

## اثرات غیرخطی مصرف انرژی بر رشد اقتصادی مبتنی بر رویکرد حد آستانه‌ای

دکتر محسن مهرآرا\*، محمود زارعی\*\*

پذیرش: 1390/9/30

دریافت: 1389/11/21

### چکیده

در این مقاله اثرات خطی و غیرخطی مصرف انرژی روی رشد اقتصادی در ایران طی دوره 1338 تا 1386 مبتنی بر رویکرد رگرسیون حد آستانه مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌ها دلالت بر آن دارد که مدل‌های غیرخطی مبتنی بر آماره‌های تشخیصی و معنی‌دار بودن ضرایب، نتایج رضایتبخش‌تری را نسبت به مدل‌های خطی در تبیین رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی ارائه می‌دهند. شواهد تجربی از وجود دو شکست ساختاری (متناظر با سه رژیم) در تابع رشد اقتصادی ایران حکایت دارد. نتایج حاصله نشان می‌دهد که در رژیم مصرف سرانه پایین انرژی (کمتر از پنج بشکه نفت در سال)، اثر نهایی مصرف انرژی بر رشد اقتصادی (با ضریب 0/09)، مثبت و به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از سایر رژیم‌ها است. با عبور از حد آستانه اول و قرار گرفتن در رژیم دوم یا سطوح بالاتر مصرف سرانه انرژی (بین پنج تا هشت بشکه نفت در سال) میزان اثر مذکور به 0/015 کاهش می‌یابد. در رژیم سوم متناظر با مصرف سرانه بالای انرژی (بیش از هشت بشکه نفت در سال)، اثر نهایی مصرف انرژی به حدود صفر رسیده است. از آنجایی که اقتصاد کشور هم اکنون در رژیم سوم مصرف بالای انرژی قرار دارد انتظار نمی‌رود که کاهش مصرف انرژی اثرات بازدارنده‌ای بر رشد اقتصادی داشته باشد.

**کلمات کلیدی:** مصرف انرژی، رشد اقتصادی، مدل حد آستانه، الگوی غیرخطی.

**طبقه‌بندی JEL:** O13, O41, Q32

Email: mmehrara@ut.ac.ir

\* دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران، نویسنده مسئول

Email: m.zareei.1985@gmail.com

\*\* کارشناس ارشد، رشته اقتصاد دانشگاه تهران

## 1- مقدمه

شناسایی عوامل تاثیرگذار بر رشد اقتصادی و اندازه‌گیری سهم هر یک این عوامل، از اهداف اصلی سیاست‌گذاران اقتصادی در هر کشور است. تا اواخر دهه 1970، در تابع تولید محصول ملی، انرژی به عنوان عامل تولید در نظر گرفته نمی‌شد. همزمان شدن شوکهای نفتی سال 1973 و 1979 با رکود اقتصادی در غرب، فصل جدیدی را در اهمیت انرژی به عنوان یکی از عوامل رشد اقتصادی گشود. از لحاظ نظری با توجه به اینکه انرژی یکی از عوامل تولید محسوب می‌گردد، مصرف انرژی به طور مستقیم بر روی رشد اقتصادی تاثیرگذار خواهد بود. در صورتی که مصرف انرژی به عنوان یک عامل تولید افزایش یابد، می‌تواند موجبات افزایش رشد اقتصادی را فراهم آورد. اما باید توجه داشت افزایش مصرف انرژی، آثار غیرمستقیم منفی را نیز به دنبال دارد. در واقع تولید و مصرف بیشتر انرژی، تنها به هزینه کاهش سرمایه‌گذاری و نیروی کار در سایر بخش‌ها (یا بخش غیر انرژی) و کاهش تولید آنها امکان‌پذیر است. بنابراین افزایش مصرف انرژی همواره رشد اقتصادی را با یک نرخ ثابت افزایش نمی‌دهد. علاوه بر این با افزایش مصرف انرژی، بهره‌وری آن کمتر می‌شود و همزمان تولید سایر بخش‌ها با نرخ بیشتری کاهش می‌یابند (با نرخ فزاینده‌ای فدای مصرف بیشتر انرژی می‌شوند). بدین ترتیب حتی ممکن است افزایش بیش از حد مصرف انرژی اثرات بسیار کم (و حتی منفی) بر رشد اقتصادی داشته باشد. در کشورهای صادرکننده نفت مانند ایران نیز چنین نتیجه‌ای کاملاً محتمل است. در واقع افزایش بیشتر مصرف انرژی در کشور، تنها به هزینه کاهش صادرات و درآمدهای نفتی میسر خواهد بود. با کاهش درآمدهای نفتی نیز، واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای کاهش می‌یابد که اثر منفی بر رشد عمومی اقتصادی بر جای می‌گذارد. این بحث دلالت بر آن دارد که ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی خطی نیست. به عبارت دیگر انتظار داریم ضریب متغیر مصرف انرژی در مدل‌های رشد اقتصادی، متغیر بوده و با قرار گرفتن در سطوح مختلف مصرف انرژی، تغییر یابد. انتظار می‌رود که افزایش مصرف

انرژی تا رسیدن به آستانه‌ی مشخصی، اثر مثبت و بالایی بر رشد اقتصادی داشته باشد؛ اما پس از گذر از آن سطح آستانه، اثر افزایش بیشتر مصرف انرژی بر رشد اقتصادی کاهش یابد و حتی ممکن است منفی شود. در این مقاله قصد داریم رابطه غیر خطی میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی را در اقتصاد ایران آزمون کنیم. در صورت پذیرش فرضیه مذکور، سطح یا سطوح آستانه‌ای از مصرف انرژی که پس از آن اثر مصرف بیشتر انرژی بر رشد اقتصادی تغییر (کاهش) می‌یابد را محاسبه می‌کنیم. به علاوه تاثیر مصرف انرژی به همراه سایر عوامل تولید، بر رشد اقتصادی در رژیم‌های مختلف مصرف انرژی برآورد می‌گردد. انتظار می‌رود اثر مصرف انرژی بر رشد اقتصادی در رژیم پایین مصرف انرژی بیشتر از رژیم بالای مصرف انرژی باشد.

در اغلب مطالعاتی که تاکنون برای کشور ایران انجام گرفته است از رابطه غیر خطی میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی غفلت شده است. در این مطالعه ارتباط غیر خطی میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی مبتنی بر الگوهای حد آستانه‌ای طی دوره 1338 تا 1386 مورد آزمون و برآورد قرار می‌گیرد. به علاوه نتایج حاصل از الگوهای غیرخطی حد آستانه‌ای و رضایتبخش بودن آنها را با الگوهای خطی مقایسه می‌کنیم. در بخش دوم به مبانی نظری و ارایه الگوی تحقیق می‌پردازیم. بخش سوم مقاله به مرور مطالعات تجربی در زمینه رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی اختصاص دارد. در بخش چهارم نتایج تجربی حاصل از برآورد الگو ارایه می‌شوند. در این بخش نتایج حاصل از الگوهای خطی و غیر خطی آستانه‌ای را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم. در بخش پنجم نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادات تحقیق ارائه می‌گردد.

## 2- مبانی نظری

امروزه انرژی از مهمترین عوامل موثر بر رشد اقتصادی محسوب می‌شود. در دهه‌های پیشین دیدگاه‌های متفاوتی در مورد میزان و نحوه تاثیرگذاری انرژی بر تولید و رشد اقتصادی مطرح شده است. این دیدگاه‌ها را می‌توان در دو قالب کلی «دیدگاه

اقتصاددانان بیولوژیست» و «دیدگاه اقتصاددانان نئوکلاسیک» عنوان نمود. اقتصاددانان بیولوژیست انرژی را نهاده غالب در تابع تولید می‌دانند و از آن به عنوان مهمترین عامل رشد اقتصادی یاد می‌کنند و عواملی همچون نیروی کار و سرمایه را عوامل واسطه‌ای در نظر می‌گیرند. «آیرس»<sup>1</sup>، «نایر»<sup>2</sup> و «استرن»<sup>3</sup> از اقتصاددانان طرفدار این دیدگاه محسوب می‌شوند. در طرف مقابل اقتصاددانان نئوکلاسیک اعتقاد داشتند انرژی نقش نسبتاً کوچکی در تولید و رشد اقتصادی ایفا می‌نماید و تنها یک نهاده واسطه‌ای است که در سایه‌ی سرمایه، نیروی کار و زمین اهمیت می‌یابد. پس از بحرانهای نفتی دهه 70 میلادی، این دیدگاه تاحدودی تعدیل شد و دانشمندان نئوکلاسیکی همچون «هامیلتون»<sup>4</sup>، «باربیج»<sup>5</sup> و «هاریسون»<sup>6</sup>، نقش بزرگتری را برای انرژی در تابع تولید در نظر گرفتند. در مجموع می‌توان گفت با وجود اختلاف نظر در مورد چگونگی تاثیرگذاری انرژی بر رشد اقتصادی، امروزه اهمیت بالای تاثیرگذاری انرژی در تابع تولید و رشد اقتصادی بر کسی پوشیده نیست. در این پژوهش در تلاشیم چگونگی و میزان تاثیر انرژی بر رشد اقتصادی را تبیین نماییم.

در ادامه این بخش به منظور بررسی چگونگی تاثیر مصرف انرژی بر رشد اقتصادی از الگوهای یک بخشی و دو بخشی بهره می‌بریم. در ابتدا به بررسی مدل یک بخشی می‌پردازیم. در این مدل تابع عمومی تولید بصورت زیر تصریح می‌شود:

$$Y_t = F(K_t, L_t, EC_t) = A_t K_t^a L_t^b EC_t^c \quad a, b, c > 0 \quad (1)$$

در این مدل  $Y_t$  نشان دهنده تولید کل،  $A_t$ ،  $K_t$  و  $L_t$  نیز به ترتیب نشان دهنده تکنولوژی، موجودی سرمایه و نیروی کار می‌باشند.

- 1 . Ayres
- 2 . Nair
- 3 . Stern
- 4 . Hamilton
- 5 . Barbidge
- 6 . Harrison

$EC_t$  نیز میزان مصرف انرژی<sup>1</sup> می باشد. با لگاریتم و دیفرانسیل گیری از دو طرف معادله فوق، آن را بصورت نرخ رشد تبدیل می کنیم:

$$GY_t = \beta_0 + \beta_1 GK_t + \beta_2 GL_t + \beta_3 GEC_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

که در آن  $GY_t$  نرخ رشد تولید ناخالص داخلی و  $GK_t$ ،  $GL_t$  و  $GEC_t$  نیز به ترتیب نشان دهنده نرخ رشد موجودی سرمایه، نرخ رشد نیروی کار و نرخ رشد مصرف انرژی می باشند. تابع (2) فرم عمومی مدل تک بخشی برای بررسی اثر مصرف انرژی بر رشد اقتصادی است. از این مدل به عنوان مدل رشد نئو کلاسیک (یا مدل تک بخشی) یاد می شود.

مدل دو بخشی اثر مصرف انرژی بر رشد اقتصادی را به نحو مناسب تری تبیین می کند. برای استخراج این مدل، اقتصاد را به دو بخش انرژی و غیر انرژی تفکیک می کنیم. این روش اولین بار توسط فدر<sup>2</sup> (1982) برای بررسی رابطه میزان صادرات و نرخ رشد اقتصادی مورد استفاده قرار گرفت. تابع تولید برای بخش انرژی و غیر انرژی به صورت زیر تصریح می شود:

$$C = C(L_c, K_c, G) \quad (3)$$

$$G = G(L_G, K_G) \quad (4)$$

رابطه (3) تابع تولید بخش غیر انرژی را نشان می دهد که در آن  $C$ ،  $L_c$ ،  $K_c$  و  $G$  به ترتیب نشان دهنده ی تولید بخش غیر انرژی، نیروی کار، موجودی سرمایه و مصرف انرژی در این بخش می باشند. به همین ترتیب در رابطه (4)،  $G$  نشان دهنده تولید بخش انرژی و  $L_G$  و  $K_G$  نیز نیروی کار و موجودی سرمایه در این بخش می باشند.

1. مصرف انرژی در این پژوهش شامل مصرف انواع مختلف انرژی (نفت و فرآورده های آن، گاز طبیعی، سوخت های غیر تجاری، انرژی الکتریکی، انرژی باد و ...) می باشد که معادل مصرف آنها به بشکه نفت در محاسبات لحاظ شده است.

2. Feder (1982)

با در نظر گرفتن  $Y$ ،  $L$  و  $K$  به عنوان تولید، نیروی کار و موجودی سرمایه کل خواهیم داشت:

$$Y = C + G \quad (5)$$

$$L = L_c + L_G \quad (6)$$

$$K = K_c + K_G \quad (7)$$

با دیفرانسیل گیری از معادلات (3)، (4) و (5) و جایگزینی دیفرانسیل معادلات (3) و (4) در معادله (5) خواهیم داشت:

$$dY = C_L dL_C + C_K dK_C + C_G dG + G_L dL_G + G_K dK_G \quad (8)$$

که در معادله فوق  $C_L$  تولید نهایی نیروی کار در بخش غیرانرژی،  $C_K$  تولید نهایی سرمایه در بخش غیرانرژی،  $C_G$  اثر نهایی انرژی بر تولید بخش غیرانرژی،  $G_L$  تولید نهایی نیروی کار در بخش انرژی،  $G_K$  تولید نهایی سرمایه در بخش انرژی می باشد.

حال از معادلات (6) و (7) دیفرانسیل می گیریم و سپس آنها را در معادله (8) جایگذاری می نمایم که در این صورت به معادله زیر می رسیم:

$$dY = C_L (dL - dL_G) + C_K (dK - dK_G) + C_G (G_L dL_G + G_K dK_G) + G_L dL_G + G_K dK_G \quad (9)$$

با فاکتورگیری خواهیم داشت:

$$dY = C_L dL + C_K dK + (C_G G_L + G_L - C_L) dL_G + (C_G G_K + G_K - C_K) dK_G \quad (10)$$

$$dY = C_L dL + C_K dK + [1 - (C_L/G_L) + C_G] G_L dL_G + [1 - (C_K/G_K) + C_G] G_K dK \quad (11)$$

از طرفی با توجه به شرط حداقل سازی هزینه داریم:

$$G_L/C_L = G_K/C_K = 1 + \delta \quad (12)$$

این معادله نشان می دهد که نسبت تولید نهایی هر عامل تولید در بخش انرژی نسبت به بخش غیرانرژی برای همه ی عوامل تولید، مساوی هم و برابر یک مقدار ثابت می باشد. به

علاوه:

$\delta < 0$ : نشان می‌دهد که بهره‌وری عوامل در بخش انرژی کمتر از بخش غیرانرژی می‌باشد.

$\delta > 0$ : نشان می‌دهد که بهره‌وری عوامل در بخش انرژی بیشتر از بخش غیرانرژی می‌باشد.

$\delta = 0$ : نشان می‌دهد که بهره‌وری عوامل در بخش انرژی برابر با بخش غیرانرژی می‌باشد.

بر اساس رابطه (12) خواهیم داشت:

$$1 - (C_L/G_L) = 1 - (C_K/G_K) = \delta/(1+\delta) \quad (13)$$

از به کارگیری رابطه (11) در رابطه (10) به روابط زیر می‌رسیم:

$$\begin{aligned} dY &= C_L dL + C_K dK + [\delta/(1+\delta) + C_G] G_L dL_G + [\delta/(1+\delta) + C_G] G_K dK_G \\ dY &= C_L dL + C_K dK + [\delta/(1+\delta) + C_G] (G_L dL_G + G_K dK_G) \\ dY &= C_L dL + C_K dK + [\delta/(1+\delta) + C_G] dG \end{aligned} \quad (14)$$

با تقسیم طرفین رابطه (14) بر  $Y$  و در نظر گرفتن  $\alpha \equiv C_K$  و  $\beta \equiv C_L$  به رابطه زیر خواهیم رسید:

$$dY/Y = \alpha (I/Y) + \beta (dL/L) + [\delta/(1+\delta) + C_G] (dG/G) (G/Y) \quad (15)$$

که می‌توان آن را بصورت الگوی اقتصادسنجی زیر نوشت:

$$Y_g = \alpha_0 + \alpha_1 (I/Y) + \alpha_2 (L_g) + \alpha_3 G_g (G/Y) + u_t \quad (16)$$

مطابق این مدل دو بخشی عواملی که بر رشد اقتصادی ( $Y_g$ ) تاثیر می‌گذارند عبارتند از: نرخ سرمایه‌گذاری ( $I/Y$ )، رشد نیروی کار ( $L_g$ ) و حاصلضرب رشد مصرف انرژی ( $G_g$ ) در اندازه مصرف انرژی ( $G/Y$ ). در این مقاله معادله مذکور تحت عنوان مدل دو بخشی بصورت خطی و غیرخطی برآورد می‌گردد.

حد آستانه<sup>1</sup>

در این تحقیق از تکنیک حد آستانه برای بررسی ارتباط غیرخطی احتمالی میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران استفاده خواهد شد. به منظور تشریح تکنیک حد آستانه لازم است در ابتدا به نحوه تاثیر مصرف انرژی بر رشد اقتصادی بپردازیم. همان‌طور که اشاره شد انرژی عاملی تاثیرگذار در فرآیند رشد اقتصادی می باشد اما تاثیر مصرف انرژی بر رشد اقتصادی در سطوح مختلف آن یکسان نیست. این موضوع را بر اساس مدل دو بخشی انرژی و غیر انرژی تبیین می کنیم. تولید بخش انرژی، در سایر بخش ها مورد استفاده قرار می گیرد. برای مثال پالایشگاه‌ها و پتروشیمی ها در بخش انرژی قرار می گیرند و خودروسازی ها و تولید کنندگان مواد غذایی در بخش غیر انرژی فعال هستند. این نوع بررسی برای اقتصادهای وابسته به نفت مانند ایران که بخش بزرگی از ارزش افزوده کل، در بخش انرژی حاصل می شود، بسیار مفید خواهد بود. مصرف انرژی دو نوع اثر بر رشد اقتصادی خواهد داشت. اثر اول، اثر مستقیم نامیده می شود، بدین معنا که تولید بخش انرژی جزئی از تولید کل می باشد. در نتیجه انرژی به طور مستقیم روی رشد اقتصادی اثر مثبت خواهد داشت. اثر دوم، اثر غیر مستقیم نامیده می شود که این اثر از طریق بخش غیرانرژی ایجاد می شود. اثر غیرمستقیم روی رشد اقتصادی می تواند مثبت یا منفی باشد. اول آنکه افزایش به کارگیری انرژی به عنوان یکی از عوامل تولید بخش غیرانرژی مطابق روابط 3 و 4، موجب افزایش تولید آن بخش و در نتیجه تولید کل خواهد شد؛ البته با افزایش مصرف انرژی در بخش غیر انرژی، بهره وری آن کاهش می یابد. دوم آنکه افزایش مصرف انرژی در بخش غیر انرژی تنها در سایه ی افزایش تولید بخش انرژی امکان پذیر است و افزایش تولید بخش انرژی مستلزم به کارگیری بیشتر نیروی کار و سرمایه در این بخش است. با فرض وجود اشتغال کامل، به کارگیری بیشتر نیروی کار و

---

1 . Treshhold



سرمایه در بخش انرژی به معنای کاهش به کارگیری این عوامل در بخش غیر انرژی خواهد بود که این امر موجب کاهش تولید بخش غیرانرژی خواهد شد. با فرض آنکه پیش از جابجایی عوامل تولید بین دو بخش، ارزش تولید نهایی نهاده‌ها در هر دو بخش یکسان و در حالت بهینه بوده است، انتقال سرمایه و نیروی کار از بخش غیر انرژی به بخش انرژی کاهش کارایی آنها را به دنبال خواهد داشت و در نتیجه میزان افزایش تولید بخش انرژی از میزان کاهش تولید بخش غیر انرژی کمتر بوده و در نهایت کاهش تولید کل را به دنبال خواهد شد.

علاوه بر آن برای کشورهای صادرکننده نفت آثار غیر مستقیم افزایش مصرف انرژی بر تولید کل در داخل را می‌توان از کانال کاهش درآمدهای ارزی نیز توضیح داد. با صادر کردن تولیدات بخش انرژی (به عنوان مثال نفت و فرآورده‌های نفتی)، می‌توان ارز لازم برای تامین کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای مورد نیاز برای اقتصاد را تامین نمود. اما با مصرف انرژی تولید شده در داخل صادرات آن کاهش می‌یابد و امکانات واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای در ازای درآمد ارزی حاصل از صادرات، کمتر می‌شود که این امر به معنای آن است که مصرف بیشتر انرژی، به طور غیرمستقیم مانعی در جهت افزایش رشد تولید خواهد بود.

اثر مصرف انرژی روی تولید و یا رشد اقتصادی از برآیند آثار مثبت و منفی (یا آثار مستقیم و غیرمستقیم آن) حاصل می‌شود. در مواردی که برآیند اثرات مذکور (در اینجا ضریب  $\alpha_3$  در معادله 16) کمیت ثابتی نبوده و بستگی به متغیر دیگری (در اینجا مصرف انرژی) داشته باشد مفهوم حد آستانه به کار می‌رود. در تحقیق حاضر انتظار می‌رود با بالا رفتن میزان مصرف انرژی، آثار مثبت مصرف انرژی تا «حد مشخصی» بر آثار منفی آن غلبه داشته و لذا افزایش آن، رشد اقتصادی را افزایش دهد. اما با عبور از آن «حد مشخص»، آثار منفی (غیرمستقیم) مصرف انرژی بر آثار مثبت آن پیشی گرفته و افزایش مصرف انرژی، رشد اقتصادی را کند می‌کند. این «حد مشخص» حد آستانه نامیده می‌شود

که در این تحقیق بر آنیم که مقدار آن را برآورد و چگونگی اثرگذاری مصرف انرژی بر رشد اقتصادی را در سطوح مختلف مصرف انرژی تشریح نماییم.

### 3- مرور مطالعات تجربی

در زمینه مصرف انرژی و رشد اقتصادی مطالعات زیادی انجام شده است. در این بخش مطالعات انجام شده در زمینه ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی را مرور می‌نماییم. مطالعات انجام شده در قالب دو گروه مطالعات انجام شده در خارج از کشور و مطالعات انجام شده در داخل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### 3-1- مطالعات انجام شده در خارج کشور

از منظر کلی مطالعات انجام شده در زمینه مصرف انرژی و رشد اقتصادی در خارج از کشور در دو دسته قرار می‌گیرد. دسته اول مطالعاتی هستند که به بررسی روابط علیت میان این دو متغیر می‌پردازند و دسته دوم نیز اثر مصرف انرژی بر رشد اقتصادی را با رویکرد معادلات ساختاری بررسی می‌کنند.

نسل اول مطالعات انجام شده در زمینه رابطه علی میان رشد اقتصادی و مصرف انرژی از مدل‌های VAR سنتی و آزمون علیت گرنجر بدون توجه به خواص مانایی متغیرها استفاده کرده‌اند. مطالعه کرافت و کرافت<sup>1</sup> (1978) که در آن علیت میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی در آمریکا طی دوره 1947 تا 1974 آزمون شده است یک تحقیق پیشرو در این خصوص بحساب می‌آید. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد یک رابطه علیت یکطرفه از تولید ناخالص ملی به مصرف انرژی برای اقتصاد آمریکا وجود دارد. لذا آنها نتیجه می‌گیرند که سیاست‌های صرفه‌جویی مصرف انرژی موجب کاهش رشد اقتصادی نخواهد شد.

---

1 . Kraft and Kraft (1978)

از دیگر مطالعات انجام شده در این خصوص می‌توان به مطالعات آکارکا و لانگ<sup>1</sup> (1980)، یو و وانگ<sup>2</sup> (1984)، یو و چوی<sup>3</sup> (1985)، ارول و یو<sup>4</sup> (1987) و ابوسدرا و باغستانی<sup>5</sup> (1989) اشاره کرد.

نسل دوم از این مطالعات، با فرض نامانا بودن متغیرها از رویکرد هم‌انباشتگی انگل‌گرنجر<sup>6</sup> بعنوان روشی مناسب برای تحقیق درباره روابط بلندمدت و کوتاه مدت میان متغیرها استفاده می‌کند. از جمله این مطالعات می‌توان به تحقیق گلاسر و لی<sup>7</sup> (1997)، نیچین، نادکارنی و کارنیک<sup>8</sup> (1988)، وانگ و گام<sup>9</sup> (1992)، چنگ و لای<sup>10</sup> (1997) و یانگ<sup>11</sup> (2000) اشاره نمود.

نسل سوم، از تخمین زنده‌های چند متغیره<sup>12</sup> مانند روش جوهانسن<sup>13</sup> استفاده می‌کنند که بر اساس آن محدودیت‌هایی روی ضرایب روابط هم‌انباشتگی قابل آزمون است. مسیح و مسیح<sup>14</sup> در سال 1996 از اولین محققینی بودند که روش جوهانسن را برای چندین کشور آسیایی به کار برده‌اند. از جمله دیگر مطالعات انجام شده در این نسل عبارتند از: مطالعه آسافو<sup>15</sup> (2000)، استرن<sup>16</sup> (2000)، قش<sup>17</sup> (2000)، چانگ، فنگ و ون<sup>18</sup> (2001)،

- 
1. Akarka and Long (1980)
  2. Yu and Hwang (1984)
  3. Yu and Choi (1985)
  4. Erol and Yu (1987)
  5. Abosadra and Baghestani (1989)
  6. Engle, Granger
  7. Glasur, Lee (1997)
  8. Nichane, Nadkarni and Karnik (1988)
  9. Hwang and Gum (1992)
  10. Cheng and Lai (1997)
  11. Yang (2000)
  12. Multivariate
  13. Johansson
  14. Masih, Masih (1996)
  15. Asafu (2000)
  16. Stern (2000)
  17. Ghosh (2000)
  18. Chang, Fang and Wen (2001)

گلاسر<sup>1</sup> (2002)، قش (2002)، جامب<sup>2</sup> (2004)، اُه و لی<sup>3</sup> (2004)، قالی و الساکا<sup>4</sup> (2004). نسل چهارم این مطالعات، روش های پنل هم انباشتگی<sup>5</sup> و مدل های تصحیح خطای مبتنی بر پانل<sup>6</sup> را بکار می گیرند. لی<sup>7</sup> (2005) از جمله کسانی بود که با استفاده از این رویکرد به بررسی رابطه میان GDP و مصرف انرژی برای گروهی از کشورهای در حال توسعه پرداخت. او نشان داد که در کوتاه مدت و بلند مدت تنها یک رابطه یک طرفه از مصرف انرژی به GDP وجود دارد. در نتیجه سیاست های صرفه جویی انرژی اثر زیان باری بر رشد اقتصادی این کشورها که در مرحله گذار می باشند خواهد داشت. چن، کیو و چن<sup>8</sup> (2007) رابطه میان مصرف برق و رشد اقتصادی را با استفاده از داده های تلفیقی شامل 10 کشور آسیایی مورد بررسی قرار دادند که طبق آن رابطه علیت دوطرفه در بلند مدت و رابطه علیت یک طرفه از GDP به مصرف برق در کوتاه مدت میان این دو متغیر وجود دارد. لذا سیاست صرفه جویی انرژی برق در کوتاه مدت و بلند مدت نتایج متفاوتی خواهد داشت.

ایرانی<sup>9</sup> (2006) در بررسی های خود پیرامون رابطه میان تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی در 6 کشور عضو شورای همکاری های خلیج فارس (GCC) دریافت که یک رابطه علی یک طرفه از تولید ناخالص داخلی به مصرف انرژی این کشورها وجود دارد و مصرف انرژی عامل تاثیر گذاری بر رشد اقتصادی آنها نمی باشد لذا وی سیاست صرفه جویی انرژی را برای این گروه از کشورها پیشنهاد می کند. مطالعه مهر آرا (2007) به نتایج مشابهی برای کشورهای صادرکننده نفت رسید.

1. Glasure (2002)
2. Jumbe (2004)
3. Oh and Lee (2004)
4. Ghali and El.Sakka (2004)
5. Panel.Cointegration
6. Panel.based error correction model
7. Chein.Chiang Lee (2005)
8. Chen, Kuo and Chen (2007)
9. Mahmoud A.Al.Irani (2006)

لی و چانگ<sup>1</sup> (2007) با بهره‌گیری از رویکرد داده‌های پنل یا تلفیقی رابطه میان رشد اقتصادی و مصرف انرژی در 16 کشور آسیایی را مورد مطالعه قرار داد و به این نتیجه رسید که در کوتاه مدت رابطه‌ای میان این دو متغیر وجود ندارد. اما در بلندمدت رابطه‌ای یک طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی مشاهده می‌شود؛ در نتیجه اگرچه کاهش مصرف انرژی در کوتاه مدت اثر زیان‌باری بر رشد اقتصادی نخواهد داشت لیکن این سیاست در بلندمدت موجب کاهش رشد اقتصادی در این گروه از کشورها خواهد شد.

آزترک، اصلان و کال یونکو<sup>2</sup> (2010) نیز رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی را در 51 کشور در سه گروه کشورهای با درآمد پایین، با درآمد متوسط رو به پایین و درآمد متوسط رو به بالا مبتنی بر داده‌های تلفیقی طی دوره 1971 تا 2005 مورد بررسی قرار می‌دهد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد یک رابطه علی یک طرفه از تولید ناخالص داخلی به مصرف انرژی در کشورهای با درآمد پایین و برای کشورهای با درآمد متوسط نیز یک رابطه دوطرفه و البته ضعیف میان مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی وجود دارد.

اما دسته دیگری از مطالعات، بر اساس معادلات ساختاری یا شرطی<sup>3</sup>، اثر مصرف انرژی را بر رشد اقتصادی مورد بررسی قرار داده‌اند و یا به عبارتی تعیین روابط علی هدف آن پژوهش نبوده است. در ادامه برخی از این مطالعات را مرور می‌کنیم.

لی و چانگ<sup>4</sup> (2005) اثر مصرف انرژی روی رشد اقتصادی را طی دوره 1955 تا 2003 در کشور تایوان مبتنی بر مدل‌های خطی و غیرخطی مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتیجه حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که اثر مصرف انرژی بر رشد اقتصادی غیرخطی است و رابطه بین این دو متغیر از طریق یک منحنی U معکوس، به خوبی قابل تبیین است.

همچنین این مطالعه نشان می‌دهد نوسانات مصرف انرژی نقش مهمی را در تغییرات

---

1. Chein.Chiang Lee and Chun.Ping Chang (2007)  
2. Ilhan Ozturk & AlperAslan & Huseyin Kalyoncu (2010)  
3. Conditional Equations  
4. Lee and Chang (2005)

رشد اقتصادی ایفا می نماید.

نارایان و اسمیت<sup>1</sup> (2007) نیز نشان داد که سرمایه، تولید ناخالص داخلی حقیقی و مصرف انرژی در گروه هفت کشور صنعتی (G7) هم انباشته هستند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که افزایش مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی حقیقی را با ضریبی در دامنه 0/39 - 0/49 در بلندمدت متاثر می سازد. مطالعه هو و لین<sup>2</sup> (2008) از دیگر مطالعاتی است که مبتنی بر معادلات ساختاری رابطه غیر خطی میان رشد اقتصادی و مصرف انواع مختلف انرژی از جمله نفت، گاز طبیعی و برق را در کشور تایوان طی دوره 1982 تا 2006 با استفاده از تکنیک حد آستانه مورد بررسی قرار داده است. نتایج این تحقیق نشان داد رابطه میان انواع مختلف مصرف انرژی و رشد اقتصادی غیرخطی است و استفاده از نتایج الگوهای خطی گمراه کننده است.

پین و آپرجیس<sup>3</sup> (2008) نیز به بررسی رابطه میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی در 6 کشور حوزهی آمریکای مرکزی (کاستاریکا، گواتمالا، السالوادور، هندوراس، نیکاراگوئه و پاناما) طی دوره 1984 تا 2004 پرداخته و نشان می دهند که یک رابطه تعادلی بلندمدت میان تولید ناخالص حقیقی، مصرف انرژی، نیروی کار و موجودی سرمایه وجود دارد. نتایج حاصل از تخمین دلالت بر آن دارد مصرف انرژی، رشد اقتصادی را با ضریب 0/28 افزایش می دهد. به علاوه این ضریب برای موجودی سرمایه و نیروی کار، به ترتیب 0/18 و 0/61 می باشد. آزمون رابطه علیت گرنجر میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی نیز نشان می دهد که در کوتاه مدت و بلندمدت رابطه علیت از مصرف انرژی به رشد اقتصادی است.

1. Paresh Kumer Narayan and Russell Smyth (2007).

2. Jin.Li Hu & Cheng.Hsun Lin (2008)

3. James E. Payne & Nicholas Apergis (2008)

### 2-3- مطالعات انجام شده در داخل کشور

در ایران نیز مطالعات زیادی در زمینه ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی انجام شده است که در ادامه به مرور برخی از آنها می‌پردازیم.

آرمن و زارع (1384) با به کارگیری روش تودا و یاماموتو<sup>1</sup> رابطه علیت گرنجری میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی در طول دوره 1346 تا 1381 را بررسی نمودند. در این پژوهش مصرف نهایی انرژی و همچنین حاملهای مختلف انرژی همچون فرآورده‌های نفتی، برق، گاز طبیعی و سوخت‌های جامد به عنوان متغیرهای بخش انرژی و رشد اقتصادی نیز به عنوان متغیر اصلی بخش تولید در نظر گرفته شده است. نتایج این پژوهش وجود یک رابطه بلندمدت مبتنی بر روش ARDL بین حامل‌های مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی را تایید می‌کند. نتایج آزمون علیت نیز حاکی از وجود یک رابطه علی ضعیف از تولید به مصرف فرآورده‌های عمده نفتی است.

حسینی، عمادالاسلام و کاشمیری (1385) ارتباط علی بین مصرف انرژی، اشتغال و تولید ناخالص داخلی در ایران را طی دوره 1350 تا 1384 با استفاده از روش تحلیل‌های هم‌انباشتگی و آزمون علیت هسیانو<sup>2</sup> مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج حاصله از علیت هسیانو بیان‌کننده‌ی علیت یک‌طرفه از مصرف انرژی و اشتغال به تولید ناخالص داخلی و از اشتغال به مصرف انرژی است. از این رو، اعمال سیاست‌های صرفه‌جویی در مصرف حامل‌های انرژی در شرایط تعقیب برنامه‌های ایجاد اشتغال باید با احتیاط کامل صورت بگیرد تا مانع رشد تولید نگردد.

قاضی، آماده و عباسی فر (1386) با استفاده از الگوی خودبازگشتی با وقفه‌های توزیعی (ARDL) و هم‌چنین الگوی تصحیح خطا (ECM)، وجود رابطه بلندمدت و کوتاه مدت بین مصرف نهایی انرژی و حامل‌های مختلف آن (شامل فرآورده‌های نفتی، برق و گاز) با

1. Toda, H.Y. and T. Yamamoto (1995)

2. Hsiao (1981)

تولید و اشتغال را در بخشهای مختلف اقتصاد ایران طی دوره 1382-1350 مورد بررسی قرار می دهند. نتایج حاصل نشان داد که یک رابطه علیت کوتاه مدت و بلندمدت یک طرفه از مصرف نهایی انرژی و مصرف نهایی انرژی برق به رشد اقتصادی وجود دارد. به علاوه رشد اقتصادی نیز، علت کوتاه مدت برای مصرف نهایی گاز طبیعی شناخته می شود. در بخش صنعت، یک رابطه علیت یک طرفه از مصرف نهایی انرژی به رشد ارزش افزوده این بخش وجود دارد. در بخش کشاورزی، رابطه علیت کوتاه مدت و بلندمدت به صورت یک طرفه از مصرف نهایی انرژی برق به سمت رشد ارزش افزوده این بخش می باشد.

بهبودی، اصغرپور و قزوینیان (1386)، رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را با استفاده از داده های سری زمانی سالانه اقتصاد ایران طی دوره 1346 تا 1384 با تاکید بر شکست ساختاری مورد بررسی قرار داده اند. نتایج تجربی حاصل از این تحقیق نشان می دهد میان مصرف انرژی و تولید در ایران با در نظر گرفتن شکست ساختاری، یک رابطه بلندمدت (مثبت) وجود دارد. نوروژی (1387) اثر مصرف انرژی بر هر یک از بخش های نفت و گاز، خدمات، کشاورزی و صنعت در ایران را مبتنی بر داده های تلفیقی مورد مطالعه قرار می دهد. نتایج نشان می دهد افزایش مصرف انواع مختلف انرژی سهم کمی در رشد بخش های مختلف اقتصادی کشور دارد. اینطور بحث می شود که استفاده بخشهای مختلف کشور از شیوه های سنتی موجب شده است، تکنولوژیهای انرژی بر، نقش کمی در تولید بخش های مختلف اقتصادی کشور داشته باشند. به طور خلاصه این پژوهش نشان می دهد افزایش مصرف انرژی در بخشهای مختلف تاثیر مثبتی ندارد.

سیحانیان (1388) اثرات غیر خطی رشد اقتصادی بر مصرف انرژی را در کشورهای وابسته به درآمد نفتی (کشورهای عضو اوپک<sup>1</sup>) و همچنین کشورهای بریک (BRIC)<sup>2</sup> بررسی می کند.

---

1. شامل: ایران، عراق، عربستان سعودی، کویت، امارات متحده عربی، قطر، الجزایر، لیبی، نیجریه، اندونزی، ونزوئلا، آنگولا و اکوادور

2. شامل: برزیل، روسیه، هند و چین



برای این منظور از داده‌های تلفیقی طی دوره 1980 تا 2006 برای هر دو گروه کشورهای مذکور مبتنی بر الگوی تصحیح خطای آستانه‌ای استفاده شده است. نتایج دلالت بر آن دارد که در هر دو گروه از کشورها اثرات رشد اقتصادی بر مصرف انرژی غیر خطی است بطوریکه نرخهای بالای رشد اقتصادی (نرخ‌های رشد اقتصادی بیشتر از سطح آستانه 0/01 برای اوپک و 0/09 برای بریک)، مصرف انرژی در آن کشورها را با شدت بیشتری افزایش می‌دهد. البته اثرات رشد اقتصادی بر مصرف انرژی در گروه کشورهای بریک به مراتب بیشتر است. بنابراین هر چند رشد اقتصادی بالاتر از سطح آستانه باشد، به آلودگی محیط زیست در کشورهای اوپک دامن می‌زند اما این کشورها بایستی نگرانی کمتری در خصوص اثرات مخرب رشد اقتصادی بر محیط زیست (نسبت به گروه کشورهای بریک) داشته باشند.

از دیگر مطالعات انجام شده در داخل می‌توان به مطالعات حاجی نوروزی (1385)، آذر مصطفایی (1380)، شرزه‌ای و وحیدی (1380)، ملکی (1378)، جوادی (1377)، رحمانی (1376) و رحیمی (1372) اشاره کرد.

#### 4- نتایج تجربی

در این پژوهش، داده‌های آماری مورد استفاده به صورت سری زمانی می‌باشد، لذا لازم است قبل از برآورد الگوهای (2) و (16)، ابتدا ویژگی متغیرها از نظر مانایی بررسی شود. به منظور بررسی مانایی متغیرها از آزمون ریشه واحد، بصورت آزمون دیکی فولر تعمیم یافته ADF<sup>1</sup> بهره می‌گیریم (سایر آزمون‌های ریشه واحد نیز نتایج مشابهی بدست می‌دهند). نتایج آزمون‌های ریشه واحد برای تمامی متغیرهای مدل تک بخشی (2) و دو بخشی (16) در جدول (1) ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد کلیه متغیرها مانا می‌باشند. لذا برآوردهای حاصل از الگو و استنباط‌های آماری مربوطه معتبر هستند.

1 . Augmented Dickey Fuller

جدول 1- بررسی پایایی متغیرهای مدل

متغیر	آماره محاسبه شده	مقادیر بحرانی سطح 5%	مقادیر بحرانی سطح 10%	نوع آزمون	نتیجه آزمون
Y <sub>g</sub>	-4.761	-2.935	-2.60	با عرض از مبدأ	H <sub>0</sub> رد می شود.
GEC <sub>t</sub>	-3.317	-2.94	-2.61	با عرض از مبدأ	H <sub>0</sub> رد می شود.
GL <sub>t</sub>	-4.927	-2.94	-2.61	با عرض از مبدأ	H <sub>0</sub> رد می شود.
GK <sub>t</sub>	-3.498	-2.94	-2.60	با عرض از مبدأ	H <sub>0</sub> رد می شود.
(I/Y)	-3.424	-2.93	-2.60	با عرض از مبدأ	H <sub>0</sub> رد می شود.
G <sub>g</sub> (G/ Y)	-3.10	-2.94	-2.60	با عرض از مبدأ	H <sub>0</sub> رد می شود.

ماخذ: محاسبات تحقیق

در ادامه الگوهای خطی تک بخشی و دو بخشی و همچنین الگوی غیر خطی متناظر با هر یک را با روش حد آستانه برآورد و نتایج را با یکدیگر مقایسه می کنیم.

#### 1-4- تخمین مدل های خطی تک بخشی و دو بخشی

در این بخش هر یک از مدل های معرفی شده تک بخشی و دو بخشی برای اقتصاد ایران از سال 1338 تا سال 1386 به صورت خطی برآورد می گردد. سپس در مراحل بعدی، الگوی غیرخطی مبتنی بر تکنیک حد آستانه را نیز برآورد کرده و نتایج تخمین را با یکدیگر مقایسه می کنیم. نتایج حاصل از برآورد الگوی تک بخشی معادله (2) در جدول (2) ارائه می شود.

جدول 2- نتایج تخمین مدل خطی تک بخشی

نام متغیر	جمله ثابت	GK <sub>t</sub>	GL <sub>t</sub>	GEC <sub>t</sub>
ضریب متغیر	-0/09	0/46	1/62	0/99
آماره t	-2/58**	1/39	1/39	3/23***
انحراف معیار	0/03	0/33	1/16	0/3
معیار های ارزیابی	R <sup>2</sup> = 0/467	SSR= 0/30		
معیار های تشخیص	NORM= 5/01*** , HET= 7/12** , $\chi^2$ AR (4)=1/30 RESET=4/32*** , D-W= 1/95			

توضیحات: \*\*\*، \*\* و \* به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح 1%، 5% و 10% می باشد.

ماخذ: محاسبات تحقیق

نتایج آزمون‌های تشخیصی در انتهای این جدول آورده شده است. در جدول مذکور  $AR(4)$  آماره آزمون ضریب لاگرانژ برای خود همبستگی پیاپی جملات اخلاص (برای چهار وقفه)،  $RESET$  آماره آزمون رمزی<sup>1</sup> برای شکل تبعی الگو مبتنی بر مربع مقادیر برازش شده،  $NORM$  آماره آزمون نرمال بودن باقیمانده‌ها مبتنی بر چولگی<sup>2</sup> و کشیدگی<sup>3</sup> باقیمانده‌ها و  $HET$  آماره آزمون واریانس همسانی بر اساس رگرسیون مربع باقیمانده‌ها روی مربع مقادیر برازش شده می‌باشد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود نتایج حاصله برای تصریح خطی به ویژه در خصوص فروض فرم تبعی الگو، واریانس همسانی و نرمال بودن باقیمانده‌ها رضایتبخش نمی‌باشند. به علاوه متغیرهای رشد نیروی کار و موجودی سرمایه بر خلاف انتظار اثر معناداری روی رشد اقتصادی ندارند. ضریب تعیین مدل تک بخشی نیز پایین (حدود 46 درصد) بوده که حکایت از توانایی پایین مدل در تبیین اثر انرژی و دیگر عوامل بر رشد اقتصادی دارد. لذا نتایج حاصل از برآورد مدل تک بخشی به صورت خطی رضایت بخش نیست.

نتایج حاصل از تخمین الگوی دو بخشی (16) نیز در جدول (3) ارایه شده است. نتایج جدول حاکی از آن است که متغیرهای رشد نیروی کار،  $I_g$ ، رشد مصرف انرژی در اندازه آن،  $G_g$  ( $G/Y$ )، و نسبت سرمایه گذاری به تولید،  $I/Y$ ، اثر معناداری بر رشد اقتصادی ندارند. معیارهای تشخیصی نیز در برخی موارد شامل شکل تبعی الگو (آزمون رمزی)، همسانی واریانس‌ها و نرمال بودن توزیع جملات اخلاص رضایتبخش نیستند. ضریب تعیین 48 درصدی نشان دهنده قدرت توضیح دهنده‌گی پایین مدل است. نتایج ضعیف برای تخمین هر دو مدل خطی تک بخشی و دو بخشی، دلالت بر آن دارند که تصریحات خطی قادر نیستند اثر عوامل تولید از جمله مصرف انرژی را بر رشد اقتصادی ایران به نحو رضایتبخشی تبیین کنند. لذا در ادامه به برآورد تصریحات غیر خطی می‌پردازیم.

1. Ramsey's RESET test  
2. Skewness  
3. Kurtosis

جدول 3- نتایج تخمین خطی مدل دو بخشی

نام متغیر	عرض از مبدا	$L_g$	$G_g (G/Y)$	(I/Y)
ضریب متغیر	-0/09	2/003	0/006	0/209
آماره t	-0/66	1/35	1/62	0/47
انحراف معیار	0/14	1/48	0/003	0/44
معیار های ارزیابی	$R^2 = 0/48$	SSR= 0/14		
معیار های تشخیص	NORM= 3/52**, HET= 6/71**, $\chi^2$ AR (2)= 4/56*** RESET=4/01***, D-W= 1/35			

توضیحات: علامت \* بیانگر معنی دار بودن ضریب متغیر مربوطه در سطح خطای 10%، علامت \*\* معنی دار بودن در سطح 5% و علامت \*\*\* معنی داری در سطح اهمیت 1% می باشد.

ماخذ: محاسبات تحقیق

#### 4-2- تخمین مدل های غیر خطی

در این بخش مدل های غیر خطی تک بخشی و دو بخشی را برآورد می کنیم. نتایج آزمون های شکست ساختاری مربوطه نشان می دهند که پارامترهای مدل رشد ثابت نبوده و تحت تاثیر مصرف سرانه انرژی قرار دارند. این پارامترها در دو نقطه (یا دو حد آستانه‌ای) از مصرف سرانه انرژی دچار تغییر ساختاری می شوند. لذا بایستی معادله رشد اقتصادی را برای سه رژیم مختلف مورد برآورد قرار دهیم. این رژیم ها بر اساس میزان مصرف سرانه انرژی (GS) تعیین می شوند. به عبارت دیگر متغیر آستانه در مدل رشد اقتصادی، مصرف سرانه انرژی است<sup>1</sup>. مدل تک بخشی غیر خطی مبتنی بر روش آستانه‌ای بصورت زیر تصریح می شوند.

$$\begin{aligned}
 GY_t = & \beta_0 + \beta_1 GK_t + \beta_2 GL_t + \beta_3 GEC_t \\
 & + I(GS > a_0) (\beta_4 + \beta_5 GK_t + \beta_6 GL_t + \beta_7 GEC_t) \\
 & + I(GS > a_1) (\beta_8 + \beta_9 GK_t + \beta_{10} GL_t + \beta_{11} GEC_t)
 \end{aligned} \quad (17)$$

1. بر اساس آزمون های پیشنهادی توسط کوک (Cook, 1999) متغیر آستانه، مصرف سرانه انرژی و تعداد رژیم ها برابر 3 تعیین می گردد. نتایج این آزمون ها و روش انجام آنها برای صرفه جویی ارایه نشده است.

که برای رابطه‌ی فوق شرایط زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$\begin{aligned}
 I(GS > a_0) &= 1 && \text{if } GS > a_0 \\
 &= 0 && \text{if } GS \leq a_0 \\
 I(GS > a_1) &= 1 && \text{if } GS > a_1 \\
 &= 0 && \text{if } GS \leq a_1
 \end{aligned}$$

به طور مثال چنانچه مصرف سرانه انرژی ( $GS$ ) کمتر از حد آستانه  $a_0$  باشد، متغیرهای رشد موجودی سرمایه، رشد نیروی کار و رشد مصرف انرژی به ترتیب با ضرایب  $\beta_2$ ،  $\beta_1$  و  $\beta_3$  بر رشد اقتصادی اثرگذار خواهند بود؛ حالت مذکور را رژیم مصرف سرانه پایین انرژی می‌نامیم. در صورتیکه مصرف سرانه انرژی بین دو مقدار  $a_0$  و  $a_1$  باشد (رژیم مصرف سرانه میانی انرژی)، ضرایب متغیرهای مذکور تغییر کرده و به ترتیب به سطح  $\beta_1 + \beta_5$ ،  $\beta_2 + \beta_6$  و  $\beta_3 + \beta_7$  می‌رسند. در رژیم مصرف سرانه بالای انرژی ( $GS > a_1$ )، ضریب این متغیرها به ترتیب  $\beta_1 + \beta_5 + \beta_9$ ،  $\beta_2 + \beta_6 + \beta_{10}$  و  $\beta_3 + \beta_7 + \beta_{11}$  خواهند بود. به منظور تخمین مدل غیر خطی مذکور، لازم است ابتدا پارامترهای حدود آستانه مصرف سرانه انرژی یعنی مقادیر  $a_0$  و  $a_1$  برآورد شوند.

وجود سه رژیم یا دو مقدار برای حد آستانه به معنای آن است که اثر مصرف انرژی بر رشد اقتصادی در طول 40 سال اخیر دو بار تغییر کرده است. چان<sup>1</sup> (1993) روشی را برای برآورد سازگار مقادیر آستانه ارائه داده است. در این روش برای تخمین مقادیر آستانه، الگوی (17) را به ازای مقادیر مختلف  $a_0$  و  $a_1$  برآورد کرده و برای هر رگرسیون مجموع مربعات باقیمانده‌ها را محاسبه می‌کنیم. تخمین‌های پارامتر آستانه، مقادیری هستند که مجموع مربعات باقیمانده را حداقل می‌کنند. بدین ترتیب مقادیر آستانه برای مصرف انرژی سرانه معادل با 5 و 8 بشکه نفت، برآورد می‌شوند. نتایج تخمین مدل تک بخشی با در نظر گرفتن دو مقدار آستانه (سه رژیم برای سطح مصرف انرژی) در جدول (4) ارائه شده است.

1. Chan (1993)

جدول 4- نتایج تخمین غیرخطی مدل تک بخشی

متغیر	$GS \leq 5$	$5 < GS \leq 8$	$GS > 8$
عرض از مبدا	-0/13*** (-4/12)	-0/13*** (-4/12)	0/02*** (3/34)
$GK_t$	2/31*** (7/20)	0/29*** (4/59)	0/21*** (5/19)
$GL_t$	2/24 (1/55)	1/41 (1/35)	1/41 (1/35)
$GEC_t$	2/19** (3/81)	1/53*** (4/72)	-0/072** (-2/41)
معیارهای ارزیابی	$R^2 = 0/67$		$SSR = 0/18$
معیارهای تشخیص	$NORM = 1/92$ , $HET = 4/42^{***}$ , $\chi^2 AR(4) = 1/56$ $RESET = 4/01^{***}$ , $D-W = 2/10$		

توضیحات: اعداد داخل پرانتز معرف آماره t می باشند. علامت \* بیانگر معنی دار بودن ضریب متغیر مربوطه در سطح خطای 10%، \*\* معنی دار بودن در سطح 5% و \*\*\* معنی داری در سطح اهمیت 1% می باشد.

ماخذ: محاسبات تحقیق

مطابق نتایج حاصله، متغیرهای رشد موجودی سرمایه و رشد مصرف انرژی در تمامی رژیم ها اثر معناداری روی رشد اقتصادی دارند. در مقابل رشد نیروی کار در هیچ یک از رژیم ها اثر معناداری بر رشد اقتصادی ندارد. معیارهای تشخیصی نیز از نرمال بودن توزیع پسماند و عدم وجود خودهمبستگی پسماندها حکایت دارد. اما واریانس همسانی پسماندها و آزمون فرم تبعی صحیح (رمزی) رد می شود. در مجموع می توان گفت که نتایج حاصل از تخمین غیرخطی مدل تک بخشی نسبت به تخمین خطی، رضایت بخش تر است. ضریب تعیین بالاتر (ضریب تعیین 67 درصدی) و معنادار بودن اغلب ضرایب این موضوع را تایید می نماید. تحلیل نتایج حاصل از تخمین ضرایب نشان می دهد که اثر رشد موجودی سرمایه بر رشد اقتصادی در سطوح پایین مصرف سرانه انرژی به مراتب بیشتر از سطوح بالاتر مصرف سرانه انرژی است.

در سطوح پایین مصرف انرژی، افزایش رشد مصرف انرژی تاثیر قابل ملاحظه‌ای (با ضریب 2/19) بر رشد اقتصادی دارد، اما با بالاتر رفتن مصرف انرژی سرانه و با عبور از حد آستانه اول، اثر رشد بیشتر مصرف انرژی بر رشد اقتصادی کاهش می‌یابد. با عبور از حد آستانه دوم (در رژیم مصرف بالای انرژی) نیز اثر انرژی بر رشد اقتصادی منفی است. این نتیجه بر افزایش آثار غیرمستقیم منفی مصرف انرژی بر رشد دلالت دارد و با انتظارات قبلی ما سازگار است.

علیرغم آنکه نتایج حاصل از تخمین غیرخطی مدل تک بخشی نسبت به حالت تخمین خطی، رضایت بخش تر است، اما با این وجود هنوز آزمون‌های تشخیصی دلالت بر آن دارد که الگوی یک بخشی احتمالاً دچار خطای تصریح است. لذا در ادامه به تصریح و برآورد مدل غیرخطی دو بخشی (به عنوان کامل ترین تصریح) می‌پردازیم. انتظار بر این است که مدل دو بخشی غیرخطی (با تفکیک اثر مصرف انرژی به دو اثر مستقیم و غیر مستقیم) نسبت به سایر مدل‌ها، از توانایی بیشتری در تبیین عوامل تعیین کننده رشد اقتصادی برخوردار باشد. مدل غیرخطی دو بخشی بصورت زیر تصریح می‌شود:

$$Y_g = \alpha_0 + \alpha_1 (I/Y) + \alpha_2 (L_g) + \alpha_3 G_g (G/Y) + I(GS > b_0) (\alpha_4 + \alpha_5 (I/Y) + \alpha_6 (L_g) + \alpha_7 G_g (G/Y)) + I(GS > b_1) (\alpha_8 + \alpha_9 (I/Y) + \alpha_{10} (L_g) + \alpha_{11} G_g (G/Y)) \quad (18)$$

که برای رابطه‌ی فوق شرایط زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$I(GS > b_0) = \begin{cases} =1 & \text{if } GS > b_0 \\ =0 & \text{if } GS \leq b_0 \end{cases}$$

$$I(GS > b_1) = \begin{cases} =1 & \text{if } GS > b_1 \\ =0 & \text{if } GS \leq b_1 \end{cases}$$

تفسیر ضرایب در رژیم‌های مختلف همانند مدل غیرخطی تک بخشی است. به طور مثال در رژیم مصرف سرانه پایین انرژی ( $GS \leq b_0$ ) نسبت سرمایه گذاری، رشد نیروی کار و مصرف انرژی به ترتیب با ضرایب  $\alpha_1$ ،  $\alpha_2$  و  $\alpha_3$  بر رشد اقتصادی اثرگذار خواهند بود؛ در رژیم مصرف سرانه میانی انرژی ( $b_0 \leq GS \leq b_1$ )، ضرایب متغیرهای مذکور به

ترتیب به سطح  $\alpha_1+\alpha_5$ ,  $\alpha_2+\alpha_6$  و  $\alpha_3+\alpha_7$  تغییر می‌کنند. در رژیم مصرف سرانه بالای انرژی ( $GS > b_1$ )، ضریب این متغیرها به ترتیب  $\alpha_1+\alpha_5+\alpha_9$ ,  $\alpha_2+\alpha_6+\alpha_{10}$  و  $\alpha_3+\alpha_7+\alpha_{11}$  خواهند بود. نتایج تخمین مدل دو بخشی به صورت غیرخطی برای داده‌های اقتصاد ایران در جدول (5) ارائه شده است.

جدول 5- نتایج تخمین غیرخطی مدل دو بخشی

متغیر	$GS \leq 5$	$5 < GS \leq 8$	$GS > 8$
عرض از مبدا	$-1/33^*$ (-1/83)	$-0/27^{**}$ (1/44)	$-0/058^{***}$ (3/59)
$L_g$	$0/51^{***}$ (3/10)	$2/03^{***}$ (2/77)	$0/69^*$ (-1/73)
$G_g (G/ Y)$	$0/09^{**}$ (2/10)	$0/015^*$ (1/77)	$0/002^{**}$ (2/73)
(I / Y)	$3/70^{**}$ (2/03)	$0/26^*$ (1/86)	$0/25^*$ (1/89)
معیارهای ارزیابی	$R^2 = 0/74$		$SSR = 0/14$
معیارهای تشخیص	$NORM = 0/77$ , $HET = 0/24$ , $\chi^2 AR(4) = 1/50$ $RESET = 1/01$ , $D-W = 2/03$		

توضیحات: اعداد داخل پرانتز معرف آماره t می‌باشند و علامت \* بیانگر معنی دار بودن ضریب متغیر مربوطه در سطح خطای 10%، علامت \*\* معنی دار بودن در سطح 5% و علامت \*\*\* معنی داری در سطح اهمیت 1% می‌باشد.

ماخذ: محاسبات تحقیق

نتایج جدول حاکی از آن است که تمامی متغیرهای رشد نیروی کار، نسبت سرمایه گذاری به تولید و همچنین حاصلضرب رشد مصرف انرژی در اندازه‌ی آن، دارای اثر معناداری روی رشد اقتصادی می‌باشند. ضریب تعیین 74 درصدی مدل، به مراتب بالاتر از الگوی خطی و یک بخشی است و قدرت تبیین بالای آن را نشان می‌دهد. کلیه آزمون‌های تشخیصی نیز رضایتبخش بوده و برای الگوی دو بخشی غیر خطی بطور چشمگیری بهبود یافته‌اند.



همان طور که انتظار می رود نسبت سرمایه گذاری به تولید اثر مثبتی بر رشد اقتصادی دارد. اما با گذر از حد آستانه اول این اثر به شدت کاهش یافته به طوریکه این ضریب از 3/70 برای رژیم اول (مصرف پایین انرژی) به 0/26 برای رژیم دوم کاهش می یابد. برای رژیم سوم (مصرف بالای انرژی) نیز اثر این متغیر مشابه رژیم دوم می باشد.

متغیر  $Gg (G/ Y)$  در مدل نشان دهنده‌ی برآیند آثار مستقیم و غیرمستقیم مصرف انرژی بر رشد اقتصادی است. همان طور که جدول نشان می دهد انرژی در رژیم اول یعنی در سطوح پایین مصرف سرانه انرژی، تاثیر مثبت و معناداری (با ضریب 0/09) بر رشد اقتصادی دارد، ولی مشاهده می شود پس از عبور از حد آستانه اول و با قرار گرفتن در رژیم میانی مصرف سرانه انرژی، تاثیر آن بر رشد اقتصادی به میزان قابل توجهی کاهش می یابد، به طوریکه ضریب متغیر مصرف انرژی در مدل از 0/09 به 0/01 می رسد. در رژیم سوم (مصرف سرانه بالای انرژی)، اثر مصرف انرژی بر رشد اقتصادی کاهش بیشتری می یابد. این نتایج به معنای تایید فرضیه اصلی تحقیق می باشد. به عبارت دیگر کاهش این ضرایب نشان دهنده‌ی آن است که با افزایش مصرف انرژی و قرار گرفتن در سطوح بالاتر آن، آثار غیرمستقیم منفی مصرف انرژی نسبت به آثار مستقیم آن افزایش یافته و اثر مثبت مصرف انرژی بر رشد اقتصادی به میزان چشمگیری کاهش می یابد. با عبور از حد آستانه دوم یعنی مصرف سرانه انرژی 8 بشکه نفت نیز، اثر انرژی بر رشد اقتصادی به نزدیک صفر می رسد.

## 5- نتیجه گیری و پیشنهادات

به لحاظ نظری، انرژی به عنوان یکی از عوامل تولید به طور مستقیم بر رشد اقتصادی تاثیرگذار می باشد. اما افزایش تولید و مصرف انرژی داخلی تنها به بهای کاهش تولید در سایر بخش ها امکانپذیر خواهد بود. لذا در یک الگوی دو بخشی، اثر افزایش مصرف انرژی بر رشد اقتصادی از برآیند آثار مستقیم مثبت (به عنوان یک نهاد تولید) و آثار غیر مستقیم منفی (به صورت کاهش تولید بخش غیر انرژی) حاصل می گردد. آثار غیر مستقیم

به ویژه برای کشورهای صادر کننده نفت چشم گیرتر است. زیرا افزایش مصرف انرژی داخلی در یک کشور وابسته به نفت، منجر به کاهش صادرات نفت و در نتیجه درآمدهای ارزی کمتر می شود. با توجه به وابستگی این کشورها به واردات کالاهای واسطه ای و سرمایه ای، کاهش درآمدهای ارزی حاصله می تواند به کندی رشد اقتصادی آنها بیانجامد. به لحاظ سنتی عموماً در مطالعات گذشته فرض شده است که آثار (مستقیم و غیرمستقیم) رشد مصرف انرژی بر رشد اقتصادی یکنواخت و خطی است. اما از لحاظ نظری و تجربی می توان انتظار داشت که اثرات انرژی بر رشد اقتصادی غیر خطی و تابعی از میزان مصرف سرانه انرژی باشد. در سطوح پایین مصرف سرانه انرژی، بازدهی آن به عنوان نهاده تولید بالا بوده و انتظار می رود که اثر مستقیم (مثبت) انرژی به عنوان نهاده تولید بر رشد اقتصادی، بیشتر از آثار غیر مستقیم (منفی) آن به صورت چشم پوشی از درآمدهای ارزی حاصل از صادرات نفت باشد. اما با افزایش مصرف سرانه انرژی، بهره وری نهایی آن کاهش یافته و اهمیت درآمدهای ارزی چشم پوشی شده افزایش می یابد، بطوریکه شکاف بین منافع مستقیم مصرف انرژی و هزینه های غیر مستقیم آن کمتر می شود. لذا انتظار می رود که اثر رشد مصرف انرژی بر رشد اقتصادی در سطوح بالاتر مصرف سرانه انرژی، کمتر شود.

در این مقاله به منظور آزمون تجربی فرضیه مذکور، آثار غیر خطی مصرف انرژی بر رشد اقتصادی در ایران طی دوره 1338 تا 1386 با استفاده از روش حد آستانه ای مورد بررسی قرار گرفته است. به منظور بررسی اثر انرژی بر رشد اقتصادی از دو مدل تک بخشی و دوبخشی (شامل دو بخش انرژی و غیر انرژی) بصورت خطی و غیر خطی استفاده گردید. نتایج حاصله نشان داد که مدل های خطی بصورت تک بخشی یا دوبخشی قادر نیستند که رشد اقتصادی را بر اساس عوامل تعیین کننده آن (نیروی کار، سرمایه و انرژی) به نحو رضایتبخشی تبیین نمایند. اما آماره های تشخیصی و ضریب تعیین در مدل دو بخشی غیر خطی بطور محسوسی بهبود می یابند. نتایج برآورد مدل دو بخشی غیر خطی نشان

می دهد که متغیرهای رشد نیروی کار، رشد مصرف انرژی و نسبت سرمایه گذاری به تولید دارای اثرات مثبت و معنی داری بر رشد اقتصادی هستند. اما اثر متغیرهای مذکور در مدل رشد، ثابت نبوده و بستگی به سطوح (یا رژیم های) مصرف سرانه انرژی دارد. در واقع پارامترهای مدل رشد در دو نقطه از مصرف سرانه انرژی (یا دو حد آستانه‌ای) دچار تغییر ساختاری می شوند. نتایج تخمین ها با فرضیه اصلی تحقیق سازگار است و نشان می دهد که مصرف انرژی در سطوح پایین آن اثر مثبت و قابل توجهی روی رشد اقتصادی بر جای خواهد گذاشت. اما با عبور مصرف سرانه انرژی از حد آستانه اول (5 بشکه نفت در سال)، میزان این اثر کاهش می یابد. با افزایش بیشتر مصرف انرژی و عبور از حد آستانه دوم مصرف سرانه انرژی (8 بشکه نفت در سال)، آثار غیرمستقیم منفی چشمگیرتر می شوند و افزایش بیشتر مصرف انرژی در این سطح، دیگر اثر مثبت چندانی بر رشد اقتصادی نخواهد داشت.

نتایج مذکور از اهمیت زیادی به لحاظ سیاست‌گذاری برخوردار است. بنظر می رسد سیاست های کاهش رشد مصرف انرژی اثرات نگران کننده ای بر رشد اقتصادی ندارد. با توجه به اینکه در حال حاضر میزان مصرف سرانه انرژی در کشور از میزان حد آستانه اول و دوم عبور کرده است، آثار مثبت افزایش مصرف انرژی به سختی فراتر از آثار منفی غیر مستقیم (مانند درآمدهای ارزی حاصل از صادرات آن) قرار می گیرد. این امر به معنای آن است که افزایش مصرف انرژی، اثر مثبت و تحریک کننده ای بر رشد اقتصادی ندارد.

همچنین می توان گفت با وجود آنکه برنامه ریزی و سیاست‌گذاری در جهت کاهش مصرف انرژی امری ضروری و اجتناب ناپذیر است، اما در شرایط فعلی اقتصاد ایران، کاهش مصرف انرژی تا رسیدن به سطح آستانه اول مصرف سرانه انرژی، امری دشوار به شمار می رود. بخشی از آثار غیر مستقیم منفی ناشی از افزایش مصرف انرژی، به دلیل بهره‌وری پایین به ویژه در سطوح بالای مصرف انرژی، محدودیت های تکنولوژیکی و بهره‌وری پایین دیگر عوامل تولید می باشد. لذا لازم است در کنار برنامه ریزی در جهت

کاهش مصرف انرژی، تمهیدات لازم در جهت افزایش بهره‌وری و ظرفیت دیگر عوامل تولید نیز به عمل آید. در واقع علاوه بر کاهش مصرف انرژی، باید افزایش مقدار حد آستانه را نیز از طریق بهبود بهره‌وری عوامل تولید مورد توجه قرار داد. بدین ترتیب می‌توان انتظار داشت که از طریق بهبود ساختارها و فرایندهای تولید به همراه صرفه‌جویی در مصرف، این عامل کمیاب در جهت رشد بالاتر اقتصادی مورد استفاده قرار گیرد.

توصیه دیگری که بر مبنای این پژوهش ارائه می‌گردد آن است که سیاستهای انتقال منابع انرژی از بخشهایی که در آن کارایی پایینی دارد به بخشهایی که در آن کارایی بالاتری برخوردار است، دنبال شود. بر این اساس با مطالعه و بررسی تاثیرگذاری مصرف انرژی بر بخشهای مختلف اقتصاد کشور، و تخصیص مجدد منابع انرژی می‌توان اثر مصرف انرژی بر رشد اقتصادی را افزایش داد.



منابع:

- 1- Abusadra, S. and Baghestani, H. (1989) "New Evidence on the Causal Relationship between U.S. Energy Consumption and Gross National Product", *Journal of Energy Development*, 14, pp. 285-292.
- 2- Al-Irmani, A. (2006) "Energy-GDP Relationship Revisited: An Example from GCC Countries Using Panel Causality", *Energy Policy*, 34, pp. 3342- 3350.
- 3- Ankarca, A. and Long, T. (1980) "On the Relationship between Energy and GNP", *Journal of Energy Development*, 5, pp. 326-331.
- 4- Apergis, N. and Payne, J.E. (2008) "Energy Consumption and Economic Growth in Central America: Evidence from a panel cointegration and error correction model", *Energy Economics*, 31, pp. 211-216.
- 5- Armen, A. Zare, R. (2005) "An Investigation of Granger – Causal Relationship between Energy Consumption & Economic Growth in Iran (1967-2002)", *Iranian Journal of Economic Research*, 24, pp. 34-45.
- 6- Asafu-Adjaye, J. (2000) "The Relationship between Energy Consumption, Energy Prices and Economic Growth: time series evidence from Asian developing countries", *Energy economics*, 22, pp. 615-625.
- 7- Behbudi, D. Asgharpour, H. Ghazvinian, M.H. (2009) "Structural Breaks, Energy Consumption and Economic Growth in Iran (1967-2005)", *The Economic Research*, 3, pp. 56-75.
- 8- Chang, S.B. and Lai, W.T. (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.
- 9- Chang, T. Fang, W. and Wen, L.F. (2001) "Energy Consumption, Employment, Output, and Temporal Causality: Evidence from Taiwan based on co integration and error correction modeling techniques", *Applied Economics*, 3, pp. 1045-1056.

- 10- Chen, S. Kuo, H. and Chen, C. (2007) "The Relationship between GDP and Electricity Consumption in 10 Asian Countries", *Energy Policy*, 35, pp. 2611-2631.
- 11- Deputy of Energy Affairs, Institute of Energy Planning (2009) "Energy Balances of Iran", Ministry of Energy.
- 12- EIA, *International Energy Outlook*, 2010.
- 13- Erol, U. and Yu, E. (1987) "Time Series Analysis of the Causal Relationship between US Energy and Development", *Resources and Energy economics*, 9, pp. 75-89.
- 14- Ghali, K.H. and El-sakka, M.IT. (2004) "Energy Use and Output Growth in Canada: a multivariate cointegration analysis", *Energy economics*, 26, pp. 11-27.
- 15- Ghazi, M. Amadeh, H. Abbasifard, Z. (2009) "Causality Relation between Energy Consumption and Economic Growth and Employment in Iranian Economy", *Economic Research*, 86, pp.56-87.
- 16- Ghobadi, N. (1998) "The Relationship between Economic Growth and Energy Consumption in Iran", The 2<sup>nd</sup> International Energy conference.
- 17- Ghosh, S. (2002) "Electricity Consumption and Economic Growth in India", *Energy policy*, 30, pp.112-134.
- 18- Glasure, Y.U. and Lee, A.R. (1997) "Cointegration, Error Correction and Relationship between Energy and GDP: the case of South Korea and Singapore", *Resources and Energy economics*, 20, pp. 17-25.
- 19- Glasure, Y.U. (2002) "Energy and National Income in Korea", *Energy Economics*, 24(4), pp. 355-365.
- 20- Hajinorouzi, S.H. (2007) "The Comparative Investigation of Causality Relation between Economic Growth and Energy Consumption in Developing and Developed Countries", M.S. Thesis, Al-zahra University.
- 21- Hansen B.E. (2000) "Sample Splitting and Threshold Estimation", *Econometrica*, 68(3), pp. 38-49.
- 22- <http://www.eia.doe.gov>
- 23- <http://www.iea.org>

- 24- Hwang, D. and Gum, B. (1991) "The Causal Relationship between Energy and GNP: the case of Taiwan", *Journal of Energy Development*, 16, pp. 67-98.
- 25- Jahadi, M. and Elmi, Z. (2011) "Oil Price Shocks and Economic Growth Evidence from OPEC", *Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research*, 1(2), pp.11-40.
- 26- Javadi, M.M. (1998) "Explanation of Thermodynamics Principles Application in Economics with Relying on the Concept of Imbalance, Growth and the Role of Energy as the Most Production Factor", M.S. Thesis, Tehran University.
- 27- Kraft, J. and Kraft, A. (1978) "Relationship between Energy and GNP", *Journal of Energy Development*, 3(2), pp. 401-403.
- 28- Lee, C. (2005) "Energy Consumption and GDP in Developing Countries: A cointegrated panel analysis", *Energy Economics*, 27, pp. 415-427.
- 29- Lee, C.C. Chang, C.P. (2007) "The Impact of Energy Consumption on Economic Growth: Evidence from linear and nonlinear models in Taiwan", *Energy*, 32, pp. 2282-2294.
- 30- Maleki, R. (2000) "The Investigation of The Relationship between Energy Consumption and Economic Growth in Iran", M.S. Thesis, Shahid Beheshti University.
- 31- Masih, A.M. and Masih, R. (1996) "Energy Consumption, Real Income and Temporal Causality: results from a multi-country study based on cointegration and error correction modeling techniques", *Energy economics*, 18, pp. 89-100.
- 32- Mehrara, M. (2007) "Energy Consumption and Economic Growth: the case of oil exporting countries", *Energy Policy*, 35, pp. 2939-2954.
- 33- Mostafaei, A. (2000) "The Investigation of the Relationship between Economic Growth and Oil Products Consumption in Iran", M.S. Thesis, Tehran University.
- 34- Nachane, D.M. and Nadkarni, R.M. and Karnik, A.V. (1988) "Cointegration and Causality Testing of the Energy-GDP Relationship", A cross-country study, *Applied Economics*, 30, pp. 1287-1298.

- 35- Narayan, P. and Smyth, R. (2007) "Electricity Consumption, Employment and Real Income in Australia: evidence from multivariate Granger causality tests", *Energy Policy*, 33, pp. 1109-1116.
- 36- Norouzi, B. (2009) "The Impact of Energy Consumption on Economic Sectors of Iran with Panel Data Approach", M.S. Thesis, Tehran University.
- 37- Oh, W. and Lee, K. (2004) "Causal Relationship between Energy Consumption and GDP Revisited: the case of Korea 1970-1999", *Energy Economics*, 26(1), pp. 78-90.
- 38- Ozturk, I. Aslan, A. and Kalyoncu, H. (2010) "Energy Consumption and Economic Growth Relationship: Evidence from panel data for low and middle income countries", *Energy Policy*, 38, pp. 4422-4428.
- 39- Rahimi, A. (1993) "The Relationship between Economic Growth and Energy Demand", M.S. Thesis, Tehran University.
- 40- Sadrabadi, M.H. Emadol-Eslam, H. Kashmari, A. (2007) "Causality Relation among Energy Consumption, Employment & GDP in Iran 1971-2005", *The Economic Research*, 24, pp. 67-98.
- 41- Seyedmashhadi, p. Ghalambaz, F. and Esfandiary, A. (2011) "Oil Price Shocks and Economic Growth Evidence from OPEC", *Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research*, 1(2), pp.133-162.
- 42- Sharzeei, GH. and Vahidi, M.R. (2001) "The Investigation of the Relationship between Energy Consumption and Real Income and General Prices Level in OPEC Countries", *The 3<sup>rd</sup> International Energy conference*.
- 43- Sobhanian, M.H. (2010) "The Non-linear Effects of Economic Growth on the Energy Consumption in OPEC Countries", M.S. Thesis, Tehran University.
- 44- Stern, D. (2000) "A Multivariate Cointegration Analysis of the Role of Energy in the US Macroeconomy", *Energy Economics*, 22, pp. 267-283.
- 45- Taherifard, E. and Rahmani, A. (1998) "The Relationship between Economic Growth and Energy Consumption in Iran", *The 2<sup>nd</sup> International Energy conference*.



- 46- Tamizi, R. (2000) "The Investigation of Asymmetric Effects of Oil Shocks on Economic Growth in Iran", M.S. Thesis, Tehran University.
- 47- Toda, H. and Yamamoto, T. (1995) "Statistical Inference in Vector Auto regressions with Possibly Integrated Processes", Journal of Econometrics, 66, pp. 89-105.
- 48- Yang, H.Y. (2000) "A Note on the Causal Relationship between Energy Consumption and GDP in Taiwan", Energy Economics, 22(3), pp. 309-317.
- 49- Yu, E. and Choi, J. (1985) "The Causal Relationship between Energy and GNP, an international comparison", Journal of Energy and Development, 10, pp. 112-145.
- 50- Yu, E.S.H. and Wang, B.K. (1984) "The Relationship between Energy and GNP, Further Results", Energy Economics, 6(3), pp. 186-190.



