مجله تحقیقات اقتصادی/ شماره ۵۰ / بهار و تابستان ۷۶ / صفحات ۱۲۴-۱۰۵

تخمین اثر نهاده‌ای انرژی در بخشهای مختلف اقتصادی *

دکترحسین عباسی‌نژاد

داریوش وافی

چکیده:

می‌توان انرژی را نیروی محرکه لازم برای به گردش درآوردن چرخ تولید و خدمات دانست که حاصل سوخت یا فرآورش منابع مختلف نظیر نفت، گاز، زغال‌سنگ، هسته‌ای، خورشیدی و امثال آن است. سئوالی که علم اقتصاد در مسائل انرژی باید پاسخگوی آن باشد، این است که چقدر و چگونه تولید و مصرف کنیم و چه الگوهایی را رعایت کنیم. تخمین تابع تولید با شکل کلی کاب - داگلاس برای بخشهای مختلف اقتصادی و با سه نهادهٔ انرژی، نیروی کار و سرمایه‌گذاری[1] نشان می‌دهد که کشش نهاده‌ای انرژی برای بخش حمل و نقل برابر ۱/۱۳، بخش صنعت ۰/۷۷، بخش کشاورزی ۰/۴۶ و برای کل اقتصاد برابر ۰/۳ است. دراین مقاله کشش قیمتی تقاضای انرژی نیز

---

* . دکتر حسین عباسی‌نژاد «دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران» با همکاری داریوش وافی»

۱. به‌جای متغیر سرمایه در تخمین تابع تولید از سرمایه‌گذاری استفاده شده است و علت آن:

الف) عدم دسترسی به مقادیر واقعی موجودی سرمایه

ب) استفاده از روشهای معمول و شناخته شده جهت برآورد میزان سرمایه طی دوره ۷۲-۱۳۴۷ ضرایب بی‌معنا و دو از انتظاری را به‌دست می‌داد

ج) رابطه بالای سرمایه‌گذاری با ارزش افزوده از یک طرف و بار وجودی سرمایه از طرف دیگر

برای هر یک از بخش‌های فوق محاسبه گردیده است که نتایج حاصل برای هر یک از بخش‌ها به‌ترتیب عبارتنداز: ۰/۲۷-، ۰/۴-، ۰/۵-، ۰/۵- در مجموع، این نتیجه حاصل گردید که تأثیر انرژی برتولید در کلیه بخشها معنادار بوده و این تأثیر در دو بخش حمل و نقل و صنعت به مراتب بیشتر از بخش کشاورزی و کل اقتصاد است. این مسئله حاکی از ضرورت بالای مصرف انرژی در این بخشهاست و چنان‌که کششهای قیمتی نیز نشان می‌دهد تأثیر تغییرات قیمتی در این بخشها کمتر از بخش کشاورزی و کل اقتصاد است. محاسبه شاخص‌های مختلف اقتصاد انرژی در کشور نظیر کشش نقطه‌ای انرژی (یامعکوس آن بهره‌وری انرژی)، شاخص شدت مصرف انرژی یا انرژی‌بَری، نسبت مصرف انرژی به نیروی کار و سرمایه‌گذاری علاوه بر اینکه به‌صورت فوق مؤید نتایج حاصل از تابع تولید است، حاکی از افزایش انرژی‌بَری در کشور طی دوره مورد بررسی نیز می‌باشد (۷۲-۱۳۴۷). همچنین تولید انرژی در کشور نیز با استفاده از رابطه تبعی با اقلام مختلف مصرف انرژی و با اتکا به سناریوهای مختلف برای دوره ۹۰-۱۳۷۳ شبیه‌سازی و برآورد گردید که در بیشترین حالت، کشور به‌منظور پاسخگویی به‌مصرف انرژی درسال ۱۳۹۰ نیاز به ۶/۳ میلیارد تن تولید انرژی دارد.

در اقتصاد، انرژی از دو جنبهٔ مشخص حائز اهمیت است. یکی، جنبه نقش نهاده‌ای انرژی در تولید کالا و خدمات است و دیگری نقش و جایگاه انرژی به‌منزلهٔ یک محصول تولید شده. هر یک از این دو نقش به‌نوعی متأثر از دیگری است و برآیند این‌دو، عامل حرکت چرخه‌های اقتصادی جامعه است. از یک طرف وضعیت تولید انرژی و درجه سهولت دسترسی به آن تعیین‌کننده میزان حساسیت مصرف انرژی در بخشهای مختلف اقتصادی است، به‌گونه‌ای که هر قدر در جامعه تولید انرژی بیشتر باشد، تمایل به مصرف و جایگزینی آن با دیگر منابع بیشتر و با فرض کمبود یا گرانی نسبی عوامل تولید کار و سرمایه چنانچه جایگزینی آنها با انرژی ممکن باشد جامعه به سمت تولید کالاهای انرژی بر سوق می‌یابد و از طرف دیگر مصرف انرژی و برنامه‌ریزی برای آن، خود می‌تواند الگوی مشخصی از تولیدو برنامه‌ریزی را تعیین نماید.

در این نوشته نخست به بررسی نقش انرژی به‌عنوان نهاده‌ای در بخشهای صنعت، کشاورزی و حمل و نقل می‌پردازیم. سپس با استفاده از دو روش زیر کل اقتصاد را مورد بررسی قرار خواهیم داد:

۱ - روش تخمین تابع تولید و محاسبهٔ کششهای نهاده‌ای انرژی در هر یک از این بخشها؛

۲ - محاسبهٔ شاخصهایی که تعیین‌کنندهٔ وضعیت مصرف انرژی در هر یک از بخشهای فوق می‌باشند، پس از آن با استفاده از رابطه تولید و مصرف انرژی در کشور، سهم مصرف هر یک از سوختها را در کل انرژی محاسبه می‌کنیم و با استفاده از سناریوهای مختلف که به‌منظور برآورد مصرف انرژی طی دوره ۹۰-۱۳۷۳ درنظر گرفته شده‌اند، تولید انرژی نیز برای این منظور، شبیه‌سازی و برآورد می‌گردد.

کلید واژه:

کشش نقطه‌ای انرژی، شاخص شدت مصرف انرژی، نسبت مصرف انرژی به‌نیروی کار و سرمایه‌گذاری، اثر نهاده‌ای انرژی، شاخصهای انرژی‌بَری

الف) تحلیل اثر نهاده‌ای انرژی

۱ـ تخمین تابع تولید:

برای مشخص کردن تأثیر انرژی در تولید هر یک از بخشهای صنعت، کشاورزی، حمل و نقل و کل اقتصاد از تابع تعمیم یافته کاب ـ داگلاس به‌صورت زیر استفاده می‌گردد: $Q=AE^{\alpha_1}K^{\alpha_2}L^{\alpha_3}$ که در آن Q تولید و یا ارزش افزوده، E مصرف انرژی، K سرمایه و L نیروی کاراست. هر یک از α_1 و α_2 و α_3 نیز به‌ترتیب کشش‌های نهاده‌ای برای انرژی، سرمایه و نیروی کارند و A ضریب فنی تولید است.

همچنین هر یک از نهاده‌های فوق نیز می‌توانند تابعی از سطح تولید باشند که این تابعیت برای دو نهاده انرژی و سرمایه به‌صورتهای ذیل نشان داده می‌شود:

$$E_t = F(Q_t) \qquad (۱)$$

$$K_t = F(Q_t) \qquad (۲)$$

به‌عبارت دیگر تقاضا برای انرژی و سرمایه، خود تابعی از سطح تولیداست. لذا چنانچه تخمین ضرایب تابع تولید (۱) مورد نظر باشد، باید در این رابطه همزمانی را نیز در نظر گرفت. بنابراین شکل کلی معادلات همزمان به‌صورت ذیل خواهد بود[۱].

$$Q_t = A_0 E_t^{\alpha_1} K_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3}$$

$$E_t = F(Q_t) \qquad (۳)$$

$$K_t = F(Q_t)$$

می‌توان سیستم معادلات فوق را با استفاده از روشهای معادلات همزمان، تخمین زد و هر

---

۱. برای توضیح بیشتر پیرامون اثر همزمانی در تابع تولید به کتاب ذیل رجوع شود:

د. مایس، «اقتصادسنجی کاربردی» ترجمه دکتر عباس عرب مازار، چاپ اول ۱۳۷۰، ص ۸۱-۷۷.

یک از ضرایب α_1 و α_2 و α_3 را به‌دست آورد. برای آنکه معادله فوق قابل تخمین باشد در درجه اول باید قابل تشخیص باشد. به‌عبارت دیگر شرط لازم و کافی برای سیستم معادلات فوق برقرار باشد. بنابراین اگر L متغیری برونزا درنظر گرفته شود نیاز به دو متغیر ابزاری دیگر وجود دارد تا با فراهم شدن شرایط تشخیص معادلات همزمان[۱] ضرایب α در تابع تولید قابل تخمین باشند برای این منظور انرژی و سرمایه را می‌توان تابعی از سطح مصرف در دوره قبل دانست. در این‌صورت معادلات همزمان(۳) به شکل زیر قابل تخمین خواهند بود[۲]

$$\begin{aligned} Q_t &= F(E_t, K_t, L_t) \\ E_t &= F(Q_t, E_{t-1}) \\ K_t &= F(Q_t, K_{t-1}) \end{aligned} \qquad (۴)$$

چون محاسبه ضرایب تابع تولید $Q_t = AE_t^{\alpha_1} K_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3}$ مورد نظر هستند، بنابراین می‌توان از روشهای تخمین تک معادله برای معادلات همزمان (۴) همانند 2SLS استفاده نمود.

با استفاده از داده‌های آماری دوره ۷۲-۱۳۴۷ برای هر یک از متغیرهای مذکور در معادله(۴)[۲] و با استفاده از روش 2SLS تخمین تابع تولید برای هر یک از بخشهای صنعت، کشاورزی و حمل و نقل و همچنین کل اقتصاد به‌دست آمد که در ذیل به بررسی نتایج حاصله برای هر بخش می‌پردازیم.

---

۱. با فرض اینکه نیروی کار متغیری برونزا درنظر گرفته شود.

۲. به‌علت در دست نبودن داده‌های آماری متغیر سرمایه برای تخمین از سرمایه‌گذاری استفاده گردیده است. برای توضیح بیشتر در این زمینه به منبع ذیل رجوع شود: «تحلیل اثر نهاده‌ای انرژی و تخمین تابع تولید انرژی برای ایران ۷۲-۱۳۴۷» پایان‌نامه کارشناسی ارشد، داریوش وافی نجار - دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران ۱۳۷۵.

۱ـ۱ـ بخش صنعت:

تخمین تابع تولید برای این بخش به‌صورت زیر حاصل گردید:

$$LogVAI_t = ۰/۶۱ + ۰/۷۷LogE_t + ۰/۱۴LogK_t + ۰/۳۳LogL_t$$

$$t \qquad (۰/۵) \qquad (۲/۶) \qquad (۳/۴) \qquad (۱/۹۷)$$

که در آن VAI ارزش افزوده بخش صنعت، E مصرف انرژی در بخش صنعت K سرمایه‌گذاری و L نیروی انسانی کار به‌حساب می‌آید.

با در دست داشتن ضرایب فوق و تابع هزینه به شکل $C_t = P_E E + P_K K + P_L L$ برای بخش صنعت، با استفاده از یک رابطه بهینه‌یابی تابع تقاضای مشتق شده نیز به‌صورت زیر حاصل می‌شود[۱]:

$$E = ۲/۶۶ \quad P_E^{-۰/۴} \; P_L^{۰/۲۷} \; P_K^{۰/۱۱} \; VAI^{۰/۸}$$

که در آن توان قیمتها در واقع همان کشش قیمتی، و توان ارزش افزوده صنعت، کشش تولیدی انرژی است.

تفسیر نتایج: کشش نهاده‌ای انرژی در بخش صنعت برابر ۰/۷۷ می‌باشد و این، بدان معناست که در ازای یک درصد تغییر در نهاده انرژی، ارزش افزوده بخش به‌میزان ۰/۷۷ درصد تغییر پیدا خواهد کرد این مقدار اگرچه کوچکتر از یک است ولی نسبت به سایر نهاده‌ها تأثیر تغییرات آن برسطح تولید به‌مراتب بیشتر است. این مسئله حاکی از اهمیت نسبی مصرف انرژی در این بخش است و همچنان‌که کشش قیمتی محاسبه شده نیز نشان می‌دهد در ازای یک‌درصد تغییر در قیمت انرژی صرفاً ۰/۴ ـ درصد تغییر در مصرف آن حاصل

---

۱. ضرایب با توجه به نتایج به‌دست آمده در تخمین تابع تولید محاسبه گردیده و کلیه شرایط معنادار بودن آنها نیز بررسی شده است.

خواهد شد. به‌عبارت دیگر، انرژی در این بخش یک نهادهٔ بی‌کشش بوده و افزایش قیمت نمی‌تواند چندان تأثیری برکاهش مصرف آن داشته باشد. بدیهی است زمانی که قیمت سایر نهاده‌ها نیز افزایش یابد این تأثیر نیز کمتر، و یا حتی خنثی خواهد شد.

همچنین بازدهی نسبت به مقیاس تولید در این بخش بزرگتر از یک و برابر با ۱/۲۴ می‌باشد، به‌عبارت دیگر اگر تمامی نهاده‌ها را به‌میزان یک واحد افزایش دهیم تولید برابر با ۱/۲۴ واحد افزایش خواهد یافت. (۱)

۲ـ۱ـ بخش کشاورزی:

انتظار براین است که به‌علت ماهیت انرژی‌بَری بخش صنعت، مصرف انرژی در بخش کشاورزی نسبت به آن از حساسیت کمتری برخوردار باشد و همچنین انتظار می‌رود که با پیشرفت تکنولوژی و مکانیزه شدن بخش کشاورزی کشور، بردرجه اهمیت مصرف انرژی در این بخش افزوده شود. بررسی آمار مصرف انرژی در این بخش حاکی از انرژی‌بَری آن‌است و از تخمین تابع تولید برای این بخش نتایج ذیل حاصل گردیده است:

$$LogVAA_t = ۳/۰۴ + ۰/۴۶LogE_t + ۰/۰۲۵LogK_t + ۰/۴LogL_t$$

$$t \qquad (۲/۲۶) \quad (۳۲/۸) \qquad (۰/۷۸) \qquad (۲/۴)$$

$$D.W = ۱/۸۸ \qquad R^۲ = ۰/۹۹$$

---

۱. صعودی بودن بازدهی نسبت به مقیاس در بخش صنعت به‌صورت زیر مورد آزمون قرار گرفته است:

$$H_۰ : \alpha + \beta + \gamma = ۱$$

$$t = \frac{\alpha + \beta + \gamma}{SE_{\alpha + \beta + \gamma}}$$

$$H_۱ : \alpha + \beta + \gamma > ۱$$

که با استفاده از آماره t و سطح احتمال ۹۵ درصد فرضیه $H_۰$ رد شده است.

و تابع تقاضای مشتق شده برای انرژی نیز به‌صورت زیر به‌دست آمده است:

$$E = ۰/۴۴ (P_E^{-۰/۵}\ P_L^{۰/۴۷}\ P_K^{۰/۰۳})\ VAA_t^{۱/۱۷}$$

که در آن VAA ارزش افزوده بخش کشاورزی، E مصرف انرژی در بخش کشاورزی و K و L به‌ترتیب سرمایه‌گذاری و نیروی کار در این بخش هستند و P نیز قیمت هر یک از نهاده‌ها به شمار می‌آید.

تفسیر نتایج: کشش نهاده‌ای انرژی در بخش کشاورزی برابر ۰/۴۶ تخمین زده شده است. این بدان معناست که در ازای یک درصد تغییر در مصرف انرژی، ارزش افزوده بخش کشاورزی به‌میزان ۰/۴۶ درصد تغییرخواهد کرد که در مقایسه با بخش صنعت تأثیر مصرف انرژی بَر تولید کمتر است اما همچنان‌که ملاحظه می‌شود کشش نهاده‌ای نیروی کار در این بخش بیشتر از بخش صنعت می‌باشد. لذا تغییرات نیروی کار در این بخش تأثیر بیشتری برتولید در برخواهد داشت.

کشش قیمتی انرژی در بخش کشاورزی برابر ۰/۵ - است. گرچه تقاضای انرژی در این بخش نیز بی‌کشش می‌باشد، لیکن تغییرات قیمت، نسبت به بخش صنعت تأثیر نسبتاً بیشتری برمصرف انرژی در این بخش خواهد داشت.

۳-۱- بخش حمل و نقل

بدون شک انرژی در این بخش از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده و اساساً بقای حرکت در این بخش وابسته به مصرف انرژی است. بنابراین انتظار می‌رود کشش نهاده‌ای انرژی بالا بوده و تأثیر قابل توجهی برسطح تولید داشته باشد. نتایج حاصل از تخمین نیز گویای همین واقعیت است:

$$Log\,VAT_t = ۰/۳۸ + ۱/۱۳ Log E_t + ۰/۴۵ Log K_t - ۰/۰۵ Log T$$

t (۳/۵) (۲) (-۲/۱۶)

$$R^۲ = ۰/۸۲$$

در اینجا به‌دلیل در دست نبودن آمار دقیقی از نیروی کار در بخش حمل و نقل از متغیر روند (T) استفاده گردیده است که ضریب آن مبین تأثیر کلیه متغیرهای حذف شده از مدل است که به‌نوعی با زمان در ارتباطند. سایر متغیرها نیز همانند قبل‌اند تابع تقاضای مشتق شده انرژی نیز به‌صورت زیر به‌دست آمده است.

$$E = ۰/۳ (P_E^{-۰/۲۷}\, P_L^{۰/۴}\, P_T^{-۰/۰۳})\, VAT_t^{۰/۷}$$

که در آن P_T را می‌توان قیمت متوسط کلیه نهاده‌های حذف شده از مدل به‌شرط آنکه منطبق با تفسیری که برای متغیر T به‌عمل آمد، دانست.

تفسیر نتایج: کشش نهاده‌های انرژی در این بخش برابر ۱/۱۳ به‌دست آمده است که حاکی از حساسیت بالای تولید به تغییرات نهاده انرژی است چنان‌که یک درصد تغییر در مصرف انرژی، سطح تولید را به‌میزان ۱/۱۳ درصد تغییر خواهد داد. لذا کشش نهاده‌ای این بخش نسبت به دو بخش دیگر، یعنی صنعت و کشاورزی به‌مراتب بالاتر است. درحالی‌که کشش قیمتی انرژی چنان‌که انتظار می‌رود، نسبت به دو بخش دیگر کوچکتر و برابر با ۰/۲۷- است.

۴-۱- کل اقتصاد

برآیند کلی مصرف انرژی بخشهای مختلف، اعم از تولیدی، مصرفی یا خدماتی را می‌توان در یک مجموعه نشان داد و رابطهٔ آنرا با تولید در سطح جامعه بررسی نمود. همانند قبل می‌توان فرض کرد که تولید در کل اقتصاد تابعی از نیروی کار، سرمایه گذاری و مصرف انرژی

است. حال این سئوال مطرح است که آیا هیچ‌گونه رابطه معنادار میان این نهاده‌ها با سطح تولید وجود ندارد؟ در این رابطه با تخمین تابع تولید نتایج ذیل حاصل گردیده است:

$$Log\ GDP_t = ۴/۹ + ۰/۳Log E_t + ۰/۲۴۵Log K_t + ۰/۱Log X_t$$

t (۷/۳) (۵/۲۷) (۲/۴) (۲/۲)

$R^۲ = ۰/۹۲$ $D.W = ۱/۷۵$ $X =$ ارزش صادرات نفت برحسب ریال

و تابع تقاضای مشتق شده انرژی برای کل اقتصاد به‌صورت زیر به دست آمده است:

$$E_t = P_E^{۰/۵} P_k^{۰/۳۷} P_x^{۰/۱۶} GDP^{۱/۶}$$

تفسیر نتایج: کشش نهاده‌ای انرژی در کل اقتصاد برابر ۰/۳ می‌باشد و بیانگر آن است که چنانچه میزان مصرف انرژی یک درصد تغییر نماید، تولید ناخالص داخلی به‌میزان ۰/۳ درصد تغییرخواهد کرد. همچنین کشش قیمتی انرژی در کل اقتصاد کشور برابر ۰/۵ محاسبه شده است که مقدار آن کوچکتر از یک است. لذا یک نهاده بی‌کشش در کشور به‌شمار می‌آید و تغییر قیمت آن نمی‌تواند تأثیر تعیین‌کننده و قابل توجهی برمصرف آن داشته باشد. از این جهت اتکای صرف به سیاستهای قیمتی به‌منظور ایجاد تغییرات اساسی و پایدار در مصرف انرژی کافی نخواهد بود، بلکه تغییر مصرف انرژی در کشور قبل از هرچیز وابسته به تغییر ساختار مصرف انرژی در بخشهای مختلف اقتصادی کشور است و همان‌گونه که آمار سالهای ۷۲-۱۳۴۷ نشان می‌دهد این ساختار همواره به سمت انرژی‌بَری بیشتری میل نموده است و علت اصلی آن می‌تواند فراوانی تولید و امکان دسترسی آسان به این منبع در کشور باشد.

۲- محاسبه و بررسی شاخصهای انرژی‌بَری در کشور:

به‌منظور بررسی روند مصرف انرژی طی دوره ۷۲-۱۳۴۷ ، شش شاخص مورد بررسی قرار

می‌گیرند:

۱ - شدت مصرف انرژی

۲ - کشش نقطه‌ای انرژی

۳ - بهره‌وری انرژی

۴ - نسبت انرژی مصرفی به نیروی کار و جمعیت

۵ - نسبت انرژی مصرفی به سرمایه

۶ - کارآیی مصرف انرژی

لازم به ذکر است که دو شاخص شدت مصرف انرژی و کارآیی مصرف انرژی و همچنین کشش نقطه‌ای انرژی و بهره‌وری انرژی، معکوس یکدیگر عمل می‌کنند. هرقدر شدت مصرف انرژی، با توجه به این که نسبت انرژی مصرفی به GDP است، افزایش پیدا کند کارآیی انرژی کاهش می‌یابد. اما این مسئله لزوماً به‌معنای کاهش بهره‌وری انرژی نخواهد بود. در واقع زمانی از بهره‌وری انرژی کاسته می‌شود که درصد تغییرات مثبت در تولید، کمتر از درصد تغییرات مشابه در مصرف انرژی باشد. به‌عبارت دیگر، آهنگ رشد اقتصاد کمتر از رشد مصرف انرژی است.

۱-۲- برآیند کلی شاخصها در بخشهای مختلف اقتصادی

جدول شماره یک روند کلی شاخصهای شدت مصرف انرژی، کشش نقطه‌ای انرژی و نسبت مصرف انرژی به نیروی کار و سرمایه گذاری را در سه بخش صنعت، کشاورزی و حمل و نقل طی سالهای ۷۲-۱۳۵۰ نشان می‌دهد.

بانگاهی به ارقام جدول، مشخص می‌گردد که شاخص شدت مصرف انرژی به‌طور متوسط برای تمامی بخشها، طی دوره مورد بررسی افزایش یافته است و از آنجا که این شاخص،

جدول ۱: روند کلی شاخصهای شدت مصرف انرژی، کشش نقطه‌ای انرژی و نسبت مصرف انرژی به نیروی کار و سرمایه‌گذاری در سه بخش صنعت، کشاورزی و حمل و نقل طی سالهای ۷۲-۱۳۵۰

عنوان	شدت مصرف انرژی (معکوس کارایی انرژی)				کشش نقطه‌ای انرژی (معکوس بهره‌وری انرژی)				نسبت انرژی مصرفی به نیروی کار				نسبت انرژی مصرفی به سرمایه‌گذاری			
بخش / سال	صنعت	کشاورزی	حمل و نقل	کل اقتصاد	صنعت	کشاورزی	حمل و نقل	کل اقتصاد	صنعت	کشاورزی	حمل و نقل	کل اقتصاد	صنعت	کشاورزی	حمل و نقل	کل اقتصاد
۱۳۵۰	۰/۰۴۸	۰/۰۰۴	۰/۰۶۶	۰/۰۱۲	۰/۷	۱۳/۷	۰/۹۷	۰/۸	۰/۰۱	۰/۰۰۱۳	۰/۹۷	۳/۰۵	۰/۲۱	۰/۰۴۷	۰/۰۹	۰/۰۸
۱۳۵۱	۰/۰۴۸	۰/۰۰۴	۰/۰۵	۰/۰۱۲	۰/۹	۰/۸	۰/۲۴	۰/۶	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱۳	۰/۱	۳/۳	۰/۲۳	۰/۰۴	۰/۱	۰/۰۸
۱۳۵۲	۰/۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۵	۰/۰۱۲	۱/۳	۳	۱/۰۱	۱/۳	۰/۰۱۴	۰/۰۰۱۷	۰/۱۲	۳/۷	۰/۲۲	۰/۰۴۶	۰/۱۷	۰/۰۸
۱۳۵۳	۰/۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۴۶	۰/۰۱۶	۰/۸	۳/۹	۰/۵۵	-۹	۰/۰۲	۰/۰۰۲۲	۰/۱۱	۴/۸	۰/۲۲	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۰۹
۱۳۵۴	۰/۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۴۷	۰/۰۱۹	۲۳۰	۲/۳	۱/۰۷	-۱۲	۰/۰۲۵	۰/۰۰۲۸	۰/۱۳	۵/۴	۰/۱۳	۰/۰۴۳	۰/۱۱	۰/۰۷
۱۳۵۵	۰/۰۴۸	۰/۰۰۶	۰/۰۵۴	۰/۰۱۸	۰/۵	۱/۵	۳/۸	۰/۷	۰/۰۲۹	۰/۰۰۳۳	۰/۱۵	۶/۱	۰/۱۴	۰/۰۵۴	۰/۱۳	۰/۰۶
۱۳۵۶	۰/۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۶۵	۰/۰۱۷	۲/۲	-۵	۲۳/۸	۵	۰/۰۳	۰/۰۰۴	۰/۱۷	۵/۸	۰/۱۵	۰/۰۷۳	۰/۱۶	۰/۰۶
۱۳۵۷	۰/۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۷	۰/۰۲۱	۱/۲	۰	-۰/۰۷	-۰/۷	۰/۰۳	۰/۰۰۳۹	۰/۱۶	۶/۱	۰/۱۸	۰/۱	۰/۱۷	۰/۰۸
۱۳۵۸	۰/۰۵	۰/۰۰۶۸	۰/۰۶۵	۰/۰۱۹	۰	۰/۸	۰/۱۸	-۰/۹	۰/۰۳	۰/۰۰۴	۰/۱۶	۵/۴	۰/۳	۰/۱۱	۰/۲۸	۰/۱
۱۳۵۹	۰/۰۵	۰/۰۰۶۷	۰/۰۵۹	۰/۰۲۳	۰/۲	۰/۴	-۵	-۰/۳	۰/۰۳	۰/۰۰۴	۰/۱۳	۵/۴	۰/۳	۰/۱	۰/۲۴	۰/۱
۱۳۶۰	۰/۰۵	۰/۰۰۷	۰/۷۲	۰/۰۲۶	۲	۴/۷	۰/۰۴	-۷	۰/۰۳۸	۰/۰۰۴	۰/۱۲	۵/۸	۰/۵	۰/۱۱	۰/۲۴	۰/۱
۱۳۶۱	۰/۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۷۶	۰/۰۳	-۳	۲/۵	۲	۱/۵	۰/۰۵	۰/۰۰۵	۰/۲۲	۶/۷	۰/۶	۰/۱۵	۰/۲۴	۰/۱۵
۱۳۶۲	۰/۰۷	۰/۰۰۹	۰/۰۸۱	۰/۰۲۷	۰/۹	۴/۴	۱/۵	۰/۸	۰/۰۵	۰/۰۰۶	۰/۱۴	۷/۱	۰/۴	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۱۲
۱۳۶۳	۰/۰۶	۰/۰۰۹	۰/۰۸۶	۰/۰۲۸	۰/۴	۱	۴	۵/۶	۰/۰۵	۰/۰۰۶	۰/۱۴	۷	۰/۴	۰/۲	۰/۱۹	۰/۱۲
۱۳۶۴	۰/۰۷	۰/۰۰۹	۰/۰۹۱	۰/۰۳	-۱	۲	۹۳	-۴۲	۰/۰۵۷	۰/۰۰۷	۰/۱۵	۶/۲	۰/۶	۰/۲	۰/۲۵	۰/۱۳
۱۳۶۵	۰/۰۷	۰/۰۰۹	۰/۱	۰/۰۳	۱/۱	-۱	۰/۳۵	-۰/۶	۰/۰۵۴	۰/۰۰۷	۰/۱۴	۶/۶	۰/۷	۰/۲	۰/۴۶	۰/۲
۱۳۶۶	۰/۰۷	۰/۰۰۹	۰/۱۳	۰/۰۳	۱/۳	۴	-۰/۴	۰/۷	۰/۰۶	۰/۰۰۸	۰/۱۴	۶/۵	۰/۸	۰/۳	۰/۵۶	۰/۲
۱۳۶۷	۰/۰۷۱	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۰۳۹	۰/۰۵	-۰/۳	۰/۲۱	-۱/۴	۰/۰۶	۰/۰۰۸	۰/۱۴	۶/۹	۰/۸	۰/۳	۰/۵۶	۰/۳
۱۳۶۸	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۰۴	۱/۷	۱/۶	۰/۸۷	۲/۵	۰/۰۶۷	۰/۰۰۸	۰/۱۵	۷/۳	۰/۸	۰/۳	۰/۵۱	۰/۳
۱۳۶۹	۰/۰۷۴	۰/۰۱	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۶	۰/۵	۰/۳۱	۱	۰/۰۷	۰/۰۰۸	۰/۱۴	۶/۹	۰/۸	۰/۳	۰/۵۶	۰/۳
۱۳۷۰	۰/۰۶۷	۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۰۴	۰/۶	۱/۴	۰/۵	۰/۸	۰/۰۷	۰/۰۰۹	۰/۱۶	۸/۴	۰/۶	۰/۲۵	۰/۳۸	۰/۲۵
۱۳۷۱	۰/۰۷۳	۰/۰۰۹	۰/۱۰	۰/۰۳	۳/۹	۰/۵	۰/۵۶	-۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۰۹	۰/۱۷	۸/۱	۰/۵	۰/۳	۰/۳۸	۰/۲۳
۱۳۷۲	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۱۰	۰/۰۴	-۱	۴	۱/۳	۱/۹	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۱۶	۸/۷	۰/۴	۰/۳۵	۰/۴۲	۰/۲۴

منابع آماری: ۱ - ترازنامه انرژی سال ۷۲ وزارت نیرو ۲ - حسابهای ملی بانک مرکزی ۳ - سالنامه آماری مرکز آمار

معکوس شاخص کارآیی مصرف انرژی است می‌توان نتیجه گرفت که کارایی مصرف طی‌دوره ۷۲-۱۳۵۰ کاهش یافته است. همچنین نسبت انرژی به نیروی کار و سرمایه گذاری برای تمامی بخشها و کل اقتصاد روندی صعودی را طی نموده است. لذا مجموعه اقتصاد به سمت انرژی‌بَری بیشتر حرکت کرده است. به‌عبارت دیگر در واحدهای مختلف تولیدی و خدماتی، علی‌رغم افزایش مثلاً نیروی کار شاغل، هر واحد نیروی کار در مقابل مصرف انرژی بیشتر قرار گرفته است و این ترکیب به نفع انرژی افزایش یافته است و در نتیجه از تولید نهایی هر واحد انرژی در مقابل نیروی کار کاسته شده است.

شاخص کشش نقطه‌ای انرژی که نسبت نرخ رشد انرژی به نرخ رشد ارزش افزوده می‌باشد؛ اگرچه طی دوره برای بخشهای مورد بررسی، مقادیر متفاوتی را به‌دست می‌دهد لیکن مقدار آن طی دورهٔ برنامه اول توسعه، نسبتاً مطلوب و تقریباً برابر یک بوده است اما در کل اقتصاد، این شاخص برای دورهٔ برنامه اول توسعه به‌طور متوسط بزرگتر از یک و برابر ۱/۲۶ بوده که زیاده‌روی در مصرف انرژی را نشان می‌دهد بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بهره‌وری انرژی کاهش یافته است. ارقام منفی برای این شاخص نیز حاکی از آن است که نرخ رشد مصرف انرژی برخلاف رشد تولید کاهش و یا افزایش یافته است.

جمع‌بندی و پیشنهادها:

در مجموع، همچنان‌که نتایج حاصل از تخمین تابع تولید نشان می‌دهند درصد تغییرات در مصرف انرژی به‌طور نسبی تأثیر بالا و مستقیمی برسطح تولید در هر یک از بخشها و نیز کل اقتصاد خواهد داشت و تأثیر این تغییرات برتولید برای دو بخش حمل و نقل و صنعت به‌مراتب بیشتر خواهد بود. همچنین نتایج نشان می‌دهند کشش قیمتی انرژی کوچکتر از یک و حتی برای بخشهایی نظیر حمل و نقل و صنعت کمتر از ۰/۵ بوده و لذا تغییر قیمت انرژی

به‌عنوان یک سیاست و به تنهایی نمی‌تواند تأثیر قابل توجه و تعیین‌کننده‌ای بر مصرف انرژی در بخشها داشته باشد از طرف دیگر این تأثیر می‌تواند با تغییرات هم جهت در قیمت سایر نهاده‌های جانشین، کاهش و یا حتی خنثی گردد ولذا بررسی تغییرات تولید در اِعمال سیاست تغییر قیمت، می‌بایست با توجه به تغییر نسبی قیمت نهاده‌ها صورت پذیرد. همچنین همان‌گونه که آمار مصرف انرژی و روند شاخصهای مختلف انرژی‌بَری در کشور نشان می‌دهند تمایل کلیه بخشهای تولیدی، و همچنین مجموعه اقتصاد بیشتر به‌سمت انرژی‌بَری بوده است و این مسئله علاوه بروفور و دسترسی آسان به منابع تأمین انرژی در داخل، به‌جهت استهلاک و فرسودگی بالای منابع سرمایه‌ای مصرف‌کننده انرژی در بخشهای تولیدی کشور پیش آمده است. بررسی برآورد مصرف اقلام مختلف انرژی با توجه به سناریوهای مختلف نیز نشان می‌دهند که تولید و مصرف عمده انرژی در داخل به‌سمت گازطبیعی گرایش خواهد داشت.

پیشنهادها و راه‌حلهای سیاستگذاری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از مدل، مطالبی دربارهٔ ساختار تولید و مصرف انرژی کشور بیان گردید برخی از راه‌حلهای پیشنهادی به‌منظور دستیابی به تولید و مصرف بهینهٔ انرژی و اِعمال برنامه‌ریزی مناسب در این زمینه را می‌توان به‌صورت ذیل بیان کرد:

۱ - انرژی به‌عنوان یک نهاده در کنار دیگر عوامل تولید مانند کار و سرمایه تأثیر قابل توجهی بر تولید در اقتصاد کشور برجای می‌گذارد. لذا برنامه‌ریزی برای تولید و مصرف بهینهٔ این ماده حیاتی، یکی از ابزارهای اصلی برنامه‌ریزی بهینه‌سازی تولید در کشور به‌شمار می‌آید همان‌گونه که در بررسیهای به‌عمل آمده مشخص گردید در ایران رابطه مستقیمی میان مصرف انرژی و ارزش افزوده بخشها وجود دارد، گرچه این رابطه طی دههٔ ۸۰ برای بسیاری از کشورهای در حال توسعه با تدابیری که برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی اندیشیدند

دگرگون گردیده لیکن در کشور ما همچنان پابرجاست.

بدیهی است که کشش نهاده‌ای محاسبه شده برای انرژی بستگی مستقیم به ساختار تولیدی در هر بخش دارد. لذا شدت و ضعف آن نیز همچنان‌که در توضیحات قبلی ذکر گردید وابسته به ساختار هربخش است اما در مجموع، سیاستگذاریهای مناسب می‌تواند برای دستیابی به هدف صرفه‌جویی در مصرف انرژی بستر مناسب را فراهم سازد، تا از مصرف بیهوده و بالای انرژی در تولید پرهیز شود. با توجه به نتایج به‌دست آمده ابزار اجرایی این سیاست را می‌توان به‌صورت ذیل بیان کرد:

الف: سیاست افزایش قیمت انرژی؛

ب : تغییر در ساختار تولید و تدوین استراتژی توسعه اقتصادی کشور؛

پ : ترکیبی از سیاستهای فوق؛

الف: سیاست افزایش قیمت انرژی؛

همان‌گونه که ملاحظه گردید کششهای قیمتی به‌دست آمده در بخشهای مختلف اقتصادی پایین بوده و کوچکتر از یک می‌باشند. این بدان معناست که تغییرات قیمت نمی‌تواند تأثیر چندانی برمصرف انرژی داشته باشد، اما در عین حال با افزایش سطح قیمت می‌توان تاحدی مصرف انرژی را کاهش داد منوط برآن‌که قیمت نهاده‌های جانشین تا آن حد افزایش پیدا نکنند که این تأثیر را خنثی نمایند.

در مجموع نکات ذیل نیز قابل توجه است:

● نکته اول اینکه افزایش قیمت فرآورده‌های نفتی نقش چندانی در افزایش کارایی نظام تولیدات صنعتی و کشاورزی به‌عنوان دو بخش اصلی تولیدی در کشور، نخواهد داشت، زیرا بهبود کارایی مستلزم تغییر در ساختار تولیدات و نوآوری و اصلاحات اساسی در نظام

مدیریت تولیدی کشور است.

● نکته دوم اینکه اساساً بسیاری از شرکتهای تولیدی کشور، دولتی‌اند که همین امر باعث می‌شود افزایش قیمت انرژی و حذف یارانه آن، به نوعی باعث افزایش هزینه‌های دولت شود و از طرفی، این شرکتها را که غالباً با مشکل زیان‌دهی نیز مواجه‌اند با مشکل بالاتری مواجه سازد. به‌علاوه اینکه افزایش سطح عمومی قیمتها می‌تواند نتیجه مستقیم چنین سیاستی باشد. راه حل پیشنهادی در این زمینه توجه به‌تدریجی بودن افزایش قیمت و در عین حال ترجیحی بودن آن است.

ب : تغییر در ساختار تولید و تدوین استراتژی توسعه اقتصادی کشور؛

مصرف انرژی در بخشهای مختلف اقتصادی کشور، اساساً بستگی نزدیکی به‌ساختار تولید در این بخشها دارد. طی سالیان متمادی به‌دلیل عوامل مختلف از قبیل ارزان بودن نسبی قیمت انرژی، استهلاک شدید ماشین‌آلات سرمایه‌ای انرژی‌بَر و فقدان الگوی استاندارد مصرف انرژی در کشور و مسائل مربوط به فقر تکنولوژیکی و نبودن سرمایه‌گذاری اساسی در این زمینه، همه از جمله مواردی بودند که ساختار تولیدی در کشور را به‌سمت انرژی‌بَری بیشتر سوق داده‌اند. در کنار این مسئله، جامعه هنوز از فقدان یک استراتژی مدون که بتواند اهداف موردنظر در بخش انرژی را با اهداف دیگر بخشها در سطح کلان هماهنگ سازد در رنج است.

مسئله نبودن نهاد یا سازمانی واحد که مسئول برنامه‌ریزی واحد انرژی در کشور باشد نیز یکی دیگر از مشکلات در این زمینه است که ایجاد یک «مرکز مطالعات جامع انرژی» که مستقل از تمامی وزارتخانه‌های متولی امر تولید انرژی در کشور ولی متکی به داده‌های اطلاعاتی آنها باشد پیشنهاد می‌شود.

ج. ترکیبی از سیاستهای فوق؛

بدیهی است اتخاذ راه حل سوم و قراردادن همه عوامل مؤثر در صرفه‌جویی انرژی در یک مجموعه و هماهنگ نمودن آنها با هم می‌تواند تأثیر قابل توجهی در سیاستهای صرفه‌جویی مصرف انرژی در کشور را درپی داشته باشد. اما همچنان‌که ذکر گردید این امر مستلزم دورهٔ بلندمدت و با سرمایه‌گذاریهای بالایی خواهد بود.

۲ - بخش دیگر تحقیق درنظرگرفتن انرژی به‌عنوان یک محصول تولید شده است. در این زمینه به‌منظور بهبود تولید انرژی در کشور با توجه به سناریوهای مختلفی که برای پیش‌بینی مصرف سوختهای عمده در کشور انجام گرفت برخی از نکات پیشنهادی را می‌توان به‌صورت ذیل بیان کرد:

نخست اینکه برای پاسخگویی به مصرف بالای انرژی در کشور و تجدید نظر در روند تولید انرژی، لازم است ضمن مشارکت بخش خصوصی و سرمایه‌گذاریهای خارجی در امر تولید و اکتشاف در این زمینه توجه اساسی و بیشتری برتولید گازطبیعی به‌عنوان سوختی تمیزتر، ارزان‌تر و فراوان‌تر در کشور صورت پذیرد. این مسئله می‌باید همراه با انتقال بخشی از مصارف حرارتی فرآورده‌های نفتی به‌سمت گازطبیعی انجام پذیرد. دوم اینکه ضمن اعمال سیاستهای کاهش مصرف انرژی و تعیین الگوی مصرف انرژی در کشور؛ مطابق با آنچه که در قسمتهای قبل نیز گفته شد، سرمایه‌گذاری در امر تولید انرژی‌های جایگزین مانند انرژی‌های خورشیدی، بادی، اتمی و... نیز می‌باید انجام‌پذیرد. بدیهی است سرمایه‌گذاری در این زمینه با وجود منابع ارزان نفت و گاز در اولویتهای پایین‌تری قرار دارد لذا پیش‌بینی زمان مناسب برای استفاده از این منابع با درنظرگرفتن ملاحظات سیاستهای، اقتصادی و امنیتی کشور و همچنین کمکی که تکنولوژی استفاده از این منابع می‌تواند به مطالعات و تحقیقات در کشور نماید، امری ضروری است.

منابع و مآخذ:

الف) فارسی:

۱ - سالهای مختلف سالنامه آماری، مرکز آمار ایران

۲ - سالهای مختلف حسابهای ملی بانک مرکزی

۳ - برنامه و بودجه، مجموعه، اطلاعاتی سری زمانی آمار حسابهای ملی، پول و پولی (۷۲-۱۳۳۸)

۴ - سالهای مختلف ترازنامه انرژی - وزارت نیرو

۵ - دکتر مجید احمدیان، نظریه قیمت در اقتصاد منابع پایان‌پذیر، دانشگاه تهران، ۱۳۷۰.

۶ - مهندس علی‌اکبر نوشین «شناخت و کاربرد انواع انرژی، پیشنهادی نو برای تأمین انرژی انسانها» چاپ اول، ۱۳۷۱، دفتر نشر فرهنگ اسلامی.

۷ - مجله مجلس و پژوهش شماره‌های ۸، ۱۲، ۱۵، ۱۶، نشریه مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی.

۸ - عزت‌اله والی‌پی، «انرژی توان جامعه» چاپ اول، ۱۳۶۹، جامعه مشاوران ایران.

۹ - دکتر فیروزه خلعت بری، «مبانی اقتصادی نفت»، چاپ اول، ۱۳۷۰.

۱۰ - «نفت تنها و آخرین شانس خاورمیانه» نیکلاس سرکیس، ترجمه دکتر ارسلان-ثابت سعیدی، مؤسسه انتشارات امیرکبیر ۱۳۶۳.

۱۱ - «اوپک و دیدگاههای آینده»، محمد سریر و مرتضی هاشمی، دفتر مطالعات سیاسی و بین‌المللی، چاپ دوم ۱۳۶۹.

۱۲ - «تحلیل ساختار صنعت پتروشیمی و نقش آن در توسعه اقتصادی ایران» پایان‌نامه کارشناسی ارشد محمدرضا رنج بر فلاح، ۱۳۷۱، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.

۱۳ - بانک جهانی، گزارش فنی استراتژی بهبود راندمان مصرف نهایی انرژی برای ایران، ژانویه ۱۹۹۴.

۱۴ - اقتصاد کلان؛ یوسف فرجی؛ چاپ اول ۱۳۷۲؛ انتشارات کویر

۱۵ - فرگوسن، نشریه اقتصاد خرد، ترجمه دکتر محمد روزبهان، جلد اول.

۱۶ - د. مایس، «اقتصادسنجی کاربردی» ترجمه دکتر عباس مازاد؛ چاپ اول ۱۳۷۰.

۱۷ - نظریه و سیاست اقتصاد کلان، تألیف فردگلیهی، ترجمه دکتر مهدی تقوی، ۱۳۶۵.

۱۸ - شهشانی، احمد «الگویی اقتصادسنجی ایران و کاربردهای آن»، ۱۳۵۷، دانشگاه تهران.

۱۹ - راثومیلر، «اقتصادسنجی کاربردی» ترجمه دکتر حمید ابریشمی، چاپ اول ۱۳۷۰.

۲۰ - دامودار گجراتی: «مبانی اقتصادسنجی» ترجمه دکتر حمید ابریشمی، ۱۳۷۱. جلد دوم.

ب) لاتین:

1- "Energy policies & Programmes of IEA countries", 1986, Review OECD publication office.

2- Y.Saboohi, "model for Analysis of Demand for Energy" university of stuttgard, 1989.

3- E. Berndt & D.Wood "Technology prices & The drived demand for Energy", The Review of Economics & statisics PP. 259-68.

4- W. Dupre & J.West "United states energy through the year 2000" Us Derertment of interier, Dec. 1972.

5- Morrison :.Redling "Ancnergy model for united" bureau of mines, 1986.

6- Anderson, K.P.I "Toward Economic Estination of industrial Energy Demand...", Santa monica, Rand corporation Report Dec 1971.

7- R.E. Baxter & R.Rees, "Analysis of industrial Demand for electricity: Economic journal, 1968, 277-298.

8- Mount, T.D.L.D. Charman, & T.j Turrell, "Electricity Demand in Uniteal states" Oak Ridge Ntional laboratory (June 1973).

9- Khaled R. "Estimtes of energy and non energy elasticities in selected manufacture" , Energy Economics April 1987.

10- M. Giffin & T Gregory "An intecountry translog model & energy substitution Response", American Economic Review 1976.

11- R.S. Pindyck, "interfual substitution & industrial demand for energy", The Review of Economic & statics 1979.

12- Hudson & P.W jorgenson, "U.S. Energy policy & Economic growth" The Bell Journal of Economics & managment science 5, 1974.

13- Robert S.Pindyck "The structure of world Energy Demond" 1979.

14- Arrow & Intriligator "Handbook of mathematical economics" volume II; North Holland; thirdprinting 1987PP. 431-435.

15- Diwan R.(1970) "About The growth path of firms", American Economic Review, 60(2): 30-34.

16- Revanker L.L (1971) "Class of variable elasticity of substitution production function", Econometrica, 39,61-72.

17- Berndt & D. Wood "Technology prices & the derived demand for Energy" The Review of Economics & Statistic PP. 259-68.

18- Menahem prywes "A nested Approch to capital energy substitution", energy economics, january 1986.

19- Yaacov sheinin, "the Demand for factor input under a three level CES four factor production function", dissertation, university pf pennsylvania.

20- "Macroeconomic Theory and policy", William H. Branson Third Edition, 1989, PP. 1566-69.