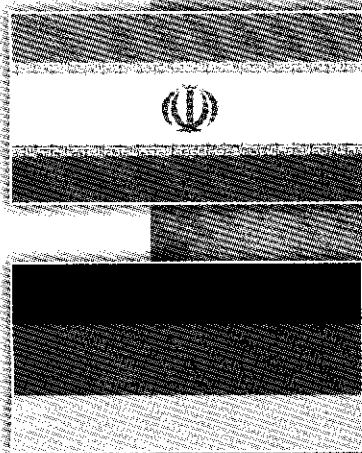


سیاست گذاری در زمینه آب و هوا و توسعه پایدار فرصت‌هایی برای همکاری ایران و آلمان



مقدمه

از سال (۲۰۰۲) میلادی در راستای همکاری‌های علمی بین دو کشور ایران و آلمان پروژه‌ای با همکاری مرکز تحقیقات و مطالعات محیط زیست و انرژی ایران (CEERS)، انستیتو ووپرتال آلمان (Wuppertal Institute for Climate)، دانشگاه اسنوبروک آلمان (University of Osnabruck) و با همکاری بنیاد هانریش بول (Harrish Boel Foundation) با عنوان "سیاست گذاری در زمینه آب و هوا و توسعه پایدار؛ فرصت‌هایی برای همکاری ایران و آلمان" آغاز گردید. انجام این مطالعات مشترک به تدوین چند گزارش و سه کارگاه در شهرهای ووپرتال (۱۰-۱۱ اکتبر ۲۰۰۲)، تهران (۹-۸ ماه مه ۲۰۰۳)، و بن (۲ ژوئن ۲۰۰۴) منتهی گردیده است. این مطالعات جهت دستیابی به همکاری‌های عملی در زمینه‌های یاد شده ادامه یافته و طرفین امیدوارند که نتایج حاصل از این مطالعات به اقداماتی عملی در رابطه با گسترش بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر و نیز راه‌های صرفه‌جویی انرژی منجر گردد.

مجیدعباس پور

رئیس انجمن اقتصاد انرژی ایران

و ریاست مرکز تحقیقات و مطالعات محیط زیست و انرژی

پیش گفتار

توسعه بازاری مساعد برای تکنولوژی‌های مرتبط با کارآیی انرژی و منابع انرژی‌های تجدیدپذیر جلوگیری می‌نماید.

با توجه به شرایط مذکور و بر اساس مطالعه موردی انرژی حرارتی خورشیدی، پیشنهاداتی در زمینه تنظیم قیمت سوخت‌های فسیلی و برق در سطح ملی با قیمت‌های بازار جهانی، کاهش یارانه‌های کنونی در یک فرآیند بلند مدت، و تعریف اقدامات آتی و حمایت مالی از توسعه بکارگیری انرژی حرارتی خورشیدی تا زمان قطع کامل یارانه‌های سوخت فسیلی و برق ارائه گردیده است. البته همزمان با پیشنهاد کاهش یارانه‌های انرژی، اقدامات جبرانی برای جلوگیری از فشار اقتصادی ناشی از قیمت‌های بالای انرژی بر روی اقشار کم درآمد نیز

کشور ایران از منابع قابل توجه طبیعی و انسانی برای مدرنیزه کردن عرضه انرژی و انتقال به یک سیستم پایدار انرژی برخوردار می‌باشد. همچنین، ایران از فرصت‌های بی‌شمار در رابطه با استفاده از منابع غنی انرژی‌های تجدیدپذیر نظیر شرایط مناسب برای بکارگیری سودآور انرژی باد، فرصت‌های بسیار خوب در زمینه توسعه نیروی برق آبی و زمینه‌ای ایده‌آل برای استفاده از انرژی خورشیدی برخوردار است. البته هر گونه تغییری در سیستم انرژی، نیازمند بررسی شفاف و دقیق مشکلات و کمبودها می‌باشد. یارانه‌های کلان کنونی برای کنترل قیمت انرژی، از ایجاد و

توصیه می‌گردد. اقداماتی برای ترویج بکارگیری انرژی خورشیدی (نظیر ارائه اطلاعات و آموزش، همکاری و مساعدت اولیه با آژانس‌ها و پیمانکارانی که بکارگیری انرژی خورشیدی و اجرای پروژه‌های مدل CDM را به عنوان شغل و حرفه خود انتخاب نموده‌اند) نیز می‌تواند به فرآیند توسعه بکارگیری انرژی حرارتی خورشیدی در ایران سرعت و شتاب بیشتری دهد.

یکی از نتایج جالب این تحقیق، همسویی توسعه منابع انرژی‌های تجدیدپذیر با توسعه اقتصادی ایران از طریق صرفه جویی در هزینه‌ها و ایجاد فرصت‌های شغلی و حرفه‌های جدید در کشور است. اقدام فوق، عرضه پایدار انرژی را تقویت نموده و بدون اثرات سوء اقتصادی باعث بهبود رفاه و معیشت جامعه می‌گردد.

الف) عرضه انرژی در ایران: مشکلات و فرصت‌ها

کشور ایران دارای منابع قابل توجه طبیعی و انسانی برای مدرنیته کردن عرضه انرژی و انتقال به سیستم پایدار انرژی می‌باشد. البته هر گونه تغییری در سیستم انرژی، نیازمند بررسی شفاف و دقیق مشکلات و کمبودها می‌باشد. در این بخش، در راستای تعیین اهداف کلیدی سیاست‌گذاری پایدار انرژی، مشکلات اصلی عرضه انرژی در کشور ایران شناسایی شده و سپس فرصت‌های موجود برای سیاست‌گذاری انرژی در ایران با تمرکز بر روی استفاده از انرژی حرارتی خورشیدی ترسیم گردیده است.

۱- اهداف کلیدی در سیاست‌گذاری پایدار انرژی

با توجه به وضعیت فعلی تحقیقات بین‌المللی در زمینه سیاست‌گذاری انرژی پایدار، چهار هدف پایدار استراتژیک را به عنوان پایه‌های سیاست‌گذاری آتی انرژی در ایران می‌توان نام برد که شامل مقبولیت اجتماعی، کارایی منابع، اثربخشی اکولوژیکی و کارایی اقتصادی می‌باشند.

مقبولیت اجتماعی "بدین مفهوم است که نیروی برق برای خانه‌های مسکونی و صنعت، سوخت برای حمل و نقل و صنعت و همچنین انرژی برای آب گرم، گرمایش و سرمایش در بخش ساختمان با قیمت‌های منصفانه اجتماعی ارائه شوند.

"کارایی منابع" به مفهوم جلوگیری از اتلاف انرژی بوده و بکارگیری بهترین کاربری ممکن در امر صرفه جویی انرژی برای حداکثر سازی خروجی انرژی از منابع تجدیدنپذیر انرژی فسیلی و منابع تجدیدپذیر انرژی انجام شود. افزایش کارایی انرژی موجب کاهش هزینه‌های انرژی مشتریان می‌گردد. هزینه انرژی صرفه جویی شده می‌تواند برای شتاب‌دهی به ارائه انرژی‌های تجدیدپذیر به بازار، سرمایه‌گذاری گردد.

اثر بخشی اکولوژیکی "به مفهوم حداقل رسانی انتشار آلاینده‌هایی نظیر CO₂، NO_x، SO_x است که سلامت انسان‌ها را به خطر انداخته و انتشار گازهای گلخانه‌ای مانند CO₂ و CH₄ را کاهش می‌دهد. این گازها باعث بی‌ثباتی سیستم آب و هوا شده و شرایط اولیه زندگی انسانی را تحت تاثیر قرار می‌دهند (برای نسل کنونی و نسل‌های آتی).

کارایی اقتصادی "نیازمند نهادینه نمودن کلیه هزینه‌های عرضه انرژی در درازمدت است تا بتوان در مورد فناوری‌های مشخص و روش‌های تکنولوژیکی سودآور با حداقل هزینه‌های درازمدت اقتصادی و اکولوژیکی و بیشترین مزیت رفاهی، از نقطه نظر مدیریت تجاری تصمیم‌گیری نمود.

۲- معضلات کنونی عرضه انرژی در ایران

در مقایسه با اهداف کلیدی سیستم‌های انرژی پایدار، سیستم انرژی در ایران دارای کمبودهای ساختاری است که مانع فرآیند مدرنیته شدن گذشته و موجب هزینه‌های قابل توجه اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی برای نسل کنونی و آتی ایران می‌گردد. این کمبودها شامل موارد به شرح ذیل می‌باشند:

- توسعه سریع بخش حمل و نقل در شهرهای پر جمعیت که سهم زیادی را در انرژی مصرفی برای حمل و نقل فردی در محیط شهری دارند و همچنین حمل و نقل با مسافت‌های طولانی که بالاترین میزان آلودگی و آمار مرگ و میر در جاده‌ها را در سطح جهانی به خود اختصاص داده است؛

- سهم بالا و نامتناسب بخش خانگی در کل مصرف انرژی الکتریکی و انرژی گرمایی؛

- سهم تقاضای رو به افزایش داخلی نفت و گاز که اثرات قابل توجهی بر روی ظرفیت صادرات و درآمدهای ارزی کشور دارند؛

- سیستم یارانه‌ای و کاهش مصنوعی قیمت انرژی برق، بنزین و نفت که موجب تشویق مصرف‌کنندگان به مصرف بیشتر از طریق حمایت‌های مالی بودجه عمومی می‌شود، در حالی که مصرف‌کنندگان هم اکنون نیز میزان مصرف انرژی بالایی دارند. همچنین از مدرنیته نمودن سیستم عرضه انرژی از طریق اجرای مشترک فناوری‌های مرتبط با گرمایش و تولید نیرو و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، جلوگیری نموده و نهایتاً منجر به تخصیص نابجای منابع می‌گردد؛

- شدت بالای انرژی که ناشی از کمبودهای مذکور می‌باشد و مقدار آن بسیار بالاتر از میزان متوسط آن در کشورهای صنعتی و در حال توسعه است.

۳- نشانه‌های امیدوارکننده‌ای از تغییرات

مشکلات جدی فوق‌الذکر نیازمند مناظره‌ای عمومی برای حساس نمودن افکار عمومی مردم ایران و نمایندگان سیاسی آنان است تا برای یافتن راه حل‌های آن تلاش نمایند. خوشبختانه، گفتمان عمومی در این زمینه‌ها برای نخستین بار در سال ۲۰۰۴ در مجلس و در رسانه‌ها آغاز گردید. تعداد کثیری از متخصصین و سیاست‌مداران، سیاست‌یارانه‌ای دولت در بخش انرژی را نقد نموده و خواستار برقراری یارانه‌های هدفمند برای خانوارهای کم درآمد و بخش‌هایی از صنعت به جای یارانه‌های عمومی بر روی قیمت انرژی شدند. در حال حاضر سازمان بهره‌وری انرژی ایران (SABA) برنامه‌ای را با هدف افزایش بهره‌وری انرژی ایجاد نموده است. سایر نهادها در بخش انرژی مانند وزارت نیرو نیز گزینه‌های دیگر مصرف انرژی را مورد بررسی قرار داده‌اند. شهرداری تهران برنامه‌هایی برای جلوگیری قانونی از افزایش غیر کارآمد ناوگان حمل و نقل تهران تهیه نموده است. اینگونه اقدامات، نشانه‌های مثبتی هستند که آگاهی رو به افزایش در زمینه نیاز به تغییرات در سیستم انرژی ایران را نشان می‌دهند.

کشور ایران دارای منابع قابل توجه طبیعی و انسانی است که ایجاد تغییرات در راستای الگوهای تولید و مصرف پایدار انرژی را ممکن می‌سازند که نه تنها شرایط و سطح زندگی مردم ایران را با کاهش آلاینده‌ها بهبود می‌بخشد، بلکه فواید اقتصادی را نیز به همراه دارد. این مطالعه بر روی انرژی حرارتی خورشیدی در ایران که توسط مرکز تحقیقات و مطالعات محیط زیست و انرژی (CEERS) و انستیتو ووبرتال آلمان برای آب و هوا، محیط زیست و انرژی با همکاری "Bro-quadrat" آلمان انجام شده است، نشانگر امکان تغییرات و سرمشقی برای انجام آن می‌باشد. این تحقیق حاصل پروژه مشترک آلمان و ایران است که توسط بنیادهایش بول حمایت مالی شده است.

ب) مطالعه موردی: انرژی حرارتی خورشیدی در ایران

۱- شرایط طبیعی مساعد برای بکارگیری انرژی خورشیدی

ایران سرشار از منابع بسیار غنی انرژی‌های تجدیدپذیر است؛ شرایط مناسب برای استفاده سودمند از انرژی باد، فرصت‌های بسیار مناسب برای توسعه بکارگیری نیروی برق آبی و زمینه‌های ایده آل برای استفاده از انرژی خورشیدی وجود دارد. متوسط تابش جهانی برای ایران حدود $1923 \text{ MJ/m}^2/\text{day}$ است وجود دارد. که در مناطق مرکزی ایران این مقدار به بیش از $2777 \text{ MJ/m}^2/\text{day}$ (۵) روز می‌رسد (بیش از ۲ هزار و ۸۰۰ ساعت در سال).

میزان تابش خورشیدی در ایران حدود $27000 \text{ kWh/m}^2/\text{yr}$ یکی از بزرگترین مقادیر در جهان است. به عنوان مثال در آلمان، میزان تابش خورشیدی $(800-1000 \text{ kWh/m}^2/\text{yr})$ کمتر از نصف متوسط آن در کشور ایران است. با توجه به مساحت ایران (حدود 1647000 کیلومتر مربع)، کل مقدار تابش در ایران حدود 373 میلیون تراوات ساعت در سال می‌باشد که سیزده برابر کل انرژی مصرفی در ایران است.

علی‌رغم شرایط مناسب طبیعی تابش، بکارگیری انرژی خورشیدی در ایران بسیار ناچیز است. در دو سان گذشته حدود 4000 دستگاه گرمایش خورشیدی در سان تولید و نصب شده است.

۲- وضعیت موجود

در مناطق شهری ایران، تاسیسات گرمایش هوا و آب گرم بسیار متنوع هستند. بیشترین سیستم های مورد استفاده، دیگ های بخار گازسوز مرکزی هستند که در زیرزمین ساختمان های مسکونی، تجاری و اداری نصب می شوند. این دیگ های بخار آب گرم مصرفی و آب گرم مورد نیاز رادیاتورها را تولید نمایند.

وضعیت در مناطق جنوبی ایران کاملاً متفاوت است و سیستم لوله کشی گاز وجود ندارد. در نتیجه، آب گرمکن های برقی (نوع استوانه ای با ظرفیت های ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ لیتری) کاربرد وسیعی برای تولید آب گرم مصرفی دارند. بطور کلی این آب گرم برای مصارف شرب و شستشو می رود. در جنوب ایران، تاسیسات گرمایشی به ندرت یافت می شود، زیرا با توجه به وضعیت اقلیمی منطقه نیازی به آنها در طول سال نمی باشد.

لازم به ذکر است که سیستم های منطقه ای گرمایش و سرمایش در ایران وجود ندارد. در نتیجه، آب گرم مورد نیاز در هر ساختمان مسکونی بصورت انفرادی توسط دیگ های بخار گازسوز مرکزی (که قبلاً توصیف گردید) یا با استفاده از آب گرمکن های گازی دیواری در آشپزخانه ها تولید می شود. در بسیاری از موارد، هر دو روش به صورت همزمان بکار گرفته می شوند تا آب گرم مورد نیاز برای گرمایش و شرب را تولید نمایند.

تقریباً کلیه ساختمان های مسکونی و اداری در منطقه ۲۲ شهرداری تهران (و سایر مناطق آن) مجهز به سیستم های گوناگون گرمایشی هستند. بنابراین، انرژی خورشیدی می تواند برای گرمایش اولیه آب ورودی بکار گرفته شود تا مصرف سوخت و برق به حداقل برسد.

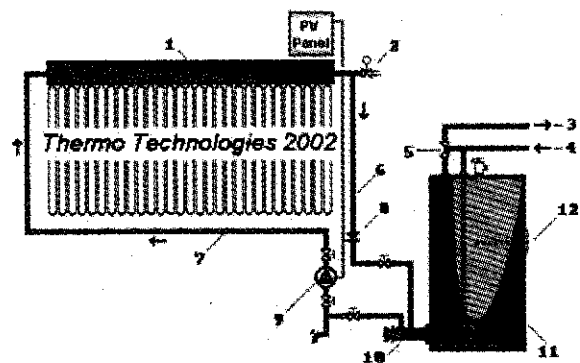
۳- چگونگی بکارگیری انرژی خورشیدی

برای ایجاد یک سیستم انرژی حرارتی خورشیدی، اجزاء و تجهیزات اندکی شامل کلکتور، سیال حامل گرما، سیال میدل حرارتی، منبع ذخیره و سیستم کنترل مورد نیاز می باشد. برای سیستم های ساده تر نیازی به میدل، منبع ذخیره و سیستم کنترل نمی باشد.

سیستم خورشیدی گرمایش آب در شکل مدرن خویش شامل یک کلکتور با صفحه ای مسطح و یک منبع عایق بندی شده (شکل ۱) است. معمولاً کلکتور از صفحه تیره رنگی ساخته می شود که لوله ای فلزی به آن متصل است و دایزای پوششی شیشه ای با یک لایه عایق بندی در زیر صفحه فلزی می باشد. یک سیستم لوله کشی، لوله کلکتور را به منبع متصل نموده تا آب گرم برای دوره های بدون تابش خورشید، ذخیره گردد. پس از نصب سیستم بر روی پشت بام یا مکان مناسب دیگر، کلکتور جذب تابش خورشید را آغاز می کند. گرمای دریافتی، به آب در حال گردش در لوله منتقل شده و آب گرم شده نیز به منبع انتقال می یابد. در رایج ترین طراحی ها، منبع در سطحی بالاتر از کلکتور قرار می گیرد. ارتفاع منبع باعث جابجایی (کنوکسیون) طبیعی شده و آب از کلکتور به منبع بدون نیاز به پمپ، در گردش می یابد.

اگر یک پمپ الکتریکی در مسیر برگشت، بین کف منبع ذخیره و لوله پایین دست هدایت کننده آب کلکتور نصب گردد، منبع می توان در سطح مناسب تری (مانند زیرزمین) قرار داده شود. در این صورت، سیستم را فعال می نامند. واحد کنترل، هدایت پمپ را بر عهده دارد تا تنها در صورت کمتر بودن دمای آب در کف منبع نسبت به دمای آب در لوله بالادست منبع، شروع به کار نماید. یک شیر یک طرفه برای جلوگیری از گردش آب در جهت معکوس و از دست رفتن گرما در شب مورد نیاز است. چنانچه آب در روزهای ابری به اندازه کافی گرم نشود، المان گرمایش برقی (۱۲ عدد المان گرم کننده شناور) آب را تا دمای مورد نظر گرم می نمایند.

شکل ۱: سیستم مدار باز گرمایش خورشیدی آب



۱- کلکتور خورشیدی	۵- شیر فکته تخلیه	۹- پمپ
۲- شیر فکته منتهی هوا	۶- لوله برگشت کلکتور	۱۰- شیر فکته روما
۳- آب گرم به سمت شیر آلودن داخل ساختمان	۷- لوله رفت کلکتور	۱۱- شیرخبره آب گرم (DHW)
۴- تاقچه آب سرد	۸- شیر یک طرفه	۱۲- المان گرم کننده

در این تحقیق، انواع مختلف سیستم ها و تکنولوژی های مورد استفاده در کلکتورهای حرارتی خورشیدی مورد بررسی قرار گرفته اند. البته در این خلاصه غیرفنی، تنها سیستم مدار باز (شکل ۱: سیستم مدار باز گرمایش خورشیدی آب) توصیف شده است.

سطح ۳ الی ۴ مترمربعی (۳۰ الی ۴۰ فوت مربع) کلکتور خورشیدی به همراه منبع عایق شده با حجمی معادل ۲۰۰ الی ۴۰۰ لیتر (حدود ۵۰ الی ۱۰۰ گالن) می تواند ۲۰۰ الی ۳۰۰ لیتر (حدود ۵۰ تا ۸۰ گالن) آب گرم را با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد (حدود ۱۴۰ درجه فارنهایت) در روزهای متوسط آفتابی و شرایط مساعد اقلیمی تولید نماید.

فناوری کلکتورهای خورشیدی تکنولوژی جدیدی نیست. در استرالیا، سیستم های انرژی حرارتی خورشیدی در دهه ۵۰ میلادی ظهور و در دهه ۶۰ میلادی بهبود یافتند. چندین تولید کننده، فعالیت های خود را توسعه داده و به تولید آبگرمکن های خورشیدی پرداخته اند. در حال حاضر، استرالیا صنعتی را بنیاد نموده که سالانه حدود ۷۵ میلیون واحد سیستم آبگرمکن خورشیدی را در سال تولید می نماید. در بعضی از مناطق، به ویژه در شمال استرالیا، گرمایش آب خانگی تقریباً از طریق بکارگیری انرژی خورشیدی انجام می پذیرد.

کشورهایی نظیر استرالیا و چین نمونه های مناسبی برای افزایش اهمیت انرژی های تجدیدپذیر در سیستم های عرضه انرژی می باشند که سود اقتصادی را همزمان با مزایای زیست محیطی بدست آورده اند. چین بزرگترین تولید کننده و استفاده کننده از آبگرمکن های خورشیدی است و شاهد نرخ رشد سالانه ۱۷٪ رشدی طی پنج سال گذشته در مناطقی بوده است که از این آبگرمکن ها استفاده نموده اند. این فعالیت اقتصادی، ابتدا در روستاها و شهرهای کوچک آغاز شد و در حال حاضر سیستم های حرارتی خورشیدی در شهرهای بزرگتر نیز مورد استفاده قرار می گیرند.

۴- صرفه جویی انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه ای با

بکارگیری سیستم حرارتی خورشیدی

در مطالعه "انرژی حرارتی خورشیدی" که توسط CEERS، انستیتو ووپرتال و "quadrat" انجام شده است، نمونه های مختلفی از پروژه های آبگرمکن های خورشیدی برای یک ساختمان نمونه دو طبقه معمولی با ده نفر سکنه محاسبه شده که در نهایت، فرضیات و نتایج ذیل بدست آمده است:

مقدار متوسط مصرف آب گرم ۵۰۰ لیتر در روز فرض شده است. برای گرم نمودن این مقدار آب، انرژی ورودی معادل ۹/۱۳ MWh در سال مورد نیاز است (با در نظر گرفتن فاکتور کارایی در سیستم گرمایش).

با نصب یک سیستم انرژی حرارتی خورشیدی شامل سه کلکتور با سطح هر کلکتور ۹ متر مربع و ظرفیت منبع ۴۰۰ لیتر، می توان ۶۹ درصد انرژی مورد نیاز ۶/۳۱ MWh در سال برای گرم نمودن آب مصرفی را برآورده نمود.

علاوه بر صرفه جویی در هزینه های انرژی، کاهش مصرف سوخت فسیلی موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه ای معادل ۲/۵ تن CO₂ در سال می شود.

۵- عدم سوددهی برای سرمایه گذاری بخش خصوصی با توجه به

قیمت های فعلی سوخت

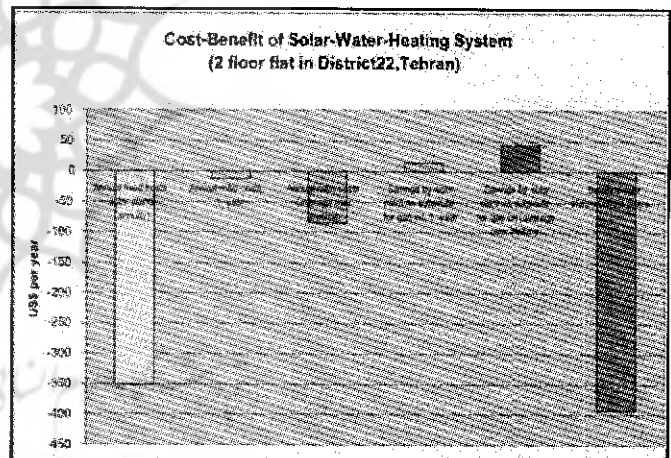
بر اساس این مطالعه، هزینه سرمایه گذاری بر روی سیستم آبگرمکن خورشیدی برای یک ساختمان دو طبقه معمولی ۷۵۸۸ دلار آمریکا خواهد بود. با فرض طول عمر ۲۵ ساله برای سیستم و نرخ بهره اسمی ۲۲ درصد در سال، هزینه ثابت سیستم حرارتی خورشیدی سالانه ۳۵۲ دلار آمریکا خواهد بود (شکل ۲). هزینه سالیانه نگهداری و تعمیرات بین ۷۵ الی ۷۰

درصد هزینه سرمایه گذاری بوده و حدود ۱۳ دلار آمریکا برای سال اول در نظر گرفته می شود.

با فرض قیمت گازوئیل معادل ۰/۰۱۶ دلار آمریکا در هر لیتر یا ۰/۰۱۶ دلار آمریکا برای هر کیلو وات ساعت، صرفه جویی در هزینه ها با جایگزینی سیستم حرارتی خورشیدی به جای سوخت های فسیلی ۱۴/۴ دلار آمریکا در سال اول خواهد بود. با توجه به شرایط فوق، کاملاً واضح است که این سرمایه گذاری برگشت مالی قابل توجهی را بهمراه ندارد. با فرض نمودن قیمت ها در سطحی ثابت، صرفه جویی سالانه کمتر از ۲ دلار آمریکا خواهد بود. با توجه به رشد تورم که سریعتر از رشد قیمت انرژی است، این صرفه جویی مالی حتی در سال های بعدی کاهش نیز خواهد یافت و هزینه متوسط راه اندازی و نگهداری از مبلغ صرفه جویی شده بیشتر خواهد شد.

نتیجه گیری اولیه ساده می باشد: سیستم های حرارتی خورشیدی با قیمت های موجود انرژی، فاصله زیادی با مقرون به صرفه بودن برای سرمایه گذاری خصوصی دارند. حتی اگر به ۵۰ درصد هزینه سرمایه گذاری یارانه تعلق گیرد، همچنان هیچگونه سوددهی برای سرمایه گذاران خصوصی نخواهد داشت. علت اصلی را می بایست در قیمت بسیار پائین سوخت های فسیلی در ایران در مقایسه با سطح جهانی قیمت ها و یارانه های بسیار بالای آنها جستجو کرد.

شکل ۲: هزینه - منفعت آبگرمکن های خورشیدی برای یک ساختمان دو طبقه در منطقه ۲۲ تهران، با نرخ بهره اسمی ۲۲٪، با قیمت های کنونی گازوئیل برای ساختمان های مسکونی، رشد ۸/۳٪ قیمت نفت و نرخ تورم عمومی ۱۴٪



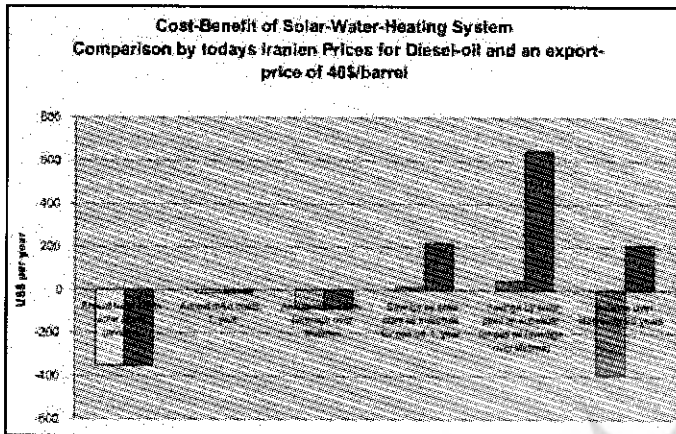
۶- سوددهی با در نظر گرفتن قیمت های صادراتی سوخت فسیلی با فرضیات مشخصی در رابطه با تورم، افزایش قیمت انرژی و نرخ بهره
سطح کنونی قیمت های انرژی در ایران مصرف شدید انرژی را به همراه داشته است، زیرا این قیمت ها انگیزه ای برای صرفه جویی در انرژی بوجود نیاورده و از سرمایه گذاری بر روی اقدامات صرفه جویانه انرژی با توجه به عدم سوددهی آنها جلوگیری نموده است. البته، با فرض کاهش مصرف سوخت های فسیلی با بکارگیری اقدامات صرفه جویانه انرژی، صادرات مقدار بیشتر سوخت های فسیلی با قیمت های بازار جهانی نفت امکان پذیر شده که در نهایت باعث رشد رفاه و بنیه اقتصادی ایران خواهد شد. (شکل ۳)

با فرض قیمت های نفت در سطح ۳۸ دلار آمریکا در هر بشکه (قیمت نفت در اوایل آوریل ۲۰۰۵ از مرز ۵۰ دلار گذشت)، ارزش هر kWh گازوئیل جانشین شده ۰/۰۲۴ دلار آمریکا خواهد بود. نتیجه این محاسبه برای سیستم حرارتی خورشیدی، صرفه جویی سالانه انرژی به مبلغ ۲۱۶ دلار آمریکا در شروع راه اندازی آن است. با فرض افزایش قیمت سوخت های فسیلی، ارزش انرژی صرفه جویی شده با نصب سیستم حرارتی خورشیدی هر سال

بیشتر خواهد شد.

نسبت هزینه - منفعت برای سرمایه گذار بخش خصوصی ۰/۴ است. یعنی سود حاصل از صرفه جویی در انرژی سه برابر بیشتر از هزینه ها می باشد (با فرض نرخ بهره اسمی ۲۲٪ و رشد سالانه ۸/۳٪ در قیمت گازوئیل و رشد سالانه ۱۴٪ در هزینه نگهداری و تعمیرات).

شکل ۳: مقایسه هزینه - منفعت آبگرمکن خورشیدی برای یک ساختمان دو طبقه در منطقه ۲۲ تهران، با قیمت کنونی گازوئیل برای ساختمان های مسکونی با توجه به قیمت صادرات حدود ۳۸ دلار در هر بشکه نفت (نرخ بهره اسمی ۲۲٪، رشد ۸/۳٪ درصدی قیمت نفت و رشد ۱۴٪ درصدی نرخ تورم عمومی)



۷- مزایای خالص برای اقتصاد ایران؛ سرمایه گذاری در انرژی خورشیدی و فروش

سوخت های فسیلی صرفه جویی شده در بازار جهانی
با فرض اینکه دولت ایران هزینه سرمایه گذاری (۱/۵۸۸ دلار آمریکا)، راه اندازی و نگهداری سیستم حرارتی خورشیدی را تقبل نماید، مقدار نفت صرفه جویی شده می تواند در بازار جهانی به فروش رسد. این امر با قوانین اوپک مطابقت دارد، زیرا سهمیه ایران در ازای تولید و نه صادرات می باشد. با فرض اینکه سرمایه گذاری اولیه از طریق وام خارجی با نرخ بهره اسمی ۳٪ تامین گردد، سود خالص برای کشور حدود ۴۲۰۰ دلار آمریکا در طول دوران عمر سیستم آبگرمکن خورشیدی (۲۵ سال) خواهد بود (با فرض افزایش سالانه ۲ درصدی در قیمت بازارهای جهانی انرژی و افزایش ۲ درصدی هزینه های نگهداری و تعمیرات).

۸- سایر مزایا: سرمایه گذاری در انرژی خورشیدی بعنوان جایگزینی برای انرژی الکتریکی

در بخش جنوبی ایران، آبگرمکن خورشیدی جایگزین مصرف برق خواهد شد که حتی با توجه به قیمت های پائین کنونی انرژی، سیستم های گرمایش خورشیدی می توانند در بعضی از اوقات سوددهی داشته باشند.

البته سوددهی بیشتری نیز قابل حصول خواهد بود، اگر قیمت نیروی برق جایگزین شده به هزینه واقعی تولید و توزیع هر kWh نزدیک باشد. البته با توجه به سیستم مالیاتی کنونی ایران، چنین وضعیتی وجود ندارد. در واقع، تعرفه های مالیاتی نیروی برق دارای یارانه های قوی می باشند که در صورت فقدان آنها، تعرفه های مالیاتی پنج برابر تعرفه های کنونی خواهند شد. همانگونه که قبلاً نیز اشاره شد، سیستم حرارتی خورشیدی سوددهی بالایی خواهد داشت و هزینه ای معادل ۰/۰۲۵ دلار آمریکا صرفه جویی به همراه داشت. اما تعرفه های مالیاتی کنونی نیروی برق برای بخش مسکونی در ایران حدود ۰/۰۱۲ دلار در هر kWh است. چنین قیمت های پائینی برای نیروی برق از مهمترین موانع سرمایه گذاری خصوصی برای بهبود بهره وری انرژی و انرژی های تجدید پذیر می باشد.

۹- امکان استفاده از گرمایش خورشیدی آب در شهر تهران

بر اساس محاسبات انجام شده توسط برنامه نرم افزاری (RETScreen)، حدود ۷۶MWh/yr برای هر نفر با استفاده از سیستم های آبگرمکن خورشیدی تولید خواهد شد. با فرض اینکه ۲۵٪ جمعیت کل تهران (جمعیت کل: ۷۷۳۲۷۰۰۰ نفر) از سیستم های آبگرمکن خورشیدی استفاده نمایند، کل انرژی تولیدی توسط این سیستم ها ۳۱۰۷۰۰۰MWh/yr خواهد بود. همچنین امکان بکارگیری سیستم های گرمایش خورشیدی هوا که پتانسیلی مشابه سیستم های آبگرمکن خورشیدی دارند نیز وجود دارد.

تنها با در نظر گرفتن سود حاصل از بکارگیری سیستم های آبگرمکن خورشیدی و صرفه جویی در مصرف نفت به میزان ۳۱۰۷۰۰۰MWh/yr کاهش انتشار گازهای گلخانه ای معادل ۵۰۳۰۷۸ تن CO_2 را در پی خواهد داشت

ج) نتایج

در شرایط کنونی اقتصادی و سیاسی، سیستم های گرمایش خورشیدی برای تولید آب گرم از منظر یک سرمایه گذار خصوصی مقرون به صرفه نمی باشد.

* با توجه به سوخت های فسیلی با قیمت های سال ۲۰۰۴ ($۰/۱۶$ دلار آمریکا در هر لیتر) هیچکدام از سیستم های خورشیدی مورد مطالعه نمی توانند اقتصادی باشند. این نتیجه حتی با در نظر گرفتن هزینه اندک نگهداری آنها و یا ارائه یارانه های ۵۰ درصدی نیز مصداق دارد. علت این امر، یارانه های بسیار بالای ارائه شده برای تثبیت قیمت انرژی برای کل طیف مشتریان می باشد. قیمت تمام شده نفت برای خانوارهای ایرانی حدود یک بیستم قیمت نفت خام در بازار جهانی است (بر اساس قیمت ها در آوریل ۲۰۰۵). استدلال مشابهی نیز برای تعرفه های مالیاتی نیروی برق صادق است که از یارانه هایی تا سطح ۸۰ درصد بهره مند هستند.

* اگر قیمت نفت منطبق با قیمت های کنونی در بازار جهانی شوند، با در نظر گرفتن مفروضات مشخصی برای نرخ تورم، افزایش قیمت انرژی و نرخ های بهره، تمامی موارد بررسی شده مقرون به صرفه خواهند بود و حتی برخی از آنها بسیار سودمند خواهند بود. این وضعیت حتی در صورت عدم ارائه مشوق های سرمایه گذاری نیز مصداق خواهد داشت.

اقتصاد ایران از سرمایه گذاری بر روی سیستم های انرژی حرارتی خورشیدی سودهای خالصی را بدست خواهد آورد.

* از نقطه نظر بودجه بندی، سرمایه گذاری در تاسیسات خورشیدی، مزایای فراوانی برای کشور ایران خواهد داشت. هزینه های تولید گرما توسط تاسیسات خورشیدی بسیار پایین تر از قیمت های نفت در بازارهای جهانی است. در نتیجه، ارائه یارانه توسط دولت ایران برای سرمایه گذاری بر روی تاسیسات حرارتی خورشیدی منفعت اقتصادی خواهد داشت.

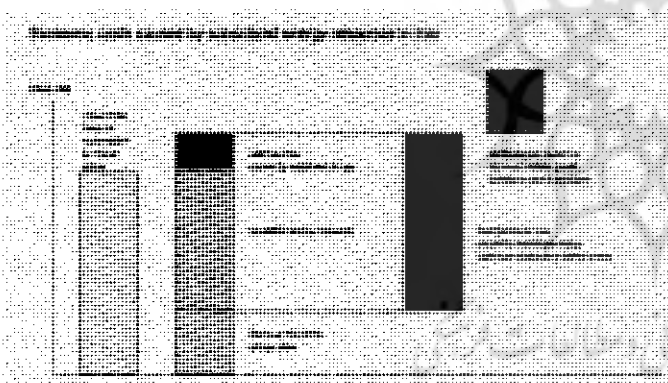
* سرمایه گذاری در انرژی خورشیدی، سرمایه گذاری بدون ریسک است و درآمد بالایی برای اقتصاد ایران به همراه خواهد آورد. اگر فرض شود که دولت ایران با دریافت وام از بازارهای مالی بین المللی با نرخ بهره ۳٪ به حمایت از تاسیسات خورشیدی بپردازد، مصرف سوخت برای گرمایش در خانوارهای ایرانی کاهش خواهد یافت. همچنین، اگر قیمت نفت ۳۸ دلار آمریکا برای هر بشکه در نظر گرفته شود (متوسط قیمت نفت در مارس ۲۰۰۵ حدود ۵۰ دلار آمریکا برای هر بشکه بوده است) و هر ساله قیمت نفت ۲٪ افزایش داشته باشد، تاسیسات حرارتی خورشیدی در هر ساختمان دو طبقه باعث ایجاد درآمدی معادل ۱۶۸ دلار آمریکا در سال خواهد شد. با فرض عمر مفید ۲۵ ساله، هر یک از تاسیسات حرارتی خورشیدی می تواند سود خالص اقتصادی (درآمدهای اضافی نفت منهای سرمایه و هزینه های نگهداری) برابر با ۴۲۰۰ دلار آمریکا در این دوره حاصل نماید. اگر فرض گردد که یک چهارم خانوارهای تهرانی اقدام به نصب سیستم های گرمایش خورشیدی نمایند، کل درآمد خالص برای اقتصاد ایران به ۱۸۰۰ میلیون دلار آمریکا خواهد رسید.

* مشکلات در بخش انرژی ایران به تنهایی از طریق سیستم های

گرمایش خورشیدی حل نخواهند شد. اما استفاده از این سیستم ها می تواند گامی مهم به سوی بازسازی پایدار عرضه انرژی باشد. تغییر شرایط مورد نیاز در بازار انرژی برای بکارگیری انرژی حرارتی خورشیدی، برای سایر منابع انرژی تجدید پذیر مانند باد و انرژی ژئوترمال، به ویژه تکنولوژی های مرتبط با بهره وری انرژی مانند سیستم های روشنایی و دستگاه های سرمایش کارآمد نیز مزایایی را به همراه دارد.

* سیاست کنونی قیمت گذاری در بخش انرژی ایران اثرات هنگفت و سنگینی بر روی اقتصاد ایران دارد (شکل ۴). یارانه های بسیار بالا برای سوخت های مصرفی در گرمایش و حمل و نقل، در کنار یارانه های ارائه شده به نیروی برق موجب به استفاده غیر کارآمد از انرژی شده و از بکارگیری انرژی خورشیدی و سایر انرژی های تجدید پذیر جلو گیری نموده است. نتیجه این امر اتلاف منابع با ارزش انرژی در ایران است که می تواند در بازار جهانی با قیمت های بالایی به فروش رسیده و سرمایه های مالی بی شماری را برای کشور به همراه داشته باشد. همچنین استفاده داخلی از سوخت های فسیلی موجب انتشار آلودگی در محیط زیست شده که اثرات منفی بر روی سلامت انسان ها را به همراه داشته و به ساختمان ها آسیب می رساند و میزان تولید محصولات کشاورزی را کاهش می دهد. متأسفانه، اینگونه هزینه ها می بایست توسط کلیه افراد جامعه پرداخته شود. به غیر از هزینه های اجتماعی یاد شده که یارانه های بخش انرژی ایجاد می کنند، اثرات منفی دیگری نظیر عدم توسعه بخش تجاری در زمینه انرژی حرارتی خورشیدی و تکنولوژی های کارآمد نیز بر اقتصاد کشور وارد می شود.

شکل ۴: هزینه های اجتماعی ناشی از یارانه های ارائه شده برای قیمت انرژی



علی رغم وجود مزایای اقتصادی فراوان برای بودجه کشور، برقراری یک استراتژی حمایتی از اجرای گسترده سیستم های آبگرمکن خورشیدی مزایای دیگری را به شرح زیر در پی خواهد داشت:

* آبگرمکن های خورشیدی می توانند به طرق مختلف در ایران استفاده شوند و پیش نیازهای تکنولوژیک آنها در کشور موجود است. با فرض اینکه ۲۵ درصد خانوارهای تهرانی اینگونه سیستم ها را نصب نمایند، مقدار کل انرژی خورشیدی مصرفی برابر با ۳۱۰۷۰۰۰MWh/yr خواهد بود که به کاهش گازهای گلخانه ای معادل ۵۰۳۰۰۰ تن CO_2 در سال بالغ خواهد شد. در ضمن انرژی خورشیدی می تواند برای گرمایش هوا نیز در بسیاری از ساختمان های مسکونی و اداری بکار گرفته شود.

* افزایش سهم سیستم های خورشیدی در بخش انرژی باعث کاهش انتشار مواد آلاینده متعارف SO_2 ، NO_x و غیره می گردد. همچنین کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، هزینه های خارجی سیستم انرژی را کاهش خواهد داد.

* تخمین زده می شود که ذخایر نفت ایران بالغ بر ۱۳۰ میلیارد بشکه است و تنها عربستان سعودی ذخایر بیشتری را دارد. اگر این ذخایر به صورتی اقتصادی

و کارآمد مورد بهره برداری قرار گیرند، عمر کاربری آنها افزایش یافته و درآمد بیشتری برای نسل‌های آتی باقی خواهد ماند.

* پیش بینی می‌شود که نرخ رشد مصرف نیروی برق در ایران سالانه بین ۶ تا ۸ درصد برای ده سال آینده خواهد بود. هزینه‌های مرتبط با ساخت نیروگاه‌های جدید و توسعه شبکه انتقال برق بسیار هنگفت است. اینگونه هزینه‌ها با بکارگیری سیستم‌های آبگرمکن خورشیدی بجای مصرف برق، می‌توانند تا حدودی کاهش یابند.

* چنانچه روند مصرف انرژی همانند ده سال گذشته باقی بماند، مصرف انرژی اولیه در ایران به مقدار ۷۲۷۰ میلیون بشکه نفت خام در سال ۲۰۰۶ خواهد رسید که در مقایسه با ۸۰۳ میلیون بشکه در سال ۱۹۹۷ افزایش قابل توجهی را نشان می‌دهد. لذا از آنجایی که رشد مصرف داخلی نفت مترادف با کاهش صادرات نفت خام می‌باشد، این امر منجر به کاهش درآمدهای ناشی از صادرات نفت و گاز خواهد شد.

* سرمایه‌گذاری در سیستم‌های انرژی خورشیدی اشتغال‌زا است، اما رشد ایجاد اشتغال می‌تواند با الویت‌گذاری بر روی تولید داخلی تجهیزات تکنیکی رونق بیشتر یابد.

* تسریع حرکت دولت ایران در مسیر آینده پایدار انرژی، مزایای فراوانی را عاید کشور خواهد نمود. در سطح جهانی، توانایی رقابت انرژی‌های تجدیدپذیر به مرور طی سالیان و دهه‌های آتی افزایش خواهد یافت. ایجاد سریع‌تر بسترهای مناسب برای استفاده از انرژی خورشیدی در ایران باعث افزایش سرعت در تولید انبوه تاسیسات و افزایش منافع اقتصادی خواهد شد. از یک طرف تفاوت هزینه‌ها برای یک kWh انرژی از نفت با یک kWh انرژی خورشیدی در آینده افزایش خواهد یافت و از طرف دیگر تعداد تاسیسات نصب شده و مقدار انرژی صرفه‌جویی شده افزایش خواهد یافت. * پس از معرفی موفقیت آمیز سیستم‌های خورشیدی در ایران از طریق رفع موانع موجود، استراتژی صادرات این سیستم‌ها به کشورهای همسایه امیدوارکننده‌تر خواهد شد.

د) پیشنهادات

با توجه به مزایای انرژی حرارتی خورشیدی برای ایران، پیشنهادات ذیل ارائه می‌گردد:

* پارانه‌های سوخت‌های فسیلی و الکتریسته می‌بایست به تدریج کاهش یابند تا به قیمت‌های بازار برسند. برای جلوگیری از اثرات اجتماعی منفی قیمت‌های بالای انرژی، پرداخت مستقیمی به خانوارهای کم درآمد به عنوان نوعی غرامت انجام گیرد. مدل‌های مشابه پرداخت غرامت در کشورهای دیگر نظیر سوئیس اجرا می‌شوند. اولین اثر مهم افزایش قیمت انرژی، بالا رفتن هزینه زندگی برای هر خانوار است. برای جلوگیری از واکنش منفی به کاهش پارانه‌ها، اجرای برنامه‌های موثر آگاه‌سازی عمومی ضروری می‌باشد. اگر خانوارها و کارگران از مکانیزم پرداخت غرامت و هدف کلی این طرح یعنی بهبود درازمدت نرخ رشد اقتصادی و افزایش درآمدها آگاه باشند، پذیرش این فرآیند توسط آنها بهتر انجام می‌پذیرد.

* تا زمانی که سوددهی سرمایه‌گذاری در تاسیسات خورشیدی قوام نیافته است، دولت ایران می‌بایست حمایت مالی خود را به سرمایه‌گذارانی که می‌خواهند تاسیسات حرارتی خورشیدی تولید کنند، ادامه دهد.

* جدا از سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، دولت ایران می‌بایست در توسعه انرژی خورشیدی از طریق ایجاد یک آژانس تخصصی یا شرکت‌های پیمان‌کار، سرمایه‌گذاری کند. این مراکز باید فعالیت خود را بر روی تاسیسات و سیستم‌های آبگرمکن خورشیدی برای ساختمان‌های عمومی متمرکز نمایند، اما می‌توانند به ساختمان‌های مسکونی نیز توجه داشته باشند.

* اگر شرایط بازار برای انرژی خورشیدی طبق پیشنهادات فوق اجرا گردد، انرژی خورشیدی می‌تواند فرصت‌های شغلی در بخش خدمات

عمومی را بوجود آورد. مراکز تخصصی مربوطه می‌توانند انرژی تولید شده توسط سیستم‌های خورشیدی را به همان قیمت انرژی ایجاد شده توسط آبگرمکن‌های نفتی، گازی یا برقی ارائه نموده و نگهداری و تعمیرات را نیز تقبل نمایند. مدل تجاری مشابهی می‌تواند تولید تسهیلات انرژی خورشیدی و فعالیت صنعتگرانی که کلیه خدمات (نصب، نگهداری، اندازه‌گیری، حسابرسی) را به صورتی اقتصادی ارائه می‌نمایند، در دست بگیرد.

* توسعه انرژی حرارتی خورشیدی در سراسر ایران نیازمند اطلاع‌رسانی و آموزش در کلیه سطوح است. بجز از انتشار اطلاعات و اطلاع‌رسانی به مشتریان و سرمایه‌گذاران بالقوه، آموزش صنعتگران در زمینه راهبردها نیز می‌بایست تدوین و اجرا گردد. استفاده از تجارب کشور آلمان در این زمینه می‌تواند سودمند باشد. همچنین می‌تواند بستری برای همکاری متقابل سازمان‌های آلمانی مانند InWent و GTZ و دریافت کمک‌های مالی را فراهم آورد.

* به غیر از کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی با بکارگیری انرژی خورشیدی، افزایش بهره‌وری انرژی و افزایش بهره‌وری استفاده از آب نیز حائز اهمیت می‌باشند؛ با نصب سیستم‌های مخصوص صرفه‌جویی در آب، می‌توان در مصرف آب گرم نیز صرفه‌جویی نمود. همچنین، مصرف برق در تاسیسات خورشیدی را می‌توان با استفاده از پمپ‌های بسیار کارآمد کاهش داد. افزایش بهره‌وری انرژی به کاهش هزینه‌های انرژی مصرف‌کنندگان منجر خواهد شد، حتی اگر افزایش جزئی در قیمت هر kWh برای سرمایه‌گذاری در برنامه‌های مشخص تکنولوژیک نیز در نظر گرفته شود. اجرای این برنامه‌ها لازم بوده و با بهره‌گیری از صرفه‌جویی فراوانی که در مصرف انرژی حاصل می‌گردد، اجرا می‌شوند. هزینه‌های صرفه‌جویی شده در بخش انرژی می‌تواند برای شتاب‌دهی بازار به منظور معرفی انرژی‌های تجدیدپذیر، سرمایه‌گذاری شوند.

* توسعه همکاری در بخش انرژی خورشیدی با سرمایه‌گذاران ضمیمه اعضای پروتکل کیوتو می‌تواند فرصت‌های جدیدی را بوجود آورد. با استفاده از مکانیزم توسعه پاک (GDM) پروتکل کیوتو، سرمایه‌گذاران کشورهای صنعتی می‌توانند گواهینامه‌های CO₂ که برای اجرای پروژه‌های انرژی خورشیدی داده می‌شوند را بدست آورند. این گواهینامه‌ها می‌توانند میزان سوددهی پروژه‌ها را افزایش دهند.

* صرفه‌جویی خالص هزینه‌ها که با افزایش بکارگیری انرژی حرارتی خورشیدی حاصل می‌شود، می‌تواند برای سرمایه‌گذاری در بخش نیروی برق برای تأمین حداقل بخشی از انرژی مورد نیاز ۲۰/۱۰۰۰ روستای بدون انرژی الکتریکی ایران (حدود یک میلیون خانوار) استفاده شود. با وجود آنکه فرآیند فتوولتائیک از گرانترین روش‌های تولید الکتریسته محسوب می‌شود، اما برای برق‌رسانی به دهکده‌های کوچک و دور افتاده مقرون به صرفه‌تر از توسعه خطوط شبکه‌های انتقال برق می‌باشد.

* سرمایه‌گذاری خصوصی در تکنولوژی‌های با عمر دراز-مدت و بازگشت سرمایه میان‌مدت نیازمند شرایط مستحکم اقتصادی، اهداف شفاف برای طراحی سیاست‌های انرژی و اجرای ابزارهای متناسب سیاست‌گذاری است. حرکت موفقیت‌آمیز در راستای عرضه پایدار انرژی بدون وجود این پیش‌نیازها میسر نمی‌باشد.

۱- برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد کمبودهای ساختاری سیستم انرژی در ایران، لطفاً به مقالات متعددی که در این زمینه موجود است مراجعه شود، از جمله: شورای جهانی انرژی/ کمیته ملی انرژی جمهوری اسلامی ایران سال ۲۰۰۴؛ چهارمین کنگره ملی انرژی، می ۲۰۰۳؛ کمک‌های کلیدی، تهران، ایران. همچنین اطلاعات بیشتر در مقاله مسرت، محسن، ۲۰۰۴؛ سیاست انرژی در ایران: معضلات و نقطه‌نظرهای کنونی برای دستیابی به یک سیاست پایدار انرژی، در ژورنال بین‌المللی علوم و تکنولوژی محیط زیست، جلد اول، شماره ۳، صفحات ۲۴۱ تا ۲۵۲ ارائه شده است.