

علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره دهم، شماره دو، تابستان ۸۷

## ارزیابی اقتصادی توسعه نیروگاه های خورشیدی با توجه به ملاحظات زیست محیطی

عطیه اکرامی<sup>۱</sup> (مسئول مکاتبات)  
[a.ekrami@yahoo.com](mailto:a.ekrami@yahoo.com)  
مهدی صادقی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۸۵/۳/۲۰

تاریخ دریافت: ۸۵/۱/۱۴

### چکیده

در بخش تولید برق محدودیت منابع سرمایه‌گذاری و محیط زیست از جمله مسایل مهمی است که این فرایند را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به حداقل رساندن هزینه و اثرات مخرب محیط زیست همواره مورد توجه متخصصان بوده و خواهد بود. جدی بودن مسأله حفاظت از محیط زیست و همچنین امنیت انرژی الکتریسیته موجب شده که فرآیند تولید برق توسط نیروگاه های خورشیدی مورد تأکید قرار گیرد. بدیهی است منابع لازم برای سرمایه‌گذاری، در کشور ما، مسایل زیست محیطی را تحت الشعاع خود قرار می‌دهد. حال سؤال اساسی این است که آیا امکان جایگزینی نیروگاه های غیر خورشیدی به وسیله نیروگاه های خورشیدی وجود دارد یا حداقل در آینده وجود خواهد داشت؟ این مقاله سعی دارد با توجه به بالا بودن هزینه‌های تولید برق توسط نیروگاه های خورشیدی در کشور و همچنین با توجه به وضعیت هزینه‌های تولید برق با در نظر گرفتن هزینه‌های اجتماعی به بررسی اقتصادی موضوع مزبور بپردازد. در این بررسی ابتدا هزینه تمام شده تولید برق به ازای هر کیلو وات ساعت در هر یک از نیروگاه های تولید برق محاسبه شده، سپس با توجه به انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای از نیروگاه های غیر خورشیدی و منظور نمودن هزینه‌های خارجی تحمیل شده، ارزیابی لازم صورت گرفته است. در نهایت مشخص شده است که در حال حاضر استفاده از برق تولید شده از نیروگاه های خورشیدی اقتصادی نمی‌باشد

به نظر می‌رسد با توجه به افزایش تقاضای برق و محدودیت منابع فسیلی و بالا بودن میزان آلودگی حاصل از این منابع، استفاده از انرژی حاصل از نیروگاه های فسیلی در آینده‌ای نه چندان دور، توجیه اقتصادی نداشته باشد.

واژه های کلیدی: نیروگاه برق خورشیدی، هزینه های خارجی، هزینه های اجتماعی

۱- کارشناس ارشد مدیریت محیط زیست، اقتصاد محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی

۲- استادیار دانشکده علوم اقتصادی

## مقدمه

نیروگاه های حرارتی (با سوخت فسیلی) با توجه به ملاحظات زیست محیطی و لحاظ هزینه های اجتماعی قابل رقابت هستند؟ به عبارت دیگر مقاله درصدد بررسی و مقایسه هزینه-منفعت انواع نیروگاه های حرارتی فسیلی با نیروگاه های خورشیدی می باشد .

## روش شناسی مطالعه

روش گردآوری اطلاعات در این تحقیق کتابخانه ای، اسنادی و اینترنتی می باشد. اطلاعات مربوط با استفاده از یادداشت برداری از گزارش های آماری موجود و جداول آماری گردآوری شده و در مواردی نیز مصاحبه هایی با کارشناسان انجام پذیرفته است.

روش تحقیق در این طرح علمی- کاربردی، مبتنی بر روش شناسی ارزیابی طرح های اقتصادی است و روش تجزیه و تحلیل اطلاعات، تحلیل هزینه- منفعت، تحلیل های مبتنی بر یافتن منفعت و هزینه واقعی نیروگاه های برق می باشد.

هزینه های تمام شده تولید یک واحد انرژی در نیروگاه های فسیلی محاسبه شده ، سپس با منظور نمودن هزینه های خارجی ، هزینه اجتماعی تولید یک واحد انرژی در سناریوهای مختلف بررسی شده است . هزینه تمام شده تولید یک واحد انرژی در نیروگاه های خورشیدی نیز محاسبه شده و با چشم پوشی از مقدار ناچیز هزینه های خارجی انواع تکنولوژی های خورشیدی ، هزینه اجتماعی و هزینه تمام شده تولید یک واحد انرژی در سیستم خورشیدی یکسان در نظر گرفته شده است . هزینه اجتماعی منظور شده در این مقاله به دلیل محدودیت اطلاعات موجود فقط شامل هزینه خارجی آلودگی هوا بوده و هزینه خارجی آلودگی های آب، پساب و صدا در نظر گرفته نشده است . در نهایت هزینه اجتماعی تولید یک واحد انرژی در سناریو های مختلف انرژی فسیلی و انرژی خورشیدی با یکدیگر مقایسه شده است.

امروزه بشر با دو بحران بزرگ رو به رو است که بیش از آن چه در ظاهر به نظر می رسد با یکدیگر مرتبط می باشند. از یک سو جوامع صنعتی و شهرهای بزرگ با مشکل آلودگی محیط زیست مواجه اند و از سوی دیگر مشاهده می شود که مواد اولیه و سوخت مورد نیاز، رو به کاهش است، چرا که منابع فسیلی از جمله منابع غیر قابل تجدید است. اثرات مصرف بالای انرژی در محیط زیست آشکار است و برخی تنها راه حل آن را در کاهش مصرف انرژی می دانند، حال آن که این امر نه تنها صحیح نیست بلکه با توجه مفهوم توسعه پایدار، ناممکن نیز می باشد.

بنابراین از آن جا که از لوازم توسعه پایدار تأمین منابع قابل اتکای انرژی و تأمین فضای زندگی سالم برای آحاد جامعه است، توجه به انرژی های نو از جمله انرژی خورشیدی از گام های مورد نیاز جهت نیل به توسعه پایدار است.

اهداف تعقیب شده در مقاله عبارت اند از:

ارزیابی این مسأله که آیا با در نظر گرفتن هزینه های اجتماعی، توسعه نیروگاه های خورشیدی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه خواهد بود؟

ارزیابی نقش هزینه های اجتماعی در تصمیم گیری جهت توسعه نیروگاه های خورشیدی، یا به عبارت دیگر بررسی میزان اثرگذاری هزینه های اجتماعی (افزایش و کاهش آن) در تصمیم گیری جهت توسعه نیروگاه های خورشیدی .

بررسی این مطلب که در صورت لحاظ هزینه های اجتماعی، نیروگاه های خورشیدی با کدام یک از نیروگاه های حرارتی فسیلی قابل رقابت خواهند بود .

صنعت برق به خاطر نقش زیربنایی و وابستگی زیادی که به کلیه عوامل مؤثر در رشد اقتصادی و رفاه اجتماعی دارد صنعتی پویاست و وابستگی ادامه حیات بشری به این نوع انرژی ارزشمند و نقش آن در راه اندازی چرخ های صنعت و سیستم های مورد نیاز جامعه، روشن و مبرهن است.

حال با توجه به این که نیروگاه های تولید برق در کشور عمدتاً از نوع نیروگاه های حرارتی می باشد، فرضیه اساسی این است که آیا نیروگاه های خورشیدی در مقایسه با

## ۱- نیروگاه های حرارتی خورشیدی

در این نوع از نیروگاه های خورشیدی، ابتدا با استفاده از سطوح منعکس کننده، پرتوهای خورشیدی بر روی یک گیرنده گرمای خورشید، متمرکز می شود. سپس انرژی گرمایی دریافت شده، توسط سیال گردش در گیرنده، جذب گردیده و سرانجام به کمک مجموعه تجهیزات و سیستم های تبدیل کننده گرما به الکتریسیته (توربین بخار، ژنراتور، کندانسور، پمپ ها و هیتر)، از طریق فرآیندهای ترمودینامیکی، قدرت الکتریکی تولید می گردد. از آن جا که برای تولید بخار مورد نیاز توربین بخار، لازم است تا پرتوهای مستقیم خورشید متمرکز شود، این نوع نیروگاه ها در کمربند جغرافیایی زمین در حد فاصل ۳۰ الی ۴۰ درجه عرض جغرافیایی شمالی و یا جنوبی که دارای بالاترین پرتوهای مستقیم خورشیدی می باشد، می تواند با بهترین بازده مورد بهره برداری قرار گیرد. به منظور تولید برق، سه نوع سیستم که از نظر گردآوری و متمرکز سازی پرتوهای خورشیدی دارای پتانسیل بالایی می باشد عبارت اند از: سیستم های با گردآورنده های سهموی، گیرنده های مرکزی و بشقاب های سهموی (۱).

## ۲- تبیین رابطه هزینه خصوصی، هزینه خارجی و هزینه اجتماعی

### هزینه خصوصی و هزینه خارجی

هر مؤسسه تولیدی که به تولید محصولی اشتغال دارد، همه هزینه ها و منافع حاصل از فعالیتش الزاماً نصیب خودش نمی شود. آن بخش از هزینه ها را که بنگاه تولیدی خود پرداخت می کند هزینه های خصوصی و هزینه هایی را که به محیط خارج از خود تحمیل می کند اما بابت آن پرداختی نمی کند هزینه های خارجی می نامند (۲).

### هزینه تخریب

هزینه ای است که صدمات ناشی از انتشار مواد آلاینده را جبران کند. بدین معنی که بر اثر فعالیت های مغایر با اصول حفاظت از محیط زیست، سلامتی انسان، اکوسیستم ها، میزان محصولات کشاورزی، ابنیه و ساختمان ها و آب و

هوای جهانی در معرض تغییرات نامطلوب قرار می گیرد. هزینه ای که بتواند چنین تغییراتی را جبران کند، هزینه تخریب نامیده می شود (۳)

### هزینه های اجتماعی

مجموع هزینه های خصوصی و هزینه های خارجی را هزینه های اجتماعی می گویند (۲)

در بطن تعاریف به ظاهر ساده فوق، مجموعه ای از مشکلات مربوط به تعریف هزینه های خارجی، نحوه محاسبه آن ها و ملحوظ داشتن آن ها در قیمت ها و روش ارزیابی اقتصادی و انتخاب طرح ها وجود دارد .

در نهایت، ارزیابی شرایط و نتایج گزینه های فن آوری متفاوت، به دلیل تأثیرات پیچیده عوامل جغرافیایی و تغییرات مربوط به زمان در محیط زیست، دقیق نخواهد بود، چرا که توانایی درک ما از این زنجیره پیچیده بسیار محدود است. با این حال جهت محاسبه و کمی ساختن هزینه های خارجی، نایده گرفتن آلودگی ها اشتباه است، هر چند که برآوردهای انجام یافته نیز چندان دقیق نمی باشد.

به طور کلی محاسبه هزینه های خارجی منجر به این می شود که اولاً هزینه واقعی یک نیروگاه را که جامعه متحمل می شود، بتوانیم محاسبه کنیم و از این رو در انتخاب نیروگاه مناسب راهنمای درستی داشته باشیم. ثانیاً محاسبه هزینه های خارجی منجر به وضع مالیات هایی می شود که این گونه مالیات ها می تواند در کاهش آلودگی ها و نیز بهبود فن آوری انرژی های تمیز و پاک و تحقیقات بیشتر برای بهبود فن آوری به منظور استفاده از سوخت کمتر به کار رود.

محاسبه هزینه های اجتماعی به عنوان ابزار تصمیم گیری مفیدی برای کنترل تقاضای برق است، به ویژه در زمانی که افزایش تقاضا برای برق را پیش بینی می کنیم و می بایست برنامه ای برای افزایش در ظرفیت نیروگاه ها داشته باشیم به طوری که بازار به تعادل برسد و قیمت و هزینه نهایی اجتماعی با هم برابر شود (۴)

## ۳- برآورد هزینه تولید برق

## ۳-۱- برآورد هزینه تولید برق در نیروگاه های حرارتی

## خورشیدی

در نیروگاه های حرارتی خورشیدی هزینه های سرمایه گذاری و احداث برحسب ریال به ازای تولید یک کیلووات ساعت برق و هزینه های عملیاتی و تعمیر و نگه داری سیستم، بر حسب درصد در سال بررسی می شود.

قیمت تمام یافته تولید برق بر اساس فن آوری های مختلف نیروگاه های حرارتی خورشیدی در جدول ۱ آمده است. هزینه تمام یافته تولید یک کیلو وات ساعت برق در انواع نیروگاه های متمرکز کننده سهمی، متمرکز کننده بشقابی

جدول ۱- قیمت تمام یافته تولید برق (ریال) بر اساس فن آوری های مختلف نیروگاه های حرارتی خورشیدی (۵)

نوع تکنولوژی	هزینه تمام یافته به ازای یک کیلووات ساعت
متمرکز کننده های سهمی	۱۰۵۶
متمرکز کننده های بشقابی سهمی	۱۶۲۸
دریافت کننده مرکزی	۸۳۶

## ۳-۲- برآورد هزینه تولید برق در نیروگاه های فسیلی

هزینه تولید یک واحد انرژی الکتریکی در هر یک از نیروگاه های فسیلی، شامل هزینه های سرمایه گذاری اولیه برای احداث نیروگاه، هزینه های تعمیرات و نگه داری، هزینه های بهره برداری و نیز هزینه مصرف سوخت نیروگاه می باشد. در این بخش هزینه تمام یافته تولید یک کیلو وات ساعت برق، در انواع نیروگاه های فسیلی موجود در کشور، در سناریوهای متفاوت و با منظور نمودن شرایط فعلی، قیمت داخلی سوخت و قیمت جهانی سوخت، هزینه های خارجی ناشی از آلاینده و گلخانه ای براساس مطالعات بانک جهانی و سازمان محیط زیست و بر اساس ضرایب EPA امریکا بررسی می شود.

سهمی و دریافت کننده مرکزی به ترتیب ۱۰۵۶ ، ۱۶۲۸ و ۸۳۶ ریال می باشد.

پیش بینی های انجام یافته نشان می دهد که در سال های آتی هزینه های سرمایه و هزینه های عملیاتی و تعمیر و نگه داری کاهش خواهد یافت. کاهش هزینه ها عمدتاً به دلیل بهبود فن آوری و بهبود روش های تولید خواهد بود .

جدول ۲- هزینه تمام شده تولید برق (ریال به ازای یک کیلو وات ساعت) در انواع نیروگاه های فسیلی (نگارنده)

نوع نیروگاه	هزینه تمام یافته
بخاری	۱۳۸/۰۹
گازی	۹۹/۱۲
سیکل ترکیبی	۱۲۸/۸۲

با توجه به میزان انتشار گازهای آلاینده و گلخانه ای از نیروگاه های کشور در سال ۱۳۸۲، هزینه های خارجی گازهای آلاینده و گلخانه ای انتشار یافته ناشی از یک کیلو وات ساعت تولید برق، براساس مطالعات بانک جهانی و سازمان محیط زیست در نیروگاه های گازی، بخاری و سیکل ترکیبی به ترتیب ۲۵/۶۷، ۴۵/۳۴ و ۱۰/۱۹ ریال می باشد.

جدول ۳- هزینه‌های خارجی گازهای آلاینده و گلخانه‌ای انتشار یافته ناشی از تولید یک کیلو وات ساعت برق بر اساس مطالعات بانک جهانی و سازمان محیط زیست در سال ۱۳۸۲ (ریال بر کیلو وات ساعت)(۶)

مجموع هزینه‌های خارجی نیروگاه‌ها	SPM	CH	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	گاز	نوع نیروگاه
۲۵/۶۷	۴/۴۳	۰/۰۱۷	۴/۴۳	۱۰/۷۵	۶/۰۴۸	گازی	
۴۵/۳۴	۳/۶۴	۰/۰۱۶	۳/۲۸	۳۴	۴/۴۱	بخاری	
۱۰/۱۹	۲/۰۹	۷/۰۰۷	۲/۵۸	۲/۱۲	۳/۴۰	سیکل	

جدول ۴- هزینه‌های خارجی گازهای آلاینده و گلخانه‌ای انتشار یافته حاصل از یک کیلو وات ساعت تولید برق بر اساس ضرایب EPA امریکا در سال ۱۳۸۲ (ریال بر کیلو وات ساعت)(۶)

مجموع هزینه‌های خارجی نیروگاه‌ها	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	گاز	نوع نیروگاه
۱۱۰/۷۷	۵۵/۴۲	۳/۴۴	۵۱/۹۱	گازی	
۸۹/۸۵	۴۱/۰۷	۱۰/۸۸	۳۷/۹۰	بخاری	
۶۲/۱۶	۳۲/۲۳	۰/۶۸	۲۹/۲۵	سیکل	

ریال و در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی ۶۳/۳۰ ریال می‌باشد.(جدول ۵)

سناریوی شماره ۳، هزینه اجتماعی تمام یافته یک کیلو وات ساعت برق را با احتساب قیمت داخلی سوخت و مجموع هزینه‌های خارجی گازهای آلاینده و گلخانه‌ای براساس ضرایب EPA امریکا بیان می‌کند. هزینه اجتماعی تمام یافته تولید یک واحد انرژی الکتریکی در نیروگاه‌های بخاری ۱۳۲/۴۶ ریال، در نیروگاه‌های گازی ۱۴۹/۱۰ ریال و در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی ۱۱۵/۲۷ ریال می‌باشد(جدول ۵).

سناریوی شماره ۴، هزینه اجتماعی تمام یافته تولید یک کیلو وات ساعت برق را با احتساب قیمت سوخت FOB خلیج فارس و مجموع هزینه‌های خارجی گازهای آلاینده و گلخانه‌ای براساس مطالعات بانک جهانی و سازمان محیط زیست بیان می‌کند. هزینه اجتماعی تمام یافته تولید یک واحد انرژی الکتریکی در نیروگاه‌های بخاری ۲۴۳/۵ ریال، در نیروگاه‌های گازی ۲۸۱/۵ ریال و در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی ۱۶۴/۶ ریال می‌باشد(جدول ۵).

هزینه تمام یافته تولید یک کیلو وات ساعت برق، در انواع نیروگاه‌های فسیلی موجود در کشور، در سناریوهای متفاوت و با منظور نمودن شرایط فعلی، قیمت داخلی سوخت و قیمت جهانی سوخت، هزینه‌های خارجی ناشی از آلاینده و گلخانه‌ای براساس مطالعات بانک جهانی و سازمان محیط زیست و بر اساس ضرایب EPA امریکا بررسی می‌شود.

سناریوی شماره ۱، هزینه تمام یافته تولید یک کیلو وات ساعت برق در شرایط فعلی را بیان می‌کند، هزینه تمام یافته تولید یک واحد انرژی الکتریکی در نیروگاه‌های بخاری ۴۲/۶۲ ریال، در نیروگاه‌های گازی ۳۸/۳۳ ریال و در نیروگاه سیکل ترکیبی ۵۳/۱۱ ریال می‌باشد(جدول ۵).

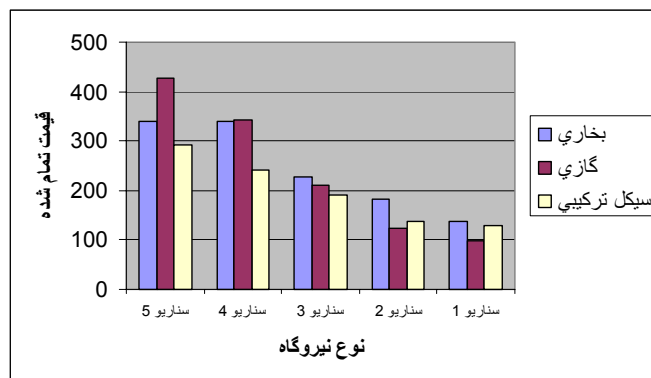
سناریوی شماره ۲، هزینه اجتماعی تمام یافته تولید یک کیلو وات ساعت برق را با احتساب قیمت داخلی سوخت و مجموع هزینه‌های خارجی گازهای آلاینده و گلخانه‌ای براساس مطالعات بانک جهانی و سازمان محیط زیست بیان می‌کند. هزینه اجتماعی تمام یافته تولید یک واحد انرژی الکتریکی در نیروگاه‌های بخاری ۸۷/۹۶ ریال، در نیروگاه‌های گازی ۶۴

الکتریکی در نیروگاه های بخاری ۲۸۸/۰۱ ریال، در نیروگاه های گازی ۳۶۵/۸۹ ریال و در نیروگاه های سیکل ترکیبی ۲۱۶/۶۴ ریال می باشد (جدول ۵).

سناریوی شماره ۵، هزینه اجتماعی تمام یافته تولید یک کیلو وات ساعت برق را با احتساب قیمت سوخت FOB خلیج فارس و مجموع هزینه های خارجی و گازهای آلاینده و گلخانه ای براساس ضرایب EPA بیان می کند. همان طور که آمده است، هزینه اجتماعی تمام یافته تولید یک واحد انرژی

جدول ۵- هزینه اجتماعی تمام یافته تولید برق (ریال بر کیلو وات ساعت) (نگارنده)

نوع نیروگاه	سناریو ۱	سناریو ۲	سناریو ۳	سناریو ۴	سناریو ۵
بخاری	۴۲/۶۴	۸۷/۹۶	۱۳۲/۴۶	۲۴۳/۵۰	۲۸۸/۰۱
گازی	۳۸/۳۳	۶۴	۱۴۹/۱۰	۲۸۱/۵۰	۳۶۵/۸۹
سیکل ترکیبی	۵۳/۱۱	۶۳/۳۰	۱۱۵/۲۷	۱۶۴/۶	۲۱۶/۶۴

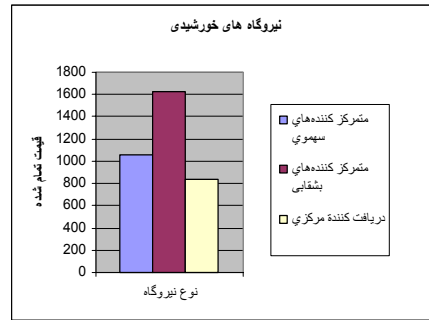
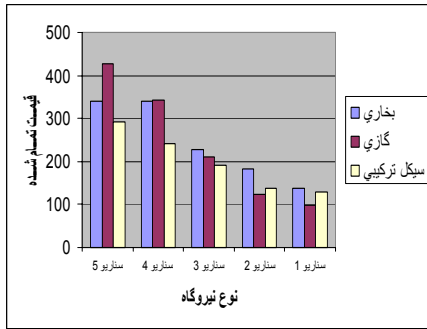


نمودار ۱- مقایسه هزینه تمام یافته تولید برق (ریال بر کیلو وات ساعت) در سناریوهای متفاوت

با قیمت فعلی سوخت در داخل کشور و لحاظ هزینه های اجتماعی نیز هیچ یک از نیروگاه های خورشیدی توان رقابت با هیچ یک از نیروگاه های فسیلی را ندارد. با در نظر گرفتن قیمت سوخت جهانی و همچنین لحاظ هزینه های اجتماعی نیز هیچ یک از نیروگاه های خورشیدی با هیچ یک از نیروگاه های فسیلی قابل رقابت نیست.

۴- نتایج بررسی و مقایسه هزینه تولید برق در نیروگاه های حرارتی خورشیدی و نیروگاه های فسیلی در سناریوهای مختلف

با توجه به محاسبات انجام یافته، ملاحظه می شود که: با قیمت فعلی سوخت در داخل کشور و بدون توجه به هزینه های ناشی از گازهای آلاینده و گلخانه ای و در نتیجه عدم لحاظ هزینه های اجتماعی، هیچ یک از نیروگاه های خورشیدی با هیچ یک از نیروگاه های فسیلی قابل رقابت نیست.



## نمودار ۲- مقایسه قیمت تمام یافته تولید برق در نیروگاه های حرارتی خورشیدی و نیروگاه های فسیلی در سناریوهای مختلف

حتی مناطق تفریحی و تفرجی استفاده کرد، یعنی در واقع نیروگاه های حرارتی خورشیدی نیاز به زمین هم ندارد. ضمناً درآمدی که از این امکانات حاصل می شود، صرف هزینه های نیروگاه خورشیدی خواهد شد.

۵. افزایش سطح آگاهی عمومی که در این صورت تمایل افراد برای پرداخت به منظور عدم ایجاد آلودگی افزایش خواهد یافت، در نتیجه ممکن است بالا بردن قیمت واحد برق حاصل از انرژی خورشیدی، بیشتر مورد پذیرش جامعه قرار گیرد.
۶. تلاش در جهت ارتقای کمی و کیفی تحقیقات علمی و عملی پیرامون نیروگاه های حرارتی خورشیدی.
۷. تلاش در جهت جذب مساعدت های مالی از سازمان های بین المللی نظیر GEF<sup>4</sup>.
۸. جذب سرمایه های حاصل از پیمان کیوتو و در واقع ورود به حوزه تجارت نشر، به عنوان فروشنده حق آلوده سازی و صرف این درآمد در سرمایه گذاری جهت توسعه نیروگاه های خورشیدی .

## ۵- پیشنهادها

۱. پالایش و فرآوری منابع اولیه نیروگاه های فسیلی و فروش آن در داخل یا خارج از کشور، که در این صورت ارزش افزوده مواد اولیه هزینه فرصتی محسوب می شود که در حال حاضر، مورد توجه قرار نمی گیرد.
۲. منظور نمودن هزینه های خارجی آلودگی آب و پساب و آلودگی صوتی ناشی از فعالیت نیروگاه ها، چرا که به دلیل پیچیدگی محاسبه هزینه های خارجی، هنوز هزینه های مذکور به طور دقیق محاسبه نشده و در نتیجه رساله حاضر نیز ناگزیر به چشم پوشی از این هزینه ها در محاسبه و مقایسه بوده است.
۳. منابع فسیلی که در حال حاضر به عنوان ماده اولیه در نیروگاه های برق فسیلی مورد استفاده قرار می گیرد، مسلماً دارای ارزش های ذاتی یا غیر مصرفی<sup>۱</sup> نظیر ارزش وجودی<sup>۲</sup> و ارزش میراث گذاری<sup>۳</sup> می باشند. بنابراین در صورت محاسبه کمی و پولی نمودن این ارزش ها، ممکن است استفاده از منابع فسیلی چندان هم اقتصادی نباشد.
۴. توجه به این مطلب که می توان از زمین مزارع خورشیدی به عنوان گلخانه، مراتع مصنوعی و یا

1-Non-use Value  
2-Existence Value  
3-Bequest Value

4- Global Environmental Facility

## منابع

۱. هوشمند، رحمت اله، ۱۳۸۰، تولید برق در نیروگاه ها، انتشارات دانشگاه شهید چمران.
2. Coase, R., 1994, *3 Reading in Microeconomics*, ch. 33, The Problem of Social Cost, p.p. 484-518.
3. Koomey, J. & F. Krause , 1997, "*Introduction to Environmental externality Costs*", Energy Analysis Program Applied Science Division Lawrence Berkely Laboratory.
4. Cantor, R., 1991, *3the External Costs of Fuel Cycles: Background Document*
۵. معاونت امور انرژی، دفتر برنامه ریزی، گروه مطالعات اقتصادی، ۱۳۷۴؛ "بررسی اقتصادی نیروگاه های حرارتی خورشیدی در مقایسه با سایر نیروگاه ها در کشور."
۶. معاونت امور انرژی، دفتر برنامه ریزی انرژی، وزارت نیرو، ۱۳۸۲، "تراز نامه انرژی سال ۱۳۸۲."
- to the Approach and Issue 3 Prepared for the Energy by resource for the Future, Washington Department, DC.*