

## برآورد تقاضای انرژی الکتریکی بخش صنعت در ایران به روش هم‌جمع‌ی و بررسی نقش آن در رشد اقتصادی

\* علی چنگی آشتیانی<sup>۱</sup>، هادی غفاری<sup>۲</sup>

۱. دکتری اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲. دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

(دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۶ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲)

### Estimating Electricity Demand in the Industrial Sector of Iran and Examining its Role in Economic Growth

\*Ali Changi Ashtiani<sup>1</sup>, Hadi Ghffari<sup>2</sup>

1. Ph.D. in Economics, Payame Noor University, Tehran, Iran

2. Associate Professor of Economics, Payame Noor University, Tehran, Iran

(Received: 5/Jan/2021

Accepted: 20/Feb/2021)

Original Article

مقاله پژوهشی

#### Abstract:

Today, electric energy, along with other energies, has been able to play a significant role in the economic, social and cultural development of countries. Therefore, one of the indicators that is currently considered in determining the level of development of a country is the amount of electricity consumption and its applications. Providing the needs of the industrial sector for energy, especially electricity, is undeniable and very important and is very effective in the process of growth, development and economic stability.

In this study, using time series data and aggregate techniques in econometrics, especially dynamic auto regressive distributed lag models (ARDL) and error correction mechanism (ECM), long-term and short-term relationships of electricity demand model of the industrial sector are estimated. Based on the obtained results, the inelasticity of electricity price demand which is obtained in other studies in Iran and other countries was also confirmed in this study. The price elasticity of demand in the industrial sector is equal to 0.453 and it indicates that with a one percent increase in the price of electricity, the amount of demand decreases by 0.453 percent. Therefore, electricity is a low-elastic commodity, because electricity is a cheaper commodity than other petroleum products and has a high economic efficiency and it is less possible to replace it with other products and with the increase in the price of this carrier, its demand will not decrease significantly. This means that the industrial sector is dependent on electricity and other energies cannot be a suitable alternative to it. The results show that all coefficients are significant at the levels of 5 and 10 percent.

Also, the results show that the demand for electricity has an important role in the production of the industrial sector and ultimately the country's GDP, so that an increase of 1 unit (ten thousand kilowatt hours) in electricity consumption in the industrial sector can increase GDP by about 23,660 dollars.

**Keywords:** Electricity Demand of Industrial Sector, Price of Energy Carriers, ARDL.

**JEL:** C41, C40, C22.

#### چکیده:

در این مطالعه با استفاده از داده‌های سری زمانی و تکنیک‌های هم‌جمع‌ی اقتصادی، به خصوص مدل‌های پویای خودتوضیح با وقفه‌های توزیعی (ARDL) و ساز و کار تصحیح خطا (ECM)، روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت مدل تقاضای انرژی الکتریکی بخش صنعت کشور برآورد شده است. بر اساس نتایج بدست آمده، بی‌کشش بودن تقاضای برق نسبت به قیمت که در سایر مطالعات در ایران و سایر کشورها بدست آمده بود، در این مطالعه نیز تأیید گردید. کشش قیمتی تقاضای بخش صنعت برابر با ۰/۴۵۳ می‌باشد و بیان‌کننده این مطلب است که با افزایش یک درصدی در قیمت انرژی الکتریکی میزان تقاضای آن ۰/۴۵۳ درصد کاهش می‌یابد، بنابراین انرژی الکتریکی کالایی کم کشش است، به دلیل آنکه انرژی الکتریکی نسبت به سایر فرآورده‌های نفتی، کالای ارزان قیمت و دارای کارایی بالای اقتصادی می‌باشد و امکان جاتشینی آن با سایر فرآورده‌ها کمتر وجود دارد و با افزایش قیمت این حامل، میزان تقاضای آن کاهش چشمگیری نمی‌یابد که بیانگر این مطلب است که بخش صنعت به انرژی الکتریکی وابسته است و دیگر انرژی‌ها نمی‌توانند جایگزینی مناسب برای آن باشند. نتایج بدست آمده مبین معنی‌دار بودن کلیه ضرایب در سطح پنج و ده درصد می‌باشد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد تقاضای انرژی الکتریکی نقش مهمی در تولید بخش صنعت و در نهایت GDP کشور دارد به طوری که افزایش ۱ واحد (ده هزار کیلو وات ساعت) افزایش مصرف انرژی الکتریکی در بخش صنعت می‌تواند تولید ناخالص داخلی را حدود ۲۳۶۶۰ دلار افزایش دهد.

**واژه‌های کلیدی:** تقاضای برق بخش صنعت، قیمت حامل‌های انرژی،

روش خودتوضیح با وقفه‌های توزیعی.

**طبقه‌بندی JEL:** C41، C40، C22.

\* نویسنده مسئول: علی چنگی آشتیانی

E-mail: achashtiani@yahoo.com

\*Corresponding Author: Ali Changi Ashtiani

## ۱- مقدمه

با توجه به گرایش روزافزون جوامع به استفاده از لوازم الکتریکی در همه جنبه‌های زندگی، رشد مصرف انرژی الکتریکی به سرعت در حال افزایش است به گونه‌ای که با وجود تلاش‌های فراوان کشورها در جهت کاهش مصرف انرژی الکتریکی، بر میزان تقاضا و سرعت رشد مصرف آن روز به روز افزوده می‌شود. از این رو انرژی الکتریکی به عنوان موتور توسعه توانسته نقش قابل توجه در رشد و توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشورها داشته باشد. از آنجا که انرژی الکتریکی کاربردهای بسیار متنوع و گسترده‌ای به خصوص در بخش صنعت دارد، اگر کشوری بخواهد سرعت رشد اقتصادی خود را افزایش دهد باید بتواند انرژی الکتریکی بیشتری تولید کند یا دست کم مصرف این نوع انرژی را به سوی مصرف بهینه هدایت کند. از این رو می‌توان رابطه تولید و مصرف انرژی الکتریکی را با رشد و نهایتاً توسعه اقتصادی رابطه معنادار و غیرقابل اجتنابی دانست.

نیاز به انرژی الکتریکی در بخش صنعت انکارناپذیر و بسیار حیاتی است. تأمین انرژی الکتریکی با ثبات، ارزان و بهینه می‌تواند در فرایند رشد، توسعه و بالندگی کشور نقش بسیار مؤثری داشته باشد. از این رو شناخت تقاضای انرژی الکتریکی در این بخش نه تنها می‌تواند افق روشنی برای سیاست‌گذاران، و تولیدکنندگان انرژی الکتریکی در کشور بگشاید بلکه می‌تواند کمک شایانی به تحقق اهداف ذکر شده در فرایند رشد و توسعه در کشور و به طور خاص بخش صنعت بنماید.

مدل‌های اقتصادسنجی تقاضای انرژی، قانونمندی حاکم بر روابط بین متغیرهای مدل را به آینده تسری می‌دهند. بنابراین، بکارگیری این مدل‌ها مستلزم وجود ثبات در رفتار مصرف کنندگان انرژی و در دسترس بودن تعداد زیادی مشاهدات تاریخی است. اما مدل‌های فنی-اقتصادی، اتکالی چندانی به سری‌های زمانی تاریخی ندارند و بیشتر بر جهت‌گیری‌ها، سیاست‌ها و استراتژی‌های طراحی شده توسط سیاست‌گذاران بخش انرژی و سایر بخش‌های اقتصاد متکی است. برای تخمین تابع تقاضای برق در این مطالعه به سراغ روش خود توضیح با وقفه‌های توزیعی<sup>۱</sup> (ARDL) می‌رویم تا ضمن ارائه روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت تابع تقاضای برق، الگوی تصحیح خطا<sup>۲</sup> (ECM) را برای تقاضای این حامل انرژی بدست آوریم.

## ۲- مبانی نظری

توابع تقاضای نهاده‌ها را می‌توان از دو روش مشتق‌گیری از تابع سود نسبت به مقدار نهاده‌ها یا مشتق‌گیری از تابع هزینه نسبت به قیمت هر نهاده استخراج کرد که در روش اول تابع تقاضای مستقیم و در روش دوم توابع تقاضای غیرمستقیم (مشروط) برای نهاده‌ها به دست می‌آید. در اکثر مطالعات انجام شده به منظور استخراج توابع تقاضای نهاده‌ها از روش دوم استفاده شده است. در این روش ابتدا یک تابع تولید انتخاب و تابع هزینه همزاد آن مشخص می‌گردد، سپس با مشتق‌گیری از تابع هزینه نسبت به قیمت هر یک از نهاده‌ها، توابع تقاضا به دست می‌آید. نتایج حاصل از هر دو روش گویای این نکته است که تقاضای بنگاه‌ها برای نهاده بستگی به قیمت نهاده مورد نظر و قیمت سایر نهاده‌ها، قیمت محصول تولیدی یا مقدار تولید محصول دارد.

اگر تابع سود به صورت زیر باشد:

$$\pi = pf(x_1, x_2) - r_1x_1 - r_2x_2 - b$$

بنابراین سود تابعی از  $x_1$  و  $x_2$  است، و با توجه به این متغیرها به حداکثر می‌رسد. اگر از تابع فوق نسبت به  $x_1$  و  $x_2$  مشتق جزئی بگیریم و عبارات به دست آمده را مساوی صفر قرار دهیم خواهیم داشت:

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_1} = pf_1 - r_1 = 0$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_2} = pf_2 - r_2 = 0$$

اگر جملات شامل قیمت را به طرف راست ببریم خواهیم داشت:

$$pf_1 = r_1, pf_2 = r_2$$

مشتق‌های جزئی تابع تولید نسبت به نهاده‌ها MPهای نهاده‌ها هستند. ارزش تولید نهایی  $x_1$ ،  $(pf_1)$  نرخی است که به وسیله آن با بکارگیری مقدار بیشتر  $x_1$  درآمد تولیدکننده افزایش می‌یابد. تحقق شرایط اولیه برای به حداکثر رسانیدن سود در آن است که هر نهاده تا آن میزان مورد استفاده قرار گیرد که ارزش تولید نهایی آن عامل تولید برابر با قیمت آن شود. تولیدکننده می‌تواند سود خود را تا زمانی افزایش دهد که درآمد حاصل از بکارگیری یک واحد اضافی از نهاده بیشتر از هزینه آن باشد (هندرسن و کوانت، ۱۳۸۷: ۱۱۸).

فرض کنید که منحنی بی‌تفاوتی تولید از رابطه  $q^0 = f(x_1, x_2)$  تعیین شود و شرط اولیه برای به حداقل رسانیدن هزینه برای این مقدار تولید  $\frac{dx_2}{dx_1} = \frac{r_1}{r_2}$  باشد. معادلات مذکور را برای توابع نهاده‌ها حل می‌کنیم.

1. Auto- Regressive Distributed Lag Model  
2. Error Correction Model

از قیمت انرژی الکتریکی ( $P_i$ ) و دیگر انرژی‌های جایگزین، قیمت نهاده‌های غیرانرژی ( $P_m, P_l, P_k$ ) و تولید یا ارزش افزوده ( $Q$ ) است. در این مورد ممکن است از عوامل دیگر مثل تغییرات فناوری ( $T$ ) نیز استفاده شود. یکی از مدل‌های پیشنهادی در زمینه تقاضای انرژی الکتریکی مدل باندارانایکه و موناسینگ<sup>۱</sup> (۱۹۸۳) است که در آن سعی شده است مدل کاملی برای تقاضای انرژی الکتریکی پیشنهاد شود و مبنای نظری پژوهش حاضر قرار گرفته است.

در این مدل با فرض اینکه یک بنگاه اقتصادی، برق و دیگر عوامل تولید را مصرف کند، تابع تولید وی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Q = Q(J, N)$$

که در آن  $N$  بیان‌کننده مقدار انرژی مصرفی، شامل انرژی الکتریکی ( $E$ ) و انرژی‌های جایگزین دیگر ( $S$ ) است و  $J$  سایر عوامل تولید است. همچنین تابع هزینه بنگاه نیز به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$C = P_J J + P_S S + P_E E$$

مسئله بهینه‌سازی تولیدکننده، مستلزم حداقل کردن تابع هزینه در سطح معینی از تولید است. بنابراین، با استفاده از تابع لاگرانژ خواهیم داشت:

$$L = P_J J + P_S S + P_E E + \alpha(Q - Q(J, N(E, S)))$$

که در اینجا  $P_e$  قیمت خدمات انرژی الکتریکی،  $P_s$  قیمت خدمات انرژی‌های جایگزین و  $P_j$  قیمت سایر نهاده‌های تولید و  $\alpha$  ضریب تابع لاگرانژ است. بر اساس شرایط مرتبه اول و مشتق‌گیری از تابع مورد نظر خواهیم داشت:

$$\frac{\partial L}{\partial J} = P_J - \alpha \left( \frac{\partial Q}{\partial J} \right) = 0 \Rightarrow P_J = \alpha \left( \frac{\partial Q}{\partial J} \right) \Rightarrow \frac{1}{\alpha} = \frac{\left( \frac{\partial Q}{\partial J} \right)}{P_J}$$

$$\frac{\partial L}{\partial E} = P_e - \alpha \left( \frac{\partial Q}{\partial N} \cdot \frac{\partial N}{\partial E} \right) = 0 \Rightarrow \frac{1}{\alpha} = \frac{\left( \frac{\partial Q}{\partial N} \cdot \frac{\partial N}{\partial E} \right)}{P_e}$$

$$\frac{\partial L}{\partial S} = P_s - \alpha \left( \frac{\partial Q}{\partial N} \cdot \frac{\partial N}{\partial S} \right) = 0 \Rightarrow \frac{1}{\alpha} = \frac{\left( \frac{\partial Q}{\partial N} \cdot \frac{\partial N}{\partial S} \right)}{P_s}$$

و در نهایت خواهیم داشت:

$$\frac{\left( \frac{\partial Q}{\partial J} \right)}{P_J} = \frac{\left[ \left( \frac{\partial Q}{\partial N} \right) \cdot \left( \frac{\partial N}{\partial S} \right) \right]}{P_s}$$

$$x_1 = \psi_1 \left( \frac{r_1}{r_2}, q^0 \right)$$

$$x_2 = \psi_2 \left( \frac{r_1}{r_2}, q^0 \right)$$

در توابع فوق  $x_1$  و  $x_2$  مقادیر حداقل هزینه هستند که به مثابه توابعی از نسبت قیمت نهاده‌ها و سطوح تولید مورد نظر هستند. اکنون با توجه به شرایط اولیه  $r_i = \mathcal{A}f_i$  از تابع هزینه  $C = r_1 x_1 + r_2 x_2$  دیفرانسیل می‌گیریم.

$$\frac{\partial C}{\partial r_i} = x_i + \lambda \left( f_1 \frac{\partial \psi_1}{\partial r_i} + f_2 \frac{\partial \psi_2}{\partial r_i} \right) = x_i > 0 \quad i = 1, 2$$

در رابطه فوق  $\lambda$  ضریب لاگرانژ در مورد به حداقل رسانیدن هزینه با توجه به محدودیت تولید است. در رابطه فوق جمله درون پرانتز در طول منحنی بی‌تفاوتی معادل  $0 = \frac{\partial q^0}{\partial r_i}$  است. مشتق‌های جزئی از تابع هزینه با توجه به اینکه قیمت نهاده‌ها برابر با مقادیر حداقل هزینه نهاده‌ها هستند، عبارتند از:

$$\frac{\partial C(q_1, r_1, r_2)}{\partial r_1} = x_1, \quad \frac{\partial C(q_1, r_1, r_2)}{\partial r_2} = x_2$$

از آنجا که تابع هزینه متغیر یک تابع همگن درجه اول نسبت به قیمت نهاده‌ها است، مشتق‌های جزئی تابع مذکور نیز نسبت به قیمت نهاده‌ها همگن از نوع درجه صفر هستند و بستگی به نسبت قیمت نهاده‌ها دارد تا قیمت مطلق نهاده‌ها. تحت وجود شرایط مناسب، دو معادله را می‌توان برای دو متغیر  $q$  و  $\frac{r_2}{r_1}$  حل کرد، با یافتن راه‌حل برای  $q$  به تابع تولید مورد نظر خواهیم رسید (همان، ۱۳۷).

تقاضا برای انواع حامل‌های انرژی در بخش‌های مختلف تولیدی به منزله یک نهاده تولید، بر اساس نظریه اقتصاد خرد از تابع تولید مشتق می‌شود. برای مثال، تابع تولید یک بنگاه خاص در یک زمان معین به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Q = F(K, L, M, E_1, E_2, \dots, E_n, T)$$

که در آن  $K, L, M$  به ترتیب معرف نهاده‌های مواد اولیه، کار و سرمایه است و  $E_i$  نیز  $i$  امین نوع انرژی از جمله انرژی الکتریکی است و  $T$  نیز مجموعه‌ای از عوامل دیگر مانند تغییرات فناوری است. یک بنگاه اقتصادی ترکیب نهاده‌های لازم را به گونه‌ای انتخاب می‌کند که بنگاه، حداقل هزینه ممکن را برای تولید مقدار مشخصی از محصول داشته باشد. با حداقل کردن تابع هزینه بنگاه، تابع تقاضا برای عوامل تولید بدست می‌آید. اگر تقاضا برای انرژی الکتریکی به عنوان یک عامل تولید، به صورت زیر در نظر گرفته شود:

$$X_{ei} = X_{ei}(P_k, P_l, P_m, P_i, Q, T)$$

بنابراین، تابع تقاضای انرژی الکتریکی، در زمان  $t$ ، تابعی است

مقادیر  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, K$ , برابرند با:

$$K = \left( \frac{f_1 + f_2}{f_1} \right) \left( \frac{f_1 g_1^{g_1 - 1}}{f_2 g_1} \right)^{\frac{1}{g_1 + g_2 - 1}}$$

$$\gamma_1 = \frac{g_1}{g_1 + g_2 - 1}$$

$$\gamma_2 = \frac{1 - g_1}{g_1 + g_2 - 1}$$

$$\gamma_3 = \frac{-1}{g_1 + g_2 - 1}$$

بنابراین در نهایت تابع تقاضای انرژی الکتریکی به صورت رابطه زیر بدست می‌آید:

$$E = KP_S^{\gamma_1} P_e^{\gamma_2} V_i^{\gamma_3}$$

و شکل لگاریتمی آن به صورت زیر ارائه می‌گردد:

$$\text{LOGE} = \text{LOGK} + \gamma_1 \text{LOGP}_S + \gamma_2 \text{LOGP}_e + \gamma_3 \text{LOGV}_i$$

الگوی مورد استفاده در این مطالعه، جهت تقاضای انرژی الکتریکی بخش صنعت همان الگوی فوق می‌باشد.

### ۳- سابقه تحقیق

#### ۳-۱- مطالعات خارجی

مطالعات متعددی در زمینه تقاضای انرژی الکتریکی، برآورد تابع تقاضا و نقش آن در رشد اقتصادی در کشورهای مختلف انجام شده است که به جهت جلوگیری از طولانی شدن بحث، خلاصه‌ای از مطالعات خارجی انجام شده، روش و نتایج آنها در جدول زیر آورده شده است.

$$\frac{(\partial N)}{(\partial S)} = \frac{P_s}{P_e}$$

حال اگر شکل تابع تولید به صورت کاب داگلاس در نظر گرفته شود:

$$Q = J^{f_1} N^{f_2}$$

به طوری که در آن  $N = \exp(E^{g_2} S^{g_1})$  و  $f_1, f_2, g_1, g_2$  شاخص‌هاست.

حال اگر تابع لاگرانژ، برای حداقل‌سازی هزینه بنگاه دوباره به صورت زیر بازنویسی شود:

$$L = P_J J + P_S S + P_e E + \alpha(\bar{Q} - Q(J, N(E, S)))$$

$$L = P_J J + P_S S + P_e E + \alpha(\bar{Q} - J^{f_1} \exp(f_2 S^{g_1} E^{g_2}))$$

با مشتق‌گیری از رابطه فوق بر حسب مقادیر  $J, S, E$  و شاخص  $\mu$  خواهیم داشت:

$$\frac{\partial L}{\partial J} = P_J - \alpha f_1 J^{f_1 - 1} e^{f_2 S^{g_1} E^{g_2}} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial S} = P_S - \alpha J^{f_1} f_2 g_1 S^{g_1 - 1} E^{g_2} e^{f_2 S^{g_1} E^{g_2}} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial E} = P_e - \alpha J^{f_1} f_2 g_2 S^{g_1} E^{g_2 - 1} e^{f_2 S^{g_1} E^{g_2}} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \alpha} = \bar{Q} - J^{f_1} e^{f_2 S^{g_1} E^{g_2}} = 0$$

با بدست آوردن مقادیر  $J, S, E$  از روابط بالا و برقراری شرایط بهینه‌سازی، در نهایت تابع تقاضا برای انرژی الکتریکی به صورت زیر بدست می‌آید:

$$E = KP_S^{\gamma_1} P_e^{\gamma_2} P_J^{\gamma_3}$$

که در آن  $J = V_i P_J$  و  $V_i$  بیان‌کننده ارزش افزوده می‌باشد و

مطالعات انجام شده خارجی			
سال	نتایج	روش	عنوان
۱۹۵۱	کشش قیمتی تقاضای انرژی الکتریکی اندک و کشش درآمدی تقاضای انرژی الکتریکی زیاد است	حداقل مربعات، داده‌های مقطعی	هات آکر <sup>۱</sup> "تقاضای برق خانگی در ۴۲ شهر انگلستان"
۱۹۶۲	تقاضا بی‌کشش، قیمت انرژی الکتریکی تأثیری بر روی میزان مصرف آن ندارد	حداقل مربعات معمولی	فیشر و کیسن <sup>۲</sup> "تقاضای برق خانگی در آمریکا"
۱۹۷۳	مصرف انرژی الکتریکی نسبت به تغییرات قیمت انرژی الکتریکی کم‌کشش و نسبت به تغییرات درآمد با کشش است	OLS	اندرسن <sup>۳</sup> "تابع تقاضای انرژی الکتریکی برای ۵۰ ایالت آمریکا"

1. Hot Acre (1951)  
2. Ficher & Kason (1962)  
3. Anderson (1973)

۱۹۷۷	کشش قیمتی متقاطع بین گاز و برق ناچیز است	OLS	مک‌کانن <sup>۱</sup> و همکاران "تقاضای انرژی الکتریکی در بخش خانگی برای منطقه شمال شرق ایالات متحده آمریکا"
۱۹۸۸	بی‌کشش بودن تقاضای انرژی الکتریکی نسبت به تغییرات قیمت، چه در کوتاه‌مدت و چه در بلندمدت	تقاضای انرژی الکتریکی را تابعی از تولید ناخالص داخلی سرانه، قیمت و مصرف سرانه	آنگ <sup>۲</sup> "تقاضای انرژی الکتریکی برای چهار کشور جنوب شرق آسیا (تایلند، مالزی، تایوان و سنگاپور)"
۱۹۹۳	بی‌کشش بودن تقاضای انرژی الکتریکی نسبت به قیمت آن و همچنین درآمد در کوتاه‌مدت و بلندمدت	حداقل مربعات	التونی و محمدیوسف <sup>۳</sup> "تقاضای انرژی الکتریکی در کشورهای شورای همکاری خلیج فارس"
۱۹۹۳	بلندمدت نسبت به تغییرات درآمد باکشش است ولی نسبت به تغییرات قیمت انرژی الکتریکی بی‌کشش است	روش همگرایی یکسان و الگوی تصحیح خطا	بینتزن و تام انگستد <sup>۴</sup> "تقاضای انرژی الکتریکی در کشور دانمارک"
۱۹۹۵	تقاضای انرژی الکتریکی در بخش خانگی در کوتاه‌مدت و بلندمدت نسبت به قیمت انرژی الکتریکی بی‌کشش می‌باشد	OLS	آرسنال و همکاران <sup>۵</sup> "تقاضای انرژی الکتریکی در بخش خانگی برای ایالت کبک کانادا"
۱۹۹۶	تابع تقاضای انرژی الکتریکی تابعی از قیمت انرژی الکتریکی و تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی	تصحیح خطای خطی	التونی و اسراول <sup>۶</sup> "تقاضای انرژی الکتریکی در کشور کویت"
۱۹۹۹	بی‌کشش بودن نسبت به قیمت و درآمد	روش مدل‌سازی تقاضای دینامیک استاک واتسون	ال عزیز و هاودان <sup>۷</sup> "تقاضای انرژی الکتریکی در کشور اردن"
۲۰۰۲	قیمتی بی‌کشش، درآمدی با کشش	تصحیح خطای خطی،	استول <sup>۸</sup> "تقاضای انرژی الکتریکی در بخش خانگی در نروژ"
۲۰۰۲	بی‌کشش بودن نسبت به قیمت و درآمد	هم جمعی،	اندرسن و دامسگارد <sup>۹</sup> "تقاضای انرژی الکتریکی در بخش خانگی در کشور سوئد"
۲۰۰۴	بی‌کشش بودن نسبت به قیمت و درآمد	روش خودرگرسیون برداری (VAR)	یومورتاجی و اسماز <sup>۱۰</sup> "تقاضای انرژی الکتریکی در ترکیه"
۲۰۱۴	بی‌کشش بودن نسبت به قیمت و درآمد	هم جمعی،	مورالس آسودو <sup>۱۱</sup> "تقاضای انرژی الکتریکی برای مکزیک"
۲۰۱۸	تابع تقاضای انرژی الکتریکی تابعی از قیمت انرژی و ظرفیت تولید	پیش‌بینی بر اساس شدت مصرف	کایو و همکاران <sup>۱۲</sup> "عرضه و تقاضای انرژی براساس مصرف انرژی الکتریکی و ظرفیت تولید، اندونزی"
۲۰۱۹	کارایی انرژی الکتریکی در جهان رو به افول بوده است	مدل‌سازی تقاضای دینامیک	جانکورت <sup>۱۳</sup> "رشد تقاضای انرژی الکتریکی در جهان"

1. Mac Canon et al. ( 1977)
2. Ang (1988)
3. Eltouni & Mohammad Yousef (1993)
4. Bintsen & Tom Engsted (1993)
5. Arsenal et al. (1995)
6. Eltouni & Esravel (1996)
7. Alaziz & Hawdon (1999)
8. Etsthol (2002)
9. Anderson & Domsgard (2002)
10. Yumourtaci & Esmaz (2004)
11. Mourales Asoudo (2014)
12. Kaio et al. (2018)
13. John Kort (2019)

## ۳-۲- مطالعات داخلی

جلوگیری از طولانی شدن بحث به صورت خلاصه‌ای از مطالعات داخلی، روش و نتایج آنها در جدول زیر آمده است.

مطالعات داخلی انجام شده در زمینه تقاضای انرژی الکتریکی، بررسی و تحلیل آن و نقش و اثر آن در رشد اقتصادی به منظور

مطالعات انجام شده داخلی			
سال	نتایج	روش	عنوان
۱۳۷۱	مصرف انرژی الکتریکی نسبت به قیمت انرژی الکتریکی بی‌کشش است	سری زمانی	فخرایی "تقاضای انرژی الکتریکی در بخش خانگی"
۱۳۷۲	تقاضای انرژی الکتریکی نسبت به قیمت و درآمد در کوتاه‌مدت بی‌کشش و در بلندمدت، نسبت به درآمد کشش‌پذیر و نسبت به قیمت کشش‌ناپذیر است	حداقل مربعات	حسینی نژادبان کوشکی "تقاضای انرژی الکتریکی بخش خانگی استان اصفهان"
۱۳۷۲	تقاضای انرژی الکتریکی نسبت به قیمت و درآمد بی‌کشش است و کشش درآمدی، همواره از کشش قیمتی بزرگ‌تر می‌باشد	حداقل مربعات معمولی	فتح‌الهزاده اقدم "تقاضای انرژی الکتریکی در بخش خانگی در ایران"
۱۳۷۴	تقاضای انرژی الکتریکی در بخش خانگی نسبت به قیمت انرژی الکتریکی و درآمد بی‌کشش می‌باشد.	OLS	کاظمی "مصرف سرانه انرژی الکتریکی در بخش خانگی در ایران"
۱۳۷۵	بی‌کشش بودن تقاضای انرژی الکتریکی نسبت به قیمت آن در کوتاه‌مدت و بلندمدت و با کشش بودن نسبت به درآمد در بلندمدت	حداقل مربعات معمولی	قدس "تقاضای انرژی الکتریکی در بخش خانگی"
۱۳۷۶	بی‌کشش بودن انرژی الکتریکی نسبت به قیمت و درآمد در کوتاه‌مدت	بررسی، تقاضا	مصلی‌پور "عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی الکتریکی در استان خراسان"
۱۳۷۷	بی‌کشش بودن تابع تقاضای انرژی الکتریکی نسبت به قیمت و درآمد. کشش درآمدی تقاضای انرژی الکتریکی از کشش قیمتی آن بزرگ‌تر است	حداقل مربعات عمومی (GLS)	توکلی و بحرینی "تقاضای انرژی الکتریکی در استان اصفهان"
۱۳۷۸	کشش درآمدی کوچک‌تر از کشش قیمتی و هر دو کوچک‌تر از واحد می‌باشند	تصحیح خطای انگل گرنجر	امامی میبدی "تقاضای سرانه انرژی الکتریکی خانوار در ایران"
۱۳۸۱	کشش قیمتی و درآمدی کمتر از یک	هم‌گرایی یوهانسون	امینی فرد "تقاضای انرژی الکتریکی در بخش خانگی"
۱۳۸۵	تقاضا بی‌کشش. کشش متقاطع قیمتی در کوتاه‌مدت رابطه جانشینی بین حامل‌های انرژی الکتریکی و گاز طبیعی را تأیید می‌کند	ARDL	آذربایجانی و همکاران "تابع تقاضای انرژی الکتریکی در بخش صنعت کشور"
۱۳۸۸	نرخ رشد جمعیت و تولید ناخالص داخلی از جمله عوامل واقعی تأثیرگذار بر تقاضای برق است	رویکرد پویای سیستمی	رضایی و منظور "مدل سازی تقاضای انرژی الکتریکی در کشور"
۱۳۹۲	مصرف برق در بخش خانگی بیشتر تحت تأثیر عادات مصرفی بوده است	داده‌های تابلویی	جلایی و همکاران "برآورد تابع تقاضای برق خانگی در ایران"
۱۳۹۲	رابطه معنی‌دار بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی	داده‌های ترکیبی F لیمر	دامن کشیده و همکاران "تقاضای انرژی و رشد اقتصادی"
۱۳۹۴	بی‌کشش بودن تقاضا در کوتاه‌مدت و بلندمدت	الگوی سری زمانی ساختاری (STSM)	لطفعلی‌پور و همکاران "برآورد توابع تقاضای برق در بخش‌های خانگی و صنعتی"
۱۳۹۶	تقاضای برق در بخش‌های مذکور نسبت به قیمت و درآمد در کوتاه‌مدت و بلندمدت بی‌کشش است	پنل پویا	ورهرامی و موحدیان "تابع تقاضای برق بخش خانگی شهرستان‌های منتخب استان تهران"
۱۳۹۶	کشش درآمدی بخش صنعت کوچک‌تر از یک	ARDL	سلیمی‌فر "پیش‌بینی تقاضای برق بخش صنعت با توجه به اصلاحات قیمتی"

۱۳۹۷	تعرفه‌گذاری بر مبنای پاسخگویی بار موجب جابجایی بار و کاهش مصرف انرژی الکتریکی خواهد شد	مقاله مدیریت تقاضای انرژی الکتریکی	نیکخواه جورشری و همکاران "تقاضای انرژی الکتریکی، مصرف کنندگان بزرگ صنعتی"
۱۳۹۸	کشش متقاطع تقاضا نشان دهنده جانشینی انرژی فسیلی و انرژی الکتریکی است	ARDL	مولایی "عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی در بخش صنعت"

#### ماخذ: محاسبات تحقیق

#### جدول ۱. نتایج آزمون دیکی فولر برای متغیرهای الگوهای تقاضای برق

درجه پایایی	مقادیر بحرانی ADF			آماره مشاهده شده در سطح یا با یکبار تقاضا گیری	فرم تابع	متغیر (در سطح یا با یکبار تقاضا گیری)
	۱۰٪	۵٪	۱٪			
I(0)	-۳/۲۲	-۳/۵۷	-۴/۳۲	-۴/۹۲	با عرض از مبدأ و با روند	LCBA
I(1)	-۲/۶۲	-۲/۹۶	-۳/۶۷	-۴/۴	با عرض از مبدأ و بدون روند	*DLPBA
I(0)	-۲/۵۹	-۲/۹۲	-۳/۵۷	-۶/۸۷	با عرض از مبدأ و بدون روند	LPE
I(1)	-۲/۶۰	-۲/۹۳	-۳/۶۱	-۳/۲۵	با عرض از مبدأ و بدون روند	*DLY
I(0)	-۲/۶۰	-۲/۹۳	-۳/۶۰	-۸/۹۹	با عرض از مبدأ و بدون روند	LPOPCO

\* حرف D در اول نام متغیر نشان دهنده‌ی یکبار تقاضا گیری برای پایا شدن متغیر می‌باشد.

#### ماخذ: محاسبات تحقیق

شاخص قیمت نفت سفید، PNK نشان دهنده شاخص قیمت نفت کوره، PNG نشان دهنده شاخص قیمت نفت گاز، PG نشان دهنده شاخص قیمت گاز طبیعی و PGM نشان دهنده شاخص قیمت گاز مایع می‌باشند. Cهای موجود در رابطه فوق بیانگر مقادیر مصرف انرژی‌های ذکر شده هستند.

#### آزمون پایایی متغیرها

آزمون پایایی<sup>۱</sup> از الزامات مهم در برآوردهای معادلات اقتصادی با داده‌های سری زمانی محسوب می‌شود. برای شناسایی سری‌های زمانی پایا از ناپایا روش‌های متعددی وجود دارد که مهمترین این آزمون‌ها آزمون ریشه واحد دیکی - فولر و دیکی - فولر تعمیم یافته<sup>۲</sup> می‌باشد.

با توجه به آنچه که ذکر گردید به بررسی پایایی متغیرهای الگوی پیشنهادی بر اساس آزمون دیکی - فولر تعمیم یافته می‌پردازیم. همان‌طور که مشاهده می‌شود فرضیه صفر مبنی بر ریشه واحد داشتن متغیرهای سری زمانی بر اساس آماره آزمون مک کینون در جدول ۱ بررسی شده است.

یک متغیر سری زمانی هنگامی پایاست که میانگین، واریانس، کوواریانس و ضرائب همبستگی آن در طول زمان ثابت باقی بماند و مهم نباشد که در چه مقطعی از زمان این شاخص‌ها را محاسبه می‌کنیم.

#### ۴- تصریح مدل

##### تابع تقاضای انرژی الکتریکی در بخش صنعت

$$LCELI = \alpha_0 + \alpha_1 LPELI + \alpha_2 LPE + \alpha_3 LVI + \alpha_4 LPOPI + \varepsilon_t$$

LCELI: لگاریتم مصرف انرژی الکتریکی در بخش صنعت  
LPELI: لگاریتم قیمت انرژی الکتریکی مصرفی در بخش

صنعت

LPE: لگاریتم شاخص قیمت سایر انرژی‌ها، عمدتاً انرژی‌های فسیلی (به‌عنوان متغیر جانشین برای حامل انرژی الکتریکی در نظر گرفته شده است).

LVI: لگاریتم ارزش افزوده بخش صنعت به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (میلیارد ریال)

LPOPI: لگاریتم تعداد مشترکین انرژی الکتریکی در بخش صنعت

$\alpha_0$ : عرض از مبدأ تابع

$\varepsilon_t$ : جمله اختلال تابع

LPE: لگاریتم شاخص قیمت انرژی (به‌عنوان متغیر جانشین برای حامل انرژی برق در نظر گرفته شده است).

شاخص قیمت انرژی (PE) براساس میانگین وزنی قیمت حامل‌های انرژی و براساس رابطه زیر محاسبه شده است:

$$PE = \frac{(PB * CB + PNS * CNS * PNK * CNK + PNG * CNG + PGT * CGT + PGM * CGM)}{(CB + CNS + CNK + CNG + CGT + CGM)}$$

PB، نشان دهنده شاخص قیمت بنزین، PNS، نشان دهنده

1. Stationarity

2. Augmented Dickey-Fuller Test

LCBA(-3)	۰/۰۷۳	۲/۷۸	۰/۰۳۳
LPBA	۰/۰۱۹	۱/۶۸	۰/۰۳۲
LPBA(-1)	۰/۰۲۵	-۳/۲۸	-۰/۰۸۲
LPBA(-2)	۰/۰۲۸	۲/۷۸	۰/۰۷۸
LPBA(-3)	۰/۰۲۴	-۳/۰۸	-۰/۰۷۴
LPE	۰/۰۲۳	۰/۴۷	۰/۰۱۱
LPE(-1)	۰/۰۲۲	-۰/۵۴	-۰/۰۱۲
LPE(-2)	۰/۰۱۶	۳/۴۳	۰/۰۵۵
LY	۰/۰۴	۶/۵۲	۰/۲۶۱
LY(-1)	۰/۰۸۴	-۰/۱۳	-۰/۰۱۱
LY(-2)	۰/۰۶۸	-۲/۰۱	-۰/۱۳۷
LPOPCO	۰/۰۸۹	۳/۷۳	۰/۳۳۲
عرض از مبدا	۱/۰۵۱	-۳/۱	-۳/۲۶
R-Squared			۰/۹۹
D.W			۲/۶

#### ماخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۳. برآورد ضرائب الگوی خود توضیح با وقفه‌های گسترده با

استفاده از ضابطه شوارتز-بیزین

Regressor	Coefficient	Standard Error
LCELI(-1)	۰/۷۱	۰/۰۷۱
LPELI	-۰/۰۸۳	۰/۰۳۸
LPELI(-1)	۰/۱۵۴	۰/۰۳۹
LPE	-۰/۱۹۵	۰/۰۶۲
LPE(-1)	۰/۱۶۱	۰/۰۵۱
LVI	۰/۴۱۹	۰/۰۸۹
LVI(-1)	-۰/۲۹۹	۰/۰۹۲
LPOPI	۰/۰۴	۰/۰۲۲
LPOPI(-1)	۰/۰۱۴	۰/۰۲۹
LPOPI(-2)	-۰/۰۸۲	۰/۰۲۸
INPT	-۰/۵۴۹	۰/۴۹۴
R-Squared	۰/۹۹	
D.W	۱/۹	

در ادامه آزمون‌های مربوط به خودهمبستگی جملات پسماند، آزمون رمزی، نرمالیت و واریانس همسانی جملات پسماند، در جدول (۴) قرار داده شده است.

متغیرهای مستقل ۹۹ درصد از تغییرات متغیر وابسته را توضیح می‌دهند و با توجه به آماره دوربین-واتسون می‌توان دریافت که، عدم وجود خودهمبستگی میان جملات اخلال وجود دارد. حال بعد از تعیین وقفه‌های مناسب بر اساس ضابطه شوارتز-بیزین و بررسی زائد نبودن متغیرهای مدل، برای اطمینان از وجود رابطه همجمعی بین متغیرهای مدل و کاذب نبودن

موضوع پایایی از آنجایی دارای اهمیت است که چنانچه یک سری زمانی پایا نباشد، خواص معمول آماری در مورد گشتاورهای اول و دوم انرژی الکتریکی را دارا نخواهد بود. بدین معنی که این گشتاورها با بزرگ شدن حجم نمونه به سمت گشتاورهای جامعه میل نخواهد کرد. چرا که آماره‌های به دست آمده تابعی از زمان بوده و در طول آن تغییر می‌نمایند و همین مسئله، اساس توزیع‌هایی که برای گشتاورها یا آماره‌های نمونه به منظور آزمون‌ها و استنتاجات متداول آماری قائل بودیم را به هم ریخته و از درجه اعتبار ساقط می‌نماید. مشاهدات جدول فوق درجه پایایی یا ناپایی متغیرها  $I(0)$  یا  $I(1)$  رابه کمک مقادیر بحرانی و مقدار آماره مشاهده شده با یکبار تفاضل گیری نشان می‌دهد. شایان ذکر است که، در روش ARDL برخلاف رویکرد  $VAR^1$  چندمتغیره یوهانسون هیچ الزامی به پایا بودن تمام متغیرها از درجه یک وجود ندارد، به طوری که متغیرها در معادله همجمعی می‌توانند پایا از درجه صفر نیز باشند.

#### برآورد تابع تقاضای انرژی الکتریکی

برای تخمین تابع تقاضای برق در این مطالعه به سراغ روش خودتوضیح با وقفه‌های توزیعی  $ARDL^2$  می‌رویم تا ضمن ارائه روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت تابع تقاضای برق، الگوی تصحیح خطا  $ECM^3$  را برای تقاضای این حامل انرژی بدست آوریم، زیرا با الگوی تصحیح خطا  $ECM$  می‌توان نوسانات کوتاه‌مدت متغیرها را به مقادیر تعادلی بلندمدت ارائه نمود.

#### ۴-۱- برآورد مدل‌ها به کمک الگوهای خودتوضیح با وقفه‌های توزیعی $ARDL$ و تصحیح خطا $ECM$

برای استفاده از الگوی  $ARDL$  و  $ECM$  در برآورد مدل‌ها، باید وقفه‌های مناسب برای متغیرهای مدل بر اساس ضابطه شوارتز-بیزین تعیین شود. با استفاده از نرم‌افزار ماکروفت نسخه ۴،۱، این کار انجام شده است و نتایج در ادامه آمده‌اند.

جدول ۲. برآورد ضرائب الگوی خود توضیح با وقفه‌های توزیعی با استفاده از ضابطه شوارتز-بیزین

متغیرها	ضرائب	مقدار آماره $t$	خطای استاندارد
LCBA(-1)	-۰/۴۶۵	-۳/۸۴	۰/۱۲۱
LCBA(-2)	-۰/۰۱۶	-۰/۱۳	۰/۱۲۳

1. Vector Auto Regression

2. Auto- Regressive Distributed Lag Model

3. Error Correction Model



$$LCELI = -1.89 - 0.453LPELI + 0.215LPE + 0.417LVI + 0.271LPOPI$$

با توجه به رابطه فوق می‌توان گفت: کشش قیمتی تقاضا برابر با ۰/۴۵۳ می‌باشد و بیان‌کننده این مطلب است که با افزایش یک درصدی در قیمت انرژی الکتریکی میزان تقاضای آن ۰/۴۵۳ درصد کاهش می‌یابد، بنابراین انرژی الکتریکی کالایی کم کشش است، به دلیل آنکه انرژی الکتریکی نسبت به سایر فراورده‌های نفتی، کالای ارزان قیمت و دارای کارایی بالای اقتصادی می‌باشد و امکان جانشینی آن با سایر فراورده‌ها کمتر وجود دارد و با افزایش قیمت این حامل، میزان تقاضای آن کاهش چشمگیری نمی‌یابد و این بیانگر این مطلب است که بخش صنعت به انرژی الکتریکی وابسته است و دیگر انرژی‌ها نمی‌توانند جایگزینی مناسب برای آن باشند و حذف یارانه‌های انرژی الکتریکی در بخش صنعت نمی‌تواند بر کاهش مصرف آن تأثیر چندانی بگذارد. البته اگر این بخش با بخش خانگی و کشاورزی مقایسه شود با توجه به اینکه کشش تقاضا در این بخش بالاتر است، این انتظار وجود دارد که با افزایش قیمت انرژی الکتریکی تقاضای آن در بخش صنعت با کاهش بیشتری در مقایسه با بخش‌های خانگی و کشاورزی مواجه شود. با توجه به ضریب متغیر شاخص قیمت حامل‌های دیگر انرژی که جانشین متغیر انرژی الکتریکی در نظر گرفته شده‌اند، می‌توان کشش متقاطع تقاضا را بررسی نمود. این کشش برابر است با ۰/۲۱۵ و گویای این مطلب است که جانشینی در مورد این حامل انرژی چندان اهمیت ندارد، زیرا با افزایش یک درصدی در شاخص قیمت حامل‌های دیگر انرژی، میزان تقاضا از انرژی الکتریکی کمتر از یک درصد افزایش می‌یابد. اما کشش درآمدی تقاضای انرژی الکتریکی از دو کشش دیگر بیشتر و اثرگذارتر است، مقدار عددی این کشش، ۰/۴۱۷ می‌باشد و بیانگر این موضوع است که با افزایش یک درصدی در ارزش افزوده این بخش، می‌توان به میزان ۰/۴۱۷ درصد تقاضا از انرژی الکتریکی را افزایش داد. بنابراین، این گونه می‌توان توجیه کرد که در بلندمدت با توجه به کارایی بالای انرژی الکتریکی در بخش صنعت، حذف یارانه‌های انرژی الکتریکی و افزایش قیمت آن تأثیر چندانی بر کاهش مصرف آن در بخش صنعت نخواهد داشت. می‌توان گفت یکی دیگر از دلایل آن نبودن جانشین مناسب برای انرژی الکتریکی در بخش صنعت است و این بخش برای ادامه فعالیت، همچنان انرژی الکتریکی را گزینه اول خود خواهد داشت حتی اگر افزایش قیمت‌های انرژی در این بخش به وجود آید. البته باید به این نکته توجه

معادله برآوردی، به بررسی رابطه همجمعی بین متغیرهای مدل می‌پردازیم.

**جدول ۴.** خودهمبستگی جملات پسماند، آزمون رمزی، نرمالیت و واریانس همسانی جملات پسماند

Test statistics	LM Version	F Version
A: Serial Correlation	CHSQ(1)=.932231 [0760]	F(1,19)=.057309 [.813]
B: functional Form	CHSQ(1)=2.1500[ 0507]	F(1,19)=1.6960[. 528]
C: Normality	CHSQ(2)=.08554[ 0825]	F(1,19)=.065015 [.751]
D: Heteroscedasticity	CHSQ(1)=.3297E- 3[.986]	F(1,19)=.3084E- 3[.986]

**ماخذ:** محاسبات تحقیق

با توجه به اینکه آماره به دست آمده از نظر قدرمطلق بالاتر از مقدار بحرانی<sup>۱</sup> ارائه شده توسط بنرجی، دولادو و مستر (۱۹۹۲) می‌باشد، بنابراین فرضیه  $H_0$  رد می‌شود، بدین ترتیب نتیجه می‌گیریم که یک رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای الگوی انرژی الکتریکی برقرار می‌باشد و رابطه بلندمدت تقاضای انرژی الکتریکی در بخش صنعت کاذب نیست. حال با اطمینان از وجود رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای الگو به برآورد ضرائب بلندمدت الگو می‌پردازیم که در جدول (۵) قابل مشاهده است.

**جدول ۵.** ضرائب بلندمدت تقاضای انرژی الکتریکی در بخش صنعت با استفاده از روش ARDL و ضابطه شوارتز- بیژین

متغیر وابسته	متغیرهای مستقل				
	LCELI	LPELI	LPE	LVI	LPOPI
عرض از مبدا					
Coefficient	-۰/۴۵۳	۰/۲۱۵	۰/۴۱۷	۰/۲۷۱	-۱/۸۹
Standard Error	۰/۱۰۹	۰/۱۱۸	۰/۱۴۵	۰/۰۹	۱/۴۷
T-Ratio	۴/۱۵	۱/۹	۲/۸۶	۳/۰۱	-۱/۲۸

**ماخذ:** محاسبات تحقیق

همان طور که نتایج به دست آمده نشان می‌دهند، فرضیه‌های پژوهش مبنی بر تأثیرپذیری تقاضای انرژی الکتریکی در بخش صنعت از قیمت این حامل، شاخص قیمت حامل‌های دیگر انرژی (به عنوان کالای جانشین)، ارزش افزوده این بخش و تعداد مشترکین انرژی الکتریکی در بخش صنعت مورد تأیید قرار می‌گیرند. در ادامه تابع تقاضای بلندمدت انرژی الکتریکی در بخش صنعت آورده شده است.

1. (-3.91)

نسبت به دو بخش دیگر باشد. در ادامه جهت مطالعه رفتار دینامیکی کوتاه‌مدت متغیرها و نشان دادن سرعت تعدیل به سمت تعادل بلندمدت در بین متغیرهای الگو به برآورد مدل با استفاده از الگوی تصحیح خطا می‌پردازیم. نتایج حاصل از تخمین مدل در جدول ۵ آورده شده‌اند.

**جدول ۷.** ضرائب کوتاه‌مدت مدل تقاضای برق با استفاده از روش تصحیح خطا

متغیرها	ضرایب	آماره‌ی T	خطای استاندارد
DLCBA1	-۰/۲۰۷	-۱/۶۶	۰/۱۲۴
DLCBA2	-۰/۲۱۳	-۲/۷۶	۰/۰۷۷
DLPBA	۰/۰۳۲	۱/۶۸	۰/۰۱۹
DLPBA1	-۰/۰۰۴	-۰/۱۹	۰/۰۲۱
DLPBA2	۰/۰۷۳	۳/۰۴	۰/۰۲۴
DLPE	۰/۰۱۰۹	۴/۷۳	۰/۰۰۲
DLPE1	-۰/۰۵۵	-۳/۴۳	۰/۰۱۶
DLY	۰/۲۶۱	۶/۵۲	۰/۰۰۴
DLY1	۰/۱۳۷	۲/۰۱	۰/۰۶۸
DLPOPCO	۰/۳۳۲	۳/۷۳	۰/۰۸۹
DINT	-۳/۲۶	-۳/۱	۱/۰۵۱
ECM(-1)	-۰/۴۵	-۶	۰/۰۷۵
R-Squared	۰/۹۳۵		
D.W	۲/۳۱		

#### ماخذ: محاسبات تحقیق

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود کلیه ضرایب از نظر آماری معنی‌دار و به لحاظ علامتی نیز موافق انتظار هستند. همچنین جمله ضریب تصحیح خطا، معنی‌دار می‌باشد. ضریب تصحیح خطا ۰/۴۵- برآورد شده است که نشان دهنده سرعت نسبتاً بالای تعدیل بوده و بیان می‌کند که هر سال ۴۵ درصد از عدم تعادل یک دوره در تقاضای برق یا همان مصرف برق، در دوره بعد تعدیل می‌شود.

پس از برآورد ضرایب الگوی تصحیح خطا به روش OLS، مجموعه‌ای از آزمون‌های تشخیص مورد استفاده قرار گرفته‌اند تا صحت و اعتبار رابطه برآورد شده از نظر آماری مورد ارزیابی واقع شود. این آزمون‌ها عبارتند از:

۱- آزمون باکس - پیرس (۱۹۷۰) براساس آماره Q به منظور آزمون پایایی جمله پسماند و مشاهده همبستگی نگار جمله پسماند.

۲- آزمون بروش - گادفری (۱۹۷۸) برای همبستگی پیایی از مرتبه K.

کرد که صنایع تا جایی قادر به تحمل این افزایش هزینه‌های انرژی هستند که در مجموع بتوانند سودآوری داشته باشند و در صورتی که افزایش هزینه‌های تولید ناشی از افزایش قیمت انرژی الکتریکی موجب منفی شدن سود آنها شود چاره‌ای جز خروج از صنعت و متوقف کردن فرایند تولید نخواهند داشت. اکنون به منظور بررسی رفتار دینامیکی کوتاه‌مدت متغیرها و مشخص نمودن سرعت تعدیل به سمت تعادل بلندمدت در بین متغیرهای الگو به برآورد مدل با استفاده از الگوی ECM، می‌پردازیم. نتایج به دست آمده از تخمین مدل در جدول (۶) آورده شده‌اند.

**جدول ۶.** ضرائب کوتاه‌مدت مدل تقاضای انرژی الکتریکی در بخش صنعت با استفاده از روش ECM

Regressor	Coefficient	Standard Error
LCELI(-1)	۰/۷۱	۰/۰۷۱
LPELI	-۰/۰۸۳	۰/۰۳۸
LPELI(-1)	۰/۱۵۴	۰/۰۳۹
LPE	-۰/۱۹۵	۰/۰۶۲
LPE(-1)	۰/۱۶۱	۰/۰۵۱
LVI	۰/۴۱۹	۰/۰۸۹
LVI(-1)	-۰/۳۹۹	۰/۰۹۲
LPOPI	۰/۰۴	۰/۰۲۲
LPOPI(-1)	۰/۰۱۴	۰/۰۲۹
LPOPI(-2)	۰/۰۸۲	۰/۰۲۸
INPT	۰/۵۴۹	۰/۴۹۴
R-Squared	۰/۹۹	
D.W	۱/۹	

#### ماخذ: محاسبات تحقیق

همان‌طور که ملاحظه می‌شود جمله ضریب تصحیح خطا، معنی‌دار می‌باشد. ضریب تصحیح خطا ۰/۲۸- برآورد شده است که نشان دهنده سرعت نسبتاً پایین تعدیل بوده و بیان می‌کند که هر سال ۲۸ درصد از عدم تعادل یک دوره در تقاضای انرژی الکتریکی در بخش صنعت یا همان مصرف انرژی الکتریکی در این بخش، در دوره بعد تعدیل می‌شود. به عبارت دیگر، برای تعدیل کامل نتایج حاصل از اجرای یک سیاست تقریباً ۴ سال لازم خواهد بود. در این بخش با اجرای سیاست‌های تقاضا، نمی‌توان به سرعت به اهداف مورد نظر دست یافت. به عبارت دیگر تفاوت اصلی این بخش با بخش کشاورزی و خانگی در این است که تغییرات تقاضای انرژی الکتریکی در این بخش در صورت تغییر متغیرهایی نظیر قیمت انرژی برای اینکه بتواند به خوبی خود را نمایش دهد به زمان بیشتری نیاز دارد و شاید دلیل آن هم عدم تحرک زیاد صنایع

- ۳- آزمون RESET رمزی (۱۹۶۰) برای صحت تصریح تابع.  
 ۴- آزمون جاکر - برا (۱۹۸۰) برای نرمال بودن توزیع جمله  
 ۵- آزمون ARCH برای خودهمبستگی پیاپی مشروط.  
 ۶- آزمون وایت برای واریانس ناهمسانی.  
 خطا.

### جدول ۸. آزمون‌های تشخیص

نوع آزمون	وقفه‌ها	آماره آزمون	سطح زیر منحنی پس از کمیت آماره آزمون	نتیجه آزمون
پایایی جملات خطا به روش لجانگ - باکس	۱ تا ۱۶	$[Q\epsilon / 0.4 و 10/5]$	$P=0.48 - 0.98$	جملات خطا پایا هستند
نرمال بودن توزیع جملات خطا به روش جاکر - برا	-	$X^2 = 0.49$	$P = 0.78$	جملات خطا دارای توزیع نرمال است
همبستگی پیاپی در جملات خطا به روش بروش - گادفری	۲	$F = 0.05$ $X^2 = 0$	$P = 0.94$ $P = 1$	جملات خطا دارای همبستگی پیاپی نیستند
واریانس ناهمسانی به روش وایت	-	$F = 0.51$ $X^2 = 7/2$	$P = 0.86$ $P = 0.78$	جملات خطا دارای واریانس ناهمسانی نیستند
واریانس ناهمسانی مشروط به همبستگی پیاپی (ARCH)	۱	$F = 0.80$ $X^2 = 0.83$	$P = 0.37$ $P = 0.35$	جملات خطا دارای واریانس ناهمسانی مشروط نیستند
درستی تصریح شکل الگو به روش رمزی	-	$F = 2/56$ $X^2 = 3/31$	$P = 0.12$ $P = 0.07$	شکل الگو به درستی تصریح شده است

### جدول ۹. روند مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای OECD

۲۰۱۰-۲۰۱۹	۲۰۰۰-۲۰۱۰	۱۹۹۰-۲۰۰۰	۱۹۸۰-۱۹۹۰	۱۹۷۰-۱۹۸۰	۱۹۶۰-۱۹۷۰	
۱/۹۸	۲/۱	۲/۸	۳/۱	۳/۱	۴/۹	رشد سالانه GDP
۱/۱	۱/۲	۱/۳۶	۱/۱	۱/۹	۵/۳	رشد مصرف انرژی
۰/۳۳	۰/۴۱	۰/۴۸	۰/۳۵	۰/۶۱	۱/۰۸	کشش تقاضای انرژی

آلات) به تدریج جایگزین نیروی کار انسانی شده و نقش آنها در هزینه تولید افزایش می‌یابد. در نتیجه در ابتدای راه مشاهده می‌شود که رشد اقتصادی منجر به رشد فزاینده مصرف انرژی الکتریکی در این کشورها می‌شود. اما به تدریج و پس از رسیدن به حد مشخصی از توسعه‌یافتگی، با استفاده از راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی و تغییر رویکرد صنعت از صنایع پرمصرف به صنایع تکنولوژیک، رشد مصرف انرژی در این کشورها تا حدودی کنترل شده و رشد اقتصادی با نرخ بیشتری نسبت به افزایش مصرف انرژی الکتریکی انجام شده است.

باید توجه داشت افزایش یا کاهش انرژی‌بری تولید، به هیچ وجه به معنای افزایش یا کاهش مصرف انرژی در اشکال مختلف مصرف آن مانند صنعت، مسکونی و ... نیست، زیرا ممکن است به رغم کاهش انرژی‌بری تولید، مصرف انرژی در واحدهای مسکونی و حمل و نقل افزایش یابد (این امر بیانگر این است که با افزایش صنعتی شدن کشورها، به دلیل افزایش

مجموعه آزمون‌های انجام شده بر این امر دلالت دارند که تابع پویای کوتاه‌مدت برآورد شده دارای هیچ گونه مشکل آماری نبوده و ضرایب آن کاملاً قابل اتکا است.

### ۴-۲- رشد اقتصادی و مصرف انرژی الکتریکی

برای بررسی رابطه رشد اقتصادی و مصرف انرژی الکتریکی به لحاظ تجربی و پی بردن به اینکه هنگام دستیابی به رشد، انرژی الکتریکی با چه آهنگی مصرف می‌شود، می‌توان از تحولات تاریخی شدت انرژی الکتریکی و همچنین کشش مصرف انرژی الکتریکی هنگام رشد اقتصادی استفاده کرد. با نگاهی به جدول (۹) درمی‌یابیم که کاهش رشد اقتصادی در کشورهای عضو OECD با کاهش مصرف انرژی همراه است. بخش قابل توجهی از مصرف انرژی در کشورهای در حال توسعه به طور عام و ایران به طور خاص به مصرف انرژی الکتریکی اختصاص دارد.

در فرایند صنعتی شدن دو عامل انرژی و سرمایه (ماشین

اگر تقاضای انرژی الکتریکی در بخش صنعت را به عنوان متغیر مصرف انرژی در این بخش (EU) در نظر بگیریم و تقاضای استخراج شده در این پژوهش را به جای آن جای‌گذاری کنیم خواهیم داشت:

$$GDP_i = 1.36 \times 10^9 + 23660(1.89 - 0.453LPELI + 0.215LPE + 0.417LVI + 0.271LPOPI) + 0.21AR(3)$$

عرض از مبدأ تابع عدد  $1/36 \times 10^9$  یعنی  $1/36$  میلیارد دلار است، بدان معنا که حتی اگر مصرف انرژی در ایران صفر هم باشد باز هم تولید ناخالص داخلی بخش صنعت  $1/36$  میلیارد دلار خواهد بود، زیرا این مصرف انرژی الکتریکی، مصارف اندازه‌گیری شده‌ای هستند که ممکن است بسیاری از فعالیت‌هایی که در تولید ناخالص داخلی وارد شده‌اند مستقیماً از آنها استفاده نکرده باشند، رابطه فوق نشان می‌دهد افزایش ۱ واحد (ده هزار کیلو وات ساعت) در مصرف انرژی الکتریکی می‌تواند تولید ناخالص داخلی را حدود ۲۳۶۶۰ دلار افزایش دهد. لذا به وضوح قابل تشخیص است که وجود منبع انرژی عامل بسیار حائز اهمیتی در راه رشد اقتصادی است، چرا که در ازای افزایش ۱ واحدی در مصرف انرژی، شاهد افزایش قابل توجهی در تولید ناخالص داخلی و لذا رشد اقتصادی خواهیم بود.

### ۵- بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج بدست آمده، بی‌کشمش بودن تقاضای برق نسبت به قیمت که در سایر مطالعات در ایران و سایر کشورها بدست آمده بود، در این مطالعه نیز تأیید گردید. نتایج بدست آمده مبین معنی‌دار بودن کلیه ضرایب در سطح پنج و ده درصد می‌باشد. نتایج حاصله نشان می‌دهد انرژی الکتریکی برای بخش صنعت کالایی کم‌کشش است.

لذا تغییرات قیمت آن نمی‌تواند تأثیر زیادی بر تقاضای آن در این بخش داشته باشد و مدیریت مصرف آن به جهت تنگناهایی که در تولید انرژی الکتریکی وجود دارد اساساً با اجرای سیاست‌های قیمتی در بخش صنعت چندان موفقیت‌آمیز نخواهد بود. با توجه به خروجی مدل و کشش جانشینی تقاضای انرژی الکتریکی که مبین این واقعیت است که جانشین مناسبی برای انرژی الکتریکی در بخش صنعت وجود ندارد می‌توان گفت مدیریت مصرف انرژی الکتریکی در سایر بخش‌های اقتصادی، بهبود تکنولوژی تولید در بخش صنعت، تلاش در راستای افزایش بهره‌وری تولید و مدیریت زمانی

سمت تقاضا، مصرف انرژی در جهت رشد اقتصادی افزایش پیدا می‌کند).

اگرچه مصرف انرژی در کشورهای توسعه یافته به شکل سرانه همواره روندی فزاینده داشته است، میزان انرژی‌بری (انرژی مصرف شده برای هر واحد محصول)، ابتدا روندی فزاینده داشته و بعد از رسیدن به آستانه معینی از توسعه، با نرخ کمتری افزایش یافته یا حتی سیر نزولی را طی کرده است. در مورد کشورهای در حال توسعه انتظار تکرار چنین روندهایی وجود دارد، اما موضوع مهم این است که در این کشورها آستانه کاهش انرژی‌بری به خوبی آشکار نیست.

تبیین رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی می‌تواند نقش بسزایی در تنظیم و تدوین سیاست‌های بخش انرژی ایفا کند. با توجه به ارتباط نزدیک بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران، تعیین کم و کیف رابطه بین این دو متغیر به تبیین سیاست‌های بخش انرژی کمک مؤثری می‌نماید. پژوهش که دامن کشیده (۱۳۹۲: ۴۶) نشان می‌دهد که رابطه مثبت و معنی‌داری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران برای افق چشم‌انداز ۱۴۰۴ وجود دارد.

با استفاده از مدل پانل دیتا، خروجی مدل برای کشور ایران به صورت زیر می‌باشد:

$$GDP = 6.8 \times 10^9 + 118304EU + 1.05AR(1)$$

ضریب مربوط به متغیر مصرف انرژی (EU) برابر با  $118304/80$  می‌باشد و نشان دهنده این است که افزایش یک واحدی در مصرف انرژی برای هر یک از کشورهای مورد بررسی، افزایش  $118304/80$  واحدی در تولید ناخالص داخلی آنها را در پی دارد. لذا رابطه مثبت و معناداری میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد.

بررسی سهم بخش‌های مختلف اقتصادی در ایران در چهل سال اخیر نشان می‌دهد که بخش صنعت تقریباً به طور میانگین حدود ۲۰ درصد سهم GDP کشور در این سال‌ها را شامل می‌شود<sup>۲</sup>. لذا می‌توانیم رابطه بالا را برای بخش صنعت به صورت زیر بنویسیم خواهیم داشت:

در این رابطه  $GDP_i$  سهم بخش صنعت از رشد اقتصادی ایران می‌باشد.

$$GDP_i = 1.36 \times 10^9 + 23660EU + 0.21AR(2)$$

۲. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، دورنمای رشد صنعتی در اقتصاد ایران، ۱۳۹۴

و امن است بسیار مهم است. نتیجه مطالعه نقش مؤثر و انکارناپذیر انرژی الکتریکی در این فرایند را تأیید می‌کند لذا لازم است تصمیم گیرندگان، تأمین انرژی الکتریکی با ثبات و با قیمت مناسب را جهت افزایش توان تولیدی و رقابتی این بخش در دستور کار قرار دهند.

چنگی آشتیانی، علی و جلویی، مهدی (۱۳۹۱). "برآورد تابع تقاضای برق و پیش‌بینی آن برای افق چشم‌انداز ۱۴۰۴ ایران و نقش آن در توسعه کشور با توجه به هدفمند شدن یارانه‌های انرژی". *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، دوره ۲، شماره ۷، ۱۰۱-۹۱.

دامن کشیده، مرجان (۱۳۹۲). "بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران". *فصلنامه سیاست‌های راهبردی و اقتصاد کلان*، سال اول، شماره ۲، ۷۸-۴۶.

رضایی، حسین و منظور، داود (۱۳۸۸). "مدل سازی تقاضای انرژی الکتریکی در کشور با رویکرد پویایی سیستمی". *هفتمین همایش ملی انرژی*.

سالنامه‌های آماری وزارت نیرو سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۴۶.

سلطانی، غلامرضا (۱۳۸۳). "تعیین نرخ بازدهی سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی". *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، شماره ۴۵، ۴۱-۱۹.

سلیمانی روزبهانی، مرتضی (۱۳۸۲). "ارزیابی و مقایسه بهره‌وری در بخش‌های مختلف شرکت سایپا و عوامل مؤثر بر آن". پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی.

شریفی، علیمراد و شاکری، ابودر (۱۳۹۰). "هدفمند کردن یارانه حامل‌های انرژی و تحلیل تقاضای پویای نهاده انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران". *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، سال یازدهم، شماره ۳، ۲۵-۱.

صلواتی‌نژاد، ایمان و اسماعیل‌نیا کتابی، علی‌اصغر (۱۳۹۳). "بررسی عوامل کوتاه‌مدت و بلندمدت مؤثر بر تقاضای انرژی الکتریکی در میان بخش‌های

مصرف در طول ساعت‌های شبانه روز می‌تواند راه‌کارهای پیشنهادی در مدیریت مصرف انرژی الکتریکی در بخش صنعت باشد. در بخش تولید و رشد اقتصادی از آنجا که روند صنعتی شدن و اساساً حرکت به سمت توسعه نیازمند تحرک و رشد مناسب تولیدات بخش صنعت است، موتور محرکه آن که انرژی ارزان

## منابع

آذربایجانی، کریم؛ شریفی، علی‌مراد و ساطعی، مهسا (۱۳۸۵). "برآورد تابع تقاضای انرژی الکتریکی در بخش صنعت کشور (۸۱-۱۳۴۶)". *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۷۳، ۱۶۶-۱۳۳.

آماده، حمید (۱۳۹۲). "تحلیل اقتصادسنجی تقاضای نفت گاز در زیربخش حمل و نقل جاده‌ای-مقایسه رهیافت هم‌انباشتگی و STSM". *فصلنامه اقتصاد انرژی*، شماره ۳۹، سال دهم، ۷۵-۵۱.

آمار تفصیلی صنعت برق ایران، ویژه مدیریت راهبردی، وزارت نیرو سال‌های ۹۷-۱۳۸۶.

باقرزاده، آرزو و امیرتیموری، سمیه (۱۳۸۸). "برآورد تابع تقاضای انرژی در بخش کشاورزی ایران". *هفتمین همایش ملی انرژی*.

جلایی، سید عبدالمجید؛ جعفری، سعید و انصاری لاری، صالح (۱۳۹۲). "برآورد تابع تقاضای برق خانگی در ایران با استفاده از داده‌های تابلویی استانی". *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، دوره ۲، شماره ۸، ۹۲-۶۹.

جلویی، مهدی (۱۳۸۸). "بررسی اثر حذف یارانه‌ها بر متغیرهای اقتصاد کلان در چارچوب یک الگوی اقتصادسنجی کلان ساختاری". پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه شهید بهشتی تهران.

جهانگرد، اسفندیار (۱۳۸۳). "ارزیابی آثار فناوری اطلاعات و ارتباطات ICT بر رشد اقتصادی و بهره‌وری صنایع کارخانه‌ای ایران". رساله دکتری. دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی.

جیمز، هندرسن و کوانت، ریچارد (۱۳۸۷). "تئوری اقتصاد خرد". ترجمه مرتضی قره‌باغیان و جمشید پژویان، انتشارات رسا.

- "دورنمای رشد صنعتی در اقتصاد ایران". موسوی اهرنجانی، پریسا؛ و قادری، سیدفرید و آزاده، محمدعلی (۱۳۸۶). "شبیه‌سازی تقاضای برق صنایع ایران با استفاده از سیستم داینامیک". نشریه دانشکده فنی، جلد ۴۱، شماره ۷، ۹۵۳-۹۴۳.
- مولایی، محمد و انتظار، ابوریحان (۱۳۹۸). "عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی فسیلی در بخش صنعت ایران". فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی، دوره هشتم، شماره ۳۰، ۱۹۳-۱۷۷.
- نوفرستی، محمد (۱۳۷۸). "ریشه واحد و هم‌جمعی در اقتصادسنجی". انتشارات مؤسسه رسا.
- نیکخواه جورشری، ابراهیم؛ عفت‌نژاد، رضا و هدایتی، مهدی (۱۳۹۷). "مدیریت تقاضای انرژی الکتریکی توسط مصرف‌کنندگان بزرگ صنعتی با استفاده از دسته‌بندی و زبردسته‌بندی‌های ویژه". فصلنامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی، دوره ۴، شماره ۱۳، ۱۹۷-۲۲۷.
- ورهرامی، ویدا و موحدیان، مهرنوش (۱۳۹۶). "برآزش تابع تقاضای برق بخش خانگی شهرستان‌های منتخب استان تهران با استفاده از روش پنل پویا". فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)، سال هفدهم، شماره ۲، ۱۴۴-۱۲۱.
- وزارت نیرو، سی و شش سال صنعت برق در آینه آمار ۸۲-۱۳۴۶.
- وزارت نیرو، معاونت امور انرژی، ترازنامه انرژی، سال‌های مختلف.
- مختلف اقتصادی کشور". کنفرانس بین‌المللی و آنلاین اقتصاد سبز، سال ۱۳۹۳.
- صمدی، سعید؛ شهیدی، آمنه و محمدی، فرزانه (۱۳۸۷). "تحلیل تقاضای برق در ایران با استفاده از مفهوم هم‌جمعی و مدل ARIMA (۸۸-۱۳۶۳)". مجله دانش و توسعه، سال پانزدهم، شماره ۲۵، ۱۳۶-۱۱۳.
- عباسی، ابراهیم و صفوی، درسا (۱۳۸۵). "برآورد مصرف انرژی الکتریکی". فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال سوم، شماره ۹، ۳۸-۱۳.
- عزتی، مرتضی (۱۳۷۶). "روش تحقیق در علوم اجتماعی، کاربرد در زمینه مسائل اقتصادی". تهران. دانشگاه تربیت مدرس. انتشارات مؤسسه تحقیقات اقتصادی.
- کارنامه سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۵ شرکت برق منطقه‌ای باختر.
- کاتوزیان، محمدعلی (۱۳۷۴). "ایدئولوژی و روش در اقتصاد". ترجمه م. قایدن، شر مرکز.
- لطفعلی‌پور، محمدرضا؛ فلاحی، محمدعلی و ناظمی معزآبادی، سیما (۱۳۹۴). "برآورد توابع تقاضای برق در بخش‌های خانگی و صنعتی ایران با بکارگیری الگوی سری زمانی ساختاری (STSM)". مجله مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، دوره ۴، شماره ۱۳، ۲۰۸-۱۸۷.
- مرکز آمار ایران، حساب‌های منطقه‌ای سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۳.
- مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۷۸). شاخص‌های بخش صنعت.
- مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۴). "Policy". PhD Thesis, Faculty of Economy, University of Tehran.
- Asgari, M. (2001). "The Estimation of Electricity Demand with Convergence Method in Iran, (2000-2004)". 16th International Electricity Conference
- Bandaranaike, R. & Munasinghe, M. (1983). "The Demand for Electricity Services and the Quality of Supply".
- Bartelsman, E. J. & Dhrymes. P. J. (1991). "Productivity Dynamics: U.S. Manufacturing Plants, 1972-86". Discussion paper 548, Columbia University.
- Aminifard, A. (2002). "The Estimation of Demand for Electricity at Homes in Iran: A Cointegration Approach (1967-1999)". M. A. Thesis (Economics), Shiraz University.
- Anderson, B. & Damsgaard, N. (2002). "Residential Electricity Use -Demand Estimation Using Swedish Micro Data". Stockholm School of Economics, Box 6501, S-11383 Stockholm, Sweden.
- Asgari, A. (2000). "Assessing Electricity Demand of Different Consuming Sectors and Investigating its Pricing

- Bentzen, J. & Engsted, T. (1993). "Short – and Long-Run Elasticities in Energy Demand: A Cointegration Approach". *Energy Economics*, 15(1), 9-16.
- Bentzen, J. & Engsted, T. (2001). "A Revival of the Autoregressive Distributed Lag Model in Estimating Energy Demand Relationships". *Energy*, 26(1), 45-55.
- Bjorner, T. B., Togeby, M. & Jensen, H. H. (2001). "Industrial Companies' Demand for Electricity: Evidence from a Micropanel". *Energy Economics*, 23(5), 595–617.
- Broadstock, D. C. & Lester C. H. (2010). "Quantifying the Impact of Exogenous Non-Economic Factors on UK Transport Oil Demand". *Energy Policy*, 38, 1669-1565.
- Cahyo, B. N., Setiawan, A. A., Wilopo, W. & Musyafiq, A. A. (2018). "Energy Demand and Supply Forecasting Based on Electricity Consumption Intensity and Production Capacity for Development of Operating Support in Headquarter of Indonesian National Army". *E3S Web of Conferences*, 73, 01004, ICENIS 2018.
- Chitnis, M. & Lester C. H. (2011) "Modelling UK Household Expenditure: Economic Versus Noneconomic Drivers". *Applied Economic Letters*, 18, 753-766.
- Darbellay Georges A. & Marek Slama (2000). "Forecasting the Short Term Demand for Electricity: Do Neural Network Stand a Better Chance?". *International Journal of Forecasting*, 16, 71-83.
- Erdogdu, E. (2007). "Electricity Demand Analysis Using Cointegration and ARIMA Modelling: A Case Study of Turkey". *Energy Policy*, 35, 1129–1146.
- Ettestol, I. (2002). "Estimating Residential Demand for Electricity with Smooth Transition Regression". *NTNU, Trondheim, Norway*.
- Haas, R. & Schipper, L. (1998). "Residential Energy Demand in OECD Countries and the Role of Irreversible Efficiency Improvements". *Energy Economics*, 20(4), 421–442.
- Jungcurt, S. (2019). "Global Energy Demand in 2018 Grew at Fastest Pace in a Decade". *SDG Knowledge Hub*, Available at: <https://sdg.iisd.org/news>.
- Kazemi, A. (1996). "Electricity Demand Analysis and Estimation in Household and Industrial Sectors". *MSc Thesis, Faculty of Economics, University of Tehran*.
- Kmershen, D. R. & Porter, D. V. (2004). "The Demand for Residential, Industrial and Total Electricity, 1973-1998". *Energy Economics*, 26(1), 87-100.
- Kumar Bose, R. & Shukla, M. (1999). "Elasticities of Electricity Demand in India". *Energy policy*, 27(3), 137-146.
- Liu, Z. (2015). "Supply and Demand of Global Energy and Electricity". *Global Energy Interconnection*, 2015, 101-182.
- Morales-Acevedo, A. (2014). "Forecasting Future Energy Demand: Electrical Energy in Mexico as an Example Case". *Energy Procedia*, 57, 782–790.
- Pokharel, Sh., Ahmade, A. A., Al-Ansari, F. A., Al Allaf, H., Daneshvar, M. & AbdelQadir, A. M. (2012). "Energy Modeling for Policy Analysis, Proceedings of the 3rd International Gas Processing Symposium". March 5-7, Qatar.
- Criss, P. C. & White, M. W. (2001). "Household Electricity Demand, Revisited". *University of Cambridge, Working Paper, No.8687*.
- Sa'ad, S. (2011). "Underlying Energy Demand Trends in South Korean and Indonesian Aggregate Whole Economy and Residential Sectors". *Energy Policy*, 39, 40-46.

- Sadeghi, N. (2003). "Forecasting Electricity Consumption Through Economics Models". *MSc Thesis, Faculty of Economics, University of Tehran*.
- Saffaripour Isfahani, M. (1999). "Electricity Demand View & Country's Required Potential Competence of Powerhouse in 3<sup>rd</sup> Plan". *3<sup>rd</sup> National Congress of Iran's Energy*.
- Tabrizian, B. (1997). "Estimatin of Electricity Consumption in Iran and Comparingit with that of OECD Countries". *MSc thesis, Faculty of Economics, University of Tehran*.
- Yumurtaci, Z. & Asmaz, E. (2004). "Electric Energy Demand of Turkey for the Year 2050". *Energy Sources*, 26, 1157–1164.

#### COPYRIGHTS



© 2021 by the authors. Lisensee PNU, Tehran, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY4.0) (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)