تحلیل آماری و بررسی رابطه علیت گرانجری تولید ناخالص داخلی با مصرف انرژی و محاسبه کشش نهاده‌ای انرژی با استفاده از تابع تولید (۱۳۴۶-۱۳۸۲)

داریوش وافی نجار[۱]

چکیده

بررسی رابطه متقابل میان میزان تولید استحصالی یا ارزش‌افزوده با مصرف انرژی یکی از مطالعات کلیدی است که در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی حائز اهمیت است. در این مقاله از سه روش برای تجزیه تحلیل و بررسی این رابطه استفاده شده است: در ابتدا این رابطه با استفاده از آزمون علیت انگل ـ گرانجر برای دوره ۱۳۸۲-۱۳۴۶ مورد بررسی قرار گرفته است. سپس با استفاده از تحلیل‌های آماری و محاسبه شاخص‌های کارایی انرژی و ضریب انرژی و همچنین شدت مصرف انرژی در طی دوره و طی مقاطع برنامه اول، دوم و سوم اقتصادی رابطه مصرف انرژی با تولید ناخالص داخلی بررسی و برای محاسبه متوسط شدت اثرگذاری مصرف انرژی بر تولید ناخالص داخلی (کشش نهاده‌ای) شکل مناسب تابع تولید تصریح و پس از تخمین، کشش نهاده‌ای انرژی محاسبه شده است. نتایج به‌طور خلاصه حاکی از افزایشی بودن شدت مصرف انرژی طی دوره ۱۳۸۲-۱۳۴۶ است اما روند نزولی ضریب انرژی (و یا کشش نقطه‌ای انرژی، نسبت رشد مصرف انرژی به‌رشد تولید ناخالص داخلی برحسب قیمت‌های ثابت) طی سال‌های برنامه اول، دوم و سوم اقتصادی نشانگر آنست که از شدت آن کاسته گردیده است.

۱. عضو هیئت علمی و رییس گروه مدلسازی و پایگاه آماری مؤسسه مطالعات بین المللی انرژی d-vaafi@iies.net، تلفن ۵ - ۲۲۲۵۸۰۹۲

همچنین رابطه علیت گرانجر برای دوره ۱۳۸۲-۱۳۴۶ نشان‌دهنده رابطه یکطرفه از تولید ناخالص داخلی به مصرف انرژی است. در مورد ایران نتایج آزمون‌های مختلف در سطح کلان نشان می‌دهد که انرژی در تابع تولید با سرمایه ترکیب می‌شود و حاصل این دو با نیروی کار ترکیب و تولید را شکل می‌دهند به‌همین دلیل نیز انرژی سهمی از سرمایه را به خود اختصاص می‌دهد و با وارد کردن آن در تابع تولید سهم سرمایه شکسته شده و بخشی از آن به انرژی اختصاص می‌یابد. در واقع سهم سرمایه در تابع تولید سنتی کاب ـ داگلاس که تولید را تابعی از سرمایه و نیروی کار معرفی می‌کند در بردارنده اثرات نهاده انرژی نیز است. همچنین در تابع تولید سرمایه همواره سهم غالب را در توضیح‌دهندگی تولید کل اقتصاد به‌خود اختصاص داده است (حدود ۰/۶۵) و با اضافه کردن نهاده انرژی این سهم بر اساس آزمون‌های مختلف به حدود ۰/۴۵ تقلیل و کشش نهاده‌ای انرژی برای کل اقتصاد طی دوره مورد بررسی حدود ۰/۲ درصد محاسبه گردیده است.

واژه‌های کلیدی: آزمون انگل ـ گرانجر، تابع تولید، کشش نهاده‌ای انرژی، ضریب انرژی، کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی.

مقدمه

۱. مبانی نظری رابطه تولید با مصرف انرژی

در مطالعات بسیاری که در اقتصاد انجام پذیرفته به بررسی رابطه مصرف انرژی و تولید پرداخته شده است. این مطالعات گویای نقش دوگانه انرژی است که از یک‌سو به‌عنوان نهاده در تولید تاثیرگذار است و از سویی دیگر به‌عنوان یک کالای مصرفی از تغییرات تولید و ارزش‌افزوده (در واحدهای تولیدی و خدماتی) یا درآمد (در بخش‌های تجاری و خانگی) تاثیر می‌پذیرد. زیرا انرژی از یک‌سو در واحدهای تولیدی به‌عنوان عامل تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد و از سوی دیگر به عنوان یک کالای نهایی در بسیاری از بخش‌ها نظیر بخش خانگی ـ تجاری مطرح است. در نظر گرفتن هر یک از این دیدگاه‌ها منتهی به تحلیل‌های متفاوتی خواهد بود و هر یک مبانی تئوریک خاص خود را دارند زیرا در مقاطع تولیدی و خدماتی نقش نهاده‌ای انرژی در تولید بررسی می‌گردد که متفاوت با

رویکـرد تقاضـای انـرژی در واحـدهای صـرفا مصـرفی اسـت. ایـن تفـاوت مبتنـی بـر سـاختار موجـود در ایـن بخـش‌هاسـت. در بخـش‌هـای تولیـدی و خـدماتی مـا بـا یـک تـابع تولیـد مواجـه هسـتیم کـه بـا مبنـا قـرار دادن آن مـی‌تـوان، تـابع تقاضـای مشـتق شـده بـرای نهـاده‌هـا را بـه‌دسـت آورد. حـال آن‌کـه در بخـش‌هـای مصـرفی هـدف حـداکثر کـردن مطلوبیـت و میـزان ارضـای حاصـل از مصـرف کالاهـا بـا قیـد بودجـه اسـت و تابع تقاضای حاصل برای کالاها برآیند چنین سیستمی است.

فـارغ از تفـاوتی کـه بـه دلیـل فـوق در مبـادی اولیـه توابـع تقاضـای انـرژی بـرای بخـش‌هـای تولیـدی و مصـرفی مطـرح اسـت پـس از اسـتخراج توابـع تقاضـا معمـولا تحلیـل‌هـای مشـابهی بـرای مطالعـات توابـع تقاضـا وجـود دارد. توسـعه تقاضـای انـرژی معمـولا بـه‌وسـیله مـدل‌هـای تقاضـا مـورد بررسـی قـرار مـی‌گیـرد. ایـن مـدل‌هـا ابـزار مناسـبی جهـت تحلیـل کمـی تقاضـای انـرژی بـه‌شـمار مـی‌آینـد. مـدل‌هـای تقاضـا بـرای انـرژی بـر پایـه روش‌هـای آمـاری اقتصادسـنجی و تکنیـک‌هـای مهندسـی و برخـورد سیسـتمی ایجـاد شـده‌انـد. هـر یـک از مـدل‌هـا بـرای تجزیـه و تحلیـل مقـدار تقاضـای انـرژی و تغییـرات زمـانی آن بـه‌کـار مـی‌رود و بـه کمـک آنهـا اثـرات متغیرهـای اقتصـادی و فنـی و گسـترش احتیاجـات انـرژی بررسـی مـی‌شـود. مطالعـات تجربـی کـه در زمینـه تقاضـای انـرژی صـورت گرفتـه اسـت را مـی‌تـوان بـه دو دوره زمـانی تقسیم‌بندی نمود:

۱. مطالعات تجربی مربوط به دوره ۷۳-۱۹۶۰

۲. مطالعات تجربی مربوط به سال‌های ۱۹۷۵ به بعد

در مطالعـاتی کـه تقاضـای انـرژی را بـین کشـورهای مختلـف براسـاس تجزیـه و تحلیـل کشـش‌هـای بلندمـدت مـدنظر قـرار مـی‌دهنـد بررسـی‌هـا بـا اسـتفاده از آمـار مقطعـی بـرای ارزیـابی چگـونگی رونـد تحـولات سـاختاری ایـن کشـورها انجـام یافتـه اسـت. مطالعـات مزبـور توسـط گـریفین، گریگـوری و پنـدیک از ایـن گـروه هسـتند. اکثـر مطالعـات در مـورد جانشـینی انـرژی بـا دیگـر عوامـل تولیـد در کشـورهای صـنعتی انجـام یافتـه و نتـایج بـه‌دسـت آمـده غالبـا بـا هـم تنـاقض دارنـد. چنانچـه هودسـن و جورگنسـن(۱۹۷۴)[1] و برنـدت(۱۹۸۸) بـا بـه‌کـارگیری داده‌هـای سـری زمـانی در یافتـه‌انـد کـه انـرژی و سـرمایه مکمـل هسـتند درحـالی‌کـه گـریفین و پنـدیک بـا اسـتفاده از داده‌هـای مقطعـی جانشـینی بـین سـرمایه و انـرژی و همچنـین انـرژی و نیـروی کـار را

1. Hudson & P.W jorgenson

نتیجه گرفته‌اند. اختلاف این مطالعات عمدتا به سبب تحلیل‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت است.

در کنار این مطالعات، مطالعات دیگری نیز وجود دارد که مستقیما به تحلیل رابطه انرژی به‌عنوان یک نهاده در کنار دیگر نهاده‌ها، در تولید پرداخته‌اند. مطالعه تجربی برندت و وود[1] از آن جمله است. در این مطالعه که در سال ۱۹۷۹ انجام شد آنها استدلال کردند که در تابع تولید کل، انرژی یک عامل تولید است که ارتباط جدایی‌پذیر و ضعیفی با نیروی کار دارد، تابع تولید پیشنهادی آنها عبارتست از:

$$Q = F [G (k ،E), L]$$

مفهوم این تابع این است که انرژی و سرمایه ترکیب می‌شود و عامل تولیدی G را ایجاد می‌کنند، سپس برای تولید محصول با کار ترکیب می‌شود. بنابراین کار با G ترکیب می‌شود، نه با سرمایه و انرژی به‌صورت جداگانه، تابع اشاره بر آن دارد که کاهش در L وقتی K و E در سطح اولیه خود هستند به یک نسبت در تولید نهایی سرمایه و انرژی کاهش ایجاد می‌کند. به بیان دیگر کاهش در مصرف انرژی بدون اثرگذاری بر تولید نهایی کار، تولید نهایی سرمایه را کاهش می‌دهد.

مطالعه دیگری که در زمینه رابطه مصرف انرژی با سطح تولید انجام گرفته است توسط ساچ و برانو (۸۱-۱۹۷۹) بوده است. این دو با ارایه مدلی ارتباط بین مواد خام وارداتی و تابع عرضه کل اقتصاد را بررسی کردند که به تاثیرات افزایش قیمت نفت در عرضه کل اقتصاد در مدل توجه خاص شده است. شکل کلی تابع مورد نظر این دو به‌صورت ذیل است:

$$Q = f (L ، K ، R)$$

که در آن Q تولید ناخالص داخلی است و فرض می‌شود که به‌نهاده‌های خدمات سرمایه (K)، کار (L) و موادخام وارداتی (R) وابسته است. همچنین بازده نسبت به مقیاس تولید برای هر عامل نزولی و مثبت است. در مدل تعادل عمومی که این دو برای بررسی اثرات قیمت مواد خام وارداتی (و به‌طور مشخص نفت) بر اقتصاد محاسبه نمودند به این نتیجه رسیدند که افزایش در قیمت مواد خام وارداتی سبب می‌شود ارزش تولید نهایی موادخام پایین‌تر از هزینه نهایی آن قرار

1. E. Berndt & D.Wood

بگیرد و در نتیجه سبب کاهش سطح R می‌شود و به تبع آن تولید نهایی کار و سرمایه کاهش می‌یابد.

یکی دیگر از مطالعات انجام شده در این زمینه، کار تحقیقی منا‌هم پریوس(۱۹۸۶)[1] است. وی با بهره‌گیری از مطالعات پیشین خود تابع تولید خود را به‌شکل زیر معرفی می‌کند.

$$X = F \{ X_{KEL} [X_{KE} (K , E) , L] , M \}$$

این تابع به تابع تولید GCES[2] تعمیم یافته موسوم است که در آن X تولید ناخالص داخلی، K موجودی سرمایه، E انرژی مصرفی و M مواداولیه غیرانرژی و مواد واسطه دیگر هستند.

در این تابع که با استفاده از فرض جدایی‌پذیری میان نهاده‌ها تعریف شده است، تابع X_{KE} در تابع X_{KEL} قرارداده شده و این تابع نیز به‌نوبه خود در تابع F.

X_{KE} و X_{KEL} از کشش‌های ثابت جایگزینی (CES) برخوردارند. جدایی پذیر بودن تابع x_{KE} بستگی به استقلال نرخ نهایی جایگزینی[3] (MRT) میان K و E از L و M و X دارد[4]. بدین‌ترتیب وی برای محاسبه کشش‌های جایگزینی فنی و اقتصادی میان سرمایه و انرژی و دیگر نهاده‌ها در ۲۰ کارخانه از طبقه‌بندی استاندارد صنایع (ISIC) آمریکا و برای دوره ۷۶-۱۹۷۱ به شکل سه مرحله‌ای این تابع را به‌کار می‌برد و از آن نتیجه می‌گیرد که در اکثر صنایع ISIC نهاده‌های E و K مکمل‌های اقتصادی[5] و L، E و M جانشین‌های اقتصادی[6] بوده‌اند.

مطالعات برندت و وود، سولو، گریفین و گریگوری(۱۹۷۶)[7] همه از موارد مطالعه تقاضای انرژی است که به‌طور تلویحی به روابط میان سطح تولید و مصرف انرژی با استفاده از تابع تولید ترانسلوگ اشاره کرده‌اند. مطالعات تجربی پندیک که هم در سطح بخشی و هم در سطح کلان با استفاده از تابع تولید انرژی

1. Menahem prywes.
2. Generalized Constant Elasticities of transformation
3. Marginal Rate of Substitution
۴. اصولا جدایی پذیری در یک تابع وابسته به شدت وابستگی نرخ جایگزینی میان نهاده‌هاست. هر قدر این نرخ نسبت به دونهاده با یکدیگر بیشتر و نسبت به نهاده‌های دیگر کمتر باشد تابع قابلیت تفکیک‌پذیری یا جدایی‌پذیری بر حسب نهاده‌ها را خواهد داشت. در تابع جمع‌پذیر که حالت خاصی از جدایی‌پذیری است خاصیت جایگزینی میان همه نهاده‌ها با یکدیگر بالاست.
5. Economic Complements
6. Economic Substitutes
7. M.Giffin & T Gregory

صورت گرفته است نیز یکی دیگر از این موارد است. همچنین مطالعات کراف و جی وای کراف(۱۹۷۸)[1]، رآیز تی (۱۹۸۴)[2]، عرفان محمد (۱۹۸۲)[3]، انجام‌اکیل و محمدصباح‌الدین‌بات(۲۰۰۱)[4]، سبوحی[5](۱۹۸۹)، آندرسون[6] (۱۹۷۱)، باکستر و ریس[7] (۱۹۶۸)، دپره و وست[8](۱۹۷۲)، مانت و تریل (۱۹۷۳)[9]، هاوانگ و بورل (۱۹۹۱)[10] از دیگر مطالعاتی هستند که در خصوص رابطه تولید و مصرف انرژی انجام گرفته است.

تاثیری که افزایش قیمت نفت در سال‌های گذشته بر اقتصاد کشورها برجای گذارده نمایشی واقعی از تاثیرگذاری انرژی بر تولید و اقتصاد جامعه است. انتقال به سمت چپ منحنی عرضه کل اقتصاد در نتیجه افزایش قیمت انرژی که به‌بحران انرژی در غرب (۷۴-۱۳۷۳) مشهور گردید، نیز نمونه کاملا مشخصی از تاثیرگذاری انرژی در اقتصاد و فعالیت‌های تولیدی در کشورهاست.

یکی از انواع توابع تولید که می‌توان در قالب آن رابطه تولید با انرژی را مورد بررسی قرار داد تابع با فرم کاب ـ داگلاس است که شکل کلی آن با سه نهاده تولید به صورت زیر است:

$$Y_t = A.L_t^{a_1}.K_t^{a_2}E_t^{a_3}$$

فارغ از اشکال تبعی فوق و مطالعات بلندمدت مصرف انرژی با سطح تولید که در خصوص هر یک مطالعات تئوریک گسترده‌ای نیز وجود دارد و به برخی از آنها نیز اشاره شد، گاه صرفا بررسی ارتباط سطح تولید با مصرف انرژی در کوتاه‌مدت برای تبیین رابطه علی مورد نظر است. این مطالعات از آن‌جهت اهمیت دارد که جهت رابطه میان دو متغیر را در کوتاه‌مدت مشخص می‌سازد تا در سیاست‌گذاری مورد استفاده قرار گیرد. این ارتباط البته تا حد زیادی وابسته به داده‌های آماری مورد استفاده در دوره و روش مورد استفاده در آنست. آزمون علیت گرانجری یکی از آزمون‌هایی است که برای این منظور استفاده

1. Kraft, J. and A. Kraft
2. Riaz, T
3. Irfan Mohammad
4. *Anjum Aqeel* and *Mohammad Sabihuddin Butt*
5. Y. Saboohi
6. Anderson
7. R.E. Baxter & R.Rees
8. W. Dupre & j.west
9. Mount, T.D.L.D. Charman, & T.j Turrell
10. Hwang, Dennis- B.-K., Gun-Burel

می‌گردد. این آزمون را برای اولین بار اوهلین در انگلستان در سال ۱۹۹۱ به کار برد و سپس در سال ۱۹۹۵ دیوید آلن، پال کانگ پورلین و گری مک دونالد در استرالیا آن را به کار گرفتند. آزمون علیت گرانجر مستلزم برآورد رگرسیون‌هایی است که از شکلی محدود شروع می‌شود و تا اشکالی نامحدود ادامه می یابد. گاه قبل از انجام آزمون گرانجر، همگرایی داده‌ها با آزمون دیکی فولر مشخص می‌شود. نتایج ارایه شده آزمون دیکی فولر برای توجیه آزمون گرانجر نیست، بلکه از آن به عنوان راهنمای کلی استفاده می‌شود، در صورتی که متغیرها به درجات متفاوتی همگرا باشند احتمالا ارتباطی میان متغیرها وجود ندارد.

به‌طور خلاصه بر اساس این آزمون علیت میان دومتغیر X , Y به‌صورت زیر آزمون می‌گردد:

$$Y_t = \sum_{i=1}^{k} \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^{k} \beta_j X_{t-j}$$

$$X_t = \sum_{i=1}^{k} \alpha_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^{k} \beta_j Y_{t-j}$$

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \ldots = \beta_K = 0$$

بدین ترتیب اگر فرضیه H_0 رد شود نشانگر آنست که هیچ‌گونه رابطه علی در دوره مورد بررسی میان دو متغیر X , Y مشاهده نگردیده است. نتایج این آزمون به‌طور مستقل با استفاده از بسته نرم‌افزاری EVIEWS برای هریک از متغیرها انجام و امکان وجود رابطه علی یکطرفه (از X به Y یا بالعکس) قابل انجام است.[1]

۲. تحلیل آماری و بررسی رابطه علیت گرانجری میان تولید و مصرف انرژی در اقتصاد

داده‌های آماری استفاده شده در برگیرنده آمارهای تولید ناخالص داخلی است که بر حسب میلیارد ریال براساس قیمت‌های ثابت سال ۷۶ بیان گردیده است و آمار مصرف انرژی نیز بر حسب میلیون بشکه معادل نفت خام است.

در تحلیل رابطه آماری میان متغیرها یکی از مسائلی که مطرح است جهت علیت آنهاست با آزمون‌های مختلفی می‌توان این رابطه را بررسی کرد. همچنان‌که در بخش اول مبانی نظری نیز گفته شد یکی از آزمون‌های رایجی که در این زمینه استفاده می‌گردد

[1]. برای آشنایی بیشتر با این آزمون به منابع شماره ۶، ۲۵، ۲۶، ۲۷ در فهرست منابع و مآخذ مراجعه شود.

آزمون انگل ـ گرانجر است. در بررسی رابطه علیت گرانجری از لگاریتم داده‌های GDP و مصرف انرژی برای دوره ۱۳۸۱-۱۳۴۶ استفاده گردید. زیرا استفاده از مقدار مطلق داده‌ها به‌دلیل نوسانات زیادی که در طول دوره وجود داشته است مدل قادر به پوشاندن همه نوسانات نیست ولی استفاده از مقادیر لگاریتمی داده‌ها دامنه این نوسانات را تا حد زیادی تعدیل می‌نماید. همچنین برای بررسی ایستایی دو متغیر از آزمون ایستایی فیلیپس ـ پرون برای دو متغیر استفاده گردیده است. نتایج آزمون ایستایی نشان می‌دهد که متغیر تولید ناخالص داخلی در سطح، ناایستا و تفاضل مرتبه اول آن ایستا است. اما متغیر انرژی در سطح، در سطح ۱۰ درصد ایستا گردید به‌همین دلیل مشکلی نیز در استفاده از آزمون علیت گرانجری وجود ندارد. برای انجام این آزمون تعداد وقفه‌های مناسب از روش ایستایی برابر با سه به‌دست آمد و با در نظر گرفتن این وقفه، بر اساس این آزمون یک رابطه علیت گرانجری یک طرفه از تولید ناخالص داخلی به مصرف انرژی وجود دارد که بر اساس آن GDP علت تغییر مصرف انرژی بوده است اما این آزمون برای عکس آن طی دوره مورد بررسی با سطح احتمال ۹۵ درصد صادق نبوده است و حداقل علیت گرانجری چنین رابطه‌ای را نشان نمی‌دهد. نتایج این آزمون در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱.

Pairwise Granger Causality Tests
Sample: 1338 1383
Lags: 3

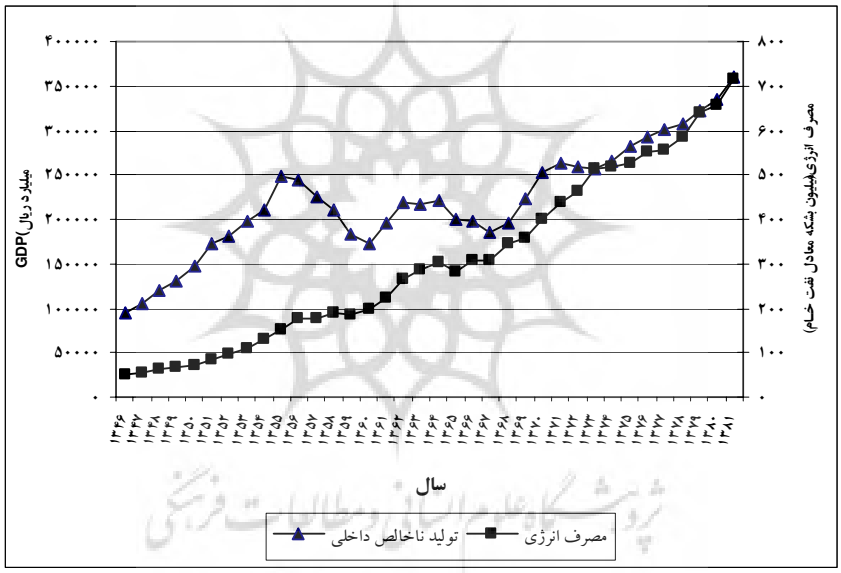
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability
LOG(ENTOTAL) does not Granger Cause LOG(GDP1)	33	0.90796	0.45068
LOG(GDP1) does not Granger Cause LOG(ENTOTAL)		2.09588	0.12519

روند مصرف انرژی با تولید ناخالص داخلی در نمودار شماره(۱) نشان داده شده است.

همچنین در دوره مذکور شاخص‌های مختلف اقتصاد انرژی نظیر شاخص شدت مصرف انرژی ضریب انرژی (معکوس بهره‌وری انرژی) و رشد هریک از متغیرهای GDP و مصرف انرژی محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۲ ارایه شده است. همچنان‌که ملاحظه می‌گردد روند شدت مصرف انرژی طی دوره صعودی بوده است؛ بدین‌معنا که سهم مصرف انرژی در تولید ناخالص داخلی افزایش یافته اما همچنان‌که متغیر ضریب

انرژی نشان می‌دهد شدت آن در طول دوره یکسان نبوده است. بررسی متوسط ضریب انرژی طی دوره‌های برنامه اول، دوم و سوم اقتصادی نشانگر روند نزولی این شاخص بوده است. بدین معنا که عملکرد رشد GDP بر رشد مصرف انرژی تفوق یافته است. به‌عبارت دیگر بهره‌وری انرژی افزایش یافته است و علی‌القاعده می‌توان استنباط نمود که شیب منحنی شدت مصرف انرژی در حال کاهش است. لذا بررسی روند نسبت رشد دو متغیر با استفاده از این ضریب بیان دقیق‌تری است که می‌توان از آن اثربخشی یکی بر دیگری را مشخص نمود. نتایج در جدول ۲ ارایه شده است.

نمودار ۱.



همچنین روند متغیرهای مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی به قیمت‌های ثابت سال ۷۶ به همراه نرخ رشد هریک و ضریب انرژی طی دوره مذکور در جدول ۲ ارایه شده است.

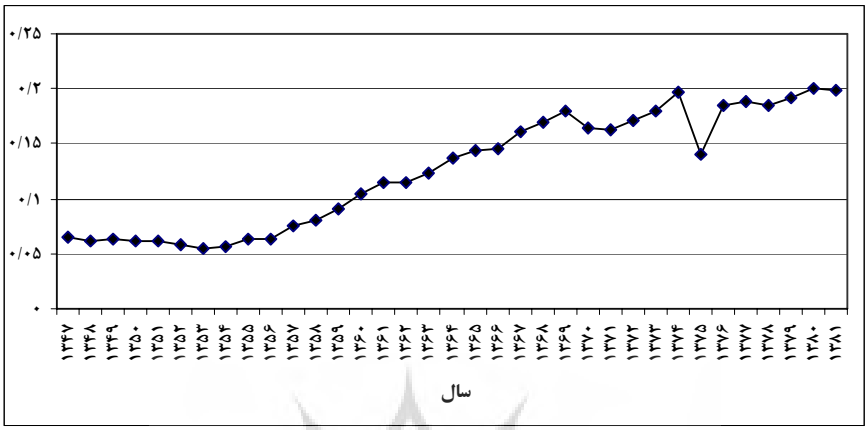
۳. استفاده از تابع تولید و تخمین کشش نهاده‌ای انرژی در اقتصاد

با توجه به توضیح ارایه شده در بخش اول یکی از راه‌های تبیین دقیق ارتباط میان مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی استفاده از تابع تولید است. برای تبیین این

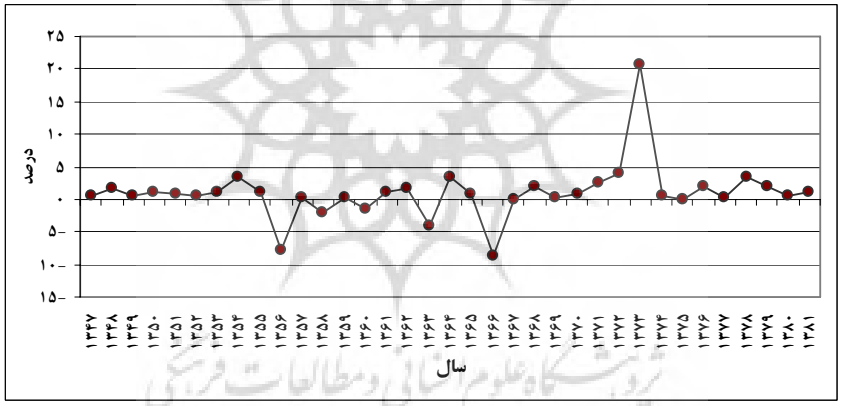
جدول ۲.

متوسط ضریب	کارایی	شدت	ضریب	رشد	رشد مصرف	GDP	مصرف انرژی	عنوان
انرژی دربرنامه	انرژی	مصرف انرژی	انرژی	GDP	انرژی	میلیارد ریال	میلیون بشکه معادل نفت خام	
						۴۳۷۵۵٫۳		۱۳۳۹
						۴۸۰۷۳٫۲		۱۳۴۰
						۵۰۳۶۹٫۶		۱۳۴۱
						۵۳۱۴۳٫۲		۱۳۴۲
						۵۶۰۴۳٫۷		۱۳۴۳
						۶۰۵۱۶٫۶		۱۳۴۴
						۷۰۵۹۷٫۷		۱۳۴۵
						۷۷۳۰۸٫۷	۴۹٫۹	۱۳۴۶
	۱۵۴۹٫۳	۰٫۰۶۵	۰٫۶۱	۱۷٫۳	۱۰٫۶	۹۰۶۷۰٫۲	۵۵٫۲	۱۳۴۷
	۱۶۴۲٫۶	۰٫۰۶۱	۱٫۶۸	۶٫۵	۱۰٫۹	۹۶۵۸۴٫۶	۶۱٫۲	۱۳۴۸
	۱۵۷۸٫۲	۰٫۰۶۳	۰٫۶۸	۱۱٫۷	۸	۱۰۷۹۱۸٫۳	۶۶٫۱	۱۳۴۹
	۱۶۳۲٫۷	۰٫۰۶۱	۱٫۰۴	۱۰٫۹	۱۱٫۳	۱۱۹۶۵۲٫۴	۷۳٫۶	۱۳۵۰
	۱۶۲۵٫۷	۰٫۰۶۲	۰٫۷۴	۱۷٫۵	۱۲٫۹	۱۴۰۵۹۹٫۱	۸۳٫۱	۱۳۵۱
	۱۶۹۱٫۹	۰٫۰۵۹	۰٫۶۷	۲۴٫۲	۱۶٫۱	۱۷۴۶۶۸٫۴	۹۶٫۵	۱۳۵۲
	۱۸۱۰	۰٫۰۵۵	۱٫۱۶	۱۲٫۵	۱۴٫۵	۱۹۶۵۸۱	۱۱۰٫۵	۱۳۵۳
	۱۷۷۹	۰٫۰۵۶	۳٫۴۸	۴٫۸	۱۶٫۷	۲۰۶۱۳٫۸	۱۲۸٫۹	۱۳۵۴
	۱۵۹۹	۰٫۰۶۳	۱	۱۷٫۶	۱۷٫۶	۲۴۲۳۲۶	۱۵۱٫۶	۱۳۵۵
	۱۵۹۸٫۵	۰٫۰۶۳	۷٫۷۴-	۲٫۳-	۱۷٫۸	۲۳۶۶۴۵٫۳	۱۷۸٫۶	۱۳۵۶
	۱۳۲۵	۰٫۰۷۵	۰٫۲۳	۷٫۴-	۱٫۷-	۲۱۹۱۹۱	۱۷۵٫۵	۱۳۵۷
	۱۲۴۹	۰٫۰۸	۱٫۹۵-	۴٫۲-	۸٫۲	۲۰۹۹۱۹٫۴	۱۸۹٫۹	۱۳۵۸
	۱۱۰۵٫۴	۰٫۰۹	۰٫۱۷	۱۵٫۱-	۲٫۶-	۱۷۸۱۴۹	۱۸۵٫۰	۱۳۵۹
	۹۶۳	۰٫۱۰۴	۱٫۳۹-	۴٫۴-	۶٫۱	۱۷۰۲۸۱٫۲	۱۹۶٫۳	۱۳۶۰
	۸۶۷٫۵	۰٫۱۱۵	۱٫۰۱	۱۲٫۶	۱۲٫۷	۱۹۱۶۶۶٫۸	۲۲۱٫۳	۱۳۶۱
	۸۶۶٫۱	۰٫۱۱۵	۱٫۷۷	۱۱٫۱	۱۹٫۷	۲۱۲۸۷۶٫۵	۲۶۴٫۸	۱۳۶۲
	۸۰۳٫۹	۰٫۱۲۴	۳٫۹۵-	۲-	۷٫۹	۲۰۸۵۱۵٫۹	۲۸۵٫۶	۱۳۶۳
	۷۳۰٫۱	۰٫۱۳۷	۳٫۳	۲	۶٫۶	۲۱۲۶۸۶٫۳	۳۰۴٫۴	۱۳۶۴
	۶۹۸٫۷	۰٫۱۴۳	۰٫۷۹	۹٫۱-	۷٫۲-	۱۹۳۲۳۵٫۴	۲۸۲٫۶	۱۳۶۵
	۶۸۳٫۸	۰٫۱۴۶	۸٫۸-	۱-	۸٫۸	۱۹۱۳۱۲٫۴	۳۰۷٫۴	۱۳۶۶
	۶۲۲٫۴	۰٫۱۶۱	۰٫۰۵	۵٫۵-	۰٫۳-	۱۸۰۸۲۲٫۵	۳۰۶٫۴	۱۳۶۷
۱٫۱۶	۵۹۰٫۲	۰٫۱۶۹	۲٫۰۵	۵٫۹	۱۲٫۱	۱۹۱۵۰۲٫۶	۳۴۳٫۴	۱۳۶۸
	۵۵۷٫۷	۰٫۱۷۹	۰٫۳۴	۱۴٫۱	۴٫۸	۲۱۸۵۳۸٫۷	۳۵۹٫۸	۱۳۶۹
	۶۰۷٫۴	۰٫۱۶۵	۰٫۹۲	۱۲٫۱	۱۱٫۱	۲۴۵۰۳۶٫۴	۳۹۹٫۶	۱۳۷۰
	۶۱۳٫۲	۰٫۱۶۳	۲٫۴۵	۴	۹٫۸	۲۵۴۸۲۲٫۵	۴۳۸٫۷	۱۳۷۱
	۵۸۰٫۹	۰٫۱۷۲	۳٫۸۷	۱٫۵	۵٫۸	۲۵۸۶۰۱٫۴	۴۶۴٫۱	۱۳۷۲
	۵۵۷٫۲	۰٫۱۷۹	۲۰۸	۰٫۵	۱۰٫۴	۲۵۹۸۷۶٫۳	۵۱۲٫۵	۱۳۷۳
۰٫۸۴	۵۰۷٫۱	۰٫۱۹۷	۰٫۴۵	۲٫۹	۱٫۳	۲۶۷۵۳۴٫۲	۵۱۹٫۱	۱۳۷۴
	۷۰۸	۰٫۱۴۱	۰٫۰۴-	۶٫۱	۱	۲۸۳۸۰۶٫۶	۵۲۴٫۴	۱۳۷۵
	۵۴۱٫۲	۰٫۱۸۵	۱٫۹۳	۲٫۸	۵٫۴	۲۹۱۷۶۸٫۷	۵۵۲٫۵	۱۳۷۶
	۵۲۸٫۱	۰٫۱۸۹	۰٫۲۱	۲٫۹	۰٫۶	۳۰۰۱۳۹٫۶	۵۵۵٫۷	۱۳۷۷
	۵۴۰٫۱	۰٫۱۸۵	۳٫۳۸	۱٫۶	۵٫۴	۳۰۴۹۴۱٫۲	۵۸۵٫۸	۱۳۷۸
۰٫۹۰	۵۲۰٫۶	۰٫۱۹۲	۱٫۸۸	۵	۹٫۴	۳۲۰۰۶۸٫۹	۶۴۰٫۷	۱۳۷۹
	۴۹۹٫۶	۰٫۲	۰٫۶۷	۳٫۳	۲٫۲	۳۳۰۶۲۳٫۵	۶۵۴٫۹	۱۳۸۰
	۵۰۴٫۸	۰٫۱۹۸	۱٫۲۳	۷٫۴	۹٫۱	۳۵۵۲۱۸٫۷	۷۱۴٫۸	۱۳۸۱

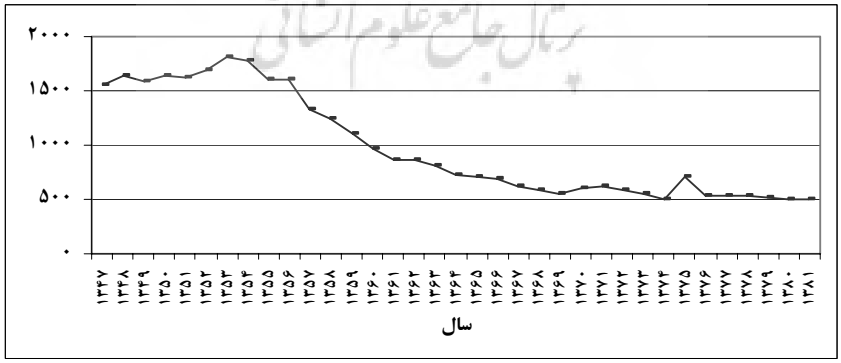
نمودار ۲. روند شاخص شدت مصرف انرژی در ایران (۱۳۸۱-۱۳٤۷)



نمودار ۳. روند ضریب انرژی (رشد مصرف انرژی به رشد GDP) در ایران طی دوره



نمودار ٤. روند شاخص کارایی انرژی در ایران طی دوره



رابطه از شکل استاندارد تابع تولید کاب ـ داگلاس با سه نهاده کار(L)، سرمایه (K) و انرژی(E) به شکل زیر استفاده شده است:

$$Y_t = A.L_t^{a_1}.K_t^{a_2}E_t^{a_3}$$

(Y) میزان تولید ویا ارزش‌افزوده است. به‌طور ساده با لگاریتم‌گیری از طرفین خواهیم داشت:

$$\log Y_t = \log A + \alpha_1 \log L_t + \alpha_2 \log K_t + \alpha_3 \log E_t$$

در یک فرآیند تولیدی نهاده‌های اصلی برای تولید عموما عبارت از کار و سرمایه است و همچنان‌که در برخی مطالعات نیز مطرح گردید نهاده انرژی در اکثر موارد به‌عنوان نهاده ترکیبی با سرمایه در پروسه تولید مطرح است که ارتباط جدایی‌پذیر ضعیفی با نهاده کار دارند. علی‌القاعده اگر در پروسه تولیدی چنین ارتباطی حاکم باشد و شاخص سرمایه نیز به‌عنوان متغیر مسلط در این تابع جدایی‌پذیر مطرح باشد معمولا نماینده[1] مناسبی برای بیان سهم این متغیر ترکیبی است. در واقع اگر چنین استدلالی صحیح باشد انتظار برآنست که با ورود نهاده انرژی به تابع تولید سهمی از ضریب سرمایه کاسته گردد و به این نهاده اختصاص یابد. سهم ضریب انرژی از سرمایه نیز همچنان‌که ذکر شد بستگی به شدت این ارتباط و همچنین میزان استقلال نرخ نهایی جایگزین این‌دو از سایر نهاده‌ها در پروسه تولید دارد و از آنجا که این درجه جایگزینی معمولا غیر صفر بوده و سهم مستقلی نیز می‌تواند برای این نهاده وجود داشته باشد ضریب آن همواره برابر سهم از دست رفته سرمایه نیست. معهذا با در نظر گرفتن این مسئله و برای آزمون این فرض در اقتصاد ایران تابع فوق برای کل اقتصاد در دو مرحله مورد تخمین قرار گرفت. مرحله اول با حذف نهاده انرژی و مرحله دوم با اضافه نمودن آن در تابع تولید. نتایج به‌دست آمده در هر مرحله به‌صورت زیر بوده است:

مرحله اول: تخمین تابع تولید برای کل اقتصاد با دو نهاده کار و سرمایه برای دوره ۱۳۸۱-۱۳۴۶: برای تخمین این تابع نخست ایستایی متغیرها با استفاده از معیار آکائیک و فیلیپس ـ پرون بررسی شد نتایج بررسی نشان داد که متغیرها از درجه ایستایی یکسانی برخوردار نیستند و لذا مانعی در استفاده از روش تخمین OLS وجود ندارد. به‌همین دلیل نیز تابع تولید برای دوره مورد بررسی تخمین و نتایج به‌صورت ذیل به‌دست آمد:

$$\underset{1.9}{LOG(GDP)=1.57}+\underset{15.9}{0.65}*LOG(CAPITAL)+\underset{2}{0.25}*LOG(LABOUR)-$$

1. Proxy

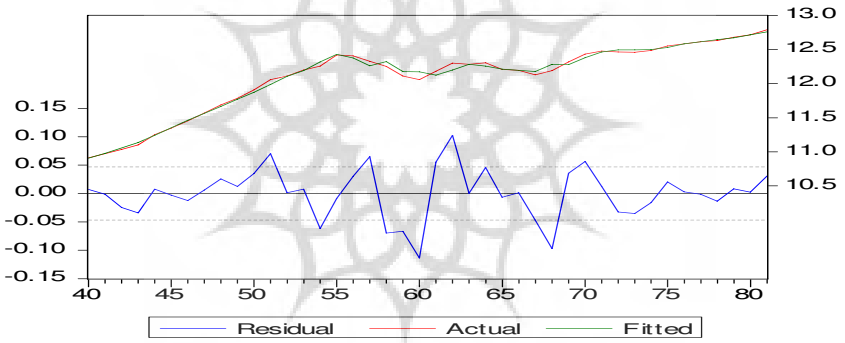
0.35*DUMREV-0.11*DUMWAR -0.16*DUM56+[AR(1)=0.47]
-6.39 -3.47 -3.1 3.4

R2-BAR=0.99

D.W=1.6

در معادله فوق DUMREV متغیر دامی برای تفکیک دوره قبل و بعد از انقلاب، DUMWAR متغیر دامی برای بیان اثر جنگ، DUM56 نیز متغیر موهومی برای تحولات سال قبل از انقلاب که بر ارزش‌افزوده تاثیر منفی داشته است. همچنان‌که ملاحظه می‌گردد تمامی ضرایب معنادار بوده و ضریب R2 نیز که بیانگر میزان توضیح‌دهندگی مدل است در سطح نسبتا مطلوبی قرار دارد.

نمودار ۵. مقایسه روند واقعی و برازش شده تابع تولید اقتصاد و پسماندهای حاصل از تخمین



کشش نهاده‌ای سرمایه در طی دوره نقش غالب را داشته و برابر ۰/۶۵ بدست آمده است که حاکی از آنست که در ازای یک درصد تغییر در نهاده سرمایه، به‌طور متوسط تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۶۵ درصد تغییر خواهد کرد. این تاثیر برای متغیر نیروی کار برابر ۰/۲۵ تخمین زده شده است. که گویای آنست که تغییر سرمایه به‌مراتب تاثیر بیشتری بر رشد اقتصاد دارد. نقش اثرات انقلاب (DUMREV) و جنگ (DUMWAR) بر تولید اقتصاد منفی بوده و به‌ترتیب برابر ۰/۳۵ و ۰/۱۱- برآورد شده است.

همچنین با استفاده از آزمون والد بازدهی ثابت نسبت به مقیاس تولید برای تابع فوق مورد آزمون قرار گرفت و مشخص شد که اگرچه نمی‌توان احتمال بازدهی ثابت نسبت به مقیاس را رد نمود(در سطح احتمال ۷۰ درصد) اما در سطح احتمال ۹۵ درصد در قالب مدل فوق و دوره مورد بررسی اقتصاد کشور از بازدهی ثابت نسبت به مقیاس تولید

برخوردار نیست و با توجه به مقدار به‌دست آمده برای ضرایب نهاده‌ها، دارای بازده نزولی نسبت به مقیاس است.

جدول ۳. نتیجه آزمون والد، اثبات بازدهی نزولی نسبت به مقیاس

Null Hypothesis:	C(2)+C(3)=1		
F-statistic	1.075502	Probability	0.306818
Chi-square	1.075502	Probability	0.299706

مرحله دوم: برای نشان دادن تاثیر عامل انرژی بر تولید ناخالص داخلی و نهایتا رشد اقتصادی و همچنین اثبات این‌که انرژی سهمی از سرمایه را در مدل به‌خود اختصاص می‌دهد علی‌القاعده هر سه نهاده می‌بایست با توجه به فرم کلی که از تابع تولید با در نظر گرفتن نهاده انرژی ارایه شد در مدل لحاظ گردد. اما همچنان‌که آزمون‌های همبستگی در ذیل نیز نشان می‌دهد دو نهاده انرژی و نیروی کار دارای همبستگی بالایی با یکدیگر هستند که از سطح رابطه همبستگی میان GDP با هریک از این نهاده‌ها نیز بیشتر است به همین دلیل نیز مدل قادر به پوشش کامل اثر هم‌خطی ایجاد شده از این دو متغیر نیست. دلیل ارتباط بالای انرژی با نیروی کار تاثیر عامل روند در محاسبات اطلاعات مربوط به نیروی کار است زیرا آمار سالیانه اشتغال بر مبنای برآوردی است که از روند اشتغال طی مقاطع مختلف سرشماری (معمولا دهساله) وجود داشته است.[1]

جدول ٤. نتایج آزمون همبستگی میان متغیرهای انرژی و نیروی‌کار در مقایسه با GDP

انرژی و نیروی کار	LOG(LABOUR)	LOG(ENERGY)
LABOUR	1	0.982695
ENERGY	0.982695	1
نیروی کارGDP	LOG(LABOUR)	LOG(GDP)
LOG(LABOUR)	1	0.888342244
LOG(GDP)	0.888342244	1
انرژی و GDP	LOG(ENERGY)	LOG(GDP)
LOG(ENERGY)	1	0.89569837
LOG(GDP)	0.89569837	1

۱. آمار انرژی واقعی بوده و از اطلاعاتی که هر ساله از بخش‌های مختلف مصرفی جمع‌آوری می‌گردد محاسبه می‌شود بنابراین چنین اشکالی را نمی‌توان بر آن وارد کرد.

معهذا تمام تلاش به‌کار گرفته شد تا اثر این هم‌خطی کاهش و تا حدامکان و بدون این‌که اخلال جدی در نتایج داشته باشد مرتفع گردد. برای این منظور دومدل دیگر برآورد گردید که هم تاثیر انرژی بر GDP را مشخص نماید و هم این‌که رابطه هم‌توضیحی انرژی با سرمایه مشخص گردد.

مدل اول: با در نظر گرفتن سه نهاده و رفع نسبی مشکل هم‌خطی:

LOG(GDP)=2.6+0.45*LOG(CAPITAL)+0.31*LOG(LABOUR)
1.12 7.62 1.3
+0.19*LOG(ENERGY)-0.39*DUMREV -0.1*DUMWAR +0.13*DUM57
1.7 -8.83 -4.49 2.3
-.0033TREND*DUM
-2.92

R2-BAR=0.98

D.W=1.1

متغیر TREND*DUM صرفا برای خنثی کردن آثار هم‌خطی دو نهاده کار و انرژی و بیانگر اثر همزمانی تاثیر متغیر روند و شوک‌های ایجاد شده در دوره است که با افزایش دوره این تاثیرات با شدت بیشتری ظاهر می‌شوند. همچنان‌که ملاحظه می‌گردد در این مرحله با اضافه کردن نهاده انرژی با توجه به ضریبی که در مرحله اول برای سرمایه تخمین زده شد(۰/۶۵) این سهم شکسته شده و به ۰/۴۵ کاهش می‌یابد و مابقی آن (حدود ۰/۲) به انرژی اختصاص یافته است. آزمون‌های مختلف دیگری نیز انجام شد که مجموع این آزمون‌ها نشان داد: اولا سرمایه نقش اول را در توضیح‌دهندگی مدل فوق دارد و از سطح معناداری بالایی برخوردار است. مضاف بر این‌که سهم آن در توضیح‌دهندگی رفتار تولید ناخالص داخلی همواره در طول دوره در حول مقدار ۰/۶ ثابت بوده است و ثانیا به مجرد این‌که نهاده انرژی به سیستم اضافه می‌گردد این سهم، همچنان‌که در مدل فوق نیز ملاحظه گردید شکسته شده و بخشی از آن را انرژی به خود اختصاص می‌دهد. در این مشاهدات همچنین مشخص شد که سهم غالب در میان دو نهاده سرمایه و انرژی نیز همواره به سرمایه تعلق داشته است.[1]

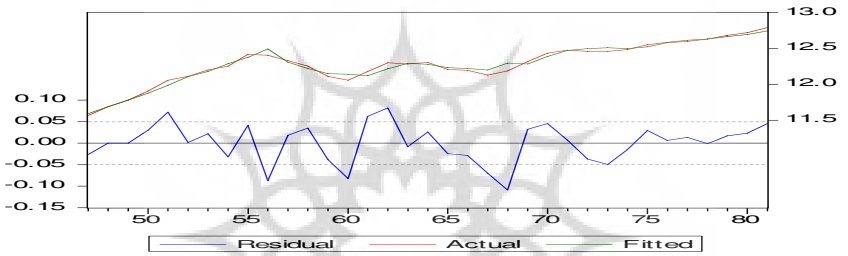
مدل دوم: این مدل نیز که صرفا با لحاظ دو متغیر سرمایه و انرژی تخمین زده شد، تاییدی در جهت تقویت نتایج حاصل از مدل اول است. در این آزمون اگرچه منتهی به

۱. بررسی مکمل یا جایگزین بودن این دو نهاده طی دوره نیازمند محاسبه کشش‌های قیمتی و نرخ نهایی جایگزینی میان نهاده‌هاست که نیاز به مباحث تفصیلی دیگری است و از ورود به آن خودداری می‌گردد.

حذف نیروی کار گردید که هم یکی از عوامل اصلی تولید است و هم به‌عنوان یکی از دو طرف ایجادکننده هم‌خطی اما نتایج نشان داد که سرمایه و انرژی همچنان سهمی از یکدیگر را (البته با محوریت سرمایه) توضیح می‌دهند و مجموع ضرایب از ضریب به دست آمده در حدود همان ضریب به‌دست آمده در مرحله اول برای نهاده سرمایه است.

LOG(GDP)=6.2+0.40*LOG(CAPITAL)+0.23*LOG(ENERGY)
5 3.2 3
0.31*DUMREV-0.1*DUMWAR +0.15*DUM57
-4.14 -2.37 2.69

R2-BAR=0.97 D.W=1.7



خلاصه و نتیجه

اقتصاد کشور طی دوره مورد بررسی دچار فراز و نشیب‌های مختلف بوده که مهم‌ترین این وقایع تحریم اقتصادی و جنگ تحمیلی بوده است. وقایع اخیر آثار قابل توجهی را بر اقتصاد کشور برجای گذارده به طوری که بسیاری از متغیرها را از مسیر واقعی خود خارج ساخته است. بدون تردید مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی نیز از متغیرهایی بوده‌اند که از این وقایع تاثیر پذیرفته‌اند. رابطه مصرف انرژی با تولید ناخالص داخلی از جنبه‌های مختلف قابل بررسی است که در این مقاله به بررسی برخی از آنها در ایران طی دوره ۱۳۸۲-۱۳۴۶ پرداخته شده است. در ابتدا این رابطه با استفاده از آزمون علیت انگل ـ گرانجر مورد بررسی قرار گرفته است و سپس با استفاده از تحلیل‌های آماری و محاسبه شاخص‌های کارایی انرژی و ضریب انرژی و همچنین شدت مصرف انرژی در طی دوره و طی مقاطع برنامه اول، دوم و سوم اقتصادی رابطه مصرف انرژی با تولید بررسی شده است. همچنین شکل مناسب تابع تولید تصریح و پس از تخمین، کشش نهاده‌ای انرژی محاسبه گردید. نتایج به‌طور خلاصه حاکی از افزایشی بودن شدت مصرف انرژی طی دوره

۱۳۸۲-۱۳۴۶ است اما روند نزولی ضریب انرژی (و یا کشش نقطه‌ای انرژی، رشد مصرف انرژی به رشد تولید) طی سال‌های برنامه اول، دوم و سوم اقتصادی نشانگر آنست که از شدت آن کاسته گردیده است. همچنین رابطه علیت گرانجر برای دوره ۱۳۸۲-۱۳۴۷ حاکی از رابطه یکطرفه از تولید به مصرف انرژی است. تابع تولید اقتصاد کشور در ابتدا با دو نهاده کار و سرمایه برای دوره مورد بررسی تخمین زده شد و مشخص شد که اولاً کشش نهاده‌ای سرمایه و نیروی کار به‌ترتیب برابر با ۰/۶۵ و ۰/۲۵ به دست آمد که سهم غالب نیز با سرمایه است و در ثانی با توجه به نتایج آزمون والد اقتصاد کشور دارای بازده نزولی نسبت به مقیاس است اگرچه در سطح اطمینان ۷۰ درصد فرض ثابت بودن بازدهی نسبت به مقیاس را نیز نمی‌توان رد کرد. همچنین بررسی‌های مختلف نشان داد که با اضافه کردن انرژی سهم سرمایه شکسته شده و به انرژی تعلق می‌گیرد؛ مضاف بر این‌که با توجه به هم‌خطی شدید میان نیروی کار و انرژی که ناشی از عامل روند در محاسبه نیروی کار است نتایج رفع هم‌خطی نیز چندان مؤثر نبوده و عملا منتهی به حذف یکی از نهاده‌ها خواهد شد. معذالک تخمین‌های به‌دست آمده نشان می‌دهد که کشش نهاده‌ای انرژی برای کل اقتصاد طی دوره مورد بررسی حدود ۰/۲۰ بوده است و این نهاده به‌طور متوسط حدود یک سوم از سهم سرمایه را در تابع تولید به خود اختصاص می‌دهد.

منابع و مآخذ

- فارسی:

۱. وافی نجار، داریوش؛ ۱۳۷۵، «تحلیل اثر نهاده‌ای انرژی و تخمین تابع تولید انرژی»، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.

۲. حسابهای ملی بانک مرکزی ج.ا.ایران؛ سال‌های مختلف .

۳. بانک اطلاعات آماری مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی.

۴. حسابهای ملی ایران، مرکز آمار ایران؛ سال‌های مختلف.

۵. امینی، نهاوندی، صفاری‌پور؛ ۱۳۷۷، «برآورد آمارهای سری زمانی اشتغال و موجودی سرمایه در بخش‌های اقتصادی ایران»، معاونت امور اقتصادی سازمان برنامه و بودجه، دفتر اقتصاد کلان.

۶. دامودار گجراتی؛ «مبانی اقتصادسنجی» ترجمه دکتر حمید ابریشمی، ۱۳۷۱، جلددوم.

۷. وافی نجار، داریوش؛ ۱۳۸۳،«بررسی کارایی و بهره‌وری انرژی در بخش‌های مختلف

اقتصادی و تخمین کشش نهاده‌ای و قیمتی انرژی»مجله تحقیقات اقتصادی دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران، شماره۶۶.

- لاتین:

8. Hudson & P.W jorgenson, "U.S.Energy policy & Economic growth" The Bell Journal of Economics & managment science 5, 1974.
9. E.Berndt & D. wood "Technology prices & The drived demand for Energy", The Review of Economics &Estatisics PP. 259 - 68.
10. Menahem prywes "A nestedces Approch to capital energy substitution", energy economics, january 1986.

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

11. Anjum Aqeel and Mohammad Sabihuddin Butt The Relationship Between Energy Consumption and Economic Growth in Pakistan, Asia-Pacific Development Journal, Vol. 8, No. 2, December 2001.
12. Cheng, S. Benjamin, and Tin Wei Lai, 1997. "An investigation of co-integration and causality between energy consumption and economic activity in Taiwan Province of China", Energy Economics,19, pp. 435-444.
13. Y. Saboohi, "Model for Analysis of Demand for Energy" university of stuttgard, 1989.
14. W. Dupre & j.west "united states energy through the year 2000" Us Derertment of interier, Dec. 1972.
15. Morrison L.Redling "Ancnergy model for united" bureau of mines, 1986.
16. Anderson, K.P.I. "Toward Econometric Estimation of industrial Energy Demand...", Santa monica, Rand corporation Report Dec 1971.
17.. R.E. Baxter & R.Rees, "Analysis of industrial Demand for electricity: Economic journal, 1968, 277-298.
18. Mount, T.D.L.D. Charman, & T.j Turrell, "Electricity Demand in Uniteal states" Oak Ridge Ntional laboratory (June 1973).
19. Khaled R. "Estimtes of energy and non energy elasticities in selected manufacture", Energy Economics April 1987.
20. Robert S.Pindyck "The structure of world Energy Demond" 1979.
21. Chishti, S., and Fakhre Mahmud, 1990. "The demand for energy in the large-scale manufacturing sector of Pakistan", Energy Economics, 12, pp. 251-254. Economic Business Review, The Dawn 18-23 April 2000.
22. Erol, U. and E.S.H. Yu, 1987a. "On the relationship between energy and income for industrialized counties", Journal of Energy and Employment, pp. 13, 113-122.
23. Erol, U. and E.S.H. Yu,1987b. "Time series analysis of the causal relationships between U.S. energy and employment",Resources and Energy, 16, pp. 75-89.

24. Granger, C.W.J., 1969. "Investigating causal relations by econometrics models and cross spectral methods", Econometrica, 37, pp. 424-438.

25. Granger, C.W.J, 1986. "Developments in the study of cointegrated economic variables". Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 48, pp. 213-228.

26. Granger, C.W.J., 1988. "Some recent developments in a concept of causality", Journal of Econometrics, 39, pp. 199-211.

27. Hwang, Dennis- B.-K., Gun-Burel, 1991. "The causal relationship between energy and GNP: The case of Taiwan Province of China", Journal of Energy and Development, 16, pp. 219-26.

28. Irfan Mohammad 1982. "Wages, employment and trade unions in Pakistan", Pakistan Development Review, 21(1): 49-68.

29. Kraft, J. and A. Kraft, 1978. "On the relationship between energy and GNP", Journal of Energy and Development, 3, pp. 401-403.

30. Riaz, T,1984 "Energy consumption and economic growth", Pakistan Development Review, 23, pp. 431-53.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی