مجله برنامه و بودجه، شمارهٔ ۶۲ و ۶۳، ص. ۱۰۳-۱۱۹.

تخمین تقاضای برق در بخش خانگی و برآورد کشش‌های قیمتی و درآمدی آن

نویسنده: علی عسکری*

«چکیده

انرژی برق در کنار سایر حامل‌های انرژی، نقش مؤثری در تولید و مصرف دارد و روز به روز اهمیت زیادی در فرآیند تصمیم‌گیری اقتصادی و اجتماعی ایفا می‌کند. هدف از ارائه این مقاله، تخمین تقاضای برق در بخش خانگی به عنوان یکی از بخش‌های مهم مصرفی و برآورد کشش‌های قیمتی و درآمدی در کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌باشد. برای این منظور، از داده‌های تلفیقی[1] استفاده شده است. نتایج حاصل از برازش مدل تقاضا نشان می‌دهد که کشش قیمتی و درآمدی تقاضا در کوتاه‌مدت، به ترتیب معادل ۰/۹۷- و ۰/۱۱ می‌باشد و این شاخ در بلندمدت، به ترتیب، ۱/۳۶- و ۰/۱۵۵ خواهد بود. همچنین کشش متقاطع قیمتی معادل ۰/۳۱۵ می‌باشد که مبیّن این است که انرژی برق و سوخت‌های جایگزین وضعیت جانشینی با یکدیگر دارند. به علاوه، می‌توان دریافت که تقاضای برق خانگی عمدتاً متأثر از سیاست‌های قیمتی است تا درآمدی و کشش‌های یادشده در کوتاه‌مدت و بلندمدت گویای این مطلب است. به عبارت دیگر، قیمت نقش مؤثرتری در مقایسه با درآمد در تقاضای برق خانگی دارد.

* دکترای اقتصاد از دانشگاه تهران و مدیرکل دفتر بررسی‌های اقتصادی وزارت نیرو

1. Pooling Data

مقدمه

در حوزه مسائل اقتصادی، روش‌های مورد مطالعه بسیار متنوع می‌باشد، بدین منظور، روش‌های آماری و اقتصادسنجی مختلفی برای بررسی موضوع مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش‌ها نیز به هدف و فرضیه تحقیق مربوط است. در این بررسی، به شناخت عوامل مؤثر بر تقاضای برق در بخش خانگی می‌پردازیم و براساس مبانی نظری اقتصاد خرد، الگوی تقاضای برق، برای تجزیه و تحلیل کشش‌های قیمتی و درآمدی در کوتاه‌مدت و بلندمدت و با استفاده از داده‌های سری‌های زمانی و مقطعی و به روش داده‌های تلفیقی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

لذا هدف از این مطالعه تخمین تقاضای برق خانگی و تعیین کشش‌های قیمتی و درآمدی کوتاه‌مدت و بلندمدت تقاضا در این بخش است. تکنیک تخمین با استفاده از مدل با اثرات ثابت و با بهره‌گیری از داده‌های تلفیقی (سری‌های زمانی و مقطعی) انجام می‌شود. مقاله در چند بخش ارائه می‌شود. در بخش اول، مروری بر متون مربوط به این موضوع، در بخش دوم مبانی نظری و الگوی تقاضای برق خانگی و در بخش سوم به ارائه نتایج تخمین تجربی مدل می‌پردازیم. در بخش پایانی نیز نتیجه‌گیری از بحث مطرح می‌گردد.

۱. مروری بر متون در این زمینه

برای تخمین تقاضای برق در بخش خانگی در دهه‌های اخیر مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته است. هوتاکر و تیلور (۱۹۷۰) به تخمین کشش‌های قیمتی و درآمدی تقاضای برق پرداخته‌اند. دوناتوس و ورلگر و شیهان (۱۹۷۳) به تجزیه و تحلیل تقاضای برق خانگی با استفاده از داده‌های تلفیقی پرداخته و در این بررسی از یک مدل لگاریتمی تعدیل جزئی، که از کارهای هوتاکر و تیلور اقتباس شده است، استفاده کرده‌اند. دوناتوس و مرگوس (۱۹۹۱) نیز با استفاده از رگرسیون حاشیه‌ای به تخمین کشش‌های قیمتی و درآمدی و عوامل مؤثر به تقاضای برق خانگی مبادرت ورزیده‌اند. چانگ و یوهینگ (۱۹۹۱) به بررسی تقاضای برق خانگی پرداخته و شواهدی مبنی بر متغیر بودن

کشش‌ها در طول زمان را ارائه نموده‌اند. یوهینگ (۱۹۹۴) در مطالعه‌ای دیگر با استفاده از داده‌های تلفیقی به بررسی تقاضای برق خانگی می‌پردازد و در این مطالعه از یک مدل تعدیل جزئی استفاده می‌نماید. پیوش تایواری (۲۰۰۰)، بیان می‌کند که تقاضای برق خانگی از تقاضا برای خدمات برق مشتق می‌شود و عنوان می‌نماید که استفاده از لوازم برقی و موجودی آنها، عامل تعیین‌کننده‌ای در تقاضای برق خانگی است.

۲. مبانی نظری و الگوی تقاضای برق خانگی

بر اساس تئوری مصرف‌کننده، تابع مطلوبیت فرد برای کالاهای مختلف تحت محدودیت بودجه او به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$U=U(X_1, X_2 \dots X_n) \qquad (1)$$

$$y > p_i x_i \qquad i=1,2,\dots,n$$

که X_i میزان مصرف کالای i در دوره زمانی معین و p_i قیمت کالاها و y نیز معرف میزان درآمد است. با حداکثر کردن تابع مطلوبیت مشروط به محدودیت بودجه، مجموعه توابع تقاضا برای هر یک از کالاها به صورت زیر به دست می‌آید:

$$X_i = X_i(P_1,P_2 ,\dots , y) \qquad (2)$$

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

$$X_{er}=X_{er} (P_e, P_s, P , Y) \qquad (3)$$

که اندیس er به مفهوم برق خانگی است و p_e قیمت برق، p_s قیمت انرژی‌های جایگزین و p شاخص قیمت متوسط سایر کالاها و Y درآمد است.

فرض می‌کنیم تابع مطلوبیت مصرف‌کننده برق خانگی به صورت زیر در نظر گرفته شود:

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

به طوری که:

$$N=N(E,S) \quad (۵)$$

و با محدودیت بودجه زیر:

$$Y=P_bB+P_eE+P_sS \quad (۶)$$

که در آن B مقادیر مصرف کالاها و خدمات بجز انرژی، N مقادیر کل خدمات انرژی مصرف شده، شامل خدمات انرژی برق (E) و خدمات انرژی‌های جایگزین (S) و Y مقدار درآمد و P_e قیمت واقعی خدمات انرژی برق، P_b قیمت کالاها و خدمات بجز انرژی و P_s قیمت واقعی خدمات انرژی‌های جایگزین است.

با توجه به شرط حداکثرسازی تابع مطلوبیت، خواهیم داشت:

$$Max \quad L = U[B, N(E,S)] + \mu(y - P_bB - P_eE - P_sS) \quad (۷)$$

در این جا μ ضریب معادله لاگرانژ است، با توجه به شروط اولیه حداکثرسازی از تابع فوق، خواهیم داشت.

$$(\partial U / \partial B) / P_b = [(\partial U / \partial N)(\partial N / \partial S)] / P_s \quad (۸)$$

$$(\partial N / \partial S)(\partial N / \partial E) = P_s / P_e \quad (۹)$$

همچنین فرض می‌کنیم شکل تابع مطلوبیت مصرف‌کننده با توجه به روابط فوق به صورت زیر در نظر گرفته شود:

$$U = B^{f1} N^{f2} \quad (۱۰)$$

$$N = e^{S^{g1} E^{g2}} \quad (۱۱)$$

که در آن f۱ و f۲ و g۱ و g۲ پارامترها هستند. از این تابع با توجه به محدودیت بودجه، می‌توان فرمول‌بندی زیر را ارائه نمود:

$$\begin{aligned} Max \quad & U = B^{f1} N^{f2} \\ S.t: \quad & N = e^{S^{g1} E^{g2}} \\ & Y = P_bB + P_eE + P_sS \end{aligned} \quad (۱۲)$$

با توجه به معادلات بالا، براساس معادله لاگرانژ، خواهیم داشت:

$$\text{Max} \quad L=(B^{f1}e^{f2S^{g1}E^{g2}})+\mu(Y-P_bB-P_eE-P_sS) \qquad (۱۳)$$

با مشتق‌گیری از تابع فوق برحسب متغیرهای B و S و E، در نهایت، تابع تقاضای خدمات انرژی برق به صورت زیر به دست می‌آید:

$$E=KPs^{t1}\ Pe^{t2}\ Y^{t3} \qquad (۱۴)$$

تابع تقاضای فوق بیان‌کننده تقاضا برای ارزش خدمات به دست آمده از وسایل و لوازم برقی است. برای این که بتوانیم تابع تقاضای موردنظر را برآورد کنیم، فرض می‌کنیم خدمات برق بستگی به مقدار برق مصرفی که برحسب کیلو وات ساعت بیان می‌شود و نیز مقدار عرضه برق دارد. ارتباط عرضه برق در بخش خانگی با مصرف برق در این بخش بستگی به این دارد که عرضه برق وقتی وارد بخش خانگی می‌شود، برای انجام یافتن خدمات در کالاهای با دوام مورد استفاده قرار می‌گیرد و از این طریق ارزش خدمات به وجود می‌آورد. هر کیلو وات ساعت برق عرضه شده در بخش خانگی به اندازه P_e ارزش خدمات ایجاد می‌کند، در صورتی که همان مقدار برق به اندازه P_x قیمت بازاری دارد. به عبارت دیگر، مصرف کننده عقلایی سعی می‌کند انرژی خدماتی هر کیلو وات ساعت برق را مساوی قیمت عرضه همان مقدار برق بکند. در این صورت $P_e = P_x$ خواهد بود. در واقع، تبدیل برق عرضه شده به خدمات انرژی بستگی به وسایلی دارد که انرژی را مصرف می‌کنند و به خدمات تبدیل می‌نمایند. بنابراین، اگر هزینه مصرف هر خانوار بابت خرید برق به اندازه P_xX_{er} باشد که در آن X_{er} میزان برق خریداری شده و P_x قیمت آن است، این خانوار علاقه‌مند است که حداقل به همان مقدار ارزش خدماتی از برق داشته باشد. ارزش خدمات وقتی بهینه است که تابع مطلوبیت مصرف‌کننده را حداکثر کند و مقدار آن همان طور که از فرآیند حداکثرسازی تابع مطلوبیت حاصل شد مقدار E است. اگر مقدار E را به قیمت خدمات ناشی از مصرف هر کیلو وات ساعت برق ضرب کنیم، در این صورت P_eE کل ارزش خدماتی است که از عرضه برق توسط کالاهای با دوام نصیب مصرف‌کننده شده است. بنابراین، در شرایط بهینه خواهیم داشت:

$$P_EE=P_XX_{er} \qquad (۱۵)$$

می‌توان مقدار E را به صورت زیر تعریف نمود:

$$E = E(X_{er}, R) \quad (۱۶)$$

یا

$$X_{er} = X_{er}(E, R) \quad (۱۷)$$

در نتیجه با توجه به روابط (۱۵) و (۱۷) داریم:

$$P_e E = P_x X_{er}(E, R) \quad (۱۸)$$

در حالت کلی، خدمات ناشی از مصرف برق (E) تابعی از میزان مصرف بـرق (X_{er}) و کـیفیت عرضه برق (R) است. ولی می‌دانیم که میزان مصرف برق و کیفیت عرضه برق واحدهای متفاوتی هستند. زیرا مصرف برق برحسب کیلو وات ساعت است، ولی کیفیت عرضه برق بستگی بـه روش توزیع و تبدیل برق، و به عبارت دیگر، مربوط به فن‌آوری تولید برق است. بنابراین، ساده‌ترین راه برای نشان دادن رابطه بین خدمات انرژی و کیفیت عرضه و مقدار مصرف برق به صورت رابطه زیر است.

$$E = f(R).X_{er} \quad (۱۹)$$

در واقع $f(R) = \frac{E}{X_{er}}$ و یا $X_{er} = \frac{E}{f(R)}$ است. بدین روی، تغییرات روی R بر قیمت خدمات برق (P_e) اثر دارد. بنابراین، می‌توانیم به جای X_{er} معادل آن را در رابطه (۱۵) به صورت زیر قرار دهیم.

$$P_e E = P_x X_{er} = P_x \left(\frac{E}{f(R)}\right) \quad (۲۰)$$

در نتیجه، از رابطه فوق پس از ساده‌سازی مقدار P_e برابر است با:

$$P_e = \frac{P_x}{f(R)} \quad (۲۱)$$

با توجه به مقدار P_e از رابطه (۲۱) و تابع تقاضای خدمات انرژی برق از رابطه (۱۴)، با جایگذاری مقدار P_e از رابطه (۲۱) در آن و مساوی قرار دادن دو رابطه (۱۴) و (۱۹) برحسب E و حل آن براساس X_{er} ، خواهیم داشت:

$$f\ (R).X_{er} = KP_s^{t_1}\ (\frac{P_x}{f(R)})^{t_2}\ Y^{t_3}$$

$$X_{er} = h(R)P_s^{t_1}\ P_x^{t_2}\ Y^{t_3} \qquad (۲۲)$$

که در آن $h(R) = Kf\ (R)^{-۱-t_2}$ می‌باشد.

در این جا تابع تقاضای رابطه (۲۳)، تقاضای برق و کیفیت عرضه برق را به هم مربوط می‌کند. بنابراین، وقتی کیفیت عرضه برق تغییر کند، منافع مصرفی از برق نیز تغییر خواهد کرد. به علاوه، تابع فوق در مقایسه با تابع (۱۴) به جای E و P_e برحسب مقادیر X_{er} و P_x ظاهر شده است.

برای این که بتوانیم منافع مصرفی تقاضای برق را حساب کنیم، لازم است ناحیه زیر منحنی تقاضا را در بالای نقطه P_x به دست آوریم. اگر در تابع تقاضای رابطه (۲۲) مقدار $۰ > t_2 > -۱$ باشد، منافع مصرفی منطقه موردنظر منحنی تقاضا نامحدود خواهد بود و این یک ضعف در تابع موردنظر است. یک روش ممکن برای اجتناب از این ضعف این است که کشش قیمتی خودی تقاضا (t_2) را متغیر در نظر بگیریم. بنابراین، دلیلی ندارد که فرض کنیم t_2 در اطراف دامنه تغییرات قیمت ثابت است. یک فرض ساده در این مورد به صورت زیر ارائه می‌شود:

$$t_2 = k_0 + k_1 LnP_x \qquad (۲۳)$$

چون فرض می‌کنیم $t_2 < ۰$ است و چون تقاضا برای برق کشش‌پذیر است وقتی که P_x افزایش یابد، فرض می‌کنیم که $k_0 < ۰$ و $k_1 > ۰$ است از این رو، t_2 جدید را در رابطه (۲۲) قرار می‌دهیم:

$$X_{er} = h(R)\ P_s^{t_1}\ P_x^{(K_0 + K_1 Ln\ P_x)}\ Y^{t_3} \qquad (۲۴)$$

با لگاریتم‌گیری از دو طرف رابطه (۲۴) خواهیم داشت:

$$LnX_{er} = G(R) + t_1 LnP_s + k_0 LnP_x + k_1 (LnP_x)^2 + t_3 LnY \qquad (۲۵)$$

که در آن $G(R)=Ln(h(R))$ است.

حال مشکلی که ظهور می‌کند این است که اجازه می‌دهیم کشش قیمتی تقاضا متغیر باشد، در

حالی که فرمول‌ها به صورت لگاریتمی است. در این حالت، در معادله تقاضا شرط همگنی از درجه صفر نقض می‌شود. زیرا شرط همگنی معادله تقاضا بستگی به شرط $t_1 + t_2 + t_3 = 0$ دارد، ولی در این حالت، شرط همگنی به صورت زیر است:

$$t_1 + k_0 + k_1 Ln\, P_x + t_3 = 0 \qquad (۲۶)$$

چون در این رابطه P_x متغیر است، سمت چپ رابطه همیشه صفر نخواهد بود، مگر این که $k_1 = 0$ باشد، یعنی کشش قیمتی تقاضا متغیر نخواهد بود.

اگر چه تخمین تابع تقاضای رابطه (۲۶)، همگن از درجه صفر نسبت به قیمت‌ها و درآمد نخواهد بود، هنوز می‌توان این شرط را حفظ کرد. این کار می‌تواند در مراحل تخمین تابع تقاضا با قراردادن محدودیت زیر روی ضریب‌های مدل انجام شود.

$$t_1 + k_0 + k_1 Ln\phi_x + t_3 = 0 \qquad (۲۷)$$

در این جا ϕ_x بیان کننده قیمت متوسط برق در نمونه است. این محدودیت روی تابع تقاضا، همگن بودن از درجه صفر را برقرار خواهد کرد.

چون دسترسی و اندازه‌گیری موجودی لوازم برقی مشکل است، با الهام از مطالعات فیشر و کیسن و تایلر و بلاتن برگر و رنهاک، تا زمانی که اطلاعات مربوط به موجودی لوازم برقی در دسترس نیست، روش‌های تحقیقی دیگری را باید مورد استفاده قرار داد. در این روش‌ها، یک تمایز بین مصرف واقعی و مطلوب یا تعادلی بلندمدت باید قایل شد. در این روش اثرات درآمد و قیمت‌ها و دیگر عوامل روی مصرف بررسی می‌شود و برای ارائه یک روش تجربی، از چهارچوب مدل تعدیل جزئی استفاده می‌شود. چون موجودی لوازم برقی به ندرت در بلندمدت ثابت است، مصرف واقعی از مصرف مطلوب تفاوت خواهد داشت و مصرف‌کنندگان نیز کوشش می‌کنند مصرف واقعی خود را به سطح مصرف مطلوب برسانند.

از این رو، مدل تعدیل جزئی، نیازی به موجودی لوازم برقی ندارد. بنابراین، به تبعیت از مطالعاتی که تایلر، فیشر، کیسن و هوتاکر - تایلر ارائه کرده‌اند، مدل تعدیل جزئی به صورت لگاریتمی زیر در نظر گرفته می‌شود. در این مدل، تعادل بلندمدت، همان طور که گفته شد، براساس برابری مقادیر

واقعی و مطلوب مصرف برق تعریف می‌شود.

$$LnX_{er} - LnX_{er,t-1} = \gamma(Ln\dot{X}_{er,t} - LnX_{er,t-1}) \qquad (۲۸)$$

که در آن، پارامتر γ سرعت تعدیل است و $0 < \gamma < 1$ می‌باشد. اگر $\gamma = 1$ باشد، از نظر ساختاری، افراد توانایی این را دارند که مصرف زمان خود را با سطح مطلوب آن هماهنگ کنند، اما اگر $\gamma = 0$ باشد این امکان وجود ندارد که تغییر در میزان مصرف رخ دهد.

اگر ما تابع ۲۵ را به عنوان سطح مطلوب مصرف برق فرض کنیم و آن را به جای X^*_{er} در رابطه (۲۸) قرار دهیم، می‌توان تقاضای واقعی برق خانگی را به صورت لگاریتمی زیر به دست آورد.

$$LnX_{er,t} = \alpha_0 G(R) + \alpha_1 LnP_{st} + \alpha_2 LnP_{x,t} + \alpha_3 (LnP_x)_t^2 + \alpha_4 \ln Y_t + \alpha_5 LnX_{er,t-1} + \varepsilon_t \qquad (۲۹)$$

که در این رابطه، مقادیر ضریب‌ها، عبارتند از: $\alpha_0 = \gamma$ ، $\alpha_1 = \gamma t_1$ ، $\alpha_2 = \gamma k$ ، $\alpha_3 = \gamma k_1$ ، $\alpha_4 = \gamma t_2$ ، $\alpha_5 = 1 - \gamma_1$ و ε_t نیز جزء اخلال مدل می‌باشد که به آن اضافه شده است و فرض می‌شود ویژگی نرمال بودن را داراست.

بنابراین، تابع تقاضای واقعی برق (X_{er}) در بخش خانگی تابعی از قیمت برق خانگی (P_x) ، قیمت واقعی سوخت‌های جایگزین (P_s) ، درآمد واقعی خانوارها (Y) ، مقدار مصرف برق در دوره قبل $X_{er,t-1}$ و کیفیت عرضه برق (R) می‌باشد.

البته مطالعات تجربی موجود طیف وسیعی از بررسی‌های تقاضای برق را پوشش می‌دهد و دامنه آن شامل مطالعاتی که تقاضای برق را تابعی از قیمت برق، قیمت کالاهای جایگزین و سطح درآمد دانسته، تا آنهایی که بسیاری از عوامل اقتصادی و غیراقتصادی دیگر از جمله رشد اقتصادی، متغیرهای جمعیتی، شرایط آب و هوایی و... را شامل می‌شود.

اما نکته قابل ذکر در تابع تقاضای برق خانگی، حضور متغیر سمت عرضه برق به عنوان کیفیت عرضه برق (R) است. مشکلی که وجود دارد، این است که شکل تابعی این متغیر ناشناخته است. راه حل پیشنهادی این است که با استفاده از متغیرهای جانشین آن را کمی کنیم. یکی از این متغیرها، مقایسه میزان خاموشی برق در شبکه با مقدار برقی است که در صورت خاموش نشدن، عرضه خواهد شد. بنابراین، از عامل نرخ خاموشی به عنوان یک متغیر برای این منظور استفاده شده است.

۳. نتایج تخمین تقاضای برق در بخش خانگی

همان طور که گفتیم، در این مقاله، تخمین تقاضای برق در بخش خانگی با استفاده از داده‌های تلفیقی بین ۱۶ شرکت برق منطقه‌ای و در طی پنج سال (۱۳۷۴-۱۳۷۸) انجام شده است.[۱] چون اطلاعات آماری مربوط به میزان مصرف برق و قیمت آن در بخش خانگی در سال‌های اخیر به صورت داده‌های سری زمانی و مقطعی بین شرکت‌های برق منطقه‌ای تهیه می‌شود، به ویژه در طول سال‌های برنامه دوم توسعه که قیمت‌های برق نسبت به سال‌های قبل از رشد نسبتاً بیشتری برخوردار بوده است، از این رو، برای برآورد واقعی‌تری از کشش‌های قیمتی و درآمدی، روش تخمین با بهره‌گیری از داده‌های تلفیقی به عمل می‌آید.

در فرآیند برآورد تابع تقاضای برق در بخش خانگی چند نکته مورد توجه قرار گرفته است. اول این که مدل براساس مبانی نظری اقتصاد خرد طراحی و معرفی شده است. لذا متغیرهای موردنظر در این مطالعه براساس تئوری تقاضا برای برآورد کشش‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت قیمتی و درآمدی مورد توجه قرار گرفته است. دوم این که چون اطلاعات مربوط به نرخ خاموشی برق در طی سال‌های اخیر و بین شرکت‌های برق منطقه‌ای در دسترس بوده است، از این متغیر به عنوان یک متغیر کیفی برای تخمین تقاضای برق استفاده شده است. سوم این که متغیر تأخیری مصرف برق به عنوان یک متغیر برون‌زا براساس مدل تعدیل جزئی در مدل ظاهر شده است که امکان برآورد کشش‌های بلندمدت را فراهم می‌سازد. چهارم این که متغیر هزینه‌های خانوار به عنوان متغیر جانشین درآمد برای برآورد کشش درآمدی استفاده شده است. این متغیر ابتدا در هر سال و استان برحسب هر خانوار استخراج شده است و سپس در مناطق مختلف (شرکت‌های برق منطقه‌ای) بر تعداد مشترکین برق در هر منطقه ضرب و به عنوان متوسط درآمد کل در هر منطقه در معادله گنجانده شده است.

قبل از ارائه نتایج تخمین، ذکر این نکته ضروری است که در استفاده از داده‌های تلفیقی، چون جملات خطا بین مناطق (شرکت‌ها) در طول زمان ممکن است همبستگی داشته باشند، لذا استفاده از روش OLS ممکن است به تخمین ضریب‌های ناکارا و تورش‌دار منجر شود. بنابراین، برای پرهیز

---

۱. اسامی شرکت‌های برق منطقه‌ای و استان‌های زیر پوشش آنها در انتهای مقاله آمده است.

از این مشکل از یک تخمین زننده حداقل مربعات وزنی (GLS) استفاده می‌شود تا مشکل یادشده را مرتفع نماید. تخمین زننده GLS با فرض این که خطاها به طور نرمال بین مقاطع توزیع شده‌اند و ماتریس واریانس - کواریانس مورد استفاده قرار می‌گیرد، موجب می‌شود که تخمین‌های کاراتر از ضریب‌ها به دست دهد.

نتایج حاصل از برآورد پارامترهای مدل (۲۹) با استفاده از داده‌های تلفیقی به صورت زیر ارائه شده است.

$$LXR = \alpha_i - \underset{(-۲/۰۳)}{۱/۹۶۳}LRPX - \underset{(-۲/۰۲)}{۰/۳٤}LRPX۲ + \underset{(۷/۲۲)}{۰/۳۱۵}LRPS + \underset{(۳/٦۸)}{۰/۱۱۱}LRMN + \underset{(٤/۳۵)}{۰/۲۸٦}LXR(-۱) \quad (۳۰)$$

$$\underset{(-۵/۷۷)}{-۰/۰۰۷}TR \qquad R^۲ = ۰/۹۹$$

همان طور که ملاحظه می‌شود، همه ضریب‌های متغیرها از نظر آماری معنادارند (اعداد داخل پرانتز مقادیر آماره t می‌باشد). در این معادله LXR لگاریتم مصرف برق در بخش خانگی، α_i مقادیر ضریب‌های ثابت در هر یک از مناطق (۱۶ شرکت برق منطقه‌ای)[۱]، LRPX لگاریتم قیمت واقعی برق در بخش خانگی، LRPX۲ لگاریتم مجذور قیمت واقعی برق در بخش خانگی، LRPS لگاریتم قیمت واقعی سوخت‌های جایگزین، LRMN لگاریتم کل هزینه واقعی خانوارها در مناطق، LXR(-۱) لگاریتم مصرف‌برق‌خانگی در دوره قبل و TR معرف‌نرخ‌خاموشی برق در مناطق می‌باشد.

نتایج حاصل از محاسبه کشش‌های قیمتی خودی و درآمدی در کوتاه‌مدت و بلندمدت برای تقاضای برق در بخش خانگی در جدول ۱ آمده است.

۱.

$\alpha_۱$=۵/۶۴	$\alpha_۵$=۵/۵۵	$\alpha_۹$=۴/۸۴	$\alpha_{۱۳}$=۵/۱۴
$\alpha_۲$=۵/۵۷	$\alpha_۶$=۵/۸۴	$\alpha_{۱۰}$=۵/۲۰	$\alpha_{۱۴}$=۵/۴۳
$\alpha_۳$=۵/۳۱	$\alpha_۷$=۴/۷۹	$\alpha_{۱۱}$=۵/۶۶	$\alpha_{۱۵}$=۵/۴۸
$\alpha_۴$=۵/۳۲	$\alpha_۷$=۴/۱۵	$\alpha_{۱۱}$=۵/۰۱	$\alpha_{۱۶}$=۴/۴۸

جدول ۱. کشش‌های قیمتی و درآمدی کوتاه‌مدت و بلندمدت در بخش خانگی

کشش قیمتی		کشش درآمدی	
کوتاه‌مدت	بلندمدت	کوتاه‌مدت	بلندمدت
-۰/۹۷	-۱/۳۶	۰/۱۱۱	۰/۱۵۵

همان طور که ملاحظه می‌شود، کشش قیمتی و درآمدی کوتاه‌مدت، به ترتیب، معادل ۰/۹۸- و ۰/۱۱۱ می‌باشد. همین کشش‌ها در بلندمدت، به ترتیب، ۱/۳۶- و ۰/۱۵۵ خواهد بود. کشش قیمتی کوتاه‌مدت نزدیک به عدد یک است در حالی که کشش درآمدی کوچک می‌باشد. لذا، تقاضای برق از نظر قیمتی کشش‌پذیر ولی از نظر درآمدی بی کشش است، هر چند هر دو شاخص مؤید ضروری و نرمال بودن کالای برق است، تفاوت در کشش‌پذیری تقاضای برق از حیث قیمتی و درآمدی بیانگر آن است که تقاضای برق در مقابل قیمت از حساسیت بیشتری نسبت به درآمد برخوردار است. به عبارت دیگر، یک درصد افزایش در قیمت برق موجب ۰/۹۷ درصد کاهش در مصرف برق می‌شود، در حالی که یک درصد افزایش در درآمد موجب افزایش ۰/۱۱ درصد در تقاضای برق در کوتاه‌مدت می‌گردد. همچنین کشش‌های مذکور نشان می‌دهند که حساسیت‌پذیری تقاضا در مقابل سیاست‌های قیمتی بیش از اثرپذیری سیاست‌های درآمدی است.

برای تشریح بیشتر کشش‌های قیمتی تقاضا در بین مناطق (در حوزه شرکت‌های برق منطقه‌ای) می‌توان از اطلاعات جدول ۲ بهره جست. براساس این جدول، بیشترین کشش قیمتی تقاضای برق مربوط به استان‌های تهران، کرمان، سیستان و بلوچستان و خوزستان و کمترین آن در استان‌های غربی کشور، از جمله ایلام، کردستان و کرمانشان (زیر پوشش شرکت برق منطقه‌ای غرب) می‌باشد. بنابراین، در استان‌های برخوردار و گرمسیر کشش‌های قیمتی در مقایسه با سایر استان‌های کشور بیشتر و در استان‌های محروم کمتر است.

جدول ۲. کشش قیمتی تقاضای برق در حوزه شرکت‌های برق منطقه‌ای (مناطق)

ردیف	نام شرکت	سال					متوسط دوره
		۱۳۷۴	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	
۱	برق منطقه‌ای آذربایجان	-۰/۸۶	-۰/۸۶	-۰/۹۵	-۰/۹۷	-۰/۹۸	-۰/۹۲
۲	برق منطقه‌ای اصفهان	-۰/۹۱	-۰/۹۴	-۰/۹۹	-۰/۹۸	-۰/۹۸	-۰/۹۶
۳	برق منطقه‌ای باختر	-۰/۸۶	-۰/۹۹	-۰/۹۱	-۰/۹۴	-۰/۹۴	-۰/۹۳
۴	برق منطقه‌ای تهران	-۱/۰۸	-۱/۰۹	-۱/۰۸	-۱/۰۷	-۱/۰۷	-۱/۰۸
۵	برق منطقه‌ای خراسان	-۰/۹۱	-۰/۹۰	-۰/۹۵	-۰/۹۸	-۱/۰۰	-۰/۹۵
۶	برق منطقه‌ای خوزستان	-۱/۰۸	-۰/۹۹	-۰/۹۹	-۱/۰۲	-۱/۰۱	-۱/۰۲
۷	برق منطقه‌ای زنجان	-۰/۹۰	-۰/۹۲	-۰/۹۵	-۰/۹۶	-۰/۹۶	-۰/۹۴
۸	برق منطقه‌ای سمنان	-۱/۰۵	-۰/۸۶	-۱/۰۱	-۱/۰۳	-۱/۰۲	-۰/۹۹
۹	برق منطقه‌ای سیستان و بلوچستان	-۱/۱۱	-۱/۰۶	-۱/۰۳	-۱/۰۱	-۱/۰۲	-۱/۰۵
۱۰	برق منطقه‌ای غرب	-۰/۸۰	-۰/۸۷	-۰/۹۲	-۰/۹۳	-۰/۹۴	-۰/۸۹
۱۱	برق منطقه‌ای فارس	-۰/۸۸	-۰/۸۹	-۰/۹۸	-۰/۹۹	-۱/۰۱	-۰/۹۵
۱۲	برق منطقه‌ای کرمان	-۱/۰۵	-۰/۹۸	-۱/۰۹	-۱/۱۵	-۱/۱۶	-۱/۰۷
۱۳	برق منطقه‌ای گیلان	-۰/۸۹	-۰/۹۰	-۰/۹۵	-۰/۹۶	-۰/۹۷	-۰/۹۳
۱۴	برق منطقه‌ای مازندران	-۰/۹۶	-۰/۹۴	-۰/۹۲	-۰/۹۳	-۰/۹۴	-۰/۹۵
۱۵	برق منطقه‌ای هرمزگان	-۱/۰۲	-۰/۹۵	-۰/۹۷	-۰/۹۳	-۱/۰۱	-۰/۹۸
۱۶	برق منطقه‌ای یزد	-۰/۹۵	-۱/۰۸	-۰/۹۵	-۰/۹۶	-۰/۹۴	-۰/۹۷
	متوسط کل:						-۰/۹۷

همچنین براساس یافته‌های مدل، کشش قیمتی متقاطع معادل ۰/۳۱۵ می‌باشد که مبیّن این واقعیت است که انرژی برق و سوخت‌های دیگر حالت جانشینی نسبت به یکدیگر دارند. به دیگر سخن، با یک درصد افزایش در قیمت سوخت‌های جایگزین، مصرف برق به اندازه ۰/۳۱۵ درصد افزایش می‌یابد. از یافته‌های دیگر مدل این است که متغیر نرخ خاموشی (TR) اثر منفی در تقاضای برق دارد. به عبارت دیگر، هر چه نرخ خاموشی برق افزایش یابد، تقاضا برای برق کاهش می‌یابد. علامت این متغیر نیز با تئوری سازگار است، هر چند اثر آن در تقاضای برق بسیار کم است، ولی به هر حال بی‌اثر نخواهد بود.

ذکر این نکته ضروری است که در اغلب موارد استفاده از داده‌های تلفیقی ما را مواجه با واریانس ناهمسانی می‌نماید. برای این منظور، در مدل برآورد شده همزمان با آزمون واریانس همسانی وایت[1] این امر مرتفع شده است.

به علاوه، برای بررسی شرط همگنی در تابع تقاضای برق خانگی از آزمون والد[2] استفاده شده است. براساس این آزمون، شرط همگنی مبتنی بر فرضیه صفر این است که مجموع کشش‌های قیمتی و درآمدی تقاضا صفر می‌باشد، برای این منظور آزمون والد انجام شده و مورد تأیید قرار گرفته است.

۴. نتیجه‌گیری

در این بررسی، تابع تقاضای برق در بخش خانگی با استفاده از داده‌های تلفیقی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و کشش‌های قیمتی و درآمدی کوتاه‌مدت و بلندمدت به دست آمد.

نتایج حاصل از تخمین تقاضای برق خانگی حاکی از آن است که کالای برق در این بخش از نظر کشش قیمتی در کوتاه‌مدت یک کالای با کشش و از حیث درآمدی یک کالای بی کشش است. به عبارت دیگر، حساسیت تقاضای برق در بخش خانگی متأثر از سیاست‌های قیمتی است تا درآمدی، این پیامد در بلندمدت نیز برای این کشش‌ها صادق است. کشش متقاطع نیز در این بخش نشان می‌دهد که انرژی برق و سوخت‌های جایگزینی نسبت به یکدیگر حالت جانشینی دارند. با توجه به

1. White Heteroskedasticity - Consistent Standard Errors and Covariance

2. Wald Test

مدل تقاضا و متغیر فرض شدن کشش‌های قیمتی در طول زمان، نتایج حاکی از آن است که در مناطق مختلف کشش‌های قیمتی روند افزایشی داشته است. همچنین یک تمایز آشکار بین مناطق (استان‌ها) برخوردار و گرمسیر کشور در مقایسه با سایر مناطق وجود دارد به نحوی که کشش‌های قیمتی مناطق نخست نسبت به سایر مناطق بیشتر می‌باشد. این پدیده، بیان می‌دارد که به رغم این که تصمیم‌گیرندگان اجرایی تمایل به افزایش نرخ‌ها در مناطق برخوردار دارند، ولی واکنش مصرف‌کنندگان در این مناطق در مقابل اثرات قیمت بر تقاضا از سایر مناطق بیشتر است، به طوری که در اغلب این مناطق کشش‌های قیمتی بیش از واحد می‌باشد. به عبارت دیگر، با یک درصد افزایش در قیمت برق، تقاضا برای آن بیش از یک درصد کاهش می‌یابد.

اسامی شرکت‌های برق منطقه‌ای و استان‌های زیر پوشش آنها

منطقه	نام شرکت	نام استان‌های تحت پوشش
۱	برق منطقه‌ای آذربایجان	آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل
۲	برق منطقه‌ای اصفهان	اصفهان، چهارمحال و بختیاری
۳	برق منطقه‌ای باختر	لرستان، مرکزی، همدان
۴	برق منطقه‌ای تهران	تهران، قم
۵	برق منطقه‌ای خراسان	خراسان
۶	برق منطقه‌ای خوزستان	خوزستان، کهکیلویه و بویراحمد
۷	برق منطقه‌ای زنجان	قزوین، زنجان
۸	برق منطقه‌ای سمنان	سمنان
۹	برق منطقه‌ای سیستان و بلوچستان	سیستان و بلوچستان
۱۰	برق منطقه‌ای غرب	ایلام، کردستان، کرمانشاه
۱۱	برق منطقه‌ای فارس	فارس، بوشهر
۱۲	برق منطقه‌ای کرمان	کرمان
۱۳	برق منطقه‌ای گیلان	گیلان
۱۴	برق منطقه‌ای مازندران	مازندران، گلستان
۱۵	برق منطقه‌ای هرمزگان	هرمزگان
۱۶	برق منطقه‌ای یزد	یزد

منابع

الف) فارسی

سازمان برنامه و بودجه. (۱۳۷۱). *گزارش نهایی طرح "برآورد تقاضای انرژی کشور"*. مؤسسه عالی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه.

مرکز آمار ایران. *نتایج تفصیلی آمارگیری از هزینه و درآمد خانوارها*.

وزارت نیرو. (۱۳۷۴-۱۳۷۸). *آمار تفصیلی صنعت برق*.

ـــــــــ. (۱۳۷۸). *ترازنامه انرژی سال ۱۳۷۸*. دفتر برنامه‌ریزی انرژی.

ـــــــــ. *سی و سه سال صنعت برق ایران در آئینه آمار*.

ب) انگلیسی

Arima B.C. (1992, Winter). Electricity Consumption in Nigeria: A Spatial Analysis. *Opec Review.*

Balabanoff S. (1994, Winter). The Dynamics of Energy Demand in Latin America. *Opec Review.*

Bose, R.K. Shukla M. (1999). Elasticity of Electricity Demand in India, *Energy Policy.* Vol. 27.

Branch E. Raphael. (1993). Short Run Income Elasticity of Demand for Residental Electricity using Consumer Expenditure Survey Data. *The Energy Journal.* Vol. 14, No. 4.

Chang H.S, Yo Hsing. (1991). The Demand for Residental Electricity: New Evidence on Time - Varing Elastisities. *Applied Economics.* Vol. 23.

Donatos G.S, Morgos G.J. (1991, Jan). Residental demand for Electrcity: The Case of Greece. *Energy Economics.*

Greene W. H. (1990). Econometrics Analysis (2nd Edition). New Work: Academic Press. 2nd Edition.

Houthakker, Verleger, Sheehan, (1973). *Dynamic Demand Analyses for Gasoline and Electricity.* Lexington Mass, Data Resources, Inc.

Julian I. Silk, Fredrick L. Joutz. (1997). Short and Long - Run Elasticities on Residental Electricity Demand: A Contegration Approach. *Energy Economics.* Vol. 19.

Mohan, Munasinghe. (1990). *Electric Power Economics.* Butter Worth and Co. (Publisher) LTD.

Piyush Tiwari. (2000). Architectural, Demographic and Economic Causes of Electricity Consumption. *Journal of Policy Modeling.* Vol. 22, No. 1.

Taylor L.D, (1975). The Demand for Electricity, A survy. *The Bell Journal of Economic.* Vol. 6.

Taylor L.D, Blahenberger G.R, Rennhack R.K. (1984). Residental Energy Demand in the United State: Introduction and Overview of Alternative Models. *Advance in the Economics of Energy and Resources.* Vol. 15.

Yo Hsing. (1994). Estimation of Residental Demand for Electricity with the Cross - Sectionally Correlated and Time - Wise Autoegressive Model. *Resource and Energy Economics.* Vol. 16.

منتشر شد

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

قانون رسیدگی به تخلفات اداری

به انضمام

آیین‌نامه اجرایی، آیین‌نامه هیات عالی نظارت، واژه‌نامه حقوقی، راهنمای مراحل رسیدگی، دستورالعمل رسیدگی به تخلفات اداری، مصوبه شورای عالی اداری در خصوص تشکیل دفاتر بازرسی و پاسخگویی به شکایات، شرح وظایف دفاتر بازرسی و پاسخگویی به شکایات و دستورالعمل رسیدگی به شکایات ارباب رجوع

تهیه کنندگان:
دبیرخانه هیات عالی نظارت
و
دفتر هماهنگی بازرسی و پاسخگویی