فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی/ سال دهم / شماره‌ی ۳۹/ زمستان ۱۳۹۲/ صفحات ۱۷۰- ۱۵۵

تحلیل جانشینی بین سوخت‌ها در بخش صنعت کشور با استفاده از مدل لاجیت خطی

داوود منظور

دانشیار دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه امام صادق manzoor@isu.ac.ir

لیلی نیاکان*

دانشجوی دکتری دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه تهران leili.niakan@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۸/۱۱

چکیده

تحلیل جانشینی بین حامل‌های انرژی یکی از موضوعات مهم در اقتصاد و سیاست‌گذاری انرژی است. جانشینی در بین حامل‌های انرژی می‌تواند تغییرات اساسی در تراز انرژی و در ترکیب عرضه‌ی انرژی ایجاد کند. جانشینی بین سوخت‌ها بیش‌تر در اثر تغییر در قیمت‌های نسبی ایجاد می‌شود. اطلاعات مربوط به امکان جانشینی بین سوخت‌ها در ارزیابی اثرات سیاست‌های دولت به‌ویژه سیاست قیمت‌گذاری انرژی بسیارمؤثر است. در این میان، تقاضای انرژی بخش صنعت از ظرفیت بالایی برای جانشینی بین سوخت‌ها برخوردار می‌باشد. در این مطالعه به تحلیل جانشینی بین حامل‌های مختلف انرژی در بخش صنعت ایران در طول دوره‌ی ۸۸-۱۳۶۷ با استفاده از مدل لاجیت خطی پرداخته می‌شود. تابع لجستیک با وارد کردن مقادیر باوقفه، به‌خوبی مکانیزم تعدیل پویا را نشان می‌دهد. برآورد مدل لاجیت خطی پویا نشان می‌دهد که تقاضای گاز در بخش صنعت با کشش خودقیمتی ۱/۲۵- نسبت به تغییرات قیمت آن پرکشش می‌باشد. در مقابل، تقاضای برق از کشش‌پذیری پایینی (۰/۲۵-) برخوردار است و تقاضای فرآورده‌های نفتی تقریباً بی‌کشش (۰/۰۰۸-) می‌باشد. فرآورده‌های نفتی و برق مکمل یکدیگر و فرآورده‌های نفتی و گاز جانشین یکدیگر هستند. کشش جانشینی جزئی آلن بین فرآورده‌های نفتی و برق و فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی به‌ترتیب ۰/۷۷۵- و ۱/۰۹۶ می‌باشد. افزون بر این، گاز و برق با کشش جانشینی آلن ۰/۳۹۵، جانشین‌های متوسطی برای یکدیگر محسوب می‌شوند.

طبقه‌بندی JEL: C13, C01L16, Q42,O13

کلید واژه: کشش جانشینی، تابع لجستیک، کشش جانشینی جزئی آلن، مدل لاجیت خطی، مکانیزم تعدیل پویا.

---

*- نویسنده‌ی مسئول

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

تحلیل جانشینی بین منابع انرژی یکی از موضوعات مهم در اقتصاد و سیاست انرژی است. میزان جانشینی در تقاضای انرژی می‌تواند تغییرات اساسی در تراز انرژی و عرضه‌ی آن ایجاد کند. مثال آشکار این بحث، جانشینی نفت برای گاز طبیعی است که در طول چند دهه‌ی گذشته در بسیاری از کشورها در بخش تولید برق، صنعت و خانوار به‌وقوع پیوسته است. جانشینی بین سوخت‌ها بیش‌تر از طریق تغییر در قیمت‌های نسبی سوخت ایجاد می‌شود که این امر منجر به تغییر در میزان استفاده از هر سوخت می‌شود. هم‌چنین، عوامل دیگری نظیر سیاست انرژی، محدودیت‌های سیاسی و صنعتی، پیدایش فن‌آوری‌ها و فرآیندهای جدید تولید، تغییر در ترکیب فعالیت‌های اقتصادی و ویژگی‌های خاص هر کشور نیز می‌توانند چنین جانشینی را به‌وجود آورند. اطلاعات مربوط به امکان جانشینی بین سوخت‌ها در ارزیابی اثرات سیاست‌های قیمت‌گذاری سوخت توسط دولت مؤثر است. تصمیم‌گیران همواره علاقه‌مند هستند که از اثرات بالقوه‌ی گزینه‌های سیاستی خود مطلع شوند. بسیاری از سیاست‌های انرژی از طریق تغییر قیمت‌های سوخت به‌طور مستقیم مصرف سوخت را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این میان، تقاضای انرژی بخش صنعت از ظرفیت بالایی برای جانشینی بین سوخت‌ها برخوردار است.

طی دهه‌ی ۱۹۷۰، افزایش شدید قیمت نفت و اعمال سیاست‌های جدید انرژی منجر به جایگزینی بین سوخت‌ها از نفت به سایر منابع انرژی در کشورهای صنعتی شده است. آخرین برآوردها از جانشینی بین منابع مختلف انرژی نشانگر ارتباط فزاینده بین این جانشینی و مقررات زیست‌محیطی می‌باشد؛ زیرا مصرف انواع مختلف انرژی با سطوح مختلف انتشار دی‌اکسید کربن و دی‌اکسید گوگرد و سایر آلاینده‌ها همراه است (پاتریشیا رنو و میسانت[1]، ۲۰۰۷). اگر منابع مختلف انرژی، جانشین‌های نزدیکی برای یکدیگر باشند، با تغییر الگوی مصرف منابع انرژی می‌توان انتشار دی‌اکسید کربن و دی‌اکسید گوگرد از صنعت را کاهش داد. به‌عنوان مثال می‌توان به مالیات‌های جدید اعمال شده بر انتشار دی‌اکسید کربن در اروپا و مالیات بی-تی-یو در آمریکا اشاره کرد که هدف آن‌ها تشویق مصرف‌کنندگان نهایی برای انتقال از مصرف ذغال‌سنگ و فرآورده‌های نفتی به سوخت‌های پاک‌تر نظیر گاز طبیعی و تشویق تولیدکنندگان برق به احداث نیروگاه‌های برق‌آبی و هسته‌ای می‌باشد.

1- Patricia Renou-Maissant

Archive of SID

www.SID.ir

در این مطالعه به تحلیل جانشینی بین حامل‌های مختلف انرژی در بخش صنعت ایران در طول دوره‌ی ۸۸-۱۳۶۷ با استفاده از مدل لاجیت خطی پرداخته می‌شود. مقاله‌ی حاضر به چند بخش تقسیم می‌شود: پس از مقدمه، بخش دوم به مروری بر ادبیات موضوع می‌پردازد. در بخش سوم، داده‌های مورد استفاده برای تخمین مدل توصیف می‌شود. در بخش چهارم، نتایج تجربی تحقیق ارئه و در قسمت پایانی به نتیجه‌گیری و بیان توصیه‌های سیاستی پرداخته می‌شود.

۲- مروری بر ادبیات موضوع

برای بررسی امکان جانشینی بین سوخت‌ها به‌دنبال تغییر قیمت‌های نسبی، باید کشش‌های خودقیمتی و کشش‌های قیمتی متقاطع بین سوخت‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد. هر چند در کشور ایران سیاست دولت حمایت از توسعه‌ی گاز طبیعی و گازرسانی بوده است، ولی سئوال این تحقیق آن است که در طرف تقاضای انرژی صنعت، جایگزینی بین انواع سوخت‌ها با توجه به مشاهدات تاریخی و نتایج مدل‌سازیِ انجام شده چگونه بوده است؟

در این مقاله برای برآورد این کشش‌ها ابتدا توابع سهم هزینه‌ی انواع سوخت که به‌صورت مدل لاجیت خطی توصیف می‌شوند، برآورد شده و سپس به کمک آن‌ها کشش‌ها محاسبه می‌شوند. اگر چه مدل‌های لاجیت خطی بیش‌تر در مسایل انتخاب گسسته نظیر انتخاب شیوه‌های حمل و نقل به‌کار می‌روند، اما می‌توان از آن‌ها در برخی حوزه‌های تجربی نیز استفاده کرد. یک مدل لاجیت چند متغیره[1] بیش‌تر در مسایل انتخاب گسسته برای مدل‌سازی احتمال انتخاب گزینه‌های مختلف به‌عنوان متغیر وابسته به‌کار می‌رود و بدین ترتیب اطمینان حاصل می‌شود که احتمالات غیر منفی بوده و مجموع آن‌ها برابر با واحد است. سهم‌های هزینه‌ای نهاده‌ها نیز هم‌چون احتمالات می‌بایست غیر منفی و مجموع آن‌ها یک باشد، از این‌رو استفاده از یک فرم لاجیت برای توضیح سهم‌های هزینه منطقی به‌نظر می‌رسد (ژورنر و جنسن، ۲۰۰۲؛ اورگا و والترس، ۲۰۰۳؛ برانلاند و لانگرن، ۲۰۰۴)[2].

1- Multinomial Logit Model
2- Bjorner& Jensen, Urga& Walters, Brannlund& Lundgren

Archive of SID

www.SID.ir

برای رسیدن به یک الگوی خطی برای تقاضای نهاده‌ها، سهم‌های هزینه برای هر یک از n نهاده به‌صورت زیر توصیف می‌شود:

$$S_i = \frac{\exp(f_i)}{\sum_{j=1}^{n}\exp(f_j)} \quad , \ i=1,..,n \qquad (۱)$$

که در آن، تابع f به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$f_i = \eta_i + \sum_{j=1}^{n} c_{ij}\mathrm{Ln}P_j + \varepsilon_i \quad , \ i=1,..,n \qquad (۲)$$

در این تابع، η_i و c_{ij} پارامترهای ناشناخته و ε_i جزء خطای تصادفی می‌باشد. با توجه به شکل نمایی تابع لجستیک می‌توان تضمین کرد که سهم‌های هزینه‌ی پیش‌بینی شده براساس این مدل همگی مثبت بوده و مجموع آنها برابر با واحد است. شروط لازم نظریه‌ی نئوکلاسیک تقاضا را می‌توان با اعمال محدودیت‌هایی بر پارامترهای رابطه‌ی (۲) برقرار کرد (کانسیدین و مونت، ۱۹۸۴).

شرط همگن از درجه‌ی صفر بودن توابع تقاضای نهاده‌ها نسبت به قیمت‌ها را با محدودیت‌های زیر می‌توان تضمین کرد:

$$\sum_{j=1}^{n} c_{ij} = d \qquad \forall i \qquad (۳)$$

که در آن، d یک رقم ثابت دلخواه است که می‌تواند صفر باشد. شروط تقارن نیز با اعمال قیود زیر برقرار می‌شوند:

$$c_{ij}^{*} = c_{ji}^{*} \qquad \forall i \neq j \qquad (۴)$$

$$c_{ij}^{*} = {c_{ij}}\Big/{S_j^{*}} \qquad \forall i \neq j \qquad (۵)$$

که در آن، S_j^{*} سهم‌های هزینه‌ی ویژه‌ای هستند که برقراری ویژگی تقارن را تضمین می‌کنند.

کانسیدین و مونت[1] (۱۹۸۴)، برای اطمینان از شرط تقارن موضعی، به‌جای مجموعه سهم‌های هزینه‌ی ویژه از میانگین‌های نمونه استفاده کرده‌اند که در طول زمان ثابت می‌باشند. تقارن فراگیر در صورتی برقرار می‌شود که از سهم‌های پیش‌بینی شده در تخمین استفاده شود (کانسیدین، ۱۹۹۰). بدین ترتیب، برای اعمال شرط تقارن فراگیر می‌بایست از یک روش تخمین دو مرحله‌ای که در ادامه توضیح داده خواهد شد، برای برآورد پارامترها استفاده کرد.

1- Considine & Mount

Archive of SID

www.SID.ir

چنان‌چه شرط همگنی (۳) با توجه به بازتعریف پارامترها در رابطه‌ی (۵) بازنویسی و شرط همگنی جدید همراه با شرط تقارن (۴) در معادلات (۱) و (۲) جایگزین شود، معادلات سهم هزینه به‌صورت زیر به‌دست خواهد آمد:

$$\mathrm{Ln}\left({}^{S_i}/_{S_n}\right)=(\eta_i-\eta_n)+\sum_{k=1}^{i-1}\left(c_{ki}^{*}-c_{kn}^{*}\right)S_k^{*}\mathrm{Ln}\left({}^{P_k}/_{P_n}\right)- \qquad (۶)$$
$$\left(\sum_{k=1}^{i-1}S_k^{*}c_{ik}^{*}+\sum_{k=i+1}^{n}S_k^{*}c_{ik}^{*}+S_i^{*}c_{in}^{*}\right)\mathrm{Ln}\left({}^{P_i}/_{P_n}\right)+$$
$$\sum_{k=i+1}^{n-1}\left(c_{ik}^{*}-c_{kn}^{*}\right)S_k^{*}\mathrm{Ln}\left({}^{P_k}/_{P_n}\right)+(\varepsilon_i-\varepsilon_n)$$

$$S_i^{*}=\frac{\exp\left(f_i-f_n\right)^{p}}{\sum_{j=1}^{n-1}\left(\exp\left(f_i-f_n\right)^{p}+1\right)} \qquad (۷)$$

که با توجه به رابطه‌ی (۱)، $(f_i-f_n)^p$ همان لگاریتم نسبت‌های سهم هزینه است که توسط معادله‌ی (۶) پیش‌بینی می‌شود. فرض می‌شود $(\varepsilon_i-\varepsilon_n)$ اختلالات تصادفی با توزیع نرمال باشد. در حالت دو نهاده‌ای، مدل لاجیت خطی به یک تابع تقاضای نهاده از نوع کشش جانشینی ثابت (CES) تقلیل می‌یابد (کریستف و فیترستون[1]، ۲۰۰۷). کشش‌های قیمتی از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شوند:

$$\epsilon_{ij}=\left(c_{ij}^{*}+1\right)S_j^{*}\quad i\neq j \qquad (۸)$$

$$\epsilon_{ii}=(c_{ii}^{*}+1)S_i^{*}-1=-\left(\sum_{k=1}^{i-1}S_k^{*}c_{ik}^{*}+\sum_{k=i+1}^{n}S_k^{*}c_{ik}^{*}\right)+S_i^{*}-1 \qquad (۹)$$

برای وارد کردن اثرات پویا در مدل می‌توان مقادیر تأخیری (و نه سهم‌های تأخیری) را در رابطه‌ی (۲) وارد کرد (کانسیدین و مونت، ۱۹۸۴):

$$f_{it}=\eta_i+\sum_{j=1}^{n}c_{ij}\mathrm{Ln}P_{jt}+\lambda\mathrm{Ln}Q_{it-1}+\varepsilon_{it} \qquad (۱۰)$$

با این فرآیند تعدیل می‌توان اطمینان حاصل کرد که کشش‌های بلندمدت هیچ‌گاه کم‌تر از کشش‌های کوتاه‌مدت نخواهد بود و برآورد مستقیمی از نرخ تعدیل تقاضا نسبت به تغییرات قیمت به‌دست می‌آید. فرم پویای مدل لاجیت خطی به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$\mathrm{Ln}\left({}^{S_{it}}/_{S_{nt}}\right)=(\eta_i-\eta_n)+\sum_{k=1}^{i-1}\left(c_{ki}^{*}-c_{kn}^{*}\right)S_{kt}^{*}\mathrm{Ln}\left({}^{P_{kt}}/_{P_{nt}}\right)$$

1- Cheristev & Fitherstone

Archive of SID

www.SID.ir

$$-\left(\sum_{k=1}^{i-1} S_{kt}^{*} c_{ik}^{*} + \sum_{k=i+1}^{n} S_{kt}^{*} c_{ik}^{*} + S_{it}^{*} c_{in}^{*}\right) \mathrm{Ln}\left({}^{P_{it}}/_{P_{nt}}\right) +$$

$$\sum_{k=i+1}^{n-1} (c_{ik}^{*} - c_{kn}^{*}) S_{kt}^{*} \mathrm{Ln}({}^{P_{kt}}/_{P_{nt}}) + \lambda \mathrm{Ln}({}^{Q_i}/_{Q_n})_{t-1} + (\varepsilon_i - \varepsilon_n) \qquad (۱۱)$$

که مشابه توصیف مدل در حالت ایستا، رابطه‌ی (۶)، می‌باشد، با این تفاوت که در آن از نسبت تأخیری مقادیر استفاده می‌شود و ضریب λ نرخ تعدیل پویا را اندازه‌گیری می‌کند.

کشش‌های قیمتی بلندمدت نیز از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$\epsilon_{ij}^{LR} = {}^{\epsilon_{ij}}/_{(1-\lambda)} \qquad \forall i, j \qquad (۱۲)$$

بدین ترتیب، شروط لازم برای تقارن و همگنی قبل از تخمین در مدل اعمال می‌شود. به‌هر حال، شرط تقعر که شرط کافی برای حداقل‌سازی هزینه می‌باشد، به‌طور پیشین در مدل اعمال نمی‌شود، بلکه پس از تخمین مدل، در هر نقطه از نمونه و در میانگین نمونه آزمون خواهد شد (رنو و میسانت، ۲۰۰۷). شرط تقعر مستلزم آن است که ماتریس مشتقات دوم تابع هزینه نسبت به قیمت‌ها، شبه معین منفی باشد. کانسیدین (۱۹۹۰)، نشان داده است که این امر به‌نوبه‌ی خود مستلزم آن است که تمامی مقادیر ویژه‌ی[1] ماتریس کوچک‌تر یا مساوی با صفر بوده و یا این‌که ماینورهای اصلی ماتریس متناوباً تغییر علامت دهند، با این ملاحظه که علامت اولین ماینور اصلی منفی خواهد بود.

۳- داده‌های بخش صنعت

در این مطالعه برای تحلیل جانشینی بین سوخت‌ها در بخش صنعت کشور در فاصله‌ی سال‌های ۸۸-۱۳۶۷ از مدل لاجیت خطی استفاده می‌شود. در تخمین مدل لاجیت تنها به داده‌های مصرف انرژی و قیمت انرژی نیاز است. داده‌های به‌کار رفته در این مطالعه، داده‌های سالانه از کل مصرف سوخت در بخش صنعت می‌باشد. سوخت‌هایی نظیر ذغال کک‌شو یا روغن که در بخش صنعت برای کاربردهای غیرانرژی مورد استفاده قرار می‌گیرند، جانشین‌های قابل دسترس اندکی دارند. جونز[2] (۱۹۹۵) ،

1- Eigen Value
2- Jones

Archive of SID

www.SID.ir

نشان داده است که در نظر گرفتن این‌گونه سوخت‌ها در کل مصرف انرژی منجر به کم‌تر برآورد شدن کشش‌های قیمتی می‌شود. از این رو، در این مطالعه از آمار این‌گونه سوخت‌ها صرف‌نظر شده است.

در مجموع، چهار سوخت اصلی مورد توجه قرار می‌گیرد: ذغال‌سنگ کنسانتره، نفت (فرآورده‌های نفتی شامل بنزین، نفت سفید، نفت کوره، نفت گاز و گاز مایع که به‌عنوان انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرند)، برق و گاز طبیعی.

داده‌های مقدار سوخت مصرفی سالانه‌ی بخش صنعت از ترازنامه‌ی انرژی کشور جمع‌آوری شده است. تمامی مقادیر سوخت مصرفی با واحد کیلوتن معادل نفت خام (ktoe) اندازه‌گیری شده است. قیمت‌های سوخت، بر مبنای برابری ارزش حرارتی نیز از ترازنامه‌ی انرژی جمع‌آوری و تعدیل و بر حسب پول رایج کشور (ریال) بیان شده‌اند.

جدول (۱) و شکل (۱) سهم مصرفی سوخت‌ها در تقاضای انرژی بخش صنعت طی سال‌های ۸۸-۱۳۶۷ را نشان می‌دهند. ملاحظه می‌شود که در این دوره از سهم مصرف نفت (فرآورده‌های نفتی) کاسته شده و تقاضای گاز افزایش یافته است. هم‌چنین، تقاضای برق با اندک نوسان، روند به نسبت یکنواختی را طی کرده است. تقاضای ذغال‌سنگ نه تنها در سطح پایینی باقی مانده، بلکه کاهش یافته است. به‌نظر می‌رسد جانشینی بین گاز و فرآورده‌های نفتی با سرعت یکنواختی طی زمان رخ داده باشد.

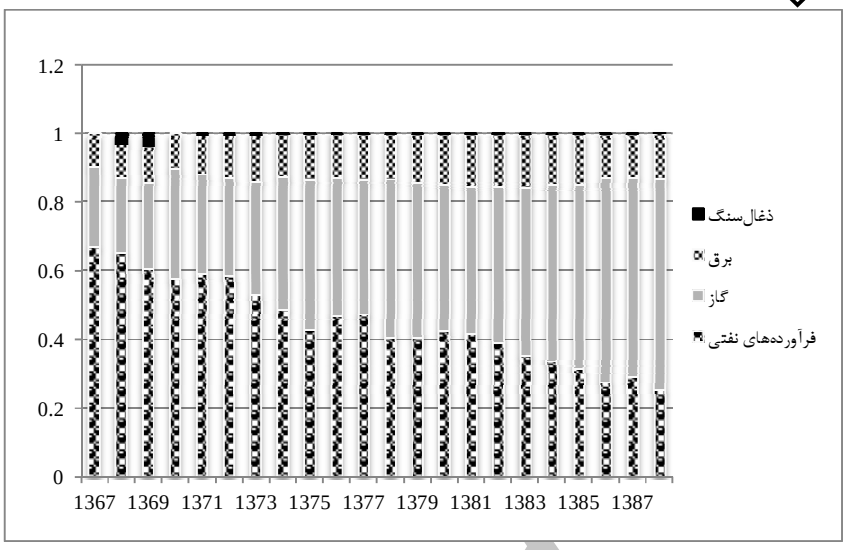
جدول ۱- سهم مصرفی سوخت‌ها در بخش صنعت کشور

	۱۳۶۷	۱۳۸۸	میانگین دوره
فرآورده‌های نفتی	۰/۶۲۶	۰/۲۵۱	۰/۴۳۳
برق	۰/۱۱۲	۰/۱۳۱	۰/۱۳۶
گاز	۰/۲۶۲	۰/۶۱۷	۰/۴۲۶
ذغال‌سنگ	۰/۰	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۵۲

منبع: ترازنامه‌ی انرژی سال ۱۳۸۸- وزارت نیرو

Archive of SID

www.SID.ir



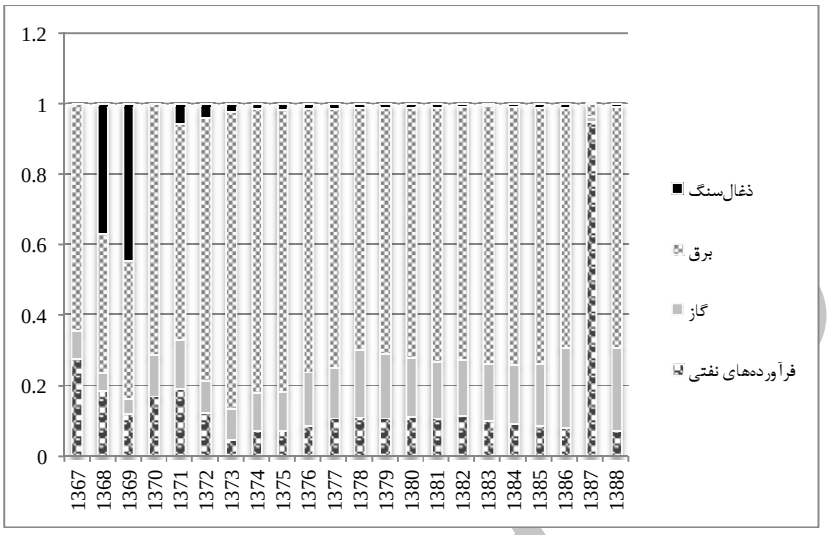
منبع: ترازنامه‌ی انرژی سال ۱۳۸۸- وزارت نیرو

شکل ۱- سهم مصرفی سوخت‌ها در بخش صنعت کشور (۸۸-۱۳۶۷)

شکل (۲)، تغییرات سهم مخارج سوخت در بخش صنعت کشور طی سال‌های ۸۸-۱۳۶۷ را نشان می‌دهد. سهم‌های هزینه‌ای سوخت‌ها (نفت، برق، گاز و ذغال‌سنگ) تحت تأثیر ارزش تعیین شده برای آنها قرار دارد. سهم ذغال‌سنگ در مخارج سوخت بخش صنعت بسیار اندک بوده است و به‌استثنای سال ۱۳۸۷، در بقیه‌ی سال‌ها بخش عمده‌ی مخارج سوخت صنعت را مخارج برق تشکیل می‌دهد. سهم مخارج گاز نیز به‌آرامی افزایش یافته است. در بیان علت افزایش ناگهانی در هزینه‌ی فرآورده‌های نفتی در سال ۱۳۸۷ باید گفت که در این سال، مصرف فرآورده‌ها نسبت به سال قبل از آن ۲/۹ درصد رشد یافته، که بیش‌تر آن ناشی از رشد ۷/۵ درصدی مصرف نفت کوره و رشد ۴/۱ درصدی مصرف بنزین در بخش صنعت می‌باشد. افزون بر این، در سال ۱۳۸۸، به‌دلیل کاهش ۵ درصدی متوسط قیمت فروش برق، بر میزان مصرف برق در تمامی بخش‌ها افزوده شده و از میزان مصرف فرآورده‌ها کاسته شده است که این امر در مجموع افزایش سهم مخارج برق را سبب شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



منبع: محاسبات تحقیق بر اساس اطلاعات ترازنامه‌ی انرژی سال ۱۳۸۸- وزارت نیرو

شکل ۲- تغییرات سهم مخارج سوخت‌ها در بخش صنعت کشور (۸۸-۱۳۶۷)

۴- نتایج تجربی

مدل لاجیت پیشنهادی از سه معادله‌ی رگرسیونی تشکیل می‌شود و این احتمال وجود دارد که بین خطاهای این معادلات همبستگی وجود داشته باشد، بنابراین لازم است از روش‌های تخمین معادلات هم‌زمان استفاده شود؛ زیرا تخمین هم‌زمان[1] تنها راه اعمال محدودیت‌های بین معادله‌ای بر روی پارامترها می‌باشد.

معمولاً از یک تخمین‌زننده تکراری زلنر[2] (۱۹۶۳) برای تخمین پارامترهای رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتبط[3] استفاده می‌شود. برنت و ساوین[4] (۱۹۷۵) ، نشان داده‌اند که وقتی متغیرهای برون‌زا در همه‌ی معادلات یکسان باشند، تخمین پارامترها نسبت به معادله‌ای که از سیستم معادلات کنار گذاشته می‌شود، حساس نخواهد بود، مشروط بر آن که ماتریس واریانس-کوواریانس خطاها با استفاده از تخمین هر یک از معادلات به‌صورت پیاپی و به روش حداقل مربعات معمولی برآوردشود. هم‌چنین با تکرار

1- Joint Estimation
2- Zellner
3- Seemingly Unrelated Regression (SUR)
4- Berndt & Savin

Archive of SID

www.SID.ir

برآورد ماتریس واریانس-کوواریانس خطاها، این تخمین‌زننده به تخمین‌زننده‌ی حداکثر راستنمایی[1] میل می‌کند.

در صورت استفاده از تخمین‌زننده‌ی تکراری زلنر در مدل لاجیت، تخمین پارامترها به انتخاب نهاده‌ی پایه بستگی نخواهد داشت. در مرحله‌ی اول تخمین، از سهم‌های هزینه مشاهده شده برای متغیرهای درون‌زای S^* در سمت راست معادله‌ی (۶) استفاده می‌شود. از این مرحله، یک برآورد اولیه از پارامترهای معادلات سهم هزینه حاصل می‌شود. در مرحله‌ی دوم، با استفاده از سهم‌های هزینه‌ی برآورد شده و جایگزینی آنها در رابطه‌ی (۶)، این رابطه دوباره با روش زلنر تخمین زده می‌شود. سهم‌های هزینه پیش‌بینی شده در این مرحله، باز هم در سمت راست رابطه‌ی (۶) برای تخمین بعدی استفاده می‌شوند. این فرآیند تا رسیدن به همگرایی ادامه می‌یابد. بدین ترتیب، اطمینان حاصل می‌شود که شرط تقارن در مدل لاجیت خطی برای همه‌ی سهم‌های هزینه‌ای پیش‌بینی شده در نمونه، برقرار خواهد بود؛ هرچند برقراری تقارن برای پیش‌بینی‌های خارج از نمونه تضمین نمی‌شود.

در این مطالعه، با توجه به سهم بسیار اندک ذغال‌سنگ در دوره‌ی مورد مطالعه، ذغال‌سنگ در مدل لحاظ نمی‌شود. بنابراین، مدل لاجیت خطی با سه سوخت فرآورده‌های نفتی، گاز و برق تخمین زده شده که در آن گاز طبیعی به‌عنوان نهاده‌ی پایه درنظر گرفته می‌شود.

در جدول (۲)، نتایج تخمین پارامترهای مدل لاجیت در دو حالت ایستا، معادلات (۶) و پویا، معادلات (۱۱)، گزارش شده است. اعداد داخل پرانتز نشانگر آماره تی-استیودنت می‌باشد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، مدل‌های پیشنهادی از قدرت توضیحی به نسبت بالایی برخوردار می‌باشند، هرچند برخی از متغیرهای مدل ایستا از نظر آماری معنادار نیستند.

با استفاده از نتایج جدول (۲)، کشش‌های قیمتی وجانشینی به کمک روابط (۸)، (۹) و (۱۲)، محاسبه و در جدول (۳) گزارش شده است.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در حالی‌که در مدل لاجیت ایستا، تنها کشش‌های خودقیمتی فرآورده‌های نفتی و برق منفی است، اما در مدل لاجیت پویا هر سه کشش خودقیمتی منفی بوده و به‌علاوه، کشش‌های بلندمدت در مقایسه با کشش‌های کوتاه‌مدت به‌طور قابل ملاحظه‌ای از نظر قدر مطلق افزایش می‌یابند؛ چرا که در

1- Maximum Likelihood Estimation (MLE)

Archive of SID

www.SID.ir

بلندمدت امکان واکنش و تغییر رفتار مصرفی بیش‌تری برای واحدهای صنعتی به‌دنبال تغییرات قیمت فراهم می‌شود. در هر حال، نتایج مدل ایستا برای تحلیل‌های سیاستی چندان توصیه نمی‌شود، چرا که این مدل‌ها اثرات قیمتی کوتاه‌مدت را بیش از واقع و کشش‌های خودقیمتی بلندمدت را کم‌تر از واقع برآورد می‌کنند.

هم‌چنین در این جدول کشش‌های جانشینی جزئی آلن با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه شده است:

$$\epsilon_{ij} = S_i \sigma_{ij} \qquad (۱۳)$$

که در آن σ_{ij} کشش جزئی آلن است.

جدول ۲- پارامترهای تخمینی مدل لاجیت خطی در دو حالت ایستا و پویا

ضرائب	مدل ایستا		مدل پویا	
C_{oe}^*	-۰/۹۵۵ (-۳/۱۲۲)		-۰/۹۹۵ (-۹/۵۱۱)	
C_{og}^*	-۰/۳۷۹ (-۰/۴۴۵)		-۰/۶۸۳ (-۳/۴۹۷)	
C_{eg}^*	-۰/۸۰۳ (-۰/۵۷۵)		-۱/۱۸۱ (-۴/۶۲۱)	
Λ	-		۰/۷۴۵ (۸/۷۶۶)	
معادله	مدل ایستا		مدل پویا	
	R^2	SSR	R^2	SSR
$Ln(S_o/S_g)$	۰/۸۵۷	۷/۸۶۵	۰/۸۵۷	۳/۹۴۹
$Ln(S_e/S_g)$	۰/۶۸۸	۱۳/۳۷۹	۰/۸۰۶	۳/۲۵۱

منبع: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- کشش‌های خودقیمتی و جانشینی در مدل لاجیت خطی ایستا و پویا

		مدل ایستا			مدل پویا		
		O	E	G	O	E	G
کشش‌های قیمتی کوتاه‌مدت	O				-۰/۰۰۲	-۰/۰۳۱	۰/۰۴۳
	E				-۰/۰۰۷	-۰/۰۶۳	۰/۰۶۷
	G				۰/۰۴۹	۰/۳۲۸	-۰/۳۱۹
کشش‌های قیمتی بلندمدت	O	-۰/۰۶۳	۰/۰۲۹	۰/۰۸۴	-۰/۰۰۸	-۰/۱۱۸	۰/۱۶۷
	E	۰/۰۰۷	-۰/۰۴۵	۰/۰۲۶	-۰/۰۲۷	-۰/۲۴۷	۰/۲۶۲
	G	۰/۰۹۵	۰/۱۳۱	۰/۲۸۴	۰/۱۸۹	۱/۲۸۸	-۱/۲۵۴
کشش‌های جانشینی جزئی آلن	O	-۰/۴۱۶	۰/۱۹۳	۰/۵۴۸	-۰/۰۵۸	-۰/۷۷۵	۱/۰۹۶
	E		-۰/۰۶۸	۰/۰۴۰		-۰/۳۷۳	۰/۳۹۵
	G			۲/۱۰۶			-۹/۳۱۳

منبع: یافته‌های تحقیق

برآورد پارامتر تعدیل بلندمدت (λ) در مدل لاجیت پویا، ۰/۷۴۵ است که نشان‌دهنده‌ی سرعت نسبتاً بالای تعدیل می‌باشد، به‌طوری‌که با تغییر قیمت سوخت‌ها حدود ۲۵٪ از تعدیل بلندمدت در همان سال اول رخ می‌دهد و ۹۰٪ ازتعدیل طی ۸ سال پس از تغییر قیمت به‌وقوع خواهد پیوست. پندایک[1] (۱۹۷۹)، دوره‌ی تعدیل به‌دنبال تغییرات قیمت را بین ۳ تا ۱۵ سال پیش‌بینی کرده، که نتایج این تحقیق با پیش‌بینی وی سازگار است[2].

براساس نتایج جدول (۳)، تقاضای گاز در بخش صنعت با کشش خود قیمتی ۱/۲۵- نسبت به تغییرات قیمت آن حساس (پرکشش) می‌باشد. در مقابل، تقاضای برق از کشش‌پذیری پایینی (۰/۲۵-) برخوردار است و تقاضای فرآورده‌های نفتی تقریباً بی‌کشش (۰/۰۰۸-) می‌باشد.

هم‌چنین جدول (۳) حاکی از آن است که در مدل لاجیت خطی پویا فرآورده‌های نفتی و برق مکمل یکدیگر و فرآورده‌های نفتی و گاز جانشین یکدیگر هستند. کشش

1- Pyndyck

۲- لازم به یادآوری است که همه‌ی محاسبات یاد شده در مدل لاجیت، توسط محقق برای مدل ترانسلوگ نیز انجام شده است و از آن‌جا که نتایج این مدل نسبت به مدل لاجیت بسیار ضعیف بوده و حتی ضریب تعدیل، منفی به‌دست می‌آید، تنها نتایج مدل لاجیت منعکس و براساس آن تفسیر انجام می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جانشینی جزئی آلن بین فرآورده‌های نفتی و برق و فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی به‌ترتیب ۰/۷۷۵- و ۱/۰۹۶ می‌باشد. باید توجه داشت که کشش جانشینی جزئی آلن درصد تغییر در نسبت مصرف دو سوخت در نتیجه‌ی تغییر در قیمت‌های نسبی آنها را اندازه‌گیری می‌کند. افزون بر این، گاز و برق با کشش جانشینی آلن ۰/۳۹۵ جانشین‌های متوسطی برای یکدیگر محسوب می‌شوند. دوباره مقدار کشش جانشینی خود قیمتی آلن برای گاز (۹/۳۱۳-) بر نتایج اشاره شده مبنی بر پرکشش بودن تقاضای آن نسبت به تغییرات قیمتی تأکید می‌کند.

از آن‌جایی‌که یکی از معیارهای اصلی برای ارزیابی مدل‌های مورد استفاده در تحلیل جانشینی بین سوخت‌ها، درستی علامت کشش‌های خود قیمتی و متقاطع است، به‌نظر می‌رسد مدل لاجیت خطی پویا می‌تواند در دوره‌ی ۸۸-۱۳۶۷ جانشینی بین سوخت‌ها در بخش صنعت کشور را به‌خوبی توضیح دهد. روشن است صنایع امکان انتخاب بین انواع سوخت‌ها را داشته‌اند، ولی در تقاضای بردار سوخت خود با توجه به قیمت‌های واقعی انواع سوخت واکنش نشان داده‌اند. واکنش تقاضای گاز طبیعی نسبت به قیمت واقعی آن و نسبت به قیمت سایر سوخت‌ها در کوتاه‌مدت و بلندمدت کاملاً با مبانی نظری نیز هماهنگ است و حاکی از رفتارهای بهینه‌یابی بنگاه‌ها در انتخاب بردار سوخت خود می‌باشد.

سرانجام این‌که، با توجه به عدم معناداری آماری برخی از ضرائب برآورد شده در مدل، می‌توان گفت قیمت‌های انرژی به‌تنهایی نمی‌توانند جانشینی انرژی در بخش صنعت کشور را به‌طور کامل توضیح دهند. به‌عبارتی، قیمت‌ها تنها عامل تعیین‌کننده‌ی تقاضای انرژی در بخش صنعت نیستند. از آن‌جا که در بیش‌تر زیربخش‌های صنعت، انرژی بخش نسبتاً کوچکی از هزینه‌ها را تشکیل می‌دهد، به‌ویژه در شرایط تثبیت قیمت‌ها، برای توضیح جانشینی بین سوخت‌ها می‌بایست به عوامل دیگر به‌ویژه تغییرات فن‌آوری و تغییرات ساختاری توجه بیش‌تری داشت.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف از این مقاله، ارزیابی تغییرات در ترکیب سوخت مصرفی بخش صنعت کشور نسبت به تغییرات در قیمت سوخت‌های مختلف بوده است. برای این منظور، از تخمین مدل لاجیت خطی ایستا و پویا استفاده شده است. نتایج حاصل از تخمین مدل بر این

Archive of SID

www.SID.ir

نکته تأکید دارد که قیمت‌ها تا اندازه‌ای می‌توانند جانشینی بین سوخت‌ها در بخش صنعت کشور طی سال‌های ۸۸-۱۳۶۷ را توضیح دهند. به‌عبارتی، قیمت‌ها تنها عامل تعیین‌کننده‌ی تقاضای انرژی در بخش صنعت نیستند. از آن‌جا که در بیش‌تر زیربخش‌های صنعت انرژی بخش نسبتاً کوچکی از هزینه‌ها را تشکیل می‌دهد، به‌ویژه در شرایط تثبیت قیمت‌ها، برای توضیح جانشینی بین سوخت‌ها می‌بایست به عوامل دیگر به‌ویژه تغییرات فن‌آوری و تغییرات ساختاری توجه بیش‌تری داشت.

برآورد مدل لاجیت خطی پویا نشان می‌دهد که تقاضای گاز در بخش صنعت با کشش خودقیمتی ۱/۲۵- نسبت به تغییرات قیمت آن حساس (پرکشش) می‌باشد. در مقابل، تقاضای برق از کشش‌پذیری پایینی (۰/۲۵-) برخوردار است و تقاضای فرآورده‌های نفتی تقریباً بی‌کشش (۰/۰۰۸-) می‌باشد. فرآورده‌های نفتی و برق مکمل یکدیگر و فرآورده‌های نفتی و گاز جانشین یکدیگر هستند. کشش جانشینی جزئی آلن بین فرآورده‌های نفتی و برق و فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی به‌ترتیب ۰/۷۷۵- و ۱/۰۹۶ می‌باشد. افزون بر این، گاز و برق با کشش جانشینی آلن ۰/۳۹۵ جانشین‌های متوسطی برای یکدیگر محسوب می‌شوند.

یکی از نتایج سیاستی این مطالعه آن است که اعمال مالیات کربن در بخش صنعت، با توجه به پایین بودن کشش خود قیمتی فرآورده‌های نفتی و برق، اثرات چندانی در کاهش انتشار آلاینده‌ها از جمله دی‌اکسید کربن و دی‌اکسید گوگرد نخواهد داشت.

هر چند این مطالعه در سطح کل صنعت و با استفاده از قیمت‌های متوسط برق و گاز در بخش صنعت انجام شده است، یک مطالعه‌ی پانل دیتا در سطح زیربخش‌های صنعت احتمالاً می‌تواند رفتار جانشینی بهتری را به نمایش گذارد.

فهرست منابع

Berndt, E. R. and N. E. Savin (1975). Conflict among Criteria for Testing Hypotheses in the Multivariate Linear Regression Model, *Econometricia*, vol. 45, No. 5.

Bjorner, T. B. and H. H. Jensen (2002). Interfuel Substitution within Industrial Companies: An Analysis Based on Panel Data at Company Level, *Energy Journal*, vol. 23, No. 2.

Archive of SID

www.SID.ir

Brannlund, R. and T. Lundgren (2004). A Dynamic Analysis of Interfuel Substitution for Swedish Heating Plants , *Energy Economics*, vol. 26, pp. 961–76.

Cheristev, Atanas and Fitherstone, Allen (2007). A Note in Allen-Uzawa Partial Elasticities of Substitution: The Case of the Translog Cost , *IZA*, no. 2712 (March).

Considine, T. J. and T. D. Mount (1984). The Use of Linear Logit Models for DynamicInput Demand Systems, *Review of Economics and Statistics*, no. 66.

Considine, T. J. (1990). Symmetry Constraints and Variable Return to Scale in Logit Models, *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 8.

Jones, C. T. (1995). A Dynamic Analysis of Interfuel Substitution in U.S. Industrial Energy Demand, *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 13.

Pindyck, R. S. (1979). Interfuel Substitution and Industrial Demand for Energy: An International Comparison, *Review of Economics and Statistics*, vol. 61.

Renou-Maissant, P. (2007). Energy Substitutions Modelling, *Palgrave MCMillan*.

Urga, G. and C. Walters (2003). Dynamic Translog and Linear Logit Models: A FactorDemand Analysis of Interfuel Substitution in US Industrial Energy Demand, *EnergyEconomics*, vol. 25.

Zellner, A. (1963). Estimators for Seemingly Unrelated Regression Equations: Some Exact Finite Sample Results, *Journal of the American Statistical Association*, vol. 58.

Archive of SID

www.SID.ir

پیوست

داده‌های مورد استفاده در جریان مطالعه

سال	قیمت فرآورده نفتی (ریال در (teo	قیمت برق (ریال در (teo	قیمت گاز طبیعی (ریال در (teo	مصرف فرآورده نفتی (ktoe)	مصرف برق (ktoe)	مصرف گاز طبیعی(ktoe)	سهم هزینه‌ای فرآورده نفتی	سهم هزینه‌ای برق	سهم هزینه‌ای گاز طبیعی
۱۳۶۷	۲۹۲۶۱۲۳	۸۶۰۱۸۷/۱	۴۴۳۸۳/۱۲	۶۰۷۶/۳۲۳	۹۰۱/۱۳۵۷	۲۱۰۸/۵	۰/۲۷۷	۰/۶۴۵	۰/۰۷۸
۱۳۶۸	۳۰۷۵۵۴۴	۸۱۳۶۹۰/۵	۴۴۳۸۳/۱۲	۶۳۰۸/۰۱۳	۹۵۳/۱۴۱۳	۲۱۲۶/۸۸۶	۰/۱۸۵	۰/۳۹۵	۰/۰۴۹
۱۳۶۹	۳۰۲۵۴۲۵	۱۰۲۲۹۲۵	۴۴۳۸۳/۱۲	۶۱۸۰/۱۶۳	۱۱۰۶/۴۲۵	۲۵۸۲/۴۵۵	۰/۱۲۱	۰/۳۹۱	۰/۰۴۰
۱۳۷۰	۴۷۸۸۴۰۷	۲۱۱۵۵۹۵	۱۱۰۹۵۷/۸	۶۳۷۱/۰۲۲	۱۱۵۱/۵۹۹	۳۵۷۷/۲۹۴	۰/۱۶۷	۰/۷۱۶	۰/۱۱۷
۱۳۷۱	۷۲۶۱۸۵۷	۲۲۰۸۵۸۸	۱۹۹۷۲۴	۶۹۵۲/۵۵۸	۱۳۶۸/۰۳۳	۳۳۹۷/۱۶۴	۰/۱۹۱	۰/۶۱۲	۰/۱۳۷
۱۳۷۲	۷۸۹۹۹۱۲	۴۱۸۴۶۹۴	۲۲۱۹۱۵/۶	۷۰۴۲/۵۶۶	۱۵۲۴/۷۴	۳۴۶۰/۶۰۳	۰/۱۲۲	۰/۷۴۸	۰/۰۹۰
۱۳۷۳	۷۷۶۷۷۸۷	۱۰۲۲۶۴۰۲	۴۴۳۸۳۱/۲	۶۷۷۶/۲۶۳	۱۷۷۶/۵۵۳	۴۲۴۳/۶۴۹	۰/۰۴۶	۰/۸۴۴	۰/۰۸۸
۱۳۷۴	۱۵۱۷۴۷۹۳	۱۲۳۳۳۲۲۳	۵۳۲۵۹۷/۴	۷۱۶۱/۷۱۹	۱۸۵۰/۲۷۶	۵۷۰۹/۳۲۲	۰/۰۷۲	۰/۸۰۶	۰/۱۰۷
۱۳۷۵	۲۲۹۲۲۳۶۴	۱۵۴۵۰۸۲۰	۶۶۵۷۴۶/۸	۶۸۱۷/۴۴۷۳	۰۴۱,۲۱۳۹	۶۹۷۵/۰۶۱	۰/۰۷۱	۰/۷۹۹	۰/۱۱۲
۱۳۷۶	۳۱۷۶۱۶۳۱	۱۹۴۳۷۹۰۳	۱۲۴۲۷۲۷	۸۲۰۰/۶۱۶	۲۲۱۱/۹۹۲	۷۰۸۳/۱۹۴	۰/۰۸۵	۰/۷۴۸	۰/۱۵۳
۱۳۷۷	۵۲۵۴۶۷۸۷	۲۳۸۷۶۰۰۳	۱۶۲۴۴۲۲	۷۸۰۴/۵۶۱	۲۲۱۴/۳۹	۶۴۶۵/۰۱۹	۰/۱۰۶	۰/۷۳۴	۰/۱۴۶
۱۳۷۸	۷۲۵۰۹۶۹۸	۲۶۲۷۰۵۷۸	۲۱۰۸۱۹۸	۷۴۱۲/۵۳۹	۲۴۱۲/۲۸	۸۳۶۵/۱۰۴	۰/۱۰۹	۰/۶۸۷	۰/۱۹۱
۱۳۷۹	۸۰۷۶۱۱۲۳	۲۸۱۳۰۴۴۲	۲۳۱۹۰۱۸	۷۵۴۹/۸۴۷	۲۶۴۸/۷۹۶	۸۳۳۳/۹۷۴	۰/۱۰۷	۰/۷۰۰	۰/۱۸۱
۱۳۸۰	۹۱۰۰۱۲۲۴	۳۱۰۵۷۴۰۳	۲۵۵۲۰۲۹	۷۹۹۳/۹۳۴	۲۷۷۶/۱۱	۷۹۴۵/۰۶۸	۰/۱۱۲	۰/۷۰۹	۰/۱۶۷
۱۳۸۱	۹۹۲۳۱۵۷۵	۳۴۱۶۱۰۵۱	۲۷۳۶۲۱۹	۸۱۲۴/۲۶۸	۲۹۹۶/۰۳۶	۸۴۰۵/۷۱۴	۰/۱۰۶	۰/۷۲۱	۰/۱۶۲
۱۳۸۲	۱۲۷۰۰۰۰۰۰	۳۷۸۷۳۸۰۴	۲۸۴۷۱۷۷	۸۴۸۳/۳۰۹	۵۵۶,۳۳۵۹	۹۸۵۸/۱۷۵	۰/۱۱۳	۰/۷۱۹	۰/۱۵۹
۱۳۸۳	۱۳۵۰۰۰۰۰۰	۴۳۰۱۴۰۰۳	۳۰۷۳۵۳۱	۸۱۹۹/۵۴۹	۵۱۴,۳۶۱۶	۱۱۳۵۲/۸۵	۰/۰۹۷	۰/۷۳۱	۰/۱۶۴
۱۳۸۴	۱۳۶۰۰۰۰۰۰	۴۶۸۶۱۵۹۷	۳۰۷۳۵۳۱	۸۲۸۶/۱۹۱	۳۶۶۳/۸۴	۱۲۷۹۹,۴۴	۰/۰۹۰	۰/۷۳۳	۰/۱۶۸
۱۳۸۵	۱۳۶۰۰۰۰۰۰	۴۶۵۹۱۹۱۷	۳۰۷۳۵۳۱	۸۲۹۵/۷۸۱	۳۹۱۳/۲۶۵	۱۴۳۱۱/۵۶	۰/۰۸۴	۰/۷۲۸	۰/۱۷۶
۱۳۸۶	۱۳۷۰۰۰۰۰۰	۴۷۸۵۸۹۴۹	۳۵۱۷۳۶۲	۸۸۸۱/۵۱۳	۴۱۶۷/۸۶۶	۱۹۱۷۵/۵۶	۰/۰۷۸	۰/۶۸۲	۰/۲۳۱
۱۳۸۷	۲۷۳۰۰۰۰۰۰۰	۴۷۵۶۸۳۴۵	۳۵۱۷۳۶۲	۹۹۷۹/۲۳۴	۴۳۹۷/۹۰۸	۲۰۱۳۸/۴۸	۰/۹۴۷	۰/۰۳۹	۰/۰۱۳۲
۱۳۸۸	۱۴۰۰۰۰۰۰۰	۴۷۸۹۱۴۹۷	۳۵۱۷۳۶۲	۸۸۱۹/۴۱۷	۴۶۲۴/۳۷۲	۲۱۷۰۶/۱۵	۰/۰۷۲	۰/۶۸۳	۰/۲۳۶

منبع: ترازنامه‌ی انرژی کشور سال ۱۳۸۸- وزارت نیرو

متوسط سهم هزینه‌ای فرآورده‌ی نفتی در دوره‌ی (S_o^*) : ۰/۱۵۳

متوسط سهم هزینه‌ای برق در دوره‌ی (S_e^*) : ۰/۶۶۳

متوسط سهم هزینه‌ای گاز طبیعی در دوره‌ی (S_g^*) : ۰/۱۳۵

Archive of SID

www.SID.ir