲ .گزارش TOR3: Assessment of technology transfer needs for power generation, residential and commercial sectors and modalities to acquire them, to address climate change response goals, in Iran. دفتر برنامه ریزی انرژی. وزارت نیرو.

12. http://www.oecd.org

13. WMO.,UNEP., 2002.Climate change 2001 Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.