Archive of SID
فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی/ سال هفتم / شماره‌ی ۲۵/ تابستان ۱۳۸۹/ صفحات ۱۷۲- ۱۴۳

ارزیابی اقتصادی احداث نیروگاه بادی با ملاحظات مکانیسم توسعه‌ی پاک (CDM)

علی اصغر اسماعیل نیا

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، aeketabi@gmail.com

فائزه سادات سجادیان

کارشناس ارشد اقتصاد انرژی، sajadian2007@gmail.com

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۷ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۹

چکیده

در این مقاله ابتدا به روند تاریخی شکل‌گیری پروتکل کیوتو و سازوکارهای انعطاف پذیر آن از جمله مکانیسم توسعه‌ی پاک پرداخته می‌شود و در ادامه پتانسیل‌های ایران در جذب پروژه‌های CDM، وضعیت احداث نیروگاه‌های بادی و فواید حاصل از آن در دو سناریو مورد بررسی قرار می‌گیرد، به این ترتیب که در حالت اول درآمدها و هزینه‌های راه‌اندازی یک نیروگاه بادی در حالت معمول، یعنی بدون در نظر گرفتن مکانیسم توسعه‌ی پاک ارزیابی می‌شود و در سناریوی دوم، همین نیروگاه در قالب یک طرح مکانیسم توسعه‌ی پاک بررسی می‌شود. روش مورد استفاده در این مطالعه تحلیل هزینه فایده می‌باشد که با نرم افزار کامفار انجام شده است و در پایان نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در حال حاضر و با توجه به محدودیت‌های موجود بر سر راه پروژه‌های CDM در بخش نیروگاه بادی در ایران، تولید برق بادی، چندان مقرون به صرفه نمی‌باشد.

طبقه‌بندی JEL : Q42 , C88 , F18 , Q27

کلید واژه: مکانیسم توسعه‌ی پاک، انرژی‌های نو، مجوز کاهش انتشار، نیروگاه بادی

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

رویارویی خردمندانه و آگاهانه با مسائل زیست‌محیطی که جهان از بعد از انقلاب صنعتی با آن روبه رو است، از مهم‌ترین و تعیین‌کننده‌ترین جهت‌گیری‌هایی است که کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه با آن مواجهند، لذا تصمیم جهانی برای مقابله با پیامدهای انتشارات گازهای گلخانه‌ای، راه حلی مناسب و مطمئن در سلسله نشست‌هایی در کیوتوی ژاپن پیش روی گذاشت که از آن با عنوان پروتکل کیوتو یاد می‌شود. به منظور مبارزه با پدیده‌ی جهانی تغییر اقلیم، دو توافق نامه در جامعه بین‌الملل منعقد شد که عبارتند از:

۱- کنوانسیون تغییر آب و هوای سازمان ملل در سال ۱۹۹۲ در ریو

۲- پروتکل کیوتو در سال ۱۹۹۷

ریشه‌ی اصلی پروتکل کیوتو به مباحث کنوانسیون تغییرات آب و هوای سازمان ملل باز می‌گردد که این کنوانسیون در ژوئن ۱۹۹۲ در کنفرانس محیط زیست و توسعه‌ی سازمان ملل، برگزار شد. یکی از تبصره‌های کلیدی کنوانسیون تغییرات آب و هوای سازمان ملل در سال ۲۰۰۰، تعهدات داوطلبانه برای رساندن سطح میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به ۵ درصد کم‌تر از سطح سال ۱۹۹۰ می‌باشد.

اولین کنفرانس متعاهدین[۱] (COP[۲])، از ۲۸ مارس تا ۷ آوریل ۱۹۹۵ در برلین آلمان برگزار شد، که حاصل آن ایجاد محدودیت‌های انتشار گازهای گلخانه‌ای برای کشورهای ضمیمه‌ی I بود که دستور العمل برلین[۳] شناخته شد. در همان زمان یک گروه ویژه با تعداد زیادی از کشورها برای دستور العمل برلین (AGBM)[۴] شکل گرفت تا در عملی شدن تعهدات پس از سال ۲۰۰۰ بتوانند برنامه‌ی خاصی را طرح‌ریزی کنند. از جمله‌ی این اقدامات، تقویت تعهدات کشورهای ضمیمه‌ی I از طریق پذیرش یک پیمان بود. هم‌چنین COP1 از دبیرخانه کنفرانس درخواست کرد که دو نهاد دیگر را ایجاد کند.

---

۱ - کنفرانس اعضا یا متعاهدین، بالاترین رکن اساسی کنوانسیون تغییر آب و هواست، ۱۸۹ کشور جهان عضو کنوانسیون هستند و هر ساله جلسه‌های خود را برگزار می‌کنند.

2- Conference of Parties

3 - Berlin Mandate

4 -Ad Hoc Group on the Berlin Mandate

www.SID.ir

Archive of SID

یکی از نهادها تحت عنوان نهاد فرعی مشاوره تکنولوژی و علوم (SBSTA)[1] و دیگری نهاد فرعی اجرایی (SBI)[2] است.

گروه ویژه (AGBM)، بین اگوست ۱۹۹۵ تا دسامبر ۱۹۹۷ هشت بار تشکیل جلسه داد. جلسه‌ی چهارم گروه ویژه که با (COP2) دومین کنفرانس متعاهدین در ژنو در جولای ۱۹۹۶ مصادف شد، تحلیل عمیق خود را مبنی بر بندهای مختلف یک پیمان احتمالی ارائه داد. در جلسه‌ی پنجم گروه ویژه، دسامبر ۱۹۹۶، بحث‌ها بر روی این موضوع محوریت یافت که آیا برای عملی شدن تعهدات کشورهای ضمیمه‌ی I نیازی به تعبیه مکانیسم‌های انعطاف پذیر می‌باشد یا خیر؟ این مباحث با عنوان یک پیمان (پروتکل)، در ششمین و هفتمین جلسه‌ی گروه ویژه (AGBM) در مارس و آگوست ۱۹۹۷ شکل گرفت. برخی از بندها و تبصره‌های پروتکل طی مباحثی جرح و تعدیل شدند. بیش‌تر مباحث جلسه بر روی پیشنهاد اروپا مبنی بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به سطح سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۱۲، متمرکز بود. در اکتبر سال ۱۹۹۷، مصادف با هشتمین جلسه AGBM، بیل کلینتون درخواست کرد که کشورهای در حال توسعه نیز مشارکت معنی‌داری در کاهش انتشار داشته باشند. کشورهای گروه ۷۷ به علاوه بر چین، این موضع آمریکا را نپذیرفتند و بیان داشتند که هیچ تعهدی را پذیرا نخواهند شد.

کنفرانس سوم متعاهدین (COP3)، از اول تا ۱۱ دسامبر ۱۹۹۷ در کیوتوی ژاپن تشکیل شد که نمایندگان دولت‌ها، گروه‌های غیردولتی و خبرنگاران در این کنفرانس حضور داشتند. پس از ده روز مذاکرات رسمی و غیررسمی، در نهایت پیمان کیوتو در ۱۱ دسامبر ۱۹۹۷ مورد پذیرش قرار گرفت و از ۱۶ مارس ۱۹۹۸ برای امضا در دفتر سازمان ملل ارائه شد.

هدف اعلام شده‌ی پروتکل کیوتو این است که کشورهای ضمیمه‌ی I پروتکل باید سطح انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را تا دوره‌ی ۲۰۱۲-۲۰۰۸ به طور متوسط به حداقل ۵ درصد کم‌تر از سطح سال ۱۹۹۰ برسانند. گازهای گلخانه‌ای مورد نظر پروتکل

1 -Subsidiary Body on Science and Technological Advice.
2- Subsidiary Body on Implementation .

www.SID.ir

Archive of SID

کیوتو عبارتند از دی اکسید کربن (CO_2)، متان (CH_4)، اکسید نیتروژن (N_2O)، هیدروفلوروکربن‌ها (HFC_s)، پرفلوروکربن‌ها (PFC_s) و هگزافلوراید سولفور (SF_6).

در این پروتکل سهمیه‌ی کاهش انتشار هر یک از کشورها با هم متفاوت است، به‌طوری که در بین ۴۰ کشور ضمیمه‌ی I، برخی از کشورها مثل استرالیا، ایسلند و نروژ اجازه انتشار تا حد بیش از سطح انتشار سال ۱۹۹۰ را دارند. کشورهای زلاندنو، روسیه و اوکراین نیز متعهد هستند تا میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را در طول دوره‌ی ۲۰۱۲-۲۰۰۸ در سطح سال ۱۹۹۰ ثابت نگه دارند.

حصول اطمینان از دستیابی کشورها به سهمیه‌ی مورد نظر سبب شد که سازوکارهای انعطاف‌پذیری برای پروتکل کیوتو تعبیه شود. سازوکارهای مورد نظر در سه قالب کلی طرح‌ریزی شده‌اند، که عبارتند از تجارت انتشار (ET)[1]، پروژه‌های اجرای مشترک (JI)[2] و سازوکار توسعه‌ی پاک(CDM)[3].

از بین سازوکارهای سه گانه، فقط تجارت انتشار و اجرای مشترک، مختص کشورهای توسعه یافته (کشورهای ضمیمه‌ی I) می‌باشد و در این مقاله به آن‌ها پرداخته نمی‌شود، اما سازوکار توسعه‌ی پاک کشورهای در حال توسعه را نیز شامل می‌شود. بنابراین CDM در ارتباط با ایجاد فرصت مشارکت برای کشورهای در حال توسعه است. بر این اساس این مقاله تأکید خود را بر روی CDM خواهد گذاشت و در بخش ۲، مکانیسم توسعه پاک (CDM)، در بخش ۳، چرخه ی پروژه CDM، بخش ۴، وضعیت پروژه های CDM در ایران، بخش ۵، مروری بر مطالعات خارجی، بخش ۶، پتانسیل ایران برای پروژه‌های CDM، بخش ۷، ارزیابی مالی احداث نیروگاه بادی ۱۰ مگاواتی، بخش ۸، ارزیابی اقتصادی نیروگاه بادی ۱۰ مگاواتی و بخش ۹، نتیجه گیری و پیشنهادات ارائه می‌گردد.

۲- مکانیسم توسعه‌ی پاک (CDM)

سازوکار توسعه‌ی پاک در سال ۱۹۹۷ در بند ۱۳ پروتکل کیوتو به عنوان یک عامل برای ترفیع پایداری محیط زیست وضع شد. این سازوکار، هزینه‌های محدود کردن

1 - Emission Trade.
2 - Joint Implementation.
3 - Clean Development Mechanism.

www.SID.ir

Archive of SID

انتشار گازهای گلخانه‌ای را به حداقل می‌رساند. این پروژه‌ها سبب می‌شوند که کشورهای توسعه یافته با تأمین مالی پروژه‌های کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای در حال توسعه، با هزینه‌ی کم‌تر، تعهدات خویش را برای کاهش انتشار، عملی کند. در حقیقت پروژه‌های CDM شکل اصلاح شده‌ی پروژه‌های JI هستند که عمده تفاوت آن‌ها در این است که بر خلاف پروژه‌های JI که فقط ما بین کشورهای توسعه یافته انجام می‌گیرد، ما بین کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه اتفاق می‌افتد.

پروژه‌های CDM در دو سطح کوچک مقیاس و بزرگ مقیاس قابل پی ریزی هستند، که مهم‌ترین جنبه‌ی تفاوت این دو، مقیاس آن می‌باشد. سه نوع پروژه‌ی کوچک مقیاس در ضوابط و آیین نامه‌های مکانیسم توسعه‌ی پاک گنجانده شده است که عبارتند از:

- پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر با ظرفیت خروجی حداکثر معادل ۱۵ مگاوات
- پروژه‌های افزایش کارایی انرژی که موجب کاهش میزان مصرف در بخش عرضه و یا در بخش تقاضا می‌شوند و معادل با ۱۵ گیگا وات ساعت در سال هستند.
- سایر پروژه‌هایی که هم میزان انتشار حاصل از فعالیت انسان را کاهش می‌دهند و هم به‌طور مستقیم معادل ۱۵۰۰۰ تن دی اکسید کربن در سال منتشر می‌کنند.

- روشن است که سایر پروژه‌ها در گروه پروژه‌های بزرگ مقیاس طبقه‌بندی می‌شوند. برای تحقق این پروژه‌ها (کوچک مقیاس و بزرگ مقیاس) برای کشورهای در حال توسعه و میزبان نیز وظایفی در نظر گرفته شده است. نقش کشورهای میزبان در این رابطه عبارت است از:

- تصویب پروتکل کیوتو توسط مجلس آن کشور
- تعیین یک مرجع ملی
- ایجاد ضوابطی برای سازگاری پروژه با استراتژی‌های توسعه‌ی پایدار
- حصول اطمینان از این‌که در صورت لزوم، براساس قوانین محلی، مطالعه‌ی اثرات به طور کامل انجام می‌شود.
- ارائه‌ی تأییدیه رسمی برای تحویل پروژه‌ها به هیأت اجرایی (EB) سازوکار توسعه‌ی پاک

www.SID.ir

Archive of SID

بخش‌های عملیاتی پروژه‌های CDM شامل سه بخش کلی است که عبارتند از کمیته‌ی اجرایی (EB)، بخش عملیاتی منتخب (DOE) [1] و مرجع ملی (DNA) [2].

۲-۱- کمیته‌ی اجرایی (EB) [3]

پروژه‌های CDM تحت نظارت کمیته اجرایی (EB) هستند، که این کمیته مشتمل بر ۱۰ عضو است، که شامل یک نماینده از هر یک از ۵ منطقه‌ی بین‌المللی (آفریقا، آسیا، آمریکای لاتین و کارائیب، اروپای شرقی و مرکزی و کشورهای OECD)، یک عضو از دولت‌های در حال توسعه‌ی جزایر کوچک و دو عضو از کشورهای ضمیمه‌ی I و دو عضو از کشورهای غیرضمیمه‌ی I می‌باشد.

کمیته‌ی اجرایی، سازمان‌های مستقلی را که پروژه‌های CDM را (که در راستای کاهش انتشار است) پیشنهاد می‌دهند، تأیید کرده و به رسمیت می‌شناسد و وظیفه‌ی دیگر آن نیز نگهداری اسناد مربوط به CDM است که CERهای جدید و مدیریت مالیات CERها را بر عهده دارد.

هیأت اجرایی (EB) بر CDM نظارت دارد و وظیفه‌ی آن تصویب پروژه‌های CDM است. به طور ویژه وظایف زیر به عهده‌ی EB می‌باشد:

- تصویب روش‌های جدید در مورد سطح پایه‌ی انتشار برنامه‌های پایش و محدوده‌ی پروژه
- تأیید و در صورت نیاز تعلیق DOEها
- در دسترس قرار دادن اطلاعات عمومی در مورد فعالیت‌های CDM پیشنهادی و روش‌های مرتبط با توسعه‌ی یک پروژه CDM
- توسعه و ثبت CDM
- بازنگری تأیید پروژه و تأیید گزارش
- تهیه‌ی مجوز کاهش انتشار (CER) در ثبت CDM

1 - Designated Operational Entity.
2 - Designated National Authority.
3 - Executive Board .

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۲- بخش عملیاتی منتخب (DOE)[1]

بخش عملیاتی منتخب (DOE)، مسئول تأیید مجوزهای کاهش انتشار (CER)[2] است و اطلاعات جمع‌آوری شده توسط توسعه‌دهنده‌گان پروژه را براساس برنامه‌ی پایش تأیید می‌کند.

لازم به ذکر است در پروتکل کیوتو هیچ قانون و قاعده‌ی استانداردی برای تصاحب و تسهیم مجوز درنظر گرفته نشده است و این مساله بر مبنای قرارداد منعقد شده حل و فصل می‌شود.

بخش عملیاتی منتخب (DOE) توسط هیأت اجرایی CDM به رسمیت شناخته شده است که مسئولیت آن شامل موارد زیر می‌باشد:

- تأیید فعالیت‌های پروژه با توجه به CDM
- حصول اطمینان از دسترسی به اسناد توسعه و طرح پروژه
- جمع‌آوری نظرات عمومی در مورد اسناد پروژه و در نظر گرفتن آن‌ها
- تأیید کاهش انتشار گازهای گل‌خانه‌ای و مجوز آن‌ها

۲-۳- مرجع ملی (DNA)

هر یک از کشورهای عضو در پروتکل، ملزم به تعیین یک مرجع ملی برای کاربَر روی پروژه‌های CDM می‌باشند. در ایران سازمان بهینه سازی مصرف سوخت و سازمان حفاظت از محیط زیست هر کدام به طور بالقوه می‌توانستند به عنوان مرجع ملی هماهنگ کننده‌ی پروژه‌های CDM معرفی شوند، که این نقش در نهایت به سازمان حفاظت از محیط زیست محول شد. مهم‌ترین وظیفه، DNA ارزشیابی و تصویب پروژه‌های CDM در کشور است، که علاوه بر وظایف فوق نقش‌های دیگری نیز در کشورهای مختلف به این نهادها واگذار شده است که برخی از آن‌ها عبارتند از:

تهیه‌ی اطلاعات CDM در کشور، اطمینان از چارچوب قانونی مناسب و ظرفیت‌سازی برای این پروژه‌ها تولید اطلاعات فنی، ارزیابی فنی پروژه‌ها و تشویق سرمایه‌گذاری

1- Designated Operational Entity.
2- Certified Emission Reduction.

www.SID.ir

Archive of SID

۳- چرخه‌ی پروژه‌ی CDM

CDM می‌تواند شامل پروژه‌هایی باشدکه در زیر بخش‌های زیر واقع می‌شوند:

ـ تکنولوژی‌های انرژی‌های تجدیدپذیر

ـ بهبود کارایی انرژی از طرف عرضه و طرف تقاضا

ـ انتقال سوخت (مثل زغال سنگ، گاز طبیعی، زیست توده‌های پایدار)[1]

ـ نیرو و گرمای ترکیب شده (CHP)[2]

ـ ذخیره سازی و انهدام گازهای گلخانه‌ای

ـ کاهش انتشار در بخش حمل و نقل

- کاهش انتشار در بخش کشاورزی

ـ چاهک‌های جذب (جنگل سازی و احیای جنگل)

- مدرنیزه کردن واحدها و تجهیزات صنعتی موجود و استفاده از تکنولوژی و روش‌های تولیدی که شدت انتشار گازهای گلخانه‌ای کم‌تری دارند.

- بسط و گسترش کارخانه‌های موجودی که از تکنولوژی‌های با شدت انتشار پایین گازهای گلخانه‌ای استفاده می‌کنند.

- استفاده از ساختارهای جدیدی که از تکنولوژی‌ها و فرایندهای تولید با شدت انتشار پایین گازهای گلخانه‌ای استفاده می‌کنند.

۴- وضعیت پروژه‌های CDM در جهان

اولین پروژه‌ی CDM که بعد از فشار وارد شدن به پروتکل در ۱۶ فوریه‌ی ۲۰۰۵ به ثبت رسید، پروژه‌ی کاهش انتشار گاز متان بود. ثبت این پروژه اولین مرحله از اجرای CDM را آغاز کرد. این پروژه در ریودوژانیرو برزیل در یک زمین انباشت زباله استقرار یافته است که با جذب متان برای استفاده در تولید برق، به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کند که یک طرح سالم و همراه با مزایا و منافع محیط زیستی می‌باشد. انتظار می‌رود که این طرح بتواند سالانه ۳۱۰۰۰ تن متان را کاهش دهد. این مقدار مطرح در پروتکل کیوتو، برابر با کاهش ۶۷۰٬۰۰۰ تن CO_2 در سال است.

1- Sustainable Biomass.

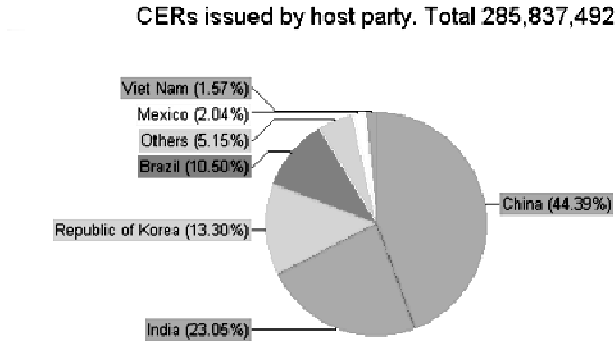
2 -Combined Heat and Power.

www.SID.ir

Archive of SID

سرمایه‌گذار این پروژه برخی از شرکت‌های هلندی و انگلیسی می‌باشد. به طور بالقوه اجرای این پروژه مدل و نمونه‌ی خوبی برای سایر پروژه‌های مشابه در برزیل و سایر جهان به شمار می‌رود. لازم به ذکر است که تعداد پروژه‌های به ثبت رسیده‌ی مکانیسم توسعه‌ی پاک با توجه به میزان گواهی کاهش انتشار صادر شده مشخص می‌شود.

بر اساس اطلاعات دبیرخانه‌ی هیئت اجرایی، کل میزان گواهی‌های کاهش انتشار صادر شده تا ماه آوریل ۲۰۰۹ در حدود ۲۸۵ میلیون گواهی می‌باشد. از سوی دیگر چنان‌که از شکل یک پیداست در بین کشورهای در حال توسعه بیش‌ترین گواهی‌های کاهش انتشار صادر شده به ترتیب مربوط به کشورهای چین با ۴۴ درصد، هند با ۲۳ درصد، کره‌ی جنوبی با ۱۳ درصد، برزیل با ۱۰ درصد و سایر کشورها در حدود ۵ درصد می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که بیش از ۹۰ درصد از درآمدهای حاصل از مکانیسم توسعه‌ی پاک به چهار کشور چین، هند، کره جنوبی و برزیل اختصاص یافته است و سهم باقی دنیا به اضافه‌ی کشورهای مکزیک و ویتنام در حدود ۱۰ درصد می‌باشد. در این میان ایران به‌دلیل عدم توسعه‌ی پروژه‌های مکانیسم پاک سهمی در این بازار ندارد.



منبع: http://cdm.unfccc.int(c)07.05.2009 14:53

شکل ۱- بررسی میزان گواهی‌های کاهش انتشار صادر شده تا ماه آپریل ۲۰۰۹

طبق اطلاعات موجود در سایت کنوانسیون ملی تغییرات آب و هوا (UNFCCC) تا آپریل سال ۲۰۰۹، ۴۲۰۰ پروژه تعریف شده و ۱۵۹۳ پروژه‌ی CDM به ثبت رسیده است، که در این میان ۶۶ مورد نیز هم اکنون درخواست ثبت ارائه داده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

۵- مروری بر مطالعات خارجی

در این قسمت به مطالعه‌ی موردی سه نیروگاه بادی ثبت شده در بخش پروژه‌های مکانیسم توسعه‌ی پاک کنوانسیون تغییرات آب و هوای سازمان ملل پرداخته می‌شود، که مراحل ثبت، تأیید و متدولوژی اجرای این پروژه‌ها در قسمت قبل با عنوان ساز و کار توسعه‌ی پاک توضیح داده شد.

۵-۱- نیروگاه بادی بین توان

نیروگاه بادی "بین توان"[1] در کشور ویتنام با ظرفیت تولید ۳۰ مگاوات در سال، احداث شده است. طبق ضوابط پروژه‌های مکانیسم توسعه‌ی پاک، کشور ویتنام کشور میزبان است که این پروژه را تحت حمایت مالی و تکنولوژیکی کشور کره به عنوان کشور عضو ضمیمه‌ی ۱ پروتکل کیوتو راه‌اندازی کرده است.

همان‌طور که در قبل عنوان شد، پروژه‌هایی که بیش از ۱۵ مگاوات برق در سال تولید می‌کنند جزء پروژه‌های بزرگ مقیاس هستند. میزان کاهش انتشار دی‌اکسید کربن حاصل از احداث این نیروگاه ۵۷۹۸۸ تن در سال می‌باشد و این پروژه در تاریخ ۶ آپریل ۲۰۰۹ به ثبت رسیده است.

۵-۲- نیروگاه بادی اسوریو

نیروگاه بادی "اسوریو"[2] در کشور برزیل با ظرفیت تولید ۱۵۰ مگاوات در سال احداث شده است. کشور برزیل به عنوان کشور میزبان و کشور اسپانیا به عنوان کشور عضو ضمیمه‌ی ۱ پروتکل کیوتو هستند. این نیروگاه نیز در زمره‌ی پروژه‌های بزرگ مقیاس می‌باشد و از تولید ۱۴۸۳۲۵ تن دی اکسید کربن در سال جلوگیری می‌کند.

این پروژه در تاریخ ۲۸ دسامبر ۲۰۰۶ به ثبت رسیده و جزء پروژه‌های مکانیسم توسعه‌ی پاک قرار گرفته است.

1- Binh Thuan.
2- Osorio.

www.SID.ir

Archive of SID

۵-۳- نیروگاه بادی زافرانا

نیروگاه بادی" زافرانا"[1] در کشور مصر به عنوان کشور میزبان قرار دارد. کشور دانمارک به عنوان کشور ضمیمه‌ی ۱ مسئولیت حمایت مالی و تکنولوژیکی این پروژه را بر عهده دارد.

ظرفیت تولید این نیروگاه ۱۲۰ مگاوات در سال و جزء پروژه‌های بزرگ مقیاس می‌باشد و از تولید ۱۹۷۴۲۲ تن دی اکسید کربن در سال ممانعت می‌کند این پروژه در تاریخ ۲۶ می‌جزء پروژه‌های مکانیسم توسعه‌ی پاک به ثبت رسیده است.

۶- پتانسیل ایران برای پروژه‌های CDM

پروتکل کیوتو از ۲۷ بهمن سال ۱۳۸۳ (۱۶ فوریه ۲۰۰۵) پس از امضای روسیه جنبه‌ی اجرایی یافت. در این زمان بیش از ۱۴۰ کشور جهان این پیمان را امضاء کرده بودند. در ایران نیز در دوره‌ی مجلس ششم این پیمان به تصویب مجلس رسید، ولی شورای نگهبان عضویت ایران در این پیمان را مغایر با اصل ۱۳۹ و بند ۱۳ اصل قانون اساسی قلمداد کرد، اما پس از مذاکرات انجام گرفته سوء تفاهم شورای نگهبان برطرف شد و ایران نیز در ۳۱ مرداد ماه سال ۱۳۸۵ (۲۲ آگوست ۲۰۰۶) به جمع امضاءکنندگان این پیمان پیوست. بر اساس منابع موجود، سازمان حفاظت از محیط زیست به عنوان مرجع ملی هماهنگ‌کننده پروژه‌های CDM، (DNA) معرفی شده و برخی طرح‌ها نیز با عنوان پروژه‌هایی که قابلیت استفاده از CDM را دارند به سازمان محیط زیست ارسال شده‌اند. شدت مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های اقتصادی ایران بالاست.

بخش حمل و نقل بیش‌ترین حجم از انتشار CO_2 در بین بخش‌های اقتصادی کشور را دارد و بخش تولید محصولات کانی غیرفلزی نیز در جایگاه دوم قرار گرفته است. در سال ۱۳۷۸ میزان انتشار دی‌اکسیدکربن به طور مستقیم توسط خانوارها (در فعالیت‌های پخت و پز و در گرمایش و سرمایش ساختمان‌ها و ... و بدون احتساب مصرف بنزین توسط وسایط نقلیه‌ی شخصی) ۷۲۰۴۸۴۵۷ تن بوده است که این رقم

1- Zafarana.

www.SID.ir

Archive of SID

بسیار بالاتر از انتشار CO_2 توسط بخش حمل و نقل می‌باشد که همه‌ی این‌ها نشانگر پتانسیل بالای ایران برای جذب پروژه‌های CDM است.

در رابطه با به کارگیری مکانیسم توسعه‌ی پاک در ایران، پرداختن به انرژی‌های نو و استفاده برنامه‌ریزی شده از آن‌ها بهترین راه حل برای مواجه شدن با بحران‌های زیست‌محیطی ناشی انرژی‌های فسیلی و شوک‌های قیمتی آن‌ها می‌باشد، چراکه ایران کشوری است که از نظر داشتن منابع انرژی تجدیدپذیر نظیر انرژی خورشیدی، انرژی زمین گرمایی، انرژی زیست توده، انرژی برق آبی و انرژی باد، از مزیت‌های فراوانی برخوردار است .

در این میان به دلیل اهمیت انرژی باد و فراوانی مناطق بادخیز در ایران، به ارزیابی اقتصادی یک نیروگاه بادی ۱۰ مگاوتی در سایت منجیل پرداخته می‌شود، تا مقایسه‌ی تامل برانگیزی بین استفاده از برق بادی در دوحالت با در نظر گرفتن مکانیسم توسعه‌ی پاک و بدون آن انجام پذیرد.

۷- ارزیابی مالی احداث نیروگاه بادی ۱۰ مگاواتی

۷-۱- حالت اول (بدون در نظر گرفتن مکانیسم توسعه‌ی پاک و درآمد حاصل از فروش مجوز کربن)

اطلاعات این پروژه بر اساس ترتیب ورود اطلاعات به نرم افزار کامفار، لحاظ و نتایج هر مرحله در پایان آورده شده است.

۷-۱-۱- شرح پروژه

۱۵ عدد توربین، هریک با ظرفیت تولید ۶۶۰ کیلو وات، که در مجموع ۹۹۰۰ کیلو وات و یا ۹.۹ مگاوات می‌تواند برق تولید کند.

- طول عمر پروژه ۲۰ سال می‌باشد .
- ضریب تولید[1] ۲۵ درصد.

1- Production Factor.

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین ضریب ظرفیت سایت‌های خوب ایران ۳۰ درصد است، که با درنظر گرفتن ضریب دسترسی[۱] که نحوه‌ی بهره‌برداری آن را معین می‌کند و هم‌چنین محاسبه‌ی کل تلفات، به دست می‌آید.

- مدت زمان خرید زمین تا مرحله‌ی ساخت، یک سال می‌باشد.

هزینه‌های (EPC) نیروگاه، ۱۲۰۰ یورو به ازای هر کیلو وات می‌باشد که شامل مهندسی، خرید و ساخت است و هر یورو نیز ۱۴۰۰۰ ریال محاسبه شده است.

EPC: Engineering + Procurement + Construction

- هزینه‌ی تعمیرات و نگهداری: ۲ درصد هزینه‌ی سرمایه‌گذاری[۲] در نظر گرفته می‌شود.

- نرخ تبدیل ارز به ازای هر یورو ، ۱۴۰۰۰ ریال می‌باشد.

- نرخ تنزیل: نرخ تنزیل برابر ۱۰ درصد در نظر گرفته شده، که برای پروژه‌های برق بادی همین مقدار در نظر گرفته می‌شود.

- تأمین مالی پروژه: فرض بر اینست که این پروژه توسط بخش خصوصی و بدون اخذ وام و تماما با آورده‌ی نقدی (Equity shares) به مبلغ ۱۸۷۲۵۸۵۰۰ هزار ریال انجام شود.

- به علت کمک‌های دولت به انرژی‌های تجدیدپذیر، این پروژه معاف از مالیات است.

- نرخ استهلاک توربین‌ها سالانه ۵ درصد می‌باشد.

- قیمت برق برای ۲۰ سال به طور یکنواخت ۱۲۳۳ ریال بر کیلووات ساعت خواهد بود که نحوه‌ی محاسبه‌ی این قیمت به این صورت است که طبق ماده‌ی ۶۲ آیین نامه‌ی تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت در ساعات اوج مصرف و ساعات میان باری که شامل بیست ساعت در شبانه روز می‌باشد، ۱۳۰۰ ریال و برای چهارساعت کم بار باقیمانده‌ی هر ساعت ۹۰۰ ریال است، که میانگین آن ۱۲۳۳ ریال برای هر کیلو وات ساعت، محاسبه می‌شود.

$$\frac{۹۰۰\times۴+۱۳۰۰\times۲۰}{۲۴}=۱۲۳۳\text{Rial}/\text{Kw}$$

۱- ضریب دسترسی، شاخصی است که با در نظر گرفتن عواملی نظیر مکان مناسب برای نصب نیروگاه بادی، دسترسی به خطوط انتقال، قیمت زمین مورد استفاده و مسائل زیست‌محیطی محاسبه می‌شود.

۲ - چاپارزاده، ۱۳۸۶.

www.SID.ir

Archive of SID

- قیمت هر متر مربع زمین در سایت منجیل، یعنی محل احداث این نیروگاه، ۲۵۰۰۰ ریال می‌باشد، البته چون زمین مورد استفاده جزء زمین‌های خارج از شهر منجیل است، دارای قیمت پایینی می‌باشد. با توجه به این‌که طبق محاسبات انجام گرفته به ازای هر کیلو وات ظرفیت نصب شده، به ۹ متر مربع زمین نیاز است و نیرو گاه مورد مطالعه ۹۹۰۰ کیلو واتی می‌باشد، پس در مجموع ۱۰۰ ۸۹ متر مربع زمین مورد نیاز است.

جدول ۱- اطلاعات اقتصادی نیروگاه بادی ۱۰ مگاواتی سایت منجیل و مستندات آن

ملاحظات	مقدار	مستندات
ظرفیت نیروگاه (MW)	۱۰	به دلیل عدم نیاز به احداث پست و راحتی تزریق به شبکه
عمر هر توربین (سال)	۲۰	منابع سازندگان توربین بادی
ضریب تولید خالص نیروگاه	٪۲۵	میانگین سایت‌های خوب ایران طبق مطالعات اطلس باد
هزینه‌ی EPC نیروگاه (بدون زمین) (€/kW)	۱۲۰۰	بر اساس اطلاعات تولیدکنندگان داخلی و خارجی
مساحت زمین مورد نیاز (m^2/kW)	۹	برآورد فنی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی
قیمت زمین (m^2/ریال)	۲۵۰۰۰	برآورد معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی
نرخ تسعیر ارز (€ / ریال)	۱۴۰۰۰	میانگین بهار سال ۸۷ بانک مرکزی
زمان ساخت نیروگاه (سال)	۱	تجارب قبلی در سانا (بر اساس شرایط خوب و ایده‌آل)
هزینه‌ی تعمیرات و نگهداری (kWh/ریال)	۱۳۸	بر اساس تجربه سایت‌های داخلی و مراجع معتبر خارجی
سهم وام صندوق ذخیره‌ی ارزی	٪۸۵	شرایط خوب بر اساس دستورالعمل صندوق ذخیره‌ی ارزی
بهره‌ی وام	٪۶.۶۸	میانگین بهار سال ۸۷ لیبور اروپا + ۲
تعداد بازپرداخت اقساط وام بانکی (۶ ماهه)	۱۷	شرایط خوب بر اساس دستورالعمل صندوق ذخیره‌ی ارزی
نرخ تنزیل	٪۱۰	-
نرخ تورم	٪۰/۰	-
ضریب مالیاتی	٪۰	قانون مالیات‌های مستقیم
مدت تنفس وام بانکی (۶ ماهه)	۱	-
ارزش اسقاطی توربین‌ها و زمین	٪۵	-

منبع: دفتر مطالعات استراتژیک سازمان انرژی‌های نو ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

در محاسبات، نرخ تورم لحاظ نشده و تمامی محاسبات با قیمت‌های ثابت است، چرا که قیمت برق حاصل از انرژی تجدیدپذیر، توسط دولت تعیین می‌شود و مقدار آن لزوما از تورم تبعیت نمی‌کند. هم‌چنین به دلیل مشخص نبودن تورم در طول مدت قرارداد خرید تضمینی برق (برای مدت زمان ۲۰ سال) و پرهیز از لحاظ کردن نرخ تورم غیرواقعی و در نتیجه کاهش دقت محاسبات، تعرفه‌ها بدون تعدیل سالیانه و براساس شرایط سال مبنا محاسبه شده است.

۷-۱-۲- برنامه‌ریزی زمانی پروژه

برنامه‌ی زمانی پروژه شامل دوره‌ی ساخت و دوره‌ی بهره برداری می‌باشد:

دوره‌ی ساخت

تاریخ شروع ساخت پروژه، ۱/ ۱۳۹۰ می‌باشد، که شامل خرید و آماده‌سازی زمین و زیر بنا است. اما طول مدت زمان نصب توربین‌ها دو ماه می‌باشد، که از ماه اول سال ۱۳۹۱ آغاز می‌شود در ماه اول، ۸ توربین و در ماه دوم ۷ توربین باقی مانده نصب و راه‌اندازی می‌شوند. لازم به ذکر است هم‌زمان با نصب اولین توربین، وارد دوره‌ی تولید می‌شویم.

دوره‌ی بهره برداری

زمان شروع بهره‌برداری طبیعتا بعد از راه‌اندازی اولین توربین می‌باشد. تعداد سال‌های بهره برداری ۲۰ سال و زمان پایان عمر پروژه نیز ۱۲/ ۱۴۱۰ می‌باشد.

سال پایه

سال پایه، سالی است که برای محاسبات نقطه‌ی سربه سر در نظر گرفته می‌شود و این سال باید سالی باشد که نیروگاه در ظرفیت کامل خود عمل می‌کند برای این پروژه طبق محاسبات انجام گرفته توسط خود نرم افزار ۱۳۹۰/۱۲ می‌باشد.

۷-۱-۳- هزینه‌های ثابت سرمایه‌گذاری

- زمین و توربین‌ها

در مورد هزینه‌ی خرید زمین، همان‌طور که پیش‌تر توضیح داده شد، ۲۵۰۰۰ ریال به ازاء هر متر مربع و قیمت هر توربین ۶۶۰ مگاواتی هم بر اساس اطلاعات دفتر مطالعات استراتژیک سازمان انرژی‌های نوی ایران ۱ میلیارد تومان می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

ماشین آلات و تجهیزات[1]

هزینه‌ی خرید، نصب، تجهیزات و راه‌اندازی ۱۵ توربین ۶۶۰ کیلوواتی با در نظر گرفتن نرخ ارز ۱۴۰۰۰ یورو و هزینه (EPC) ۱۲۰۰ یورو به ازای هر کیلو وات ساعت که در تاریخ ۱۳۹۰/۷ پرداخت شده، به صورت زیر محاسبه شده است:

پس در کل داریم:

هزار ریال $۱۵ \times ۱۴۰۰۰ \times ۱۲۰۰ \times ۶۶۰ = ۱۶۶۳۲۰ \times ۱۰^{۶}$

- هزینه‌های تولید[2]

بر اساس محاسبات دفتر مطالعات اقتصادی و استراتژیک سازمان انرژی‌های نوی ایران (سانا)، هزینه‌های تولید، ۱۳۸ ریال به ازای هر کیلووات ساعت می‌باشد. در مجموع، ۱۵ توربین نصب و راه‌اندازی شده، که توان تولید هریک ۶۶۰ کیلو وات ساعت را دارند و با ۲۵ درصد ظرفیت، برق تولید می‌کنند، از حاصل‌ضرب این اعداد و تقسیم آن بر ۱۲، مقدار تولید برای یک ماه محاسبه می‌شود. قیمت هم بر اساس محاسبات انجام گرفته که قبلا توضیح داده شد، ۱۳۸ ریال به ازای هر کیلووات ساعت می‌باشد.

برای ماه اول تولید $۱۸۰۶۷۵۰ Kw/h = ۱۲ / ۶۶۰ \times ۸۷۶۰ \times ۱۵ \times ۰/۲۵$

هزار ریال $۱۸۰۶۷۵۰ \times ۱۳۸ = ۲۴۹۳۳۱۵۰۰$

۷-۱-۴- محصولات

در سناریوی اول محصول نیروگاه بادی فقط برق است، که تولید آن از سال ۱۳۹۱ به مدت ۲۰ سال تا سال ۱۴۱۰ با ظرفیت اسمی ۲۱۶۸۱۰۰۰ ساعت می‌باشد برای محاسبه‌ی مقدار تولید مرتبط با ظرفیت اسمی تعداد ۱۵ عدد توربین هریک با ظرفیت ۶۶۰ کیلو وات به مدت ۸۷۶۰ ساعت با ضریب تولید (دسترسی) ۲۵ درصد استفاده می‌شود.

مقدار محاسبه‌ی شده برای یک سال بر حسب کیلووات ساعت $۲۱۶۸۱۰۰۰ = ۶۶۰ \times ۸۷۶۰ \times ۰/۲۵ \times ۱۵$

۷-۱-۵- برنامه‌ی فروش

محاسبه‌ی مقدار تولید که در قسمت بالا توضیح داده شد و قیمت فروش هم که همان عدد ۱۲۳۳ ریال می‌باشد، که محاسبه‌ی آن قبلا توضیح داده شد.

1- Plant Machinery and Equipment.
2- Repair Maintenance Material.

www.SID.ir

Archive of SID

اطلاعات مربوط به هزینه‌های طرح در جدول ۲ به شرح زیر ارائه شده است:

جدول ۲- طبقه بندی هزینه‌های طرح

ردیف	شرح	مقدار (هزار ریال)
	هزینه‌های سرمایه‌گذاری:	
	۱- خرید زمین	۲۲۲۷۵۵۰۰
	۲- هزینه‌ی **EPC** (مهندسی خرید ساخت)	۱۶۶۳۲۰۰۰۰
	۳- هزینه‌ی مالی	۲۹۶۲۷۱۳.۶۰
	۴- افزوده در سرمایه در گردش	۷۴۸۱۱۷.۱۵
	- مجموع	۱۷۲۲۵۸۳۳۰
	هزینه‌های تولید:	
	۱- هزینه‌ی تعمیرات و نگهداری	۳۴۴۵۱۶۶.۶

نتایج محاسبات نرم افزار کامفار با توجه به اطلاعات فوق:

جدول ۳- محاسبه‌ی خالص ارزش فعلی و نرخ بازدهی داخلی بدون ملاحظات CDM

ردیف	شرح	مقدار محاسبه شده
۱	خالص ارزش فعلی کل سرمایه (هزار ریال)**NPV**	۳۰۸ ′۵۸′۵۶۳ (هزارریال)
۲	نرخ بازدهی داخلی سرمایه‌گذاری **IRR**	۱۰ /۱ درصد

منبع: محاسبات پژوهشگران

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در این حالت احداث نیروگاه بادی توجیه اقتصادی دارد، اما مسئله‌ی مهم در این پژوهش اثبات این مسئله نیست، بلکه این مقاله به‌دنبال مقایسه‌ی این حالت با حالت احداث این نیروگاه، با ملاحظات مکانیسم توسعه‌ی پاک بوده که در قسمت بعدی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در هر دو حالت با توجه به محاسبات نرم افزار در سال دهم تولید بازگشت سرمایه انجام می‌پذیرد.

۷-۲- ارزیابی اقتصادی احداث نیروگاه بادی با در نظر گرفتن مکانیسم توسعه‌ی پاک

همین پروژه را در حالت یک طرح (CDM) انجام می‌دهیم، با این تفاوت که در قسمت محصولات نرم افزار کامفار، کربن هم اضافه می‌شود و در قسمت هزینه‌های ثابت

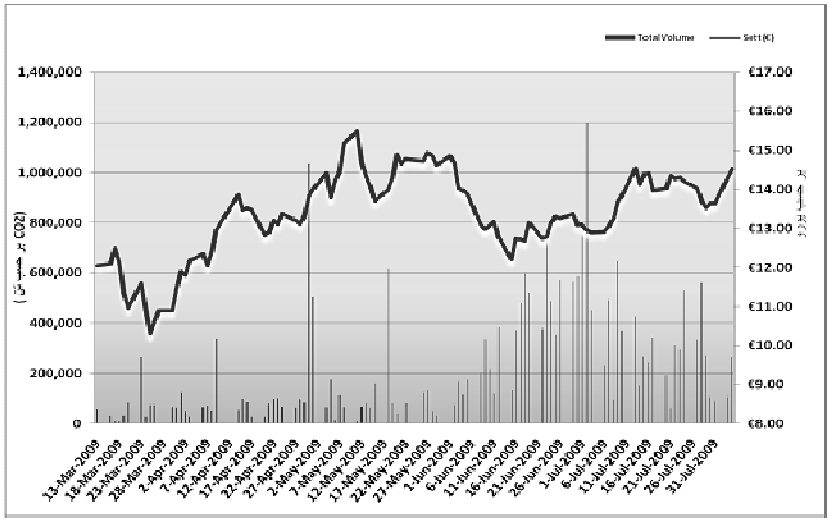
www.SID.ir

Archive of SID

سرمایه‌گذاری، هزینه‌های مربوط به صدور مجوز انتشار دی اکسید کربن هم اضافه می‌شود که میزان آن بین ۱۰ تا ۱۲ درصد درآمد حاصل از فروش دی اکسید کربن در هر سال می‌باشد که (در این‌جا، ۱۰ درصد هزینه‌های ثابت سرمایه‌گذاری در نظر گرفته شده است)[1]. هم‌چنین در این حالت در قسمت برنامه‌ی فروش، مجوز کربن هم اضافه می‌شود که نحوه‌ی محاسبه‌ی قیمت و مقدار آن در ادامه مطرح می‌شود.

۷-۲-۱- تعیین قیمت فروش دی اکسید کربن

با مراجعه به سایت بازار کربن اروپا که اطلاعات دقیقی از قیمت‌های ماهانه‌ی فروش گواهی کاهش انتشار دی اکسید کربن [2] (CER) به دست می‌دهد و دقت در نمودار زیر، حدوداً قیمت ۱۴ یورو مشاهده می‌شود، اما این قیمتی است که کشور ضمیمه‌ی ۱ مجوز کربن را به بانک جهانی می‌فروشد و در حقیقت با قیمت ۷ یورو مجوز را از کشور میزبان خریداری می‌کند و ما به تفاوت این دو قیمت را سود می‌برد.



منبع: سایت بازار کربن اروپا: WWW.ECE.COM

نمودار ۱- قیمت فروش مجوز کاهش انتشار دی اکسید کربن

---

۱ - چیت سازی (۱۳۸۷).

2 -Certified Emission Reduction

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین مقدار دی اکسید کربن حاصل از نیرو گاه‌های کشور

با مراجعه به جدول (۴) که بر گرفته از ترازنامه‌ی انرژی سال ۱۳۸۶ می‌باشد، مشاهده می‌شود که میانگین دی اکسید کربن تولیدی از نیروگاه‌های کشور ۶۴۵/۸۸۵ گرم بر کیلو وات ساعت می‌باشد، به طور واضح‌تر یعنی به ازائ تولید هر کیلو وات ساعت برق، ۶۴۵/۸۸۵ گرم دی اکسید کربن تولید می‌شود. البته باید توجه شود که میانگین تولید دی اکسید کربن نیروگاه‌های کشور در نظر گرفته شده و ارقام تقریبی هستند.

جدول ۴- میانگین دی اکسید کربن منتشر شده توسط نیروگاه‌های کشور

نوع نیروگاه	بخاری	سیکل ترکیبی	گازی	دیزلی	میانگین کل
میانگین مقدار دی اکسید کربن منتشره (گرم بر کیلووات ساعت)	۴۰۴.۷	۵۲۶.۵	۸۲۵.۷	۸۲۴.۶	۶۴۵.۸۸۵

منبع : ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۶

با توجه به این‌که نیروگاه مورد مطالعه این پروژه دارای تولید سالانه‌ی ۲۱۶۸۱۰۰۰ کیلو وات ساعت می‌باشد و به ازائ تولید هر کیلو وات ساعت، ۶۴۵/۸۸۵ گرم دی‌اکسید کربن تولید می‌شود، پس این پروژه به طور تقریبی قابلیت جذب ۱۴۰۰۰ تن دی اکسید کربن در سال را داراست.

نتایج محاسبات نرم افزار در این حالت در جدول زیر مشاهده می‌شود:

جدول ۵- محاسبه‌ی خالص ارزش فعلی و نرخ بازدهی داخلی با در نظر گرفتن درآمد و هزینه‌ی CER

ردیف	شرح	مقدار محاسبه شده
۱	خالص ارزش فعلی کل سرمایه (هزار ریال)NPV	۷۵۶ ′۶۶۶ ′۶۶ (هزار ریال)
۲	نرخ بازدهی داخلی سرمایه‌گذاری IRR	۱۱.۳ درصد

منبع: محاسبات پژوهشگران

از مقایسه‌ی دو حالت فوق مشاهده می‌شود که ارزش حال پروژه در حدود ۱۰ میلیارد ریال و نرخ بازدهی داخلی نیز ۱ درصد افزایش یافت.

www.SID.ir

Archive of SID

به این ترتیب مشاهده می‌شود استفاده از مکانیسم توسعه‌ی پاک تا حدودی موجب اقتصادی‌تر شدن تولید برق از انرژی بادی می‌شود. از سوی دیگر اقتصادی شدن تولید برق با استفاده از مکانیسم توسعه‌ی پاک موجب افزایش تولید برق بادی و افزایش سهم آن در سبد انرژی کشور می‌شود.

با توجه به این‌که ایران جزء کشورهای صادر کننده‌ی نفت می‌باشد و بین افزایش قیمت نفت و افزایش قیمت دی اکسید کربن طبق توضیحی که در ادامه می‌آید، رابطه‌ی مستقیمی وجود دارد در حالت بعدی نتایج محاسبات نرم افزار را در حالتی که قیمت نفت افزایش یابد به دنبال آن قیمت کربن هم از ۷ یورو به ۹ یورو برسد، بررسی می‌شود.

۷-۲-۲- تحلیل حساسیت تغییرات قیمت کربن نسبت به تغییرات قیمت نفت

بررسی روند قیمت گواهی کربن با قیمت نفت و تحلیل رابطه‌ی علت و معلولی این دو، می‌تواند به عنوان ابزار مناسبی برای پیش‌بینی آتی بازار کربن و قیمت‌های آن به کار رود. نمودار ۱، روند تغییرات قیمت گواهی کربن (EUA) و قیمت نفت برنت در بازارهای جهانی را نشان می‌دهد.

- بررسی رفتار قیمتی گواهی کربن و قیمت نفت

بررسی روند قیمت گواهی کربن با قیمت نفت و تحلیل رابطه‌ی علت و معلولی این دو می‌تواند به‌عنوان ابزار مناسبی برای پیش‌بینی آتی بازار کربن و قیمت‌های آن به‌کار رود. شکل (۲)، روند تغییرات قیمت گواهی کربن (EUA) و قیمت نفت برنت در بازارهای جهانی را نشان می‌دهد.

همان‌طور که از شکل پیداست، در فاصله‌ی زمانی ماه ژولای ۲۰۰۶ تا ماه نوامبر ۲۰۰۸ میلادی، تغییرات قیمت کربن با تغییرات قیمت نفت تقریبا روند مشابهی را طی می‌کنند، به‌طوری که با افزایش قیمت نفت تا ماه ژوئن ۲۰۰۸، قیمت کربن نیز روند صعودی دارد و پس از آن با کاهش قیمت نفت، قیمت گواهی کربن نیز روند نزولی به خود گرفته است. عوامل متعددی می‌توانند بر این موضوع تأثیرگذار باشند، ولی همبستگی بین قیمت نفت و گواهی را می‌توان چنین تفسیر کرد که افزایش قیمت نفت ناشی از افزایش تقاضا برای حامل‌های انرژی است، که در اثر افزایش فعالیت‌های صنعتی اتفاق می‌افتد. این امر موجب افزایش میزان انتشار و به تبع آن تقاضای گواهی کربن در بازارهای کربن می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منبع: همان

شکل ۲- تغییرات هماهنگ قیمت کربن و قیمت نفت در بازارهای جهانی

در مورد کشورهای صادرکننده‌ی نفت از جمله ایران می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که با افزایش قیمت نفت در صورتی‌که از منافع حاصل از تجارت انتشار و مکانیسم توسعه‌ی پاک هم بهره برده باشند، در این‌صورت از دو جهت منتفع خواهند شد، هم ازجهت درآمدهای حاصل از فروش نفت و هم از جهت درآمدهای حاصل از افزایش قیمت مجوز انتشار.

در حال حاضر پیش‌بینی می‌شود که قیمت صدور مجوز انتشار، از ۷ یورو به ۹ یورو افزایش یابد، که در این‌صورت بهبود شاخص‌های اقتصادی طرح به شرح جدول ۶ خواهد بود:

جدول ۶ – محاسبه‌ی خالص ارزش فعلی و نرخ بازدهی داخلی در صورت افزایش قیمت CER

ردیف	شرح	مقدار محاسبه شده
۱	خالص ارزش فعلی کل سرمایه (هزار ریال)NPV	۷۰٬۶۸۹٬۱۷۵ هزار ریال
۲	نرخ بازدهی داخلی سرمایه‌گذاری IRR	۱۱ درصد.۶

منبع: محاسبات پژوهشگران

www.SID.ir

Archive of SID

۷-۳- محاسبه‌ی قیمت تمام شده‌ی برق تولیدی از روش معادل هزینه LCOE[1]

هدف از عنوان کردن روش معادل هزینه، به دست آوردن قیمت تمام شده‌ی برق بادی به شیوه‌ی اقتصادی مرسوم بوده، تا با مقایسه‌ی قیمت تمام شده از این روش با روش به کار برده شده در ماده‌ی ۶۲ تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت که مربوط به قیمت فروش برق تجدیدپذیر می‌باشد مشخص شود که در هر صورت احداث نیروگاه بادی تا چه میزان مقرون به صرفه است.

۷-۳-۱- محاسبه‌ی قیمت تمام شده‌ی برق تولیدی بدون در نظر گرفتن ملاحظات مکانیسم توسعه‌ی پاک

به زبان ساده این روش عبارت است از تقسیم هزینه‌ی سالیانه بر انرژی خروجی سالیانه که از روش‌های رایج در برآورد اقتصادی طرح‌های نیروگاهی به ویژه نیروگاه‌هایی که با انرژی نو فعالیت می‌کنند، می‌باشد و برای محاسبه‌ی قیمت تمام شده‌ی برق تولیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای محاسبه‌ی قیمت تمام شده‌ی برق تولیدی می‌بایست مجموع هزینه‌ی تعمیر و نگهداری و هزینه‌های سرمایه‌گذاری را بر تولید ناویژه یا همان انرژی خروجی ناخالص تولیدی تقسیم کرد.

$$\mathrm{LCOE} = \frac{\mathrm{AC} + \mathrm{O\&M} + \mathrm{Pf}}{\mathrm{Eout}}$$

AC = هزینه‌ی سرمایه‌گذاری متوسط سالانه‌ی تنزیل شده

O &M = هزینه‌ی تعمیرات و نگهداری تنزیل شده

Pf = هزینه‌ی سوخت مصرفی که برای نیروگاه بادی صفر می‌باشد .

نحوه‌ی محاسبه‌ی AC

هزینه‌ی کل سرمایه‌گذاری را محاسبه کرده و عدد حاصل را در مقدار ضریب بازگشت سرمایه (CRf) که به طریق زیر محاسبه می‌شود، ضرب می‌کنیم. نحوه‌ی محاسبه‌ی ضریب بازگشت سرمایه، با استفاده از نرخ تنزیل (r) و طول عمر پروژه (n) می‌باشد.

1- Levelized Cost of Electricity.

www.SID.ir

Archive of SID

C = ۱۶۹ ٬۲۹۵ ٬۶۱۷ ٬۱۵۰ ریال

$CRf = r \div 1 - (1 + r)^{-n}$

$CRf = ۰/۱ \div ۱ - (۱ + ۰/۱)^{-۲۰} = ۰/۱۱$

AC = C × ۰/ ۱۱ = ۱ ▯۸۶۲ ▯ ۲۵۱.۷۸۷ ریال

هزینه‌ی تعمیرات نگهداری برای نیروگاه بادی معادل ۲ درصد هزینه‌ی سرمایه‌گذاری (C) می‌باشد (چاپارزاده، ۱۳۸۶).

O & M =۰/۰۲ × C = ۳۳۸ ٬۵۹۱.۲۳۴

برای محاسبه‌ی انرژی خروجی ناخالص تولیدی که مخرج کسر می‌باشد (E out)، به طریق زیر عمل می‌کنیم:

قدرت عملی نیروگاه × ساعات کل سال × ضریب ظرفیت = انرژی خروجی ناخالص (Eout)

E out = ۰/۲۵ ×۸۷۶۰ × ۹۹۰۰ = ۲۱ ٬۶۸۱ ٬۰۰۰

LCOE = AC + O & M / Eout

LCOE = ۱۰۱۵.۱ Rial

قیمت تمام شده‌ی برق تولیدی از نیروگاه بادی در این حالت، یعنی بدون در نظر گرفتن این نیروگاه به عنوان یک پروژه‌ی مکانیسم توسعه‌ی پاک، ۱۰۱۵ ریال به ازاء هر کیلو وات ساعت می‌باشد. در حالت بعدی همین محاسبات را با فرض یک طرح CDM انجام می‌دهیم، تا نتایج را در دو حالت با هم مقایسه کنیم.

۷-۳-۲- محاسبه‌ی قیمت تمام شده‌ی برق تولیدی با در نظر گرفتن مکانیسم توسعه‌ی پاک

تفاوتی که این حالت با قبل دارد این است که به هزینه‌های سرمایه‌گذاری خالص، هزینه‌های (درآمدها منهای هزینه‌ها) صدور مجوز انتشار دی اکسید کربن هم اضافه می‌شود و دوباره همان محاسبات انجام می‌پذیرد:

طبق محاسبات، در این‌حالت مقدار هزینه‌های کل سرمایه‌گذاری برابر است با:

C = ۱۷۰ ▯۷۲۷ ▯۸۲۶ ▯ ۴۲۰ ریال

LCOE = ۱۰۲۳.۶

در این‌صورت قیمت تمام شده‌ی برق تولیدی ۱۰۲۳.۶ ریال به ازای هر کیلو وات ساعت می‌باشد، که در مقایسه با حالت قبل حدوداً ۸۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت افزایش یافته است.

www.SID.ir

Archive of SID

۸- ارزیابی اقتصادی نیروگاه بادی ۱۰ مگاواتی

توسعه‌ی نگرش‌های زیست‌محیطی و راهبردهای صرفه جویانه در بهره‌برداری منابع انرژی‌های تجدیدناپذیر، استفاده از انرژی باد را در مقایسه با سایر منابع انرژی مطرح کرده است و استفاده از تکنولوژی توربین‌های بادی می‌تواند یک انتخاب مناسب در مقایسه با سایر منابع انرژی تجدیدپذیر باشد. در حال حاضر طبق برآوردهای انجام گرفته توسط سازمان انرژی‌های نوی ایران از طریق اطلس باد ایران در بیش از ۲۳ نقطه‌ی کشور نظیر آذربایجان غربی، سیستان و بلوچستان، نقاط قابل بهره‌برداری از انرژی باد شناسایی شده است، که طی آن پتانسیل تولید بیش از ۶۵۰۰ مگاوات انرژی برق بادی در کشور را نشان می‌دهد .

طبق برآوردهای سازمان محیط زیست بین‌المللی، میزان آلودگی به ازای هر مگاوات ساعت تولید انرژی با سوخت گازوییل ۲۱/۳ کیلوگرم انواع اسید و کربن و منو اکسید کربن و ۶۵۷ کیلوگرم CO_2 به محیط اطراف پراکنده می‌شود و در صورت استفاده از سوخت گازی، این ارقام به ترتیب ۶/۷ و ۴۴۷ کیلوگرم کاهش می‌یابد، که در صورت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به‌ویژه انرژی باد، این مقدار آلودگی، از محیط زیست حذف می‌گردد.

از سوی دیگر هزینه‌های اجتماعی تخریب محیط زیست در اثر مصرف حامل‌های انرژی فسیلی در کشور در سال ۱۳۸۶ برای گازهای NO_x، SO_2، CO_2، CH_4 و SPM براساس مطالعات انجام شده توسط بانک جهانی و سازمان حفاظت محیط زیست ایران، محاسبه شده است. مجموع این ارقام ۹۲۱۹۵ میلیارد ریال می‌باشد، که معادل ۱۹/۳ درصد از تولید ناخالص داخلی کشور در سال ۱۳۸۶ است.

طبق مطالعه انجام گرفته توسط مزرعتی (۱۳۸۳)، در تهران و فقط برای سال ۱۳۸۰ از طریق روش VSL [1]، برآوردی معادل ۲۸۱ میلیارد ریال در هزینه‌های اجتماعی مربوط به سلامت انسان مشاهده می‌شود.

سایر جنبه‌های اقتصادی و منافع حاصل از استفاده از انرژی باد را می‌توان به شرح ذیل ارائه کرد:

1 - Value of Statistical Life.

www.SID.ir

Archive of SID

- کاهش فقر

با توجه به این‌که پروژه‌های پاک، از بعد مکانی، اغلب با محدودیتی مواجه نیستند می‌توانند از طریق ارائه‌ی خدمات انرژی برای فقرا، منجر به بهبود توزیع منافع، درآمدها، هزینه‌ها و مشارکت محلی شوند.

- آموزش

با در نظر گرفتن این‌که در مناطق روستایی و فقیر بیش‌تر سوخت مصرفی از طریق جمع‌آوری هیزم، که فرایندی زمان‌بر است، انجام می‌پذیرد، فرصت پرداختن به یادگیری و آموزش، با محدودیت‌های چشم‌گیری مواجه می‌شود، که در صورت استفاده از انرژی‌های نو در این مناطق، که اغلب انرژی حاصله از آن‌ها پاسخ‌گوی نیاز جمعیتی آن مناطق خواهد بود، این زمان آزاد شده می‌تواند به آموزش روستائیان اختصاص داده شود. به علاوه با آشنا کردن روستائیان به استفاده از این نوع انرژی‌ها، می‌توان با پرورش نیروهای آموزش دیده روستایی به کاربرد بیش‌تر و بهتر آن‌ها کمک کرد.

- بهداشت

به‌کارگیری و استفاده از انرژی‌های نوین علاوه بر آثار زیست‌محیطی و کاهش هزینه‌های انسانی و اجتماعی که به آن اشاره شد، از طریق کاهش بیماری‌های همه‌گیر، می‌تواند امید به زندگی را بهبود بخشیده و موجب کاهش مرگ و میر نوزادان، کاهش سقط جنین و کاهش بیماری‌های روحی - روانی و اختلالات عصبی شود.

- تبادل اطلاعات

شکل‌گیری مؤسسات، بازارها، شبکه‌های رسمی و غیررسمی، که بااین نوع پروژه‌ها آشنایی داشته و با تکنولوژی‌های روز دنیا ارتباط برقرار کنند.

- ایجاد اشتغال

ایالات متحده‌ی آمریکا هم اکنون ۲۴هزار مگاوات انرژی بادی تولید می‌کند که معادل ۲۴ نیروگاه زغال‌سوز است و ۸۳ نیروگاه بادی جدید با ۸ هزارمگاوات ظرفیت در این کشور در دست احداث است. فراتر از این، نیروگاه‌های بادی با ظرفیت خیره‌کننده‌ی ۲۲۵ هزارمگاوات نیز، در مرحله‌ی طراحی و در انتظار احداث شبکه‌ی ملی برق هستند. تا تولید خود را شروع کنند.

در حال حاضر چهل کارخانه در آمریکا به تولید اجزای نیروگاه‌های بادی مشغولند. ۸ عدد از آن‌ها توربین بادی تولید می‌کنند. ۲۰ کارخانه، برج‌های بادی و ۱۲ کارخانه‌ی

www.SID.ir

Archive of SID

دیگر پره توربین‌ها را می‌سازند. هم‌چنین آن طور که اخیرا اعلام شده تعداد خیلی بیش‌تری ازاین کارخانه‌ها در دست احداث هستند و یا در مرحله‌ی طراحی قرار دارند. هریک میلیارد دلار سرمایه‌گذاری در نیروگاه‌های بادی، ۳۳۵۰ شغل ایجاد می‌کند که تقریباً چهار برابر ۸۷۰ شغلی است که با همین مبلغ سرمایه‌گذاری در نیروگاه‌های زغال سوز ایجاد می‌شود.

طبق اطلاعات موجود در سایت انجمن جهانی باد، در اروپا نصب یک مگاوات برق بادی، برای ۱۵ الی ۱۹ نفر شغل ایجاد می‌کند، که این رقم در کشورهای در حال توسعه به راحتی می‌تواند دو برابر شود. به طور مثال در سال ۲۰۰۰ که ظرفیت نصب شده‌ی برق بادی در اروپا در حدود ۸۰۰۰ مگاوات بود، بیش از نیم میلیون نفر در این صنعت به کار اشتغال داشتند.

-کاهش اتکا به منابع وارداتی (پدافند غیرعامل)

این مسئله یکی از مهم‌ترین دلایل رویکرد کشورهای صنعتی به انرژی‌های تجدیدپذیر و انرژی باد است، ولی در کشورهای تولید کننده‌ی نفت نظیر ایران نیز از جنبه‌ی دیگری می‌توان به آن نگریست و آن افزایش فرصت صادرات است و یا بحث تنوع در منابع که افزایش امنیت انرژی شبکه را موجب می‌شود با توجه به مسائل اقتصاد سیاسی ایران از جمله تحریم، کاهش اتکا به منابع وارداتی انرژی و هم‌چنین کاهش اتکا به صادرات نفت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌شود.

۹- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با مقایسه‌ی شاخص‌های اقتصادی طرح که شامل خالص ارزش فعلی سرمایه و نرخ بازدهی داخلی سرمایه‌گذاری می‌باشد و در سه حالت و به طور مقایسه‌ای در جدول ۵ مشاهده می‌شود، می‌توان دریافت که با به‌کارگیری مکانیسم توسعه‌ی پاک، خالص ارزش فعلی سرمایه حدوداً ۱۰۰۰ میلیارد ریال و نرخ بازدهی داخلی نیز تقریباً یک درصد افزایش می‌یابد که این مقایسه نشان‌دهنده‌ی صرفه‌های اقتصادی حاصل از به‌کارگیری مکانیسم توسعه‌ی پاک می‌باشد.

از سوی دیگر همان‌طور که قبلا توضیح داده شد، با افزایش قیمت نفت و به تبع آن افزایش قیمت گواهی انتشار به ۹ یورو، شاخص‌های اقتصادی طرح با افزایشی جزئی

www.SID.ir

Archive of SID

مواجه می‌شود، که در این حالت هم تا حدودی مقرون به صرفه بودن به کارگیری مکانیسم توسعه‌ی پاک را اثبات می‌کند.

جدول ۷- مقایسه‌ی سناریوهای انجام شده در جدول‌های قبلی

ردیف	شرح	خالص ارزش فعلی کل سرمایه (NPV)	نرخ بازدهی داخلی سرمایه‌گذاری (IRR)
۱	نیروگاه بادی بدون در نظر گرفتن CDM	۵۸٬۵۶۳٬ ۳۰۸ (هزارریال)	۱۰/۱ درصد
۲	نیروگاه بادی با در نظر گرفتن CDM و قیمت مجوز انتشار ۷ یورو	۶۶٬ ۶۶۶٬ ۷۵۶ (هزار ریال)	۱۱/۳ درصد
۳	نیروگاه بادی با در نظر گرفتن CDM و قیمت مجوز انتشار ۹ یورو	۷۰٬۶۸۹٬۱۷۵ (هزار ریال)	۱۱/۶ درصد

منبع: محاسبات پژوهشگران

برای توضیح این مطلب که با به کارگیری مکانیسم توسعه‌ی پاک، قیمت تمام‌شده‌ی برق بادی از روش هزینه‌ی معادل نسبت به حالت معمول، یعنی بدون در نظر گرفتن مکانیسم توسعه‌ی پاک به میزان ۸۰ ریال افزایش یافته و این مسئله ممکن است به‌کارگیری مکانیسم توسعه‌ی پاک، را از نظر اقتصادی با تردید مواجه کند، می‌توان گفت با توجه به این‌که ظرفیت تولید این نیروگاه ۹۹۰۰ کیلو وات ساعت می‌باشد و قیمت تمام شده‌ی برق بادی با در نظر گرفتن مکانیسم توسعه‌ی پاک به ازائ هر کیلو وات ساعت ۸۰ ریال نسبت به حالت معمول افزایش دارد پس در طول یک سال (۸۷۶۰ ساعت) در مجموع، هزینه و یا قیمت تمام شده‌ی برق بادی با به‌کارگیری مکانیسم توسعه‌ی پاک ۶ ٬۹۳۷ ٬۹۲۰ ٬۰۰۰ ریال افزایش دارد، که مقرون به صرفه به نظر نمی‌رسد و با توجه به داده‌های موجود نیز سال بازگشت سرمایه سال دهم تولید می‌باشد، یعنی در میانه‌ی طول عمر پروژه و از سوی دیگر نرخ با تنزیل (۱۰ درصد) و نرخ بازدهی داخلی سرمایه‌گذاری در بهترین حالت (حدودا ۱۲ درصد) اعدادی نزدیک به هم می‌باشد و این مسئله سرمایه‌گذار بخش خصوصی را را با چالش مواجه می‌کند.

از سوی دیگر با نگاهی به هزینه‌ی اجتماعی وارد بر سلامت انسان که در مطالعه‌ای در سال ۱۳۸۰ و فقط برای شهر تهران انجام پذیرفت، نشان داده شد که این رقم ۲۸۱ میلیارد ریال می‌باشد، که می‌توان دریافت، سرمایه‌گذاری برای پروژه‌های CDM نه تنها

www.SID.ir

Archive of SID

از هزینه‌های اجتماعی وارد بر محیط زیست و سلامت انسان ممانعت به عمل می‌آورد، بلکه از اهمیت و سود آوری بالایی برای محیط زیست و جامعه برخوردار است و این وظیفه‌ی دولت‌هاست که در این میان نقش فعال داشته و با حمایت از بخش خصوصی در سرمایه‌گذاری از این نوع پروژه‌ها، از دو جنبه برای خود منفعت حاصل کنند:

۱. وارد کردن بخش خصوصی به صحنه‌ی عمل و واگذاری امور اجرایی زمان‌بر و گسترده به این بخش، که در حال حاضرِ دولت‌ها درگیر آن هستند و هزینه‌های زیادی برای آن می‌پردازند.

۲. ممانعت از ایجاد هزینه‌های اجتماعی – زیست‌محیطی هنگفت و جایگزینی این هزینه‌ها با سرمایه‌گذاری بر روی پروژه‌های مکانیسم توسعه‌ی پاک در بلندمدت.

به طور کلی در کشورهای در حال توسعه با توجه به مشکلات و موانع موجود برای پرداختن به جنبه‌های مختلف توسعه‌ی پایدار، از جمله به کارگیری انرژی‌های نو، در بیش‌تر مواقع حتی تفکر توسعه، امری بعید به نظر می‌رسد، چرا که دربیش‌تر کشورهای جهان سوم، اولین نگاه در رویارویی با به کارگیری تکنولوژی‌های موجود در کشورهای توسعه یافته به پروژه‌های زود بازده و با ریسک پایین که هزینه‌ی سرمایه‌گذاری اولیه‌ی زیادی هم نداشته باشد، معطوف می‌شود. همین مسئله موجب می‌شود سرمایه‌گذاران بخش‌خصوصی به پروژه‌هایی با مکانیسم توسعه‌ی پاک با دیده‌ی تردید بنگرند و منابع و سرمایه‌های خود را در اختیار مؤسسات مالی و بانک‌ها که ریسک پایین‌تر و بازدهی بالاتری دارند، قرار دهند. در این میان این وظیفه‌ی دولت‌هاست که با قبول ریسک‌های موجود در این پروژه‌ها و آگاه‌سازی مردم از عواقب و پیامدهای ادامه‌ی روند موجود در رابطه با مصرف سوخت‌های فسیلی و تشویق سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری در عرصه‌های جدید انرژی، از خطرات و بحران‌های زیست‌محیطی که هزینه‌های انسانی و اجتماعی آن در حال گسترش روزافزون است، بکاهند.

فهرست منابع

اسکو نژاد، محمد مهدی (۱۳۷۴)، اقتصاد مهندسی یا ارزیابی اقتصادی پروژه‌های صنعتی. تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

ترازنامه‌ی انرژی سال ۱۳۸۶.

www.SID.ir

Archive of SID

چاپارزاده، رضا. امکان‌سنجی استفاده از توربین‌های بادی جهت نیل به توسعه‌ی پایدار، سازمان انرژی اتمی ایران، ۱۳۸۶.

چیت‌سازی، حسین (۱۳۸۷)، خبرنامه‌ی مکانیسم توسعه‌ی پاک، شماره‌ی ۲ - تهران، دبیرخانه‌ی مرجع صلاحیت‌دار ملی پروژه‌های سازمان حفاظت محیط زیست.

رحیمی نسترن، مریم خودی، نرگس کارگری (۱۳۸۳)، گزارش بررسی ساز و کارهای انعطاف‌پذیر در پروتوکل کیوتو، تهران وزارت نیرو.

زنگویی نژاد. ابوذر، شهرام وصفی، سیاست‌گذاری‌های بین‌المللی برای مبارزه با بحران‌های محیط زیستی: با تأکید بر CDM، مؤسسه‌ی مطالعات بین‌المللی انرژی، تهران، فصل‌نامه‌ی بررسی‌های اقتصاد انرژی شماره‌ی ۹.

سازمان انرژی‌های نوی ایران - تهران، دفتر برنامه‌ریزی اقتصادی و مطالعات استراتژیک

صدیقی امیر عباس، ریحانه رحیمی (۱۳۸۷)، راهنمای مکانیزم توسعه‌ی پاک، تهران، انتشارات مؤسسه‌ی مطالعات بین‌المللی انرژی.

گزارش وضعیت جهانی باد در سال ۲۰۰۵، تهران، سازمان انرژی‌های نوی ایران.

مجموعه‌ی مقالات ارائه شده در کارگروه مکانیزم ساز و کارهای توسعه‌ی پاک، با همکاری جایکا، (۱۳۸۷)، تهران، دفتر ملی تغییرات آب و هوا .

مزرعتی، محمد. حسینی نونا (۱۳۸۳)، برآورد هزینه‌های اجتماعی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی بر سلامت ساکنان تهران. فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، شماره‌ی ۳.

مؤمنی فرشاد .وصفی شهرام، پروتکل کیوتو و فرصت‌ها و چالش‌های پیش روی ایران، تهران، فصل‌نامه‌ی اقتصاد و جامعه. مؤسسه‌ی مطالعات دین و اقتصاد، شماره‌ی ۸.

نبی بیدهندی غلامرضا، (۱۳۸۶)، مفاهیم و پیامدهای تغییر آب و هوا، با مروری بر ملاحظات پروتکل کیوتو. تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

وصفی شهرام، (۱۳۸۵) پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد با عنوان "بررسی کمی پیوند بین فعالیت‌های اقتصادی، محیط زیست و انرژی در قالب الگوی داده ستانده‌ی بسط یافته،

www.SID.ir

Archive of SID

با تأکید بر انتشار دی‌اکسید کربن (CO_2) در ایران"، تهران، دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی.

یوسف پور بابک، تسلطی سید محمد مهدی، محمد باقری اعظم، (۱۳۸۴)، تأثیر توافقات و پیمان‌های زیست‌محیطی بر اقتصاد و تجارت کشورهای صادر کننده‌ی نفت خام (OPEC)، تهران. مؤسسه‌ی مطالعات بین‌المللی انرژی.

Clean Development Mechanism (2006), ***Project Design Document from (CDM - PDD) Version 03***, in Effect as of 28 July. www.unfccc.com

Carbon (2009), ***Emission Trading Coming Home*** .www.pointcarbon.com

European Climate Exchange (2009), ***Monthly Report June 2009***. www.ece.com

European Climate Exchange: www.ecx.eu

Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.

Renewable Energy and the Clean Development Mechanism, Potential, Barriers and Ways Forward a Guide for Policy- Makers.Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety.

Renewable Energy Law (2004), React Case Study Germany 21 Octobr 2004.

Wind Power & the CDM (2005), ***Jyoty P.Painul***y, Riso National Laboratory, Denmark, June 2005.

Validation Report (2006), ***OSORIO WIND POWER PLANT PROJECT in Brazil***, Report No. 0497.www.unfccc.com

Validation Report(2006), ***BINH THUAN WIND POWER PLANT PROJECT " in binh thuan***. 30 MW. Report No.1.www.unfccc.com

www.SID.ir