



کاربرد مکانیزم توسعه پاک در ایران

مطالعه موردی طرح CHP مشهد^۱

افزایش کارایی، کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و در نتیجه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را نشان می‌دهد.

پروژه تولید همزمان برق و حرارت در نیروگاه مشهد و گرمایش منطقه‌ای یکی از بهترین و با صرفه‌ترین راهکارهای افزایش کارایی در زمینه تولید و مصرف انرژی است. در این مقاله امکان‌سنجی اقتصادی این طرح با تأکید بر تعریف آن در چارچوب مکانیزم توسعه پاک مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن است که اجرای این طرح از منظر اقتصادی دارای توجیه است. از طرفی در آمد ناشی از فروش گواهی‌های کاهش انتشار (تعریف طرح در چارچوب مکانیزم توسعه پاک) تأثیر قابل توجهی بر توجیه‌پذیری طرح دارد؛ به طوری که بدون در نظر گرفتن

دکتر سید منصور خلیلی عراقی* - مهندس حسین شیخ زاده** - جواد پاکدین***
* استاد دانشگاه تهران - ** مدیر بخش HSE شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت - ***
کارشناس ارشد اقتصاد محیط زیست دانشگاه تهران

چکیده

ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه و عضو فعال کنوانسیون تغییرات آب و هوا و پروتکل کیوتو، از این امکان برخوردار است تا از سازوکارهای انعطافی موجود در پروتکل کیوتو (به طور خاص مکانیزم توسعه پاک) در جهت منافع ملی خود و حفاظت از محیط زیست به نحو مطلوب بهره‌گیرد. با توجه به کارایی پایین تولید و توزیع برق در ایران (که کارایی بهترین نیروگاه‌های کشور کمتر از ۵۰ درصد است)، پتانسیل بالای

درآمدهای ناشی از آن، NPV طرح حدود ۹۱ درصد کاهش یافته و ریسک اجرای آن افزایش می‌یابد. در نهایت اجرای طرح با تأکید بر تعریف آن در چارچوب مکانیزم توسعه پاک و با تأمین مالی از طریق بودجه سالانه دولت توصیه شده است.

مقدمه

ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه و عضو فعال کنوانسیون تغییرات آب و هوا و پروتکل کیوتو، از این امکان برخوردار است تا از سازوکارهای انعطافی موجود در پروتکل کیوتو (به طور خاص مکانیزم توسعه پاک (CDM)) در جهت منافع ملی خود و حفاظت از محیط زیست به نحو مطلوب بهره گیرد. با توجه به اینکه تاکنون تلاش‌های اندکی در جهت بکارگیری این مکانیزم در ایران صورت گرفته (تنها چهار پروژه در حد سند پیشنهاد پروژه^۳ در سازمان محیط زیست تعریف شده است) و از طرفی پتانسیل موجود برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشور بسیار بالاست، لزوم توجه به این امر بیش از پیش احساس می‌شود.

مطالعات فراوانی در مورد تأثیر این مکانیزم بر اجرای پروژه‌های افزایش کارایی انرژی در کشورهای مختلف انجام شده است. به عنوان مثال ویس و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر CDM را بر بخش برق تایلند بررسی کردند. آنها با استفاده از مدل RED^۴ به بررسی اثر مشوق‌های گوناگون بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر پرداختند. آنها در این مدل، CDM را به عنوان یک مشوق اساسی در نظر گرفتند و پس از بررسی سناریوهای مختلف به این نتیجه رسیدند که پتانسیل برنامه ریزی شده توسط دولت تایلند قابل

دسترسی است، اما برای دستیابی به اهداف تعیین شده طبق برنامه ریزی، قیمت‌ها می‌بایست بسیار بالا باشد. نتیجه مهم دیگری که آنها گرفتند این بود که برای رسیدن به یک شبکه برق پایدار، رویکرد CDM بخش به بخش -در صورتی که قیمت هر CER^۵، ۱۵ یورو باشد- می‌تواند ۲۰ درصد مشوق‌های مورد نیاز را تأمین کند.

کاسوگی و همکاران (۲۰۰۵) به ارزیابی اقتصادی یک پروژه تولید همزمان برق و حرارت در یک منطقه صنعتی در شانگهای چین پرداختند. آن‌ها این پروژه را به عنوان یک پروژه

بالقوه مکانیزم توسعه پاک در نظر گرفتند و با استفاده از یک مدل برنامه ریزی ریاضی جدید مورد بررسی قرار دادند. آنها با استفاده از مدل جدید خود به دنبال یافتن ظرفیت بهینه نصب سیستم CHP در منطقه بودند. مدل آنها همچنین هزینه انرژی و میزان آلاینده‌های CO₂ و SO_x را محاسبه می‌کرد. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که در برخی موارد نصب سیستم CHP می‌بایست بدون کمک مالی کشور دیگر و در برخی دیگر فقط با کمک مالی کشور دیگر در چارچوب CDM انجام شود. به دیگر سخن، در برخی موارد ارزش CER طرح، به خوبی هزینه‌های اجرای طرح را تأمین می‌کرد.

پورویت و میکلاوا (۲۰۰۷) به بررسی پتانسیل تئوریک و واقعی CDM در تولید همزمان در کارخانجات تولید شکر هند پرداختند. بر اساس نتایج تحقیق، آنها دریافتند که پتانسیل تولید الکتریسیته از طریق تکنولوژی تولید همزمان در صنایع شکر و نیشکر هند، حدود ۳۷ تراوات ساعت یعنی حدود ۵۵۷۵ مگاوات (از نگاه تولید در نیروگاه) تخمین زده می‌شود. بر این اساس پتانسیل CER سالانه این صنعت به ۲۸ میلیون تن بالغ می‌شود. آنها همچنین به این نتیجه رسیدند که تحت شرایط فعلی، این صنعت حتی تا ۲۰ سال دیگر هم نمی‌تواند به حداکثر پتانسیل پیش بینی شده‌اش برسد، ولی CDM می‌تواند رسیدن به این پتانسیل را سرعت بسیاری بخشد.

در مطالعه‌ای مشابه، رستوتی و میکلاوا (۲۰۰۷)، پتانسیل CDM در تولید همزمان در کارخانجات تولید شکر اندونزی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که پتانسیل کاهش گازهای گلخانه‌ای صنایع شکر اندونزی ۲۴۰۷۴۴ (پروژه بزرگ



حصول به اهداف کنوانسیون و نیز تقویت تعهدات کشورهای ضمیمه یک کنوانسیون در کاهش انتشار و انتقال کمک های فنی و مالی به کشورهای در حال توسعه و کشورهایی که به شدت متأثر از آثار تغییر اقلیم هستند می باشد. (United Nations, ۱۹۹۸)

هر یک از اعضای ضمیمه IV به طور مستقل یا مشترک توسط پروتکل کیوتو متعهد شده اند که انتشار گازهای گلخانه ای را حذف و یا کاهش دهند به طوری که میزان انتشار شش گاز گلخانه ای کشورهای توسعه یافته در محدوده سالهای ۲۰۱۲-۲۰۰۸ تا ۵٪ زیر سطح انتشار سال ۱۹۹۰ کاهش یابد.

پروتکل کیوتو، اعضای ضمیمه I را به تحقق بخشی از تعهداتشان از طریق سه مکانیزم انعطاف پذیر رهنمون نمود. از طریق این مکانیزم ها، یک کشور می تواند بخشی از کاهش تولید گازهای گلخانه ای خود را در کشور دیگر و یا از طریق خرید امتیازات کشور دیگر محقق نماید.

این سه مکانیزم عبارتند از:

* اجرای مشترک

* تجارت انتشار

* مکانیزم توسعه پاک (United Nations, ۱۹۹۸).

اجرای مشترک: (JI)^(۱) پروژه هایی هستند که با توجه به تجارب تکنولوژیکی کشورها، به منظور اجرای تعهد یا اخذ گواهی توسط برخی از کشورهای صنعتی در سایر کشورهای توسعه یافته اجرا می گردند.

تجارت انتشار: (ET)^(۲) با توجه به اینکه کشورهای صنعتی تحت

مقیاس) یا ۱۹۸۱۷۷ (پروژه کوچک مقیاس) تن در سال است که می تواند به ترتیب در آمدی معادل ۷۳۶ یا ۷۱۲ میلیون دلار در سال ایجاد کند.

در این مقاله تلاش بر آن است تا میزان تأثیر مشوق CDM را بر امکان سنجی پروژه تولید همزمان نیروگاه مشهد مورد مطالعه قرار دهیم.

پروتکل کیوتو و مکانیزم توسعه پاک

پیدایش و گسترش نظریه تغییر اقلیم، ابتدا در محافل علمی و با هدف افزایش دانسته ها در مورد جو و پدیده گلخانه ای آغاز شد. اندازه گیری های دقیق در نقاط دور افتاده زمین مانند "مونالوا" در هاوایی، نشان داد که غلظت دی اکسید کربن یعنی تراکم مهم ترین گاز گلخانه ای در حال افزایش است. کنوانسیون تغییر آب و هوا در سال ۱۹۹۲ در اجلاس ریو با هدف تثبیت غلظت گازهای گلخانه ای ناشی از فعالیتهای صنعتی در سطحی که از آسیب های ناشی از تغییرات اقلیمی بر زندگی انسان و حیات روی زمین بکاهد، تدوین گشته و از سال ۱۹۹۴ اجرایی گردید.

کنوانسیون تغییر آب و هوا در ۲۱ مارس ۱۹۹۴، ۹۰ روز پس از تصویب آن در ۵۰ کشور، اجرایی گردید. اولین کنفرانس اعضا، بالاترین ارگان کنوانسیون تغییر آب و هوا، از ۲۸ مارس تا ۷ آوریل ۱۹۹۵ در شهر برلین برگزار شد و اعضا در این جلسه، ۲۱ تصمیم اتخاذ کردند که یکی از آنها توافق نامه برلین برای انجام مذاکرات جدید درباره تقویت کنوانسیون بود. مهمترین تصمیم اتخاذ شده

در نخستین کنفرانس متعهدین،

تنظیم یک پروتکل ویژه به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه ای بود تا در کنفرانس سوم اعضا (سال ۱۹۹۷) به تصویب برسد و تعهداتی نیز برای کشورهای در حال توسعه در نظر گرفته نشود.

پروتکل در سومین اجلاس اعضا متعهدین مورخ ۱۱ دسامبر ۱۹۹۷ در کیوتو تصویب و به مدت یک سال جهت امضای کشورها و اعضای کنوانسیون باز گذاشته شد. از اهداف اساسی پروتکل ایجاد ساختار اجرایی مناسب برای



جدول ۱- میزان انتشار دی اکسید کربن ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی و تعهدات کشورها در چارچوب پروتکل کیوتو (میلیون تن در سال)

نام کشور	سال ۱۹۹۰	سال ۲۰۰۶	تغییرات (درصد)	میزان تعهدات در چارچوب پروتکل (درصد)
آلمان	۹۵۰/۴	۸۲۳/۵	-۱۳/۴	-۲۱
اتریش	۵۶/۶	۷۲/۸	۲۸/۸	-۱۳
انگلستان	۵۵۳	۵۳۶/۵	-۳	-۱۲/۵
ایتالیا	۳۹۷/۸	۴۴۸	۱۲/۶	-۶/۵
دانمارک	۵۰/۴	۵۵/۲	۹/۵	-۲۱
هلند	۱۵/۶	۱۷۸/۳	۱۳/۹	-۶
ژاپن	۱۰۷۱/۴	۱۲۱۲/۷	۱۳/۲	-۶
ایالات متحده آمریکا	۴۸۶۳/۳	۵۶۹۶/۸	۱۷/۱	-۷

مأخذ: ترازنامه انرژی ۱۳۸۵

پروتکل کیوتو متعهد به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند (هر کشور تعهد مستقلی دارد) در راستای این تعهدات اگر کشوری نتواند سهم تعهدات خود را در کاهش انتشار برآورده نماید، می‌تواند از کشورهای صنعتی دیگر که بیش از سهم تعهد خود کاهش انتشار داشته است مجوز انتشار را خریداری نماید. این موضوع را تجارت انتشار می‌گویند.

مکانیزم توسعه پاک (CDM) پروژه‌هایی که کشورهای توسعه یافته جهت تحقق تعهدات خود در کاهش انتشار و همچنین کمک به توسعه پایدار در کشورهای در

حال توسعه اجرامی نمایند و کشورهای در حال توسعه نیز به ازای کاهش انتشار، گواهی یا CER به صورت مبلغی پول دریافت می‌نمایند.

از آنجا که عموماً جلوگیری و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای در حال توسعه با هزینه پایین تری در مقایسه با کشورهای توسعه یافته قابل انجام است، بسیاری از کشورهای توسعه یافته علاقه مند به اجرای این پروژه‌ها در کشورهای در حال توسعه هستند.

در نتیجه این امر، یک کشور توسعه یافته در یک کشور در حال توسعه سرمایه‌گذاری می‌کند که به انتقال فناوری، ایجاد اشتغال، بهبود شرایط زیست محیطی و غیره در کشور در حال توسعه منجر می‌شود. علاوه بر موارد فوق درآمدی نیز از قبل فروش گواهی کاهش انتشار و نیز کاهش هزینه‌های سوخت و مواد مصرفی عاید کشور در حال توسعه می‌شود.

به این ترتیب کشور سرمایه‌گذار با میزان سرمایه‌گذاری کمتری به تعهد خود عمل کرده و کشور سرمایه‌پذیر علاوه بر تحصیل فناوری‌های نو و دوستدار محیط زیست، درآمدی را نیز کسب کرده است.

با این حال تاکنون بسیاری از کشورهای متعهد در پروتکل، به نتایج موردنظر در کاهش گازهای گلخانه‌ای نرسیده‌اند. جدول (۱)

تعدادی از کشورهای منتخب و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای آنها را نشان می‌دهد. همچنین در ستونی مجزا میزان تغییر انتشار این گازها و تعهد کاهش انتشار آنها بر طبق پروتکل آمده است.

کشور ما یکی از عقب مانده ترین کشورهای دنیا در زمینه کارایی مصرف انرژی است و تلاش در جهت بالا بردن این کارایی از ملزومات عقلی و واضح می‌باشد؛ علاوه بر آن وجود مکانیزم تسهیل کننده‌ای چون CDM برای کشورهای چون ایران، می‌تواند انگیزه مناسبی برای حرکت در جهت افزایش کارایی و بهینه سازی مصرف سوخت باشد. بنابراین پروژه‌های افزایش کارایی و بهینه سازی بدین منظور بایستی مورد توجه بیشتر قرار گیرد.

پروژه‌هایی که تاکنون در چارچوب CDM در ایران تعریف شده‌اند عبارتند از:

* پروژه بازیافت حرارتی کیش: با توجه به محاسبات صورت گرفته، با اجرای این پروژه، انتشار CO₂ در هر سال ۱۵۳۵۰۴/۵ تن کاهش خواهد یافت.

* پروژه نیروگاه بادی منجیل: با اجرای این پروژه انتشار CO₂ در هر سال ۴۲۷۲۷۶ تن کاهش می‌یابد.

* پروژه نیروگاه فتوولتیک: با اجرای این پروژه انتشار CO₂ در هر سال ۶۷۰ تن کاهش می‌یابد.

* پروژه کاربرد CNG در حمل و نقل: با اجرای این پروژه

جدول ۲- تعداد پروژه‌های ثبت شده برخی کشورهای منتخب در قالب مکانیزم توسعه پاک تا تاریخ ۴ آگوست ۲۰۰۹

چین	هند	برزیل	مکزیک	مالزی	فیلیپین	کره جنوبی	اندونزی
۶۰۱	۴۴۸	۱۶۰	۱۱۷	۵۸	۳۹	۲۸	۲۷

مأخذ <http://cdm.unfccc.int/Statistics/Registration>

انتشار CO₂ در هر سال ۳۹۰۱۰۶ تن کاهش می‌یابد.

البته هیچ کدام از این پروژه‌ها هنوز در سازمان ملل ثبت نشده و گواهی کاهش انتشار (CER) برای آنها صادر نشده است و سهم ایران

از متوسط سالانه ۳۱۰ میلیون CER صادر شده^۱، صفر است. با توجه به پتانسیل بالای کاهش گازهای گلخانه‌ای در کشور (با توجه به اینکه شدت مصرف انرژی در ایران بسیار بالاتر از استانداردهای جهانی است)، این پروژه‌ها بسیار اندک به نظر می‌رسد.

بر خلاف ایران در سایر کشورهای در حال توسعه همانند برزیل، هند و چین و کشورهای دیگر تلاش‌های فراوانی در جهت استفاده از این مکانیزم صورت گرفته است. شاهدهی بر این مدعا تعداد پروژه‌هایی است که در این کشورها در قالب مکانیزم توسعه پاک تعریف شده است. جدول (۲) تعداد پروژه‌های ثبت شده برخی کشورهای منتخب را نشان می‌دهد.

پروژه تولید همزمان برق و حرارت در نیروگاه مشهد و گرمایش منطقه‌ای حرم مطهر رضوی و محدوده اطراف آن، یکی از جذاب‌ترین پروژه‌ها از نظر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است. این پروژه به خوبی می‌تواند در چارچوب مکانیزم توسعه پاک معرفی شده و بخشی از هزینه سرمایه گذاری آن را تأمین کند.

معرفی طرح

از یک دیدگاه انرژی‌مدارانه، تولید برق در نیروگاه‌های حرارتی، فرایندی کاملاً اتلاف گر به شمار می‌رود، بدین معنا که در بهترین شرایط تولیدی این واحدها حدود ۵۰ درصد انرژی حرارتی به انرژی الکتریسیته تبدیل نشده و به صورت گرما از آگروز نیروگاه به جو منتقل می‌شود. در این صورت ایده جالبی است که گرمای اتلافی از فرایند تولید را جمع‌آوری کرده و از آن استفاده مجدد کرد.

با ترکیب فرایندهای تولید برق و تولید گرما امکان ایجاد یک سیستم بسیار کارآمد که از انرژی اولیه استفاده بهینه می‌کند، وجود دارد. تولید همزمان برق و حرارت یا CHP یک روش صرفه جویی انرژی است^۲ که در آن برق و حرارت به طور همزمان تولید می‌شوند. فرایند تولید همزمان می‌تواند بر اساس استفاده از توربین‌های گازی، بخار و یا موتورهای احتراقی بنا شود. در یک تأسیسات متداول CHP مبدل‌های حرارتی برای بازیافت گرمای

اتلافی از گازهای دودکش و دیگر منابع در خلال فرایند تولید برق مورد استفاده قرار می‌گیرد. حرارت حاصل از تولید همزمان نیز می‌تواند به منظور گرمایش منطقه‌ای DH و یا در صنایع فرآیندی مورد استفاده قرار گیرد. گرمایش منطقه‌ای سیستمی است که در آن حرارت به صورت متمرکز تولید شده و از طریق لوله‌های انتقال به مشترکان رسانده و به آنها فروخته می‌شود. این کار با استفاده از یک شبکه توزیع که از آب داغ یا بخار به عنوان حامل انرژی حرارتی استفاده می‌کند، انجام می‌پذیرد. در این صورت دیگر نیازی به وجود تأسیسات حرارتی و موتورخانه در ساختمان‌هایی که از این سیستم بهره می‌گیرند نخواهد بود.

نیروگاه مشهد به عنوان یکی از قدیمی‌ترین نیروگاه‌های بخار کشور شناخته می‌شود. بخش عمده‌ای از انرژی حرارتی واحدهای گازی نیروگاه مشهد با دمایی در حدود ۵۰۰ درجه سانتیگراد خارج شده و لذا تلفات حرارتی عمده‌ای در این بخش حاصل می‌شود. از این رو پروژه تولید همزمان برق و حرارت برای تأمین نیازهای گرمایشی، سرمایشی و آب گرم منطقه حرم مطهر امام رضا^۳ تعریف شده است.

اماکن متبرکه حرم مطهر که بایستی گرمایش آنها توسط سیستم تولید همزمان تأمین گردد، به ۴ قطاع یا ناحیه - که توسط خیابانهای اصلی منتهی به حرم مطهر از یکدیگر تفکیک می‌شوند - تقسیم و نیازهای حرارتی قطاع‌های مذکور توسط تأسیساتی که در طبقات زیرین حرم مطهر قرار گرفته‌اند، تأمین می‌شود. تمامی محاسبات مربوط به برآورد بارهای گرمایشی و سرمایشی مناطق مصرفی، توسط شرکت مشاور طوس آب انجام شده است.

طرح کلی سیستم

طرح کلی سیستم تولید، انتقال و توزیع به صورت ذیل است: در طرح کلی سیستم تولید همزمان، بخار تولیدی توسط بویلرهای بازیاب^{۱۲}، بویلرهای واحدهای الین و اشکودا و بخار حاصل از بویلرهای کمکی با شرایط ترمودینامیکی یکسان (۲۰bar، ۲۱۵°C) وارد یک هدر^{۱۳} مشترک شده و از طریق این هدر،

سیستم انتقال

سیستم انتقال شامل مسیر لوله کشی است که بخار تولیدی را از نیروگاه به ۱۴ ایستگاه توزیع موجود در قطعات مختلف و همچنین حرم مطهر تحویل داده و آب مایع شده مصرف شده در ایستگاه‌ها را گردآوری و به نیروگاه برمی‌گرداند.

ایستگاه‌های توزیع

با توجه به میزان و پراکندگی مصرف کنندگان، در قطعات‌های چهارگانه، تعداد کل ایستگاه‌های توزیع، ۱۴ ایستگاه است. ساختمان و تأسیسات در نظر گرفته شده برای همه ایستگاه‌ها مشابه است و تنها اختلاف در تعداد پمپ‌های مورد نظر سیستم است. هر ایستگاه در زمینی به مساحت تقریبی ۱۶۰۰ مترمربع و در دو طبقه احداث می‌گردد. فضای طبقه همکف به تأسیساتی از قبیل مبدل‌ها و پمپ‌ها اختصاص دارد و در روی آن اتاق کنترل ایستگاه نیز بصورت یک نیم طبقه جانمایی می‌شود.

هزینه‌ها و منافع طرح هزینه‌های سرمایه‌گذاری

هزینه‌های سرمایه‌گذاری شامل هزینه‌های خرید و نصب تجهیزات سیستم تولید همزمان و هزینه‌های احداث خطوط انتقال و همچنین احداث ایستگاه‌های توزیع است. مدت زمان نصب و احداث پروژه معادل ۴ سال است و نحوه تخصیص هزینه‌های سرمایه‌گذاری در این طرح در طی دوره ساخت معادل ۲۰ درصد در سال اول، ۴۵ درصد در سال دوم، ۱۵ درصد در سال سوم و ۲۰ درصد در سال چهارم خواهد بود.

هزینه‌های جاری

هزینه‌های جاری طرح شامل تأمین سوخت مازاد بر نیاز نیروگاه برای تولید برق و هزینه‌های بهره‌برداری و تعمیرات تجهیزات سیستم تولید همزمان و هزینه

به وسیله سه خط لوله ۲۸، ۲۶ و ۲۴ اینچ به ایستگاه‌های توزیع منتقل می‌شود. میعانات بخار تغذیه شده به ایستگاه‌های ۱۴ گانه توزیع نیز مجدداً توسط خط لوله ۱۰ اینچ به نیروگاه برگردانده می‌شود.

بخش تولید

بخش تولید وظیفه تأمین انرژی مورد نیاز مصرفی منطقه طرح را به صورت بخار آب بر عهده دارد. تأمین بخار در حالت معمول از طریق بازیافت حرارت دود خروجی واحدهای گازی BBC و آلستوم در بویلرهای بازیافت حرارت و مصرف بخار تولیدی بویلر واحدهای الین در مبدل‌های حرارتی و نیز تولید بخار در بویلرهای کمکی و در حالت اضطراری نیز از مصرف بخار برداشتی از خروجی بویلر واحدهای اشکودا در مبدل‌های حرارتی انجام می‌شود.

جدول ۳- مشخصات کلی منطقه مصرف (محدوده حرم مطهر امام رضا (ع))

مساحت محدوده طرح	۳۶۰/۹ هکتار
جمعیت ساکن دائمی در محدوده طرح	۵۱۰۰۰ نفر
حداکثر جمعیت قابل اسکان متغیر	حدود ۱۲۰۰۰۰ نفر در شب
کاربری مسکونی	۴۰/۸ درصد
کاربری تجاری	۶ درصد
شبکه راه‌های ارتباطی	۲۳/۵ درصد
فضای سبز	۰/۷ درصد
سایر کاربری‌های عمومی و آستان قدس	۲۹ درصد
حداکثر انرژی گرمایشی مورد نیاز منطقه طرح	۴۷۲/۴ MW (بر مبنای آب گرم ۸۵°C)
حداکثر انرژی برودتی مورد نیاز منطقه طرح	۱۰۰۴۶۱ RT
حداکثر انرژی آب گرم مورد نیاز منطقه طرح	۱۲۴۱ kg/s (بر مبنای آب گرم ۶۵°C)
حداکثر انرژی حرارتی مورد نیاز تأسیسات حرم مطهر:	۱۱۲/۸ MW (بر مبنای بخار ۱۷۰°C و ۸ bar)
حداکثر دبی بخار مورد نیاز جهت تأمین نیازهای گرمایشی و آب گرم مصرف‌کننده‌ها در منطقه طرح در زمستان:	۸۶۳ t/h
حداکثر دبی بخار مورد نیاز تأسیسات حرم مطهر در زمستان:	۱۴۷ t/h
حداکثر دبی بخار مورد نیاز جهت تأمین نیازهای سرمایه‌گذاری و آب گرم مصرف‌کننده‌ها در منطقه طرح در تابستان:	۵۶۴ t/h
حداکثر دبی بخار مورد نیاز تأسیسات حرم مطهر در تابستان:	۶۰ t/h

مأخذ: گزارش شرکت مشاور طوس آب



استهلاک طرح است که در ادامه ارائه می‌گردد:

هزینه سوخت

پس از احداث سیستم تولید همزمان احتیاج به دیگ‌های بخار کمکی است تا نیاز انرژی حداکثر مورد نیاز برای سرمایش، گرمایش و آب گرم را تأمین کند (واحد الین و دیگ‌های بخار کمکی فقط به منظور تولید بخار مورد استفاده قرار می‌گیرند. در اینجا مصرف سوخت حداکثر مورد نیاز سیستم تولید همزمان در طی دوره بهره‌برداری منهای مقدار سوخت مورد نیاز نیروگاه جهت تأمین برق

طول دوره بهره‌برداری از سیستم کل سرمایه‌اش را مستهلک نموده و ارزش اسقاط معادل صفر می‌باشد، بدست آمده است.

در نظر گرفته شده است. بدین ترتیب هزینه سوخت کل سیستم به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$CF_t = F_t \times P_g$$

که CF_t کل هزینه سوخت در سال t و F_t میزان سوخت مصرفی دیگ‌های بخار الین و کمکی در سال t و P_g قیمت گاز طبیعی تمام شده (اعم از پالایش، انتقال و توزیع) معادل ۷۷۳ ریال به ازای هر متر مکعب در سال ۱۳۸۷ است.

هزینه تعمیر و نگهداری دوره‌ای

هزینه تعمیر و نگهداری سیستم تولید گرمایش، سرمایش و آب گرم نیز به صورت ذیل محاسبه می‌شود.

$$CM_t = E_t \times ACM$$

در اینجا CM_t هزینه تعمیر و نگهداری هر یک از سیستم‌های تولیدکننده گرمایش، سرمایش و آب گرم در سال t است. E_t نیز میزان حرارت مورد استفاده برای تولید هر یک از مؤلفه‌های گرمایش، سرمایش و آب گرم در سال t و ACM متوسط هزینه تعمیر و نگهداری هر واحد انرژی سیستم تولیدکننده گرمایش، سرمایش و آب گرم بوده که براساس مطالعات انجام گرفته و آمارنامه تفصیلی صنعت برق سال ۱۳۸۶ معادل ۰/۸ سنت به ازای هر کیلووات ساعت معادل حرارت می‌باشد.

هزینه استهلاک سرمایه

استهلاک سرمایه تخصیصی به هر یک از مؤلفه‌های سیستم در هر سال با استفاده از روش مستقیم و با فرض اینکه سرمایه گذار در

درآمدهای طرح

فروش انرژی جهت سرمایش، گرمایش و آب گرم و همچنین صرفه جویی در مصرف گاز طبیعی در اثر بهره‌برداری از سیستم CHP از مهم‌ترین درآمدهای طرح است. از آنجا که در تحلیل اقتصادی باید، جنبه‌های زیست محیطی طرح را نیز در نظر گرفت، منافع زیست محیطی ناشی از این طرح نیز به عنوان درآمد در تحلیل هزینه-فایده وارد شده است.

فروش انرژی

برای محاسبه درآمد حاصل از فروش باید قیمت فروش واحد انرژی محاسبه شود. در اینجا برای محاسبه قیمت واحد انرژی، فرض شده است که درآمد طرح از فروش انرژی جهت تولید گرمایش، سرمایش و آب گرم برابر باشد با همان مقدار ارزش حرارتی گاز طبیعی و یا به عبارت دیگر قیمت واحد انرژی برابر با قیمت گاز طبیعی معادل آن باشد. از طرف دیگر می‌توان چنین برداشت کرد که مصرف‌کننده جهت تأمین گرمایش، سرمایش و آب گرم مصرفی همان هزینه‌ای را پرداخت نماید که از گاز طبیعی استفاده کند.

ابتدا با استفاده از حرارت لازم برای گرمایش، سرمایش و آب گرم و این نکته که ارزش حرارتی گاز طبیعی برابر ۸۴۰۰ کیلو

کالری بر متر مکعب است، گاز مصرفی معادل محاسبه می شود. با توجه به اینکه:

$$1 \text{ kcal} = 1/16 \text{ wh} = 0.00116 \text{ kWh}$$

داریم:

$$8400 \text{ kcal/m}^3 \times 1/16 \text{ wh/kcal} = 9744 \text{ wh/m}^3 = 9744 \text{ kWh/m}^3$$

در این بخش برای محاسبه درآمد دولت از مصرف گاز خانوارها، از تعرفه های اعلام شده شرکت پالایش و پخش فرآورده های نفتی استفاده شده است. طبق اطلاعات دریافتی از این شرکت، تعرفه گاز در ایران بر اساس طبقه بندی پنج گانه (سرد ۱ تا ۳، معتدل و گرم) است که در اینجا برای مشهد نرخ میانگین آن برابر ۱۰۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت در سال ۱۳۸۷ است. البته باید در نظر داشت که برای قیمت گذاری این قبیل انرژی، در سایر کشورها مطالعات مفصل و مستقلی صورت گرفته که لزوم توجه دقیق تر به این بحث را نشان می دهد؛ و فرض برابری قیمت این انرژی با قیمت گاز تحویلی به خانوار در پژوهش حاضر، به منظور تسهیل در امر محاسبات و بدست آوردن یک برآورد نسبتاً واقعی است.

میزان سوخت صرفه جویی شده در محدوده حرم مطهر رضوی^(۴)

از آنجایی که با اجرای سیستم CHP، راندمان کلی نیروگاه مشهد افزایش یافته و همچنین با تأمین گرمایش، سرمایش و آب گرم مورد نیاز مراکز مصرف از طریق راه اندازی این سیستم، مصرف کنندگان از مصرف سوخت برای تولید گرمایش، سرمایش و آب گرم به صورت منفرد بی نیاز می گردند، لذا می توان میزان سوخت صرفه جویی شده را به عنوان یکی از عمده ترین صرفه های اجرای طرح مزبور مورد نظر قرار داد. با در نظر گرفتن اینکه مصرف کنندگان از سوخت گاز طبیعی و با استفاده از دیگ های بخار کوچک برای تولید گرمایش و آب گرم و از برق برای تولید سرمایش استفاده می کنند (که برق مزبور نیز در نیروگاه با استفاده از گاز طبیعی تولید می شود) لذا با در نظر گرفتن راندمان دیگ های بخار کوچک به میزان ۷۰ درصد و راندمان نیروگاه مشهد معادل متوسط راندمان نیروگاه های گازی تحت نظارت وزارت نیرو به میزان ۲۷/۸ درصد، می توان میزان گاز طبیعی صرفه جویی شده در اثر تأمین گرمایش، سرمایش و آب گرم با استفاده از سیستم تولید همزمان را به صورت زیر بدست آورد.

(الف) سوخت صرفه جویی مأخذ: یافته های تحقیق

شده در تولید گرمایش و آب گرم:

$$F_{S1} = \frac{E_{PHt} \times 860}{HV_g \times EF_{sb}}$$

(ب) سوخت صرفه جویی شده در تولید سرمایش:

$$F_{S2} = \frac{E_{PCt} \times 860}{HV_g \times EF}$$

که:

HV_g : ارزش حرارتی گاز طبیعی،

F_{S1} : میزان گاز طبیعی صرفه جویی شده در دیگ های بخار

کوچک برای تولید گرمایش و آب گرم در مراکز مصرف در سال t

F_{S2} : میزان گاز طبیعی صرفه جویی شده در نیروگاه برای تولید

برق مورد استفاده در تولید سرمایش مراکز مصرف در سال t،

E_{PHt} : انرژی معادل کیلو کالری حرارت استحصالی از واحدهای

نیروگاه مشهد برای تولید گرمایش و آب گرم در سال t،

E_{PCt} : انرژی معادل کیلو کالری حرارت استحصالی از واحدهای

نیروگاه مشهد برای تولید سرمایش در سال t،

EF_{sb} : راندمان دیگ های بخار کوچک مورد استفاده جهت تولید

گرمایش و آب گرم (معادل ۷۰ درصد)،

EF : متوسط راندمان نیروگاه (معادل ۲۷/۸ درصد)،

و عدد ۸۶۰ معادل کیلووات ساعت یک کیلو کالری (بر اساس

رابطه ۳) است.

به منظور محاسبه میزان ارزش سوخت صرفه جویی شده، باید هزینه فرصت اقتصادی آن را در نظر گرفت. دو رویکرد اساسی برای در نظر گرفتن هزینه فرصت ارزش گاز طبیعی عبارتند از: بیشترین مقدار ارزش افزوده ای که این میزان گاز طبیعی در حال حاضر در کشور در فرایندهای تولید ایجاد می کند و یا ارزش صادراتی این میزان گاز طبیعی. در این مقاله فرض شده است که این مقدار گاز صرفه جویی شده در بازار منطقه فروخته شود. بنابراین ارزش گاز طبیعی صرفه جویی شده معادل قیمت گاز طبیعی صادراتی به ترکیه در نظر گرفته شده است. قیمت گاز طبیعی صادراتی به ترکیه تابعی از قیمت جهانی نفت خام است و لیکن متوسط آن در سال ۱۳۸۷ معادل ۲۸ سنت (۰.۲۸ دلار آمریکا) به

جدول ۴ - میزان کاهش انتشار آلاینده های هوا بر حسب کیلوگرم در سال اول بهره برداری

سال	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	SO _x	NO _x	CO
۴	۷۸۵۷	۱۴۰۰	۷۰۰۲	۵۸۸۲	۷۰۰۲	۷۰۰۲

در بر دارد، که می‌توان آن‌ها را هزینه مبادله چرخه CDM نامید. هزینه‌های مبادله چرخه CDM هزینه‌هایی هستند که صرف انجام مذاکره و تکمیل قراردادها جهت تضمین گواهیهای کاهش انتشار می‌شوند. اینها شامل هزینه‌های پیش از عملیات (یا هزینه‌های پیش پرداخت)، هزینه‌های اجرا (هزینه‌های صرف شده طی دوره اعتبار پروژه) و هزینه‌های بازرگانی می‌باشد. هزینه‌های پیش عملیاتی شامل هزینه‌هایی می‌شود که مستقیماً صرف پژوهش، مذاکرات، تأیید و تصویب پروژه می‌شوند. هزینه‌های اجرا شامل هزینه‌هایی می‌شوند که صرف پایش، تأیید صحت انجام پروژه، و اجرا می‌شوند؛ و هزینه‌های بازرگانی، آنهایی هستند که صرف خرید و فروش گواهی‌های کاهش انتشار، مانند حق کمیسیون و هزینه حفظ حساب در واحد ثبت ملی می‌شوند. هزینه‌های پیش عملیاتی PFC^۶ در حدود ۲۲۹ هزار یورو می‌باشد، در حالی که برآوردهای اکوسیوریتیز (۲۰۰۲) حداقل هزینه‌های خالص مبادله در حدود ۷۰ هزار یورو است.^۸

جدول (۵) هزینه‌های مبادله CDM را بر اساس دو برآورد صندوق کربن-نمونه اولیه و اکوسیوریتیز نشان می‌دهد. بر طبق نتایج چندین مطالعه، هزینه‌های مبادله در ازای هر تن دی اکسید کربن، برای پروژه‌های بزرگ مقیاس بسیار کم و قابل اغماض است. اما این هزینه‌ها برای پروژه‌های کوچک مقیاس قابل ملاحظه است. با در نظر داشتن این نکته بدیهی است که سرمایه‌گذاران

پروژه‌های بزرگ مقیاس را ترجیح دهند. سرعت بخشیدن به پروژه‌های کوچک مقیاس (با آسان‌سازی مراحل و استانداردسازی اطلاعات و ارقام مورد گزارش) نه تنها از هزینه‌های مبادله می‌کاهد، بلکه پروژه را به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه‌تر می‌کند. بر طبق گزارشات اکوسیوریتیز سرعت بخشیدن به فرایندهای کار تا ۶۷ درصد از هزینه‌های مبادله می‌کاهد.

قیمت گواهی‌های کاهش انتشار در بازار کربن تعیین می‌شود. در حال حاضر بازار

ازای هر متر مکعب می‌باشد. بدین ترتیب ارزش گاز طبیعی صرفه جویی شده از حاصلضرب میزان گاز طبیعی صرفه جویی شده در قیمت آن بدست می‌آید.

منافع زیست محیطی

از آنجا که یکی از بزرگترین منافع اجرای این طرح کاهش انتشار آلاینده‌های هوا اعم از گازهای گلخانه‌ای و غیر آن است، و از طرفی باید این منافع را در ارزیابی اقتصادی این طرح در نظر گرفت، ابتدا آلودگی کاهش یافته در اثر اجرای این پروژه محاسبه شده است. این کاهش‌ها بر اساس محاسبات گاز صرفه جویی شده و استفاده از ضرایب انتشار آلودگی موجود در سایت هیئت بین‌الدول تغییرات آب و هوایی (IPCC) بدست آمده است. در جدول (۴) میزان کاهش انتشار آلاینده‌های هوا (بر اثر صرفه جویی در مصرف گاز طبیعی در مناطق مصرف) آمده است.

پس از آن به منظور کمی کردن منافع این کاهش انتشارات، با استفاده از ضرایبی که توسط آژانس حفاظت از محیط زیست (EPA) ارائه شده است (این ضرایب از ترازنامه انرژی کشور قابل استخراج است)، میزان منفعت اجتماعی کاهش آلودگی را محاسبه می‌کنیم.

CDM هزینه‌ها و منافع

باید توجه داشت که تعریف یک پروژه در قالب CDM و ثبت آن دارای مراحل مختلفی است و هر کدام از این مراحل هزینه‌ای



جدول ۵- برآورد هزینه‌های مبادله CDM - دلار

PCF	Ecosecurities (۲۰۰۲)	چرخه پروژه	
۴۰۰۰۰	-	آماده سازی و بازرگاری	مرحله پیش عملیاتی
۲۰۰۰۰	۱۵۰۰۰-۲۰۰۰۰	بررسی خط پایه	
۲۰۰۰۰	۵۰۰۰-۱۰۰۰۰	طرح پایش	
-	-	ارزیابی زیست محیطی	
-	-	مشاوره با دست اندرکاران	
-	-	تصویب	
۳۰۰۰۰	۱۰۰۰۰-۲۰۰۰۰	تایید	
۱۰۵۰۰۰	-	مشاوره و ارزیابی پروژه	
۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰-۲۵۰۰۰	توافقات قانونی و قراردادی	
-	۵ تا ۱۵ درصد از ارزش CER	فروش گواهی‌های کاهش انتشار	مرحله عملیاتی
-	سالانه ۲ درصد از ارزش CER	وضع مالیات	
-	سالانه ۱ تا ۳ درصد از ارزش CER	تعدیل ریسک‌ها	
۲۵۰۰۰ (اولیه) ۱۰ تا ۲۵ هزار (دوره‌ای) ۱۰ تا ۲۰ هزار (نظارت دوره‌ای)	۵۰۰۰ در ازای هر حسابرسی	ارزیابی صحت انجام پروژه	
-	درصدی از ارزش CER به آن اختصاص داده خواهد شد	مدیریت اداری هیئت اجرایی	

ماخذ: فنهان، یورگن و همکاران، ۱۳۸۷

از پروژه‌های بیوماس و پروژه‌های افزایش کارایی بدست می‌آیند، حدود بیست درصد کمتر است. این در حالیست که قیمت CER پروژه‌های تغییر سوخت و بازیافت متان حدود چهل درصد ارزان تر است.

در حال حاضر قیمت واحدی برای CER وجود ندارد و قیمت آن بسته به ریسک‌های موجود نوع فناوری و مؤلفه‌های توسعه اجتماعی متغیر است. چندین مدل اقتصادی، قیمت واحدی را برای کربن پیش بینی می‌کنند، زیرا این مدل‌ها بازارهای رقابتی و آزاد شده را در نظر می‌گیرند. این مدل‌ها با توجه به حضور ایالات متحده در بازار گازهای گلخانه‌ای، قیمت بسیار بالایی را برای کربن پیش بینی می‌کنند. این مدل‌ها بعد از توافقات بن و پیمان مراکش، و با توجه به عدم حضور ایالات متحده در بازار، قیمت‌های پایینی را برای کربن پیش بینی کردند.

کربن "مجموعه ناپایداری از مبادلات مختلف" است که در آن گواهی‌های کاهش انتشار خرید و فروش می‌شوند. سه بازار اصلی برای مبادله CER وجود دارد: سیستم پروژه محور یا سیستم خط پایه و اعتبار، بازار مجوز یا سیستم تجارت نشر، و بازار اختیاری. قیمت گواهی کاهش انتشار به میزان زیادی بر پایه گمانه‌زنی‌ها تعیین می‌شود. صندوق کربن-نمونه اولیه (PCF) پارامترهای بسیاری را در تعیین قیمت در توافقات اخیر کربن در نظر می‌گیرد. علاوه بر این ویژگی‌های خاص برخی از پروژه‌ها همانند: ۱- دارا بودن ضمانت نامه‌های دولتی، ۲- ایجاد منافع اجتماعی در پروژه و ۳- عدم محاسبه هزینه‌های آماده‌سازی در محاسبه کل هزینه‌های پروژه، موجب افزایش قیمت CER در PCF می‌شود. در مناقصه واحدهای CER، (CERUPT)، قیمت‌ها همچنین بر اساس نوع فناوری بکار برده شده در پروژه‌ها متفاوت هستند و CER پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر، قیمت مرجع را تعیین می‌کنند. قیمت CER که

در نظر گرفته شد و بیان شد که این قیمت همواره دچار نوساناتی است. به منظور بررسی دقیق تر تأثیر این درآمد بر توجیه پذیری طرح، در این بخش تحلیل حساسیتی پیرامون قیمت های مختلف CER انجام شده که نتایج آن در جدول (۷) ارائه شده است.

نتایج تحلیل حساسیت نشان می دهد که اگر پروژه در قالب CDM تعریف نشود و هیچ حمایت مالی از این طریق جذب نشود، توجیه پذیری این طرح به خطر افتاده و حاشیه امنیت پایینی برای سوددهی طرح متصور خواهد بود؛ چرا که نرخ بازده داخلی طرح به ۱۷/۷ درصد کاهش یافته و فاصله آن با نرخ تنزیل طرح -۱۷ درصد- بسیار کم شده و NPV نیز ۹۱ درصد کاهش خواهد یافت. از سوی دیگر افزایش قیمت CER اثر مثبت قابل توجهی بر توجیه پذیری آن دارد. به طوری که افزایش ۴۰ درصدی قیمت گواهی های کاهش انتشار (CER)، باعث افزایش ۳۶ درصدی NPV شده و نرخ بازده داخلی طرح را به ۲۶/۹ درصد می رساند که نرخ قابل توجهی برای سرمایه گذار است.

نتیجه گیری

توجه به مکانیزم توسعه پاک و اثبات لزوم بررسی طرح های بهبود کارایی مصرف انرژی در چارچوب این مکانیزم، هدف اصلی این مقاله بود. با توجه به کارایی پایین تولید و توزیع برق در ایران (که کارایی بهترین نیروگاه های کشور کمتر از ۵۰ درصد است)، پتانسیل بالای افزایش کارایی، کاهش مصرف سوخت های فسیلی و در نتیجه کاهش انتشار گازهای گلخانه ای را نشان می دهد.

پروژه تولید همزمان برق و حرارت در نیروگاه مشهد و گرمایش منطقه ای یکی از بهترین راهکارهای افزایش کارایی در زمینه تولید و مصرف انرژی است. در این مقاله امکان سنجی اقتصادی این طرح با تأکید بر تعریف آن در چارچوب مکانیزم توسعه پاک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است که درآمد ناشی از فروش (CER) تعریف طرح در چارچوب مکانیزم توسعه پاک (تأثیر قابل توجهی بر توجیه پذیری طرح دارد. هر چند که بدون این درآمد نیز، طرح دارای صرفه اقتصادی است، اما حاشیه سود آن به شدت پایین می آید (کاهش ۹۱ درصدی در NPV).

از سوی دیگر، در امکان سنجی طرح ها در چارچوب مکانیزم

در این پژوهش با توجه به اینکه قرار است این طرح از طریق بودجه دولت تأمین مالی شود، قیمت CER آن ۱۴ یورو در نظر گرفته می شود. قیمت فعلی CER (اگوست ۲۰۰۹) این میزان است که البته نوسان هایی را هم همواره داشته و دارد. به منظور بررسی دقیق تر این مطلب، تحلیل حساسیت این قیمت در بخش بعدی ارائه می شود.

با توجه به این اطلاعات، و وجود ریسک و عدم اطمینان ها در هزینه ها و قیمت گواهی های کاهش انتشار، در سناریوی اصلی ارزیابی این طرح هزینه مبادله ۳۰۰۰۰۰ دلار و قیمت CER برابر ۱۴ یورو (حدود ۲۰ دلار) در نظر گرفته خواهد شد.

ارزیابی اقتصادی و تحلیل حساسیت CDM

در این بخش به ارزیابی اقتصادی طرح از دیدگاه دولت می پردازیم. نتایج محاسبات در جدول (۶) ارائه شده است.

همان طور که در جدول (۶) مشاهده می شود، اجرای این طرح دارای توجیه اقتصادی نسبتاً بالایی بوده و منفعت خالص فراوانی را ایجاد می کند. بنابر نتایج بدست آمده، اجرای این طرح طی مدت ۱۵ سال بهره برداری خود، ارزش حال خالصی معادل ۵۴۵۷۴۷ میلیون ریال را نصیب مجری می کند که بیانگر آن است که هر ریال سرمایه گذاری در این طرح، سود خالصی معادل ۰/۲۶ ریال بازده دارد. از طرفی نرخ بازده داخلی طرح نشان می دهد که تأمین مالی این طرح تا مرز بهره ۲۴/۵ درصدی دارای توجیه اقتصادی است و اگر هزینه تأمین سرمایه نرخی بالاتر از این میزان را داشته باشد، این طرح توجیه خود را از دست می دهد. همچنین نتایج نشان می دهد که کل سرمایه گذاری انجام شده طی پنج سال و یازده ماه از شروع سرمایه گذاری برگشت داده می شود.

اهمیت مکانیزم توسعه پاک در طرح

در سناریوی اصلی طرح، قیمت هر CER معادل ۱۴ یورو

جدول ۶- نتایج ارزیابی اقتصادی طرح

مقدار	معیار
۵۴۵۷۴۷ میلیون ریال	NPV
۲۴/۵ درصد	IRR
پنج سال و یازده ماه	دوره برگشت سرمایه

مأخذ: نتایج تحقیق

جدول ۷- تحلیل حساسیت مربوط به قیمت گواهیهای کاهش انتشار

نرخ بازده داخلی		ارزش خالص فعلی		قیمت گواهی های کاهش انتشار	
IRR (%)	درصد تغییر IRR (%)	NPV (میلیون ریال)	درصد تغییر NPV (%)	قیمت (\$)	درصد تغییر قیمت (%)
۱۷/۷	-۲۸	۴۹۸۰۱	-۹۱	۰	-۱۰۰
۱۹/۸	-۱۹	۱۹۸۵۸۴	-۶۴	۶	-۷۰
۲۱/۹	-۱۰	۳۴۷۳۶۸	-۳۶	۱۲	-۴۰
۲۳/۸	-۳	۴۹۶۱۵۲	-۹	۱۸	-۱۰
۲۵/۱	۲	۵۹۵۳۴۲	۹	۲۲	۱۰
۲۶/۹	۱۰	۷۴۴۱۲۶	۳۶	۲۸	۴۰
۲۸/۷	۱۷	۸۹۲۹۱۰	۶۴	۳۴	۷۰

مأخذ: نتایج تحقیق

1. Dewi Restuti, Axel Michaelowa, "The economic potential of bagasse cogeneration as CDM projects in Indonesia", Energy Policy 35 (2007) 3952-3966.
2. Kosugi, Takanobu, Koji Tokimatsu, Weisheng Zhou, "An economic analysis of a clean-development mechanism project: a case introducing a natural gas-fired combined heat-and-power facility in a Chinese industrial area", Applied Energy 80 (2005) 197-212.
3. Purohit, Pallav, Axel Michaelowa, "CDM potential of bagasse cogeneration in India", Energy Policy 35 (2007) 4779-4798.
4. United Nations, "Kyoto Protocol To The United Nations Framework Convention On Climate Change", 1998.
5. Weiss, Philipp, Thierry Lefeuvre, Dominik Most, "Modelling the impacts of CDM incentives for the Thai electricity sector", Energy Policy 36 (2008) 1134-1147.

پی نوشت:

۱. این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران است که با تأمین مالی شرکت بهینه سازی مصرف سوخت انجام شده است.

× Khallilut.ac.ir

×× Hsesheyahoo.com

××× JPakdin ut.ac.ir

۳. Clean Development Mechanism

۴. این سند که توسط اجراکننده پروژه یا حمایت کننده آن تهیه می شود، حاوی اطلاعات مربوط به پروژه بوده که پس از تنظیم آن، به مرجع ملی صلاحیت دار (در مورد ایران سازمان حفاظت محیط زیست) ارائه می شود. این سند به منزله پیشنهاد پروژه به منظور تعریف آن در چهارچوب مکانیزم توسعه پاک، (اولین مرحله در روند مکانیزم توسعه پاک) به آن مرجع تحویل می شود، تا پس از انجام مطالعات دقیق تر مراحل بعدی مکانیزم دنبال شود.

۵ Renewable Energy Development

۶. Certified Emission Reduction

۷. Annex I Parties

۸. Joint Implementation

۹. Emission Trading

۱۰. <http://cdm.unfccc.int/Statistics/index.html/>

۱۱. بازده کلی این واحد ها ۸۰ تا ۹۰ درصد است در حالی که بازده واحد های متداول حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد است و این بازده بالاتر موجب صرفه جویی در مصرف انرژی می باشد

۱۲. دیگر های بخاری که به منظور بازیافت گرمای گاز خروجی از واحدهای گازی استفاده می شوند.

۱۳. Header

توسعه پاک، نوسانات قیمت CER را باید همواره مدنظر داشت. نتایج تحلیل حساسیت نشان می دهد که پارامترهای ارزیابی طرح نسبت به تغییرات قیمت CER حساسیت نسبتاً بالایی دارند. به طوری که افزایش (کاهش) ۴۰ درصدی قیمت CER باعث افزایش (کاهش) ۳۶ درصدی NPV و افزایش (کاهش) ۱۰ درصدی IRR می شود.

در نهایت، نتایج تحقیق نشان می دهد که اجرای این طرح از توجیه پذیری بالایی برخوردار است، مخصوصاً اگر در چارچوب CDM تعریف شود. همچنین اهمیت بالای GDM در توجیه پذیری این طرح می تواند مشوق خوبی برای حرکت به سمت بهره بردن بیشتر از این مکانیزم در طرح های بهره وری انرژی کشور باشد. ■

منابع

۱. اکوسیوریتی، مکانیزم توسعه پاک؛ فرایندها و دستورالعمل های ساده شده برای پروژه های کوچک مقیاس، گزارش به سازمان توسعه بین المللی DFID، می ۲۰۰۲: www.ecosecurities.com/003publications smallscaleproject.pdf/
۲. ترازنامه انرژی کشور، وزارت نیرو، ۱۳۸۵.
۳. شرکت پخش و پالایش فرآورده های نفتی، قیمت حاملهای انرژی، ۱۳۸۷.
۴. فنهان، یورگن، کرستن هالسناس، رومئو پاکودان، آنه الهف، راهنمای مکانیزم توسعه پاک، ترجمه امیر عباس صدیقی، ریحانه رحیمی، موسسه بین المللی مطالعات انرژی، ۱۳۸۷.
۵. گزارش طرح تولید همزمان برق و حرارت و گرمایش منطقه ای نیروگاه مشهد، شرکت مشاور طوس آب، اردیبهشت ۱۳۸۶.