فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی/ سال دهم / شماره‌ی ۴۰/ بهار ۱۳۹۳/ صفحات ۲۰ - ۱

# مقایسه‌ی تقاضای خانگی برق استان‌های سرد و گرم

**تیمور محمدی**

**استادیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی mohammadi. teymoor@gmail. com**

**مهدیه کروکی*[1]**

**کارشناس ارشد اقتصاد mahdiyeh. korooki@yahoo. Com**

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۹/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۴/۰۳

## چکیده

با توجه به وجود اقلیم‌های متفاوت در کشور ما، الگوهای تقاضای متفاوتی برای انـرژی بـرق مطرح می‌شود. از این رو در این پژوهش به برآورد و مقایسه‌ی تابع تقاضای خانگی برق برای دو گروه استان‌های سردتر و گرم‌تر از میانگین کشوری پرداخته شده است. در گروه استان‌های گرم ۱۵ استان و در گروه استان‌های سرد ۱۳ استان جای گرفته‌اند. معیار این گروه بنـدی متوسـط دمای سال ۱۳۸۸کل کشور بوده است. دوره‌ی مطالعه ما سال‌هـای ۱۳۸۸-۱۳۷۹ بـوده وبـرای تخمین مدل از روش پانل دیتا پویا (GMM) شده است. این روش روی تابع تقاضایی که انـرژی به شکل صریح در تابع مطلوبیت وارد شده اعمال شده است. نتایج مطالعه نشـان مـی‌دهـد کـه کشش پذیری تقاضای خانگی برق استان‌های گرم نسبت به مصـرف بـرق دوره‌ی قبـل، درآمـد، قیمت برق، متوسط دمای بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۰/۷۶، ۰/۱۳، ۰/۱۹-، ۰/۲۶-، ۰/۴۷، ۰/۱۹-، ۰/۰۸ و در گروه استان‌های سرد بـه ترتیـب ۰/۶۴، ۰/۱۸، ۰/۳۲-، ۰/۲۷-، ۰/۲۹، ۰/۲۹-، ۰/۰۳ می‌باشد.

**طبقه بندی JEL :** $C_{33}$ ,$Q_{41}$

**کلید واژه** : تقاضای خانگی برق، استان‌های سرد و گرم، GMM

---

*- نویسنده مسئول

## ۱- مقدمه

تقاضای انرژی نقش مهمی را به عنوان یک عامل اساسی در توسعه‌ی اقتصادی و هم چنین مباحث مربوط به ملاحظات زیست محیطی ایفا می‌کند. با توجه به وابسته بودن اقتصاد هر جامعه به انرژی و هم‌چنین با در نظر گرفتن محدودیت منابع انرژی و رشد روز افزون تقاضای آن، امروزه طرح‌های مدیریت مصرف و تقاضا نقش مهمی را در برنامه‌ریزی‌های بلندمدت کشورها ایفا می‌کنند، بنابراین مسأله‌ی کاهش و منطقی کردن مصرف انرژی در سال‌های اخیر یکی از اهداف اساسی دولت‌ها در کشورهای مختلف بوده است.

بخش برق نیز به عنوان یکی از حامل‌های انرژی با نقش روز افزون خود در اقتصاد جهانی و نقش چند گانه‌ی آن در تولید و مصرف از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد، که تمام فعالیتها به طور مستقیم و غیر مستقیم به آن مربوط می‌شود، بنابراین پیش بینی تقاضا برای آن و برآورد نوسانات مصرف آن در تحقیقات جایگاهی ویژه به خود می‌گیرد. هم‌چنین در میان سرفصل‌های مختلف مصرف انرژی، بخش خانگی دارای اهمیت و حساسیت خاصی است، زیرا موضوع الگوی مصرف و افزایش بهره‌وری انرژی به طور مشخص با فرهنگ استفاده‌ی درست خانوارها از انرژی در ارتباط مستقیم است. برای مدیریت مصرف انرژی در هر بخش از جمله بخش خانگی شناخت الگوی مصرفی در هر کدام از این بخش‌ها ضروری به نظر می‌رسد. از این رو در این تحقیق تقاضای خانگی انرژی برق را مورد بررسی قرار گرفته است.

هدف اصلی این مقاله برآورد تابع تقاضای برق برای دو گروه استان‌های سردتر و گرم‌تر از میانگین کشوری و مقایسه‌ی آن برای این دو گروه استان‌ها برای انجام بهتر سیاست‌گذاری‌ها می‌باشد. مقاله‌ی حاضر در پنج بخش ارائه شده است. در بخش دوم مبانی نظری تابع تقاضای خانگی برق ارائه خواهد شد. بخش سوم به پیشینه‌ی تحقیق و مطالعات انجام شده در زمینه‌ی تقاضای برق در داخل و خارج از کشور می‌پردازد. در بخش چهارم روش شناسی تحقیق ارائه می‌شود. بخش پنجم به تخمین مدل وتفسیر نتایج آن اختصاص دارد و در بخش آخر نتایج بحث و پیشنهادها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## ۲- مبانی نظری [۱]

در این بخش، انرژی برق وارد تابع مطلوبیت خانوار و قید بودجه وی شده و در نهایت به تابع تقاضای برق بر مبنای حداکثر سازی رفاه خانوار پرداخته می‌شود. رفتار مصرف‌کنندگان انرژی در بخش خانگی، از این نقطه نظر مورد بررسی قرار می‌گیرد که در آن هر مصرف کننده، خواهان حداکثر کردن مطلوبیتش با توجه به محدودیت بودجه‌اش می‌باشد. این مطلوبیت تابعی از کالاها و خدماتی (از جمله انرژی) است که مصرف می‌کنند. در واقع معادله‌ی تقاضای مصرف‌کنندگان برای یک کالا از جمله انرژی، از تحلیل حداکثر کردن تابع مطلوبیت نشأت می‌گیرد. در این معادله، تقاضا برای انرژی به صورت تابعی از قیمت انرژی، قیمت سایر انواع انرژی، درآمد، حجم و تعداد وسایل مصرف‌کننده‌ی انرژی، درجه‌ی حرارت و عوامل شکل‌دهنده‌ی ترجیحات مصرف‌کنندگان تعریف می‌شود. حال این تابع تقاضا را می‌توان با استفاده از تکنیک‌های متداول اقتصادسنجی، برآورد و آزمون کرد.

بر اساس تئوری مصرف کننده، تابع مطلوبیت فرد برای کالاهای مختلف، تحت محدودیت بودجه‌ی او به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$u = u(x_1, x_2 \ldots\ldots, x_n, z) \qquad (1)$$

$$i = 1, 2, \ldots\ldots, n$$

$$y \geq p_i x_i$$

$$x_i = x_i(p_1, p_2, \ldots\ldots, p_n, y) \qquad (2)$$

که با توجه به این تابع، تقاضای برق خانگی را به عنوان یک کالا از تابع مذکور می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$x_{er} = x_{er}(p_e, p_s, p, y, z) \qquad (3)$$

که اندیس er به مفهوم برق خانگی است و $p_e$ قیمت برق، $p_s$ قیمت انرژی‌های جایگزین، p شاخص قیمت متوسط سایر کالاها، y درآمد و z سایر متغیرهای مؤثر بر تقاضای برق است. فرض می‌کنیم تابع مطلوبیت مصرف کننده برق خانگی به صورت زیر باشد:

$$u = u(B, N) \qquad (4)$$

---

۱- رجوع کنید به: محمدی، تیمور، (۱۳۷۹)، قیمت‌گذاری بهینه‌ی رمزی در صنعت برق ایران، پایان نامه‌ی دکتری، دانشگاه علامه طباطبایی.

به طوری که:

$$N = N(er, s)$$

و با محدودیت بودجه‌ی زیر:

$$y = p_b B + p_e x_{er}$$

که در آن B مقادیر مصرف کالاها و خدمات بـه جـز انـرژی، N مقـادیر کـل انـرژی مصرف شده، شامل انرژی برق $(x_{er})$ و انرژی‌های جایگزین (s) و y مقدار درآمـد، $p_e$ قیمت انرژی برق، $p_b$ قیمت کالاها و خدمات به جـز انـرژی و $p_s$ قیمـت انـرژی‌هـای جایگزین است. با توجه به شرط حداکثر سازی مطلوبیت خواهیم داشت:

$$\max L = u\left[B, N(x_{er}, s)\right] + \mu\left[Y - p_b B - p_e x_{er} - p_s s\right] \qquad (۵)$$

در این‌جا $\mu$ ضریب معادله‌ی لاگرانژ است.

با توجه به شروط اولیه‌ی حداکثرسازی[1] از تابع فوق خواهیم داشت:

$$\frac{(\delta u / \delta B)}{p_b} = \frac{\left[(\delta u / \delta N).(\delta N / \delta s)\right]}{p_s}$$

$$\frac{(\delta N / \delta s)}{(\delta N / \delta x_{er})} = \frac{p_s}{p_e} \qquad (۶)$$

هم‌چنین فرض می‌کنیم شکل تابع مطلوبیت مصرف کننده با توجه به روابط فوق بـه صورت زیر باشد:

$$u = B^{f_1} N^{f_2}$$

$$N = e^{(s^{g_1} \cdot x_{er}^{g_2})}$$

که در آن $f_1, f_2, g_1, g_2$ پارامترها هستند. از این تابع با توجه به محدودیت بودجه و بر اساس شروط اولیه مشتق‌گیری خواهیم داشت:

$$\max u = B^{f_1} N^{f_2}$$

$$s.t: N = e^{(s^{g_1} \cdot x_{er}^{g_2})}$$

$$y = p_b B + p_s s + p_e x_{er} \qquad (۷)$$

و بر اساس معادله‌ی لاگرانژ داریم:

$$\max L = [B, N(x_{er}, s)] = \mu[y - p_b B - p_s s - p_e x_{er}] \qquad (۸)$$

1- First Order Condition (F.O.C)

$$= B^{f_1} e^{f_2 (s^{g_1} x_{er}^{g_2})} + \mu(y - p_b B - p_s s - p_e x_{er})$$

با مشتق‌گیری از تابع فوق خواهیم داشت:

$$\frac{\delta L}{\delta B} = f_1 B^{f_1 - 1} e^{f_2 (s^{g_1} x_{er}^{g_2})} - \mu p_b = 0 \qquad (9)$$

$$\frac{\delta L}{\delta s} = B^{f_1} g_1 f_2 s^{g_1 - 1} x_{er}^{g_2} e^{f_2 (s^{g_1} x_{er}^{g_2})} - \mu p_s = 0 \qquad (10)$$

$$\frac{\delta L}{\delta x_{er}} = B^{f_1} g_2 f_2 s^{g_1} x_{er}^{g_2 - 1} e^{f_2 (s^{g_1} x_{er}^{g_2})} - \mu p_e = 0 \qquad (11)$$

$$\frac{\delta L}{\delta \mu} = y - p_b B - p_s s - p_e x_{er} = 0 \qquad (12)$$

با توجه به روابط (۹) الی (۱۱) مقادیر S,B را بر حسب مشتقات مورد نظر به دست می‌آوریم و در نهایت با جایگزینی در رابطه‌ی (۱۲) خواهیم داشت:

$$y - \underbrace{\frac{f_1 g_2^{g_1 - 1} p_s^{g_1}}{f_2 g_1^{g_1} p_e^{g_1 - 1} x_{er}^{(g_1 + g_2 - 1)}}}_{(A)} - \underbrace{\frac{g_1 x_{er} p_e}{g_2}}_{(B)} - x_{er} p_e = 0 \qquad (13)$$

رابطه‌ی (۱۳) را به دو جزء A و B تفکیک می‌کنیم. اما برای رسیدن و به دست آمدن تابع تقاضای برق $(x_{er})$ دو مرحله‌ی زیر را نیز باید دنبال کنیم:

مرحله‌ی اول:

$$\max u = B^{f_1} N^{f_2}$$
$$s.t: y = Bp_b + Np_N \qquad (14)$$

که در این رابطه‌ی داریم:

$$Np_N = sp_s + x_{er} p_e \qquad (15)$$

با حداکثر کردن تابع مطلوبیت فوق و با در نظر گرفتن محدودیت بودجه خواهیم داشت:

$$\max V = B^{f_1} N^{f_2} + \theta(y - Bp_b - Np_N) \qquad (16)$$

با مشتق‌گیری از رابطه‌ی فوق داریم:

$$\frac{\delta V}{\delta B} = 0, \quad \frac{\delta V}{\delta N} = 0, \quad \frac{\delta V}{\delta \theta} = 0 \qquad (17)$$

که می‌توان مقدار $Np_N$ را به صورت رابطه‌ی (۸) به دست آورد:

$$Np_N = Y[\frac{f_۲}{f_۱ + f_۲}] \qquad (۱۸)$$

مرحله‌ی دوم:

با توجه به مقدار $Np_N$ یک بار دیگر تابع زیر را تشکیل داده و حداکثر می‌کنیم:

$$N = e^{(sg_۱ x_{er}^{g_۲})} \qquad (۱۹)$$

$$s.t: Np_N = y[\frac{f_۲}{f_۱ + f_۲}] = sp_s + p_e x_{er}$$

در نتیجه داریم:

$$\max z = e^{sg_۱ x_{er}^{g_۲}} + \gamma[y\frac{f_۲}{f_۱ + f_۲} - sp_s - p_e x_{er}] \qquad (۲۰)$$

آنگاه با مشتق‌گیری از تابع فوق خواهیم داشت:

$$\frac{\delta z}{\delta s} = ۰ \qquad (۲۱)$$

$$\frac{\delta z}{\delta x_{er}} = ۰$$

$$\frac{\delta z}{\delta \gamma} = ۰$$

که در نهایت به رابطه‌ی زیر خواهیم رسید:

$$y[\frac{f_۲}{f_۱ + f_۲}] - [\frac{g_۱ p_e x_{er}}{g_۲}] - p_e x_{er} = ۰ \qquad (۲۲)$$

با توجه به رابطه‌ی (۱۳)، از آن جایی که در روابط (۱۳) و (۲۲) $B = B'$ است، پس باید $A = A'$ باشد، بنابراین خواهیم داشت:

$$y[\frac{f_۲}{f_۱ + f_۲}] = y - \frac{f_۱ g_۲^{g_۱ - ۱} p_s}{f_۲ g_۱^{g_۱} p_e^{g_۱ - ۱} x_{er}^{g_۱ + g_۲ - ۱}} \qquad (۲۳)$$

با توجه به رابطه‌ی فوق و پس از ساده‌سازی، مقدار $x_{er}$ به عنوان تابع تقاضای برق در بخش خانگی به صورت زیر حاصل خواهد شد:

$$x_{er} = \left[\left[\frac{f_۱ + f_۲}{f_۱}\right]\left[\frac{f_۱ g_۲^{g_۱ - ۱}}{f_۲ g_۱}\right]\right]^{\frac{۱}{g_۱ + g_۲ - ۱}} \qquad (۲۴)$$

$$p_s^{\frac{1}{g_1+g_2-1}} . p_e^{\frac{1-g_1}{g_1+g_2-1}} . y^{\frac{-1}{g_1+g_2-1}}$$

در نهایت می‌توان رابطه‌ی فوق را به صورت زیر استخراج کرد:

$$x_{er} = k\, p_s^{t_1} p_e^{t_2} y^{t_3} \qquad (۲۵)$$

$$k = \left[\left[\frac{f_1+f_2}{f_1}\right]\left[\frac{f_1\, g_2^{g_1-1}}{f_2\, g_1}\right]\right]^{\frac{1}{g_1+g_2-1}}$$

که در آن داریم:

$$t_1 = \frac{1}{g_1+g_2-1} \qquad t_2 = \frac{1-g_1}{g_1+g_2-1} \qquad t_3 = \frac{-1}{g_1+g_2-1}$$

در تابع تقاضای به دست آمده ضرایب $t_1, t_2, t_3$ کشش‌های خودی، جانشینی و درآمدی هستند. حال اگر از طرفین رابطه‌ی (۲۵) لگاریتم بگیریم، داریم:

$$\ln x_{er} = \theta + t_1 \ln p_s + t_2 \ln p_e + t_3 \ln y \qquad (۲۶)$$

$$\theta = \ln k$$

مشکلی که در این‌جا مطرح است ثابت ماندن کشش‌ها در این مدل می‌باشد (مدل با کشش ثابت)، یعنی فرض بر این است که در طول دوره کشش‌ها ثابت هستند، ولی در عمل ممکن است کشش‌ها در طول زمان تغییر کنند. برای برطرف کردن این مشکل، به‌ویژه برای کشش قیمتی تقاضا از یک فرض استفاده می‌شود که نشان می‌دهد کشش قیمتی با مقدار تقاضا ارتباط دارد و تغییر می‌کند و این در عمل به واقعیت تغییرات تقاضا نسبت به قیمت نزدیک‌تر است.

فرض : $t_2 = n_0 + n_1 \ln p_e$

حال با این فرض مقدار $t_2$ را در رابطه‌ی قرار می‌دهیم در نتیجه خواهیم داشت:

$$\ln x_{er} = \theta + t_1 \ln p_s + n_0 \ln p_e + n_1 (\ln p_e)^2 + t_3 \ln y \qquad (۲۷)$$

چون دسترسی و اندازه‌گیری موجودی لوازم برقی کار مشکلی است، با الهام از مطالعات فیشر و کیسن و تایلر و دیگران، تا زمانی که اطلاعات مربوط به موجودی لوازم برقی در دسترس نیست، روش‌های تحقیقی دیگری را باید مورد استفاده قرار داد. در این روش‌ها باید یک تمایز بین مصرف واقعی و مطلوب یا تعادلی بلندمدت قائل شد.

در این روش، اثرات درآمد و قیمت‌ها و دیگر عوامل تأثیرگذار بر مصرف برق مورد بررسی قرار می‌گیرد و برای ارائه‌ی یک روش تجربی از یک چهارچوب مدل تعدیل جزئی استفاده می‌شود.

چون موجودی واقعی لوازم برقی، به ندرت در بلندمدت ثابت است، مصرف واقعی، از مصرف مطلوب متفاوت خواهد بود. مصرف‌کنندگان نیز کوشش می‌کنند مصرف واقعی خود را به سطح مصرف مطلوب برسانند. از این رو مدل تعدیل جریان جزئی، نیازی به موجودی لوازم برقی ندارد، بنابراین به تبعیت از مطالعاتی که تایلر، فیشر و کیسن انجام داده‌اند مدل تعدیل جریان جزئی به صورت لگاریتمی در نظر گرفته می‌شود و در این مدل، همان‌طور که گفته شد تعادل بلندمدت بر اساس برابری مقادیر واقعی و مطلوب مصرف برق تعریف می‌شود. اگر فرض کنیم که یک فرد یا یک خانوار به سرعت نمی‌تواند خود را با شرایط مطلوب وفق دهد، باید بپذیریم که این کار را به تدریج و تحت یک فرایند تعدیل جریان جزئی انجام می‌دهد.

اگر سطح مطلوب تقاضای برق با $x^*_{er}$ نشان داده شود، فرایند تعدیل جریان را می‌توان به صورت لگاریتمی همانند زیر نوشت:

$$\ln x_{er} - \ln x_{er,t-1} = \gamma(\ln x^*_{er,t} - \ln x_{er,t-1}) \qquad (۲۸)$$

که در آن $\gamma$ سرعت تعدیل است و $0 \le \gamma \le 1$ می‌باشد. اگر $\gamma = 1$ باشد، از نظر ساختاری، افراد توانایی این را دارند که مصرف زمان حال خود را در همین زمان به حد مطلوب برسانند، اما اگر $\gamma = 0$ باشد، یعنی این که از نظر ساختاری این امکان وجود ندارد که تغییری در میزان مصرف رخ دهد. اما تجربیات نشان می‌دهد که به هر حال $0 < \gamma < 1$ است و در نتیجه در هیچ کدام از دو کرانه قرار ندارد. بنابراین، منطقی به نظر می‌رسد که متغیر تأخیری مصرف برق را نیز برای برآورد مصرف آن در نظر گرفت و بدین ترتیب با جای‌گذاری رابطه‌ی (۲۷) به عنوان سطح مطلوب مصرف برق در رابطه‌ی (۲۸)، می‌توان تقاضای واقعی برق خانگی را به صورت لگاریتمی به شرح زیر به دست آورد:

$$\ln x_{er,t} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln p_{s,t} + \alpha_2 \ln p_{e,t} + \alpha_3 (\ln p_{e,t})^2 + \alpha_4 \ln y_t + \alpha_5 \ln x_{er,t-1} \qquad (۲۹)$$

که در این رابطه‌ی مقادیر ضرایب عبارتند از:

$$\alpha_0 = \gamma\theta \quad \alpha_1 = \gamma t_1 \quad \alpha_2 = \gamma n_0 \quad \alpha_3 = \gamma n_1 \quad \alpha_4 = \gamma t_3 \quad \alpha_5 = 1-\gamma$$

بنابراین تقاضای واقعی خانگی $(x_{er})$، تابعی از قیمت واقعی برق خانگی $(p_e)$، درآمد

واقعی خانوارها، مقدار مصرف برق در دوره‌ی قبل $(x_{er,t-1})$، قیمت واقعی سوخت‌های جانشین می‌باشد. البته مطالعات تجربی موجود، طیف وسیعی از مطالعات تقاضای برق را پوشش می‌دهد که دامنه‌ی آن شامل مطالعاتی است که تقاضای برق را تابعی از قیمت برق، قیمت کالای جانشین و سطح درآمد می‌دانند تا آن‌هایی که بسیاری از عوامل اقتصادی و غیراقتصادی از جمله رشد اقتصادی، متغیرهای جمعیتی، شرایط آب و هوایی و... را نیز شامل می‌شوند. از این رو در مدل مذکور می‌توان در صورت ضرورت از متغیرهای دیگر استفاده کرد.

## ۳- پیشینه‌ی تحقیق

به منظور بررسی پیشینه‌ی مطالعاتی تحقیق حاضر بررسی‌های لازم در دو بعد مطالعات داخلی و خارجی انجام گرفته است. ابتدا مطالعات داخل کشور در زمینه‌ی تقاضای برق و سپس مطالعات خارجی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

هادیان (۱۳۷۶)، کشش‌های قیمتی و درآمدی تقاضای خانگی برق را برای استان همدان برآورد کرده‌اند. یافته‌های مطالعه او نشان می‌دهد که این کشش‌ها به ترتیب ۰/۴۵- و ۱/۰۳ بوده‌اند.

زمانی (۱۳۷۷)، تقاضای برق خانگی استان لرستان را بررسی نمود. نتایج مطالعه او نشان داده‌است که کشش قیمتی، کشش درآمدی، هم‌چنین کشش تقاضای خانگی برق نسبت به مصرف دوره‌ی قبل، به ترتیب برابر با ۰/۰۸- و ۰/۰۸ و ۰/۸ بوده است.

در ادامه‌ی این تحقیقات صادقی (۱۳۸۲) تابع تقاضای برق خانگی را برای کل کشور تخمین زده است. وی تقاضای برق خانگی را تابعی از قیمت واقعی برق، میانگین وزنی قیمت فرآورده‌های نفتی، تعداد مشترکین برق و تولید ناخالص داخلی در نظر گرفته‌اند. کشش قیمتی، کشش درآمدی و کشش جانشینی تقاضای خانگی برق در تحقیق او به ترتیب ۰/۲۶-، ۰/۲۹ و۰/۰۸ محاسبه شده است.

رسولی نصرآبادی (۱۳۸۳)، تابع تقاضای خانگی برق استان هرمزگان را برای دوره‌ی زمانی ۱۳۸۲-۱۳۷۱ برآورد کرده و نشان داده است که کشش قیمتی و کشش درآمدی تقاضای خانگی برق این استان در این دوره به ترتیب ۰/۴۳- و ۰/۳۳ بوده است.

اصغری (۱۳۸۴)، تابع تقاضای برق خانگی استان تهران را با استفاده ازروش GLS[1] و اطلاعات دوره‌ی زمانی ۱۳۸۲-۱۳۵۰ تخمین زده است. او تقاضای برق خانگی استان تهران را تابعی از قیمت متوسط برق خانگی، قیمت متوسط وزنی حامل‌های جانشین انرژی برق در بخش خانگی، هزینه‌ی خانوارهای استان تهران (به دلیل غیرقابل اعتماد بودن آمار درآمد خانوارها، هزینه‌ی خانوار جانشین آن شده است)و مصرف برق دوره‌ی قبل در نظر گرفته و کشش‌های قیمتی، درآمدی و جانشینی تقاضای برق استان تهران را به ترتیب برابر با ۰/۳۱-، ۰/۴۲ و۰/۱ محاسبه کرده است. هم‌چنین طبق محاسبات او کشش تقاضای خانگی برق استان تهران نسبت به مصرف برق دوره‌ی قبل برابر با ۰/۷۲ بوده است.

عبدخانی (۱۳۸۵)، تابع تقاضای برق خانگی استان ایلام را با استفاده از روش OLS[2] برآورد کرده است، او با در نظر گرفتن این‌که تقاضای خانگی برق استان ایلام تابعی از قیمت واقعی برق بخش خانگی، درآمد واقعی خانوار، قیمت واقعی سوخت‌های جایگزین و تعداد مشترکین بخش خانگی می‌باشد، کشش‌های قیمتی، درآمدی و جانشینی تقاضای برق خانگی این استان را به ترتیب ۰/۷۵- ، ۰/ ۲۸ و۰/۵۶ محاسبه کرده است.

پاکروان (۱۳۸۷)، تابع تقاضای برق خانگی استان آذربایجان غربی را برای دوره‌ی ۱۳۸۴-۱۳۶۰ و با روش OLSتخمین زده است. او نیز تقاضای برق در بخش خانگی این استان را تابعی از متغیرهای قیمت واقعی برق، مصرف برق دوره‌ی قبل، تعداد مشترکین خانگی و هزینه‌ی خانوارها در نظر گرفته است.

انریکادیسیان[3] (۲۰۰۶)، تقاضای خانگی برق را برای دوگروه کشورهای سرد و گرم تخمین زده است. او از متغیرهای مصرف برق دوره‌ی قبل، درآمد، قیمت برق و متوسط دمای بهار، تابستان، پاییزو زمستان برای تخمین این تابع استفاده کرده است. نتایج مطالعه او نشان می‌دهد که کشش پذیری تقاضای خانگی برق کشورهای گرم نسبت به مصرف برق دوره‌ی قبل، درآمد، قیمت برق، متوسط دمای بهار، تابستان، پاییز، زمستان، به ترتیب ۰/۹۵، ۰/۰۹، ۰/۰۲، ۱/۱۷، ۰/۳۹، ۰/۷۱- و ۰/۱ و برای کشورهای سرد به ترتیب ۰/۸۵، ۰/۱۵، ۰/۰۳، ۰/۲-، ۰/۳۷-، ۰/۱۲ و ۰/۰۷- می‌باشد.

1- Generalized Least Squares
2- Ordinary Least Squares
3- Enrica Decian

اسمیت و نارایان [۱] (۲۰۰۷)، مصرف برق خانگی کشورهای G7[۲] را مورد بررسی قرار داده‌اند. آن‌ها کشش‌های قیمتی و درآمدی مصرف برق خانگی این کشورها را محاسبه و در نهایت پیش‌بینی کرده‌اند که سیاست‌های قیمتی و درآمدی در بلندمدت بر مصرف برق این کشورها بی‌اثرند.

زیرامبا[۳] (۲۰۰۸)، تابع تقاضای برق خانگی آفریقای جنوبی را با استفاده از داده‌های ۲۰۰۵-۱۹۷۸ تخمین زده است. او کشش‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت درآمدی و قیمتی را در این دوره محاسبه کرده است. . کشش درآمدی بلندمدت و کوتاه‌مدت به ترتیب ۰/۳۱ و۰/۳۰ و کشش‌های قیمتی بلندمدت و کوتاه‌مدت به ترتیب ۰/۰۴- و ۰/۰۲- بوده است.

سلیمان سعید[۴] (۲۰۰۹)، تقاضای برق خانگی کره‌ی جنوبی را با استفاده از داده‌های ۲۰۰۷-۱۹۷۳ تخمین زده است. کشش‌های بلندمدت قیمتی و درآمدی تخمینی توسط او برای این کشور به ترتیب ۰/۲۷- و ۱/۳۳ بوده است.

گنز و آلبرنی[۵] (۲۰۱۱)، تقاضای خانگی برق ایالات متحده‌ی آمریکا را با استفاده از داده‌های دوره‌ی ۲۰۰۷-۱۹۹۷ تخمین زده‌اند. کشش قیمتی تقاضای تخمین زده توسط آن‌ها در محدوده ۰/۸۶- و ۰/۶۶- بوده است.

## ۴- روش شناسی تحقیق

این تحقیق از نظر روش علّی می‌باشد هم‌چنین نتایج آن می‌تواند برای سیاست‌گذاری‌های بهینه سازی الگوی مصرف برق در جامعه مورد استفاده قرار گیرد. داده‌های این تحقیق بر اساس اطلاعات دوره‌ی زمانی ۱۳۸۸-۱۳۷۹ استان‌های کشور می‌باشد، که از منابع آماری سازمان توانیر، سالنامه‌های آماری استانی و کشوری و ترازنامه‌های انرژی کشور جمع‌آوری شده است.

---

1- Smyth and Narayan

۲- کشورهای فرانسه، آلمان، بریتانیا، ایتالیا، ژاپن، آمریکا و کانادا این گروه را تشکیل می‌دهند. این گروه در اواسط دهه‌ی ۷۰ برای غلبه بر بحران‌های اقتصادی جهان تشکیل شده است.

3- Ziramba

4- Suleiman Saaid

5- Ganz and Alberini

### *معرفی متغیرها و الگوی تحقیق*

در رابطه با ساختار تابع تقاضای برق بیش‌تر محققان متغیرهای قیمت برق، درآمد و قیمت انرژی‌های جانشین برق را به عنوان متغیرهای اصلی جهت بررسی کشش‌های قیمتی، درآمدی و متقاطع و متغیرهای غیراقتصادی مانند تعداد مشترکین برق و شاخص‌های آب و هوایی را نیز در نظر گرفته‌اند و برخی از محققان دیگر به دلیل عدم جانشینی برق با انرژی‌های دیگر به دلیل عواملی از قبیل کیفیت، دوام و به خصوص دسترسی متفاوت این انرژی‌ها از لحاظ کردن متغیر کالای جانشین اجتناب کرده‌اند (امینی فرد، ۱۳۸۰).

در مطالعه حاضر با استفاده از مطالعاتی که در پیشینه‌ی تحقیق آمده و هم‌چنین با توجه به مبانی نظری ارائه شده و با اضافه کردن دما به صورت میانگین فصلی، تابع تقاضای برق در بخش خانگی را به صورت زیر ارائه می‌شود.

$$LQB_t = f(LQB_{t-1}, LGDPSR, LPBRSK, LMTB, LMTT, LMTP, LMTZ)$$

که در تابع فوق:

$LQB_t$: لگاریتم طبیعی فروش انرژی خانگی برق به میلیون کیلو وات ساعت

$LQB_{t-1}$: لگاریتم طبیعی فروش انرژی خانگی برق با یک دوره‌ی تأخیر

LGDPSR: لگاریتم طبیعی تولید ناخالص داخلی سرانه (واقعی) به میلیارد ریال، که برمبنای شاخص کل بهای کالاها وخدمات مصرفی استان‌ها و با در نظر گرفتن سال پایه ۱۳۷۶=۱۰۰ محاسبه شده است.

LPBRSK: لگاریتم طبیعی قیمت واقعی برق که برمبنای شاخص کل بهای کالاها و خدمات مصرفی استان‌ها و با در نظرگرفتن سال پایه ۱۳۷۶=۱۰۰ محاسبه شده است.

LMTB: لگاریتم طبیعی متوسط دمای بهار

LMTT: لگاریتم طبیعی متوسط دمای تابستان

LMTP: لگاریتم طبیعی متوسط دمای پاییز

LMTZ: لگاریتم طبیعی متوسط دمای زمستان

که متوسط دماها بر حسب واحد سانتی گراد می‌باشند.

حال با توجه به متغیرهای انتخاب شده در این تحقیق مدل به شکل کلی زیر خواهد بود:

$$y_{it} = \gamma y_{it-1} + x_{it}B + u_{it}$$

$y_{it}$: لگاریتم طبیعی متغیر وابسته است که همان تقاضای خانگی برق می‌باشد.

$y_{it-1}$: لگاریتم طبیعی متغیر وابسته با یک دوره‌ی تأخیر می‌باشد.

$x_{it}$: شامل لگاریتم طبیعی تولید ناخالص داخلی سرانه، قیمت برق و دما می‌باشد.

هم‌چنین:

$$u_{it} = \alpha_i + V_{it}$$

که

$$V_{it} \sim N\left(0, \sigma^2\right)$$

و $\alpha_i$ عامل مختص هر استان است.

i در الگوی فوق، تعداد استان‌ها می‌باشد که با توجه به الگوی مطرح شده دو مدل در نظر گرفته می‌شود. بدین ترتیب که استان‌ها به دو گروه استان‌های سرد و گرم تقسیم بندی کرده‌ایم، که برای استان‌های گرم i=۱۵ و برای استان‌های سرد i=۱۳ درنظر گرفته شده است. مبنای تقسیم‌بندی استان‌ها به دو گروه سرد و گرم براساس میانگین دمای سال ۱۳۸۸ برای کل کشور بوده است. استان‌هایی که متوسط دمای آن‌ها بالاتر از میانگین بوده، در گروه استان‌های گرم‌تر و استان‌هایی که متوسط دمای آن‌ها پایین‌تر از دمای میانگین بوده به عنوان استان‌های سردتر انتخاب شده‌اند.

در گروه استان‌های گرم‌تر از میانگین استان‌های: اصفهان، ایلام، بوشهر، تهران، خوزستان، سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، قم، کرمان، لرستان، مازندران، هرمزگان و یزد قرار گرفته‌اند.

و در گروه استان‌های سردتر از میانگین استان‌های: آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، چهارمحال و بختیاری، خراسان (شمالی، رضوی و مرکزی)، زنجان، قزوین، کردستان، کرمانشاه، کهکیلویه و بویراحمد، گیلان، مرکزی و همدان جای گرفته‌اند.

## ۵- نتایج و تحلیل یافته‌ها

### *تخمین کوتاه‌مدت تابع تقاضای برق در بخش خانگی به روش پانل دیتای پویا[1] یا روش عمومی تعمیم یافته گشتاورها[2] (GMM) برای ۱۵ استان کشور*

در این مرحله تابع تقاضای خانگی برق برای ۱۵ استان گرم کشور (گرم‌تر از میانگین) با استفاده از داده‌های استان‌های اصفهان، ایلام، بوشهر، تهران، خوزستان،

1- Dynamic Panel Data
2- General Method of Moments

سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، قم، کرمان، گلستان، لرستان، مازندران، هرمزگـان و یزد تخمین زده شده است. نتایج این تخمین در جدول (۱) آورده شده است.

**جدول ۱- نتایج تخمین کوتاه‌مدت تابع تقاضای برق در بخش خانگی به روش GMM برای ۱۵ استان گرم‌تر از میانگین**

| Variable | cofficent | Std. error | t-statistic | Prob |
|---|---|---|---|---|
| LQB(-1) | ۰/۷۶۲۱۳۱ | ۰/۰۶۸۱۶۶ | ۱۱/۱۸۰۴۶ | ۰/۰۰۰۰ |
| LGDPSR | ۰/۱۳۱۸۷۰ | ۰/۰۵۶۹۹۷ | ۲/۳۱۳۶۲۱ | ۰/۰۲۳۷ |
| LPBRSK | -۰/۱۹۳۹۱۳ | ۰/۰۷۹۷۸۳ | -۲/۴۳۰۵۲۵ | ۰/۰۱۷۷ |
| LMTB | -۰/۲۶۱۷۳ | ۰/۰۷۸۴۶۳ | -۳/۳۹۲۳۱۷ | ۰/۰۰۱۲ |
| LMTT | ۰/۴۷۴۶۹۲ | ۰/۱۳۲۰۹۳ | ۳/۵۹۳۶۱۵ | ۰/۰۰۰۶ |
| LMTP | -۰/۱۹۹۸۰۷ | ۰/۰۵۹۷۷۵ | -۳/۳۴۲۶۷۲ | ۰/۰۰۱۴ |
| LMTZ | ۰/۰۸۵۰۶۰ | ۰/۰۲۲۷۵۴ | ۳/۷۳۸۱۷۲ | ۰/۰۰۰۴ |
| J-Satistic = ۱۳/۳۴۱۳۳ instrumentranak = ۱۶ | | | | |

مأخذ: محاسبات تحقیق

همان‌گونه که از جدول فوق مشخص است: کشـش مصـرف بـرق در بخـش خـانگی استان‌های گرم نسبت به مصرف برق دوره‌ی قبل، درآمدسرانه، متوسط دمای تابسـتان و متوسط دمای زمستان مثبت می‌باشد. به این ترتیب که یک درصد افزایش (کـاهش) در مصرف برق خانگی استان‌های گرم در هر دوره، مصرف برق خانگی ایـن اسـتان‌هـا را در دوره‌ی بعد به اندازه‌ی ۰/۷۶ درصد (افزایش) کـاهش مـی‌دهـد. هـم‌چنـین یـک درصـد افزایش (کاهش) در درآمد سرانه (واقعی)، متوسط دمای تابستان و زمستان استان‌هـای گـرم مصرف برق خانگی این استان‌ها را به ترتیب بـه انـدازه‌ی ۰/۱۳، ۰/۴۷، ۰/۰۸درصـد افـزایش (کاهش) می‌دهد. کشش تقاضای خانگی برق استان‌های گرم نسبت به قیمت واقعی برق، متوسط دمای بهار و پاییز، منفی و به ترتیب برابر با ۰/۱۳، ۰/۴۷، ۰/۰۸می باشد. بـدین معنی که یک درصد افزایش (کاهش) در قیمت واقعی برق، متوسط دمـای بهـار و پـاییز مصرف خانگی برق در این استان‌ها را به ترتیب به انـدازه‌ی ۰/۱۹، ۰/۲۶، ۰/۱۹ کـاهش (افزایش) می‌دهد.

### *تخمین کوتاه مدت تابع تقاضای برق در بخش خانگی به روش GMM برای ۱۳ استان سرد کشور*

در این مرحله تابع تقاضای خانگی برق برای ۱۳ استان کشور (سردتر از میانگین) با استفاده از داده‌های استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، چهارمحال بختیاری، خراسان، زنجان، قزوین، کردستان، کرمانشاه، کهکیلویه و بویراحمد، گیلان، مرکزی، همدان، تخمین زده شده است. نتایج این تخمین در جدول ۲ آورده شده است.

**جدول ۲- نتایج تخمین کوتاه مدت تابع تقاضای برق به روش GMM برای ۱۳ استان سردتر از میانگین**

| Variable | coefficient | Std. error | t-statistic | Prob |
|---|---|---|---|---|
| LQB(-1) | ۰/۶۴۱۰۷۱ | ۰/۱۰۵۴۱۸ | ۶/۰۸۱۲۳۸ | ۰/۰۰۰۰ |
| LGDPSR | ۰/۱۸۵۰۳۸ | ۰/۰۶۳۳۸۲ | ۲/۹۱۹۳۸۵ | ۰/۰۰۵۵ |
| LPBRSK | -۰/۳۲۱۶۰۲ | ۰/۱۳۹۴۲۴ | -۲/۳۰۶۶۴۴ | ۰/۰۲۵۷ |
| LMTB | -۰/۲۷۰۰۶۶ | ۰/۱۰۸۸۱۹ | -۲/۴۸۱۷۹۱ | ۰/۰۱۶۹ |
| LMTT | ۰/۲۹۲۳۳۷ | ۰/۱۶۰۴۷۶ | ۱/۸۲۱۶۸۷ | * ۰/۰۷۵۲ |
| LMTP | -۰/۲۹۲۰۶۸ | ۰/۱۰۵۰۸۲ | -۲/۷۷۹۴۴۳ | ۰/۰۰۷۹ |
| LMTZ | ۰/۰۳۷۸۵۹ | ۰/۰۱۵۴۳۲ | ۲/۴۵۳۲۸۶ | ۰/۰۱۸۱ |
| j-statistic = ۶/۸۸۱۳۰۶ | | instrumentranak = ۱۴ | | |

* تنها متغیری که در سطح آماری ۱۰ درصد معنی دار شده است.

مأخذ: محاسبات تحقیق

همان‌گونه که از جدول فوق مشخص است:

کشش مصرف برق در بخش خانگی استان‌های سرد نسبت به مصرف برق دوره‌ی قبل، درآمدسرانه، متوسط دمای تابستان و متوسط دمای زمستان مثبت می‌باشد. به این ترتیب که یک درصد افزایش (کاهش) در مصرف برق خانگی استان‌های سرد در هر دوره‌ی مصرف برق خانگی این استان‌ها را در دوره‌ی بعد به اندازه ۰/۶۴ درصد (افزایش) کاهش می‌دهد هم‌چنین یک درصد افزایش (کاهش) در درآمد سرانه (واقعی)، متوسط دمای تابستان وزمستان استان‌های گرم مصرف برق خانگی در این استان‌ها را به ترتیب به اندازه‌ی ۰/۱۸، ۰/۲۹، ۰/۰۳ درصد افزایش (کاهش) می‌دهد. کشش تقاضای خانگی برق استان‌های گرم نسبت به قیمت واقعی برق، متوسط دمای بهار و پاییز منفی و به ترتیب

برابر با ۰/۳۲، ۰/۲۷، ۰/۲۹ می‌باشد. بدین معنی که یک درصد افزایش (کاهش) در قیمت واقعی برق، متوسط دمای بهار و پاییز مصرف خانگی برق در این استان‌ها را به‌ترتیب به اندازه‌ی ۰/۳۲، ۰/۲۷، ۰/۲۹ کاهش (افزایش) می‌دهد.

### *آزمون سارگان*[1]

به منظور بررسی درستی تصریح مدل و تأیید گشتاورهای ساخته شده و ابزارهای مورد استفاده، از آزمون سارگان استفاده می‌شود. در این راستا تابع آزمون J-Statistic با قانون توزیع $\chi^2$ تحت $H_0$ داده می‌شود:

$H_0$: گشتاورها درست تبیین شده‌اند

$H_1$: گشتاورها درست تبیین نشده‌اند

نتایج آزمون J-Statistic برای سه تخمین مطرح شده در قبل در جدول زیر خلاصه شده است:

**جدول ۳- نتایج آزمون J-Statistic**

| تخمین تابع تقاضای خانگی برق | J-statistic | درجه‌ی آزادی | Prob |
|---|---|---|---|
| استان‌های گرم (۱۵ استان) | ۱۳/۳۴ | ۹ | ۰/۱۴۷۸۱۵ |
| استان‌های سرد (۱۳ استان) | ۶/۸۸ | ۷ | ۰/۴۴۱۴۸۰ |

مأخذ: محاسبات تحقیق

با توجه به جدول فوق فرضیه $H_0$ تأیید می‌شود.

### *تخمین بلندمدت ضرایب قیمت واقعی برق و تولید ناخالص داخلی سرانه‌ی واقعی در بخش خانگی*

همان طور که قبلا نیز بیان شد الگوی ما برای تخمین به صورت زیر بوده است:

$$y_{it} = \gamma y_{it-1} + BX_{it} + u_{it}$$

ضرایب کوتاه مدت در تخمین‌های قبل محاسبه شده و از آن جا که در بلندمدت $y_{it} = y_{it-1}$ است بنابراین با $\frac{B}{1-\gamma}$ ضرایب بلندمدت الگو محاسبه می‌شود.

1- Sargan

***تخمین بلندمدت ضرایب قیمت واقعی برق (PBRSK) و درآمد سرانه‌ی (واقعی) (GDPSR) برای ۱۵ استان گرم کشور***

**جدول ۵- برآورد ضرایب بلندمدت تابع تقاضای برق در بخش خانگی (۱۵ استان گرم)**

| Variable | Coefficient |
|---|---|
| LGDPSR | ۰/۵۴ |
| LPBRSK | -۰/۷۹ |

مأخذ: محاسبات تحقیق

***تخمین بلندمدت ضرایب قیمت واقعی برق (PBRSK) و درآمد سرانه (واقعی) (GDPSR) برای ۱۳ استان سرد کشور***

**جدول ۶- برآورد ضرایب بلندمدت تابع تقاضای برق در بخش خانگی (۱۳ استان سرد)**

| Variable | Coefficient |
|---|---|
| LGDPSR | ۰/۵ |
| LPBRSK | -۰/۸۹ |

مأخذ: محاسبات تحقیق

## ۶- نتیجه گیری و پیشنهادات

۱. کشش پذیری تقاضای خانگی برق نسبت به متوسط دمای تابستان در هر دو گروه مثبت و کشش پذیری تقاضای خانگی برق استان‌های گرم نسبت به متوسط دمای تابستان برابر با ۰/۴۷ بوده و در سطح یک درصد معنی‌دار شده است، در حالی که کشش پذیری تقاضای خانگی برق استان‌های سرد نسبت به متوسط دمای تابستان برابر با ۰/۲۹ می‌باشد و در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار شده است. با توجه به استفاده‌ی انرژی برق برای مصارف سرمایشی (خنک کنندگی)، با بالا رفتن دمای تابستان مردم استان‌های گرم در مقایسه با استان‌های سرد برای تعدیل دما استفاده‌ی بیش‌تری ازانرژی برق می‌کنند.

۲. کشش پذیری تقاضای خانگی برق نسبت به قیمت واقعی آن در استان‌های سرد در مقایسه با استان‌های گرم بیش‌تر است و از این خصوصیت می‌توان برای سیاست‌گذاری‌های قیمتی برق استفاده کرد.

۳. کشش پذیری تقاضای خانگی برق نسبت به درآمد در گروه استان‌های سرد نسبت به گروه استان‌های گرم بیش‌تر است، یعنی اگر درآمد بالا رود، مصرف کنندگان استان‌های سرد درصد بیش‌تری از این افزایش درآمد را صرف خرید کالاهای برقی بیش‌تر می‌کنند

۴. با توجه به مطالب گفته شده در بند ۲ و ۳ و با توجه به اینکه در کشور ما سرمایش (خنک کنندگی) فقط از طریق مصرف برق امکان پذیر است و از آن جا که گروه استان‌های گرم به این انرژی نیاز بیش‌تری دارند، اگر قیمت بیش‌تر برای گروه استان‌های گرم وضع شود ممکن است آن‌ها با نیاز ضروری‌ای که به این انرژی به‌ویژه در فصل‌های گرم دارند نتوانند از مصرف برق خود تا حد زیادی بکاهند و مطلوبیت آن‌ها کاهش می‌یابد، در حالی که وضع این سیاست‌ها نباید باعث کاهش مطلوبیت مصرف کننده شود. بنابراین توصیه می‌شود برای مدیریت مصرف برق سیاست‌های قیمتی در گروه استان‌های سرد اجرا شود تا منجر به حذف مصارف غیرضروری آن‌ها شود.

## فهرست منابع

اصغری، حامد، (۱۳۸۴)، تحلیل و برآورد تابع تقاضای برق خانگی و صنعتی در استان تهران، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

آمار تفصیلی صنعت برق در ایران سال‌های مختلف، (۱۳۸۸)، وزارت نیرو، شرکت مادر تخصصی توانیر

امینی فرد، (۱۳۸۰)، برآورد تقاضای تقاضای خانگی، رساله‌ی دکتری، دانشگاه شیراز پاکروان، بایرام، (۱۳۸۷)، برآورد تابع تقاضای برق خانگی و صنعتی برای استان آذربایجان غربی، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

ترازنامه‌ی انرژی، (۱۳۸۸)، وزارت نیرو، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی.

چهل و سه سال صنعت برق در آینه‌ی آمار (۱۳۸۸)، وزارت نیرو، شرکت مادر تخصصی توانیر

رسولی نصرآبادی، (۱۳۸۳)، سید مصطفی، برآورد توابع تقاضای برق برای بخش‌های مختلف اقتصادی استان هرمزگان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز.

زمانی، مهرداد، (۱۳۷۷)، تخمین توابع تقاضای برق در بخش‌های اقتصادی استان تهران، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

سالنامه‌های آماری استانی و کشوری، (۱۳۸۶)، مرکز آمار ایران

صادقی، ناصره، (۱۳۸۲)، پیش‌بینی مصرف برق با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

صفریان، غلامعلی، (۱۳۸۴)، مدل‌سازی تقاضای برق صنعتی در استان مازندران، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد تهران مرکز.

عبدخانی، روح‌الله، (۱۳۸۵ )، بررسی تابع تقاضای مصرف برق بخش‌های مختلف خانگی، صنعتی، عمومی و کل استان ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز

محمدی، تیمور، (۱۳۷۹)، قیمت گذاری بهینه رمزی برای صنعت برق ایران، پایان نامه‌ی دکتری، دانشگاه علامه طباطبایی

هادیان، محمد، (۱۳۷۶)، برآورد کشش قیمتی و درآمدی تقاضای برق در دو بخش خانگی و صنعتی استان همدان، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

Anna Albrini, Will Ganz, Daniel Welez Lopez, (2011), Residential Consumption of Gas and Electricity in the u. s, Energy Economics, 1-12

Emmanuel Ziramba, (2008), The Demand for Residential Electricity in South Africa, Energy Policy36, 3466-3640

Enrica de Cian, (2007) the Impact of Temperature Change on Energy Demand, 1-22

George Hondroyiannis, (2004), Estimating Residential Demand for Electricity in Greece, Energy Economics 26, 319-334

Marie Bessec, Julien Foquau, (2008), the Non Linear Link between Electricity Consumption and Temperature in Europe: a Threshold Panel Approach, Energy Economics, 30, 2705-2727

Paresh Kumar Narayan, Russel Smyth, (2007), Electricity Consumption in G7 Countries, Energy Policy 35, 4485-4494

Parnille Holtedahl, Frederich, L. Joutz, (2004), Residential Electricity Demand in Taiwan, Energy Economics 26, 202-224

Suleiman Saad (2009), Electricity Demand for South Korean Residential Sector, Energy Policy37, 5469-5474

Tadahiro Nakajima, (2010), the Residential Demand for Electricity in Japan: An examination Using Empirical Panel Analyst Techniques, Journal of Asian Economics 21,412-420

Thelogos Dergiades, Lefteris Tsoulfidis, (2008), Estimating Residential Demand for Electricity in the United States, Energy Economics 30, 2722-2730