ماهنامه تحلیلی انرژی (۲۱)

کد موضوعی: ۳۱۰
شماره مسلسل: ۱۳۷۷۶
دفتر: مطالعات انرژی، صنعت و معدن
تیرماه ۱۳۹۳

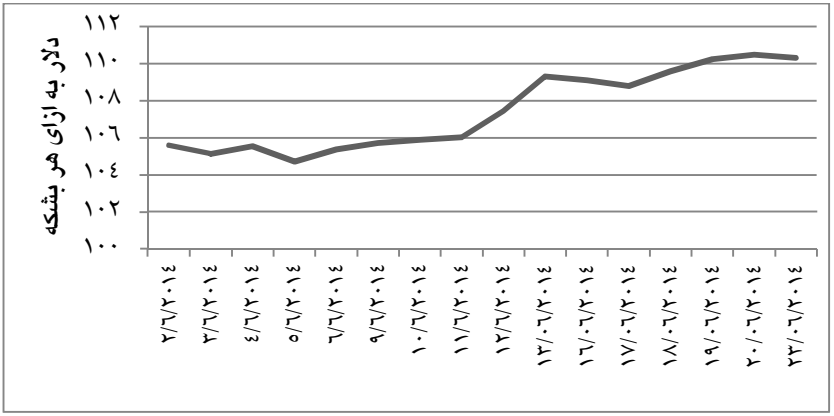
به نام خدا

فهرست مطالب

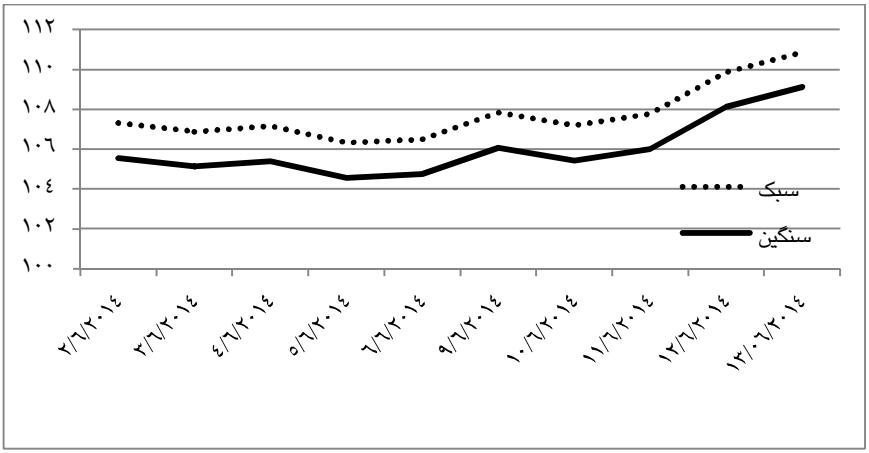
بررسی تحولات ماهیانه بازارهای نفت جهان ۲
نیروگاه‌های هسته‌ای، تدبیر روسیه برای کمبود انرژی ٤
توسعه فتوولتائیک شهری در گرو سیاستگذاری مناسب ۸
گزارش مطالعات مالی و اقتصادی سیستم‌های پمپ حرارتی زمین گرمایی ١٤
منابع و مآخذ ۲۲

ماهنامه تحلیلی انرژی (۲۱)

نمودار ۱. قیمت سبد نفت اوپک طی ماه ژوئن ۲۰۱۴



نمودار ۲. قیمت تقریبی انواع نفت خام صادراتی ایران طی ماه ژوئن ۲۰۱۴



بررسی تحولات ماهیانه بازارهای نفت جهان[۱]

براساس منابع ثانویه، تولید نفت اوپک در ماه می به میانگین ۲۹/۷۶ میلیون بشکه در روز رسید که نسبت به ماه گذشته (ماه مارس)، روزانه ۱۴۲ هزار بشکه افزایش یافت. کشورهای آنگولا، عراق، عربستان سعودی، ایران، امارات متحده عربی، نیجریه و اکوادور باعث افزایش تولید نفت اوپک شدند درحالی که لیبی، کویت و الجزایر از تولید نفت خود در ماه گذشته کاستند. میزان تولید در قطر و ونزوئلا کم‌وبیش ثابت ماند. تولید مایعات گاز طبیعی اوپک در سال ۲۰۱۴، به‌طور میانگین روزانه ۵/۸۱ میلیون بشکه تخمین زده شده است.

با تشدید بحران عراق، قیمت‌های نفت خام نیز تقویت شد. نگرانی بازار در این است که درگیری‌ها در عراق به میدان‌های نفتی در جنوب این کشور کشیده شود و صادرات نفت خام آن تحت تأثیر قرار گیرد. حتی برخی از تحلیلگران این نکته را مطرح کردند که در صورت وقفه عرضه نفت عراق ممکن است آمریکا و کشورهای عضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD) به برداشت از ذخیره‌سازی‌های راهبردی خود دست بزنند.

در این شرایط وزیر نفت لیبی اعلام کرد که تولید نفت خام این کشور به کمتر از ۲۰۰ هزار بشکه در روز کاهش یافته است. البته این کشور توانست برای نخستین‌بار در این ماه از ترمینال «زویتینا» نفت خام صادر کند. در این ماه صادرات نفت لیبی به ۶۳ هزار بشکه در روز رسید. تولید نفت خام لیبی پیش از درگیری‌های داخلی در

---

۱. خبرگزاری‌های شانا، ماهنامه‌های اوپک و آژانس بین‌المللی انرژی در ژوئن ۲۰۱۴.

سطح ۱/٦ میلیون بشکه در روز قرار داشت.

قیمت برنت در آتی‌های بازار[1] طی روز ۱۲ ژوئن افزایش یافت و به بشکه‌ای ۱۱۲ دلار رسید. سیاست چین درخصوص ذخایر استراتژیک نفتی در ماه‌های آوریل و می به میانگین ۱/۲ میلیون بشکه در روز از عوامل تقویت‌کننده بازار بود.

در این میان قیمت نفت خام متوسط و ترش[2] در آمریکا کاهش یافت، زیرا احتمال می‌رفت که دولت آمریکا به برداشت از ذخیره‌سازی‌های راهبردی نفت خام اقدام کند. اما به هرحال مقام‌های این کشور چنین اقدامی نکردند، این درحالی است که ضعف قیمت نفت خام‌های ترش و متوسط همچنان ادامه یافت.

به این ترتیب قیمت‌های پایین نفت خام‌های ترش و متوسط سبب کاهش انگیزه برای خرید انواع نفت خام آمریکای لاتین توسط مشتریان آمریکایی و در این شرایط روند انتقال انواع نفت خام آمریکای لاتین به سمت اروپا تشدید شد. این روند از مدتی پیش به‌دلیل افزایش تولید نفت خام آمریکا شروع شده بود و اکنون با وجود ضعف تقاضا در اروپا این روند تشدید شده است. به همین دلیل قیمت انواع نفت خام آمریکای لاتین در اروپا تحت فشار قرار گرفت. به‌عنوان مثال قیمت نفت خام واسکونیا[3] کلمبیا در مدیترانه به میزان ۷/ ٥ دلار به‌ازای هر بشکه کمتر از نفت خام اورال روسیه معامله شد.

ازسوی دیگر، کاهش سود پالایشی[4] و احتمال کاهش بهره‌برداری از پالایشگاه‌های کره جنوبی سبب فشار بر قیمت انواع نفت خام منطقه خلیج فارس شد.

1. Futures Market
2. Medium Sour Crude Oil
3. Vasconia
4. Weak Refining Profit

در عین حال در منطقه آسیا پاسیفیک نیز کاهش سود پالایشی منجر به کاهش مطلوبیت محموله‌های غرب آفریقا شد که تأثیر آن عمدتاً بر نفت خام‌های متوسط و سنگین آنگولا بیشتر مشهود است. حتی تقاضای پالایشگران اروپایی برای انواع نفت خام‌های سبک غرب آفریقا نیز دچار ضعف شده است.

به این ترتیب تقاضا برای محموله‌های ماه ژوئیه نیجریه کاهش یافت در این میان انتظار می‌رود که تولید نفت خام آنگولا افزایش یابد، زیرا این کشور اعلام کرده است که قصد دارد نفت خام جدیدی را از فلات قاره خود (به‌نام Clove) به بازار عرضه کند. انتظار می‌رود در ماه اوت ۱۳۰ هزار بشکه در روز از این نفت خام به بازار صادر شود، همچنین انتظار می‌رود عرضه نفت خام این کشور در ماه اوت به ۱/٦٨ میلیون بشکه در روز برسد.

نیروگاه‌های هسته‌ای، تدبیر روسیه برای کمبود انرژی[1]

روسیه با داشتن ده‌ها واحد نیروگاه هسته‌ای که بخش قابل توجهی از انرژی مورد نیاز این کشور را تأمین می‌کنند، همچنان این نوع انرژی را به‌عنوان پاسخی برای نیاز فزاینده به نیروی برق در مناطق مختلف این کشور ۱٤۲ میلیون نفری می‌داند.

براساس اطلاعات منتشر شده ازسوی شرکت دولتی *روس‌اتم*، درحال حاضر ۱۰ نیروگاه هسته‌ای با مجموع ۳۳ بلوک اتمی در روسیه فعالیت می‌کنند که تولید برق سالیانه آنها به ۲۵/۲ گیگاوات می‌رسد. نیروگاه‌های هسته‌ای روسیه حدود ۱٦ درصد برق مصرفی این کشور را تولید می‌کنند.

---

۱. ریانووستی: pe.ria.ru

سهم برق هسته‌ای از کل برق تولیدی در مناطق اروپایی روسیه به بیش از ۳۰ درصد می‌رسد و این شاخص در مناطق شمال غرب این کشور پهناور از ۳۷ درصد هم فراتر می‌رود.

مدیریت نیروگاه‌های اتمی روسیه برعهده *روس انرگواتم* از شرکت‌های تابعه شرکت روس اتم است که پس از شرکت فرانسوی *ای.دی.اف*، دومین شرکت بزرگ اروپا از نظر تولید برق هسته‌ای است.

براساس اطلاعات موجود، درحال حاضر در روسیه هشت واحد نیروگاه هسته‌ای جدید درحال تأسیس است و انتظار می‌رود با تکمیل عملیات ساخت و راه‌اندازی آنها میزان تولید برق هسته‌ای روسیه به سطح قابل توجهی افزایش بیابد.

روسیه به تولید برق هسته‌ای به‌عنوان اولویت برنامه جایگزینی نیروی برق تولیدی از نیروگاه‌های سنتی همچون گازوئیلی می‌نگرد.

ولادیمیر پوتین، رئیس‌جمهوری روسیه به‌تازگی در تبیین برنامه توسعه نیروگاه‌های هسته‌ای در این کشور گفت: باید تا سال ۲۰۲۵ میزان تولید برق هسته‌ای به دو برابر سطح کنونی افزایش بیابد. وی معتقد است که با ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای پیشرفته می‌توان به این هدف مهم دست یافت. به‌نظر کارشناسان، علاوه‌بر صرفه‌جویی انرژی، نیروگاه‌های برق هسته‌ای روسیه باعث کاهش آلودگی در کره زمین می‌شوند.

براساس اطلاعات شرکت دولتی روس اتم، فعالیت نیروگاه‌های هسته‌ای در روسیه موجب جلوگیری از انتشار سالیانه ۲۱۰ میلیون تن گاز دی‌اکسیدکربن به هوا می‌شود. این درحالی است که آمریکا در این عرصه با انتشار سالیانه ۹۰۰ میلیون تن

دی‌اکسیدکربن، آلوده‌سازترین کشور جهان است.

پس از حادثه اتمی فوکوشیما در ژاپن که دو سال پیش در این کشور به وقوع پیوست، استفاده از انرژی هسته‌ای در سطح جهانی با افت مواجه شد و برخی کشورها در راهبرد بلندمدت خود در استفاده از این انرژی پاک تغییراتی انجام دادند.

آلمان در این خصوص از کشورهای دیگر پا فراتر نهاد و دولت این کشور اعلام کرد که تمام نیروگاه‌های هسته‌ای را برمی‌چیند.

در این شرایط در روسیه نیز نگرانی‌هایی در مورد خطرات احتمالی استفاده از انرژی هسته‌ای و ایمنی نیروگاه‌های هسته‌ای بروز کرد هرچند که روس‌ها سطح ایمنی نیروگاه‌های خود را بالا می‌دانند و به گزارش روس اتم از سال ۲۰۰٤ هیچ‌گونه حادثه ناقض ایمنی در نیروگاه‌های اتمی این کشور رخ نداده است.

با این‌حال مقام‌های روس برای برطرف کردن نگرانی‌های مردم این کشور در مورد ایمنی نیروگاه‌های هسته‌ای از دانشمندان دعوت به تحقیق برای افزایش ایمنی رآکتورهای هسته‌ای کردند و در نتیجه این تحقیقات مجموعه‌ای از تدابیر برای افزایش ایمنی واحدهای نیروگاه‌های هسته‌ای اتخاذ شد.

این تدابیر در نیروگاه‌های هسته‌ای ساخت روسیه در کشورهای دیگر ازجمله نیروگاه هسته‌ای بوشهر هم اعمال شد و به این ترتیب ضریب ایمنی نیروگاه‌ها بالا رفته است.

دولت روسیه به موازات اتخاذ تدابیر برای افزایش سطح ایمنی نیروگاه‌های هسته‌ای خود، برای ساخت نسل جدید نیروگاه‌های هسته‌ای نیز تلاش می‌کند و دانشمندان این کشور درحال تحقیق برای ساخت رآکتورهای نسل جدید هستند.

روسیه از دو سال گذشته با فرانسه در طرح ساخت رآکتور نسل چهارم با استفاده از تکنولوژی نوترون‌های سریع مشارکت دارد. هزینه اجرای این طرح ۳ میلیارد دلار بوده است که شرکت روس اتم و سازمان انرژی اتمی و انرژی‌های جایگزین فرانسه آن را به‌طور مشترک تأمین می‌کنند.

گفته می‌شود میزان انرژی برق تولیدی این رآکتورها از رآکتورهای کنونی بالاتر و سطح ایمنی آن هم بیشتر از این رآکتورهاست که تولید آن و هزینه‌های اجرای طرح را مقرون به‌صرفه می‌کند.

طرح دیگر روسیه برای استفاده از انرژی هسته‌ای که در هیچ نقطه جهان شناخته شده نیست، ساخت و راه‌اندازی نیروگاه‌های هسته‌ای شناور است. کار ساخت نخستین نمونه از این نیروگاه از دو سال پیش آغاز شده است.

مقام‌های روس امیدوارند که این رآکتورها در آینده در بلوک‌های جدید نیروگاه‌های هسته‌ای این کشور استفاده شوند.

نیروگاه هسته‌ای شناور یک کشتی با ظرفیت ۲۱ هزار و ۵۰۰ تن و ۶۰ خدمه است. از آنجا که این کشتی از تجهیزات خودکشش برخوردار نیست، باید به سمت مقصد مطلوب کشیده شود. هرکدام از کشتی‌ها دارای دو رآکتور رانش دریایی KLT-40 خواهند بود که می‌تواند بیش از ۷۰ مگاوات برق، گرما تولید کند، میزانی که برای یک شهر با جمعیت ۲۰۰ هزار نفری کافی است.

انتظار می‌رود که این نیروگاه‌های شناور هسته‌ای در مناطق دورافتاده شمال روسیه و شرق دور کاربرد داشته باشد که درحال حاضر شاهد رشد اقتصادی هستند، اما در نتیجه فقدان انرژی با مشکل مواجه شده‌اند.

به گفته الکساندر وزنسنسکی، مدیرعامل تأسیسات بالتیک به‌عنوان بزرگترین کارخانه کشتی‌سازی روسیه، نیروگاه هسته‌ای شناور تا سال ۲۰۱۶ برای بهره‌برداری آماده خواهد شد. این مرکز هسته‌ای شناور می‌تواند انرژی، گرما و آب آشامیدنی را برای مناطق دور از دسترس فراهم کند.

انتظار می‌رود فناوری‌های پیشرفته در نیروگاه‌های هسته‌ای عرصه کاربرد این فناوری‌ها را برای تولید برق، دستکم در دو دهه آینده برای تأمین انرژی مورد نیاز این کشور فراهم آورد.

بدبینی مقطعی نسبت به انرژی هسته‌ای که پس از حادثه فوکوشیما موجب توقف برخی از طرح‌های بلوک‌های هسته‌ای در سطح جهانی شد بر عزم سران روسیه برای استفاده گسترده‌تر از فناوری‌های هسته‌ای برای تولید انرژی تأثیری نمی‌گذارد.

توسعه فتوولتائیک شهری در گرو سیاستگذاری مناسب[۱]

مدل‌های تجاری‌سازی فناوری‌های نوین و خاص همانند انرژی‌های تجدیدپذیر با سیاست‌ها و مکانیسم‌های حمایتی و تشویقی دولتی گره خورده‌اند. برای مثال نمی‌توان منطقه‌ای در جهان را یافت که رشد پایدار سیستم‌های فتوولتائیک را تجربه کرده باشد و ردپایی از حمایت‌های بلندمدت دولتی در آن وجود نداشته باشد، اما چرا رشد انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای درحال توسعه بدون حمایت دولت و در قالب برنامه‌های بلندمدت امکانپذیر نیست؟

۱. مجتبی انتظاری، واحد مطالعات راهبردی انرژی، بخش انرژی و تأسیسات گروه صنایع گیتی‌پسند.

در ادامه به دو عامل اصلی عدم توفیق انرژی‌های تجدیدپذیر بدون سیاستگذاری حمایتی دولتی در کشورهای درحال توسعه از نظر کارشناسان و محققان داخلی و خارجی برگرفته از معتبرترین نشریات علمی در این زمینه اشاره می‌شود.

۱. کم‌اهمیت بودن نگرانی‌های زیست‌محیطی و اجتماعی در کشورهای درحال توسعه: نیاز به انرژی‌های تجدیدپذیر، بیش از دغدغه‌های کسب‌وکاری از نگرانی‌های زیست‌محیطی و اجتماعی نشئت می‌گیرد. برای یک کارآفرین و سرمایه‌گذار مخاطره‌پذیر، این نگرانی و دغدغه‌ها از اهمیت کمتری برخوردار است. بنابراین نبود هدف زیست‌محیطی و اجتماعی در کسب‌وکار به‌صورت ذاتی خلأیی در فرآیند تجاری‌سازی انرژی‌های تجدیدپذیر به‌وجود می‌آورد.

۲. طولانی بودن فرآیند عمومیت یافتن و کاربردی شدن در سطح گسترده: بی‌تردید کارآیی انرژی‌های تجدیدپذیر در بلندمدت پدیدار می‌شود. مزایای فردی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر زمانی حاصل می‌شود که بازه زمانی مورد استفاده از این انرژی‌ها بلندمدت باشد. از طرفی مزیت‌های اجتماعی آن هنگامی مشهود است که در مقیاس وسیع مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین هیچ تلاش کوتاه‌مدت و محدودی برای به‌دست آوردن بازار انرژی‌های تجدیدپذیر، کارآیی ندارد.

کشورهای صنعتی با آگاهی از این دو موضوع، اقدام به طراحی و اجرای برنامه‌های بلندمدت استراتژیکی کردند که نتیجه آن رشد روزافزون سیستم‌های فتوولتائیک و نصب بیش از ۱۰۰ گیگاوات از سلول‌های خورشیدی تا پایان سال ۲۰۱۲ است.

با الگوپذیری از تدابیر و برنامه‌های جامع کشورهای صنعتی، سیاست‌های

عمومی دولت و وزارت نیرو در ایران نیز باید به سمت‌وسویی باشد که این‌گونه موارد را در نظر بگیرد و به‌دنبال اهداف نمایشی و کوتاه‌مدت نباشد.

بی‌شک صنعت برق درحال حاضر با مشکلات فراوان مالی روبرو است که جسارت و فرصت انجام اقدامات بلندمدت در حوزه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر را از این وزارت سلب کرده است. اما این عامل نمی‌تواند توجیه مناسبی برای اقدامات در بازه زمانی کوتاه‌مدت باشد.

متأسفانه در سال‌های اخیر، هیچ طرح جامع و بلندمدتی در کشور برای توسعه سیستم‌های فتوولتائیک اجرایی نشده است که در توجیه آن در اغلب موارد به کاهش منابع مالی و اعتبار کافی در این زمینه اشاره می‌شود. از سال ۱۳۹۲ تاکنون، وزارت نیرو به‌عنوان توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر از مصرف‌کنندگان برق، عوارض دریافت می‌نماید که همین عامل؛ سیاستگذاری و اقدامات اجرایی در این مورد را با حساسیت ویژه مواجه می‌سازد. شاخص‌ترین سیاست وزارت نیرو در این زمینه در دو سال اخیر؛ اختصاص وام ۵/۵ میلیون تومانی به‌ازای هر کیلووات سیستم خورشیدی است که نکته‌ای غیرقابل اغماض است.

اختصاص وام بلاعوض ۵ میلیون تومانی برای خرید سیستم‌های خورشیدی، شاید در ابتدای امر جذاب به‌نظر برسد، اما با توجه به قیمت‌های فعلی وزارت نیرو برای مشترکان خانگی کاملاً غیراقتصادی است. خرید یک سیستم یک کیلوواتی برق خورشیدی در شرایط فعلی، هزینه‌ای معادل ۱۰ میلیون تومان را به خانوار تحمیل می‌کند که با فرض پرداخت ۵/۵ میلیون تومانی آن از طریق وزارت نیرو؛ خانوار باید حداقل ٤/٥

میلیون تومان آن را پرداخت نماید. از طرفی، سیستم یک کیلوواتی فتوولتائیک می‌تواند تا ۱۰۰ کیلووات ساعت از متوسط مصرف ۳۰۰ کیلووات ساعتی یک خانوار را کاهش دهد. طبق تعرفه‌های پلکانی وزارت نیرو در قبوض برق؛ هر کیلووات ساعت برق در این بازه، قیمت حداکثری ۱۰۰ تومان را خواهد داشت که با این شرایط باید انتظار کاهش هزینه حداکثر ۱۲۰ هزار تومانی خانوار در طول یک‌سال را داشته باشیم. با توجه به نیاز جبران هزینه ٤/٥ میلیونی؛ این جریان نقدی؛ بازگشت سرمایه مناسبی را به‌همراه نخواهد داشت و عملاً هیچ‌گونه جذابیت اقتصادی برای مردم ندارد.

بی‌تردید، در این حالت، صرف تکیه به اختصاص وام بلاعوض در قبال توسعه انرژی خورشیدی، کمترین کارآیی را خواهیم داشت و عواقب بلندمدت آن ایجاد فساد مالی و عدم تحقق عدالت اجتماعی خواهد بود.

توسعه فتوولتائیک شهری؛ گزینه‌ای کارآمد

سیاست‌های به‌کار گرفته شده دنیا جهت توسعه انرژی‌های خورشیدی بسیار شفاف و کارآمد عمل می‌کنند و اهداف قابل سنجش و بلندمدت را مبنای کار خود قرار داده‌اند که مهمترین آن خرید تضمینی برق از خانوارهاست.

خرید تضمینی برق با قیمت جذاب؛ با سیگنال مثبت خود به بازار سرمایه، به‌صورت طبیعی سازوکارها را ایجاد می‌نماید. به‌عبارت دیگر؛ به‌صورت طبیعی شرکت‌های زیادی در جهت تأمین سیستم‌های فتوولتائیک با قیمت و کیفیت بهتر ایجاد می‌شوند و همین عامل باعث ایجاد یک بازار رقابتی می‌شود.

این سیاست، از طریق درگیر نمودن و تسهیم سود با آحاد جامعه؛ منجر به خلق

یک حرکت اجتماعی بسیار مثبت خواهد شد که آثار بلندمدت آن به‌نفع جامعه خواهد بود.

درحال حاضر بیش از ۱۰۰ کشور در جهان، برق خورشیدی تولید شده را با بهایی تشویقی و مطلوب خریداری می‌کنند. تجارب بین‌المللی نشان می‌دهد که در بحث سیاستگذاری خرید تضمینی برق؛ باید سه عامل مهم و تأثیرگذار را در نظر گرفت.

۱. تکنولوژی انرژی تجدیدپذیر (خورشیدی، بادی و...)،

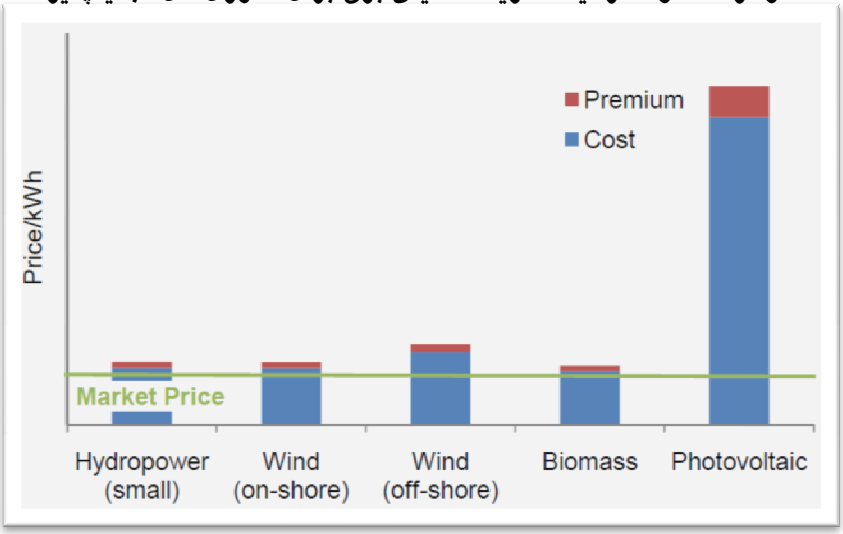
۲. اندازه نیروگاه تجدیدپذیر،

۳. زمان احداث و به‌کارگیری انرژی تجدیدپذیر،

در ادامه؛ هریک از عوامل ارائه شده، تشریح شده‌اند.

۱. **تکنولوژی**: بنابر تجربه کشورهای پیشرو در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، میزان پرداخت برای خرید تضمینی برق از تکنولوژی‌های مختلف لازم است تا متفاوت باشد. بدون اعمال تغییر قیمت در تکنولوژی‌های متفاوت؛ صرفاً تکنولوژی‌های قدیمی‌تر، توسعه می‌یابند. از طرفی نادیده گرفتن این عامل باعث می‌شود یک صنعت به‌صورت کاذب سودآوری پیدا نماید و از طرف دیگر تکنولوژی‌های کم‌تر توسعه‌یافته؛ بدون رقابت باقی بمانند. در نمودار ۳ ضرورت تفاوت در قیمت خرید تضمینی برق را برای تکنولوژی‌های تجدیدپذیر متفاوت به نمایش گذارده شده است.

نمودار ۳. تفاوت در قیمت خرید تضمینی برق برای فناوری‌های تجدیدپذیر



نرخ خرید تضمینی برق متفاوت و خاص برای هرکدام از تکنولوژی‌ها؛ باید به‌گونه‌ای باشد که علاوه‌بر پوشش هزینه‌های جاری هر تکنولوژی، درصدی را نیز به‌عنوان پاداش و سودآوری نیز در نظر گرفته باشد.

۲. **اندازه نیروگاه**: قاعدتاً هرچه اندازه نیروگاه بزرگتر باشد؛ باید قیمت خرید تضمینی برق کاهش یابد. چون در این حالت صرفه‌جویی به مقیاس حادث می‌گردد و قاعدتاً هزینه تمام شده پایین‌تری را برای تکنولوژی ایجاد می‌نماید. میزان این کاهش؛ بسته به نوع تکنولوژی تجدیدپذیر می‌تواند متفاوت باشد.

۳. **زمان**: گذشت زمان؛ نقش مهمی را در تعیین قیمت خرید تضمینی برق ایفا می‌کند.

تکنولوژی تجدیدپذیر با گذشت زمان؛ مرتباً ارزان می‌شود که همین عامل می‌تواند تأثیر خود را بر روی قیمت خرید بگذارد. در این حالت نیز باید به این نکته

توجه داشت که این کاهش قیمت، با توجه به تکنولوژی تجدیدپذیر متفاوت خواهد بود.

در ایران نیز این قانون برای نیروگاه‌های انرژی تجدیدپذیر ازجمله انرژی خورشیدی تصویب شده و وزارت نیرو ملزم به خرید برق خورشیدی؛ تحت قراردادهای بلندمدت خرید تضمینی برق است.

اصولاً خط‌مشی استفاده از انرژی خورشیدی در کشور، به‌گونه‌ای است که با توجه به قیمت‌های بالای تولید برق از سیستم فتوولتائیک و پایین بودن قیمت نسبی انرژی برق، دولت به ناچار ملزم به پرداخت یارانه شده است؛ به‌نظر می‌رسد استفاده از این منبع انرژی از مراکز دولتی آغاز شود به‌طوری که سیستم‌های فتوولتائیک در اماکن عمومی ازجمله روشنایی پارک‌ها، چراغ‌های راهنمایی و رانندگی، بیمارستان‌ها، اردوگاه‌ها و پادگان‌ها، مساجد، شهرداری‌ها و مدارس استفاده شود و انرژی خورشیدی ۲۰ درصد از انرژی مصرفی این مراکز را به‌خود اختصاص دهد.

گزارش مطالعات مالی و اقتصادی سیستم‌های پمپ حرارتی زمین‌گرمایی[۱]

هم‌اکنون در کشور ایران تأمین گرمایش محیط ساختمان‌ها عموماً با استفاده از بخاری‌ها، پکیج‌ها، دیگ‌های بزرگ و سیستم رادیاتور یا فن‌کویل و با مصرف سوخت‌های فسیلی مانند: گاز، گازوئیل و... انجام می‌پذیرد. عموماً اینگونه سیستم‌های گرمایشی دارای راندمان کمی بوده و مصرف انرژی آنها بسیار زیاد است. همچنین برای تأمین گاز مورد نیاز مردم، دولت باید پس از پرداخت هزینه بسیار بالای مراحل

۱. گروه مطالعات استراتژیک، اقتصادی سازمان انرژی‌های نو ایران با همکاری دفتر انرژی زمین‌گرمایی.

اکتشاف، استخراج، احداث خط لوله و انتقال گاز، نسبت به پرداخت یارانه مصرف گاز به مردم نیز اقدام نماید. براساس برنامه‌های تدوین شده شرکت ملی گاز ایران، احداث خط لوله گاز جدید در مناطقی که از شبکه موجود کمتر از ۵ کیلومتر فاصله داشته باشند، در اولویت اول قرار داشته باشد و مناطقی که بین ۵ الی ۱۵ کیلومتر فاصله با شبکه گاز دارند در اولویت دوم قرار می‌گیرند. لازم به توضیح است که مناطقی که بیش از ۱۵ کیلومتر از شبکه گاز فاصله دارند از دید شرکت گاز، احداث خط لوله انتقال گاز فاقد توجیه اقتصادی است.

براساس مطالب ذکر شده در بالا، تأمین گرمایش مناطق دور از شبکه گاز توجیه اقتصادی نداشته و در این مناطق در ماه‌های سرد سال تأمین گرمایش ساختمان‌ها با مشکلات بسیار زیادی همراه است. یکی از روش‌های تأمین گرمایش در این مناطق استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک است. برای تأمین گرمایش محیط ساختمان‌ها و آب گرم مصرفی می‌توان از سیستم‌های پمپ حرارتی زمین‌گرمایی استفاده کرد. سیستم‌های پمپ حرارتی زمین‌گرمایی از دو قسمت کویل زمینی و دستگاه پمپ حرارتی زمین‌گرمایی تشکیل شده است که تبادل حرارتی بین دستگاه و زمین از طریق کویل زمینی انجام می‌شود. انواع کویل زمینی سیستم پمپ حرارتی زمین‌گرمایی عبارت است از: سیکل بسته عمودی، سیکل بسته افقی، سیکل باز و سیکل دریاچه.

همانگونه که اشاره شد شهرها و روستاهای دور از شبکه گاز در کشور در اقلیم‌های مختلف پراکنده‌اند و برای انجام مطالعات فنی و اقتصادی باید نسبت به تعیین پارامترهای مؤثر در طراحی اقدام کرد. به همین منظور فرضیات در نظر گرفته

شده برای تحلیل‌های فنی و اقتصادی نصب سیستم پمپ حرارتی زمین‌گرمایی در مقایسه با شبکه گازرسانی به‌شرح ذیل در نظر گرفته شده است.

برای انجام تحلیل‌های فنی، مساحت منازل به ترتیب ٦٠، ٨٠ و ١٠٠ مترمربع و بار حرارتی آنها نیز ٢، ٣ و ٤ تن در نظر گرفته شده است و محاسبات فنی و اقتصادی برای خانه‌های روستایی در یک روستا با ٣٠ خانوار و یک روستا با ٢٥٠ خانوار انجام خواهد شد. در این مطالعه موردی، به‌دلیل اینکه در اکثر مناطق کشور آب‌های زیرزمینی نزدیک به سطح زمین نمی‌باشند و اصولاً تأمین آب برای مسائل شرب، کشاورزی و... از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد ترجیحاً از در نظر گرفتن نوع سیکل باز برای کویل زمینی اجتناب شده است همچنین نوع کویل زمینی به دو صورت سیکل بسته افقی و سیکل بسته عمودی برای محاسبه هزینه‌ها در نظر گرفته شده است.

براساس اطلاعات شرکت ملی گاز، میزان مصرف گاز در منازل در نظر گرفته شده طی یک سال مطابق جدول ١ برآورد شده است.

جدول ١. میزان مصرف گاز منازل طی یک سال

متراژ (مترمربع)	١٠٠	٨٠	٦٠
میزان مصرف گاز (مترمکعب)	٥,٨٥٢	٤,٧٢٢	٣,٥٩٢

همچنین، میزان مصرف برق در منازل در نظر گرفته شده در صورت استفاده از سیستم پمپ حرارتی زمین‌گرمایی طی یک سال با لحاظ میزان افت ولتاژ شبکه سراسری برق مطابق جدول ٢ محاسبه می‌شود.

جدول ۲. میزان مصرف برق منازل طی یک سال برای پمپ حرارتی زمین‌گرمایی با محاسبه افت ولتاژ شبکه

متراژ (مترمربع)	۱۰۰	۸۰	۶۰
میزان مصرف برق (کیلووات ساعت)	۱۲,۷۳۸/۳	۹,۵۵۳/۷٤	٦,۳٦۹/۱٦

با توجه به اینکه براساس اطلاعات آمار تفصیلی صنعت برق در سال ۱۳۹۲، میزان کیلووات ساعت برق تولیدی در نیروگاه‌های حرارتی کشور به‌ازای یک مترمکعب گاز در حدود ۳/۸ کیلووات ساعت است، در نتیجه می‌توان میزان برق مصرفی سیستم GHP[1] را به‌صورت میزان حجم گاز در نیروگاه در نظر گرفت که نتایج آن به‌شرح جدول ۵ است.

جدول ۳. میزان مصرف گاز در نیروگاه‌های کشور برای تأمین گرمایش خانه‌های مورد نظر در یک سال به‌وسیله GHP

متراژ (مترمربع)	۱۰۰	۸۰	۶۰
میزان مصرف گاز در نیروگاه (مترمکعب در سال)	۳,۳۵۲	۲,۵۱٤	۱,٦۷٦

حال در صورت کم کردن میزان مصرف گاز در نیروگاه‌ها از میزان عدم مصرف گاز در روستاها می‌توان میزان کاهش مصرف انرژی (برحسب میزان حجم گاز صرفه‌جویی شده) را در صورت استفاده از سیستم گرمایشی پمپ حرارتی زمین‌گرمایی در طول یک سال برای خانه‌های مورد نظر به‌شرح جدول ٤ محاسبه کرد.

۱. منبع تبادل، انرژی زمین است (Geothermal Heating Power).

جدول ۴. میزان گاز صرفه‌جویی شده به‌وسیله GHP در یک سال

متراژ (مترمربع)	۱۰۰	۸۰	۶۰
میزان کاهش مصرف گاز (مترمکعب مربع در سال)	۲,۵۰۰	۲,۲۰۸	۱,۹۱۶

براساس قیمت گاز صادراتی (۳۰ سنت دلار به‌ازای یک مترمکعب گاز) می‌توان میزان ارزش ارزی این میزان کاهش مصرف گاز را طی یک سال مطابق جدول ۵ به‌دست آمده است.

جدول ۵. ارزش ریالی میزان مصرف گاز صرفه‌جویی شده به‌وسیله GHP در یک سال با قیمت ۳۰ سنت

متراژ (مترمربع)	۱۰۰	۸۰	۶۰
ارزش ارزی کاهش مصرف گاز در سال (دلار)	۷۵۰	٦٦٢/٤	٥٧٤/٨

محاسبات فوق نشان می‌دهد که با نصب سیستم گرمایشی پمپ حرارتی زمین‌گرمایی در مقایسه با شبکه انتقال گاز برای خانه‌های ٦٠، ٨٠ و ١٠٠ متری سالیانه به ترتیب ٥٧٤/٨، ٦٦٢/٤ و ٧٥٠ دلار درآمد عاید دولت خواهد شد.

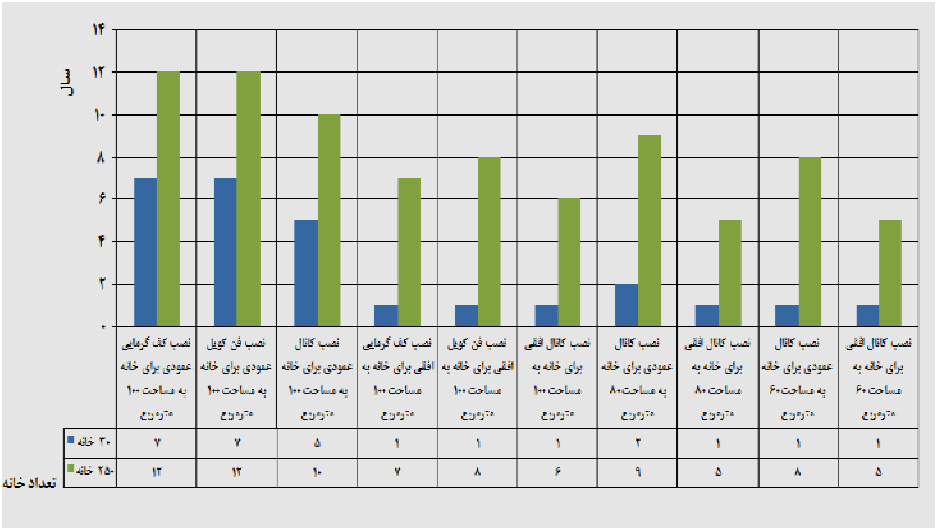
همچنین، با توجه به هزینه‌های محاسبه شده برای انجام پروژه سیستم GHP به سه روش تأمین گرمایش (کانال، کف‌گرمایی و فن‌کویل) و با تعریف سناریو قیمت گاز طبیعی به میزان ۳۰ سنت دلار بر مترمکعب، مفروضات مدنظر در محاسبات اقتصادی برآورد دوره بازگشت سرمایه احداث پروژه‌های انواع مختلف سیستم‌های پمپ حرارتی بدین شرح است: «مدت زمان نصب این نوع از سیستم‌های حرارتی برای منازل مسکونی بسته به تعداد آنها متفاوت می‌باشد. این مدت زمان برای منازل

مسکونی با تعداد ۳۰ و ۲۵۰ واحد به ترتیب برابر ٦ ماه و ۲ سال در نظر گرفته شده است. همچنین باید توجه داشت که هزینه‌های تعمیرات و نگهداری سیستم‌های پمپ حرارتی در مقایسه با شبکه‌های گازرسانی کشور به میزان قابل توجهی کمتر است».

در ادامه این گزارش تلاش خواهد شد تا با در نظر گرفتن هزینه صرفه‌جویی شده گازرسانی ناشی از نصب سیستم‌های پمپ حرارتی در منازل مسکونی به بررسی دوره بازگشت سرمایه هزینه‌های نصب این نوع از سیستم‌های حرارتی ازسوی دولت پرداخته شود.

براساس گزارش شرکت ملی گاز در سال ۱۳۹۲، هزینه انتقال گاز برای روستاهایی با فاصله ۱۵ تا ۳۰ کیلومتری از خطوط گازرسانی در استان‌های مرکزی کشور به‌عنوان مثال استان فارس بین ٤٥ و ٦٠ میلیارد ریال گزارش شده است. با توجه به هزینه صرفه‌جویی شده گازرسانی به میزان ٤٥ میلیارد ریال و با فرض برقرار بودن تمامی شرایط بالا درخصوص انواع سیستم‌های پمپ حرارتی و قیمت گاز طبیعی، نتایج این بررسی در نمودار ٤ آمده است.

نمودار ۴. دوره بازگشت سرمایه انواع سیستم‌های پمپ حرارتی با فرض هزینه گازرسانی به میزان ۴۵ میلیارد ریال و قیمت گاز طبیعی به میزان ۳۰ سنت دلار بر مترمکعب



همانطور که از نمودار فوق پیداست، مدت زمان بازگشت سرمایه با توجه به ماهیت و نوع تکنولوژی مورد استفاده و نیز مقیاس بهره‌برداری آن متفاوت می‌باشد. بدین معنی که دوره بازگشت سرمایه برای پروژه‌هایی که تعداد واحدهای مسکونی بیشتری را تحت پوشش قرار می‌دهد کمتر بوده و برای پروژه‌هایی که مساحت خانه بزرگتر است، بیشتر می‌باشد. به‌عنوان مثال با نصب کف‌گرمایی عمودی برای خانه به مساحت ۱۰۰ مترمربع برای خانه‌هایی به تعداد ۳۰ و ۲۵۰ واحد با در نظر گرفتن هزینه‌های صرفه‌جویی شده ناشی از عدم انتقال گاز این مدت زمان و قیمت گاز طبیعی به میزان ۳۰ سنت دلار بر مترمکعب به ترتیب برابر با ۷ و ۱۲ محاسبه شده

است. این ارقام برای نصب کف‌گرمایی افقی برای همین متراژ و تعداد از واحدهای مسکونی برابر با ۱ و ۷ سال برآورد شده است.

در پایان باید گفت که دوری از شبکه گاز، تعداد خانوار روستا، نوع خاک منطقه و روستا، نوساز بودن خانه‌های روستا، فرهنگ مردم ساکن در روستا، دائمی بودن یا فصلی بودن ساکنین روستا، آب و هوا و اقلیم روستا، تعداد دستگاه‌های پمپ حرارتی زمین‌گرمایی که پیمانکار باید برای روستاییان نصب نماید، از عوامل تأثیرگذار در هزینه‌های انجام پروژه‌های پمپ حرارتی زمین‌گرمایی می‌باشند. این امر بدین معنی است که تعداد خانه‌های مورد نظر برای تعریف یک پروژه باید به‌گونه‌ای باشد که پیمانکار هزینه‌های یک واحد خانه را کاهش دهد و در شرکت گاز، روستاهایی انتخاب شود که هزینه‌های احداث خط لوله گاز برای آنها بالا باشد. همچنین، همانطور که از نتایج سناریوی مورد بررسی این گزارش پیداست با در نظر گرفتن هزینه‌های صرفه‌جویی شده ناشی از عدم انجام فرآیند گازرسانی و ایجاد شبکه گرمایشی به‌صورت سیستم‌های پمپ حرارتی، شاهد کاهش دوره بازگشت سرمایه نصب این سیستم‌های حرارتی برای دولت خواهیم بود. درواقع این پروژه احداث سیستم‌های پمپ حرارتی نه تنها برای دولت یک پروژه غیرانتفاعی نبوده بلکه با پوشش هزینه‌های انجام پروژه، امکان کسب درآمدهای ارزی برای دولت از طریق صادرات گاز نیز وجود خواهد داشت.

منابع مفروضات

- شرکت ملی گاز،
- دفتر زمین‌گرمایی سازمان انرژی‌های نو ایران.

منابع و مآخذ

۱. امور بین‌الملل شرکت ملی نفت ایران.

۲. گزارش ماهانه شرکت ملی گاز ایران، مدیریت برنامه‌ریزی امور سیستم‌های اطلاعات مدیریت، اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳.

۳. سایت رسمی اوپک.

٤. سایت روسی ریانووستی.

٥. سایت آژانس بین‌المللی انرژی.

٦. مجتبی انتظاری، واحد مطالعات راهبردی انرژی، بخش انرژی و تأسیسات گروه صنایع گیتی‌پسند.

۷. گروه مطالعات استراتژیک و اقتصادی سازمان انرژی‌های نو ایران و دفتر انرژی زمین‌گرمایی.

شناسنامه گزارش	مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی	شماره مسلسل: ۱۳۷۷۶

عنوان گزارش: ماهنامه تحلیلی انرژی (۲۱)

نام دفتر: مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه انرژی)

تهیه و تدوین‌کنندگان: زهرا جعفری و مجتبی درویش توانگر

همکاران: مجتبی انتظاری (واحد مطالعات راهبردی انرژی، بخش انرژی و تأسیسات گروه صنایع گیتی‌پسند) گروه مطالعات استراتژیک و اقتصادی سازمان انرژی‌های نو ایران و دفتر انرژی زمین گرمایی

ناظران علمی: هوشنگ محمدی، هاشم خویی، فریدون اسعدی

متقاضی: کمیسیون انرژی

مسئولیت صحت و سقم مطالب گردآوری شده به لحاظ علمی، حقوقی، انتقال آراء و نظرات ارائه شده به عهده منابع و سایت‌های مرجع است.

واژه‌های کلیدی: ـــــ

تاریخ انتشار: ۱۳۹۳/۴/۱۷