۶ ارزیابی هزینه امنیت حامل‌های مختلف انرژی مصرفی در تولید برق از نیروگاه‌های حرارتی کشور

مجید اسلامی اندارگلی *
حسین صادقی سقدل **

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۱۵

چکیده

در این مطالعه تلاش شده که تا هزینه امنیت سوخت‌های مصرفی (گازطبیعی، گازوئیل و نفت کوره) در تولید برق از نیروگاه‌های فسیلی کشور با استفاده از دو معیار هزینه امنیت عرضه و هزینه امنیت اقتصادی در سال ۱۳۹۰ محاسبه شود. نتایج محاسبات حاکی از این است که بیشترین میزان هزینه امنیت حامل‌های انرژی مصرفی نیروگاه-های حرارتی در تولید برق مربوط به نفت گاز به میزان ۴/۵۲۵ (ریال بر کیلووات ساعت) می‌باشد. دلیل این امر نیز با توجه به نوع متدلوژی مورد استفاده در این مطالعه به منظور محاسبه امنیت انرژی قابل توجیه است. با توجه به طول عمر کمتر منبع انرژی نفت نسبت به گاز طبیعی، انتظار می‌رود که اختلالات عرضه این منبع و فرآورده‌های آن بیشتر و هزینه بیشتری بابت تأمین امنیت عرضه آن (هزینه فرصت) پرداخت شود. همین تفاسیر در مورد دیگر فرآورده نفتی مورد استفاده در نیروگاه یعنی نفت کوره نیز صادق است. همچنین، نتایج محاسبات حاکی از آن است که میزان هزینه کل امنیت انرژی حامل نفت کوره در تولید برق کشور برابر ۲/۸۹۱ (ریال بر کیلووات ساعت) می‌باشد. حامل انرژی گاز طبیعی به علت وجود ذخیره فراوان نسبت به تولید آن و با توجه به شرایط فعلی سیستم اقتصادی، از طول عمر بیشتری به منظور بهره‌برداری برخوردار بوده و میزان اختلالات عرضه آن در مقایسه با منبع انرزی نفت کمتر می‌باشد، به واسطه همین عوامل میزان هزینه امنیت انرژی این حامل کمتر از فراورده‌های مختلف نفتی مصرفی در نیروگاه محاسبه شده است. میزان هزینه امنیت برای این حامل انرژی مصرفی در نیروگاه برابر ۲/۲۱۶ (ریال بر کیلووات ساعت) برآورد گشته است.

واژه‌های کلیدی: *هزینه امنیت انرژی، شاخص هیرشمن ـ هیرفندل، تنوع سوخت مصرفی، ایران*

طبقه‌بندی JEL: *43Q ،41Q ،52C*

---

* دانشجوی دکتری علوم اقتصادی گرایش انرژی و محیط زیست دانشگاه شیراز
mj_eslami63@yahoo.com

** استادیار گروه اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس Sadeghi.h@modares.ac.ir

مقدمه

یکی از مهم‌ترین وجوه تمایز سال‌های اخیر زندگی بشر با قرون گذشته در زمینه دستاوردهای بشری، توسعه و پیشرفت سریع تکنولوژیکی و صنعتی و درنتیجه آن بالا رفتن سطح رفاه در زندگی مردم است. این پدیده باعث شده است که کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه به فراخور شرایط خاص خود برای پیاده‌سازی طرح‌ها و برنامه‌های آتی نیاز بیشتری به صورت‌های جاری حامل‌های انرژی داشته باشند. در این راستا کشورهای درحال‌توسعه دارای مشکلات بیشتری هستند؛ زیرا گسترش زندگی شهرنشینی و افزایش استانداردهای زندگی در جوامع درحال‌توسعه در دهه‌های اخیر باعث افزایش تقاضای حامل‌های انرژی برای دستیابی به امکانات و رفاه بیشتر را به‌دنبال داشته است.

عوامل و بخش‌های مختلفی در تعادل بین عرضه و تقاضای حامل‌های انرژی در سطح ملی مؤثر می‌باشند و عدم توجه به اثرات متقابل بین این بخش‌ها می‌تواند اثرات جبران‌ناپذیری به جامعه وارد سازد. به‌عنوان مثال عدم تأمین امنیت شبکه توزیع و بی‌توجهی به نقاط حساس شبکه توزیع برق کشور می‌تواند باعث قطع برق مناطق وسیعی از کشور شود. از کار افتادن موقت کارخانجات صنعتی (که از شبکه سراسری استفاده می‌کنند)، کاهش امنیت سرمایه‌گذاری در بخش صنعت و ایجاد اشکال در عملکرد وسایل الکتریکی بخش خانگی و تجاری، تنها گوشه‌ای از اثرات منفی قطع ناگهانی برق است. لازم به ذکر است که لزوم توسعه بخش‌های مختلف اقتصادی و صنعتی باعث شده است که وجود جریان انرژی در قسمت‌های مختلف کشور مانند جریان خون در قسمت‌های مختلف بدن انسان عمل نماید و فقدان این جریان باعث از کار افتادن بخش‌های مختلف و اثرات منفی بعدی گردد.

یکی از عوامل مؤثر بر عملکرد مثبت سیستم انرژی، ارتقای شاخص‌های ایمنی

این سیستم و حذف متغیرهای مؤثر بر افزایش ریسک و مخاطرات احتمالی می‌باشد. به‌عبارت دیگر یکی از راه‌های کاهش اثرات منفی سیستم انرژی بر بخش‌های دیگر، بالا بردن درجه امنیت در سیستم انرژی می‌باشد. وضعیت سیستم انرژی کشور و اثرات مختلف این سیستم بر سایر بخش‌های مختلف نیز نشان‌دهنده لزوم افزایش درجه امنیت انرژی کشور می‌باشد. دلایل گوناگونی بیان‌کننده ضرورت سرمایه‌گذاری برای بالا بردن درجه امنیت در سیستم انرژی کشور می‌باشند که از میان آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- آسودگی خاطر در تأمین تقاضای داخلی انرژی؛
- حفظ سهم ایران در بازارهای نفت؛
- حفظ و صیانت از منابع انرژی کشور و بهره‌برداری بهینه از آنها؛
- استفاده از نقش مؤثر بخش انرژی در بهره‌گیری از فناوری‌های جدید و انتقال آنها و آموزش نیروی انسانی؛
- استفاده از نقش مؤثر بخش انرژی کشور در ایجاد زمینه‌های لازم برای تقویت و رشد سایر صنایع.

بنابراین تأمین بدون دغدغه تقاضای روزافزون حامل‌های انرژی کشور ازیک‌سو و وابستگی شدید اقتصاد کشور به فروش حامل‌های انرژی اولیه از سوی دیگر نیازمند ایجاد سطح مطلوب امنیت سیستم انرژی و سرمایه‌گذاری حداقل برای تأمین امنیت سیستم انرژی کشور به‌شمار می‌روند.

یکی از اساسی‌ترین حامل‌های انرژی مصرفی در کشور، انرژی الکتریکی می‌باشد. در سال ۱۳۹۰ کل فروش برق وزارت نیرو و صنایع بزرگ (با احتساب برق مصرفی پالایشگاه‌ها، واحدهای کک‌سازی و واحدهای کوره بلند) حدود ۱۹۱٤٥٥/۸ گیگاوات ساعت و یا معادل ۱۱۱/۵ میلیون بشکه نفت خام بوده که سهم ۰/۲ درصدی از مصرف نهایی حامل‌های انرژی را به خود اختصاص داده است. مصرف برق به بخش‌های خانگی، عمومی، تجاری، صنعتی، حمل‌ونقل، کشاورزی و سایر مصارف تقسیم شده است. با مقایسه آمار و ارقام ایران با کشورهای دیگر مشاهده می‌شود که منابع تأمین انرژی مورد تقاضای بخش‌های مختلف کشور از لحاظ تنوع در منابع تأمین انرژی دارای نقاط ضعف مشهودی می‌باشد. البته عدم تنوع در منابع تأمین انرژی در اکثر

کشورهای صادرکننده انـرژی‌هـای فسـیلی مشـاهده مـی‌شـود. بـه‌عنـوان نمونـه از کـل حامل‌های انرژی اولیه عرضه‌شده در عربستان سعودی، ۵۷/٦ درصد از نفت‌خـام و ٤۲/٤ درصد از گازطبیعی تأمین می‌شود [ترازنامه انرژی، ۱۳۹۰].

همچنین، تولید ناویژه نیروگـاه‌هـای وزارت نیـرو در سـال ۱۳۹۰ بـه ۲۰۸٤۱٤ گیگاوات ساعت بوده که از این مقدار سهم نیروگاه‌های بخاری ٤٤/٤ درصد، سیکل ترکیبی ۳۹/٤ درصد، گازی ۱٤/٦ درصد، آبی ۵/۸ درصد، تجدیدپذیر و اتمـی ۰/۲۸ درصد و دیزلی ۰/۰۳ درصد بـوده اسـت. در ایـن سـال، کـل صـنعت بـرق کشـور ۳۸۹۰۱/۱ میلیون مترمکعب گازطبیعی، ۱۲۰۱۸/۹ میلیون لیتـر نفـت کـوره، ۹٤۰٦/۳ میلیون لیتر گازوئیل و ۲۱۲۰/۲ میلیون مترمکعب گاز کوره بلند مـورد اسـتفاده قـرار داده است. کل ارزش حرارتی سوخت‌های مصرف‌شده وزارت نیرو معادل ٤٤۵۹۷۰ میلیارد کیلوکالری بوده که با توجـه بـه مقـدار بـرق در نیروگـاه‌هـای وزارت نیـرو ملاحظه می‌شود که به‌ازای هر کیلووات ساعت تولید نـاویژه بـرق حرارتـی حـدود ۲۲۷۷/۹ کیلوکالری سوخت مصرف شده است [ترازنامه انرژی، ۱۳۹۰].

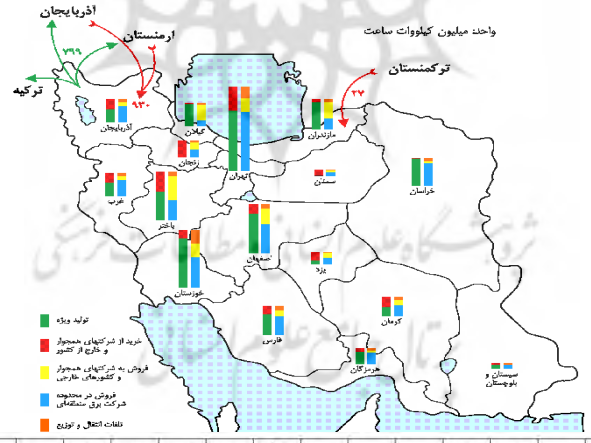
در مورد اهمیت محاسبه هزینه امنیت انرژی مصرفی در بخش تولید برق کشـور بایـد گفت که ایران دارای منابع عظیم انرژی‌های فسیلی می‌باشد، اما از لحـاظ امنیـت انـرژی در حوزه منابع در مقایسه با بسیاری از کشورهای جهـان دارای مشـکلات ویـژه‌ای اسـت. بـا توجه به اینکه نیروگاه‌های کشور برای تولید برق از سه حامل انرژی گازوئیل، نفت کـوره و گاز طبیعی به‌عنوان سوخت مصرفی استفاده می‌کنند باید تلاش نمود تـا هزینـه امنیـت ایـن سه حامل انرژی مصرفی در تولید برق محاسبه شود تا در صورت بروز اختلالات عرضـه و توقف تحویل (بروز جنگ) بتوان به‌طور آنی زیـان ناشـی از آن را جبـران و نیـاز مصـرفی حامل‌های مورداستفاده در تولید برق را تأمین نمود؛ که یکـی از ایـن راهکارهـای افـزایش امنیت تولید برق در کشور، پرداخت درآمد ناشـی از افـزایش قیمـت بـه‌منظـور احـداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر است.

در دوران جنگ تحمیلی موقعیت جغرافیایی نامناسب میدان‌هـای نفتـی کشـور ازجمله میدان نفتی نوروز باعث تشویق دشمنان به بمباران این مناطق شد که در اثـر تخریب این میادین نفتی نرخ تولید انرژی اولیه در کشور کاهش شدیدی پیـدا کـرد به‌طوری‌که در سال ۱۳٦۰ صادرات نفت ایران به ۱۵ درصـد سـطح صـادرات سـال

۱۳۵۲ رسید. این مسئله در جنگ اخیر دولت امریکا علیه عراق نیز نمود کامل پیدا کرده است. در این جنگ، چاه‌های نفت عراق یکی از نخستین نقاط و اهداف مورد حمله بود. بنابراین توسعه منابع انرژی منطقه‌ای و پراکنده که عمدتاً از نوع انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد، می‌تواند باعث افزایش درجه امنیت انرژی و تأمین حداقل بخشی از انرژی کشور مورد استفاده قرار گیرد.

سهم بالای فراورده‌های نفتی در تأمین انرژی موردنیاز بخش‌های مختلف به‌ویژه بخش‌های حمل‌ونقل و خانگی و عدم توزیع بهینه جغرافیایی پالایشگاه‌های نفت‌خام در کشور سالیانه علاوه‌بر اینکه باعث صرف هزینه‌های زیادی برای انتقال فراورده‌های نفتی از پالایشگاه‌ها به مراکز مصرف می‌شود، خطر و ریسک انتقال فراورده‌های نفتی را افزایش می‌دهد. همچنین عدم استفاده از مولدهای برق خانگی و کوچک در نقاط دوردست و فاصله زیاد بین مراکز تولید و مصرف انرژی الکتریکی در کشور باعث اتلاف کسر قابل‌توجهی از این انرژی و کاهش ضریب امنیت انرژی الکتریکی برای مناطق دورافتاده کشور که بعضاً جزء مناطق حساس نیز می‌باشند، می‌گردد.

شکل شماره (۳). وضعیت تولید، مصرف و تبادل برق در شرکت‌های برق منطقه‌ای کشور



	آذربایجان	اصفهان	باختر	تهران	خراسان	خوزستان	زنجان	سمنان	سیستان و بلوچستان	غرب	فارس	کرمان	گیلان	مازندران	هرمزگان	یزد
	۵۱۹۷	۱۵۸۲۷	۱۱۲۳۹	۲۳۳۲۷	۱۰۶۶۵	۱۹۷۲۱	۰	۲۵	۱۷۵۰	۳۱۸۲	۸۲۲۸	۳۳۶۲	۸۷۶۳	۱۰۸۲۹	۵۰۲۱	۱۳۱۲
	۳۸۹۰	۳۳۶۴	۷۷۶۶	۹۵۸۶	۲۴۰	۳۰۷۳	۶۴۶۵	۲۳۴۱	۲۷۳	۲۹۱۷	۳۱۷۹	۳۹۰۶	۴۷۸	۱۱۱۵	۱۴۱۵	۳۵۲۵
	۱۵۴۰	۶۰۴۴	۹۳۷۸	۵۳۴۵	۶۰۷	۵۲۷۸	۲۶۷۱	۶۶۳	۴	۲۴۲۴	۲۰۶۷	۱۸۷۴	۶۲۵۵	۶۳۵۲	۹۷۷	۱۹۷۶
	۶۳۸۵	۱۱۶۵۳	۸۰۲۸	۲۳۰۸۴	۸۸۶۸	۱۲۱۳۶	۳۱۹۸	۱۵۳۴	۱۵۶۶	۲۹۹۶	۷۴۵۵	۴۲۸۵	۲۳۵۹	۴۴۴۷	۴۴۶۳	۲۴۹۶
	۱۱۶۲	۱۵۹۵	۱۵۷۹	۴۷۷۴	۱۴۳۰	۵۳۸۰	۵۹۶	۱۶۹	۵۵۳	۶۷۹	۱۸۸۵	۱۲۰۹	۵۲۷	۱۱۴۵	۹۹۶	۳۶۵

مأخذ: ترازنامه انرژی، ۱۳۹۰

در این مطالعه تلاش می‌شود تـا ضـمن بررسـی مفهـوم امنیـت انـرژی و مطالعـات انجام‌شده در این حوزه، به بررسی شاخص‌های مختلف کمی و نحوه محاسـبه آنهـا در مورد تعیین هزینه امنیت حامل‌های انرژی مصرفی در تولید برق از نیروگـاه‌هـای سیکل ترکیبی، گازی، بخاری و دیزلی، یعنی حامل‌های گاز طبیعی، گازوئیل و نفـت کوره در سال ۱۳۹۰ پرداخته شود. در پایان نیز تـلاش شـده تـا ضـمن جمع‌بنـدی مطالب بیان‌شده به ارائه پیشنهادات به‌منظور افزایش امنیـت انـرژی در حـوزه تولیـد برق کشور پرداخته شود.

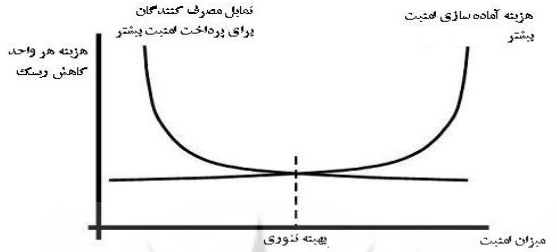
۱. امنیت انرژی

تغییرات در وضعیت سیستم انرژی دارای اثر قابل‌تـوجهی بـر وضـعیت اقتصـادی و سیاسی هر کشور می‌باشد. به‌عبارت دیگر، مهم‌ترین شاخص‌های فعالیـت در سـطح ملی متأثر از تغییرات وضعیت سیستم انرژی می‌باشد. یکی از مؤلفـه‌هـای مـؤثر بـر فعالیت سیستم انرژی، امنیت انرژی است. این مؤلفه از دیدگاه‌هـای مختلفـی مـورد ارزیابی قرار می‌گیرد و عوامل مختلفی بر آن اثر می‌گذارند. ازآنجاکـه امنیـت انـرژی تابع متغیرهای مختلف کمی و کیفی می‌باشد، لذا میزان امنیت انرژی به‌صورت یـک پارامتر کمی قابل اندازه‌گیری نیست و فقط می‌تـوان آن را بـه‌صـورت کیفـی مـورد ارزیابی قرار داد. از متغیرهای کمی مؤثر بر امنیت انرژی می‌تـوان بـه میـزان ذخـایر طبیعی انرژی و از متغیرهای کیفی می‌توان به وضعیت سیاسی کشورهای تأمین‌کننده انرژی و روابط دیپلماتیک مناسب به‌عنـوان یکـی از اهـرم‌هـای مـؤثر بـرای ایجـاد اطمینان از ادامه تبادلات برای تأمین انرژی مورد نیاز اشاره نمود. بااین‌حـال بـه‌طـور خلاصه می‌توان گفت که امنیت انرژی تابعی از کلیه متغیرهای مؤثر بر میزان ریسک و مخاطرات احتمالی در سیستم انرژی می‌باشد.

میزان مطلوب امنیت انرژی از دیدگاه‌های مختلفی مورد ارزیابی قرار مـی‌گیـرد. به‌عنوان مثال میزان مطلوب امنیت انرژی از دیدگاه مصرف‌کننده، دستیابی بـه انـرژی پایدار و ایمن با کمترین هزینه است. به‌عبارت دیگر حتی اگر مصرف‌کننده بتواند بـا صرف هزینه نسبتاً بالا، به سطح بالاتری از امنیت انرژی دست یابد و از سوی دیگـر نیازی به این سطح از امنیت نیز نداشته باشد، در این زمینه اقدامی نخواهد کرد. زیـرا

امنیت انرژی از سطح مطلوب و بهینه آن فراتر رفته است و اصولاً مناسب نیست. در شکل شماره (۱)، نموداری از مقدار بهینه امنیت انرژی با توجه به هزینه صرف‌شده نشان داده شده است.

شکل شماره (۱). میزان بهینه نظری امنیت براساس هزینه مورد نیاز



همچنان‌که در شکل فوق مشخص است، افزایش سطح امنیت انرژی از میزان بهینه آن در تمامی سیستم‌ها ازجمله سیستم تأمین برق هزینه بالاتری را تحمیل می‌کند. به بیان دیگر با افزایش سطح امنیت، نرخ افزایش هزینه مورد نیاز برای ایجاد امنیت مطلوب به‌شدت افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است تعیین میزان امنیت مطلوب در سیستم انرژی نیز فرایند ساده‌ای نیست، زیرا مخاطرات مختلف سیستم انرژی به‌سادگی قابل محاسبه نیست.

۲. مروری بر مطالعات انجام‌شده در حوزه امنیت انرژی

به‌واسطه اینکه امنیت انرژی بیشتر مفاهیم کیفی را دربر دارد، عمده مطالعات انجام‌شده در این مورد در رتبه‌بندی منابع و حامل‌های مختلف به لحاظ این شاخص می‌باشد. معمولاً فرایند خلق یک شاخص کمی امنیت انرژی نیازمند معیارها و متریک‌هایی است تا آلترناتیوهای مختلف موردنظر را تشخیص و رتبه‌بندی نموده و روش‌های منعکس‌کننده چگونگی کاربرد این معیارها و متریک‌ها را تعریف کند؛ مثال‌هایی از طرح‌های موجود شامل (براوون[1] و همکاران ۲۰۰۷،

1. Brown

کلینکنـدال[1] ۲۰۰٤، شـورای جهـانی انـرژی (WEC)[2] ۲۰۰۷، ***هـاگس***[3] و همکـاران ۲۰۰۹). اگر شاخص‌های مورد استفاده بـه‌منظـور رتبـه‌بنـدی، انتظـارات کـاربران را برآورده نماید، در این صورت، توجیه‌پذیر، قابل درک و تغییرپذیر خواهد بود.

در مطالعه هاگس و همکاران (۲۰۰۹) نیز به‌منظور تدوین یـک شـاخص کمـی امنیـت انـرژی در مـورد منطقـه نـوا اسـکویا در شـرق اسـترالیا از فراینـد تحلیـل سلسله‌مراتب[4] (AHP) با استفاده از سه معیار عرضه، زیرساختار و قیمت استفاده شده است. در این مطالعه، تلاش شده تا با استفاده از رتبه‌بندی کمـی داده‌هـای واقعـی و ماتریس تصمیم قابل دسـتیابی در مقایسـه بـا تکنیـک مقایسـه زوجـی AHP (روش کیفی)، بر چالش اختیاری بودن و عدم توجیه‌پذیری آسـان آن بـرای کـاربران فـائق آیند. معیارهای کمی مطرح در این مطالعه براساس چهار معیـار "A"[5] ارائـه شـده از سوی مرکز تحقیقات انـرژی آسـیا ـ اقیانوسـیه[6] (APERC, 2007) شـامل مهیـا بـودن، قابلیت دسترسی، قدرت خرید مـالی و مقبولیـت مـی‌باشـند (APERC, 2007). نتـایج حاصل حاکی از این است که شاخص امنیت انرژی در سطح مطلوبی در مقایسـه بـا استانداردهای جهانی نبوده و به لحاظ دو شـاخص مهیـا بـودن و قابلیـت دسترسـی نیازمند ایجاد زیرساخت‌های لازم می‌باشد.

مطالعه دیگر، مطالعه‌ای است که توسـط مرکـز انـرژی ایـالات جنـوبی امریکـا (SSEB)[7] در خصوص محاسبه هزینه امنیت و وابستگی واردات نفتی در سـال ۲۰۰٦ صورت گرفته است. در این مطالعه هزینـه امنیـت انـرژی و وابسـتگی بـالای نفتـی امریکا در چهار قالب محاسبه شده است. این چهار قالب عبارتند از:

---

1. Clingendale

2. World Energy Council

3. Hughes

4. Analytic Hierarchy Process

۵. ایـن چهـار معیـار شـامل، معیـار امکـان‌پـذیری (Availability)، معیـار قابلیـت دسترسـی (Accessibility)، معیار قدرت خرید مـالی (Affordability) و معیـار مقبولیـت (Acceptability) می‌باشند.

6. The Asia-Pacific Energy Research Council

7. the Southern States Energy Board

۱. هزینه‌های نظامی حمل و حمایت از محموله نفتی تا مرز امریکاست که به میزان ۵۰ میلیارد دلار به‌صورت سالانه برآورد شده است.

۲. زیان‌ها و خسارات مستقیم و غیرمستقیم وارده به اقتصاد امریکا به‌صورت خروج سرمایه‌های مالی و از بین رفتن فرصت‌های اشتغال. میزان زیان‌های مستقیم سالانه به میزان ٤٠ میلیارد ریال و خسارات سالانه غیرمستقیم نیز به میزان ۱۲۵ میلیارد ریال برآورد شده و همچنین میزان فرصت شغلی ازدست‌رفته حاصل از این وابستگی نفتی برابر ۸۳۰ هزار شغل گزارش شده است.

۳. هزینه‌های وارده حاصل از شوک نفتی سه دهه اخیر بر اقتصاد امریکا برابر ٤ تریلیون دلار و یا به‌عبارتی به میزان سالیانه ۸۵ میلیارد دلار برآورد شده است.

٤. میزان استهلاک و فرسودگی وارده از این واردات بر صنایع بزرگ امریکا نیز مدنظر قرار گرفته که میزان تأثیر این عامل بر هریک از صنایع به‌صورت منفک محاسبه شده است. در پایان این مطالعه نیز ضمن بررسی «پیک نفتی[1]» در این کشور، به تشریح طرح ابتکاری و اتخاذ سیاست‌های مناسب در قالب ابتکارات امنیت انرژی امریکا[2] به‌منظور حذف واردات نفتی امریکا تا سال ۲۰۳۰ و تأثیرات اقتصادی این ابتکارات بر این کشور، پرداخته شده است.

دیوید کارلسن[3] (۲۰۱۰) نیز در پایان‌نامه‌اش با استفاده از شاخص شانون ـ وینر[4]، شاخص هرفیندل ـ هیرشمن[5] و شاخص‌های امنیت انرژی معرفی‌شده توسط (APERC) (۲۰۰۷) (هریک از این شاخص‌ها در قسمت مبانی نظری این مطالعه توضیح داده شده است) به بررسی و رتبه‌بندی منابع مختلف انرژی وارداتی برای اقتصاد سوئد پرداخته است. نتایج محاسبات حاکی از آن است که با سیستم عرضه فعلی انرژی، شاخص تنوع تقاضای انرژی اولیه[6] (ESI_I) برابر با ۰/۷۲، شاخص

---

1. Oil Peak

2. American Energy Security (AES) Initiatives

3. David Karlsson, (2010)

4. Shannon- Wiener Index

5. Herfindahl-Hirschman Index (HHI)

6. Diversification of Primary Energy Demand

خالص وابستگی واردات به انرژی[1] (ESI_{II}) برابـر ۰/٦۷ و شـاخص بـرای سـوئیچ از سبد انرژی تولیدکننـده کـربن[2] (ESI_{III}) برابـر ۰/٦۳ محاسـبه شـده اسـت. در مـورد شاخص اول، نتایج درنهایت به عدد یک نزدیک می‌شود. نتیجه ۰/۷۲ سوئد، متوسط به بالاتر در مقایسه با سایر کشورها اسـت؛ درحـالی‌کـه در مـورد دومـین شـاخص، ارزش کمتری محاسبه شده اسـت (وابسـتگی کمتـر بـه واردات). در ایـن محاسـبه، تمامی انرژی تولیدی از منبع انرژی هسته‌ای به‌عنوان انـرژی وارداتـی، مشـتق شـده است. نتیجه ۰/٦۷، و بسیار بالاتر از سایر کشورهاست.

گراب و همکاران (۲۰۰٦) امنیت عرضه انرژی را بـا اسـتفاده از شـاخص‌هـای گوناگونی بـه پیـروی از مفـاهیم پیشنهادشـده توسـط ***اسـترلینگ*** (۱۹۹۸) محاسـبه نموده‌انـد. آنهـا، شـاخص‌هـای شـانون ـ وینـر و هرفایـندل – هیرشـمن مـرتبط بـا تکنولوژی‌های متنوع به‌صورت گروهی از طریق حوزه‌ای از سـناریوها آینـده منـابع انرژی که در تلفیق سـوخت در سیسـتم بـرق انگلسـتان شـرح داده شـده اسـت را پیشنهاد نمودند. ***کونسـتانتین*** و همکـاران (۲۰۰۷) نیـز از شـاخص شـانون ـ وینـر به‌منظور تجزیه‌وتحلیل وابستگی و آسیب‌پذیری سیستم انرژی اروپا در میان مقایسـه سناریوهای انرژی خلق‌شده توسط آژانس بین‌المللی انرژی[3] (IEA) استفاده نموده‌اند.

در ادامه باید گفت که اکثر مطالعات جهانی صورت‌گرفته در خصـوص امنیـت انرژی بیشتر در حوزه نفت و گاز بوده و مطالعه‌ای در مورد محاسـبه هزینـه امنیـت سوخت‌های مصرفی در بخش تولید برق انجام نشده است. تنها مطالعه انجام‌شده در این حوزه، مطالعه ***اینجو جان*** و همکاران (Eunju Jun. el al., 2008) برای کـره جنـوبی است. در این مطالعه با تعریف شاخص هیرشمن ـ هیرفندل (HHI)، نرمالیزه نمودن[4] این شاخص و واریانس یا نوسانات قیمتی منابع مختلف انـرژی در معادلـه محاسـبه هزینه اقتصادی امنیت در سه مقطع زمانی اختلالات عرضه (٦ ماهـه، یـک‌سـاله و ۲ ساله) تلاش شده تا هزینه اقتصادی و اختلالات عرضه امنیت چهار منبع اولیه انرژی

1. Net energy Import Dependency
2. Efforts to Switch away from Carbon Intensive Fuel Portfolio
3. Energy Information Administration (EIA)
4. Normalized

مصرفی در صنعت تولید برق کشور کره جنوبی یعنی نفت، زغال‌سنگ، گـاز مـایع و انرژی هسته‌ای محاسبه شود. نتایج حاصل حاکی از ایـن اسـت کـه در تمـامی ایـن مقاطع بیشترین میزان هزینه امنیت انرژی مربوط به منبع اولیه انـرژی گـاز مـایع بـه میزان ۱/٦٦٥ سنت دلار/کیلووات ساعت (Cent $/KWh) در دوره زمانی ٦ ماهه (و یا به میزان ٤٦٦/۷۰۹ میلیون دلار در سال و با درنظر گرفتن هزینه تغییـر آب‌وهـوایی)، ۱/٦۷٤ (Cent $/KWh) در دوره زمانی یک‌ساله (البته با درنظر گرفته هزینه‌های تغییـر آب‌وهوایی، منبع زغـال‌سـنگ بـا میـزان هزینـه ۲/۵۵۱ (Cent $/KWh) در مکـان اول بیشترین هزینه امنیت قرار می‌گیرد) و در مدت زمانی دوسـاله نیـز بـا میـزان هزینـه ۱/٦۷۸ (Cent $/KWh) در رتبه اول هزینه برترین منبع انرژی به لحـاظ معیـار امنیـت قرار دارد.

۳. مبانی نظری

همان‌گونه که اشاره شد، امنیت انرژی بیشتر مفاهیم کیفی را دربر مـی‌گیـرد. در ایـن خصوص، تنوع انرژی یکی از عوامل اصلی قابل انـدازه‌گیـری اسـت کـه بـه‌عنـوان عاملی برای تأکید بر اهمیت امنیت انرژی ذکر می‌شـود. دو شـاخص کـاملاً سـاده و معمول که برای اندازه‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرند، شـاخص شـانون ـ وینـر و شاخص هرفیندل ـ هیرشمن[1] می‌باشند (Roques & Bazilian, 2008):

(۱)

$$\text{Shannon- Wiener index: } H = \sum_{i=1}^{I} (P_i \ln P_i)$$

(۲)

$$\text{Herfindahl-Hirschman index: } D = \sum_{i=1}^{I} P_i^{2}$$

که در آن P_i، بیانگر سهم سوخت i در ترکیب سبد انرژی، یا سهم بازار از منبع اولیـه i است. این شاخص‌ها درواقع درجه تمرکز را نشان می‌دهند. هرچه تمرکز یـا سـهم یک سوخت بالاتر باشد، تمرکز بالاتر و تنوع پایین‌تر است کـه بـه‌منزلـه بـالا بـودن درجه ریسک تلقی می‌شود.

ایـن روش درواقـع، پایـه و اسـاس بسـیاری از روش‌هـای دیگـر سـنجش

1. Herfindahl-Hirschman Index

معرفی‌شده، می‌باشد. به‌عنوان مثال، شاخص بهبودیافته شانون را مـی‌تـوان بـه‌عنـوان سهم منابع وارداتی، به‌حساب آورد (Jansen et al, 2009):

(۳)

$$I = -\sum C_i P_i \ln P_i$$

که در آن:

(٤)

$$C_i = ۱ - m_i (۱ - s_i^m / s_i^{m,\max}),\ s_i^m = -\sum h_j m_{ij} \ln m_{ij}$$

M، تعـداد منـابع اولیـه انـرژی، و m_i، سـهم واردات خـالص از منبـع انـرژی i. S_i^m، شاخص شانون از جریان واردات منابع i، که در آن m_{ij} ، نشان‌دهنده سهم واردات از منطقه j به کل واردات منبع اول i. (Kruyt et al, 2009).

با اقتباس از فرمول مذکور، شاخص‌های دیگری از امنیت انرژی توسط APERC (۲۰۰۷) معرفی شده‌اند. نخستین شاخص اندازه‌گیری تنوع تقاضـای انـرژی اولیـه[1]، DoPED است:

$$D = -\sum_{i=۱}^{T} (P_i \ln P_i) \Longrightarrow DoPED = \frac{D}{\ln T} \qquad (۵)$$

که در آن؛ D، از شاخص شانون حاصل شده و T، تعداد منـابع انـرژی مورداسـتفاده، می‌باشد. بالاترین نتیجه حاصل به‌معنای ترکیبات گوناگون سبد انرژی است. DoPED نیز نرمال‌سازی شده تا حداکثر ارزش معادله یعنی عدد یک را نشان دهد.

شاخص شانون نیـز بـرای انـدازه‌گیـری تغییـرات وابسـتگی اقتصـادی واردات خالص انرژی (NEID) مورد استفاده قرار می‌گیـرد تـا مـنعکس‌کننـده تـأثیر تنـوع و واردات بر امنیت عرضه انرژی باشد. NEID یک اقتصاد براساس شدت مصـرف هـر منبع اولیه انرژی وزن داده شده و بدین صورت بیان می‌شود:

$$D = -\sum_{i=۱}^{T} (C_i P_i \ln P_i) \Longrightarrow DoPED_{import-reflect} = \frac{D}{\ln T} \Longrightarrow \qquad (٦)$$

$$NEID = ۱ - \frac{DoPED_{import-reflect}}{DoPED}$$

(c_i = (۱ - mi)، نشان‌دهنده ضریب تصحیح P_i، که در آن m_i، سهم واردات خـالص در عرضه انرژی اولیه از منبع i. نتیجه نزدیک به عدد ۱، نشان می‌دهد که اقتصـاد بـرای

1. Diversity of Primary Energy Demand.

پاسخ‌گویی به تقاضای انرژی خود به‌شدت به واردات وابسته است.

شاخص سومی که توسط APERC استفاده شده، کوشش در جهت انـدازه‌گیـری جایگزینی در سبد سوخت‌های تولیدکننده کربن (NCFP) است. بنابراین سهم انـرژی برق آبی، هسته‌ای و انرژی تجدیدپذیر به‌صورت زیر محاسبه شده است:

(۷)

$$NCFP = \frac{(HydroPED) + (NuclearPED) + (NRE_PED)}{Total_PED}$$

سبد انرژی متشکل از تنها انرژی تجدیدپذیر و انرژی هسته‌ای اسـت کـه نتـایج بـه عدد ۱ نزدیک می‌باشد.

همچنین وابستگی واردات خالص نفت را می‌توان با فرمول‌های مشابه محاسـبه کرد (APERC, 2007). این شاخص‌های امنیت انرژی که بخشـی از نمونـه‌هـای اولیـه هستند، بسیاری از عوامل اصلی مهم که شامل مطالعه امنیت انرژی، تنوع، وابسـتگی به واردات و سهم منابع انرژی فسیلی / تجدیدپذیر تا تأمین تقاضای انرژی را نمایان نمی‌سازند. در گزارشی با عنوان «تلاش برای امنیـت انـرژی در قـرن ۲۱[1]» از سـوی مرکز تحقیقات انرژی آسیا و اقیانوسیه، این شاخص برای ۲۱ کشور مختلف ارائـه و محاسبه شده است.

به‌منظور محاسبه هزینه امنیت حامل‌های انـرژی مصـرفی در بخـش نیروگـاهی تولید برق در کشور از دو شاخص استفاده شده اسـت. ایـن دو شـاخص، شـاخص محاسبه هزینه امنیت عرضه انرژی[2] و هزینه اقتصادی امنیـت انـرژی[3] اسـت کـه در ادامه به بررسی هریک از این شاخص‌ها پرداخته خواهد شد.

۱-۳. هزینه امنیت عرضه انرژی

ابتدا هزینه عرضه امنیت انرژی منابع مختلف انـرژی محاسـبه مـی‌شـود. محاسـبات هزینه امنیت به مورد اختلالات فیزیکی تولید برق با درنظر گرفتن موردی که بتـوان نتایج حاصل از اطلاعات معتبر موجود را به‌طور واضح و روشن کمی نمود، محدود

---

1. A Quest for Energy Security in the 21st Century (2007.(

2. Cost of Supply Security

3. Cost of Economic Security

شده است؛ بنابراین، هزینه امنیت عرضه انرژی، هزینه فرصتی است که یک کشور یا یک منطقه جغرافیایی به‌منظور تولید برق با توجه بـه احتمـال اخـتلالات عرضـه در طول مدت‌زمانی مشخص بایـد پرداخـت کنـد. همـان‌گونـه کـه در بـالا بیـان شـد، اختلالات فیزیکی عرضه یک منبع به‌صورت فرسـودگی یـا تعطیلـی تولیـد انـرژی، تعریف می‌شود. با استناد به این مطالب، اختلالات عرضه یک منبـع انـرژی موجـب ایجاد هزینه‌های تخریـب و خسـارت بـه سیسـتم اقتصـادی یـک کشـور در قالـب زیان‌های تولید ناخالص داخلی (GDP) می‌شود. در این موارد، حقیقت این است کـه تعدیل مصرف انرژی سیستم‌های اقتصـادی پـس از اخـتلالات عرضـه آن، زمـان‌بـر است. ازآنجاکه ذخیره و موجودی انرژی در یک کشور هزینه‌های اختلالات عرضـه را کاهش خواهد داد، بنابراین، در این گزارش این کاهش در هزینه اختلالات عرضه ناشی از دخیره هر منبع در کشور درنظر گرفته شده است.

درنهایت، دو عامل در محاسبه هزینه امنیت عرضه درنظـر گرفتـه شـده اسـت: اول، هزینه احتمال اختلال عرضه سـوخت، و دیگـری میـزان موجـودی یـا ذخیـره انرژی در یک کشور. بنابراین، هزینه امنیت انرژی در قالـب میـزان زیـان‌هـای GDP محاسبه شده که برابر میزان زیان وارده به GDP از سـوی هریـک از منـابع در تولیـد برق و میزان جبران زیان‌های آن با بهره‌گیری از میزان ذخایر آن منبع است. درواقـع، این میزان هزینه محاسباتی، حداقل هزینه‌ای اسـت کـه یـک کشـور تحـت شـرایط اختلالات عرضه بدون محاسبه دیگر هزینه‌ها مانند زیان‌های رفـاهی، هزینـه تعـدیل سیستم جدید مصرف انرژی، هزینه‌های زیسـت‌محیطـی و ...، بایـد پرداخـت کنـد. مجدداً باید تأکید نمود که هزینه محاسبه‌شده در این گزارش، حداقل هزینه‌ای اسـت که یک کشور به‌منظور اختلالات عرضه محدودشده به تولید انرژی الکتریکـی بایـد پرداخت نماید. البته، در بحث هزینه اختلالات عرضه، مدت‌زمان مـورد مطالعـه نیـز به‌دلیل میزان نوسانات قیمتی هر منبـع انـرژی در تعیـین میـزان هزینـه بسـیار حـائز اهمیت است؛ بنابراین، هزینه امنیت عرضه انرژی (C_{Si}) را می‌تـوان بـه‌صـورت زیـر بیان نمود (Eunju et al, 2009):

(۸)

$$C_{Si} = \pi_i \cdot (G_i - R_i)$$

که در آن: G_i، میزان کل زیان تولید ناخالص داخلی وارده توسط اختلالات عرضه انرژی هر منبع در تولید برق. R_i، بیانگر مقدار جبران زیان تولید ناخالص داخلی از ذخیره انرژی منبع i، (هنگامی که عرضه انرژی i از منظر تولید برق دچار اختلال (تعطیلی) شود). منبع بزرگ‌تر انرژی با وجود ذخایر بیشتر می‌تواند اقتصاد را تحت شرایط اختلالات عرضه، حمایت نماید و هزینه‌های تأمین امنیت کشور را کاهش دهد. π_i، احتمال اختلالات عرضه انرژی حامل «i» است که به‌عنوان اختلال ناشی از عرضه به سبب کاستی و بی‌ثباتی ژئوپلیتیکی، درنظر گرفته می‌شود. در مورد محاسبه اختلال عرضه (π_i) دو عامل درنظر گرفته شده است: اولاً، معکوس دوره زمانی که یک منبع انرژی می‌تواند تحت شرایط فعلی سیستم اقتصادی، مورد بهره‌برداری قرار گیرد (طول عمر مفید و مورد استفاده حامل مربوطه). ثانیاً، بی‌ثباتی ژئوپلیتیکی کشور، که از معکوس شاخص صلح جهانی[1] (GPI) ارائه‌شده توسط واحد اطلاعات اکونومیست[2](EIU) برای ۱۶۷ کشور جهان و براساس ۲۴ شاخص مختلف محاسبه‌شده، استفاده شده است. درنهایت، به‌منظور محاسبه اختلالات عرضه حامل‌های انرژی، میزان عددی این دو شاخص محاسبه و در یکدیگر ضرب شده است.

۲-۳. هزینه اقتصادی امنیت انرژی

با وجود اینکه، تلاش فراوانی به‌منظور محاسبه امنیت عرضه با استفاده از شاخص‌های متنوع همانند شاخص شانون ـ وینر، صورت گرفته است، اما اثرات شوک‌های قیمتی بر سیستم‌های اقتصادی در تجزیه‌وتحلیل امنیت انرژی درنظر گرفته نشده است. با وجود، تعدد مطالعات انجام‌شده در زمینه محاسبه توسعه اقتصادی، تمامی آنها نوسانات قیمتی به‌منظور محاسبه اقتصادی امنیت انرژی را درنظر نگرفته‌اند؛ بنابراین در مقاله حاضر هزینه امنیت انرژی به‌صورت زیر پیشنهاد شده است:

(۹)

$$C_{Ei}=\omega_i\cdot\varphi_{pi}\cdot\nu_{pi}\cdot C_i=H_i^*\cdot\varphi_{pi}\cdot\sqrt{\frac{1}{\tau(n-1)}\sum_{t=1}^{T}(\nu_t-\bar{\nu})^2}$$

1. the Global Peace Index (GPI)

2. The Economist Intelligence Unit (EIU)

جایی که:

(۱۰)

$$v_t = p_t - p_{t-1} \quad , \quad H_i^* = \frac{(H_i - \frac{1}{n})}{(1 - \frac{1}{n})}$$

که در آن: ω_i؛ درجه تمرکز عرضه و تقاضا منبع i در کشور، φ_{pi}؛ سهم قیمت سوخت برای هر منبع i که در تولید برق استفاده شده است، v_{pi}، نوسانات قیمت منبع انرژی i در کشور، و C_i؛ هزینه هر واحد تولید برق از هر منبع انرژی است. در این مطالعه، از شاخص نرمال‌شده هیرچمن - هرفایندال (H_i^*) به‌منظور محاسبه تمرکز عرضه و تقاضا (ω_i) جایی که (H_i) بیانگر شاخص هیرچمن ـ هرفایندال برای عرضه و تقاضای هر منبع i، و n تعداد منابع انرژی در کشور است. در مورد نوسانات قیمت، از انحراف استاندارد قیمت‌های مختلف در طول مدت‌زمانی مشخص‌شده استفاده شده است و $\bar{v}$، میانگین v_t، و T طول دوره زمانی را نشان می‌دهد (اینجو جان و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین C_{Ei}؛ بیانگر هزینه فرصت هر کشور است که به‌منظور امنیت انرژی منبع i هنگام نوسانات قیمتی با متوسط قیمت انرژی که در تولید هر واحد برق (kWh)، استفاده می‌شود.

در معادله (۱۰)، انحراف استاندارد قیمت‌های مختلف به‌عنوان نوسانات قیمت درنظر گرفته شده است. همچنین، لگاریتم قیمت‌ها که به‌صورت V_t تعریف شده، برگرفته از شاخص وینر است که به‌منظور تفسیر تغییرات راندمی و براونی، استفاده شده است. با این وجود، تعریف شکل لگاریتمی در وضعیتی که قیمت‌ها به‌صورت صفر و یا منفی مورد انتظار باشند، دچار اختلال خواهد شد. بنابراین، فرایند شاخص وینر به‌همراه توزیع نرمال قیمت‌های مختلف آورده شده است.

شاخص هیرشمن ـ هرفیندال به‌عنوان معیار درجه رقابت در یک صنعت توسط سهم بنگاه‌ها در بازار و کاربرد گسترده‌شان در تجزیه‌وتحلیل رقابت برای قوانین ضدتراست و مقررات صنعتی استفاده شده است. در این گزارش سهم بازار یک منبع انرژی i در عوض یک بنگاه درنظر گرفته شده است. H، به‌طور روشن به دو

بعد مرتبط می‌شود؛ این دو بعد شامل تعداد منابع انرژی و سهم بازاری هریک از آنهاست. بنابراین، H، یک شاخص تعبیرپذیر از تمرکز می‌باشد. برای تعداد مشخصی از منابع H با افزایش سهم بازار، افزایش می‌یابد.

در میان انواع مختلف شاخص‌های هرفیندال، از شاخص نرمالایزشده (با ارزش عددی بین ۰ تا ۱) در محاسبه شاخص هیرشمن – هرفیندال (H^*) استفاده شده است. درصورتی‌که تعداد منابع انرژی ثابت باشند، واریانس بیشتر منجر به ایجاد سطح بالاتری از عدم تقارن در بین عرضه و تقاضای منابع مختلف خواهد شد. عدم تغییر این محدودیت‌ها یکی از ویژگی‌های H^* است که به‌منظور اندازه‌گیری تنوع (معکوس آن به‌عنوان درجه تمرکز) استفاده می‌شود.

مفهوم امنیت انرژی به‌طور واضح و روشن تعریف نشده و البته به‌سختی قابل اندازه‌گیری است. اهمیت و علاقه روبه‌رشد به این واژه موجب طرح سؤالاتی مرتبط با نیازهای مختلف شده است. اغلب، تنوع، یکی از عوامل اصلی قابل اندازه‌گیری است که به‌عنوان عاملی برای افزایش اهمیت امنیت انرژی ذکر می‌شود. در مورد محاسبه هزینه امنیت حامل‌های انرژی دو مفهوم بسیار مهم مطرح می‌شود که در ادامه این قسمت به آنها پرداخته خواهد شد.

۴. محاسبه هزینه امنیت انرژی حامل‌های مختلف مصرفی در تولید برق از نیروگاه‌های حرارتی کشور

۴-۱. هزینه امنیت عرضه حامل‌های مختلف انرژی در تولید برق

نتایج حاصل از انجام محاسبات تعیین هزینه‌های امنیت عرضه حامل‌های انرژی مصرفی (گاز طبیعی، گازوئیل و نفت کوره) در تولید برق ایران در جدول شماره (۲) ذکر شده است. ستون اول جدول شماره (۲) احتمال زیان‌های حاصل از اختلالات عرضه (π_i) بر GDP را نشان می‌دهد. به‌منظور محاسبه این احتمال از دو معیار معکوس مدت‌زمان مورد بهره‌برداری هریک از حامل‌های انرژی مصرفی در بخش نیروگاهی کشور و شاخص بی‌ثباتی سیاسی و ژئوپلیتیکی در سطح کشور استفاده شده است. در مورد نحوه محاسبه این دو معیار باید گفت که به‌منظور محاسبه مدت‌زمان بهره‌برداری برای منبع گاز طبیعی، میزان ذخیره این منبع را بر

میزان تولید در سیستم فعلی اقتصادی کشور تقسیم نموده که حاصل این محاسبات برابر ۲۲۵ سال برآورد شده است (معکوس این مدت‌زمان برابر ۰/۰۰٤٤ است). به‌منظور محاسبه مدت‌زمان بهره‌برداری از سایر حامل‌های مصرفی در نیروگاه‌های کشور (گازوئیل و نفت کوره) از مدت‌زمان بهره‌برداری از منبع انرژی نفت خام استفاده شده است. با انجام محاسبات مشابه فوق برای دو حامل (گازوئیل و نفت کوره)، نتایج حاکی از مدت‌زمان ۸۹ سال بهره‌برداری از این دو منبع انرژی است (معکوس این مدت‌زمان برابر ۰/۰۱۱ است). همچنین، به‌منظور محاسبه شاخص بی‌ثباتی سیاسی و ژئوپلیتیکی در سطح کشور از معکوس شاخص صلح جهانی[1] (GPI) ارائه‌شده توسط واحد اطلاعات اکونومیست[2] (EIU) برای ایران در سال ۲۰۱۰ استفاده شده است. براساس اطلاعات این گزارش، شاخص صلح جهانی (GPI) برای ایران برابر با ۰/۵۱۵۵ بوده که معکوس آن (به‌عنوان تهدیدات سیاسی و ژئوپلیتیکی) برابر ۱/۹٤ می‌باشد.

با توجه به مطالب بیان‌شده در پاراگراف فوق و با ضرب این دو شاخص برای حامل‌های مصرفی در بخش نیروگاهی کشور اختلالات عرضه برای سوخت‌های گاز طبیعی، گازوئیل و نفت کوره مورداستفاده در نیروگاه‌های حرارتی به‌ترتیب برابر $۲/۲۹۱ \times ۱۰^{-۳}$، $۵/۷٦٦ \times ۱۰^{-۳}$ و $۵/۷٦٦ \times ۱۰^{-۳}$ می‌باشد، که با توجه به طول عمر مفید (مدت‌زمان بهره‌برداری) بیشتر برای گاز طبیعی ضریب اختلالات عرضه این حامل به نسبت سایر حامل‌های مصرفی (گازوئیل و نفت کوره) کمتر است.

ستون دوم جدول شماره (۲)، میزان زیان‌های وارده به‌واسطه اختلالات عرضه هریک از این حامل‌های انرژی مصرفی (گاز طبیعی، گازوئیل و نفت کوره) مورد استفاده در تولید برق کشور بر GDP را نشان می‌دهد. نحوه محاسبه میزان این زیان به‌صورت زیر است:

زیان‌های وارده به GDP از اختلالات عرضه در تولید برق = GDP × نسبت ارزش افزوده هریک از حامل‌های انرژی در تولید برق

در رابطه فوق، نسبت ارزش افزوده هریک از حامل‌های انرژی مصرفی در

1. the Global Peace Index (GPI)

2. The Economist Intelligence Unit (EIU)

تولید برق نیز به‌صورت زیر برآورد شده است:

نسبت ارزش افزوده هریک از حامل‌های انرژی در تولید برق= (شدت مصرف حامل‌های مختلف در کشور) × (مصرف هریک از حامل‌های انرژی در نیروگاه / برق تولیدی نیروگاه‌های حرارتی)

در مورد نحوه محاسبه نسبت ارزش افزوده هریک از حامل‌های انرژی مصرفی در تولید برق در رابطه بالا باید گفت که در ابتدا شدت انرژی حامل‌های مصرفی در سطح کشور محاسبه شده (شدت انرژی حامل‌های مختلف = مصرف هریک از حامل‌ها / تولید ناخالص داخلی) محاسبه‌شده، سپس سهم مصرف این حامل‌ها در بخش تولید برق نسبت به مصرف کل در اقتصاد برآورد شده و درنهایت این دو عدد در یکدیگر ضرب شده است. درنهایت، نسبت ارزش افزوده هریک از حامل‌های انرژی مصرفی در نیروگاه‌های کشور را در تولید ناخالص داخلی (GDP) کشور در سال ۱۳۹۰ ضرب و نتایج در جدول شماره (۱) بیان شده است. با توجه به اطلاعات جدول بالا میزان زیان حاصل از اختلالات عرضه حامل‌های گاز طبیعی، نفت گاز و نفت کوره بر اقتصاد کشور به‌ترتیب برابر ۲۰۶/۹۶۶، ۱۶۸/۱۹۱ و ۱۰۹/۳۳۹ میلیارد ریال می‌باشد. (به‌منظور ساده‌سازی انجام محاسبات، واحد مصرف و تولید تمامی حامل‌ها (گازطبیعی، نفت گاز، نفت کوره و برق) براساس کیلووات ساعت می‌باشد).

ستون سوم جدول شماره (۲) جبران زیان وارده از سوی ذخیره حامل‌های مصرفی گازوئیل و نفت کوره بر GDP را نشان می‌دهد. در توضیح محاسبه این جبران باید گفت که در بازار برق ایران، شرکت توانیر مسئول تأمین سوخت نیروگاه‌های فسیلی است. این شرکت با پرداخت مبلغی به‌عنوان پیش‌پرداخت خرید سوخت مصرفی نیروگاه‌ها به شرکت ملی پخش و پالایش فراورده‌های نفتی، از این شرکت می‌خواهد تا حامل‌های انرژی گازوئیل و نفت کوره را در مخازن ذخیره کند. برنامه‌ریزی و اقدام لازم برای ساخت مخازن ذخیره‌سازی در نیروگاه‌ها، با هماهنگی وزارت نفت صورت می‌پذیرد؛ به‌نحوی‌که ظرفیت ذخیره‌سازی نیروگاه‌ها به‌طور متوسط برای ۴۵ روز کفایت کند تا در مواقع قطع گازطبیعی مشکلی در زمینه تأمین سوخت نیروگاه‌ها پیش نیاید. همچنین در این راستا وزارت نیرو بهینه‌یابی محل احداث نیروگاه‌ها با توجه به امکان تأمین سوخت مورد نیاز آنها را در زمره

اهداف خویش در بخش برق قرار داده است. ظرفیت مخازن سوخت نیروگاه‌ها حدود ٤٥٠ میلیون لیتر افزایش یافته و از ٥٠٠٢ میلیون لیتر در سال ١٣٨٩ به ٥٤٥٢ میلیون لیتر در سال ١٣٩٠ رسیده است که از این میزان ٣٠٣٠ میلیون لیتر (٥٥/٦ درصد) مربوط به مخازن گازوئیل و ٢٤٢٢ میلیون لیتر (٤٤/٤ درصد) مربوط به مخازن نفت کوره می‌باشد [ترازنامه انرژی، ١٣٩٠]. درنتیجه، اگر میزان تأثیر ذخایر حامل‌های مصرفی گازوئیل و نفت کوره را با توجه به روابط فوق بر GDP محاسبه کرده و عدد حاصل را از میزان زیان کل وارده از اختلالات عرضه این دو حامل کم کنیم، نتیجه نهایی میزان خالص زیان وارده بر GDP ناشی از اختلالات عرضه هریک از حامل‌های انرژی مورد استفاده در تولید برق از نیروگاه‌های فسیلی (CSi) در ایران را نشان می‌دهد. با توجه به اطلاعات ترازنامه انرژی، میزان ذخیره هریک از حامل‌های انرژی در سال ١٣٩٠ به‌صورت جدول شماره (١) آمده است.

جدول شماره (١). میزان ذخیره هریک از حامل‌های انرژی در سال ١٣٩٠

	گاز طبیعی	گازوئیل	نفت کوره
هزارمترمکعب	-	٣١٢٩٦٥٢	٢٥٠٤٠٥٠
معادل میلیون بشکه نفت خام	-	١٩.٠٦	١٥.٢٥

منبع: ترازنامه انرژی سال ١٣٩٠.

درنهایت با توجه به معادله (٩)، با ضرب خالص زیان GDP (میلیارد ریال) در ضریب اختلالات عرضه هریک از سوخت‌های نیروگاهی و تقسیم آن بر میزان برق تولیدی نیروگاه‌های حرارتی در سال ١٣٩٠ (که برابر ٢١٣٨٨٣ گیگاوات ساعت)، میزان هزینه امنیت عرضه حامل‌ها به‌ازای هر کیلووات ساعت (kWh) محاسبه و در آخرین ستون جدول شماره (٢) آورده شده است.

جدول شماره (٢). هزینه‌های امنیت عرضه حامل‌های انرژی در تولید برق ایران

حامل‌های انرژی	احتمال اختلالات عرضه(π)	زیان‌های GDP (میلیارد ریال)	GDP حاصل از ذخیره (میلیارد ریال)	خالص زیان GDP (میلیارد ریال)	هزینه امنیت عرضه (ریال/kWh)
گاز طبیعی	٢/٢٩١ ×١٠$^{-٣}$	٢٠٦/٩٦٦	-	٢٠٦/٩٦٦	٢/٢١٦
نفت گاز	٥/٧٦٦ ×١٠$^{-٣}$	١٦٨/١٩١	٠/٣٣٦	١٦٧/٨٥٥	٤/٥٢٥
نفت کوره	٥/٧٦٦ ×١٠$^{-٣}$	١٠٩/٣٣٩	٢/١٨٧	١٠٧/١٥٢	٢/٨٨٩

منبع: محاسبات تحقیق

همان‌گونه که جدول شماره (٢) نشان می‌دهد، ستون آخر سمت چپ درواقع هزینه فرصت امنیت عرضه انرژی در ایران است. در تفسیر این هزینه باید گفت که

درصورت بروز اختلالات عرضه و توقف تحویل (بـروز جنـگ) حامـل گـازطبیعی مصرفی در بخش تولید برق کشور به‌ازای هر کیلووات ساعت باید به میـزان ۲/۲۱۶ ریال به قیمت برق (قیمت فروش برق به مشترکین) افزوده شود تا درصورت بـروز چنین حوادثی، بتوان به‌طور آنی زیان ناشی از آن را جبران و نیاز مصرفی حامل‌های مورد استفاده در تولید برق را تأمین نمود؛ که یکی از این راهکارهای افزایش امنیـت تولید برق در کشور، پرداخت این افزایش قیمـت بـه‌منظـور احـداث نیروگـاه‌هـای تجدیدپذیر است. این تفسیر در مورد امنیت تأمین تضمینی عرضه سایر حامـل‌هـای مصرفی نیز صادق است. میزان هزینه امنیت عرضه دو حامل انـرژی مصـرفی دیگـر یعنی گازوئیل و نفت‌کوره به‌ترتیب برابر ٤/٥٢٥ و ۲/۸۸۹ (ریال/kWh) محاسبه شـده است. ذکر این نکته حائز اهمیت است که ارزش عددی این هزینه، ***حداقل هزینـه‌ای*** است که بدون درنظر گرفتن زیان‌هایی دائمی ناشی از خدمات شبکه انتقال و توزیـع برق تولیدی همانند هزینـه‌هـای رفـاه، تخریـب سیسـتم‌هـای تولیـدی، هزینـه‌هـای بازسازی، هزینه‌های باربری برق و غیره، محاسبه شده است.

۲-۴. هزینه اقتصادی امنیت حامل‌های مختلف انرژی در تولید برق

جدول شماره (۳) هزینه اقتصادی امنیت انـرژی (C_{Ei}) هـر حامـل انـرژی و عوامـل تأثیرگذار بر ارزش آن ـ نوسانات قیمتی منابع مختلف انـرژی، شـاخص هیرشـمن ـ هرفیندال عرضه و تقاضا و سهم هزینه‌های قیمتـی سـوخت مورداسـتفاده هریـک از حامل‌های انرژی در تولید برق در ایران را نشان می‌دهد.

جدول شماره (۳). هزینه اقتصادی امنیت انرژی (C_{Ei}) هر حامل انرژی در تولید برق

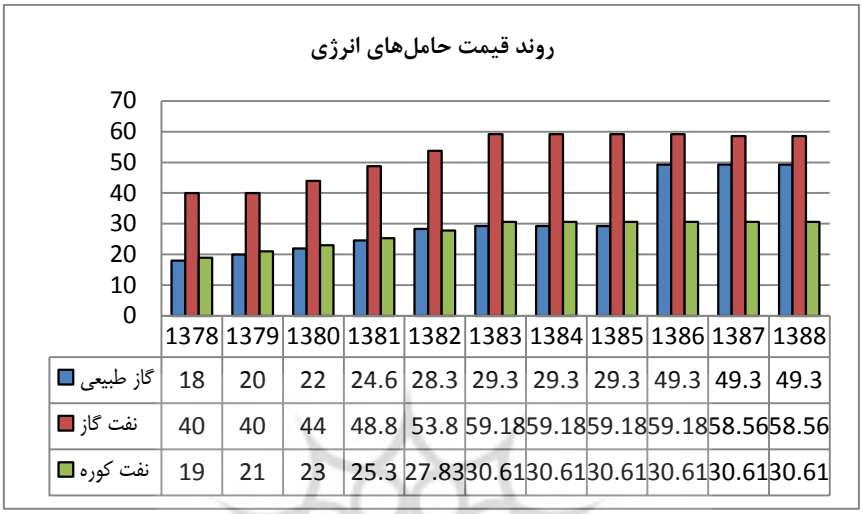
	نوسانات قیمت (V_{Pi})	سهم از هزینه‌های سوخت ($_{Pi}\varphi$)	شاخص نرمالایزشده هیرشمن ($^{*}H$)	هزینه اقتصادی امنیت (ریال/kWh)
گاز طبیعی	۱۱/۹۴۷	۰/۷۹۸	۰/۵۶۹	۰/۳۳۵
نفت گاز	۸/۰۷۱	۰/۰۸۶	۰/۰۰۴۶	۰/۰۰۰۲۴
نفت کوره	۴/۴۴۰	۰/۱۱۷	۰/۰۳۱	۰/۰۰۱۶

منبع: محاسبات تحقیق

به‌منظور محاسبه نوسانات قیمت حامل‌های مختلف مصرفی در تولید برق کشـور در ستون اول از جدول فوق از واریانس قیمت آنها طی مدت‌زمـان ۱۱ سـال، یعنـی از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۸ استفاده شده اسـت. شـکل شـماره (۲) رونـد تغییـرات قیمـت

هریک از این سه حامل انرژی را طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۸ نشان می‌دهد.

شکل شماره (۲). روند تغییرات قیمت سه حامل انرژی (۱۳۸۸-۱۳۷۸)



	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388
گاز طبیعی	18	20	22	24.6	28.3	29.3	29.3	29.3	49.3	49.3	49.3
نفت گاز	40	40	44	48.8	53.8	59.18	59.18	59.18	59.18	58.56	58.56
نفت کوره	19	21	23	25.3	27.83	30.61	30.61	30.61	30.61	30.61	30.61

ستون سوم جدول شماره (۳) یعنی سهم هریک از حامل‌های مصرفی از هزینه‌های سوخت نیروگاه‌ها نیز بدین‌گونه محاسبه شده که در ابتدا واحدها بر حسب بشکه نفت خام یکسان‌سازی شده (تبدیل مترمکعب به بشکه نفت خام) و سپس با تقسیم آن بر کل هزینه‌های سوخت مصرفی در سال ۱۳۹۰ محاسبه شده است. در مورد نحوه محاسبه ستون چهارم جدول شماره (۳) نیز باید گفت که در ابتدا از رابطه (۲) به‌منظور محاسبه شاخص هیرشمن استفاده شده و درنهایت با استفاده از رابطه (۱۱) این شاخص نرمالایز شده است که نتایج آن در جدول فوق آمده است.

با توجه به نتایج بیان‌شده در جدول شماره (۳)، بیشترین میزان هزینه اقتصادی امنیت حامل‌های مختلف سوخت در نیروگاه‌های حرارتی مربوط به گاز طبیعی به میزان ۰/۳۳۵ ریال بر کیلووات ساعت (ریال/kWh) و رتبه‌های بعدی به لحاظ میزان این هزینه مربوط به نفت کوره و نفت گاز به‌ترتیب با ۰/۰۰۱٦ و ۰/۰۰۰۲٤ (ریال/kWh) است. در مورد مفهوم امنیت اقتصادی باید اذعان داشت که با توجه به تغییر قیمت حامل‌های مصرفی در بخش نیروگاهی کشور طی ۱۱ سال اخیر در سطح داخلی و جهانی که موجب ایجاد ریسکی در تأمین آنها می‌شود، درنتیجه هزینه قدرت خرید مالی نیروگاه‌ها در خرید حامل‌های مصرفی در تولید برق به تغییرات قیمت آنها ارتباط داده شده که

باید از سوی مصرف‌کنندگان نهایی حامل برق اخذ شود. به‌عنوان مثال، هزینه اقتصادی امنیت گازطبیعی با وجود تغییرات قیمت آن طی سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۸ (دامنه ریسک)، باید به‌ازای هر کیلووات ساعت حداقل ۰/۳۳۵ ریال به قیمت برق اضافه شود تا بتوان ریسک قیمتی این حامل را مدیریت و بیمه کرد.

مجدداً بیان این نکته حائز اهمیت است که میزان هزینه امنیت انرژی محاسبه‌شده در این مطالعه حداقل هزینه‌ای است که کشور به‌منظور اختلالات عرضه و نوسانات قیمتی حامل‌های انرژی مصرفی در نیروگاه‌های فسیلی باید پرداخت کند، جدول شماره (٤)، کل میزان هزینه امنیت انرژی که برابر با مجموع هزینه امنیت عرضه و هزینه اقتصادی می‌باشد را نشان می‌دهد:

جدول شماره (٤). هزینه کل امنیت انرژی حامل‌های مصرفی در تولید برق نیروگاه‌های فسیلی در کشور

	گاز طبیعی	نفت گاز	نفت کوره
هزینه امنیت عرضه (kWh/ریال)	۲/۲۱۶	۴/۵۲۵	۲/۸۸۹
هزینه اقتصادی (kWh/ریال)	۰/۳۳۵	۰/۰۰۰۲۴	۰/۰۰۱۶
جمع هزینه امنیت انرژی (kWh/ریال)	۲/۵۵۱	۴/۵۲۵	۲/۸۹۱

منبع: محاسبات تحقیق

همان‌گونه که جدول شماره (٤) نشان می‌دهد، بیشترین میزان هزینه امنیت حامل‌های انرژی مصرفی نیروگاه‌های حرارتی در تولید برق مربوط به نفت گاز به میزان ٤/٥٢٥ (kWh/ریال) است. دلیل این امر با توجه به نحوه محاسبه امنیت انرژی در این گزارش قابل توجیه است. با توجه به طول عمر کمتر منبع انرژی نفت نسبت به گاز طبیعی، انتظار می‌رود که اختلالات عرضه این منبع و فراورده‌های آن بیشتر و هزینه بیشتری بابت تأمین امنیت عرضه آن (هزینه فرصت) پرداخت شود. همین تفاسیر در مورد دیگر فراورده نفتی مورد استفاده در نیروگاه، یعنی نفت کوره نیز صادق است و همان‌گونه که ملاحظه شد، میزان هزینه کل امنیت انرژی این حامل در تولید برق کشور برابر ۲/۸۹۱ (kWh/ریال) محاسبه شده است. حامل انرژی گاز طبیعی به علت وجود ذخیره فراوان نسبت به تولید آن از طول عمر بیشتری به‌منظور بهره‌برداری با توجه به شرایط فعلی سیستم اقتصادی برخوردار بوده و میزان اختلالات عرضه آن در مقایسه با منبع انرژی نفت کمتر است، به‌واسطه همین عوامل، میزان هزینه امنیت انرژی این حامل کمتر از فراورده‌های مختلف نفتی

مصرفی در نیروگاه محاسبه شده است. میزان هزینه امنیت بـرای ایـن حامـل انـرژی مصرفی در نیروگاه برابر ۲/۲۱۶ (ریال/kWh) برآورد شده است.

نتیجه‌گیری

امنیت انرژی به یک مسئله مهم سیاسی در حوزه‌های قضاوتی به‌دلیل آسـیب‌پـذیری بازارهای انرژی و چالش‌های تولیدی پیشروی عرضه‌کننـدگان، تبـدیل شـده اسـت. درنتیجه، سیاست‌گذاران و سیاستمداران به‌دنبال روش‌هایی هستند که بتوانند آنهـا را رتبه‌بندی و سپس شاخص امنیت انرژی را برای عرضه‌کنندگان منابع مختلف انـرژی با استفاده از حوزه‌های قضاوتی‌شان، تعیین نمایند.

بسیاری از تکنیک‌های رتبـه‌بنـدی از یـک مـاتریس تصـمیم بـه‌منظـور اعمـال مجموعه‌ای از ملاک‌ها و متریک‌ها و وزن‌هایشان بهره می‌برند تا تعداد آلترناتیوهـا را رتبه‌بندی کنند. متریک‌ها به‌منظور رتبه‌بندی آلترناتیوها درون هر ملاک استفاده شـده و سپس بردار رتبه‌بندی توسط جمع وزن و رتبه محصـولات، ایجـاد مـی‌شـود. هـر عنصر از بردار رتبه‌بندی، شاخص امنیت انرژی مرتبط با آلترناتیوها است.

متریک‌ها به‌منظور رتبـه‌بنـدی آلترناتیوهـا مـی‌توانـد کمـی و یـا کیفـی باشـد. معیارهای کیفی در اغلب موارد نیازمند استفاده از یک گروه پاسخ‌دهنـدگان آگـاه بـه احتیاجات حوزه قضاوتی انرژی است. از پاسخ‌دهندگان انتظار می‌رود تا به اجمـاعی در رتبه‌بندی هر آلترناتیو و تعیین وزن معیارها دست یابند. درصورتی‌کـه ایـن روش عملی شود، نتایج براساس تفکر و تخیل هر گروه حاصـل شـده و درصـورتی‌کـه از گروه دوم پاسخ‌دهندگان خواسته شده تا آلترناتیوها را رتبه‌بندی نمایند، نتایج یکسان نخواهد بود.

مسائل مرتبط با معیارهای کیفی را می‌توان با معیارهایی که بـه اطلاعـات کمـی سروکار دارند، مرتبط سـاخت. درصـورتی‌کـه اطلاعـات در دسـترس باشـد، نتـایج حاصل قابل تجدید بوده و می‌تواند با نتایج حاصل از منابع اطلاعاتی مشابه در دیگر حوزه‌های قضاوتی مقایسه شود. انتخاب متریک‌ها باید برای کسانی‌که تنها بـا نتـایج سروکار دارند، قابل‌توجیه و قابل فهم باشد.

امروزه، از روشی برای بررسی تـأثیر تغییـرات در شـاخص امنیـت انـرژی بـر

خدمات مختلف انرژی، استفاده می‌شود. همچنین نرم‌افزارهـای درحـال‌پیشـرفتی در راستای بررسی دینامیک اثرات تغییر ملاک‌های وزنی، وجود دارند.

درنهایت، باید توجه داشت که روش شاخص‌سازی امنیت انـرژی، همـان‌گونـه که در این مطالعه شرح داده شده، تنها یکی از ابزارهای مورد نیاز برای بهبود امنیـت انرژی در حوزه قضاوتی است. شاخص امنیت انـرژی بایـد بـرای تـأثیر تصـمیمات سیاسی انرژی، ازجمله انتخاب انرژی و زیرساخت‌هایی برای تمامی خدمات انرژی، استفاده شود. همچنین برای تعیین وضعیت جدید امنیت انرژی در حـوزه قضـاوتی، به‌طور منظم باید بازنگری شود.

همان‌گونه که از تعریف امنیت انرژی نمایان است، امنیت انـرژی بـه دو مقولـه قیمت و کیفیت دسترسی و تأمین انرژی بستگی دارد. با بررسی شاخص‌های مهم در عرضه و تقاضای انرژی این نکته کـه تولیدکننـدگان و مصـرف‌کننـدگان هـر دو بـه امنیت انرژی نیازمندند و در تأمین آن نقش دارند به‌خوبی آشکار است، لـذا تنهـا بـا رویکردهای و راهکارهای بین‌المللی می‌توان این مهم را برآورد.

• **بهبود امنیت انرژی از طریق رویکرد بین‌المللی ذخیره انرژی:** این رویکـرد به سرمایه‌گذاری زیادی نیاز دارد ولی می‌تـوان بـا بررسـی مشخصـه‌هـای مـؤثر در عرضه و تقاضای انرژی به مدلی برای پیش‌بینـی میـزان انحرافـات و نـابرابری‌هـای عرضه و تقاضا رسید و برای حل این معضل میـزان اخـتلاف را در فواصـل زمـانی میان‌مدت و بلندمدت ذخیـره نمـود. ایـن راهکـار از سـویی ایـن اطمینـان را بـرای تولیدکنندگان فراهم می‌آورد که همواره بازار امنی در اختیار دارند و از سـوی دیگـر مصرف‌کنندگان را نسبت به تأمین نیازهایشان مطمئن می‌سازد.

• **پرداخت قیمت بالاتر از قیمت تعادلی:** این امـر در جهـت تـأمین انـرژی و موظف نمودن تولیدکنندگان نسبت به هزینه این مابه‌التفاوت به‌منظور سرمایه‌گـذاری در حوزه‌های تأمین انرژی زیر نظر آژانس بین‌المللی انرژی بسیار مفید خواهد بود.

• **تغییر الگوی مصرف انرژی؛** به‌دلیل افـزایش روزافـزون مصـرف نهـاده‌هـای انرژی و بـه تبـع آن نیـاز بـه احـداث واحـدهای پالایشـگاهی و نیروگـاهی بیشـتر ازیک‌سو و استفاده نامساعد از منابع جنگل برای بـرآورد تقاضـای انـرژی در بخـش روستایی از سـوی دیگـر، آلـودگی آب‌هـای سـطحی و زیرزمینـی، رودخانـه‌هـا و

سواحل، آلودگی هوا و تخریب جنگل را به دنبال داشته است؛ به‌طوری‌که مشکل آلودگی هوا هم‌اکنون در شهرهای بزرگ کشور از مسائل مهمی است که هزینه‌های مستقیم آن، خود مبالغ هنگفتی از بودجه کشور را به خود اختصاص داده است. لذا با توجه به موارد مذکور و فشار کنوانسیون‌های جهانی زیست‌محیطی نظیر کنوانسیون تغییر آب‌وهوا که بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تأکید دارد، به‌دلیل محدودیت منابع انرژی و حفظ آن برای نسل‌های آتی و نیز شدت بالای مصرف حامل‌های انرژی در کشور و رشد روزافزون آن و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از آن، تغییر الگوی مصرف و کاهش مصرف انرژی در بخش‌های خانگی و افزایش آن در بخش صنعت، می‌تواند باعث استفاده بهینه انرژی برای توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور شود.

• **افزایش بهره‌وری انرژی**؛ یکی از راه‌های بهبود وضعیت انرژی، استفاده بهینه از این عنصر کمیاب است. همان‌گونه که جهان صنعتی در برخورد با کمبود منابع انرژی این روش را در پیش گرفته است؛ زیرا اگر مصرف انرژی براساس روال فعلی خود پیش رود، مطمئناً طی چند سال آینده کشور با کمبود انرژی مواجه خواهد شد. بنابراین چاره‌ای جز افزایش استفاده از انرژی حاصل از منابع کمیاب وجود ندارد و بایستی حتی‌المقدور به‌سوی افزایش بهره‌وری انرژی حرکت کرد. البته در کشور ما بیشتر از مشکل کمبود ذخایر، مشکل استخراج و بهره‌برداری از منابع وجود دارد، چون سقف تولید ما تقریباً مشخص است؛ درحالی‌که با افزایش جمعیت مصرف افزایش می‌یابد. بنابراین بایستی از انرژی موجود بهترین استفاده به‌عمل آید.

• **استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و نو**؛ انرژی‌های تجدیدپذیر یک منبع انرژی تمام‌نشدنی، رایگان و قابل دسترس، دوست‌دار محیط‌زیست و قابل دسترس در اغلب نقاط است. به‌عنوان مثال خورشید به‌تنهایی هر روز ۲۰ برابر کل انرژی مصرفی جهان، به کره زمین انرژی می‌دهد، و از این همه انرژی فقط یک درصد آن به‌وسیله گیاهان جذب و استفاده می‌شود. در این میان وضع جغرافیایی و تابش ۲۳۶۰ تا ۳۳۳۰ ساعت آفتاب در طول سال، کشور ما را تبدیل به یکی از پرآفتاب‌ترین کشورها نموده است. به‌طوری‌که خورشید در هر

سال ۲۵۰ روز به کشورمان انرژی می‌بخشد. این مقدار معادل ٤/٨ میلیارد بشـکه نفت خام و درواقع برابر با ٦ میلیـون بشـکه نفـت در روز اسـت؛ یعنـی معـادل حداکثر توان تولید نفت که کشورمان تاکنون داشته است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

APERC. 2007. ***A Quest for Energy Security in the 21st Century***, Institute of Energy Economics .Tokyo :Asia Pacific Energy Research Centre, 2007. www.ieej.or.jp/aperc. ISBN. 7-35-931482-4-978.

Bazilian, Morgan; Roques, Fabien. 2008. A***nalytical Methods for Energy Diversity & Security,*** Oxford.

BP. 2010. ***BP Statistical Review of World Energy***, London: BP plc, 2010.

Brown, Marilyn A. and Sovacool, Benjamin K. 2007. "Developing an Energy Sustainability Index to Evaluate Energy Policy", ***Interdisciplinary Science Reviews***, Vol. 32, 4.

Clingendale. 2004. "Study on Energy Supply Security and Geopolitics. The Hague", ***the Netherlands: Clingendale International Energy Programme***.

Constantini, Valeri. 2007. "Security of Energy Supply: Comparing Scenarios from a European Perspective", ***Energy Policy***, Vol. 35, pp. 210-226.

David Karlsson. 2010. ***Is Energy in Sweden Secure? The Use of Quantitative Indicators for Analyzing Energy Security***, UPTEC STS10 029 .Examensarbete 30 hp Juni 2010

EIA. 2010. ***World Crude Oil Prices (Dollars per Barrel) Period: Weekly. Energy Information Administration – Petroleum Navigator***, [Online] October 28, 2009. [Cited: October 31, 2009 [.http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/pet_pri_wco_k_w.htm.

EIUCM. 2010. ***Country Risk Ratings. s.l :Economist Intelligence Unit - Country Monitor***.

Energy Information Administration. International energy outlook 2010, Washington, DC; 2010.

Eunju Jun. Wonjoon Kim. Soon Heung Chang. 2009. ***the Analysis of Security Cost for Different Energy Sources***, Applied Energy 1886-1894 (1901-

2009).

Grubb, Michael, Butler, Lucy and Twomey, Paul. 2006. "Diversity and Security in UK Electricity Generation: The Influence of Low-carbon Objectives", ***Energy Policy***, Vol. 34, pp. 4062-4050.

Hughes, Larry and Ron, Dave. 2009a. ***Energy Security in the Residential Sector: Rapid Responses to Heating Emergencues - Part 2: Nova Scotia***, Canadian Centre for Policy Alternatives. [Online] March 2009a.

Hughes, Larry and Sheth, Nikita. 2009b. ***A Graphical Technique for Explaining the Relationship between Energy Security and Greenhouse Gas Emissions***.

Hughes, Larry. 2010. "Eastern Canadian Crude Oil Supply and its Implications for Regional Energy Eecurity, ***Energy Policy***, 2010, doi:10.1016/j.enpol. 2010.01.015.

Hughes, Larry. 2009. ***Energy Security in the Residential Sector: Rapid Responses to Heating Emergencies -Part 1: Fundamentals***, Canadian Centre for Policy Alternatives. [Online] March 2009d.

International Energy Agency. World energy outlook 2010, Paris: 2010.

Jansen, Jaap C; Seebregts, Ad J. 2009. "Long-term Energy Services Security: What is it and how can it be Measured and valued?", ***Energy Research Centre of the Netherlands***, The Netherlands, Energy Policy 38 (2010), pp.1654-1664

Kruyt, Bert, et al. 2009. "Indicators for Energy Security", ***Energy Policy***, June 2009, Vol. 37, pp.1281-2166.

Mathiesen, Brian Vad. 2009. ***Renewable Energy Systems in Project Future Climate – the Case of Denmark***, [Book auth.] Zvonimir Guzovic. Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy, Water, and Environment Systems. Dubrovnik, Croatia: s.n., 2009.

Mortished, Carl. 2004. "How Shell blew a Hole in a 100-Year Reputation", ***Times on Line***: [Online [January. 2004, 10 http://business.timesonline.co.uk/ tol/business/article991863.ece.

Sezgen Osman, Goldman CA, Karishnarao P. 2007. "Option Value of Electricity Demand Response", ***Energy***, 32:108–19.

Security in Gas and Electricity Markets, Final Report for the Department of Trade and Industry, 21 October 2003, London.

Social, "Environmental and Security of Supply Policies in a Competitive Energy Market", ***A Review of Delivery Mechanisms in the United Kingdom***,

DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY UNITED KINGDOM ,May 2001.

Statistics Canada. 2009e. Table 134-0001-Refinery Supply of Crude Oil and Equivalent ,Monthly) cubic metres). CANSIM (database), Using E-STAT (distributor). [Online] June 2009, 15e. [Cited: October 25, 2009 [. http://estat.statcan.gc.ca/cgi-win/cnsmcgi.exe?Lang=E&EST-Fi=EStat/English/CII_1-eng.htm.

Valeria Costantini, Francesco Gracceva, Anil Markandyaa, Giorgio Vicinia. 2007. "Security of Energy Supply: Comparing Scenarios from a European Perspective", ***Energy Policy***, 35:210–26.

Warren-Boulton, Frederick R. 1990. "Implications of U.S .Experience with Horizontal Mergers and Takeovers for Canadian Competition Policy", ***The Law and Economics of Competition Policy***.

WEC. 2010. ***Deciding the Future: Energy Policy Scenarios to 2050***, London: World Energy Council, 2007. ISBN: 0 946121 29 X.

Zvonimir Guzovic b. 2009. ***Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy, Water, and Environment Systems***.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی