مجله تحقیقات اقتصادی / شماره ۵۲ / بهار و تابستان ۷۷ / صفحات ۹۲ ـ ۴۳

تخمین دو مرحله‌ای تابع مصرف انرژی در صنعت ایران براساس مدل لاجیت (۱۳۷۳-۱۳۴۶)

دکتر سیدحسین سقائیان‌نژاد*
محمدرضا علیپورجدی**

چکیده

آگاهی از مصرف انرژی در بخش صنعت کاربردهای زیادی دارد زیرا عواملی که به مصرف انرژی وابسته می‌باشند تا حدی شناخته شده و تصمیم‌گیری در مورد آنها بهتر صورت می‌گیرد. بررسی تقاضای انرژی در بخش صنعت باعث می‌شود تا عوامل مؤثر بر تقاضا تا حدود زیادی شناخته شده و هرگونه تغییر در عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی در بخش صنعت مورد توجه برنامه‌ریزان قرار گرفته و واکنشهای مناسبی جهت برخورد با این تغییر در پیش گرفته شود. از دیگر کاربردهای مطالعات مربوط به تقاضای انرژی، آگاهی از آینده مصرف آن است. مدلهای تقاضای انرژی می‌توانند بعنوان ابزاری در این زمینه مورد توجه قرار گیرند. در مطالعهٔ فعلی، مصرف انرژی در بخش صنعت چه به لحاظ کل چه به لحاظ جزء مورد توجه می‌باشد. برای این منظور از روش دو مرحله‌ای استفاده شده است. در مرحلهٔ اول مقدار مصرف کل انرژی و در مرحله دوم میزان مصرف اجزای انرژی مطرح می‌باشد. این اجزاء عبارتند از: گاز طبیعی، فرآورده‌های نفتی، زغال‌سنگ و برق. در بسیاری از مطالعات مشابه، تابع ترانسلوگ بعنوان تابع هزینه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مطالعه ضمن بررسی این تابع، از تابع لاجیت استفاده شده است. دلایل عدم استفاده از تابع ترانسلوگ، تخمینهای مرحله اول و دوم تقاضای انرژی با استفاده از تابع لاجیت است. ویژگیهای مدل لاجیت و روش پیش‌بینی، از نتایج مشخص و مهم این مقاله می‌باشد.

---

*عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان
**کارشناس ارشد برنامه ریزی سیستمهای اقتصادی

کلید واژه:
تابع لاجیت، تابع ترانسلوگ، روش بهینه‌سازی دومرحله‌ای، لم شفارد، تابع تولید خوش رفتار

مقدمـــه

مدلهای تقاضای انرژی طراحی می‌شوند تا بعنوان ابزاری تحلیلی، برنامه‌ریزان و سیاستگذاران را در بررسی تجربیات گذشته، مطالعات اثر سیاستهای آینده و همچنین پیش‌بینی تقاضا برای نیل به اهداف برنامه یاری دهند. یکی از روش‌های مدل‌سازی که بطور وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرد روش بهینه‌سازی دو مرحله‌ای است. دیدگاه بهینه‌سازی دو مرحله‌ای برای تحلیل‌کنندگان میزان مصرف انرژی ابزاری قوی محسوب می‌شود. در این روش، در مرحله اول مقدار کل انرژی مورد تقاضا و در مرحله دوم مقادیر بهینهٔ اجزا آن برآورد می‌شود. در این بررسی از روش فوق‌الذکر استفاده شده است.

این مقاله شامل بخشهای زیر است: بخش اول شامل مروری بر مطالعات انجام شده در مورد تقاضای انرژی در بخش صنعت است که در دو بخش مطالعات داخلی و خارجی بیان شده است. مطالعات خارجی به سالهای ۱۹۷۵ تا ۱۹۹۰ مربوط می‌شود که علیرغم پاره‌ای مشابهت‌ها، هر یک از ویژگیهای خاصی برخودارند. در بخش مطالعات داخلی که دورهٔ زمانی آن بین سالهای ۱۳۵۳ تا ۱۳۷۴ می‌باشد، تعداد مطالعات بسیار محدود است و این خود نشان می‌دهد که جای کار در این بخش بسیار زیاد است. مطالعات داخلی نیز هر یک دارای ویژگیهای خاص خود می‌باشند. یکی از روشهای مورد استفاده در مطالعات فوق، کاربرد تابع ترانسلوگ بعنوان تابع هزینه می‌باشد. بخش دوم به بررسی مدل به‌کار رفته در

این مطالعه اختصاص یافته است. در مرحلهٔ اول یک تابع تقاضا برای مصرف کل انرژی در بخش صنعت درنظر گرفته شده است. در مرحله دوم که تقاضای اجزای انرژی مطرح است ضمن آشنایی با تابع لاجیت و ویژگیهای آن و استفاده از آن بعنوان تابع هزینه، معادلات سهم هزینه استخراج شده و تمهیدات لازم برای تخمین ضرایب مدل درنظر گرفته می‌شود. در بخش سوم نتایج تجربی حاصل از تخمین مدلها گزارش شده است. تخمین مدلها با استفاده از نرم‌افزار TSP 7 انجام گرفته است. مدل مرحله اول به روش حداقل مربعات معمولی (OLS) و مدل مرحله دوم به روش رگرسیون معادلات به ظاهر غیرمرتبط (SURE) تخمین زده شده است. بخش چهارم شامل نتیجه‌گیری و پیشنهادهای حاصل از مطالعه فعلی است که بطور اجمال بیان شده است. در پایان این بخش نیز یک نکته بسیار مهم در مورد پیش‌بینی از طریق روش دو مرحله‌ای بیان شده است که در مدلهای شبیه‌سازی باید مورد توجه قرار گیرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱ـ مطالعات انجام شده

۱ـ۱ـ *مطالعات خارجی*

مطالعات انجام شده در مورد انرژی از تنوع زیادی برخوردار است. از آنجاکه در این مقاله تخمین تقاضای حاملهای انرژی و همچنین پیش‌بینی آن در صنعت مطرح است حوزه بررسی این مطالعه به همین زمینه محدود می‌شود.

یکی از رایج‌ترین روشهای بدست آوردن تقاضای نهاده‌ها در فرآیند تولید، روش بهینه‌سازی دو مرحله‌ای است. انرژی نیز بعنوان یک نهاده در فرآیند تولید محسوب می‌شود. به همین دلیل در بسیاری از مطالعات از این روش استفاده شده است که بعضی

از آنها در اینجا مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این تحقیقات توسط افرادی مانند ارنست برنت و دیوید وود[1] (۱۹۷۵)، روبرت هالورسن[2] (۱۹۷۷)، ملوین فوس[3] (۱۹۷۷)، روبرت پین دایک[4] (۱۹۷۹)، تی‌موتی کانسایدین و تی‌موتی مونت[5] (۱۹۸۴)، تی‌موتی کانسایدین (۱۹۸۹)، سنفورد برگ و پراکاش لونگانی[6] (۱۹۹۰) انجام شده است. در این مطالعات علاوه بر استفاده از روش دو مرحله‌ای، فرض خاصیت جدایی‌پذیری ضعیف[7] برای توابع تولید و هزینه در صنعت از موارد مشترک است. این فرض یک شرط لازم و کافی برای استفاده از روش دو مرحله‌ای است، زیرا نتیجه‌ای به دنبال دارد که اجازه می‌دهد از روش دو مرحله‌ای استفاده شود. تعیین شکل[8] تابع هزینه برای بدست آوردن توابع سهم هزینه[9] مهم است. شکل تابع هزینه باید از نوع توابع انعطاف‌پذیر باشد تا بتواند خواص مربوط به توابع تقاضای نهاده‌ها را بهتر ارضا کند. عمومی‌ترین اشکال عبارتند از: لیونتیف[10]، کاب داگلاس[11]، ترانس لوگ[12] و ... . در مطالعات فوق عموماً از تابع ترانس لوگ استفاده شده و سپس توابع سهم هزینه براساس آن محاسبه گشته‌است.

مدلهای خطی لاجیت اغلب به مسائل انتخابی گسسته مربوط می‌شوند مانند انتخاب

1- Ernest R. Berndt & David D.Wood
2- Robert Halvorsen
3- Melvin A. Fuss
4- Robert S. Pindyck
5- Timothy j. Consdin & Timothy D. Mount
6- Sanford W. Berg & Prakash Lovughani
7- Weakly Sepawrability
8- Specifying
9- Cost Share
10- Leontief
11- Cobb - Douglas
12- Translog

مدل حمل و نقل مک فادن[1] (۱۹۷۴) ولی می‌توانند برای انواع مسائل کاربردی نیز بکار روند. برکسون[2] (۱۹۴۴) یک تابع لجستیک برای بیان رابطه بین درصد حشرات مرده و لگاریتم مقدار داروی تجویز شده بکار برد. در این مسئله انتخابی گسسته یک مدل لاجیت بکار رفته تا احتمالاتی را بیان کند که غیر منفی و مجموعشان یک می‌باشد. این خصوصیات برای سهم هزینه نیز وجود دارد و استفاده از تابع لاجیت برای سهم هزینه یا مخارج امری معقول بنظر می‌رسد، همچنین با رفتار حداقل‌سازی هزینه نیز متناقض نیست. تایل[3] (۱۹۶۹) مدل لاجیت خطی را برای تقاضای مصرف‌کننده بکار برد.

۱ـ۲ـ *مطالعات داخلی*

مطالعات مربوط به انرژی در داخل کشور سابقهٔ چندانی ندارد. قدیمی‌ترین مطالعه‌ای که از جامعیت نسبی برخوردار است، مطالعه‌ایست که مؤسسه تحقیقاتی استانفورد (SRI) (۱۳۵۳) انجام داده است. در این مقاله مروری بر مطالعات مربوط به تقاضای انرژی در صنعت خواهد شد که توسط مؤسسه تحقیقاتی استانفورد، طبیبیان (۱۳۶۶)، دنیوی (۱۳۶۷)، فخرایی (۱۳۷۲) و خوشنویس یزدی (۱۳۷۰) انجام گرفته و سپس نگاهی دقیق‌تر به بررسی راسخی (۱۳۷۴) خواهیم داشت.

۲ـ *بررسی تابع ترانسلوگ*

۲ـ۱ـ نقدی بر مدل ترانسلوگ

1- Mc Fadden

2- Berkson

3- Theil

همانطور که در بخش مرور بر مطالعات انجام شد اکثر مطالعات انجام شده خارج از کشور در زمینه انرژی بویژه مطالعات قدیمی‌تر و همچنین همه مطالعات داخلی که در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته‌اند روش دومرحله‌ای را با استفاده از مدل ترانسلوگ انجام داده‌اند. در حالت عمومی نیز در بسیاری از مطالعات مربوط به انرژی از تابع ترانسلوگ استفاده می‌شود. در این بخش قصد بر آن است نشان داده شود که چنانچه تابع هزینه یا مطلوبیت عوامل از نوع ترانسلوگ باشد. ویژگیهای قانونی توابع هزینه یا مطلوبیت فقط در محدوده‌ای از قیمتهای نسبی عوامل حفظ می‌شود و در خارج از این محدوده خاصیتهای غیرمنفی برای مقادیر سهم بازار و شبه مقعر بودن تابع هزینه ارضا نمی‌شود. در این قسمت، از تئوری رفتار مصرف کننده استفاده می‌شود که می‌تواند برای تئوری تولید کننده نیز مورد استفاده قرار گیرد و از این نظر تفاوتی نخواهد داشت.

همانطور که مشخص است نقطه شروع تئوری مصرف کننده تابع مطلوبیت مستقیم است.

$$U = U(X_1, \ldots, X_n)$$

طبق فروض تک تک افراد این تابع را نسبت به محدودیت بودجه خود حداکثر می‌کنند.

$$y = p_1x_1 + p_2x_2 + \ldots + p_nx_n$$

x_i مقدار و p_i قیمت کالای i می‌باشد. (البته در تئوری تولید کننده x_i مقدار عامل تولید i و p_i قیمت عامل تولید i ، می‌باشد). به این ترتیب مصرف کنندگان مقادیر مناسب از x_1 تا x_n را بدست می‌آورند که تابعی است از درآمد و قیمت. حال اگر این مقادیر در تابع مطلوبیت مستقیم جایگزین شوند تابع مطلوبیت غیرمستقیم بدست می‌آید:

$$V = V(p_1 / y, p_2 / y, \ldots p_n / y)$$

که عبارتست از حداکثر مطلوبیت بدست آمده توسط هر دسته از قیمتها و درآمد. اگر تابع

U بطور یکنواخت نسبت به x_i صعودی و اکیداً شبه مقعر باشد در اینصورت V یک تابع یکنواخت نزولی نسبت به p_i / y و اکیداً شبه محدب است. کاربرد تابع مطلوبیت غیرمستقیم برای کارهای تجربی معمول‌تر است زیرا بوسیله آن می‌توان سیستم معادلات سهم بودجه را از طریق مشتقات جزیی بدست آورد:

$$W_i = \frac{p_i x_i}{y} = \frac{p_i x_i}{\sum_{j=1}^{n} p_j x_j}$$

هر یک از معادلات این سیستم سهم کالا را در بودجه مشخص می‌کند. با استفاده از اتحاد روی،[1] رابطه فوق چنین نوشته می‌شود:

$$W_i = \frac{p_i \delta V_i / \delta P_i}{\sum_j P_j \delta V / \delta P_j} \qquad (۱-۱-۲)$$

حال فرض می‌شود شکل تابع مطلوبیت غیرمستقیم ترانسلوگ باشد.

$$\text{Ln } V = \sum_j \alpha_i \text{Ln}(p_i/y) + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \beta_{ij} \ln(p_i/y) \text{Ln}(p_j/y)$$

$$\beta_{ij} = \beta_{ji}$$

در این صورت معادله سهم بودجه برای این تابع مطلوبیت غیرمستقیم چنین خواهد بود:

$$W_i = \frac{\alpha_i + \sum_j \beta_{ij} \text{Ln}(p_j/y)}{\sum_i \alpha_i + \sum_i \sum_j \beta_{ij} \text{Ln}(p_j/y)} \qquad (۲-۱-۲)$$

تابع مطلوبیت غیرمستقیم در p_i غیرصعودی است $\frac{\delta v}{\delta p_i} \leq 0$، بنابراین طبق (۲-۱-۱) باید:

1- Roy Identity ($X_i = -\delta v / \delta p_i / \delta v / \delta y$)

$$W_i > 0$$

بنابراین برای اینکه مشخص شود آیا تابع مطلوبیت غیرمستقیم نسبت به p غیرصعودی است می‌توان علامت W_i را بررسی کرد. به عبارت دیگر برای بررسی ویژگی نزولی بودن تابع مطلوبیت غیرمستقیم نسبت به p کافی است علامت W_i بررسی شود. برای شبه محدب بودن v لازم است ماتریس کششهای جانشینی آلن ـ اوزاوا[1] منفی نیمه معین باشد. به پیروی از دایورت[2] (۱۹۷۴) فرمول کششهای جانشینی چنین نوشته می‌شود:

$$\sigma_{ij} = \frac{\frac{\delta^2 v}{\delta p_i \delta p_j}\left[\sum_k \frac{\delta v}{\delta p_k} p_k\right]}{\frac{\delta v}{\delta p_i}\frac{\delta v}{\delta p_j}} - \frac{\sum_k \frac{\delta^2 v}{\delta p_j \delta p_k} p_k}{\frac{\delta v}{\delta p_j}} - \frac{\sum_k \frac{\delta^2 v}{\delta p_i \delta p_k} p_k}{\frac{\delta v}{\delta p_i}} + \frac{\sum_m \sum_k \frac{\delta^2 v}{\delta p_k \delta p_m} p_k p_m}{\sum_n \frac{\delta v}{\delta p_n} \cdot p_n} \qquad (۳_۱_۲)$$

ماتریس کششهای جانبی تکین[3] است. بنابراین منفی نیمه معین بودن، محدودیتهایی را روی علامت n-1 کهاد[4] اصلی اولیه ماتریس n بعدی کششهای جانشینی قرار می‌دهد. در اینجا بررسی تابع ترانس لوگ به جهت وجود ویژگیهای تابع مطلوبیت غیرمستقیم در سه بخش انجام می‌شود.

1- Allen - Uzawa

2- Diewert

3- Singular

4- Minor

۲-۱-۱- ترجیحات دوکالایی متجانس[1]

تعیین ترجیحات به صورت متجانس معادل است با اینکه سهم‌های بودجه مستقل از سطح درآمد باشد. یعنی امکانات جانشینی[2] برای تمام سطوح درآمد یکسان باشد. این برای تابع مطلوبیت غیرمستقیم به این معنی است:

$$\sum \beta_{ij} = 0 \qquad \sum \alpha_i = -k$$

k یک مقدار دلخواه مثبت و ثابت است. در حالت عادی فرض می‌شود که k=1 است پس می‌توان نوشت:

$$\ln V = \alpha_1 \ln(p_1/y) + \alpha_2 \ln(p_2/y) + \frac{1}{2}[\beta_{11} \ln^2(p_1/y) + 2\beta_{12} \ln(p_1/y) \times \ln(p_2/y) + \beta_{22} \ln^2(p_2/y)]$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 = -1 \quad \Rightarrow \quad \alpha_2 = -1 - \alpha \ (\alpha_1 = \alpha)$$

$$\beta_{11} + \beta_{12} = 0$$

$$\Rightarrow \quad \beta_{11} = \beta_{22} = -\beta_{12} = \beta$$

$$\beta_{21} + \beta_{22} = 0$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پس بدست می‌آید:

$$\ln V = \ln y + \alpha \ln(p_1/p_2) + \frac{1}{2}\beta \ln^2(p_1/p_2) - \ln p_2$$

حال سهم‌های بودجه در این حالت محاسبه می‌شوند:

$$W_1 = -\alpha - \beta \ln(p_1 / p_2)$$

$$W_2 = 1 + \alpha + \beta \ln(p_1 / p_2)$$

1- Homothetic

2- Substiution Possibilitis

از آنجاکه $W_1 + W_2 = 1$ و همچنین $W_1 > 0$ و W_1 است، بنابراین: $0 < W_1 < 1$

در حالت دو کالایی، V شبه محدب است اگر و تنها اگر کشش جانشینی (σ) بین دو کالا مثبت باشد.

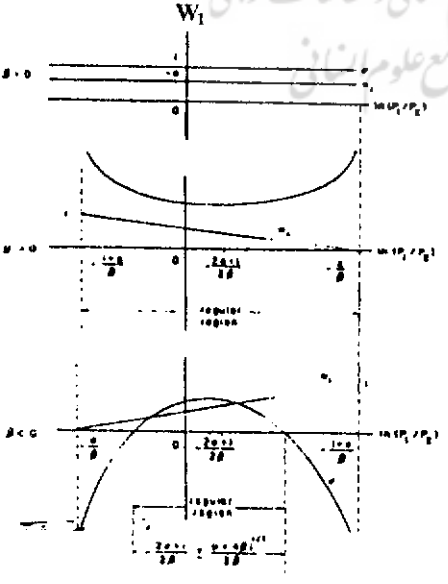
$$\sigma = \frac{\frac{\delta^2 v}{\delta p_1 \delta p_2}[A]}{\frac{\delta v}{\delta p_1}\cdot\frac{\delta v}{\delta p_2}} - \frac{\frac{\delta^2 v}{\delta p_2 \delta p_1}P_1\frac{\delta^2 c}{\delta p_2^2}}{\frac{\delta v}{\delta p_2}} - \frac{\frac{\delta^2 v}{\delta p_1^2}+\frac{\delta^2 v}{\delta p_1 \delta p_2}p_2}{\frac{\delta v}{\delta p_1}}$$

$$+\frac{\frac{\delta^2 v}{\delta p_1^2}P_1^2 + 2\frac{\delta^2 v}{\delta p_1 \delta p_2}P_1 P_2 + \frac{\delta^2 v}{\delta p_2^2}P_2}{A} \qquad (۴\text{-}۱\text{-}۲)$$

پس از محاسبات بدست می‌آید:

$$\sigma = \beta/(W_1 W_2) - (-1) - (-1) - 1 = [\beta/(W_1 W_2)] + 1 = [\beta/W_1(1 - W_1)] + 1$$

با توجه به نتایج محاسبه W_1، W_2 و σ متوجه می‌شویم که محدوده قیمتهای نسبی که در آن شرایط قانونی ارضا می‌شوند، به مقادیر α و β بستگی دارد. شکل (۲-۱) رفتار W_1 و σ را برای سه حالت $\beta=0$، $\beta>0$ و $\beta<0$ نشان می‌دهد.



شکل (۲-۱): توابع سهم هزینه شکل و کشش جانشینی ترانسلوگ در حالت دو کالایی متجانس

شکل (۲-۱): توابع سهم هزینه شکل و کشش جانشینی ترانسلوگ در حالت دو کالایی متجانس

۲-۱-۲- ترجیحات چند کالایی متجانس

برای حالت دو کالایی فقط یک نسبت قیمت وجود دارد و ناحیه قانونی براحتی توسط خط چین در حالتهای مختلف نشان داده شد. در حالیکه برای حالت n کالایی باید n-1 نسبت قیمت در نظر گرفته شود. منطقه قانونی می‌تواند بوسیله ناحیه‌های ایجاد شده در فضای n-1 بعدی نشان داده شود.

شرط یکنواختی ایجاب می‌کند که n سهم (W_i) مثبت باشد. هر W_i تابعی از n-1 نسبت قیمت است و منطقه‌ای که در آن W_i مثبت است در فضای n-1 بعدی نشان داده می‌شود. تقاطع این n منطقه، ناحیه‌ای است که در آن شرط یکنواختی دیده می‌شود. شرط شبه محدبی ایجاب می‌کند که ماتریس کششهای جانشینی منفی نیمه معین باشد. این شرایط محدودیتهایی روی n-1 کهاد اصلی این ماتریس قرار می‌دهد. هر یک از کهادهای اصلی تابعی است از n-1 نسبت قیمت. بنابراین ناحیه‌ای که شرط مربوط به هر کهاد دیده می‌شود می‌تواند در فضای n-1 بعدی توصیف شود. تقاطع این n-1 منطقه، ناحیه‌ای است که شرط شبه محدب بودن تابع مطلوبیت ارضا می‌شود. بالاخره ناحیه قانونی بوسیله تقاطع این دو ناحیه‌ای که توسط شرایط یکنواختی و شبه محدبی تعریف شده است بدست می‌آید.

برای تابع مطلوبیت غیرمستقیم ترانسلوگ متجانس n کالایی، معادلات سهم می‌تواند چنین نوشته شود:

$$W_i = -\alpha_j - \sum_{j \neq k} \beta_{ij} \, Ln(p_j / p_k)$$

حال ما تعداد n شرط $W(i = 1 , ... , n)\ W_i > 0$ داریم که در نسبتهای لگاریتمی قیمت خطی هستند. برآورد این n شرط، ناحیه‌ای را در فضای n-1 بعدی از نسبتهای لگاریتمی قیمتها بوجود می‌آورد که در آن، شرط یکنواختی ارضا می‌شود. با یک مثال می‌توان چنین ناحیه‌ای را برای حالت خاصی از سه کالا به شکل زیر نمایش داد:

$$W_1 = -\alpha_1 - \beta_{11} \mathrm{Ln}(p_1/p_2) - \beta_{12} \mathrm{Ln}(p_2/p_3)$$

$$W_2 = -\alpha_2 - \beta_{21} \mathrm{Ln}(p_1/p_2) - \beta_{22} \mathrm{Ln}(p_2/p_3)$$

$$W_3 = -\alpha_3 - \beta_{31} \mathrm{Ln}(p_1/p_2) - \beta_{32} \mathrm{Ln}(p_2/p_3)$$

کششهای جانشینی برای حالت n کالایی متجانس ترانسلوگ طبق گفته برنت و وود (۱۹۷۵) عبارتند از:

$$\sigma_{ii} = (-\beta_{ii} - W_i + W_i^2)/W_i^2$$

$$(i \neq j)$$

$$\sigma_{ij} = -(\beta_{ii}/W_i W_j) + 1$$

برای حالت سه کالایی خاصیت شبه محدبی می‌تواند به صورت $\sigma_{11} < 0$ و $\sigma_{11}\sigma_{22} > \sigma_{12}^2$ نمایش داده شود (دترمینان رتبه‌های n-1 ماتریس جانشینی)

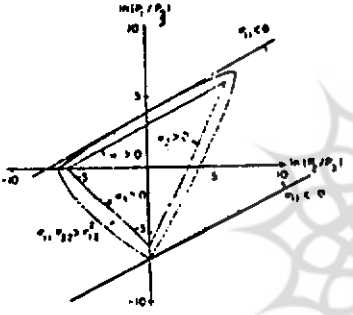
$$\sigma_{11} = (-\beta_{11} - W_1 + W_1^2)/W_1^2$$

همانطور که مشاهده می‌شود علامت σ_{11} به مقادیر W_1 و β_{11} و همچنین علامت β_{11} بستگی دارد.

$$\sigma_{11}\sigma_{22} > \sigma_{12}^2$$

$$[(-\beta_{11} - W_1 + W_1^2)/W_1^2] \times [(-\beta_{22} - W_2 + W_2^2)/W_2^2] > \left[\frac{-\beta_{12}^2}{W_i W_2} + 1\right]^2$$

شرط فوق همیشه برقرار نیست زیرا طرف راست نامعادله همیشه مثبت است در حالیکه علامت طرف چپ بستگی به علامت و مقادیر β_{11} و β_{22} دارد. بنابراین در بخشی از فضای ۳ کالایی این شرط برقرار نیست. کیو و کریستنسن[1] (۱۹۸۰) در فضای سه کالایی در حالتی خاص این دو شرط را چنین تصویر کرده‌اند.



منطقه‌ای که در آن $\sigma_{11} < 0$ است بوسیله دو خط مستقیم موازی محدود شده است. منطقه‌ای که در آن شرط $\sigma_{11}\sigma_{22} > \sigma^2_{12}$ برقرار است بوسیله تابع درجه ۳ محدود می‌شود. ناحیه مثلثی شکل داخلی که از سه خط مستقیم تشکیل شده است تضمین کننده برقراری شرط یکنواختی است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۲ـ۱ـ۳ـ ترجیحات غیرمتجانس

در این حالت هم سهم‌های بودجه و هم کششهای جانشینی به سطح درآمد وابسته می‌باشند و روابط (۲ـ۱ـ۲) و (۲ـ۱ـ۳) بیانگر همین موضوع می‌باشند. بنابراین ناحیه قانونی نیز به سطح درآمد بستگی دارد. این رفتار برای حالت دو کالایی نشان داده می‌شود که در آن تابع مطلوبیت ترانسلوگ چنین خواهد بود:

$$\mathrm{Ln\,V} = \alpha_1 \mathrm{Ln}(p_1/y) + \alpha_2 \mathrm{Ln}(p_2/y) + \frac{1}{2}\beta_{11}\mathrm{Ln}^2(p_1/y) + \beta_{12}\mathrm{Ln}(p_1/y)$$

1- Caves and Christensen

$$\mathrm{Ln}(p_2/y) + \frac{1}{2}\beta_{11}\mathrm{Ln}^2(p_2/y)$$

از رابطه (۲ـ۱ـ۲) سهم بودجه کالای اول در این حالت چنین نشان داده می‌شود:

$$W_1 = \frac{\frac{\delta v}{\delta p_1}.P_1}{\frac{\delta v}{\delta p_1}P_1 + \frac{\delta v}{\delta p_2}.P_2} =$$

$$= \frac{\alpha_1 + \beta_{11}\mathrm{Ln}(p_1/p_2) - (\beta_{11}+\beta_{12})\mathrm{Ln}(y/p_2)}{\alpha_1 + \alpha_2 + (\beta_{11}+\beta_{12})\mathrm{Ln}(p_1/p_2) - (\beta_{11}+\beta_{12}+\beta_{22})\mathrm{Ln}(y/p_2)}$$

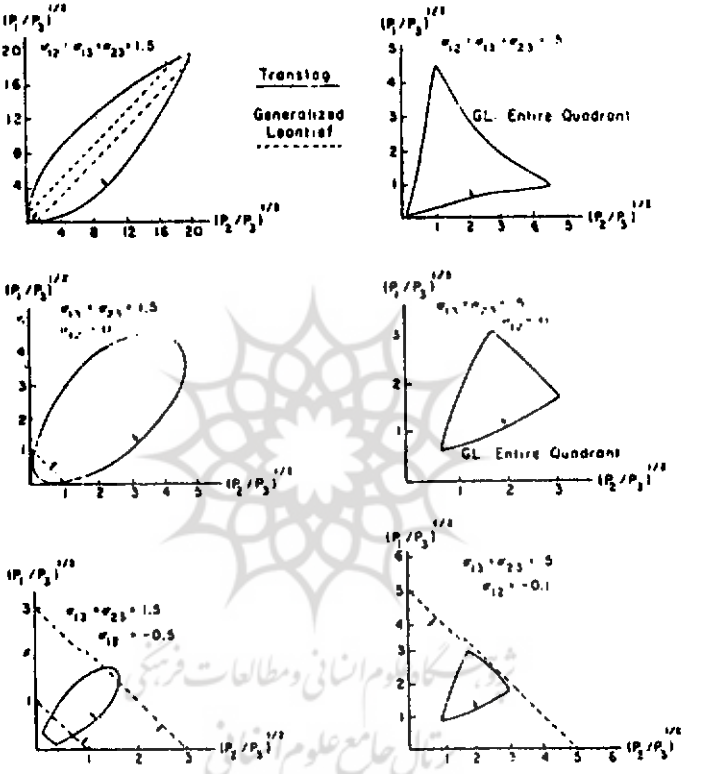
با استفاده از فرمول (۲ـ۱ـ۳) کشش جانشینی به صورت زیر بدست می‌آید:

$$\sigma = 1 + \left[(\beta_{11}W_1^{-1}W_2 - 2\beta_{12} + \beta_{22}W_2^{-1}W_1)/A\right]$$

برای نمایش منطقه قانونی باید مقادیر W_1 ، σ ، کشش درآمدی کالای ۱ (η_{1y}) و تغییر در η_{1y} نسبت به درآمد ($\delta\eta_{1y/\delta y}$) تعیین شوند. با توجه به معادلات $W_1 + W_2 = 1$ و $W_1\eta_{1y} + W_2\eta_{2y} = 1$ و با فرض مقادیر برای W_1 ، η_{1y} و $\delta\eta_{1y/\delta y}$ می‌توان مقادیر W_2 ، η_{2y} و $\delta\eta_{2y/\delta y}$ را بدست آورد. کیو و کریستنسن نمونه‌هایی از منطقه قانونی را در بعضی از حالتهای خاص بدست آورده‌اند که در شکل (۲ـ۳) نمایش داده شده است. همانطور که مشاهده شد در تمام حالتهای فوق در قسمتهایی از فضای قیمتها، خصوصیات تابع مطلوبیت غیرمستقیم در تئوری مصرف کننده و به تبع آن خصوصیات تابع هزینه غیرمستقیم در تئوری تولید کننده، چنانچه تابع مورد نظر از نوع ترانسلوگ باشد برقرار نیست. یعنی به ازای بعضی از مقادیر قیمتها خصوصیات یکنواختی و شبه محدب بودن برای تابع مطلوبیت غیرمستقیم، و یکنواختی و شبه مقعر بودن برای تابع هزینه غیرمستقیم برقرار نمی‌باشد. در بررسی ما ممکن است بعضی از قیمتهای نسبی در

۱ـ (محدودیت جمعی انگل) (Engle Aggregation Restriction)

قیمتهای نسبی در منطقه قانونی قرار نگیرند و بررسی ما مورد اشکال واقع شود این امر در مسئله پیش‌بینی بیشتر خود را نشان می‌دهد.



در شکل فوق مقادیر σ ، η_{iy} و η_{yy} با توجه به $\frac{\delta \eta_{iy}}{\delta y} = 0$ و $W_1 = W_2 = 5$ و $p_1/p_2 = y/p_2 = 1$ تعیین شده است. محدوده قانونی بوسیله پیکانه‌ها نمایش داده شده است.

z تابعی از متغیرهای مستقل q_1 تا q_n می‌باشد

$$Z = F(q_1, \ldots, q_n)$$

تابع Z در تمام متغیرهای مستقل خود قویاً جدایی‌پذیر است اگر:

$$Z = F\left[\sum_{i=1}^{n} f_i(q_i)\right]$$

باشد که در آن F و f_i صعودی هستند.

تابع Z زمانی جدایی‌پذیر ضعیف می‌باشد که متغیرها را بتوان به دو یا چند گروه تقسیم کرد به نحوی که:

$$Z = F\left[f_1(q_1, \ldots, q_k), f_2(q_{k+1}, \ldots, q_n)\right]$$

باشد. جدایی‌پذیری در اینجا به معنای آنست که نرخهای جایگزینی عوامل برای هر زوج متغیر در یک گروه، مستقل از مقادیر متغیرهای خارج از گروه تعیین می‌شود. حال اگر توابع تولید و هزینه در بخش صنعت کشور به صورت زیر باشد:

$$Q = f(E_1, \ldots, E_K, L_1, \ldots, L_L, K_1, \ldots, K_M, M_1, \ldots, M_N)$$

$$Q = f(P_{E1}, \ldots, P_{EK}, P_{L1}, \ldots, P_{LL}, P_{K1}, \ldots, P_{KM}, P_{M1}, \ldots, P_{MN})$$

فرض جدایی‌پذیری ضعیف و به صورت زیر اعمال می‌شود:

$$Q = f(E(E_1, \ldots, E_K), L(L_1, \ldots, L_L), K(K_1, \ldots, K_M), M(M_1, \ldots, M_N))$$

$$C = f(P_E(P_{E1}, \ldots, P_{EK}), P_L(P_{L1}, \ldots, P_{LL}), P_K(P_{K1}, \ldots, P_{KM}), P_M(P_{M1}, \ldots, P_{MN}))$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

توابع $M(M_1, \ldots, M_N), K(K_1, \ldots, K_M), L(L_1, \ldots, L_L), (E_1, \ldots, E_K)$ تجمعی[1] می‌باشند. E ، K ، L و M به ترتیب مقادیر کل[2] داده‌های انرژی، سرمایه، نیروی کار و مواد اولیه می‌باشند. طبق معنایی که در قبل از جدایی پذیری ضعیف ذکر شد نرخ نهایی جانشینی بین E_i و E_j از مقادیر L_L ، K_m و M_n مستقل می‌باشد. $i = j = 1 \ldots K$ ، $l = 1 \ldots L$ و $m = 1 \ldots M$ و $n = 1 \ldots N$. یعنی ترکیبی بهینه از انرژی است که (حداکثر

1- Aggregator Functions

2- Aggregates

کننده سود یا حداقل کننده هزینه) از ترکیبات سرمایه و سطح کل سرمایه مستقل است.[۱]

۲ـ مدل

مدل استفاده شده در این مقاله مدل بهینه‌سازی دو مرحله‌ای است. برای هر مدلی مسلماً فرضهایی لازم است. در اینجا نیز برای استفاده مدل فرضهای زیر درنظر گرفته شده‌است:

۲ـ۱ـ فروض مدل

الف ـ بنگاهها توابع هدف خود را بهینه می‌کنند. در فرآیند تولید، بنگاهها برای دستیابی به میزان تولید و یا عوامل تولید، تابع هدف خود را بهینه می‌کنند. تابع هدف می‌تواند تابع سود و یا تابع هزینه باشد.

ب ـ تابع تولید یک تابع همگن خطی است. در نتیجه تابع تولید نسبت به عوامل تولید از بازدهی ثابت به مقیاس برخوردار است.

ج ـ انرژی کل از سایر عوامل تولید جدایی‌پذیر ضعیف می‌باشد. فرض جدایی‌پذیری نتایجی را به دنبال دارد:

۱ـ جدایی‌پذیری بر استقلال بین عوامل تأکید دارد، بنابراین مشکل همخطی کمتر می‌شود.

۱ـ جدایی‌پذیری ضعیف آنطور که به نظر می‌آید محدود کننده نیست بعنوان مثال ژنراتورهای توربینی را در نظر بگیرید که گاز مصرف می‌کنند و بعضی دیگر زغال و همه برای تولید برق به کار می‌روند. بنابراین نمی‌توان گفت که جایگزینی بین زغال و گاز مستقل از سرمایه است و این خود نقض فرض جدایی‌پذیری است. ولی آنچه باعث می‌شود دراین مثال همچنان براین فرض اصرار شود مسئله سرمایه بر حسب واحدهای پولی است. به هر حال دو نوع ژنراتور با واحدهای پولی یکسان ارزیابی می‌شوند.

۲ـ فرض جدایی‌پذیری این امکان را می‌دهد که مقدار عوامل بطور مجزا تعیین شود و بنگاهها می‌توانند از روش دو مرحله‌ای استفاده کنند یعنی تعیین مقادیر کل داده‌ها و تعیین اجزاء تشکیل‌دهندهٔ مقادیر کل بصورت جداگانه امکان‌پذیر است.

۳ـ با استفاده از نتیجهٔ دوم می‌توان گفت که در فرآیند تعیین یکایک عوامل و داده‌ها، تعداد پارامترهائی که لازم است تخمین زده شود کمتر از زمانی است که تمام مقادیر کل و اجزاء مقادیر کل با هم تخمین زده می‌شود.

۲ـ۲ـ مدل دومرحله‌ای

همانطور که گفته شد مدل استفاده شده، مدل دو مرحله‌ای است. در مرحلهٔ اول تقاضای کل انرژی مورد توجه است و در مرحلهٔ دوم سهم بازار[1] تک‌تک سوختها بر اساس قیمتهای نسبی آنها تعیین می‌شود. شاخص قیمت انرژی (DPI)[2] رابطی بین دو مرحله است. این روش برای تجزیه و تحلیل‌کنندگان مسایل انرژی یک ابزار بسیار قوی فراهم می‌کند زیرا این روش تخمینهایی برای کششهای قیمتی و متقاطع در سیستمی که بوسیلهٔ معادلات سهم هزینه[3] تشکیل می‌شود ارائه می‌کند و در عین حال تقاضا برای کل انرژی بوسیلهٔ معادلهٔ تقاضای آن تخمین زده می‌شود.

۲ـ۲ـ۱ـ مرحلهٔ اول مدل

در این مرحله تقاضای کل انرژی صنعت تابعی است از شاخص قیمت انرژی و ارزش

1- Market Shares

2- Divisia Price Index

3- Cost Share Equations

افزودهٔ واقعی بخش صنعت. شاخص قیمت انرژی میانگینی است از قیمتهای سوخت که بوسیلهٔ سهم کمی آنها وزن داده شده است. مدل مذکور در این مرحله یک مدل لگاریتمی و بصورت زیر است:

$$LEN_t = C_1 + C_2 \times LVA_t + C_3 \times LVA_{t-1} + C_4 \times LPEN_t + C_5 \times D_{57}$$

$$LPEN = \ln \left(\sum_i p_{i_t} \times Qs_{i_t} \right) \qquad (۱\text{-}۲)$$

LEN ، LPEN و LVA به ترتیب لگاریتمهای انرژی کل، شاخص قیمتی انرژی و ارزش افزودهٔ بخش صنعت می‌باشند. p_i و QS_{it} قیمت واقعی و سهم کمّی سوخت i می‌باشند. $i = ۱,۲,۳,۴$ به ترتیب برای گاز طبیعی، فرآورده‌های نفتی، زغال و برق می‌باشد. D_{57} یک متغیر مجازی است تا اثر حوادث انقلاب را که با اعتصابات صنایع همراه بود، نشان دهد. مقدار متغیر مجازی در سال ۱۳۵۷ یک و در بقیهٔ سالها صفر می‌باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

۲-۲-۲- مرحلهٔ دوم مدل

در این مرحله سیستم معادلات سهم هزینهٔ اجزای انرژی نوشته می‌شود. این معادلات بوسیلهٔ لم‌شفارد و با استفاده از تابع هزینهٔ عوامل انرژی بدست می‌آیند. در بسیاری از مطالعات از مدل ترانسلوگ استفاده می‌شود. کریستنسن و کیوز (۱۹۸۰) نشان داده‌اند که استفاده از این مدل با مشکلاتی همراه می‌باشد که از اعتبار کار انجام شده می‌کاهد. از مدلهای با کشش متغیر که خواص فراگیر[1] جالبی دارد، مدل لاجیت خطی[2] سهم‌های هزینه است. اولین نکته‌ای که که باید در مورد روش[3] لاجیت یادآور شد این است که به

1- Global

2- Linear Logit Model

3- Approach

تعیین تابع هزینه نیازی ندارد. این ویژگی، روش لاجیت را به روشی تخصصی و ویژه تبدیل می‌کند. با فرض بازدهی ثابت به مقیاس، هیچ دلیل تئوریکی دال بر نیاز به فرمول تابع هزینه وجود ندارد زیرا سهم‌های هزینه، تمام اطلاعات لازم مربوط به ساختار هزینه را در دسترس قرار می‌دهد. علاوه‌بر این، مدل لاجیت تخمین ساختارهای هزینهٔ غیرمتجانس را ممکن می‌سازد. برای اینکه نشان داده شود مدل لاجیت یک روش ویژه و تخصصی نیست، ابتدا یک سیستم N تایی از معادلات سهم که می‌تواند بر حسب لم‌شفارد نوشته شود درنظر گرفته می‌شود.

$$W_i = \frac{p_i \left(\frac{\partial c}{\partial p_i}\right)}{\sum_{j=1}^{n} p_j \left(\frac{\partial c}{\partial p_j}\right)}$$

بجای اینکه معادلهٔ فوق بوسیله تعیین بعضی از انواع توابع هزینه و مشتق‌گیری نسبت به قیمتها (مانند روش ترانسلوگ) بدست آید، می‌توان برای قیمتهای وزن داده شده بوسیلهٔ مشتقهای جزیی در معادلهٔ فوق شکلی بصورت تابع درنظر گرفت. بجای اینکه این شکل، تابع خطی باشد از یک شکل نمایی به صورت زیر استفاده شده‌است:

$$W_i = \frac{e^{f_i}}{\sum_{j=1}^{n} e^{f_j}} \qquad f_i = a_i + \sum_{j=1}^{n} c_{ij} \ln p_j \qquad (۳_۲)$$

f_i تابعی از قیمتهای n عامل تولید است و a_i و c_{ij} ضرایب هستند. شکل لگاریتمی خطی f_i نتایج عمومی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. با اعمال محدودیتهای تئوریک عبارات مربوط به کششهای قیمتی ساده می‌شوند، ضمناً از پیچیدگیهای غیرضروری پرهیز می‌شود. با توجه به رابطه فوق، کششهای سهم هزینه می‌تواند برای یک سری مشخص از

سهم‌ها $(W_1^*, \ldots, W_N^*)$ بصورت زیر اثبات شود. c_{ij} همان ضریب در تابع f_i می‌باشد و W_i^* مقادیری معلوم و مفروض می‌باشد.

$$H_{ij} = \frac{\partial \ln W_i}{\partial \ln p_j} = C_{ij} - \sum_{k=1}^{N} W_k^* C_{kj} \qquad (۴.۲)$$

$$= \frac{\partial f_i}{\partial \ln p_j} - \frac{\partial \ln (\Sigma e^{f_j})}{\partial \ln p_j}$$

$$= \frac{\partial f_i}{\partial \ln p_j} - \sum_{k=1}^{N} W_k^* \left(\frac{\partial f_k}{\partial \ln p_j}\right)$$

$$= C_{ij} - \sum_{k=1}^{N} W_k^* C_{kj}$$

۲ـ۲ـ۲ـ۱ـ تعیین توابع تقاضای نهاده‌ها

در تئوری اقتصادی نئوکلاسیک اگر هزینهٔ تولید حداقل شود، توابع تقاضای نهاده‌های فرآیند تولید برای یک دستهٔ مفروض از قیمتهای عوامل، و سطح تولید بدست می‌آید. اگر فرض شود $C(p_1, \ldots, p_N, y)$ تابع هزینهٔ غیرمستقیم باشد در این صورت $p_1, \ldots, p_N$ قیمتهای N عامل تولید و y سطح تولید می‌باشند. اگر $Q_1, \ldots, Q_N$ سطوح نهاده‌های مورد استفاده باشند $C = \sum_{i=1}^{N} p_i Q_i$ عبارتست از حداقل مقدار هزینه تولید برای سطوح امکان‌پذیر (شدنی) داده‌هایی که محصولی بیشتر یا برابر با y تولید می‌کنند. اگر تابع تولید خوش‌رفتار[1] (قانونی[2]، یکنواخت و محدب رفتار کند) باشد در این صورت تابع

1- Well-Behaved

2- Regular

هزینهٔ مربوط به این تابع تولید غیرنزولی همگن، مقعر و تابعی پیوسته نسبت به قیمتهای عوامل خواهد بود و در حقیقت می‌توان نشان داد که این خصوصیات شرایط کافی برای وجود تابع هزینه است.

اگر $Q_i(p_1, \ldots, p_N, y)$ به صورت تابع تقاضای شرطی برای عامل i که متناسب با سطح مفروض ستانده و حداقل هزینه است تعریف شود، از لم‌شفارد استفاده می‌شود تا بدست آید.

$$Q_i = \frac{\partial C}{\partial p_i} \qquad (۵.۲)$$

حال باید دید این توابع تقاضا چه خصوصیاتی دارند؟ این خصوصیات عبارتند از:

۱ـ تمام سطوح داده‌ها باید غیرمنفی باشند.

۲ـ هر تابع باید در قیمتها همگن درجهٔ صفر باشد.

۳ـ ماتریس N×N که عناصر آن $\partial Q_i / \partial p_j$ می‌باشند باید متقارن[1] و منفی نیمه معین[2] باشد این مطلب به این نکته اشاره دارد که آثار قیمت خودی منفی است $(\partial Q_i / \partial p_i < 0)$ و آثار قیمت متقاطع متقارن می‌باشد $(\partial Q_i / \partial p_j = \partial Q_j / \partial p_i)$.

همانطور که خصوصیات تابع هزینه، شرط کافی برای وجود تابع هزینه می‌باشد، این خصوصیات نیز شرط کافی برای وجود توابع تقاضای خوش‌رفتار است. به عبارت دیگر اگر یک دسته از توابع، دارای این خصوصیات باشند، این توابع امکان بیان تقاضای نهاده‌ها را دارند. حال به بررسی این خصوصیات می‌پردازیم.

اگر تابع تولید که ماکزیمم سطح ستاده را به سطوح مشخص نهاده‌ها مربوط می‌سازد، نسبت به میزان نهاده‌ها همگن خطی باشد، تابع هزینه می‌تواند دوباره به صورت زیر

1- Symetric

2- Semi - definit

بازنویسی شود:

$$C(p_1, p_2, \dots, p_N, y) = yc^*(p_1, \dots, p_N) \qquad (۶\text{-}۲)$$

در این صورت معادلات تقاضای همزمان عبارتند از:

$$Q_i = \frac{\partial C}{\partial p_i} = y\frac{\partial C^*}{\partial p_i} \qquad i = 1, 2, \dots, N \qquad (۷\text{-}۲)$$

از آنجا که y مفروض و معلوم است و به صورت پارامتر[1] در (۶-۲) عمل می‌کند، اگر تابع تولید، همگن خطی باشد خصوصیات تابع هزینهٔ C را به C^* منتقل می‌کند. علاوه‌بر این، معادلات سهم از متغیر تولید مستقل است زیرا:

$$W_i = \frac{p_i Q_i}{C} = \frac{p_i y\frac{\partial C^*}{\partial p_i}}{yC^*} = \frac{P_i}{C^*}\cdot\frac{\partial C^*}{\partial P_i} \qquad (۸\text{-}۲)$$

مدل خطی لاجیت که برای سهم‌های هزینه درنظر گرفته شده است با توجه به فرض همگن خطی بودن تابع تولید است. اولین ویژگی تابع تقاضای خوب رفتار این است که سطح نهاده‌ها نمی‌تواند منفی باشد این ویژگی بوسیلهٔ شکل مدل خطی لاجیت در (۳-۲) تضمین می‌شود. این امر بخاطر وجود توابع نمایی است. بنابراین تمام سهم‌ها از ویژگی مثبت بودن برخوردارند. به عبارت دیگر، برای هر دسته از قیمتهای مثبت، سطوح داده‌های متناظر همگی مثبت می‌باشند. خاصیتهای دوم و سوم توابع تقاضا محدودیتهایی روی کششهای قیمتی برای نهاده‌ها تحمیل می‌کنند. بنابراین ضروریست تا کششهای شکل لاجیت خطی مفروض در (۳-۲) را بدست آورد. از رابطهٔ (۸-۲) می‌توان

1- Scale factor

عبارت $Q_i = W_i \frac{C}{p_i}$ را نتیجه گرفت از طرف دیگر کشش قیمتی مستقیم برای iامین نهاده می‌تواند با استفاده از لم‌شفارد و تعریف کششهای سهم (H_{ik}) در (۲ـ۴)، بصورت زیر نوشته شود.

$$E_{ii} = \frac{\partial Q_i}{\partial p_i} \cdot \frac{p_i}{Q_i} = \frac{\partial \left(\frac{W_i C}{p_i}\right)}{\partial p_i} \frac{p_i}{Q_i}$$

$$= \frac{\partial W_i}{\partial p_i} \frac{C}{p_i} \frac{p_i}{Q_i} + \frac{\partial C}{\partial p_i} \frac{W_i}{p_i} \frac{p_i}{Q_i} - \frac{W_i}{p_i} \frac{C}{p_i} \frac{p_i}{Q_i}$$

$$= \frac{\partial W_i}{\partial p_i} \cdot \frac{C}{p_i Q_i} \cdot p_i + Q_i \frac{W_i}{p_i} \frac{p_i}{Q_i} - W_i \frac{C}{p_i Q_i}$$

$$= \frac{\partial W_i}{\partial p_i} \cdot \frac{p_i}{W_i} + W_i - W_i \frac{1}{W_i}$$

$$= H_{ii} + W_i - 1 \qquad (۹ـ۲)$$

به همین ترتیب کششهای قیمتی متقاطع عبارتند از:

$k \neq i$ به ازای تمام مقادیر

$$E_{ik} = \frac{\partial Q_i}{\partial p_k} \cdot \frac{p_k}{Q_i}$$

$$= \frac{\partial W_i}{\partial p_k} \cdot \frac{C}{p_i} \cdot \frac{p_k}{Q_i} + \frac{\partial C}{\partial p_k} \cdot \frac{W_i}{P_i} \cdot \frac{p_k}{Q_i}$$

$$= \frac{\partial W_i}{\partial p_k} \cdot \frac{C}{p_i Q_i} \cdot p_k + Q_k \frac{W_i}{P_i Q_i} \cdot p_k$$

$$E_{ik} = \frac{\partial W_i}{\partial p_k} \frac{1}{W_i} p_k + Q_k \frac{W_i}{W_i C} p_k = H_{ik} + W_k \qquad (۱۰ـ۲)$$

دومین ویژگی توابع تقاضای خوب رفتار از ویژگی همگن درجهٔ ۱ نسبت به قیمتها در تابع هزینه بدست می‌آید. از دومین ویژگی توابع تقاضا خوب رفتار می‌توان نتیجه گرفت

که مجموع N کشش قیمتی برای هر داده باید صفر باشد. این موضوع را چنین می‌توان نشان داد: طبق قضیهٔ اویلر تابع f همگن درجهٔ K نسبت به X است اگر: $f=f(x_1,\dots,x_n)$

$$\sum_{i=1}^{n} f_i x_i = k\, f(x)$$

طبق ویژگی دوم توابع تقاضای خوب رفتار می‌توان چنین نوشت:

$$\sum_{j=1}^{N} \frac{\partial Q_i}{\partial p_j} \cdot p_j = 0$$

دو طرف این رابطه در $\frac{1}{Q_i}$ ضرب می‌شود.

$$\sum_{j=1}^{N} \frac{\partial Q_i}{\partial p_j} \frac{p_j}{Q_i} = 0 \qquad ===\Rightarrow \sum_{j=1}^{N} E_{ij} = 0 \qquad (۱۱-۲)$$

با توجه به روابط (۲-۹) و (۲-۱۰) می‌توان نوشت:

$$\sum_{j=1}^{N} (H_{ij} + W_j) - 1 = 0$$

با توجه به رابطهٔ $\sum_{j=1}^{N} W_j = 1$ می‌توان نوشت:

$$\sum_{j=1}^{N} H_{ij} = 0 \qquad (۱۲-۲)$$

بنابراین مجموع کششهای هر سهم باید برابر صفر باشد. طبق ویژگی سوم توابع تقاضای خوب رفتار می‌توان نوشت:

$$\frac{\partial Q_i}{\partial p_k} = \frac{\partial Q_k}{\partial p_i}$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial p_k} \frac{p_k p_i}{C} \frac{Q_i}{Q_i} = \frac{\partial Q_k}{\partial p_i} \frac{p_k p_i}{C} \frac{Q_k}{Q_k}$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial p_k} \frac{p_k}{Q_i} \frac{p_i Q_i}{C} = \frac{\partial Q_k}{\partial p_i} \frac{p_i}{Q_k} \frac{p_k Q_k}{C}$$

$$E_{ik} W_i = E_{ki} W_k \qquad (k \neq i \text{ برای مقادیر}) \qquad (۱۳-۲)$$

حال به چگونگی تحمیل محدودیتها پرداخته می‌شود. محدودیتهای همگنی و تقارن،

برای هر دستهٔ مشخص از سهم‌ها $(W_1^*, W_2^*, \ldots, W_N^*)$ بصورت همزمان تحمیل می‌شوند. محدودیت همگنی (۲ـ۱۲) با استفاده از (۲ـ۴) بصورت زیر نوشته می‌شود.

$$\sum_{j=1}^{N} H_{ij} = 0 \qquad \text{برای تمام مقادیر } i$$

$$\sum_{j} \left(C_{ij} - \sum_{k=1}^{N} W_k^* C_{kj}\right) = 0$$

$$\sum_{j} (C_{ij} - S_j) = 0 \qquad \text{(۲ـ۱۴) برای تمام مقادیر } j$$

رابطهٔ فوق با توجه به $S_j \equiv \sum W_k C_{kj}$ بدست آمده است. اگر N معادلهٔ (۲ـ۱۴) بصورت ماتریس نوشته شود آنگاه: (i=1 ... N).

$$\begin{bmatrix} 1-W_1^* & -W_2^*, \ldots, -W_N^* \\ -W_1^* & 1-W_2^*, \ldots, -W_N^* \\ \vdots & \vdots \\ -W_1^* & -W_2^*, \ldots, 1-W_N^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_{11}+C_{12}+\ldots\ldots+C_{1N} \\ C_{21}+C_{22}+\ldots\ldots+C_{2N} \\ \vdots \\ C_{N1}+C_{N2}+\ldots\ldots+C_{NN} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

(۲ـ۱۵)

ماتریس اول تکین است زیرا مجموع ستونهای آن با بردار صفر برابر است بنابراین یک راه حل نسبت به N محدودیت در (۲ـ۱۵) عبارتست از:

$$\sum_{j=1}^{N} C_{ij} = d \qquad \text{برای تمام مقادیر } i \qquad \text{(۲ـ۱۶)}$$

که d یک مقدار[1] نامعلوم است

محدودیت تقارن (۲ـ۱۳) را با استفاده از روابط (۲ـ۱۰) و (۲ـ۴) می‌توان بصورت زیر نوشت:

$$E_{ij} W_i^* = E_{ji} W_j^*$$

$$(H_{ij} + W_j^*) W_i^* = (H_{ji} + W_i^*) W_j^*$$

1- Scalar

$$(C_{ij} - S_j + W_j^*)\, W_i^* = (C_{ji} - S_i + W_i^*)\, W_j^* \qquad (i \neq j) \qquad (۱۷\text{-}۲)$$

اگر چنانچه رابطه روبرو برقرار باشد:

$$W_i^*\, C_{ij} = W_j^*\, C_{ji} \qquad (۱۸\text{-}۲)$$

می‌توان ثابت کرد که[1] :

$$W_i^*\, S_j = W_j^*\, S_i \qquad (۱۹\text{-}۲)$$

بنابراین با وجود رابطهٔ (۱۸ـ۲) رابطهٔ (۱۷ـ۲) نیز برقرار خواهد بود. بنابراین رابطهٔ (۱۸ـ۲) می‌تواند نقش محدودیت تقارن را بعهده بگیرد. ضرایب قیمتها در رابطهٔ (۳ـ۲) به صورت زیر دوباره تعریف می‌شود:

$$C_{ij}^* = \frac{C_{ij}}{W_j^*} \qquad (۲۰\text{-}۲)$$

طبق رابطهٔ (۳ـ۲) می‌توان نوشت:

$$f_i = a_i + \sum_{j=1}^{N} C_{ij} \ln p_j + d \ln p_N - d \ln p_N$$

$$f_i = a_i + C_{i1} \ln p_1 + \ldots + C_{iN} \ln p_N - (C_{i1} + C_{i2} + \ldots + C_{iN}) \ln p_N + d \ln p_N$$

$$f_i = a_i + C_{i1} \ln(p_1/ + p_N) + C_{i2} \ln(p_2/ p_N) + \ldots + C_{iN-1} \ln(p_{N-1} / p_N) + d \ln p_N$$

1- $W_i^*\, S_j = W_i^* \sum_k W_k^*\, C_{kj}$

با استفاده از رابطهٔ (۱۸ـ۲) $= \sum_k W_i^*\, W_j^*\, C_{jk}$

با استفاده از رابطهٔ (۱۶ـ۲) : $\sum_k C_{jk} = \sum_k C_{ik}$ $= W_j^* \sum_k W_i^*\, C_{jk}$

با استفاده از (۱۸ـ۲) $= W_j^* \sum_k W_k^*\, C_{ki}$

$= W_j^*\, S_i$

در روابط فوق از (۲ـ۱۶) استفاده شده است. با استفاده از (۲ـ۲۰) می‌توان چنین نوشت:

$$f_i = a_i + \overset{*}{C}_{i1}\ \overset{*}{W}_1\ \ln (p_1/ p_N) + \ldots\ldots + \overset{*}{C}_{iN-1}\ \overset{*}{W}_{N-1} \ln (p_{N-1}/p_N) + d \ln p_N$$

در این مقاله تعداد نهاده‌ها چهار می‌باشد که عبارتند از: گاز طبیعی، فرآورده‌های نفتی، زغال‌سنگ و برق (۴، ۳، ۲، ۱ = i). بنابراین معادلات فوق را به صورت زیر می‌توان بازنویسی کرد:

$$f_1 = a_1 + \overset{*}{C}_{11}\ \overset{*}{W}_1 \ln (p_1/ p_4) + \overset{*}{C}_{12}\ \overset{*}{W}_2\ \ln (p_2/ p_4) + \overset{*}{C}_{13}\ \overset{*}{W}_3\ \ln (p_3/ p_4) + d\ln p_4$$

$$f_2 = a_2 + \overset{*}{C}_{21}\ \overset{*}{W}_1 \ln (p_1/ p_4) + \overset{*}{C}_{22}\ \overset{*}{W}_2\ \ln (p_2/ p_4) + \overset{*}{C}_{23}\ \overset{*}{W}_3\ \ln (p_3/ p_4) + d\ln p_4$$

$$f_3 = a_3 + \overset{*}{C}_{31}\ \overset{*}{W}_1 \ln (p_1/ p_4) + \overset{*}{C}_{32}\ \overset{*}{W}_2\ \ln (p_2/ p_4) + \overset{*}{C}_{33}\ \overset{*}{W}_3\ \ln (p_3/ p_4) + d\ln p_4$$

$$f_4 = a_4 + \overset{*}{C}_{41}\ \overset{*}{W}_1 \ln (p_1/ p_4) + \overset{*}{C}_{42}\ \overset{*}{W}_2\ \ln (p_2/ p_4) + \overset{*}{C}_{43}\ \overset{*}{W}_3\ \ln (p_3/ p_4) + d\ln p_4$$

(۲ـ۲۱)

از آنجا که در مدلهای اقتصادی عوامل تصادفی نیز در توضیح مدل نقش دارند لذا به هر رابطه یک جزء اخلال e_i اضافه می‌شود. اضافه کردن جزء اخلال، تحمیل محدودیتهای تقارن و همگنی و اینکه مجموع سهم‌ها برابر یک می‌شود و همچنین غیرمنفی بودن داده‌ها را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. شکل خطی شدهٔ مشابه فوق، برای تخمین مناسب، با استفاده از رابطهٔ (۲ـ۳) بدست می‌آید.

$$W_1 = \frac{e^{f1}}{\sum_j e^{fj}} \Rightarrow \ln (W_1) = f_1 - \ln \left[\sum_{j=1}^{4} e^{fj} \right]$$

$$W_2 = \frac{e^{f2}}{\sum_j e^{fj}} \Rightarrow \ln (W_2) = f_2 - \ln \left[\sum_{j=1}^{4} e^{fj} \right]$$

$$W_3 = \frac{e^{f3}}{\sum_j e^{fj}} \Rightarrow \ln(W_3) = f_3 - \ln\left[\sum_{j=1}^{4} e^{fj}\right]$$

$$W_4 = \frac{e^{f4}}{\sum_j e^{fj}} \Rightarrow \ln(W_4) = f_4 - \ln\left[\sum_{j=1}^{4} e^{fj}\right]$$

اگر از تمام روابط رابطهٔ چهارم کم شود آنگاه:

$$\ln W_1 - \ln W_4 = f_1 - \ln(\sum_j e^{fj}) - [f_4 - \ln(\sum_j e^{fj})]$$

$$\ln W_2 - \ln W_4 = f_2 - \ln(\sum_j e^{fj}) - [f_4 - \ln(\sum_j e^{fj})]$$

$$\ln W_3 - \ln W_4 = f_3 - \ln(\sum_j e^{fj}) - [f_4 - \ln(\sum_j e^{fj})]$$

به عبارت دیگر

$$\ln(W_1 / W_4) = f_1 - f_4$$

$$\ln(W_2 / W_4) = f_2 - f_4$$

$$\ln(W_3 / W_4) = f_3 - f_4$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

با استفاده از (۲ـ۲۱) می‌توان نوشت

$$\ln(W_1/W_4)=(a_1-a_4)+(\overset{*}{C}_{11}-\overset{*}{C}_{41})\overset{*}{W}_1\ln(p_1/p_4)+(\overset{*}{C}_{12}-\overset{*}{C}_{42})\overset{*}{W}_2\ln(p_2/p_4)$$
$$+(\overset{*}{C}_{13}-\overset{*}{C}_{43})\overset{*}{W}_3\ln(p_3/p_4)+(e_1-e_4)$$

$$\ln(W_2/W_4)=(a_2-a_4)+(\overset{*}{C}_{21}-\overset{*}{C}_{41})\overset{*}{W}_1\ln(p_1/p_4)+(\overset{*}{C}_{22}-\overset{*}{C}_{42})\overset{*}{W}_2\ln(p_2/p_4)$$
$$+(\overset{*}{C}_{23}-\overset{*}{C}_{43})\overset{*}{W}_3\ln(p_2/p_4)+(e_2-e_4)$$

$$\ln(W_3-W_4)=(a_3-a_4)+(\overset{*}{C}_{31}-\overset{*}{C}_{41})\overset{*}{W}_1\ln(p_1/p_4)+(\overset{*}{C}_{32}-\overset{*}{C}_{42})\overset{*}{W}_2\ln(p_2/p_4)$$
$$+(\overset{*}{C}_{33}-\overset{*}{C}_{43})\overset{*}{W}_3\ln(p_3/p_4)+(e_3-e_4)$$

از رابطهٔ (۲ـ۱۶) می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14} = d \\ C_{21} + C_{22} + C_{23} + C_{24} = d \\ C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34} = d \end{cases}$$

با استفاده از رابطهٔ (۲ـ۲۰) روابط زیر بدست می‌آید:

$$\begin{cases} C_{11}^{*} W_1^{*} + C_{12}^{*} W_2^{*} + C_{13}^{*} W_3^{*} + C_{14}^{*} W_4^{*} = d \\ C_{21}^{*} W_1^{*} + C_{22}^{*} W_2^{*} + C_{23}^{*} W_3^{*} + C_{24}^{*} W_4^{*} = d \\ C_{31}^{*} W_1^{*} + C_{32}^{*} W_2^{*} + C_{33}^{*} W_3^{*} + C_{34}^{*} W_4^{*} = d \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} C_{11}^{*} = \frac{1}{W_1^{*}} [d - C_{12}^{*} W_2^{*} - C_{13}^{*} W_3^{*} - C_{14}^{*} W_4^{*}] \\ C_{22}^{*} = \frac{1}{W_2^{*}} [d - C_{21}^{*} W_1^{*} - C_{23}^{*} W_3^{*} - C_{24}^{*} W_4^{*}] \\ C_{33}^{*} = \frac{1}{W_1^{*}} [d - C_{31}^{*} W_1^{*} - C_{32}^{*} W_2^{*} - C_{34}^{*} W_4^{*}] \end{cases} \quad (۲ـ۲۲)$$

با بکارگیری روابط (۲ـ۱۸) و (۲ـ۲۰) می‌توان نوشت

$$W_i^{*} C_{ij}^{*} W_j^{*} = W_j^{*} C_{ji}^{*} W_i^{*} \Longrightarrow C_{ij}^{*} = C_{ji}^{*} \quad (۲ـ۲۳)$$

با توجه به روابط (۲ـ۲۳) و (۲ـ۲۲) ضرایب زیر بدست می‌آیند.

$$(C_{11}^{*} - C_{41}^{*}) W_1^{*} = \left[\frac{1}{W_1^{*}} (d - C_{12}^{*} W_2^{*} - C_{13}^{*} W_3^{*} - C_{14}^{*} W_4^{*}) - C_{14} W_1^{*}\right]$$

$$= d - C_{12}^{*} W_2^{*} - C_{13}^{*} W_3^{*} - C_{14}^{*} W_4^{*} - C_{14}^{*} W_1^{*}$$

$$= d - C_{12}^{*} W_2^{*} - C_{13}^{*} W_3^{*} - C_{14}^{*} (W_4^{*} + W_1^{*})$$

به همین ترتیب:

$$(C^*_{22} - C^*_{24})\, W^*_2 = d - C_{12}^*\, W_1^* - C_{23}^*\, W_3^* - C_{24}^*\, (W_2 + W^*_4)$$

(۲۴ـ۲)

$$(C^*_{33} - C^*_{43})\, W^*_3 = d - C_{13}^*\, W_1^* - C_{23}^*\, W_2^* - C_{34}^*\, (W_3 + W^*_4)$$

دو محدودیت عادی‌کننده[1] مورد نیاز می‌باشد تا پارامترهای باقیمانده در سیستم، تشخیص هویت داده شوند. بنابراین، این محدودیتها عبارتند از:

$$a_N = d = 0$$

با تحمیل محدودیتهای فوق و رابطهٔ (۱۸ـ۲) سیستم سه معادله‌ای به صورت زیر بدست می‌آید:

$$\ln(W_{1t}/W_{4t}) = a_1 - [C^*_{12}W^*_2 + C^*_{13}W^*_3 - C^*_{14}(W^*_1 + W^*_4)]\ln(p_{1t}/p_{4t}) +$$
$$(C^*_{12} - C^*_{24})\times W^*_2 \ln(p_{2t}/p_{4t}) + (C^*_{13} + C^*_{34})\times W^*_3 \ln(p_{3t}/p_{4t}) + Z_1T_1 + \varepsilon_1$$

$$\ln(W_{2t}/W_{4t}) = a_2 + (C^*_{12} - C^*_{14})\, W^*_1 \ln(p_{1t}/p_{4t}) - [(C^*_{12}W^*_1 - C^*_{23}W^*_3$$
$$C^*_{24}(W^*_2 + W^*_4)]\times\ln(p_{2t}/p_{4t}) + (C^*_{23} - C^*_{34})\, W^*_3 \ln(p_{3t}/p_{4t}) + Z_2T_2 + \varepsilon_2$$

$$\ln(W_{3t}/W_{4t}) = a_3 + (C^*_{13} - C^*_{14})W^*_1\ln(p_{1t}/p_{4t}) + (C^*_{23} - C^*_{24})W^*_2\ln(p_{2t}/p_{4t})$$
$$- [(C^*_{13}W^*_1 + C^*_{23})W^*_2 + C^*_{34}(W^*_3 + W^*_4)]\ln(p_{3t}/p_{4t}) + Z_3T_3 + \varepsilon_3$$

(۲۵ـ۲)

1- Normalizing Constraints

W^*_i، W_i ، p_i و T به ترتیب میانگین سهم هزینهٔ سوخت i، سهم هزینهٔ سوخت i، قیمت واقعی سوخت i و روند زمان می‌باشند. اندیس ۴، ۳، ۲ و ۱ = i به ترتیب گاز طبیعی، فرآورده‌های نفتی زغال سنگ و برق را نشان می‌دهد. همانطور که می‌دانید هر یک از چهار سوخت اصلی در هر سال از دوره مورد بررسی سهمی از هزینه کل مصرف انرژی را در صنعت تشکیل می‌دهد. برای تحمیل محدودیتها باید مقادیری برای سهم هزینه سوختها درنظر گرفته می‌شد. سهم هزینه سوختها طی دوره مورد بررسی با تغییراتی همراه بوده که ما از میانگین آنها استفاده کرده‌ایم.

قبلاً با روابط مربوط به کششهای قیمتی آشنا شدیم. کششهای جانشینی را به تبعیت از ازاوا (۱۹۶۲) بر حسب تابع هزینه چنین می‌توان نوشت:

$$\sigma_{ij} = C \frac{\partial^2 C / \partial p_i \partial p_j}{\frac{\partial C}{\partial p_i} \cdot \frac{\partial C}{\partial p_j}}$$

با فرض لم‌شفارد ($Q_i = \frac{\partial C}{\partial p_i}$) و تعریف کشش متقاطع قیمتی می‌توان نوشت:

$$\frac{\partial^2 C}{\partial p_i \partial p_j} = \frac{\partial Q_i}{\partial p_i} = \frac{E_{ij}\, Q_i}{p_j}$$

به این ترتیب کشش جانشینی جزیی می‌تواند به صورت زیر نوشته شود.

$$\sigma_{ij} = \frac{E_{ij}}{W_j} \qquad i \neq j$$

E_{ij} کشش متقاطع قیمتی و W_j سهم هزینهٔ عامل j می‌باشد.

۳ـ تخمین مدل

۳ـ۱ـ *آمارهای مورد استفاده*

ابتدا لازم است در مورد آمارهای به کار رفته در تخمین مدلها توضیحاتی داده شود.

ساختار اطلاعات آماری مورد استفاده، برای تخمین به صورت سری زمانی[1] و مربوط به دورهٔ ۱۳۴۶-۱۳۷۳ می‌باشد. آمارهای به کار رفته عبارتند از: کل مصرف انرژی در صنعت، شاخص قیمت انرژی، ارزش افزودهٔ بخش صنعت، سهم‌های هزینهٔ حاملهای انرژی و قیمتهای واقعی حاملهای انرژی. کل مصرف انرژی در صنعت بوسیلهٔ مجموع مصرف یکایک حاملهای انرژی در صنعت (فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی، سوختهای جامد و برق) بر حسب میلیون بشکه نفت خام بدست آمده است. مصرف حاملهای انرژی بر حسب میلیون بشکه نفت خام بطور مجزا در مآخذ آماری وزارت نیرو موجود است. شاخص قیمت انرژی بوسیلهٔ قیمت انواع سوختها و سهم کمی آنها محاسبه شده است. قیمت انواع سوختها به صورت جاری از مراکز و نشریات داخلی سازمانهای مربوطه جمع‌آوری شده است. قیمت فرآورده‌های نفتی بصورت میانگینی از قیمتهای فرآورده‌های اصلی نفت مانند بنزین، گازوئیل، نفت سفید، نفت کوره محاسبه شده است. قیمت زغال سنگ نیز به صورت مدون و رسمی وجود ندارد. برای دستیابی به قیمتهای زغال سنگ از آمارهای مربوط به استخراج زغال سنگ، ارزش استخراج زغال سنگ، میزان صادرات و ارزش صادرات که در سالنامه‌های آماری موجود بود و همچنین از قیمتهای تمام شدهٔ چند معدن عمده بدست آمد. قیمت فرآورده‌های نفتی بر حسب لیتر - ریال، قیمت سوختهای جامد بر حسب کیلوگرم - ریال، قیمت برق بر حسب کیلووات ساعت - ریال و قیمت گاز طبیعی بر حسب متر مکعب - ریال جمع‌آوری شد. از آنجا که مصرف انرژی بر حسب میلیون بشکه نفت خام است لازم است قیمتی معادل یک بشکه نفت خام برای انواع سوختها محاسبه شود. برای بدست آوردن قیمت واقعی انواع سوختها، قیمتهای جاری بر

1- Time - Series

شاخص عمده‌فروشی (۱۰۰ = ۱۳۶۱) تقسیم شد و شاخص قیمت انرژی طبق فرمول (۲ـ۱) محاسبه گردید. ارزش افزودهٔ بخش صنعت به قیمت ثابت سال ۱۳۶۱ مورد استفاده قرار گرفته است. سهم‌های هزینهٔ حاملهای انرژی بوسیلهٔ تقسیم حاصل ضرب قیمت واقعی و مقدار مصرف هر یک از سوختها بر هزینهٔ کل انرژی مصرفی در صنعت بدست آمده است. هزینهٔ کل انرژی مصرفی بوسیلهٔ مجموع حاصلضرب قیمت واقعی تک‌تک سوختها و مقدار کمی آنها محاسبه شده است.

۳ـ۲ـ *نتایج تخمین*

۳ـ۲ـ۱ـ مرحله اول

همانطور که در فصل قبل مشاهده شد مرحلهٔ اول مدل، شامل تقاضای صنعت از کل انرژی است. در این مرحله تقاضای کل انرژی تابعی از ارزش افزودهٔ بخش صنعت (مقادیر جاری و تأخیری)، شاخص قیمت انرژی و یک متغیر مجازی است. این مدل بوسیلهٔ روش OLS تخمین زده شده و نتیجهٔ آن در ذیل گزارش شده است. گزارش کامپیوتری آن نیز در ضمیمه آمده است.

$$LEN = -0.57 + 0.39\ LVA_t + 0.52\ LVA_{t-1} - 0.22\ LPEN_t - 0.22\ D_{57}$$
$$(-0.73)\quad (2.33)\quad (3.35)\quad (-4.89)\quad (-2.83)$$

$R^2 = 0.990$

$D.W = 1.91$

$F - Stat. = 688.63$

در این مدل LEN لگاریتم مصرفی کل انرژی بخش صنعت، LVA لگاریتم ارزش افزودهٔ بخش صنعت به قیمت ثابت سال ۱۳۶۱، LPEN لگاریتم شاخص قیمت انرژی و

D_{57} متغیر مجازی مربوط به سال ۱۳۵۷ می‌باشد.

همانطور که مشاهده می‌شود همهٔ متغیرها معنادار هستند و این از مقادیر آمارهٔ t که داخل پرانتز می‌باشد کاملاً مشخص است زیرا تمام مقادیر داخل پرانتز به غیر از عرض از مبدأ از مقدار ۲ بزرگتر می‌باشند[۱]. با توجه به آمارهٔ F می‌توان گفت که خود رگرسیون کاملاً معنادار است زیرا از مقدار عدد ۱۰ بزرگتر است. با توجه به مقدار آمارهٔ دوربین واتسون، مدل از خودهمبستگی برخودار نیست. برای اطمینان بیشتر، مسئله خود همبستگی بوسیلهٔ روش بروخ ـ گادفری[۲] نیز بررسی شد که گزارش کامپیوتری آن در ضمیمه و در پایین گزارش کامپیوتری رگرسیون فوق آمده است. همانطور که در گزارش ملاحظه می‌شود احتمال پذیرش فرضیهٔ عدم خود همبستگی ۰/۸۵ است که در این صورت فرضیه پذیرفته می‌شود. همچنین در گزارش رگرسیون روش بروخ ـ گادفری متغیر جزء اخلال تأخیری در معادله معنادار نیست و این تأییدی است بر مسئله عدم وجود خود همبستگی باقیمانده‌ها. متغیرهائی‌که بعنوان متغیر توضیحی به‌کار رفته‌اند همگی پایهٔ تئوریک دارند. طبق بیان تئوریها دو متغیر اساسی در تابع تقاضا، قیمت و درآمد می‌باشند که در اینجا نیز از این دو متغیر استفاده شده است. بنابراین مسئله همبستگی چند جانبه[۳] اگر وجود داشته باشد گریزی نیست. هر چند مسئلهٔ همخطی وقتی خود را نشان می‌دهد که متغیرهای مدل علیرغم معیار برازش بالا در مدل بی‌معنا باشند که خوشبختانه در این مدل تمام متغیرها کاملاً معنادار می‌باشند[۴]. بنابراین همخطی مشکلی ایجاد نمی‌کند.

۱- قاعدهٔ تجربی. (رجوع شود به کتاب مبانی اقتصادسنجی نوشتهٔ گجراتی)

2- Bruch - Godfry

3- Multicollinearity

۴- رجوع شود به کتاب مبانی اقتصادسنجی نوشتهٔ گجراتی.

ضمناً به این نکته باید اشاره داشت که همخطی تقریباً جزء لاینفک متغیرهای اقتصادی است. هر چند برای اهداف پیش‌بینی مسئله همخطی شاید خیلی مشکل آفرین نباشد[۱]. مسئلهٔ ناهمسانی واریانس[۲] معمولاً مربوط به داده‌های مقطعی می‌باشد در حالیکه همانطور که قبلاً گفته شد ساختار داده‌های مورد استفاده مربوط به سری زمانی است. همچنین ناهمسانی واریانس حالتی از خودهمبستگی است و قبلاً مشاهده شد که مدل فاقد مسئلهٔ خود همبستگی است. در مورد تابع تقاضای کل صنعت که در بالا تخمین زده شده‌است می‌توان به دو نکته اشاره کرد. اوّل اینکه همانطور که در بالا مشاهده شد عرض از مبدأ معنادار نیست به همین دلیل بهتر است حذف آن بررسی شود. نتیجهٔ این کار در ذیل گزارش شده‌است:

$$LEN_T = 0.35\ LVA_t + 0.51\ LVA_{t-1} - 0.25\ LPEN_t - 0.2\ D_{57}$$

(2.24) (3.34) (-24.78) (-2.76)

$R^2 = 0.991$

D . W = 1.92

F - Stat = 937.23

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

در مقایسه با معادلهٔ قبلی، ضرایب تغییر قابل‌توجهی نداشته‌اند ولی آنچه که قابل ذکر است افزایش معنادار متغیر قیمت در معادلهٔ تقاضا است، همچنین معناداری خود رگرسیون نیز که با آمارهٔ F نشان داده شده افزایش یافته است. با توجه به این دلایل می‌توان گفت که این معادله مناسب‌تر است. دوم اینکه وجود متغیر مجازی در معادله قابل بررسی است. در دو معادلهٔ فوق اثر متغیر کیفی بر عرض از مبدأ نشان داده شده است، در

۱- همان منبع.

2- Heteroscedasticity

حالیکه این تأثیر می‌توانست روی هر یک از ضرایب واقع شود. پس از بررسیها و تخمین‌های مختلف، نتیجه حاصله نشان می‌دهد که متغیر مجازی بر ضرایب زاویهٔ شاخص قیمت اثر می‌گذارد.

$$LEN_t = 0.3\ LVA_t + 0.56\ LVA_{t-1} - 0.25\ LPEND_t$$

(2.23) (4.15) (-26.47)

$R^2 = 0.991$

D . W = 2.07

F - Stat = 1442.054

LPEND شاخص قیمت انرژی است که متغیر کیفی در آن در نظر گرفته شده‌است. این معادله هم به لحاظ معناداری یکایک متغیرها و کل رگرسیون، و به دلیل مقدار آمارهٔ دوربین ـ واتسون بهتر از دو معادلهٔ قبلی است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

۳ـ۲ـ۲ـ مرحله دوم

در مرحلهٔ دوم، تابع تقاضای نهاده‌ها مطرح می‌باشد. همانطور که مشخص است این نهاده‌ها گاز طبیعی، فرآورده‌های نفتی، زغال سنگ و برق می‌باشند. روش تخمین در این مرحله روش SURE[1] یا روش تخمین رگرسیون معادلات به ظاهر غیرمرتبط می‌باشد. این روش مخصوص تخمین یک سری از معادلات است که ظاهراً ارتباطی با یکدیگر ندارند. شاید دلیل چنین نامگذاری این است که هر یک از توابع تقاضای نهاده‌ها به صورت مستقل از یکدیگر محاسبه شده‌اند ولی به هر حال همهٔ آنها بوسیله لم‌شفارد از یک تابع هزینه بدست می‌آیند. در این مرحله علاوه بر آمارهای متغیرهای مستقل و وابسته مقادیر

1- Seemingly Unrelated Regression Estimator

دیگری بنام متوسط سهم هزینهٔ عوامل انرژی (W_i^*) به کار رفته‌اند. این مقادیر برای گاز طبیعی، فرآورده‌های نفتی، زغال سنگ و برق به ترتیب ۰/۰۵۳۲، ۰/۷۲۵۹، ۰/۲۱۷۶ و ۰/۰۰۳۳ می‌باشند. گزارش اولیه تخمین مدلهای مرحلهٔ دوم در جدول (۳ـ۲) آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود معیار برازش در معادلات مناسب است ولی مقادیر آمارهٔ دوربین ـ واتسون[1] آنها مناسب نیست و نشان می‌دهد که همهٔ معادلات از مشکل خود همبستگی باقیمانده‌ها برخوردارند. پس از بررسی این مشکل، مشخص شد که این معادلات به خود همبستگی مرتبهٔ دوم باقیمانده‌ها دچار هستند. برای رفع این مشکل از روش کوکران ـ اورکات[2] استفاده شد و همین امر باعث شد تا مقادیر آمارهٔ دوربین ـ واتسون مقادیر بهتری داشته باشند. نتایج تخمین بعد از رفع خودهمبستگی در جدول (۳ـ۳) آمده است که نشان می‌دهد علاوه بر بهتر شدن مقادیر دوربین ـ واتسون، معناداری ضرایب نیز افزایش یافته است. این امر از مقایسهٔ آمارهٔ t (در جدول نتایج اولیه داخل پرانتز می‌باشند) برای نتایج اولیه و ثانویه مشخص می‌شود. بعد از رفع خود همبستگی می‌بینیم فقط دو ضریب معنادار نیست در حالیکه در نتایج اولیه سه ضریب معنادار نبود.

ضرایب تخمین زده شده همان مقادیر C^*_{ij} می‌باشند در حالیکه ضرایب اصلی، C_{ij} می‌باشند. لذا از روابط (۲ـ۱۶) و (۲ـ۲۰) برای محاسبهٔ ضرایب اصلی استفاده می‌شود.

این ضرایب نیز در جدول (۳ـ۴) آمده است.

1- Durbin - Watson

2- Cochrane - Orcutt

۴ـ نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۴ـ۱ـ *نتیجه‌گیری*

در این قسمت به طور خلاصه به موارد زیر اشاره می‌شود:

۱ـ تابع ترانسلوگ علیرغم اینکه در بسیاری از مطالعات کاربردی مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌تواند این مطالعات را با مشکلاتی مواجه سازد. این تابع معمولاً در بسیاری از مطالعات به عنوان تابع هزینهٔ غیرمستقیم یا تابع مطلوبیت غیرمستقیم مورد استفاده واقع می‌شود. باید خاطر نشان ساخت که در چنین مواقعی خواص مربوط به تابع هزینهٔ غیرمستقیم یا مطلوبیت غیرمستقیم در تمام نقاط فضای قیمتی عوامل یا کالاها حفظ نمی‌شوند. در تابع هزینهٔ غیرمستقیم که از نوع ترانسلوگ باشد دو ویژگی غیرنزولی بودن و شبه مقعّر بودن تابع هزینه به ازاء همهٔ قیمتهای عوامل ارضا نمی‌شوند. اگر از تابع ترانسلوگ توابع تقاضای نهاده‌ها استخراج شود ممکن است فاقد دو ویژگی مثبت بودن سهم هزینه و منفی بودن نیمه معین ماتریس کشش جانشینی باشد.

۲ـ تابع لاجیت یک شکل تبعی انعطاف‌پذیر می‌باشد که می‌تواند بصورت سیستم معادلات سهم هزینه ارائه شود. با این شکل مفروض، محدودیتهایی که ویژگیهای خوش رفتار بودن توابع تقاضای نهاده را مشخص می‌کند می‌تواند در یک نقطه تحمیل شوند. به عبارت دیگر یک مدل خطی لاجیت، برای سهم‌های هزینه می‌تواند به کار رود تا محدودیتهایی که براساس تئوریهای اقتصادی روی کششهای قیمتی وضع شده‌اند مورد آزمون قرار گیرند.

جدول (۳-۲): نتایج اولیهٔ تخمین مرحله دوم مدل

متغیر وابسته / متغیر مستقل	ISGE	LSOE	LSCE
عرض از مبدأ	-۲۵۵/۹۴	۱۸۵/۳۴	۱۴۲/۲۳
	(-۴/۱۲)	(۱۱/۶۱)	(۳/۱۶)
LRPGE	$-[۰/۶\times W_2^* - ۴/۹۷W_3^* + ۰/۳۳(W_1^* + W_4^*)]$	$[۰/۶ - ۰/۳۲]W_1^*$	$[-۴/۹۷ - ۰/۳۲]W_1^*$
	(۱/۲۳) (-۴/۹۷) (۰/۱۰۵)	(۱/۲۳) (۰/۱۰۲)	(-۴/۹۷) (۰/۱۰۵)
LRPOE	$[۰/۶ + ۰/۲۴]W_2^*$	$-[۰/۶\times W_1^* - ۰/۸\times W_3^* - ۰/۲۳(W_2^* + W_1^*)]$	$[-۰/۸۱ + ۰/۲۴]W_2^*$
	(۱/۲۳) (۰/۸۴)	(۱/۲۳) (-۳/۲۸) (۰/۸۵)	(۳/۱۴) (۰/۸۴)
LRPOE	$[-۴/۹۷ + ۳/۶۳]W_3^*$	$[-۰/۸ + ۳/۶۲]W_3^*$	$-[-۴/۹۷\times W_1^* - ۰/۸\times W_2^* - ۳/۶۶(W_3^* + W_1^*)]$
	(-۴/۹۷) (-۱۰/۱۲)	(-۳/۸۲) (-۱۰/۲۱)	(-۱۰/۲۱) (-۳/۸۴) (-۴/۹۷)
T	۰/۱۹	۰/۱۳	-۰/۱۰۵
	(۴/۱۴)	(-۱۱/۳۲)	(-۳/۲۱)
R^2	۰/۷۷	۰/۸۲	۰/۹۴
D . W	۰/۷۴	۰/۵۶	۰/۳۵

LSGE :لگاریتم نسبت سهم هزینهٔ گاز طبیعی به سهم هزینهٔ برق

LSOE :لگاریتم نسبت سهم هزینهٔ فرآورده‌های نفتی به سهم هزینهٔ برق

LSCE :لگاریتم نسبت سهم هزینهٔ زغال سنگ به سهم هزینهٔ برق

LRPGE :لگاریتم نسبت قیمت واقعی گاز طبیعی به قیمت واقعی برق

LRPOE :لگاریتم نسبت قیمت واقعی فرآورده‌های نفتی به قیمت واقعی برق

LRPCE :لگاریتم نسبت واقعی قیمت زغال سنگ به قیمت واقعی برق

T : روند زمان

جدول (۳ـ۳): نتایج تخمین مدل بعد از رفع خود همبستگی

آمارهٔ t	مقدار	ضریب	آمارهٔ t	مقدار	ضریب
-۲/۹۶	-۱۰۰/۸۴	a_1	-۰/۰۸	-۰/۰۴	C^*_{12}
۲/۵۹۸	۴۱/۶۱	a_2	-۴/۱۱	-۳/۶	C^*_{13}
۴/۴۹۷	۱۶۹/۴۸	a_3	-۱/۹۶	-۴/۴۴	C^*_{14}
۲/۹۹	۰/۱۳	z_1	-۷/۲۹	-۱/۲۱	C^*_{23}
-۲/۵۷	-۰/۲	z_2	-۰/۳۵	-۰/۰۸	C^*_{24}
-۴/۵۴	-۰/۱۴	z_3	-۸/۶۹	-۲/۷۶	C^*_{34}
$R^2_3 = ۰/۹۲$			$R^2_2 = ۰/۷۸$		$R^2_1 = ۰/۶۱$
$D.W_3 = ۱/۶۷$			$D.W_2 = ۱/۹۴$		$D.W_1 = ۲/۰۵$

جدول (۳ـ۴): نتایج محاسبهٔ ضرایب اصلی

C_{11}	۰/۸۲	C_{21}	-۰/۰۰۲۱*	C_{31}	-۰/۱۹	C_{41}	۰/۲۳
C_{12}	-۰/۰۳*	C_{22}	۰/۲۶۲۴	C_{32}	-۰/۸۷	C_{42}	-۰/۰۶*
C_{13}	-۰/۰۷۸	C_{23}	-۰/۲۶	C_{33}	۱/۰۶۹۱	C_{43}	-۰/۶
C_{14}	-۰/۰۲	C_{24}	-۰/۰۰۰۳*	C_{34}	-۰/۰۰۹۱	C_{44}	۰/۸۹

*. این مقادیر از نظر آماری معنادار نمی‌باشند.

۳ـ سه ویژگی مدل خطی لاجیت سهم‌های هزینه که کاملاً برای تجزیه و تحلیل تقاضای تجربی مطلوب می‌باشند عبارتند از:

الف) سهم‌ها همیشه مثبت هستند (در کاربردهایی که بعضی از سهم‌های هزینه خیلی

کوچک هستند می‌تواند یک ویژگی باارزش باشد).

ب) مدل، انعطاف‌پذیری قابل توجهی برای کاربردهای تجربی ارائه می‌کند. به ویژه اینکه متغیرهای توضیحی دیگری در مدل می‌تواند به کار رود بدون اینکه محدودیتهای وضع شدهٔ ناشی از تئوریهای اقتصادی تحت تأثیر قرار گیرند. در این مقاله متغیر زمان اضافه شد و وارد شدن سیاستهای انرژی و قوانین زیست محیطی توسط کانسایدین (۱۹۸۹) خود تأییدی بر این مدعاست. این امر از خاصیت افزایش ذاتی[1] تابع لجستیک ناشی می‌شود.

ج) مدل خطی لاجیت اجازه می‌دهد توابع تقاضای داده‌ها به صورت پویا استخراج شود. این امر بخاطر ویژگی قبلی است که اجازه می‌دهد تغییرات سرمایه در طول زمان وارد مدل شود (تغییر دانش فنی).

۴ـ با توجه به تخمین مرحله اول می‌توان نتیجه گرفت که چون مدل لگاریتمی است بنابراین ضرایب همان کششها هستند. کشش قیمتی کل انرژی ۰/۲۵ـ است که نشان دهندهٔ کم کشش بودن تقاضای انرژی است، یعنی افزایش قیمت، روی کاهش تقاضا تأثیر زیادی ندارد. ضرایب متغیر لگاریتم ارزش افزودهٔ بخش صنعت (LVA_t و LVA_{t-1}) همان کششهای درآمدی یا تولیدی کوتاه مدت تقاضای بخش صنعت می‌باشند. کشش درآمدی اثر افزایش یک درصد در درآمد صنعت را روی تقاضای انرژی نشان می‌دهد. این کششها به ترتیب ۰/۵۶ و ۰/۳ می‌باشند. اثر درآمدی دورهٔ قبل بیشتر از اثر درآمدی دورهٔ جاری روی تقاضای انرژی است. کشش درآمدی بلند مدت (مجموع متغیر LVA_t و LVA_{t-1}) نیز به عدد یک بسیار نزدیک می‌باشد. این مسأله نشان می‌دهد که بین انرژی و ارزش افزودهٔ بخش صنعت بازدهی ثابت به مقیاس وجود دارد. معنادار بودن متغیر مجازی

1- Inherent Adding up Property

مربوط به سال ۱۳۵۷ نشان می‌دهد که این حوادث در تقاضای انرژی بخش صنعت تأثیر داشته‌اند. حوادث سال ۱۳۵۷ باعث کاهش میزان تقاضای انرژی در بخش صنعت شده است البته میزان این تأثیر کمتر از اثر عوامل دیگر می‌باشد (بخاطر کوچک بودن ضریب این متغیر). لازم به ذکر است که سال شروع جنگ (۱۳۵۹) در مدل وارد شد ولی معنادار نبود.

۵ـ با نگاهی به نتایج مرحله دوم می‌توان به این نکته رسید که عرض از مبدأ و متغیر زمان در تمام مدلها با معناست و این خود نشان می‌دهد تابع تقاضای نهاده‌ها در صنعت تابعی از متغیرهای برونزا است. بی‌معنی بودن ضرایب C^*_{12} و C^*_{24} باعث بی‌معنی شدن ضرایب اصلی C_{12} و C_{21} و C_{24} و C_{42} می‌شوند که این امر خود باعث بی‌معنی شدن بعضی از کششها می‌گردد. متغیرهای بی معنا به رابطهٔ بین فرآورده‌های نفتی با برق و گاز طبیعی مربوط می‌شود. در سالهای اخیر در جهت جانشین ساختن برق و بویژه گاز طبیعی تلاشهای زیادی صورت گرفته به همین دلیل حذف این متغیرها از مدل صحیح نیست مخصوصاً اگر از مدل برای پیش‌بینی استفاده شود.

۶ـ یکی از کاربردهای چنین مطالعاتی محاسبهٔ کششهای قیمتی و جانشینی است. محاسبهٔ این کششها از روابط زیر میسر است.

$$E_{ij} = H_{ij} + W_j \quad \text{و} \quad E_{ii} = H_{ii} + W_i - 1$$

$$\sigma_{ij} = \frac{E_{ij}}{W_j}$$

همانطور که مشاهده می‌شود محاسبهٔ کششهای قیمتی و جانشینی نیازمند محاسبهٔ کششهای سهم هزینه می‌باشد. ولی از آنجا که مدل‌ها لگاریتمی هستند، ضرایب اصلی مدل (C_{ij}) همان کششهای سهم می‌باشند. حال به جای مقادیر H_{ij} از مقادیر C_{ij} موجود در جدول (۳ـ۴) استفاده می‌شود. جدول (۴ـ۱) کششهای قیمتی و جایگزینی را که از نظر

آماری معنادار هستند و یا بعبارت دیگر از ضرایب بامعنا محاسبه شده‌اند ارائه داده است. لازم به تذکر است که این مقادیر کششها به ازاء مقادیر متوسط سهم هزینهٔ هر یک از عوامل (W^*_i) محاسبه شده‌اند. همانطور که ملاحظه می‌شود عوامل انرژی در بخش صنعت همگی نسبت به قیمتهای خود کم‌کشش هستند که نشان می‌دهد تغییر در تقاضا به ازاء افزایش قیمت در همهٔ عوامل انرژی ناچیز است. قبلاً این مورد را در معادله کل انرژی در مرحلهٔ اول نیز مشاهده کردیم. این نتیجه با وضعیت انرژی در کشور مطابق است. در کشور ما انرژی با قیمت نسبتاً ارزانی به دست مصرف‌کننده می‌رسد بنابراین کاملاً طبیعی است که تغییر قیمت، عامل تأثیرگذاری در مصرف انرژی نباشد و وقتی انرژی همیشه با سوبسید به دست مصرف کننده رسیده باشد این نتیجه کاملاً قابل انتظار است. همانطور که ملاحظه می‌شود کشش قیمتی زغال سنگ مثبت است. علت این امر احتمالاً ناهمگونی آماری سری زمانی قیمت زغال سنگ است. همانطور که گفته شد سری زمانی قیمت زغال سنگ نسبت به سایر قیمتها با مشکلات بیشتری بدست آمد. برای بعضی از سالها از قیمت تمام شده چند معدن اصلی، برای بعضی از سالها از تقسیم ارزش زغال سنگ استخراج شده به حجم زغال سنگ استخراج شده و برای سایر سالها از تقسیم ارزش صادرات بر حجم صادرات استفاده شد و این موارد باعث شده است تا روند قیمت واقعی زغال سنگ در طول زمان به صورت صعودی درآید.

با توجه به کششهای جانشینی می‌توان گفت تمام عوامل انرژی در صنعت به صورت مکمل عمل می‌کنند. به عبارت دیگر با افزایش قیمت یکی از سوختها تقاضا برای سوخت دیگر کاهش می‌یابد. بین فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی، فرآورده‌های نفتی و برق رابطه‌ای وجود ندارد. (البته بین آنها رابطهٔ جانشینی وجود دارد ولی این رابطه از نظر

آماری معنادار نیست($\sigma_{12}=0.96$ و $\sigma_{24}=0.9$).

جدول (۴-۱): کششهای قیمتی و جانشینی عوامل انرژی

		NG	OIL	C	E
کشش قیمتی	NG	-۰/۱۳	—	-۰/۵۶	-۰/۰۱
	OIL	—	-۰/۰۱۲	-۰/۰۴۱	—
	C	-۰/۱۳۷	-۰/۱۴۴	۰/۲۸۷	-۰/۰۰۶
	E	-۰/۱۸	—	-۰/۳۸	-۰/۱۱
کشش جانشینی	NG	-۲/۴۴	—	-۲/۵۷	-۳/۰۳
	OIL		-۰/۰۱۷	-۰/۱۸۸	—
	C			۱/۳۲	-۱/۸۲
	E				-۳۳/۳

۷- توجه به کششهای قیمتی سهم هزینه نکاتی را مشخص می‌کند (جدول ۳-۴). کششهای قیمتی خودی سهم هزینهٔ سوختها به غیر از زغال سنگ، دارای مقادیر کوچکتر از یک می‌باشند بنابراین زغال سنگ از نظر سهم با کشش است. به عبارت دیگر با افزایش یک درصد در قیمت هر یک از سوختها، سهم هزینهٔ زغال سنگ در صنعت بیش از سهم هزینه سایر سوختها در صنعت افزایش می‌یابد. با وجودی که سهم کمّی زغال سنگ به طور متوسط کمتر از دو سوخت گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی است با این حال این امر نشان می‌دهد زغال سنگ نسبت به دو سوخت دیگر از قیمتهای واقعی بالاتری برخوردار است. در میان کششهای قیمتی متقاطع، سهم هزینهٔ عوامل انرژی و کشش قیمتی متقاطع سهم هزینهٔ زغال سنگ نسبت به قیمت فرآورده‌های نفتی بیش از سایرین است. یعنی یک

درصد افزایش در قیمت فرآورده‌های نفتی بیش از همه، سهم هزینهٔ زغال سنگ را در صنعت کاهش می‌دهد. همچنین کشش سهم هزینهٔ گاز طبیعی نسبت به قیمت برق از همه کمتر است. همچنین کششهای سهم هزینهٔ فرآورده‌های نفتی و برق، و فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی بی‌معنی است. (فراموش نکنیم که رتبه‌بندی سهم‌های هزینه به ترتیب عبارتند از فرآورده‌های نفتی، زغال سنگ، گاز طبیعی و برق)

۴ـ۲ـ پیشنهادها

۱ـ مهمترین پیشنهاد تدوین آمارهای قیمت عوامل انرژی و انتشار آنها برای یک دورهٔ حداقل سی‌ساله برای بخشهای مختلف توسط سازمانهای مربوطه می‌باشد. انجام چنین امری باعث افزایش مطالعات در بخش انرژی می‌شود، ضمناً وجود قیمتهای رسمی و مدون،اعتبار کارهای تحقیقاتی انجام شده را افزایش می‌دهد.

۲ـ با توجه به مشکلات تابع هزینهٔ ترانسلوگ پیشنهاد می‌شود در کارهای کاربردی که با تابع هزینه سروکار دارد حتی‌الامکان از مدل ترانسلوگ استفاده نشود و یا این امر با احتیاط صورت گیرد و مسئله حفظ ویژگیهای تابع هزینه برای قیمتهای در دسترس بررسی شود.

۳ـ با توجه به ویژگیهای تابع لجستیک که در بخش نتیجه‌گیری این فصل ذکر شد بهتر است در کارهای کاربردی از این تابع استفاده شود. در دو مورد استفاده از این تابع اکیداً توصیه می‌شود مورد اول مسئله پیش‌بینی است. زیرا در پیش‌بینی احتمال اینکه قیمتها خارج از ناحیهٔ قانونی قرار گیرند بیشتر است. دوم مسئله وارد کردن متغیرهای توضیحی متنوع به مدل معادلات سهم هزینه است.

۴ـ دولت در جهت تدوین استفاده بهینه از انرژی و کنترل تقاضای آن در صنعت باید به همهٔ عوامل مؤثر در تقاضا توجه کند. اگر شاخص قیمت انرژی یک درصد افزایش یابد و از طرف دیگر ارزش افزودهٔ دورهٔ جاری بخش صنعت نیز یک درصد افزایش یابد در اینصورت تقاضا برای انرژی در بخش صنعت و در دورهٔ جاری تغییر چندانی نخواهد داشت و برای دورهٔ بعد، این تقاضا افزایش ۰/۵۶ درصدی خواهد داشت (اگر قیمت و ارزش افزودهٔ دورهٔ بعد ثابت باشند). بنابراین هر گونه تغییر قیمت باید با توجه به ارزش افزوده صورت گیرد.

۵ـ از آنجا که کششهای قیمتی خودی کمتر از کششهای قیمتی متقاطع می‌باشد و روابط معنادار بین سوختها رابطهٔ مکمل است بنابراین برای کاهش مصرف یک سوخت بهتر است قیمت سوخت دیگر افزایش یابد. البته این مسأله در مورد برق صدق نمی‌کند یعنی افزایش قیمت برق بیشتر روی تقاضای خود اثر می‌گذارد تا روی تقاضای سوختهای دیگر. بنابراین برای اینکه بیشترین کاهش در تقاضای فرآورده‌های نفتی پیش آید بهتر است قیمت سوختهای جامد افزایش یابد. برای کاهش در تقاضای زغال‌سنگ و گاز طبیعی بهتر است قیمت برق افزایش یابد و همانطور که گفته شد برای کاهش مصرف برق در صنعت بهتر است قیمت خود برق افزایش یابد.

۶ـ همانطور که می‌دانیم یکی از کاربردهای مدلهای سنجش، پیش‌بینی است. امروزه با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی می‌توان پیش‌بینی نمود. در شبیه‌سازی مدل دو مرحله‌ای باید به وجود شاخص قیمت انرژی توجه داشت. از آنجا که در شاخص قیمت انرژی قیمت تمام سوختها وجود دارد بنابراین چنانچه هر یک از سوختها دچار تغییر قیمت شود،شاخص کل نیز تغییر خواهد کرد. اگر فرض شود قیمت بعضی از سوختها افزایش یابد و قیمت بعضی از آنها ثابت بماند و یا میزان افزایش قیمت در آنها یکسان

نباشد[1]، در این صورت شاخص قیمت انرژی که نشان‌دهندهٔ برآیند قیمت تمام سوختهاست با افزایش روبرو خواهد شد و همین امر باعث کاهش مصرف کل انرژی می‌شود. کاهش مصرف کل انرژی به طور متناسب به تک تک اجزاء کل انرژی بازمی‌گردد و مصرف تمام سوختها کاهش می‌یابد. در حالیکه سوختهایی که با افزایش قیمت روبرو نبوده‌اند ممکن است مصرفشان افزایش یابد و جانشین سوختهایی شوند که قیمت آنها افزایش یافته است. به عبارت دیگر روابط تکمیلی بین سوختها اغراق‌آمیز و روابط جانشینی کمرنگتر نشان داده می‌شود. لذا برای غلبه بر این مشکل بهتر است تغییر قیمتها بطور جداگانه و مجزّا در مدل وارد شود. به عبارت دیگر اثر افزایش قیمت هر یک از سوختها بر کل مصرف انرژی به طور جداگانه بررسی شود.

منابع

منابع فارسی

۱ـ ابریشمی، ح (مترجم)، "مبانی اقتصادسنجی"، مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۲.

۲ـ بیگدلی، ح (مترجم)، "نقش انرژی در صنایع ایران"، سازمان برنامه و بودجه، ۱۹۹۱.

۳ـ راسخی، س، "تقاضای انرژی در صنایع ایران"، دانشگاه تهران، پایان‌نامه، ۱۳۷۴.

۴ـ رزاقی، ا، "اقتصاد ایران"، نشرنی، ۱۳۷۱

۵ـ سازمان برنامه و بودجه، "سالنامه‌های آماری (سالهای مختلف)"، مرکز آمار ایران.

۶ـ سازمان برنامه و بودجه، "مجموعهٔ اطلاعاتی (سری زمانی آمار حسابهای ملی، پولی، مالی).

۱- منظور افزایش قیمت واقعی است.

معاونت امور اقتصادی دفتر اقتصاد کلان، ۱۳۷۳.

۷ـ فخرایی، ح، "گزارش نهایی طرح تقاضای انرژی" پیش‌بینی تقاضای انواع انرژی (برق، گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی در بخشهای مختلف مصرف‌کننده، مرکز عالی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه، گزارش علمی، ۱۳۷۲.

۸ـ کمیتهٔ ملی انرژی، "آمار قیمتهای فرآورده‌های نفتی، برق، گاز طبیعی"، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۷۵.

۹ـ محمدی، م (مترجم)، "تئوری اقتصاد خرد"، دفتر نشر فرهنگ اسلامی، ۱۳۷۰.

۱۰ـ وزارت نیرو، "ترازنامهٔ انرژی جمهوری اسلامی ایران"، مرکز مطالعات انرژی، ۱۳۷۳.

منابع لاتین

11. Berg, S.V. and Loungani, P., "Modelling state energy consumption, forecasts for Florida, 1987 - 2006", Energy Economics, 12, 216-225, 1990.

12. Berkson, J., "Application of the logistic function to bioassay", Journal of American Statistical Association, 39, 357-365, 1944

13. Berndt, E.R. and Wood, D.O., "Technology, price and the derived demand for energy", Review of Economics and statistics, 56, 259-268, 1975.

14. Christensen, L.R. and Caves, D.W., "Global properties of flexible functional forms", American Economics Review, 70, 422-432, 1980.

15. Considine, T.J., "Separabilities, functional forms and regulatory policy in models of interful substitution", Energy Economics, 11, 82-94, 1989.

16. Considine, T.J. and Mount, T.D., "The use of linear logit models for dynamic input demand system", Review of Economics and statistics, 66,

434-443, 1984.

17. Diewert, W.E., "Exact and Superlative index numbers", Journal of Econometrics, 4, 115-146, 1976.

18. Elkhafif, M.A.T., "Energy forecasting models, Simulation and price sensitivity: new formulation", International Journal of forecasting, 9, 203-210, 1993.

19. Halvorsen, R., "Energy substitution in U.S. manufacturing", Review of Economics and statistics, 59, 378-388, 1977.

20. Hulten, C.R., "Divisia index numbers", Econometrica 41, 1017-1026, 1973.

21. Fuss, M.A., "The demand for energy in canadian manufacturing", Journal of Econometrics, 3, 89-116, 1977.

22. Johnston, J., Econmetric methods, Mc qraw-Hill New York, 1984.

23. Mc Fadden, D.A., "Conditional logit analysis of qualitative choice behavior", Frantieras in Econometrics, 105-143, 1974

24. Pindyc, R.S., "Interfuel substitution and the industrial demand for energy: an international comparison", Review of Economics and Statistics, 61, 169-179, 1979.

25. Theil, H,"A multinomial extention of the linear logit model", International Economic Reveiw, 10, 251-259, 1969.