

## تخمین اثر نهادهای انرژی در بخشهای مختلف اقتصادی \*

دکتر حسین عباسی نژاد

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، زغال سنگ، هسته‌ای، خورشیدی و امثال آن است. سوالی 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 نهاده انرژی، نیروی کار و سرمایه‌گذاری<sup>(۱)</sup> 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. در این مقاله کشش قیمتی تقاضای انرژی نیز

---

\* دکتر حسین عباسی نژاد «دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران، با همکاری داریوش وافی»

۱. به جای 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 به دست 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 به ترتیب عبارتند از: ۲۷/۰، ۴/۰، ۵/۰، ۵/۰، ۵/۰ - در مجموع، این نتیجه حاصل گردید که تأثیر انرژی بر تولید 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 (یا معکوس آن بهره‌وری انرژی)، شاخص شدت مصرف انرژی یا انرژی‌بری، نسبت مصرف انرژی به نیروی کار و سرمایه‌گذاری علاوه بر اینکه به صورت فوق مؤید نتایج حاصل از تابع تولید است، حاکی از افزایش انرژی‌بری 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 به منظور پاسخگویی به مصرف انرژی در سال ۱۳۹۰ نیاز به ۶/۳ میلیارد تن تولید انرژی دارد.

در اقتصاد، انرژی از دو جنبه مشخص‌حائز اهمیت است. یکی، جنبه نقش‌نهادی انرژی در تولید کالا و خدمات است و دیگری نقش و جایگاه انرژی به منزله یک محصول تولید شده. هر یک از این دو نقش به نوعی متأثر از دیگری است و برآیند این دو، 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، به گونه‌ای 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 تولید و 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 محاسبه کشش‌های نهاده‌ای انرژی در هر یک از این بخشها؛
- ۲- محاسبه شاخصهایی که تعیین‌کننده 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 در نظر گرفته شده‌اند، تولید انرژی نیز برای این منظور، شبیه‌سازی و برآورد می‌گردد.

### کلید واژه:

کشش نقطه‌ای انرژی، شاخص شدت مصرف انرژی، نسبت مصرف انرژی به نیروی کار و سرمایه‌گذاری، اثر نهاده‌ای انرژی، شاخص‌های انرژی‌بری

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

## الف) تحلیل اثر نهاده‌های انرژی

## ۱- 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 - داگلاس به صورت زیر استفاده می‌گردد:

$$Q = A E^{\alpha_1} K^{\alpha_2} L^{\alpha_3}$$

که در آن  $Q$  تولید و یا ارزش افزوده،  $E$  مصرف انرژی،  $K$  سرمایه و  $L$  نیروی کار است. هر یک از  $\alpha_1$  و  $\alpha_2$  و  $\alpha_3$  نیز به ترتیب 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 به صورت‌های ذیل نشان داده می‌شود:

$$E_t = F(Q_t) \quad (1)$$

$$K_t = F(Q_t) \quad (2)$$

به عبارت دیگر تقاضا برای انرژی و سرمایه، خود تابعی از سطح تولید است. 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 به صورت ذیل خواهد بود<sup>(۱)</sup>.

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

$$E_t = F(Q_t) \quad (3)$$

$$K_t = F(Q_t)$$

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  $\alpha_1$  و  $\alpha_2$  و  $\alpha_3$  را به دست آورد. برای آنکه معادله فوق قابل تخمین باشد در درجه اول باید قابل تشخیص باشد. به عبارت دیگر شرط لازم و کافی برای سیستم معادلات فوق برقرار باشد. بنابراین اگر  $L$  متغیری برونزا در نظر گرفته شود نیاز به دو متغیر ابزاری دیگر وجود دارد تا با فراهم شدن شرایط تشخیص معادلات همزمان<sup>(۱)</sup> ضرایب  $\alpha$  در تابع تولید قابل تخمین باشند برای این منظور انرژی و سرمایه را می توان تابعی از سطح مصرف در دوره قبل دانست. در این صورت معادلات همزمان (۳) به شکل زیر قابل تخمین خواهند بود<sup>(۲)</sup>

$$Q_t = F(E_t, K_t, L_t)$$

$$E_t = F(Q_t, E_{t-1}) \quad (۴)$$

$$K_t = F(Q_t, K_{t-1})$$

چون محاسبه ضرایب تابع تولید  $Q_t = AE_t^{\alpha_1} K_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3}$  مورد نظر هستند، بنابراین می توان از روشهای تخمین تک معادله برای معادلات همزمان (۴) همانند 2SLS استفاده نمود. با استفاده از داده‌های آماری دوره ۱۳۴۷-۷۲ برای هر یک از متغیرهای مذکور در معادله (۴)<sup>(۲)</sup> و با استفاده از روش 2SLS تخمین تابع تولید برای هر یک از بخشهای صنعت، کشاورزی و حمل و نقل و همچنین کل اقتصاد به دست آمد که در ذیل به بررسی نتایج حاصله برای هر بخش می پردازیم.

۱. با فرض اینکه نیروی کار متغیری برونزا در نظر گرفته شود.

۲. به علت در دست نبودن داده‌های آماری متغیر سرمایه برای تخمین از سرمایه گذاری 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

## ۱-۱- بخش صنعت:

تخمین تابع تولید برای این بخش به صورت زیر حاصل گردید:

$$\text{LogVAI}_t = 0/61 + 0/77\text{Log}E_t + 0/14\text{Log}K_t + 0/33\text{Log}L_t$$

$$t \quad (0/5) \quad (2/6) \quad (3/4) \quad (1/97)$$

که در آن VAI ارزش افزوده بخش صنعت، E مصرف انرژی در بخش صنعت K سرمایه گذاری و L نیروی انسانی کار به حساب می آید.

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 بهینه یابی تابع تقاضای مشتق شده نیز به صورت زیر حاصل می شود<sup>(۱)</sup>:

$$E = 2/66 P_E^{-0/4} P_L^{0/27} P_K^{0/11} VAI^{0/8}$$

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 می باشد و این، بدان معناست که در ازای یک درصد تغییر در نهاده انرژی، ارزش افزوده بخش به میزان ۰/۷۷ درصد تغییر پیدا خواهد کرد این مقدار اگرچه کوچکتر از یک است ولی نسبت به سایر نهادهها تأثیر تغییرات آن بر سطح تولید به مراتب بیشتر است. این مسئله حاکی از اهمیت نسبی مصرف انرژی در این بخش است و همچنان که کشش قیمتی محاسبه شده نیز نشان می دهد در ازای یک درصد تغییر در قیمت انرژی صرفاً ۰/۴ - درصد تغییر در مصرف آن حاصل

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

خواهد شد. به عبارت دیگر، انرژی در این بخش یک نهاده بی‌کشش بوده و افزایش قیمت نمی‌تواند چندان تأثیری بر کاهش 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، به عبارت دیگر اگر تمامی نهاده‌ها را به میزان یک واحد افزایش دهیم تولید برابر با  $۱/۲۴$  واحد افزایش خواهد یافت. (۱)

## ۲-۱- بخش کشاورزی:

انتظار بر این است که به علت ماهیت انرژی‌بری 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 انرژی‌بری آن است و از تخمین تابع تولید برای این بخش نتایج ذیل حاصل گردیده است:

$$\text{LogVAA}_t = ۳/۰۴ + ۰/۴۶\text{LogE}_t + ۰/۰۲۵\text{LogK}_t + ۰/۴\text{LogL}_t$$

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

$$D.W = ۱/۸۸ \quad R^2 = ۰/۹۹$$

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

$$H_0: \alpha + \beta + \gamma = 1$$

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

$$H_1: \alpha + \beta + \gamma > 1$$

که با استفاده از آماره  $t$  و سطح احتمال ۹۵ درصد فرضیه  $H_0$  رد شده است.

و تابع تقاضای مشتق شده برای انرژی نیز به صورت زیر به دست آمده است:

$$E = 0.44 (P_E^{-0.5} P_L^{0.47} P_K^{0.03}) VAA_t^{1/17}$$

که در آن  $VAA$  ارزش افزوده بخش کشاورزی،  $E$  مصرف انرژی در بخش کشاورزی و  $K$  و  $L$  به ترتیب سرمایه گذاری 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  $0.46$  تخمین زده شده است. این بدان معناست که در ازای یک درصد تغییر در مصرف انرژی، ارزش افزوده بخش کشاورزی به میزان  $0.46$  درصد تغییر خواهد کرد که در مقایسه با بخش صنعت تأثیر مصرف انرژی بر تولید کمتر است اما همچنان که ملاحظه می‌شود کشش نهاده‌ای نیروی کار در این بخش بیشتر از بخش صنعت می‌باشد. لذا تغییرات نیروی کار در این بخش تأثیر بیشتری بر تولید در بر خواهد داشت.

کشش قیمتی انرژی در بخش کشاورزی برابر  $0.5$  است. گرچه تقاضای انرژی در این بخش نیز بی‌کشش می‌باشد، لیکن تغییرات قیمت، نسبت به بخش صنعت تأثیر نسبتاً بیشتری بر مصرف 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 بر سطح تولید داشته باشد. نتایج حاصل از تخمین نیز گویای همین واقعیت

است:



$$\text{Log VAT}_t = 0/38 + 1/13 \text{Log} E_t + 0/45 \text{Log} K_t - 0/05 \text{Log} T$$

t                      (۳/۵)                      (۲)                      (-۲/۱۶)

$$R^2 = 0/82$$

در اینجا به دلیل 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 به نوعی با زمان در ارتباطند. سایر متغیرها نیز همانند قبل اند تابع تقاضای مشتق شده انرژی نیز به صورت زیر به دست آمده است.

$$E = 0/3 (P_E^{-0/27} P_L^{0/4} P_T^{-0/02}) \text{VAT}_t^{0/17}$$

که در آن  $P_T$  را می توان قیمت متوسط کلیه نهاده‌های حذف شده از مدل به شرط آنکه منطبق با تفسیری که برای متغیر T به عمل آمد، دانست.

تفسیر نتایج: کشش نهاده‌های انرژی در این بخش برابر ۱/۱۳ به دست آمده است که حاکی از حساسیت بالای تولید به تغییرات نهاده انرژی است چنان که یک درصد تغییر در مصرف انرژی، سطح تولید را به میزان ۱/۱۳ درصد تغییر خواهد داد. لذا کشش نهاده‌ای این بخش نسبت به دو بخش دیگر، یعنی صنعت و کشاورزی به مراتب بالاتر است. در حالی که کشش قیمتی انرژی چنان که انتظار می رود، 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 می توان در یک مجموعه نشان داد و رابطه آنرا با تولید در سطح جامعه بررسی نمود. همانند قبل می توان فرض کرد که تولید در کل اقتصاد تابعی از نیروی کار، سرمایه گذاری و مصرف انرژی

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

$$\text{Log GDP}_t = 0.4/9 + 0.3/27 \text{Log} E_t + 0.245 \text{Log} K_t + 0.1 \text{Log} X_t$$

$$t \quad (7/3) \quad (5/27) \quad (2/4) \quad (2/2)$$

$$D.W = 1.75 \quad R^2 = 0.92 \quad X = \text{ارزش صادرات نفت بر حسب ریال}$$

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

$$E_t = P_E^{-0.5} P_K^{0.27} P_X^{0.16} \text{GDP}^{1/6}$$

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 به میزان ۰/۳ درصد تغییر خواهد 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 به شمار می‌آید و تغییر قیمت آن نمی‌تواند تأثیر تعیین‌کننده و قابل توجهی بر مصرف آن داشته باشد. از این جهت اتکای صرف به سیاستهای قیمتی به منظور 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 انرژی‌بری 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 انرژی‌بری در کشور:

به منظور 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. هر قدر 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 به معنای 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. به عبارت 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 سرمایه‌گذاری 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 به طور 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، کثرت نقطه‌های انرژی و نسبت مصرف انرژی به نیروی کار و سرمایه‌گذاری در سه بخش صنعتی، کشاورزی و حمل و نقل طی سالهای ۷۲-۱۳۵۰

عنوان	نشان مصرف انرژی				کثرت نقطه‌های انرژی				نسبت انرژی مصرفی				نسبت انرژی مصرفی به سرمایه‌گذاری				
	سال	صفت	کثرت انرژی	حمل و نقل	کل اقتصاد	صفت	کثرت انرژی	حمل و نقل	کل اقتصاد	صفت	کثرت انرژی	حمل و نقل	کل اقتصاد	صفت	کثرت انرژی	حمل و نقل	کل اقتصاد
۱۳۵۰	۴/۴۸	۴/۱۲	۷	۱۳/۷	۴/۸	۴/۱۲	۱۳/۷	۴/۸	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۲/۵	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۲/۵
۱۳۵۱	۴/۴۸	۴/۱۲	۴/۹	۴/۸	۴/۶	۴/۱۲	۴/۸	۴/۶	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۳/۳	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۳/۳
۱۳۵۲	۴/۵	۴/۱۲	۱/۳	۳	۱/۳	۴/۱۲	۳	۱/۳	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۳/۷	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۳/۷
۱۳۵۳	۴/۵	۴/۱۲	۴/۸	۲/۹	۴/۸	۴/۱۲	۲/۹	۴/۸	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۸	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۸
۱۳۵۴	۴/۵	۴/۱۲	۲۳۰	۲/۳	۲۳۰	۴/۱۲	۲/۳	۲۳۰	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۵/۴	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۵/۴
۱۳۵۵	۴/۴۸	۴/۱۲	۴/۵	۱/۵	۴/۵	۴/۱۲	۱/۵	۴/۵	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۱/۱	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۱/۱
۱۳۵۶	۴/۵	۴/۱۲	۲/۲	۲۳/۸	۲	۴/۱۲	۲۳/۸	۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۵/۸	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۵/۸
۱۳۵۷	۴/۵	۴/۱۲	۱/۲	۴	۱/۲	۴/۱۲	۴	۱/۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۱/۱	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۱/۱
۱۳۵۸	۴/۵	۴/۱۲	۴	۴/۸	۴	۴/۱۲	۴/۸	۴	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۵/۴	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۵/۴
۱۳۵۹	۴/۵	۴/۱۲	۴/۲	۵	۴/۲	۴/۱۲	۵	۴/۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۵/۴	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۵/۴
۱۳۶۰	۴/۵	۴/۱۲	۲	۴/۷	۲	۴/۱۲	۴/۷	۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۵/۸	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۵/۸
۱۳۶۱	۴/۵	۴/۱۲	۳	۲/۵	۳	۴/۱۲	۲/۵	۳	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۶/۷	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۶/۷
۱۳۶۲	۴/۵	۴/۱۲	۴/۹	۴/۴	۴/۹	۴/۱۲	۴/۴	۴/۹	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۶/۷	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۶/۷
۱۳۶۳	۴/۵	۴/۱۲	۴/۴	۴/۴	۴/۴	۴/۱۲	۴/۴	۴/۴	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۷/۱	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۷/۱
۱۳۶۴	۴/۵	۴/۱۲	۴/۴	۲	۴/۴	۴/۱۲	۲	۴/۴	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۷	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۷
۱۳۶۵	۴/۵	۴/۱۲	۱	۴	۱	۴/۱۲	۴	۱	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۷	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۷
۱۳۶۶	۴/۵	۴/۱۲	۱	۴	۱	۴/۱۲	۴	۱	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۷	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۷
۱۳۶۷	۴/۵	۴/۱۲	۱/۱	۴۳	۱/۱	۴/۱۲	۴۳	۱/۱	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۶/۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۶/۲
۱۳۶۸	۴/۵	۴/۱۲	۱/۳	۴	۱/۳	۴/۱۲	۴	۱/۳	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۶/۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۶/۲
۱۳۶۹	۴/۵	۴/۱۲	۱/۷	۱/۶	۱/۷	۴/۱۲	۱/۶	۱/۷	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۶/۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۶/۲
۱۳۷۰	۴/۵	۴/۱۲	۴/۶	۱/۱	۴/۶	۴/۱۲	۱/۱	۴/۶	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۶/۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۶/۲
۱۳۷۱	۴/۵	۴/۱۲	۴/۱	۱/۴	۴/۱	۴/۱۲	۱/۴	۴/۱	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۶/۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۶/۲
۱۳۷۲	۴/۵	۴/۱۲	۳/۹	۴/۵	۳/۹	۴/۱۲	۴/۵	۳/۹	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۶/۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۴/۱۲	۶/۲

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

معکوس شاخص کارآیی مصرف انرژی است می‌توان نتیجه گرفت که کارایی مصرف طی دوره ۷۲-۱۳۵۰ کاهش یافته است. همچنین نسبت انرژی به نیروی کار و سرمایه‌گذاری برای تمامی بخشها و کل اقتصاد روندی صعودی را طی نموده است. لذا مجموعه اقتصاد به سمت انرژی‌بری بیشتر حرکت کرده است. به عبارت 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 به دست می‌دهد لیکن مقدار آن طی دوره برنامه اول توسعه، نسبتاً مطلوب و تقریباً برابر یک بوده است اما در کل اقتصاد، این شاخص برای دوره 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 بر سطح تولید در هر یک از بخشها و نیز کل اقتصاد خواهد داشت و تأثیر این تغییرات بر تولید برای دو بخش حمل و نقل و صنعت به مراتب 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  $۵/۰$  بوده و لذا تغییر قیمت انرژی

به‌عنوان یک سیاست و به‌تنهایی نمی‌تواند تأثیر قابل توجه و تعیین‌کننده‌ای بر مصرف انرژی در بخشها داشته باشد از طرف دیگر این تأثیر می‌تواند با تغییرات هم‌جهت در قیمت سایر نهاده‌های جانشین، کاهش و یا حتی خنثی گردد و لذا بررسی تغییرات تولید در اعمال سیاست تغییر قیمت، می‌بایست با توجه به تغییر نسبی قیمت نهاده‌ها صورت پذیرد. همچنین همان‌گونه که آمار مصرف انرژی و روند شاخصهای مختلف انرژی‌بری در کشور نشان می‌دهند تمایل کلیه بخشهای تولیدی، و همچنین مجموعه اقتصاد بیشتر به‌سمت انرژی‌بری بوده است و این مسئله علاوه بر وفور 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 گاز طبیعی گرایش خواهد داشت.

### پیشنهادها و راه‌حلهای سیاست‌گذاری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از مدل، مطالبی درباره ساختار تولید و مصرف انرژی کشور بیان گردید برخی از راه‌حلهای پیشنهادی به‌منظور دستیابی به تولید و مصرف بهینه انرژی و اعمال 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 بهینه 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 دهه 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 کثش نهادهای محاسبه شده برای انرژی بستگی مستقیم به ساختار تولیدی در هر بخش دارد. لذا شدت و ضعف آن نیز همچنان که در توضیحات قبلی ذکر گردید وابسته به ساختار هر بخش است اما در مجموع، سیاستگذاریهای مناسب می تواند برای دستیابی به هدف صرفه جویی در مصرف انرژی بستر مناسب را فراهم سازد، تا از مصرف بیهوده و بالای انرژی در تولید پرهیز شود. با توجه به نتایج به دست آمده ابزار اجرایی این سیاست را می توان به صورت 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؛

همان گونه که ملاحظه گردید کثشهای قیمتی به دست آمده در بخشهای مختلف اقتصادی پایین بوده و کوچکتر از یک می باشند. این بدان معناست که تغییرات قیمت نمی تواند تأثیر چندانی بر مصرف انرژی داشته باشد، اما در عین حال با افزایش سطح قیمت می توان تا حدی مصرف انرژی را کاهش داد منوط بر آن که قیمت نهادهای 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 فرآورده های نفتی نقش چندانی در افزایش کارایی نظام تولیدات صنعتی و کشاورزی به عنوان 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 به تدریجی بودن افزایش قیمت و در عین حال ترجیحی بودن آن است.

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

مصرف انرژی در بخشهای مختلف اقتصادی کشور، اساساً بستگی نزدیکی به ساختار تولید در این بخشها دارد. طی سالیان متمادی به دلیل عوامل مختلف از قبیل ارزان بودن نسبی قیمت انرژی، استهلاک شدید ماشین‌آلات سرمایه‌ای انرژی‌بر 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 به سمت انرژی‌بری 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 در پی داشته باشد. اما همچنان که ذکر گردید این امر مستلزم دورهٔ بلندمدت و با سرمایه‌گذاریهای بالایی خواهد بود.

۲- بخش دیگر تحقیق در نظر گرفتن انرژی به عنوان یک محصول تولید شده است. در این زمینه به منظور 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 به صورت 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 بر تولید گاز طبیعی به عنوان سوختی تمیزتر، ارزان‌تر و فراوان‌تر در کشور صورت پذیرد. این مسئله می‌باید همراه با انتقال بخشی از مصارف حرارتی فرآورده‌های نفتی به سمت گاز طبیعی 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 انجام پذیرد. 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 در نظر گرفتن 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 مأخذ:

## 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 پایان پذیر، دانشگاه تهران، ۱۳۷۰.
- ۶- مهندس علی اکبر نوشین «شناخت و کاربرد انواع انرژی، پیشنهادی نو برای تأمین انرژی انسانها» چاپ اول، ۱۳۷۱، دفتر نشر فرهنگ اسلامی.
- ۷- مجله مجلس و پژوهش شماره های 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 «الگوی 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.Saboochi, "model for Analysis of Demand for Energy" university of stuttgart, 1989.
- 3- E. Berndt & D.Wood "Technology prices & The driven demand for Energy", The Review of Economics & statistics PP. 259-68.
- 4- W. Dupre & J.West "United states energy through the year 2000" Us Derertment of interior, Dec. 1972.
- 5- Morrison :.Redling "Ancenergy 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 Approach 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.