فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۲۸، پاییز ۱۳۸۲، ۱۱۸ -۹۵

تحلیلی از روند شدت انرژی[1] در کشورهای OECD[2]

دکتر مصطفی عمادزاده* دکتر علیمراد شریفی* دکتر رحیم دلالی اصفهانی*
مهدی صفدری**

شدت انرژی / تقاضای انرژی / برگشت‌پذیری قیمت / تولید ناخالص داخلی

چکیده

سیر تحولات اقتصادی در قرون اخیر با کاربرد متنوع انرژی در ارتباط بوده است،اما بحران‌های انرژی دردهه هفتاد که با رکود اقتصادی کشورهای OECD نیز همراه بود، سبب شد انرژی جایگاه ویژه‌ای در ادبیات اقتصادی پیدا کند. کشورهای صنعتی نه تنها سهم عمده‌ای از مصرف انرژی را به خود اختصاص داده‌اند، بلکه عموماً دارای راندمان بالایی در مصرف انرژی بوده و شدت انرژی در آنها پایین می‌باشد. مطالعه روند تغییرات شدت انرژی در دوره‌های مختلف رشد اقتصادی کشورهای OECD، الگویی به دست می‌دهد که می‌توان آن را برای پیش‌بینی و برنامه‌ریزی بخش انرژی کشورهای صادرکننده انرژی بکار برد. در این تحقیق تأثیرات قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی بر شدت انرژی بررسی شده و رابطه تقارن و عدم تقارن شدت انرژی با قیمت و تولید ناخالص داخلی تحلیل گردیده است. نتایج به دست آمده از این تحقیق دلالت بر آن دارد که نه تنها به دنبال افزایش قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی بلکه حتی زمانی که متغیرهای مزبور کاهش یافته‌اند، شدت انرژی نیز کاهش یافته است و این بدان معنی است که بحران‌های انرژی دهه هفتاد بستر ساز انقلاب صنعتی نوینی شده

1. Energy Intensity
2. Organization for Economic Cooperation and Development

* عضو هیأت علمی گروه اقتصاد دانشگاه اصفهان
** دانشجوی دوره دکترای اقتصاد دانشگاه اصفهان

Archive of SID
www.SID.ir

است که در افزایش کارایی و بهینه‌سازی مصرف انرژی متجلی گردیده است.

مقدمه

طی دو دهه اخیر از انرژی به عنوان یکی از عوامل مهم تولید نام برده می‌شود که در کنار سایر عوامل تولید نظیر کار، سرمایه و مواد اولیه نقش تعیین‌کننده‌ای در حیات اقتصادی کشورها به عهده دارد. لذا مطالعات روند تحولات ساختار سیستم انرژی، بررسی نوسانات مصرف و قیمت انرژی، بررسی مکان جایگزینی سوختها با یکدیگر، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و همچنین کاهش شدت انرژی از جمله مواردی می‌باشد که ازاهمیت خاصی برخوردارند. با توسعه و پیشرفت اقتصادی، اهمیت انرژی به طور فزاینده‌ای افزایش می‌یابد. بالا بودن شدت مصرف انرژی در تولید محصولات صنعتی پدیده‌ای است که کشورهای در حال توسعه از جمله ایران با آن روبرو هستند. تاریخ تحولات انرژی نشان دهنده این امر مهم است که انرژی به یک عامل سیاسی در روابط بین‌المللی مبدل شده و کشورهای عمده صادرکننده آن، هرگز نتوانسته‌اند از تأثیر سیاسی آن بر وضعیت اقتصادی و اجتماعی خود بدور باشند. لذا اهمیت این موضوع برای کشورهای صاحب انرژی جهان سوم، دو چندان بوده و شناسایی انرژی و مسائل مربوط به آن از جمله تأثیرات انرژی در تولید و رشد اقتصادی کشورهای صنعتی و همچنین روند شدت انرژی می‌تواند راهگشای برخی از مشکلات آنها باشد.

مطالعه روند تغییرات شدت انرژی در دوره‌های مختلف رشد اقتصادی کشورهای OECD الگوئی برای بررسی ارتباط بین مصرف انرژی و رشد صنعتی کشورهای در حال توسعه ارائه می‌دهد که می‌توان آن را برای پیش‌بینی و برنامه‌ریزی در بخش انرژی کشورهای در حال توسعه بویژه صادرکنندگان انرژی به کاربرد. البته ساختار اقتصادی کشورها با یکدیگر فرق دارد. برای بررسی وضعیت انرژی در ایران باید به انرژی از دید یک کالای مصرفی، نهاده تولیدی و بزرگترین منبع درآمد ارزی کشور نگریست. زیرا درمقطع کنونی نفت مهمترین منبع درآمد ارزی و دارای ارزش راهبردی در تأمین انرژی مصرفی کشور است. طی چند دهه اخیر که اقتصاد ما یک اقتصاد وابسته به درآمد انرژی

Archive of SID

www.SID.ir

نفت و تک محصولی بوده است، تقاضای انرژی نفت و قیمت‌های آن حرف آخر را دراقتصاد داخلی زده‌اند. نوسانات قیمت‌های جهانی و داخلی انرژی همواره اقتصاد ایران را با مشکلات زیادی مواجه ساخته و لذا تحقق برنامه‌های بلندمدت و بودجه‌های سالانه کشور مستلزم انجام پیش‌بینی‌های دقیق‌تر از تقاضای انرژی می‌باشد. علاوه بر ذخایر عظیم داخلی، ایران در منطقه‌ای واقع شده است که دارای بیشترین ذخیره انرژی می‌باشد و دراین خصوص می‌توان با شناسایی عمیق‌تری از مسائل مربوط به انرژی بویژه شدت انرژی، به لحاظ سیاسی و اقتصادی، برنامه‌ریزی بهتری انجام داد.

با ورود به دهه ۱۹۷۰ میلادی، جهان با دو ضربه بزرگ انرژی روبرو گردید و این ماده حیاتی به عنوان یک قید مهم در محاسبات اقتصادی جایگاه ویژه‌ای یافت به گونه‌ای که کاهش شدت انرژی در کشورهای صنعتی اهمیت فوق‌العاده‌ای پیدا کرد.

بررسی روند تغییرات شدت انرژی در کشورهای OECD، نشانگر این واقعیت است که طی سالهای اخیر میزان شدت انرژی در این کشورها کاهش چشمگیری یافته است و دلیل اصلی آن بالا رفتن کارائی حرارتی وسائل مصرف‌کننده انرژی به دلیل فناوری برتر و همچنین صرفه‌جویی در مصرف انرژی بوده است. اما در کشورهای در حال توسعه، شدت انرژی همچنان بالاست و سهم عمده مصرف انرژی، صرف بخش‌های غیر تولیدی می‌گردد. به‌عنوان نمونه در کشور ایران قیمت ارزان انرژی، وفور این منبع خدادادی، عدم برنامه‌ریزی درست، فقدان سیاست مناسب برای اصلاح ساختار مصرف، تولید و توزیع باعث اتلاف شدید انرژی در کشور شده است، به گونه‌ای که امروزه ایران با توجه به ساختار اقتصادی خود یکی از کشورهای پر مصرف به شمار می‌آید. لذا لازم است جهت کاهش مصرف و بالتبع شدت انرژی از تجارب کشورهای موفق استفاده نماید. بررسی روند شدت انرژی در کشورهای OECD می‌تواند در این زمینه راهگشا باشد. در این مقاله نشان خواهیم داد که کشورهای OECD از طریق افزایش کارائی در مصرف انرژی بر بحران‌های انرژی فائق آمده‌اند و این امر از طریق: ۱) تعیین تأثیر قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی بر شدت انرژی ۲) تعیین تأثیرات افزایش و کاهش قیمت انرژی بر شدت انرژی ۳) تعیین تأثیرات افزایش و کاهش تولید ناخالص داخلی بر شدت انرژی صورت

Archive of SID

www.SID.ir

خواهد گرفت.

این مقاله شامل شش بخش است: پس از مقدمه در بخش دوم مروری بر ادبیات شدت انرژی و در بخش سوم مباحث نظری موضوع بیان گردیده است. پس از معرفی الگوی تحقیق در بخش چهارم نتایج تجربی مدل در بخش پنجم ذکر شده است. سرانجام، نتیجه‌گیری مقاله ارائه گردیده است.

۱. مروری بر ادبیات شدت انرژی

یکی از شاخص‌های مهم اقتصادی که نشانگر نحوه و شدت مصرف انرژی است و به عبارتی میزان انرژی‌بری در هر کشور را نشان می‌دهد، شدت انرژی می‌باشد. شدت انرژی شاخصی است که توسط آن می‌توان به روند تغییر کارآیی مصرف انرژی در سالهای مختلف پی برد. شدت انرژی یا انرژی‌بری عبارت است از مقدار مصرف انرژی(برحسب میلیون بشکه معادل نفت خام) به تولید ناخالص داخلی (بر حسب میلیارد دلار).

میزان تغییر شدت انرژی بسته به ساختار اقتصادی هر کشور (کشور توسعه‌یافته و کشور درحال توسعه) متفاوت است. در کشورهای توسعه یافته کاهش شدت انرژی، حاصل بهبود سیستم‌های فنی است که مدیریت واحدهای تولیدی و مصرف‌کنندگان خصوصی به تبعیت از منطق اقتصادی و منش عقلائی در جهت بهره‌برداری معتدل از منابع و عوامل تولید بدان همت ورزیده‌اند. بعبارت دیگر مصرف عقلائی انرژی در کشورهای توسعه یافته، شدت انرژی بهینه را به دنبال دارد. از دهه ۱۹۶۰ به بعد روند نزولی شدت انرژی در کشورهای صنعتی آغاز و پس از بحران‌های انرژی سرعت آن بیشتر شده و با اجرای سیاست‌های مدیریت صحیح و صرفه‌جویی در مصرف ذخائر منابع انرژی، مقدار انرژی لازم برای هر واحد تولید کاهش یافته است. از دلائل دیگر کاهش شدت انرژی در این کشورها طی دوره ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۰، پیشرفت تکنولوژیکی و فنی می‌باشد. بطور کلی با پیشرفت اقتصادی و افزایش درجه توسعه‌یافتگی، شدت انرژی کاهش می‌یابد.

تحولات شدت انرژی می‌تواند ناشی از تغییر در کارآیی مصرف انرژی یا تغییر ساختار اقتصاد باشد. چنانچه حجم تولید ناخالص داخلی ثابت باشد و کارآیی مصرف انرژی بالا

Archive of SID

www.SID.ir

رود، آنگاه شدت انرژی کاهش می‌یابد. از سوی دیگر تغییر در ساختار اقتصاد و تولید می‌تواند باعث تغییر در شدت انرژی گردد. بعبارت دیگر شدت انرژی تحت تأثیر دو عامل واقع می‌شود یکی مصرف انرژی و دیگری میزان تولید، یعنی:

$$EI = F(ED, GDP) \quad (۱)$$

EI : شدت انرژی

ED : مصرف انرژی

GDP : تولید ناخالص داخلی

از سوی دیگر، مهمترین عاملی که حجم مصرف انرژی و میزان تولید را تحت تأثیر قاطع قرار می‌دهد، قیمت انرژی است و این موضوع در بحران‌های انرژی بسیار مشهود بوده است. لذا جهت تبیین بهتر مبانی نظری مربوط به شدت انرژی ضروری است آثار افزایش قیمت انرژی را بررسی نمائیم.

۲. مباحث نظری

بحران انرژی، ناشی از شوک قیمت انرژی است که به صورت افزایش در قیمت انرژی تجلی می‌کند. قیمت انرژی از یک سو مصرف و تقاضای انرژی و از سوی دیگر تولید ناخالص داخلی و رشد اقتصادی را تحت تأثیر قرار داده و از این رهگذر سبب تحولات شدت انرژی می‌گردد. زیرا همانطور که می‌دانیم علاوه بر نهاده‌های کار و سرمایه، انرژی نیز به عنوان یکی از عوامل مهم تولید در بحث‌های اقتصاد کلان مطرح بوده و جایگاه ویژه‌ای در رشد و توسعه اقتصادی به عنوان برآیندتمام فعالیت‌های اقتصادی یک جامعه دارا می‌باشد. لذا تولید تابعی از کار، سرمایه، انرژی و مواد اولیه خواهد بود. به عبارتی داریم:

$$Q=f(K, L, E, M) \quad (۲)$$

K : سرمایه

L : نیروی کار

E : انرژی

Archive of SID

www.SID.ir

M : مواد اولیه

بین میزان استفاده از این نهاده‌هاو سطح تولید رابطه مستقیم وجود دارد یعنی افزایش هر یک از نهاده‌های مذکور باعث افزایش تولید می‌گردد. از سوی دیگر مصرف انرژی که شامل حامل‌های مختلف تأمین‌کننده انرژی از جمله نفت، گاز، زغال‌سنگ و برق می‌باشد، خود تابعی معکوس از سطح قیمت حامل‌های انرژی می‌باشد. به عبارت دیگر افزایش سطح قیمت انرژی باعث کاهش مصرف انرژی می‌گردد و این امر منجر به کاهش تولید می‌شود.

$$E = E(P_0, P_g, P_c, P_e) \qquad \frac{\partial E}{\partial P_i} \le 0 \qquad i = 0, g, c, e \qquad (۳)$$

Oil (o) : نفت

Gas (g) : گاز

Coal (c) : زغال سنگ

Electricity (e) : الکتریسته

چنانچه شاخص کل قیمت انرژی افزایش یابد (با فرض ثابت بودن قیمت سایر عوامل تولید مانند K، L و M) مصرف آن کاهش می‌یابد. اما چنانچه در مجموعه حامل‌های انرژی، تنها قیمت یکی از حامل‌ها افزایش یابد، یا افزایش آن بیش از سایر حامل‌ها باشد، آنگاه مقداری از اثر افزایش قیمت این حامل، توسط جانشینی سایر حامل‌ها جبران خواهد شد. میزان این جانشینی بستگی به این امر دارد که از نظر تکنیکی تا چه حد سایر حامل‌ها بتوانند جانشین آن گردند و مدت زمان این تعدیل چقدر باشد. بنابراین افزایش قیمت از یک سو باعث جانشینی سایر حامل‌های انرژی‌زا به جای آن خواهد شد و از سوی دیگر در کوتاه‌مدت باعث افزایش هزینه‌های تولید گشته و میزان تولید را کاهش خواهد داد. در بلندمدت نیز افزایش هزینه‌ها بستگی به توان جایگزینی سایر نهاده‌ها و حامل‌ها خواهد داشت. چنانچه قابلیت جایگزینی وجود داشته باشد مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان اقدام به جایگزین نمودن منابع انرژی رقیب می‌نمایند. در این صورت تقاضا برای منابع انرژی رقیب افزایش یافته و به دنبال آن هزینه تولید منابع رقیب جهت عرضه بیشتر در بازار افزایش می‌یابد.

به عقیده بسیاری از اقتصاددانان شوک‌های ناشی از قیمت حامل‌های انرژی، اثرات

Archive of SID

www.SID.ir

کلان اقتصادی شدیدی برای کشورهای صنعتی به همراه داشته است. ولی در مورد این نتیجه‌گیری در ادبیات اقتصادی اتفاق نظر وجود ندارد. گرچه همزمان با بحران انرژی دهه ۱۹۷۰ و پیامدهای بعد از آن رشد اقتصادی کشورهای پیشرفته صنعتی دچار کاهش شد، لکن در این خصوص دو نظریه وجود دارد. گروهی از اقتصاددانان عامل اصلی این رکود را تأثیر افزایش قیمت انرژی دانسته و گروه دیگری با تجزیه و تحلیل شرایط اقتصادی در کشورهای صنعتی به این نتیجه رسیده‌اند که بحران انرژی عامل اصلی این رکود نبوده است، بلکه عوامل مهم دیگر نیز وجود داشته‌اند که باعث کاهش رشد اقتصادی در کشورهای صنعتی شده است. به عبارت دیگر در خصوص رابطه انرژی و تولید دو دیدگاه وجود دارد. گروهی رابطه‌ای پایدار و بنیادین فرض می‌کردند و گروه دیگری بویژه در دهه ۱۹۸۰ تلاش کردند با ارائه آزمون‌های تجربی، پایداری رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی را با تردید مواجه کنند. در اوایل دهه ۸۰ مایکل داربی[1] (۱۹۸۲)تلاش نمود نشان دهد، چگونه می‌توان مصرف انرژی را با قبول تکنیک‌های ماهرانه صرفه‌جویی در انرژی و کارائی انرژی کاهش داد.

نکته قابل توجه دیگر در بررسی شدت انرژی مسئله کشش جانشینی بین انرژی و سایر عوامل تولید، بخصوص سرمایه می‌باشد. افزایش قیمت انرژی موجب جانشینی سرمایه به جای انرژی شده ومقدار جانشینی بستگی به نسبت جانشینی بین سرمایه و انرژی دارد.

پیندیک[2] در نظریات خود، انرژی را یکی از عوامل تولید می‌داند و میزان اثرتغییر قیمت انرژی را بر رشد اقتصادی وابسته به کشش جانشینی بین انرژی و سرمایه و همچنین عرضه نیروی کار می‌داند. وی با مشتق گرفتن از تابع هزینه ترانسلوگ[3]، رابطه‌ای بین تغییرات انرژی با کشش جانشینی سرمایه و کار با انرژی و سهم هزینه‌های هر یک از عوامل تولید برقرار می‌نماید. یکی از حالاتی که افزایش قیمت انرژی منجر به کاهش تولید می‌گردد، زمانی است که کشش جانشینی بین سرمایه و انرژی صفر و عرضه نیروی کار ثابت باشد. اغلب تحقیقات انجام یافته نشان می‌دهد که کشش جانشینی بین سرمایه و

1. Michael Darby
2. Pindyck, Robert (1979)
3. Translog Cost Function

Archive of SID

www.SID.ir

انرژی و همچنین کار و انرژی در بلندمدت مثبت است. به عبارت دیگر نهاده‌های سرمایه و کار جانشین انرژی می‌باشند. برخی از تحقیقات نشان می‌دهد که کار و سرمایه در کوتاه مدت مکمل انرژی می‌باشند، زیرا در کوتاه مدت از نظر تکنولوژیکی امکان جایگزینی کمتری وجود دارد. در هر صورت افزایش قیمت یک حامل از یک سو باعث جانشینی سایر حامل‌های انرژی به جای آن می‌شود و از سوی دیگر باعث افزایش شاخص قیمت انرژی می‌گردد و جانشینی نهاده‌های کار و سرمایه به جای انرژی را به دنبال خواهد داشت. با افزایش قیمت انرژی اگر بکارگیری سایر عوامل تولید افزایش یابد و یا حتی ثابت بماند، به دنبال افزایش هزینه‌های تولید و کاهش سطح تولید، بهره‌وری سایر عوامل تولید کاهش خواهد یافت.

بنابراین نکته اصلی میزان قابلیت، سهولت، سرعت جانشینی و همچنین درجه جایگزینی سایر عوامل تولید (غیرانرژی) به جای انرژی است. اگر تابع تولید انعطاف‌پذیر نباشد و تنها نسبت ثابتی از عامل انرژی و سایر عوامل (عوامل غیرانرژی) برای تولید مورد نیاز باشند، در این صورت تابع تولید از نوع لئونتیف خواهد بود. در این تابع تولید، کاهش عامل انرژی نمی‌تواند بوسیله افزایش سایر عوامل جبران شود. لذا با افزایش قیمت نسبی انرژی ، تقاضا برای آن کاهش یافته و در نتیجه تولید کاهش پیدا نموده و در نتیجه منحنی عرضه کل به طرف بالا و سمت چپ منتقل می‌شود. اگر تابع تولید نسبتاً انعطاف‌پذیر باشد و برای تولید میزان مشخصی از محصول، انعطاف بیشتری در ترکیب عوامل وجود داشته باشد در این صورت هر کاهشی در عامل تولید انرژی می‌تواند تا اندازه‌ای بوسیله عامل تولید غیرانرژی جبران شود و اگر رابطه تکنولوژی از نوع کاب ـ داگلاس فرض شود در این صورت کشش جانشینی برابر با یک خواهد بود و هر کاهش در عامل انرژی می‌تواند دقیقاً با همان میزان افزایش در سایر عوامل جبران شود به طوری که سهم ارزش عامل انرژی در تولید واقعی ثابت باقی بماند. طبیعتاً در این صورت تولید کمتر کاهش یافته و قیمت نیز کمتر افزایش خواهد یافت. در آخرین حالت فرض بر انعطاف کامل فناوری است، یعنی مقدار کاهش تقاضا در عامل تولید انرژی کاملاً بوسیله سایر عوامل جبران می‌شود در این صورت تابع تولید واقعی خطی بوده و کشش جانشینی بی‌نهایت می‌باشد و در نتیجه منحنی عرضه

Archive of SID

www.SID.ir

کل تغییر نخواهد کرد.

مقدار کشش جانشینی میان نهاده‌های تولید در کوتاه‌مدت و بلندمدت متفاوت است و لذا اثر شوک قیمت انرژی در تولید و تورم متفاوت خواهد بود. مصرف انرژی در کوتاه‌مدت مستقیماً به موجودی تجهیزات مصرف‌کننده انرژی مانند ژنراتورها، اتومبیل‌ها و لوازم خانگی بستگی دارد و بنابراین در کوتاه‌مدت قابلیت کمی برای جانشینی بین انرژی و سایر عوامل تولید وجود دارد.

در بلندمدت این امکان وجود دارد که در طراحی کالاهای سرمایه‌ای موجود تغییراتی ایجاد شود و تجهیزاتی با کارآیی بیشتر از نظر مصرف انرژی ساخته شود. لذا در بلندمدت کشش جانشینی بسیار بزرگتر از کوتاه‌مدت است. بنابراین چون امکان جانشینی در وسائل و ابزار مصرف‌کننده انرژی در بلندمدت زیادتر است، از این رو با افزایش در قیمت انرژی عامل تولید غیر انرژی به سهولت می‌تواند جانشین عامل تولید انرژی شود و درنتیجه کاهش در محصول و افزایش در قیمت‌ها کمتر خواهد شد.

برخی از مطالعات و تحقیقات رابطه بین تولید و انرژی را بررسی نموده‌اند. موروني[1] (۱۹۸۹) همبستگی بین تولید و انرژی را برای ٤٣ کشور طی سالهای ۱۹۷۸، ۱۹۷۹ و ۱۹۸۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است.

رابطه مثبت بین تولید و مصرف انرژی برای ٣٤ کشور به وسیله کوک[2] (۱۹۷۱) و برای ٣٤ کشور در سال ۱۹۷۲ توسط دارمستدتر، دانکرلی و آلترمن[3] (۱۹۷۷) و بالاخره طی یک تحقیق برای ٥٢ کشور در سال ۱۹۷٤ بوسیله بوکریس[4] (۱۹۸۰) تأیید شده است. این رابطه با استفاده از داده‌های سری زمانی (۱۹۷٤ـ۱۹٥۳) توسط دانکرلی، آلترمن و چانز[5] (۱۹۸۰) و همچنین برای بخش صنعت آمریکا طی سالهای ۱۹۸۰-۱۹۰۹ به وسیله کلولند، کستانزا، هال و کوفمن[6] (۱۹۸٤) مورد تأیید قرار گرفته است. موروني و سایرین[7] (۱۹۹۰) رابطه بین

1. Moroney (1989)
2. Cook (1971)
3. Darmstadter, Dunkerley & Alterman (1977)
4. Bockris (1980)
5. Dunkerley, Alterman & Schanz (1980)
6. Cleveland, Costanza, Hall & Kaufman (1984)
7. Moroney, Seaks & Vines (1990)

Archive of SID

www.SID.ir

تولید و انرژی را در قالب سه فرم زیر بررسی نموده‌اند.

$$Y=\alpha + \beta X \qquad \text{خطی} \qquad (٤)$$

$$Y = e^{\alpha+\beta x} \qquad \text{نیمه لگاریتمی} \qquad (٥)$$

$$Y = AX^{\beta} \qquad \text{لگاریتمی مضاعف} \qquad (٦)$$

که در آن:Y تولید و X مصرف انرژی می‌باشد.

آنها در فرم لگاریتمی مضاعف ارتباط قویتری را بین تولید و انرژی به دست آورده‌اند.

۳. ارائه الگو

شدت انرژی تحت تأثیر متغیرهای مختلفی قرار داد. یکی از متغیرهای مهمی که بر شدت انرژی تأثیر می‌گذارد، قیمت انرژی است و انتظار می‌رود که بر اثر نوسانات قیمت انرژی میزان تقاضای انرژی و در نتیجه شدت انرژی نیز تغییر کند. با در نظر گرفتن روشی که گیتلی و هانتینگتن[1] در مورد تقاضای انرژی به کار برده‌اند، می‌توان مدل ساده‌ای به صورت لگاریتم خطی در این خصوص ارائه داد به طریقی که شدت انرژی فقط تابعی از قیمت انرژی باشد.

$$EI_t = K_1 + \beta P_t \qquad (٧)$$

و اگر بخواهیم قیمت سالهای قبل را نیز دخیل دانسته و ارزش سالهای قبل را به صورت وزنی دخالت دهیم، خواهیم داشت[2]:

$$EI_t = K_2 + \beta P_t + \beta\theta_1 P_{t-1} + \beta\theta_1^2 P_{t-2} + \ldots \qquad (٨)$$

متغیر مهم دیگری که در تابع شدت انرژی قابل توجه می‌باشد، تولید ناخالص داخلی کشورها است. ازتولید ناخالص داخلی کشورها به مثابه معیار سطح فعالیت‌های اقتصادی که در میزان تقاضای انرژی نیز تأثیر می‌گذارد، استفاده خواهد شد. انتظار می‌رود که با

---

1. Gately & Huntington (2002)

۲. علاقه‌مندان جهت اطلاعات بیشتر مراجعه فرمایند به: Johnston, J. (1984), p.347.

Archive of SID

www.SID.ir

تغییر فعالیت‌های اقتصادی و درآمد کشورها که با تولید ناخالص داخلی کشورها نشان داده می‌شود، میزان تقاضای انرژی و همچنین شدت انرژی نیز تغییر کند.

در یک مدل ساده می‌توان نوشت:

$$EI_t = K_3 + \gamma GDP_t \qquad (۹)$$

و با اعمال اثر درآمد سالهای گذشته به صورت وزنی خواهیم داشت:

$$EI_t = K_4 + \gamma(GDP)_t + \gamma\theta_2(GDP)_{t-1} + \gamma\theta_2^{\,2}(GDP)_{t-2} + \ldots \qquad (۱۰)$$

و در حالت ترکیبی می‌توان نوشت:

$$EI_t = K + \beta P_t + \beta\theta_P P_{t-1} + \beta\theta_P^{\,2} P_{t-2} + \ldots \gamma(GDP)_t + \gamma\theta_y(GDP)_{t-1} + \gamma\theta_y^{\,2}(GDP)_{t-2} + \ldots \qquad (۱۱)$$

و بالاخره متغیر تأخیری تقاضای انرژی را به مثابه یکی ازمتغیرهای توضیح‌دهنده شدت انرژی معرفی می‌نمائیم. این متغیر به ما اجازه می‌دهد تا آثار دینامیکی را در تابع شدت انرژی ملحوظ بداریم. البته می‌توان نرخ ارز را نیز در الگو وارد نمود. افزایش نرخ ارز در کشورهای واردکننده انرژی (نسبت به دلار آمریکا) نشانگر کاهش ارزش پول ملی این کشورهاست. بنابراین، با افزایش نرخ ارز (EX)، انرژی وارداتی گران می‌شود که به مثابه افزایش قیمت انرژی وارداتی است. البته در این تحقیق میانگین وزنی نرخ ارز کشورهای OECD منظور شده است و وزن هر یک از ارزها بر پایه سهم واردات انرژی این کشورها تعیین گردیده است.

بنابر آنچه بیان شد، تابع شدت انرژی را به طور کلی به صورت زیر می‌توانیم بنویسیم.

$$EI_t = \lambda_1 + \lambda_2 P_t + \lambda_3 (GDP)_t + \lambda_4 (ED)_{t-1} + \lambda_5 (EX)_t \qquad (۱۲)$$

البته نکته‌ای که در اینجا قابل تأمل و بررسی است این است که پاسخ تقاضا و شدت انرژی نسبت به تغییرات قیمت و درآمد ممکن است کاملاً متفاوت باشد. بعبارت دیگر باید تقارن یا عدم تقارن رابطه بین شدت انرژی با قیمت و درآمد بررسی شود.

اگر تقاضا و شدت انرژی واکنش متفاوتی در مقابل افزایش یا کاهش قیمت و درآمد داشته باشند، در این صورت رابطه بین آنها نامتقارن خواهد بود. برای این منظور، متغیرهای

Archive of SID

www.SID.ir

قیمت و درآمد تجزیه شده‌اند به طوری که افزایش قیمت و درآمد از کاهش آنها مجزا شده است.

در این روش لگاریتم طبیعی قیمت واقعی انرژی به اجزاء ذیل تجزیه می‌شود.[۱]

$$P_t^* = P_1 + P_{max,t} + P_{cut,t} + P_{rec,t} \qquad (۱۳)$$

P_t^* : لگاریتم قیمت در سال t

P_1 : لگاریتم قیمت در سال پایه (t=1)

$P_{max,t}$: افزایش‌های تراکمی در لگاریتم قیمت‌های ماکزیمم

$P_{cut,t}$: کاهش‌های تراکمی در لگاریتم قیمت که به طور یکنواخت غیر صعودی است. $P_{cut,t} < 0$

$P_{rec,t}$: افزایش‌های تراکمی درلگاریتم قیمت تا لگاریتم قیمت ماکزیمم قبلی جهت جبران قیمت.

$$P_{cut,t} = \sum_{i=0}^{t} \min\{0, [\ (P_{max,i-1} - P_{i-1}^*) - (P_{max,i} - P_i^*)\ ]\} \qquad (۱٤)$$

و

$$P_{rec,t} = \sum_{i=0}^{t} \max\{0, [\ (P_{max,i-1} - P_{i-1}^*) - (P_{max,i} - P_i^*)\ ]\} \qquad (۱۵)$$

$$PP_{max,t} = P_{max,t} + P_1 \qquad \text{لگاریتم حداکثر قیمت} \qquad (۱٦)$$

همچنین لگاریتم طبیعی درآمد (تولید ناخالص داخلی) به اجزاء ذیل تجزیه می‌شود.

$$GDP_t^* = GDP_1 + GDP_{max,t} + GDP_{cut,t} + GDP_{rec,t} \qquad (۱۷)$$

که در آن:

GDP_t^* : لگاریتم GDP در سال t

GDP_1 : لگاریتم GDP در سال پایه (t=1)

$GDP_{max,t}$: افزایش تراکمی در لگاریتم درآمدهای ماکزیمم

---

۱. نتیجه محاسبات طی دوره ۱۹۹٦-۱۹٦۵ در جدول پیوست درج شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

$GDP_{cut,t}$: کاهش‌های تراکمی در لگاریتم درآمد که بطور یکنواخت غیرصعودی است یعنی $GDP_{cut,t} < 0$

$GDP_{rec,t}$:افزایش‌های تراکمی در لگاریتم درآمد تا لگاریتم درآمد ماکزیمم قبلی جهت جبران درآمد.

که در آن:

$$GDP_{cut,t} = \sum_{i=0}^{t} \min\left\{0, \left[(GDP_{max,i-1} - GDP^{*}_{i-1}) - (GDP_{max,i} - GDP^{*}_{i})\right]\right\} \quad (۱۸)$$

$$GDP_{rec,t} = \sum_{i=0}^{t} \max\left\{0, \left[(GDP_{max,i-1} - GDP^{*}_{i-1}) - (GDP_{max,i} - GDP^{*}_{i})\right]\right\} \quad (۱۹)$$

و

$GGDP_{max,t} = GDP_{max,t} + GDP_1$ (۲۰) لگاریتم حداکثر درآمد

۴. نتایج تجربی مدل

با عنایت به الگوهای مذکور تخمین‌های خاصی صورت گرفته است، که ذیلاً توضیح داده خواهد شد. شدت انرژی کشورهای OECD برای دوره ۱۹۶۵ تا ۱۹۹۶ به صورت زیر تخمین‌زده شده است.

$$Ln(EI_t) = -5.84 - 0.06Ln(P_t) - 0.97Ln(GDP_t) + 0.98Ln(ED_{t-1}) - 0.21Ln(EX_t) \quad (۲۱)$$

(-15.8) (-2.84) (-49.6) (26.7) (-4.7)

D.W = 2.17 R^2=0.99 $\overline{R}^2$ =0.99 F= 4899.5 P(F)=0

رابطه فوق نشان می‌دهد که علامت پارامترها صحیح و مطابق با علامت مورد انتظار است. علامت منفی در مقابل متغیر قیمت نظریه وجود رابطه معکوس بین قیمت و مقدار تقاضای انرژی و بالتبع شدت انرژی را تأیید می‌کند و همان طور که انتظار می‌رفت شدت انرژی تابع معکوسی از سطح قیمت آن می‌باشد. بدین معنی که کشورهای OECD با افزایش سطح قیمت انرژی درصدد این برآمده‌اند تا سطح کارآیی و بهره‌وری را افزایش داده و هر واحد تولید را با سطح مصرف

Archive of SID

www.SID.ir

انرژی کمتری ایجاد نمایند. البته مسئله کارآئی با ضریب GDP قابل توجیه‌تر است که ذیلاً به آن اشاره می‌شود. رابطه منفی بین سطح فعالیت اقتصادی کشورهای OECD و شدت انرژی مؤید این نظریه‌است که پس‌از رکود دهه ۷۰، کارآیی انرژی در غرب افزایش یافته است و به عبارتی رابطه فوق دلالت بر آن دارد که توصیه‌های آژانس بین‌المللی انرژی مبنی بر صرفه‌جوئی و افزایش کارآیی از طریق تغییر ساختار تولید و غیره از جمله تولید کالاهای کم انرژی برو ... محقق شده است.

گرچه با افزایش سطح فعالیت‌های اقتصادی (تولید ناخالص داخلی)، میزان مصرف انرژی نیز افزایش می‌یابد و بالعکس که این مطلب در دو الگوی تقاضای انرژی زیر نشان داده شده است.

$$ED_t = 5.01 - 0.09P_t + 0.0006GDP_t - 0.039EX_t + 0.97ED_{t-1} \quad (۲۲)$$

(5.57) (-9.57) (4.45) (-4.24) (21.2)

$R^2 = 0.95$ $\quad \overline{R}^2 = 0.95$

$$LnED_t = 0.39 - 0.08LnP_t + 0.06LnGDP_t - 0.12LnEX_t + 0.98LnED_{t-1} \quad (۲۳)$$

(2.17) (-5.99) (4.14) (-2.45) (26.5)

$R^2 = 0.96$ $\quad \overline{R}^2 = 0.95$

(در توابع تقاضای انرژی فوق رابطه مثبت بین سطح فعالیت اقتصادی کشورهای OECD و مقدار مصرف انرژی تأیید می‌گردد. یعنی رابطه‌ای مستقیم بین میزان مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی وجود دارد)

لکن آنچه از الگوی شدت انرژی (رابطه ۲۲) استنباط می‌شود این است که شتاب افزایش تولید ناخالص داخلی (رشد تولید) بیشتر از شتاب افزایش مصرف انرژی (رشد مصرف انرژی) است و این امر دلالت بر افزایش کارائی می‌نماید.

تغییر در قیمت انرژی در دوره‌های گوناگون اثر متقارن در متغیرهای کلان اقتصادی ندارد. لذا لازم است افزایش قیمت انرژی یا کاهش آن در طول دوره‌های گوناگون از

Archive of SID

www.SID.ir

همدیگر تفکیک شود.

این تأثیرات بر روی شدت انرژی می‌تواند نامتقارن باشد، بدین معنی که تأثیر افزایش قیمت بر شدت انرژی لزوماً با یک کاهش قابل ملاحظه‌ای در قیمت جبران نمی‌گردد.

با تفکیک P_t^* به اجزاء ذیل:

$$P_t^* = P_1+P_{max,t}+ P_{cut,t}+P_{rec,t} \quad (۲۴)$$

تأثیرات مختلف قیمت انرژی بر شدت انرژی در الگوی زیر نشان داده شده است.

$$Ln(EI_t)=\alpha_0 + \alpha_1 PP_{max,t} + \alpha_2 P_{cut,t} + \alpha_3 P_{rec,t} + \alpha_4 Ln(GDP_t)+\alpha_5 Ln(ED_{t-1}) \quad (۲۵)$$

$$Ln(EI_t)=-6.54-0.17PP_{max,t}-0.04P_{cut,t}-0.06P_{rec,t}-0.93Ln(GDP_t)+0.93Ln(ED_{t-1}) \quad (۲۶)$$

(-14.5) (-2.44) (-1.21) (-2.34) (-18.37) (14.23)

D.W = 2.11 $R^2 = 0.99$ $\overline{R}^2 = 0.99$ F = 3338

رابطه فوق نشان می‌دهد که میان قیمت انرژی و شدت انرژی رابطه نامتقارن وجود دارد. ضرایب α_1 ، α_2 و α_3 به ترتیب واکنش شدت انرژی در برابر حداکثر قیمت انرژی، کاهش‌های تراکمی در قیمت انرژی و افزایش‌های تراکمی در قیمت انرژی را اندازه‌گیری می‌کنند. با توجه به ضرایب به دست آمده، فرضیه آماری $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$ رد می‌شود، یعنی تابع شدت انرژی نامتقارن می‌باشد و با عنایت به اینکه درمدل فوق رابطه $|\alpha_1|>|\alpha_3|>|\alpha_2|$برقرار می‌باشد. یعنی داریم: ۰/۱۷>۰/۰۶>۰/۰۴ ، لذا تأثیر افزایش قیمت بر شدت انرژی توسط کاهش قیمت جبران نمی‌گردد و این مطلب مؤید کارائی است. البته α_2 یعنی ضریب کاهش‌های تراکمی در قیمت انرژی در بعضی ازکشورهای OECD به صورت انفرادی مثبت است و در اینجا نیز معنی‌دار نیست و این امر دلالت بر یک امر مهم می‌کند و آن اینکه وقتی قیمت‌ها کاهش می‌یابد گرچه مصرف انرژی افزایش می‌یابد، اما بطور قطعی نمی‌توان نتیجه گرفت که شدت انرژی نیز افزایش می‌یابد، بلکه بستگی به واکنش‌های مصرف انرژی و تولید تواماً دارد یعنی ممکن است گاهی قیمت کاهش یابد اما رشد تولید بیشتر از رشد مصرف انرژی باشد که در این صورت شدت انرژی نه تنها افزایش نمی‌یابد بلکه کاهش می‌یابد و این امر دلالت بر افزایش کارآیی می‌نماید. به

Archive of SID

www.SID.ir

عبارت دیگر از بررسی تأثیر تغییرات قیمت بر تقاضای انرژی طی دوره ۱۹۶۵ تا ۱۹۹۶ و با توجه به تخمین زیر:

$$Ln(ED_t)=0.87-0.14PP_{max,t}-0.09P_{cut,t}-0.12P_{rec,t}-0.15Ln(GDP_t)-0.13Ln \quad (۲۷)$$
(2.04) (-4.24) (-1.94) (-1.94) (-2.66) (-2.31)
$$(EX_{t-1}) + 0.86Ln\,(ED_{t-1})$$
(11)

D.W = 1.94 $R^2 = 0.98$ $\overline{R}^2 = 0.97$ F= 90.25

استنباط می‌شود که رابطه قیمت و تقاضای انرژی نامتقارن است و این رابطه، غیرمستقیم اشاره بر افزایش کارائی می‌نماید اما در الگوی شدت انرژی (رابطه ۲۶) این موضوع یعنی برتری رشد تولید به رشد مصرف انرژی مبرهن‌تر می‌باشد.

همچنین تأثیرات مختلف تولید ناخالص داخلی بر شدت انرژی در الگوی زیر داده شده است.

$$Ln(EI_t)=\beta_0+\beta_1 LnP_t+\beta_2 GDP_{max,t}+\beta_3 GDP_{cut,t}+\beta_4 GDP_{rec,t}+\beta_5 LN(ED_{t-1}) \quad (۲۸)$$

(۲۹)

$$Ln(EI_t) = -6.99-0.11LnP_t - 0.87GDP_{max,t} -0.08GDP_{cut,t}-0.31GDP_{rec,t}+0.91LN(ED_{t-1})$$
(-18.29) (-5.55) (-12.82) (-0.78) (-3.42) (9.93)

D.W = 2.25 $R^2 = 0.99$ $\overline{R}^2 = 0.99$ F = 4601.7

رابطه فوق نیز نشان می‌دهد که بین شدت انرژی و تولید ناخالص داخلی رابطه‌ای نامتقارن وجود دارد. ضرایب β_2، β_3 و β_4 به ترتیب واکنش شدت انرژی در برابر حداکثر تولید ناخالص داخلی، کاهش‌های تراکمی در تولید ناخالص داخلی و افزایش تراکمی در تولید ناخالص داخلی را اندازه‌گیری می‌کنند.

با توجه به ضرایب به دست آمده، فرضیه آماری $H_0: \beta_2 = \beta_3=\beta_4$ رد می‌شود. یعنی تابع شدت انرژی نامتقارن می‌باشد و با عنایت به اینکه در الگوی مزبور رابطه $|\beta_2|>|\beta_4|>|\beta_3|$ برقرارمی‌باشد، لذا تأثیر افزایش درآمد برشدت انرژی توسط کاهش درآمد جبران نمی‌گردد و این مطلب مؤید کارایی است. بدین معنی که گرچه درآمد کاهش‌یافته است اما

Archive of SID

www.SID.ir

افت مصرف انرژی بیشتر بوده ولذا هرواحدGDP با مصرف انرژی کمتری تولید شده است.

البته با بررسی تأثیر تغییرات درآمد طی دوره ۱۹۶۵ تا ۱۹۹۶ از روی مدل شدت انرژی (رابطه ۲۹) و مدل تقاضای انرژی زیر روند افزایش کارآیی و یا کاهش شدت انرژی روشن‌تر می‌گردد.

$$Ln(ED_t)= 3.37 - 0.098Ln(P_t)+0.32GGDP_{max,t}+0.19GDP_{cut,t}+0.22GDP_{rec,t} \quad (۳۰)$$

(5.4) (-5.92) (3.7) (2.33) (6.18)

$$-0.54Ln(EX_t)+0.73Ln(ED_{t-1})$$

(-4.88) (14.9)

$D.W = 2.29 \qquad R^2 = 0.97 \qquad \overline{R}^2 = 0.95 \qquad F = 57.86$

رابطه مثبت بین حداکثر درآمد و تقاضای انرژی در مدل تقاضا دال بر این است که بین آن دو رابطه مستقیمی وجود دارد یعنی هر چه درآمد افزایش می‌یابد، مصرف انرژی نیز زیاد می‌شود. اما رابطه معکوس بین حداکثر درآمد و شدت انرژی در مدل شدت انرژی (رابطه ۲۹) دلالت بر این دارد که گرچه با افزایش درآمد، مصرف انرژی نیز زیاد می‌شود اما رشد تولید ناخالص داخلی بیش از رشد مصرف انرژی بوده است در نتیجه شدت انرژی کاهش یافته است و این به معنی افزایش کارایی و بهره‌وری می‌باشد. رابطه مثبت بین کاهش‌های تراکمی در تولید ناخالص داخلی و تقاضای انرژی بیانگر این است که هر چه درآمد کاهش یابد، مصرف انرژی نیز کاهش می‌یابد و از عدم معنی‌دار بودن ضریب کاهش‌های تراکمی درآمد در الگوی شدت انرژی (رابطه ۲۹) نیز استنباط می‌شودکه با کاهش درآمد نیز شدت انرژی کاهش یافته است و این دلالت بر افزایش کارائی دارد زیرا در واقع افت مصرف انرژی بیشتر از افت تولید ناخالص داخلی بوده است.

این موضوع در الگوی زیر بهتر بیان شده است.

$$Ln(EI_t)=-10.86-0.096LnP_t-0.85GDP_{rise,t}+0.24GDP_{cut,t}+0.8Ln(ED_{t-1}) \quad (۳۱)$$

(-7.85) (-3.94) (-10.06) (+1.87) (6.6)

$D.W = 2.04 \qquad R^2 = 0.99 \qquad \overline{R}^2 = 0.99 \qquad F = 3269$

که در آن:

Archive of SID

www.SID.ir

$$GDP_{rise}=GDP_{max}+GDP_{rec} \quad (۳۲)$$

رابطه مثبت بین کاهش‌های تراکمی در تولید ناخالص داخلی و شدت انرژی حکایت از آن داردکه با کاهش درآمد، شدت انرژی نیزکاهش یافته است بدین معنی که گرچه تولید ناخالص داخلی افت نموده، لکن مصرف انرژی از افت بیشتری برخوردار بوده است و این به معنی افزایش کارائی است.

جمع‌بندی و ملاحظات

در این مقاله ابتدا تأثیرات قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی بر شدت انرژی مورد بررسی قرار گرفت و سپس رابطه تقارن و عدم تقارن متغیرهای مزبور با شدت انرژی از طریق تجزیه قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی آزمون گردید. نتایج حاصله عبارتند از:

۱) بررسی روند تغییرات شدت انرژی در کشورهای OECD حکایت از کاهش شدید آن در این کشورها می‌نماید، بطوری که شدت انرژی در مجموعه کشورهای OECD پس از بحران‌های انرژی طی ۲۰ سال حدود ۳۰٪ تنزل نموده است. این کاهش چشمگیر از یک طرف مرهون افزایش راندمان و کارائی درمصرف انرژی است که به خاطر بهبود و ارتقاء تکنولوژی صورت گرفته است و از طرف دیگر به دلیل اعمال سیاست‌های مناسب مدیریت انرژی است که سبب صرفه‌جویی در مصرف انرژی شده و با اتخاذ سیاست‌های مطلوب قیمت‌گذاری انرژی و توجه به ساختار تولید و وضع قوانین و مقررات توانسته‌اند سبب کاهش مصرف انرژی نسبت به تولید ناخالص داخلی این کشورها گردند.

۲) نه تنها زمانی که قیمت انرژی افزایش یافته، شدت انرژی کاهش یافته است بلکه حتی زمانی که قیمت انرژی کاهش یافته (به رغم افزایش مصرف انرژی) به دلیل تداوم سیاست‌های صرفه جویی و افزایش کارایی در مصرف انرژی، شتاب افزایش تولید بیشتر شده و لذا شدت انرژی نیز کاهش یافته است.

۳) نه تنها زمانی که تولید افزایش یافته، شدت انرژی کاهش یافته است بلکه حتی زمانی که تولید کاهش یافته (گرچه مصرف انرژی نیز کاهش یافته است) چون میزان

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش مصرف انرژی بیشتر از میزان کاهش تولید بوده لذا شدت انرژی نیز کاهش یافته است.

به هر حال کشورهای توسعه یافته طی دهه‌های اخیر نشان داده‌اند که می‌توان شدت انرژی را با قبول تکنیک‌های ماهرانه صرفه‌جویی و افزایش کارائی در مصرف انرژی کاهش داد. اما در کشورهای در حال توسعه، شدت انرژی همچنان بالاست و به دلیل مشکلات ساختاری، علمی و تکنیکی از جمله استفاده از فناوری‌های قدیم و سنتی در این کشورها، امکان صرفه‌جویی انرژی در فرآیندهای مختلف تولید، توزیع و مصرف وجود ندارد و این مسئله باعث رشد روزافزون مصرف انرژی در این گروه کشورها نسبت به کشورهای توسعه یافته گردیده است. اما به هر حال باید از اقدامات مفید کشورهای OECD جهت کاهش شدت انرژی استفاده نمود.

با این ملاحظات و نظر به اینکه اولاً، مصرف انرژی در ایران ٦/٥ برابر استاندارد جهانی است و طی‌سالهای اخیررشد مصرف انرژی با افزایش‌شدیدشاخص‌شدت انرژی همراه بوده به‌طوری که طی ۳۰سال اخیر به‌رغم کاهش ۳۰ درصدی این‌شاخص درکشورهای توسعه یافته درکشور ایران شاخص شدت انرژی ١٦٨ درصد افزایش یافته است. ثانیاً، ناهنجاری قابل توجهی در تخصیص منابع انرژی دیده می‌شود به طوریکه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل در دو دهه اخیر سه برابر شده و بخش‌های خانگی و تجاری نیز به عنوان بخش غیرمولد دراقتصاد، ۳۰ درصد از کل تقاضای نهایی انرژی را در سال ۱۳۸۰ به خود اختصاص داده‌اند و در همین مدت مصرف انرژی در بخش صنعت به ۱۷/۵ درصد رسیده است‌و این‌اختلاف زیادکه‌خود حاکی از نوعی ناهنجاری درتخصیص منابع انرژی می‌باشد، ابجاب می‌نماید که دراین خصوص توجه بیشتری مبذول گردد و لذا پیشنهاد می‌گردد:

الف)هرچه‌سریعترنسبت به‌اتخاذ تصمیمی معقول‌درخصوص‌قیمت‌گذاری ویارانه انرژی اقدام لازم صورت گیرد چرا که یکی از علل مهم رشد غیرمنطقی شاخص شدت انرژی در ایران، استمرار نظام غیر کارآمد قیمت‌گذاری حامل‌های انرژی و پرداخت یارانه است.

ب) تجربه کشورهای صنعتی برای افزایش کارائی انرژی گویای این حقیقت است که برای افزایش کارائی تنها استفاده از ابزار قیمت کافی نیست بلکه باید فرهنگ صرفه‌جویی در انرژی را از طریق برنامه‌های وسیع آموزشی، عزم ملی، ارتقاء آموزش عمومی،

Archive of SID

www.SID.ir

ایجاد حساسیت جهت جلوگیری از اتلاف انرژی در سیستم‌های گرمایش و سرمایش و مصرف عمومی و ... در جامعه ایجاد نمود.

ج) باید به امر مهم سرمایه‌گذاری در بخش آموزش، تحقیقات بنیادی و پژوهش‌های کاربردی توجه جدی نمایند تا از این رهگذر بتوانند راههای افزایش کارایی را ارتقاء داده و بتوانند در ساختار تولید تحول ایجاد نمایند. چرا که کارائی مصرف انرژی و ساختار تولید مهمترین عواملی هستند که شدت انرژی را تحت تأثیر جدی قرار می‌دهند.

پیوست شماره ۱ - تجزیه لگاریتم قیمت

year	P_t^*	P_1	$P_{max,t}$	$P_{cut,t}$	$p_{rec,t}$
1965	2.171337	2.171337	0.000000	0.000000	0.000000
1966	2.143589	2.171337	0.000000	-0.027748	0.000000
1967	2.115050	2.171337	0.000000	-0.056287	0.000000
1968	2.073172	2.171337	0.000000	-0.098165	0.000000
1969	2.021548	2.171337	0.000000	-0.149789	0.000000
1970	1.964311	2.171337	0.000000	-0.207026	0.000000
1971	2.140066	2.171337	0.000000	-0.207026	0.175755
1972	2.209373	2.171337	0.038035	-0.207026	0.207026
1973	2.252344	2.171337	0.081007	-0.207026	0.207026
1974	3.520165	2.171337	1.348828	-0.207026	0.207026
1975	3.397189	2.171337	1.348828	-0.330002	0.207026
1976	3.436565	2.171337	1.348828	-0.330002	0.246402
1977	3.448081	2.171337	1.348828	-0.330002	0.257918
1978	3.397524	2.171337	1.348828	-0.380559	0.257918
1979	3.500741	2.171337	1.348828	-0.380559	0.361135
1980	3.914620	2.171337	1.746867	-0.380559	0.380559
1981	3.989169	2.171337	1.817832	-0.380559	0.380559
1982	3.990649	2.171337	1. 819313	-0.380559	0.380559
1983	3.882594	2.171337	1. 819313	-0.488615	0.380559
1984	3.757939	2.171337	1.819313	-0.613270	0.380559
1985	3.706228	2.171337	1.819313	-0.664981	0.380559
1986	3.001714	2.171337	1.819313	-1.369495	0.380559
1987	3.224460	2.171337	1.819313	-1.369495	0.603305
1988	2.965788	2.171337	1.819313	-1.628167	0.603305
1989	3.110845	2.171337	1.819313	-1.628197	0.748362
1990	3.332919	2.171337	1.819313	-1.628167	0.970435
1991	3.119276	2.171337	1.819313	-1.841809	0.970435
1992	3.054944	2.171337	1.819313	-1.906141	0.970435
1993	2.899221	2.171337	1.819313	-2.061864	0.970435
1994	2.807594	2.171337	1.819313	-2.153491	0.970435
1995	2.843746	2.171337	1.819313	-2.153491	1.006587
1996	2.999724	2.171337	1.819313	-2.153491	1.162565

مأخذ: محاسبات پژوهشگران

Archive of SID

www.SID.ir

پیوست شماره ۲ - تجزیه لگاریتم تولید ناخالص داخلی

year	GDP_t^*	GDP_1	$GDP_{max,t}$	$GGDP_{max,t}$	$GDP_{cut,t}$	$GDP_{rec,t}$
1965	10.27157	10.27157	0.000000	10.27157	0.000000	0.000000
1966	10.29291	10.27157	0.021347	10.29291	0.000000	0.000000
1967	10.30060	10.27157	0.029035	10.30060	0.000000	0.000000
1968	10.26253	10.27157	0.029035	10.30060	-0.038071	0.000000
1969	10.26076	10.27157	0.029035	10.30061	-0.039840	0.000000
1970	10.26311	10.27157	0.029035	10.30061	-0.039840	0.002349
1971	10.26741	10.27157	0.029035	10.30061	-0.039840	0.006643
1972	10.32560	10.27157	0.054031	10.32560	-0.039840	0.039840
1973	10.38897	10.27157	0.117400	10.38897	-0.039840	0.039840
1974	10.30003	10.27157	0.117400	10.38897	-0.128776	0.039840
1975	10.22431	10.27157	0.117400	10.38897	-0.204492	0.039840
1976	10.11923	10.27157	0.117400	10.38897	-0.309575	0.039840
1977	10.07924	10.27157	0.117400	10.38897	-0.349565	0.039840
1978	10.11486	10.27157	0.117400	10.38897	-0.349565	0.075462
1979	10.11230	10.27157	0.117400	10.38897	-0.352133	0.075462
1980	10.04714	10.27157	0.117400	10.38897	-0.417284	0.075462
1981	9.854123	10.27157	0.117400	10.38897	-0.610306	0.075462
1982	9.706910	10.27157	0.117400	10.38897	-0.757519	0.075462
1983	9.635678	10.27157	0.117400	10.38897	-0.828751	0.075462
1984	9.584960	10.27157	0.117400	10.38897	-0.879469	0.075462
1985	9.563231	10.27157	0.117400	10.38897	-0.901198	0.075462
1986	9.723023	10.27157	0.117400	10.38897	-0.901198	0. 235254
1987	9.827181	10.27157	0.117400	10.38897	-0.901198	0.339412
1988	9.883852	10.27157	0.117400	10.38897	-0.901198	0.396082
1989	9.849532	10.27157	0.117400	10.38897	-0.935517	0.396082
1990	9.923426	10.27157	0.117400	10.38897	-0.935517	0.469976
1991	9.753822	10.27157	0.117400	10.38897	-1.105122	0.469976
1992	9.955630	10.27157	0.117400	10.38897	-1.105122	0.671765
1993	9.915028	10.27157	0.117400	10.38897	-1.145704	0.671765
1994	9.948474	10.27157	0.117400	10.38897	-1.145704	0.705211
1995	10.00925	10.27157	0.117400	10.38897	-1.145704	0.765991
1996	9.979557	10.27157	0.117400	10.38897	-1.175402	0.765991

مأخذ: محاسبات پژوهشگران

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. آخانی، زهرا (۱۳۷۸)؛ "شدت انرژی در کشور و استان مرکزی با تاکید بر صنایع بزرگ"، **مجله برنامه و بودجه**، شماره ۳۷.

۲. احمدیان، مجید (۱۳۷۸)؛ **اقتصاد نظری و کاربردی نفت**، تهران، دانشگاه تربیت مدرس.

۳. همتی، عبدالناصر (۱۳۷٤)؛ **اقتصاد نفت**، تهران، انتشارات سروش.

4. Adams, C.P.R. Fenton and F. Larsen (Aug 1987); "Potential output in Advanced Industrial Countries", **IMF Staff Papers,** pp 123-132.
5. Berndt, E.R., and D.O.Wood (1975); "Technology, Prices, and The Derived Demand For Energy", **The Review of Economics and Statistics,** 57 (August), pp. 259-268.
6. Bockris, J.O'M. (1980); **Energy Option: Real Economies and the Solar-Hydrogen System,** New York: Halsted Press.
7. Cleveland, C.J., R. Costanza, C.A.S. Hall, and R. Kaufman (1984); "Energy and the U.S. Economy: A Biophysical Perspective", **Science,** 225, pp. 890-897.
8. Cook, E. (1971); "The Flow of Energy in an Industrial Society", **Scientific American**, 225, 3 (September).
9. Darby, Michael (1982); "The Price of Oil and World Inflation and Recession", **American Economic Review,** 69 (5), pp. 738-746.
10. Darmstadter, J., J. Dunkerley and J. Alterman (1977); **How Industrial Societies Use Energy,** Baltimore: John Hopkins University press for Resources for the Future.
11. Desai, Dinish (1986), "Energy-GDP Relationship and Capital Intensity in LDCs", **Energy Economics,** 8 (1), pp. 113-117.
12. Dunkerley, J., J. Alterman and J. J. Schans, Jr. (1980); **Trends in Energy Use in Industrial Societies**, Palo Alto: Electric power Research Institute.
13. Dunkerlry, Joy, and Michael Gohtlieb (1987); "The Structure of Energy Demand and Energy Conservation", **The Energy Journal,** 2 (2), pp. 168-182.

Archive of SID

www.SID.ir

14. Gately, Dermot and Hillard G. Huntington (2002); "The Asymmetric Effects of Changes in price and Income on Energy and Oil Demand", **The Energy Journal,** Vol. 23, No.1, pp. 19-55.
15. Griffin, James . M, and Paul. R. Gregory (1979); "An Intercountry Tran slog Model of Energy Substitution Responses", **American Economic Review,** 66 (5), pp. 845-857.
16. Griffin, James.M, and H.R Steele (1986); **Energy Economics and Policy**, Chapter 1, pp.15-25 & Chapter 7, p. 252.
17. Hudson, E, and Jorgenson, D.W (1974); "U S Energy policy and Economic Growth", **The Bell Journal of Economic and Management Science,** 5, p. 154.
18. Johnston, J. (1984); **Econometric Methods**, third edition, New York: McGraw-Hill Co.
19. Jorgenson, D.W (1988); "Oil Prices, Productivity and Economic Growth", **Harvard Center for Energy and Environmental Studies,** Cambridge: Harvard University Press, p. 214.
20. Joyce Dargay and Dermot Gately (1995); The Imperfect price Reversibility of Non-transport Oil Demand in the OECD", **Energy Economics,** Vol. 17, No.1, pp. 59-71.
21. Judson, Ruth. A, Richard Schmalensee, and Thomas. M Stoker (1999); "Economic Development and the Structure of the Demand for Commercial Energy", **The Energy Journal,** Vol. 20, No. 2, pp. 29-57.
22. Kazi, U.A (July 1989); "An Exploratory Stochastic Framework to Analyse the Relationship Between Macro Oil Price and Economic Development", **Energy Economics,** 11 (3), pp. 228-238.
23. Moroney, J.R (1989); "Output and Energy: An International Analysis", **The Energy Journal,** Vol. 10, No. 3, pp. 1-17.
24. Moroney, J.R, Terry G. Seaks, and Donna P. Vines (1990); "Estimating the International GNP-Energy Relation: A Further Note", **The Energy Journal,** Vol. 11, No.1, pp. 167-174.
25. Pindyck, Robert. S (1979); Interfuel Substitution and Industrial Demand for Energy: An International Comparison", **The Review of Economics and Statistics,** Vol. 61, pp. 169-179.

Archive of SID

www.SID.ir

26. _____ (1979); "The Structure of world Energy Demand", **MIT Press**, pp. 256-275.
27. Reinhard Haas, Lee Schipper (1998); "Residential Energy Demand in OECD-Countries and The Role of Irreversible Efficiency Improvements", **Energy Economics,** 20 (4), pp. 421-442.
28. Schmalensee, Richard, Thomas M. Stoker, and Ruth A. Judson (1998); "World Carbon Dioxide Emissions: 1950-2050", **Review of Economics and Statistics,** 80 (1), February, pp. 15-27.
29. Shrestha, Ram. M (2000); "Estimation of International Output- Energy Relation: Effects of Alternative Output Measures", **Energy Economics,** 22 (3), pp. 297-308.
30. Theriult, Louis and Ram Sahi (1997); "Energy Intensity in the Manufacturing Sector: Canadian and International Perspective", **Energy Policy,** Vol. 25, No. 7-9, pp. 773-779.
31. Timothy, J. Considine (1989); "Separability, Functional Form and Regulatory Policy in Models of Interfuel Substitution", **Energy Economics,** 11 (1), pp. 82-93.

Archive of SID

www.SID.ir