

تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی مصارف خانگی شهر تهران

دکتر محمد رضا لطفعلی پور*

احمد باقری**

تاریخ ارسال: ۱۳۸۱/۱۰/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۲/۹/۱۸

چکیده

انرژی یکی از منابع حیات بشری و عامل تداوم آن است. گاز طبیعی به لحاظ دارا بودن مزایای فراوان و تأمین ۴۳ درصد از انرژی اولیه کشور، از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای در میان سایر منابع انرژی برخوردار است. تحلیل بازار انرژی به طور عام و تقاضای انرژی به طور خاص در شناخت نقش انرژی و کاربرد آن در مناطق مختلف کشور از اهمیت بالایی برخوردار است. در این مطالعه، تقاضای گاز طبیعی به عنوان یکی از حاملان انرژی در بخش خانگی در نظر گرفته شده است. این امر به منظور شناخت ساختار رفتار مصرف‌کنندگان انجام گرفته است. تحلیل میزان حساسیت مصرف‌کنندگان خانگی نسبت به متغیرهای قیمت گاز طبیعی، درآمد سرانه و متوسط درجه حرارت هوا، سیاست‌گذاران را در تأمین گاز طبیعی مورد نیاز این بخش و بهینه کردن آن یاری می‌کند. به این منظور، توابع تقاضای کل گاز طبیعی و متوسط مصرف گاز طبیعی هر خانوار در شهر تهران با استفاده از اطلاعات مربوط به سال‌های ۱۳۷۴ - ۱۳۷۸ که به صورت فصلی جمع‌آوری شده‌اند، تخمین و در نهایت، کشش‌های درآمدی و قیمتی گاز طبیعی محاسبه شده است.

واژه‌های کلیدی: انرژی، تقاضای انرژی، گاز طبیعی، حامل‌های انرژی، کشش درآمدی تقاضا، گاز طبیعی فشرده.

* عضو هیئت علمی دانشکده اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد

Email:Lotfalipour@ferdowsi.um.ac.ir

** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد

۱. مقدمه

گاز، انرژی برتر قرن بیست و یکم بوده و جمهوری اسلامی ایران با دارا بودن ذخایر عظیم گاز طبیعی، دومین کشور دارنده این ذخایر پس از کشور روسیه است. با توجه به وفور و پراکندگی منابع گاز در ایران، هزینه کمتر استخراج و پالایش و فراوری و انتقال آن نسبت به نفت، ماندگاری و قابلیت استفاده از ذخایر گاز طبیعی تا سه قرن آینده، قیمت نسبتاً ارزان و قابل رقابت آن با توجه به انرژی حرارتی که دارد، تأمین رفاه خانوارها و بنگاه‌ها به لحاظ سهولت و تداوم دسترسی به آن، آلاینده‌گی کمتر محیط زیست در مقایسه با سایر سوخت‌ها، صرفه‌جویی هنگفت ارزی در اثر جایگزینی گاز طبیعی با سایر سوخت‌ها از جمله نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره و بنزین، مصارف غیر انرژی در صنایع نفت و پتروشیمی از طریق تزریق به مخازن نفتی و یا تبدیل آن به کالاهای مختلف و بسیاری از امتیازات و مزایای دیگر، به جایگاه و نقش مهم گاز طبیعی در حال و به ویژه در آینده به عنوان یکی از تأمین‌کننده‌های اصلی انرژی موردنیاز بخش‌های مختلف مصرفی کشور پی‌می‌برسد.

جایگزین کردن انرژی‌های ارزان و سازگار با محیط زیست با فراورده‌های نفتی از طریق گسترش شبکه گازرسانی، تبدیل سوخت نیروگاه‌ها و صنایع بزرگ به گاز طبیعی، استفاده از گاز طبیعی فشرده (CNG) و گاز مایع (LPG) به عنوان سوخت خودروها و اعمال مدیریت عرضه در توزیع فراورده‌های نفتی از جمله مهمترین برنامه‌های اجرا شده و یا در دست اجرای مدیریت عرضه انرژی در کشور است. با توجه به اقدامات انجام شده در زمینه مدیریت عرضه باید در حیطه مصرف و تقاضای انرژی نیز برنامه‌ریزی جامعی صورت‌پذیرد. با ارزیابی رفتار تقاضای انرژی به عنوان مکمل بخش برنامه‌ریزی انرژی کشور می‌توان با اعمال صحیح مدیریت تقاضا ضمن تصحیح الگوی مصرف انرژی، صرفه‌جویی هنگفتی در مصرف انرژی به عمل آورد.

ارزیابی رفتار تقاضای انرژی می‌تواند برای بخش‌های مختلف مصرفی و اشکال گوناگون حامل‌های انرژی صورت‌پذیرد. در همین راستا پژوهش حاضر، تقاضای گاز طبیعی را برای تحلیل رفتار مصرف‌کنندگان شهر تهران با ۱۲ درصد جمعیت کل کشور که سهم قابل توجهی از مصرف را به خود اختصاص می‌دهند، مورد بررسی قرار می‌دهد. فرض این است که با توجه به نبود جایگزین‌های مناسب برای گاز، تغییرات قیمت آن تأثیر چندانی در میزان مصرف نخواهد داشت. بنابراین، قیمت نمی‌تواند ابزار مناسبی جهت کنترل مصرف باشد.

گرچه در این مطالعه تقاضای مصرفی گاز در جامعه تهران مورد بررسی قرار گرفته است و می‌تواند مورد استفاده برنامه‌ریزان بخش انرژی کشور باشد، در عین حال، از نتایج حاصل از آن می‌توان برای بخش مصرفی همه کشور بهره‌برد.

۲. فرضیه‌های پژوهش

۱-۲. کَشش قیمتی تقاضا برای گاز طبیعی در بخش خانگی در شهر تهران کمتر از واحد است. به عبارت دیگر، گاز طبیعی از نظر خانوارهای تهرانی یک کالای کم کَشش محسوب می‌شود.

۲-۲. کَشش درآمدی تقاضای گاز طبیعی برای مصرف کنندگان خانگی در شهر تهران بین صفر و یک است. یعنی گاز طبیعی یک کالای ضروری محسوب می‌شود.

۲-۳. یک نوع ارتباط غیرمستقیم بین متوسط درجه حرارت و مقدار مصرف گاز طبیعی بخش خانگی وجود دارد.

برای بررسی ساختار رفتار مصرفی خانوارهای مصرف کننده گاز طبیعی در شهر تهران، از اسناد و مدارک آماری و برای قبول یا رد فرضیه‌های طرح شده، از روش‌های اقتصادسنجی استفاده شده است.

۳. مروری بر بعضی مطالعات انجام شده

یکی از عمده کارهای پژوهشی که در این زمینه صورت گرفته، پیش بینی تقاضای انواع انرژی در بخش‌های مختلف مصرف کننده است (فخرایی ۱۳۷۱). در این پژوهش، تقاضای گاز طبیعی برای دو بخش خانگی-تجاری و صنعتی در نظر گرفته شده است. متغیرهای اصلی توضیحی این الگو تولید ناخالص داخلی و قیمت فروش گاز بوده است. الگوهای برآوردی تقاضای مورد استفاده ایشان چهار الگوی خطی، خطی- لگاریتمی، لگاریتمی- خطی و لگاریتم دو طرفه بوده است.

کار پژوهشی دیگری که به منظور یافتن تابع تقاضای انرژی برای کل کشور انجام شده، بیشتر جنبه نظری داشته است. نتایج این پژوهش نشان دهنده ضریب همبستگی بالای بین مصرف سرانه انرژی و تولید ناخالص ملی یا تولید ناخالص داخلی است.

سایر کارهای انجام شده در این زمینه عمدتاً، پایان نامه‌های کارشناسی ارشد است. این نوع پژوهش‌ها نسبتاً محدود بوده و بخشی از تقاضای کل انرژی کشور را مورد مطالعه قرار داده اند. از جمله پایان نامه محمد مزرعتی، صادق داداشی (۱۳۷۸)، پیام محمد علیها (۱۳۷۷) و غلامرضا اولادی (۱۳۷۷).

۴. الگوهای نظری تحلیل تقاضای انرژی

۴-۱. روش‌های آماری

این روش‌ها به دو روش برون‌یابی و سری زمانی تقسیم می‌شوند.

۴-۱-۱. روش ساده برون‌یابی^۱

اساس این روش بر مبنای نرخ رشد متوسط متغیر مورد بررسی به صورت حسابی، هندسی و نظایر آن است. نرخ رشد محاسبه شده با کمک داده‌های گذشته در پیش‌بینی تقاضای انرژی سال‌های بعد مورد استفاده

1. Trend Analysis or Trend Extrapolation.

قراری می‌گیرد. اگرچه این الگوها برای تصمیم‌گیری‌های بسیار کوتاه مدت کما بیش مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی قادر به تبیین اثرات تغییرات بلندمدت متغیرها نیستند. روابط ریاضی این الگو به شکل زیر است:

$$a_t = \left(\frac{E_t - E_{t-1}}{E_{t-1}} \right) \times 100 \Rightarrow E_{t+1} = E_t + \frac{a_t}{100} \cdot E_t = \left(1 + \frac{a_t}{100} \right) \times E_t$$

که E_t تقاضای انرژی در زمان t و a_t نرخ رشد حسابی تقاضای انرژی و E_{t+1} میزان مصرف پیش‌بینی شده برای سال $t + 1$ است.

چنانچه رشد تقاضا به صورت یک تصاعد هندسی تصور شود، نرخ رشد متوسط مصرف انرژی برای یک دوره T ساله (از $t = 0$ یا $t = T$) برابر خواهد بود با:

$$a_T = (T^{-1} \sqrt[T]{\frac{E_T}{E_0}} - 1) \times 100$$

در صورت داشتن میزان تقاضای (مصرف) انرژی در سال پایه E_0 و فرض ثبات نرخ رشد تقاضا، میزان تقاضای انرژی برای دوره $T + 1$ به صورت زیر پیش‌بینی می‌شود:

$$E_{T+1} = E_0 \times \left(1 + \frac{a_t}{100} \right)^T$$

۴-۲. روش سری زمانی^۱

هر گاه در خصوص متغیر مورد بررسی چنین فرض شود که مقادیر گذشته آن در ساختار و ماهیت، رفتار متغیر را در بر دارد و تمامی عوامل مؤثر در آن متغیر در مقادیر گذشته آن اثرگذاری کرده‌اند، در آن صورت، براساس سوابق قبلی (که سری زمانی گذشته آن متغیر است)، می‌توان روند آتی متغیر را پیش‌بینی کرد.^۲ سوابق قبلی عموماً با اشکال تبعی زیر قابل انطباق است:

$$Y(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_{n-1} t^{n-1} \quad \text{۱- الگوی چند جمله‌ای}$$

$$Y(t) = C_1 + C_2 t \quad \text{۲- الگوی روند خطی}$$

$$Y(t) = A e^{rt} \quad \text{۳- الگوی منحنی رشد نمایی}$$

$$Y(t) = C_1 + C_2 Y(t-1) \quad \text{۴- الگوی روندی خود رگرسیونی}$$

$$\text{Log} Y(t) = C_1 + C_2 \text{Log} Y(t-1) \quad \text{۵- الگوی روندی خود رگرسیونی لگاریتمی}$$

1. Time series processing.

۲. دامور گجراتی. ۱۳۷۸. ص ۴۲-۹۴۱.

$$Y(t) = a_0 + a_1t + a_2t^2 \quad \text{۶- الگوهای روندی از درجه ۲}$$

$$Y(t) = \frac{1}{a_0 + ab^t} \quad \text{۷- الگوهای روندی لجستیکی}$$

در اشکال فوق $Y(t)$ مقدار پیش‌بینی متغیر برای زمان آتی است. افزون بر آن، هر یک از اشکال تبعی فوق و اشکال دیگری که وجود دارد، بسته به ماهیت سری زمانی و با تشخیص پژوهش، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یکی دیگر از روش‌های سری زمانی که در عین حال معروفترین و جدیدترین آنها است، روش باکس - جکینز یا *ARIMA* است^۱. همان‌طور که قبلاً گفته شد، ایراد وارد بر این روش‌ها این است که فقط می‌توان درپیش‌بینی‌های بسیار کوتاه مدت از آنها استفاده کرد.

۲-۴. روش‌های اقتصادسنجی^۲

هم‌چنان‌که در دهه ۱۹۶۰ استفاده از الگوهای اقتصادسنجی در مورد الگوسازی تقاضا برای سایر کالاها و خدمات گسترش یافته بود، به‌طور وسیعی در مورد تقاضا برای انواع مختلف حامل‌های انرژی نیز به کار گرفته شد. در این الگوها، تقاضای انرژی تابعی از متغیرهای اقتصادی نظیر درآمد و قیمت‌ها و متغیرهای غیراقتصادی مانند تعداد استفاده‌کنندگان و درجه حرارت هوا است^۳.

شکل کلی یک الگوی اقتصادسنجی به صورت زیر است:

$$Y = F(X) + U$$

در این الگو، X برادر متغیرهای مستقل، U جمله خطای تصادفی و Y متغیر وابسته (مثلاً تقاضای انرژی) است^۴. پارامترهای الگو براساس داده‌های مقطعی یا سری زمانی تخمین زده می‌شوند. بنابراین، پیش‌بینی تقاضای انرژی با کمک این الگوها مبتنی بر تعمیم شرایط گذشته به آینده است. نکته‌ای که در مورد این‌گونه الگوها می‌توان به آن اشاره کرد، داشتن پشتوانه نظری در نظریه‌های اقتصادی است که در روش‌های آماری چنین نبود. لذا، با تخمین یک الگو علاوه بر سایر اهداف الگوسازی قادر خواهیم بود نظریه‌های تقاضا در اقتصاد را نیز آزمون کنیم. به‌طور کلی، شیوه الگوسازی مبتنی بر روش‌های اقتصادسنجی به دو دسته کلی شامل الگوهای مبتنی بر نظریه‌های اقتصاد خرد و الگوهای جایگزین که عمدتاً، مبتنی بر فروض اقتصاد کلان است، تقسیم می‌شود.

۱. همان منبع.

2. Econometrics Methods.

۳. صادق داداشی . ۱۳۷۸.

۴. مسعود درخشان، ۱۳۷۴، ص ۱۶.

۴-۲-۱. تک معادلات تقاضا

الگوهای مبتنی بر نظریه‌های اقتصاد خرد، براساس مبانی نظریه‌های رفتار مصرف کننده بنا شده‌اند. این الگوها شکل سیستمی توابع تقاضا بوده و در واقع، به مسئله تخصیص کل بودجه مصرف کننده به یک مجموعه از کالاهای مختلف مربوط می‌شوند و از طریق حداکثر کردن تابع مطلوبیت خاصی و با توجه به قید بودجه مصرف کننده به دست می‌آیند. توابع سیستمی تقاضا به طور هم‌زمان، تقاضا را برای هر کالا در ارتباط با قیمت آن کالا و سایر کالاها و درآمد مدنظر قرار می‌دهند. در کارهای تجربی به دلیل مشکل بودن فرم انتخاب تابع مطلوبیت مناسب و استخراج تابع تقاضا از روی آن که با مشکلات و پیچیدگی‌هایی همراه است، معمولاً از تابع تقاضا در حالت‌های غیر سیستمی یا منفرد استفاده می‌شود. در تابع تقاضای منفرد اولاً، همه محدودیت‌های توابع تقاضا حالت سیستمی را ندارد. ثانیاً، الزامی نیست که از شرایط حداکثر کردن تابع مطلوبیت خاصی به دست آمده باشد. به طور کلی، می‌توان گفت توابع منفرد تقاضا از نظریه اقتصادی خاصی استنتاج نشده، بلکه بیشتر از راه آزمون و خطا در استفاده از متغیرها و فرم‌های مختلف معادلات به دست آمده‌اند.

به لحاظ تجربی می‌توان تابع تقاضای منفرد را در صورت‌های گوناگون خطی، نمایی و لگاریتمی به شکل

زیر به کار برد:

$$X_i = a + bp_i + CM + u_i \quad \text{۱- الگوی خطی}$$

$$X_i = aP_i^b M^c u_i \quad \text{۲- الگوی نمایی}$$

$$\ln X_i = a + b \ln P_i + c \ln M + \ln U_i \quad \text{۳- الگوی لگاریتمی}$$

که X_i و P_i به ترتیب، مقدار تقاضا و قیمت کالای i ام و M درآمد است. هر کدام از صورت‌های مذکور که برآورد آن با انتظارات نظری و آزمون‌های آماری مورد قبول واقع شود، مبنای عمل و تحلیل قرار می‌گیرد. در بین این معادلات، الگوی لگاریتمی به لحاظ برآورد مستقیم کشش قیمتی و درآمدی از کاربرد بیشتری برخوردار است.

$$b_i = \frac{\partial \ln X_i}{\partial \ln P_i} = \frac{\partial X_i}{\partial P_i} \cdot \frac{P_i}{X_i} = e_{ii}$$

$$C_i = \frac{\partial \ln X_i}{\partial \ln M_i} = \frac{\partial X_i}{\partial M_i} \cdot \frac{M}{X_i} = \eta_{im}$$

انعطاف‌پذیری این روش زیاد بوده و به راحتی می‌توان متغیرهای مربوط را وارد الگو و متغیرهای زائد را از آن حذف کرد.^۱

۲-۲-۴. سیستم مخارج خطی

در سیستم مخارج خطی (LES)^۱، توابع تقاضا در فرایند حد اکثر سازی تابع مطلوبیت استون-گری یا کلین-روبین که صورت تعمیم یافته تابع کاب-داگلاس^۲ است، با توجه به قید بودجه استخراج می‌شوند. معادله تابع مطلوبیت استون-گری در دو حالت نمایی و لگاریتمی به صورت زیر است:

$$U = (x_1 - \gamma_1)^{\alpha_1} (x_2 - \gamma_2)^{\alpha_2}$$

$$u = \alpha_1 \ln(x_1 - \gamma_1) + \alpha_2 \ln(x_2 - \gamma_2)$$

$$\beta_1 = \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2}, \beta_2 = \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

$$u = \beta_1 \ln(x_1 - \gamma_1) + \beta_2 \ln(x_2 - \gamma_2)$$

در این توابع، مطلوبیت فردی، x_1, x_2 مقادیر مصرف کالاها و γ_1, γ_2 مقادیر حد اقل معیشت هستند.

۳-۲-۴. سیستم تقاضای تقریباً ایده آل

این الگو فروض محدود کننده سیستم مخارج خطی را نداشته و تخمین پارامترهای آن به سادگی انجام پذیر است. شکل این نوع تابع هزینه به صورت زیر است^۳:

$$\text{Log}C(U, P) = \alpha + \sum_k \alpha_k \text{Log}P_k + \frac{1}{2} \sum_k \sum_j \gamma_{kj} \text{Log}P_k \text{Log}P_j + U \beta_0 \prod_k P_k^{Bk}$$

تابع فوق انعطاف پذیری زیادی داشته و اجازه آزمون محدودیت‌های ناشی از نظریه اقتصادی را به صورت آماری می‌دهد.

۵. متغیرهای مؤثر و مهم در تقاضای گاز طبیعی

عوامل مؤثر بر میزان تقاضای گاز طبیعی خانوارها که به عنوان متغیرهای توضیحی در الگوها لحاظ شده‌اند،

1. Linear Expenditure System.
2. Stone- Geary, Kelein- Rubin, Cobb- Douglas.
3. Deaton, A, & Muelbauer, J, 1980, p313.

عبارتند از: قیمت گاز طبیعی، درآمد سرانه، درجه حرارت و تعداد خانوارها^۱.

میزان تقاضای گاز طبیعی از عوامل دیگری نظیر تعداد وسایل گازسوز و میزان راندمان آنها، نوع سیستم حرارتی مورد استفاده در منازل (شوفاژ یا بخاری)، زیربنای واحدهای مسکونی و غیره متأثر است که به دلیل وجود نداشتن اطلاعات ریز و مفصل درباره برخی عوامل و نیاز به صرف هزینه‌های بالا و وقت بسیار برای جمع‌آوری اطلاعات موجود، از این عوامل و متغیرها صرف‌نظر شده است.

۱-۵. قیمت گاز طبیعی

قیمت گاز طبیعی به عنوان یکی از متغیرهای مهم و مؤثر بر تقاضای گاز طبیعی رابطه غیرمستقیمی با میزان تقاضای آن دارد. در ایران به ویژه قبل از برنامه دوم، به دلیل کنترل قیمت گاز طبیعی و سایر سوخت‌ها در طی سالیان متمادی و اعطای یارانه‌های قابل ملاحظه به مصرف کنندگان و با در نظر گرفتن سیر صعودی سطح عمومی قیمت‌ها، قیمت نسبی سوخت‌ها از جمله گاز طبیعی کاهش یافته است. این امر موجب تشویق مصرف کنندگان به مصرف گاز طبیعی و سایر سوخت‌ها شده است.

تا قبل از شروع برنامه پنج‌ساله دوم، مصرف کنندگان خانگی گاز طبیعی برای مقادیر مختلف مصرفی گاز از کمترین حد تا بیشترین مقدار، قیمت ثابتی را برای هر متر مکعب گاز پرداخت می‌کردند، از آنجایی که این قیمت با در نظر گرفتن یارانه تعیین می‌شد، تمام اقشار و گروه‌های جامعه چه فقیر و چه غنی از این یارانه بهره‌مند می‌شدند، حتی اقشار مرفه به لحاظ امکانات مالی بیشتر داشتن خانه‌های بزرگتر و تعداد وسایل گازسوز بیشتر به مراتب بیشتر از خانوارهای دارای منابع مالی محدود که - مصرف گاز کمتری نیز دارند - منتفع می‌شدند.

در برنامه پنج‌ساله دوم نظام قیمت‌گذاری گاز طبیعی تغییر کرد، به این شکل که یک دامنه مصرف گاز طبیعی تعیین شده و قیمت هر متر مکعب گاز مصرفی در این سطح از مصرف نیز معین می‌شود. حال، خانوارهایی که کمتر از دامنه مصرف تعیین شده از گاز طبیعی استفاده کنند، مشمول بخشودگی‌هایی شده و برعکس، خانوارهایی که بیشتر از دامنه مصرف تعیین شده مصرف داشته باشند، مشمول نرخ‌های تصاعدی شده و با افزایش بیشتر مصرف، نرخ‌های به مراتب بالاتری نیز بابت مصرف هر متر مکعب گاز طبیعی پرداخت خواهند کرد که به این ترتیب، این روش قیمت‌گذاری معایب روش قیمت‌گذاری ثابت را ندارد.

۱. برای آگاهی بیشتر به منابع زیر مراجعه شود:

- سازمان برنامه و بودجه، دفتر تحقیقات عملیاتی، «بررسی مقدماتی ایجادالگو انرژی در ایران»، اردیبهشت ۱۳۵۷.
- محمد طیبیان و شعاع انجم، «پروژه تدوین الگو اقتصادسنجی عرضه و تقاضای انرژی کشور»، گزارش مرحله اول و دوم و سوم، سازمان برنامه و بودجه.
- فخرایی، سید حمید، «مرور ادبیات تقاضای انرژی»، مؤسسه عالی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه، آبان ۱۳۷۰.
- سید حمید فخرایی، گزارش نهائی طرح تقاضای انرژی، پیش‌بینی تقاضای انواع انرژی (برق، گاز طبیعی و فراورده‌های نفتی) در بخش‌های مختلف مصرف کننده

برای وضوح بیشتر موضوع، تعرفه فروش گاز طبیعی سال ۱۳۷۸ بخش‌خانگی در جدول (۱) آورده شده است. همان‌طور که از جدول پیداست مصرف کنندگانی که مقدار مصرف گاز ماهیانه آنها در دامنه مصرفی ۲۰۱ تا ۱۲۵۰ مترمکعب قرار بگیرد، بابت هر مترمکعب گاز طبیعی مصرفی ۵۰ ریال و خانوارهایی که کمتر یا بیشتر از دامنه فوق مصرف کنند، به ترتیب، قیمت‌های کمتر و بیشتری در مقایسه با قیمت ۵۰ ریال برای هر مترمکعب گاز طبیعی مصرفی باید پرداخت کنند.

جدول ۱- تعرفه فروش گاز طبیعی سال ۱۳۷۸ خانگی

دامنه مصرف (مترمکعب)	۵۰ تا ۲۰۰	۲۰۱ تا ۱۲۵۰	۱۲۵۰ تا ۲۵۰۱	۲۵۰۱ به بالا
نرخ گاز (ریال)	۱۲	۵۰	۵۰- (مصرف ماهیانه یک واحد $۰,۰۸ \times$)	۱۵۰

منبع: امور مشترکین شرکت ملی گاز ایران.

۲-۵. درآمد سرانه

حرکت در جهت رشد اقتصادی هم از طرف عرضه و هم از طرف تقاضا اقتصاد را متأثر ساخته و به افزایش ظرفیت‌های تولیدی و مصرفی جامعه منجر می‌شود. رشد اقتصادی با افزایش در درآمد سرانه در الگوی مصرف تأثیر گذاشته، میزان مصرف خانوارها را به ویژه در مصرف انواع حامل‌های انرژی و از جمله گاز طبیعی افزایش می‌دهد.

البته، ذکر این نکته ضروری به نظر می‌رسد که همواره نمی‌توان گفت که با افزایش درآمدها و رشد اقتصادی در کشور مصرف و تقاضای انرژی افزایش خواهد یافت. به عبارت دیگر، همواره یک رابطه مستقیم بین مصرف انرژی و میزان درآمد سرانه وجود ندارد. بلکه گاه، به دلیل تغییرات تکنولوژیکی و فنی سطح بهره‌وری انرژی در کشور بالا رفته، در نتیجه، نیاز به انرژی نیز کاهش می‌یابد. از طرفی، سیاست‌های دولت نیز می‌تواند نقش به‌سزایی در چگونگی مصرف هر یک از حامل‌های انرژی در هر یک از بخش‌های اقتصاد داشته باشد. سیاست‌های جایگزینی سوخت‌ها، توسعه گازرسانی، احداث نیروگاه‌ها، توسعه شبکه راه‌ها و... از جمله سیاست‌هایی هستند که به واسطه آنها در الگوی مصرفی جامعه تغییراتی به وجود خواهد آمد.

۳-۵. تعداد خانوارهای مصرف کننده گاز طبیعی

یکی دیگر از متغیرهای مؤثر بر مصرف گاز طبیعی در یک دوره زمانی معین و در یک منطقه به خصوص، تعداد خانوارهای بهره‌مند از گاز طبیعی است. این عامل به ویژه، در مناطق و یا شهرهایی که تمام خانوارها و جمعیت ساکن در آنها تحت پوشش گاز طبیعی نیستند، از اهمیت بیشتری برخوردار است. واضح است

خانوارهایی که دسترسی به گاز لوله کشی ندارند، هیچ‌گونه تأثیری در مقدار گاز مصرفی آن شهر و در دوره زمانی مورد تحقیق نخواهند داشت، بنابراین، منظور کردن مقدار کل خانوارها و یا تمام جمعیت شهری که تمام نقاط آن تحت پوشش گاز لوله‌کشی نیست، به عنوان یک متغیر توضیحی در الگو اشتباه است. تعداد خانوارهای دارای گاز طبیعی با استفاده از نتایج تفصیلی سرشماری نفوس و مسکن آبان ماه ۱۳۷۵ و با مراجعه به واحد کامپیوتر شرکت ملی گاز ایران جمع‌آوری و به عنوان یک متغیر توضیحی در الگو آورده شده است.

۴-۵. متوسط درجه حرارت

به نظر می‌رسد مهمترین عامل اثرگذار بر مقدار گاز طبیعی مصرفی خانوارها درجه حرارت هوا باشد. مصارف خانگی گاز طبیعی در فصول گرم سال صرفاً برای پخت و پز و تولید آب گرم مورد نیاز برای شست و شو است که با سرد شدن هوا مصارف شوفاژها و بخاری‌های گازی نیز به آن اضافه می‌شود. میزان گاز مصرفی برای تأمین نیازهای حرارتی در فصول سرد سال به مراتب بیشتر از کل مصارف گاز برای پخت و پز و شست و شو است، به نحوی که در شهر تهران یک خانوار حدود نیمی از کل گاز مصرفی یک سال خود را در فصل زمستان مصرف می‌کند. اینجاست که نقش و اثر متغیر درجه حرارت به عنوان مهمترین متغیر مؤثر بر تقاضای گاز طبیعی مشخص می‌شود.

۶. ارائه الگوی تحلیلی تابع تقاضای گاز طبیعی

یکی از روش‌های مورد استفاده در تحلیل تقاضای انرژی، روش‌های اقتصادسنجی است که به دو صورت تک‌معادله‌ای و سیستم معادلات مورد استفاده قرار می‌گیرد. در الگوهای مبتنی بر نظریه‌های اقتصاد خرد مبانی نظری رفتار مصرف‌کننده ملاک اصلی الگوسازی است. این الگوها شکل سیستمی توابع تقاضا بوده و به مسئله تخصیص کل بودجه مصرف‌کننده به یک مجموعه از کالاهای مختلف مربوط می‌شوند که از طریق شرایط حداکثرسازی تابع مطلوبیت خاصی با توجه به قید بودجه مصرف‌کننده به دست می‌آیند.

توابع سیستمی تقاضا به طور هم‌زمان، تقاضا را برای هر کالا در ارتباط با قیمت آن کالا و سایر کالاها و درآمد مدنظر قرار می‌دهند. در کارهای تجربی به دلیل مشکل بودن انتخاب مناسب فرم تابع مطلوبیت و استخراج تابع تقاضا از روی آن، که با مشکلات و پیچیدگی‌هایی همراه است، معمولاً از تابع تقاضا در حالت‌های غیرسیستمی یا منفرد استفاده می‌شود. تابع تقاضای منفرد اولاً، همه محدودیت‌های توابع تقاضا در حالت سیستمی را نداشته و ثانیاً، الزامی نیست که از شرایط حداکثر کردن تابع مطلوبیت خاص به دست آمده باشد. در پژوهش حاضر، جهت برآورد تابع تقاضای گاز طبیعی از این روش یعنی روش تقاضای منفرد یا تک معادلات تقاضا استفاده شده است.

تقاضا برای گاز طبیعی به عنوان یک کالای ضروری تابعی از قیمت دوره قبل آن، درآمد سرانه، تعداد خانوارهای دارای گاز طبیعی و درجه حرارت در نظر گرفته شده است. از آنجایی که در مناطق دارای گاز

طبیعی عرضه فراورده‌های نفتی نظیر گاز مایع، نفت سفید و نفت گاز متوقف می‌شود، لذا، دسترسی خانوارها به این فراورده‌ها به سختی و با تحمل هزینه‌های بالا امکان‌پذیر می‌شود. از سوی دیگر، قیمت برق نیز در مقایسه با انرژی حرارتی تولیدی آن به مراتب بیشتر از قیمت گاز طبیعی است. با توجه به این موارد و سطح نسبتاً پایین قیمت گاز طبیعی، می‌توان گفت که گاز طبیعی از نظر خانوارهای مصرف‌کننده یک کالای تقریباً بدون جانشین محسوب می‌شود و به این دلیل، قیمت کالاهای جانشین در تابع تقاضای گاز طبیعی خانوارها در نظر گرفته نشده است.

با انتخاب متغیرهای مهم و مؤثر بر مقدار تقاضای گاز طبیعی خانوارها و متوسط مصرف هر خانوار، شکل کلی این توابع به صورت زیر است:

$$CO = f(P(-1), PI, TE, HO)$$

$$COH = f(P(-1), PI, TE)$$

با استفاده از فرمول‌های کلی فوق، اشکال نهایی برای تحلیل و بررسی به دو صورت خطی و لگاریتمی به صورت زیر ارائه می‌شود. ضرایب لگاریتم متغیرهای توضیحی قیمت و درآمد سرانه در الگوهای لگاریتمی، کشش‌های قیمتی و درآمدی تقاضای گاز است.

$$CO = a_0 + a_1 P(-1) + a_2 PI + a_3 TE + a_4 HO + \varepsilon_1$$

$$COH = \beta_0 + \beta_1 p(-1) + \beta_2 PI + \beta_3 TE + \varepsilon_2$$

$$\ln CO = \alpha'_0 + \alpha'_1 \ln P(-1) + \alpha'_2 \ln PI + \alpha'_3 \ln TE + \alpha'_4 \ln HO + \varepsilon_3$$

$$\ln COH = \beta'_0 + \beta'_1 \ln P(-1) + \beta'_2 \ln PI + \beta'_3 \ln TE + \varepsilon_4$$

در این توابع:

CO ، مقدار گاز مصرفی خانوارها

COH ، متوسط مصرف گاز طبیعی هر خانوار

$P(-1)$ ، قیمت دوره قبل هر متر مکعب گاز طبیعی

PI ، درآمد سرانه

TE ، متوسط درجه حرارت

HO ، تعداد خانوارهای مصرف‌کننده گاز طبیعی

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4$ ، جملات اخلال

برای برآورد توابع مذکور از آمار سری زمانی استفاده شده است، بدین صورت که آمار متغیرهای وابسته و مستقل الگو را به صورت فصلی از بهار سال ۱۳۷۴ تا زمستان سال ۱۳۷۸ (جمعاً به تعداد ۲۰ مشاهده)، جمع‌آوری و با استفاده از این آمارها، الگوهای انتخابی مورد برآورد قرار گرفته‌اند. برای برآورد الگوها از روش اقتصادسنجی بر پایه نظریه‌های اقتصاد خرد استفاده کرده، به این صورت که تک‌تک معادلات مورد نظر

با به کارگیری روش حداقل مربعات معمولی (OLS)^۱ و استفاده از نرم افزار TSP برآورد و تخمین زده شده‌اند. همچنین، الگوهای دارای شکل همبستگی بین جملات اخلاص^۲، با استفاده از روش‌های الگوی خودهمبستگی مارکف^۳ و میانگین متحرک^۴ تصحیح شده‌اند.^۵

۷. نتایج حاصل از الگو

همان‌گونه که گفته شد، با به کارگیری مشاهده‌های فصلی از بهار سال ۱۳۷۴ تا زمستان سال ۱۳۷۸، ضرایب توابع تقاضای کل گاز طبیعی مصرف کنندگان خانگی و متوسط مصرف گاز هر خانوار تهرانی را با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی به دو شکل خطی و لگاریتمی برآورد کرده، سپس، نتایج آن تفسیر شده مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

۱-۷. برآورد تابع تقاضای کل گاز طبیعی بخش خانگی تهران

۱-۱-۷. الگوی خطی

$$CO = 92340.0827 - 2435165/1 P(-1) + 149/25 PI - 80871986TE + 754/59 HO + 0.782 AR \quad (4)$$

$$t = (1/486) \quad (1/359) \quad (4/885) \quad (-14/157) \quad (1/868) \quad (11/837)$$

$$\bar{R}^2 = 0.995 \quad F = 720.751 \quad D-W = 1/737$$

در تابع فوق کلیه ضرایب دارای علائم مورد انتظار هستند. ضریب متغیر قیمت دوره قبل برای گاز طبیعی با آماره $t = 1/359$ ، در سطح اطمینان ۸۰ درصد معنی‌دار بوده و مبین این است که در صورت ثابت بودن سایر شرایط، اگر قیمت گاز طبیعی دوره قبل یک ریال افزایش (کاهش) یابد، متوسط مصرف کل گاز طبیعی خانوارهای تهرانی در دوره جاری به میزان ۲۴۳۵۱۶۵ مترمکعب کاهش (افزایش) می‌یابد.

ضریب متغیر درآمد سرانه نیز با دارا بودن آماره $t = 4/885$ ، حاکی از این است که با فرض ثابت بودن سایر شرایط با افزایش (کاهش) هر یک ریال در درآمد سرانه شاهد افزایش (کاهش) در متوسط مصرف کل گاز طبیعی بخش خانگی تهران به میزان ۱۴۹/۲۵ مترمکعب خواهیم بود.

ضریب متغیر متوسط درجه حرارت با آماره $TE = -14/157$ ، دلالت بر معنی‌دار بودن این ضریب داشته و حاکی از این است که با افزایش (کاهش) هر یک درجه سانتیگراد در متوسط درجه حرارت شهر تهران، متوسط مصرف کل گاز طبیعی به میزان ۸۰۸۷۱۹۸۶ مترمکعب کاهش (افزایش) خواهد یافت. ضریب متغیر تعداد خانوارهای مصرف کننده گاز نیز با دارا بودن $t = 1/868$ ، بیانگر این است که با ثابت بودن سایر شرایط،

1. Ordinary Least Squares.
2. Auto correlation.
3. Markov.
4. Moving Average.

با افزوده شدن هر یک خانوار به جمع خانوارهای مصرف کننده گاز طبیعی در تهران به طور متوسط، مصرف کل گاز طبیعی به میزان ۷۵۴/۵۹ مترمکعب افزایش می‌یابد. مقدار ضریب تعیین تعدیل شده^۱ یا \bar{R}^2 مؤید این موضوع است که ۹۹/۵ درصد از تغییرات تقاضای کل گاز طبیعی بخش خانگی شهر تهران توسط متغیرهای مستقل موجود در تابع، قابل توضیح است که این امر، حاکی از خوبی برازش الگو می‌باشد. همچنین، مقدار آماره F نشان دهنده این است که فرضیه صفر بودن هم‌زمان تمام ضرایب متغیرهای توضیحی در سطح اطمینان ۱۰۰ درصد قویاً رد می‌شود.

از آنجایی که مقدار دوربین - واتسن محاسباتی قبل از به کارگیری الگوی خودهمبستگی مرتبه چهارم مارکف $AR(4)$ دلالت بر وجود خود همبستگی سریالی منفی اجزای اخلال داشته، همچنین، ضرایب بعضی از متغیرها نیز معنی دار نیست، لذا، با استفاده از $AR(4)$ که مقدار t محاسباتی ضریب آن مبین معنی دار بودن ضریب مربوط است، ضمن تصحیح معنی داری ضرایب متغیرهای مستقل، مشکل وجود خود همبستگی سریالی منفی تا حدودی کم رنگ شده، با توجه به $D-W = 1/737$ در سطح معنی داری ۰/۰۵ درصد نمی‌توان در مورد وجود یا عدم وجود همبستگی سریالی بین اجزای اخلال به طور صریح اظهار نظر کرد.

۲-۱-۷. الگوی لگاریتمی

$$\ln Co = 5/745 - 0/2 \ln P (-1) + 0/299 \ln PI - 0/915 \ln TE + 0/971 \ln HO - 0/751 AR \quad (1)$$

$$t = (0/894) \quad (-1/338) \quad (0/862) \quad (-19/318) \quad (1/392) \quad (-4/403)$$

$$\bar{R}^2 = 0/947$$

$$F = 66/447$$

$$D-W = 1/521$$

در این الگو نیز، علامت کلیه متغیرها انتظارات نظری را برآورده می‌سازد. ضریب لگاریتم متغیر قیمت دوره قبل برای گاز طبیعی با آماره $t = -1/338$ معنی دار است. این ضریب، به عنوان کشش قیمتی تقاضای کل گاز طبیعی بیانگر حساسیت پایین مصرف گاز طبیعی خانوارهای تهرانی نسبت به قیمت گاز طبیعی دوره قبل است. به عبارت دیگر، اگر قیمت گاز طبیعی دوره قبل به میزان یک درصد تغییر (افزایش یا کاهش) یابد، متوسط مصرف کل گاز نیز در صورت ثابت بودن سایر شرایط به میزان ۰/۲ درصد تغییر (کاهش یا افزایش) خواهد یافت.

ضریب لگاریتم متغیر درآمد سرانه نیز با دارا بودن t محاسباتی به میزان ۰/۸۶۲ در سطح اطمینان ۶۰ درصد معنی دار است که این سطح اطمینان، پایین است. البته، عدم معنی داری با سطح اطمینان بالای متغیر درآمد سرانه به معنی عدم حساسیت تقاضای گاز طبیعی نسبت به درآمد سرانه نمی‌تواند تلقی شود. مقدار پایین این ضریب که همان کشش درآمدی تقاضای گاز است، حاکی از ضروری بودن گاز طبیعی به عنوان

۱. با افزایش تعداد متغیرهای مستقل یا توضیحی در الگو مقدار ضریب تعیین یا R^2 افزایش یافته، میزان توضیح دهی الگو را بالا نشان می‌دهد. برای بی اثر کردن تعداد متغیرهای توضیحی در توضیح دهی الگو، از ضریب تعیین تعدیل شده یا \bar{R}^2 استفاده می‌شود.

کالای مصرفی در نزد خانوارهای تهرانی است. به دلیل دسترسی نداشتن به درآمد سرانه خانوارهای تهرانی از درآمد سرانه کشور استفاده شده است. همچنین، باتوجه به مقدار این ضریب می‌توان گفت، در صورت ثابت بودن سایر شرایط اگر، درآمد سرانه یک درصد افزایش یابد، مقدار متوسط مصرف کل گاز طبیعی خانوارهای تهرانی حدود ۰/۳ درصد افزایش خواهد یافت. ضریب لگاریتم متغیرمتوسط درجه حرارت با دارا بودن آماره $t = -19/3$ معنی دار است و مقدار این ضریب، نشانگر این است که در صورت ثابت بودن سایر شرایط به ازای ایجاد تغییری به میزان یک درصد در متوسط درجه حرارت هر فصل به میزان ۰/۹ درصد متوسط مصرف گاز طبیعی خانوارهای تهرانی در جهت عکس متغیر درجه حرارت، تغییر می‌یابد.

ضریب لگاریتم متغیر تعداد خانوارهای مصرف کننده گاز طبیعی با $t = 1/392$ در سطح اطمینان ۸۲ درصد معنی دار بوده و مقدار عددی آن نیز بیانگر این است که در صورت افزایشی به میزان یک درصد در تعداد خانوارهای دارای گاز لوله کشی، مقدار متوسط مصرف کل گاز طبیعی شهر تهران به میزان ۰/۹۷ درصد افزایش خواهد یافت. مقدار ضریب تعیین تعدیل شده الگو $\bar{R}^2 = 0/947$ است که حاکی از توضیح دهی ۹۴/۷ درصدی تغییرات تقاضای کل گاز طبیعی خانوارهای تهرانی به وسیله متغیرهای مستقل لحاظ شده در الگو است، که نشان دهنده برازش بالای آن است. همچنین، آماره F محاسباتی نیز مؤید معنی دار بودن کل رگرسیون است. به عبارت دیگر، فرض صفر بودن هم‌زمان تمام ضرایب متغیرهای توضیحی اکیداً رد می‌شود. به علت وجود همبستگی سریالی بین اجزای اخلاص و معنی دار نبودن ضرایب بعضی از متغیرهای مستقل، در این الگو از الگوی خود همبستگی مرتبه اول مارکف $AR(1)$ برای رفع این مشکل استفاده شده است که مقدار $t = -4/403$ ضریب آن بیانگر معنی دار بودن آن است. در این الگو نیز، با توجه به $D-W = 1/521$ در سطح معنی داری ۰/۰۵، نمی‌توان در مورد وجود یا عدم وجود خود همبستگی سریالی اجزای اخلاص به طور صریح اظهار نظر کرد.

۸. برآورد تابع تقاضای متوسط مصرف گاز طبیعی هر خانوار

قبل از ارائه الگوها و تبیین نتایج آنها لازم به یادآوری است که متوسط مصرف گاز طبیعی هر خانوار تهرانی از طریق تقسیم مقدار کل گاز مصرف شده در هر دوره بر تعداد خانوارهای مصرف کننده گاز همان دوره محاسبه شده است.

۸-۱. الگوی خطی

$$COH = 1588/52 - 4/793P(-1) + 0/00097PI - 49/103TE + 0/961MA \quad (4)$$

$$t = 31/167 \quad -2/859 \quad 4/007 \quad -38/148$$

$$\bar{R}^2 = 27/032 = 0/992 \quad F = 499/507 \quad D-W = 2/532$$

در این الگو، کلیه ضرایب متغیرهای مستقل علائم مورد انتظار را نشان می‌دهند. ضریب متغیر قیمت دوره قبل برای گاز طبیعی با دارا بودن t محاسباتی به میزان $-۲/۸۵۹$ - معنی‌دار و بیانگر این است که در صورت افزایش (کاهش) یک ریال در قیمت هر مترمکعب گاز طبیعی در دوره قبل، متوسط مصرف گاز هر خانوار به میزان $۴/۷۹۳$ مترمکعب کاهش (افزایش) می‌یابد. (با ثابت بودن سایر شرایط)

ضریب متغیر درآمد سرانه نیز با دارا بودن $t = ۴/۰۰۷$ معنی‌دار است و دلالت بر این موضوع دارد که در صورت افزایش هر یک ریال در میزان درآمد سرانه، میزان متوسط مصرف یک خانوار حدود $۰/۰۰۰۱$ مترمکعب افزایش خواهد یافت (با فرض ثابت بودن سایر شرایط)، که می‌توان از ضروری بودن گاز طبیعی در نزد خانوارها و پایین بودن سهم گاز طبیعی در هزینه خانوارها به عنوان مهمترین دلایل کم بودن اثر تغییر درآمد سرانه بر میزان متوسط مصرف گاز هر خانوار تهرانی اشاره کرد. البته، استفاده از آمار مربوط به درآمد سرانه ایران به عنوان جانشین درآمد سرانه شهر تهران نیز بی‌ربط با موضوع نیست.

ضریب متغیر متوسط درجه حرارت نیز با داشتن $t = -۳۸/۱۴۸$ کاملاً معنی‌دار است و همان‌گونه که از مقدار آن مشخص است، مؤثرترین و مهمترین عامل در تغییرات تقاضای مصرف گاز طبیعی هر خانوار تهرانی است، به نحوی که با تغییر هر یک درجه در میزان حرارت شهر تهران تقاضای مصرف گاز هر خانوار به طور متوسط به میزان $۴۹/۱۴۸$ مترمکعب در جهت عکس تغییر درجه حرارت تغییر می‌کند (با فرض ثابت بودن سایر شرایط). همچنین، \bar{R}^2 یا ضریب تعیین تعدیل شده با مقدار $۹۹/۲$ درصدی خود حکایت از برازش بسیار بالای الگو داشته، بیانگر این است که $۹۹/۲$ درصد از تغییرات ایجاد شده در متغیر وابسته به وسیله متغیرهای مستقل لحاظ شده در الگو قابل توضیح دهی است. آماره F محاسباتی نیز با مقدار $۴۹۹/۵$ بر معنی‌دار بودن کل رگرسیون دلالت می‌کند. به دلیل وجود خود همبستگی سریال منفی اجزای اخلاص و پایین بودن سطح معنی‌داری ضرایب قیمت و درآمد سرانه از میانگین متحرک مرتبه چهارم استفاده کرده‌ایم که ضریب $MA(۴)$ نیز، با داشتن $t = ۲۷/۳۰۲$ کاملاً معنی‌دار است. مقدار دوربین - واتسن محاسباتی $D-W = ۲/۵۳۲$ است که به این ترتیب، در سطح اطمینان ۹۵ درصد نمی‌توان صراحتاً در مورد وجود یا عدم وجود خود همبستگی سریالی اظهار نظر کرد. از طرفی، با به کارگیری از آن سطح معنی‌داری ضرایب متغیرها در مقایسه با عدم استفاده از $MA(۴)$ بهبود یافته و بالاتر رفته است.

۲-۸. الگوی لگاریتمی

$$\ln COH = ۵/۵۰۹ - ۰/۲۰ \ln P (-1) + ۰/۲۸۸ \ln PI - ۰/۹۱۵ \ln TE - ۰/۷۵۱ AR \quad (1)$$

$$t = (1/۹۷۵) \quad (-1/۳۹۸) \quad (1/۳۵۱) \quad (-۲۰/۰۴۸) \quad (-۴/۵۸۴)$$

$$\bar{R}^2 = ۰/۹۴۷ \quad F = ۸۲/۶۱۶ \quad D-W = ۱/۵۳۴$$

در الگوی فوق نیز، نتایج از نظر علامت انتظاری برای کلیه متغیرهای توضیحی کاملاً با نظریه مطابقت دارد و در مورد ضرایب نیز می‌توان گفت که ضریب لگاریتم متغیر قیمت دوره قبل با دارا بودن t محاسباتی به میزان $-۱/۳۹۸$ - معنی‌دار و مقدار این ضریب که همان کشش قیمتی تقاضای متوسط مصرف گاز خانوار است، دلالت بر حساسیت پایین خانوارهای تهرانی نسبت به تغییرات قیمت گاز طبیعی در دوره قبل دارد.

همچنین، می‌توان اظهار داشت که در صورت ثابت بودن سایر شرایط به ازای هر درصد افزایش (کاهش) در میزان قیمت گاز طبیعی دوره قبل، متوسط مصرف گاز طبیعی یک خانوار تهرانی به طور متوسط به میزان ۰/۲ درصد کاهش (افزایش) می‌یابد.

ضریب لگاریتم متغیر درآمد سرانه نیز با داشتن $t = 1/351$ در سطح اطمینان ۸۰ درصد معنی‌دار بوده و مقدار عددی این ضریب همان کشش درآمدی تقاضای متوسط مصرف گاز هر خانوار است. به دلیل اینکه این ضریب کوچکتر از یک است، بر ضروری بودن مصرف گاز طبیعی در نزد خانوارهای تهرانی دلالت داشته، بیانگر این است که در صورت ثابت بودن سایر شرایط با افزایش (کاهش) به میزان یک درصد در مقدار درآمد سرانه شاهد افزایش (کاهش) به میزان ۰/۳ درصد در مقدار متوسط مصرف گاز هر خانوار خواهیم بود.

ضریب لگاریتم متغیر درجه حرارت نیز از لحاظ آماری با $t = -20/048$ معنی‌دار و مقدار عددی این ضریب نیز مؤید این امر است که با افزایش (کاهش) به میزان یک درصد در متوسط درجه حرارت شهر تهران به طور متوسط حدود ۰/۹۲ درصد مصرف گاز هر خانوار کاهش (افزایش) می‌یابد. مقدار ضریب تعیین تعدیل شده یا \bar{R}^2 این الگو، ۰/۹۴۷ بوده که حاکی از توضیح‌دهی بالای تغییرات متغیر وابسته به وسیله متغیرهای مستقل یا توضیحی لحاظ شده در الگو است. به عبارت دیگر، الگو به خوبی برازش شده است. همچنین، آماره F نیز با مقدار محاسباتی ۸۲/۶۱۶ معنی‌دار بوده که به این ترتیب، فرضیه صفر بودن هم‌زمان تمام متغیرها رد شده و معنی‌دار بودن کل رگرسیون تأیید می‌شود.

قبل از استفاده از الگوی خود همبستگی مرتبه اول مارکوف یا $AR(1)$ ، الگودارای خود همبستگی سریالی منفی اجزای اخلاص بوده از طرفی، ضرایب متغیرهای قیمت و درآمد سرانه نیز از سطح معنی‌داری پایینی برخوردار هستند. با به کارگیری $AR(1)$ در الگو، ضمن بهبود سطح معنی‌داری ضرایب متغیرهای توضیحی مشکل خود همبستگی سریالی منفی نیز تا حدودی رفع شده به نحوی که با توجه به مقدار دوربین - واتسن محاسباتی $D-W = 1/524$ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵، صراحتاً نمی‌توان در مورد وجود یا عدم وجود خودهمبستگی بین اجزای اخلاص الگو اظهار نظر کرد.

۹. نتیجه‌گیری

به دلیل نقش مهم انرژی در رشد و توسعه اقتصادی، تقاضای انواع حامل‌های انرژی از جمله، گاز طبیعی از مباحث مورد توجه محافل علمی و اقتصادی ایران و جهان است. از این رو، ادبیات تقاضای انرژی روند رو به گسترش و تکاملی را در چند دهه اخیر داشته است. در مبحث تقاضای انرژی بررسی ساختار رفتاری مصرف کنندگان انرژی از اهمیت ویژه‌ای در شناخت سیستم انرژی کشور برخوردار است. در این میان، یکی از روش‌های سودمند در برنامه‌ریزی والکوسازی تهیه الگوهای بخشی و منطقه‌ای است.

نتایج حاصل از برآوردها منجر به پذیرش فرضیه‌های این پژوهش مبنی بر کم کشش بودن تقاضای گاز طبیعی در بخش خانگی شهر تهران و ضروری بودن این حامل انرژی در نزد خانوارهای تهرانی است. از طرفی، وجود رابطه غیرمستقیم بین متوسط درجه حرارت با میزان مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی تأیید می‌شود. با استفاده از کلیه مطالب ذکر شده و معادلات برآورد شده، نتایج زیر به دست می‌آید:

کاهش قیمتی تقاضا برای گاز طبیعی در بخش خانگی ناچیز است، بدین معنی که تقاضای گاز طبیعی نسبت به تغییرات نه چندان زیاد قیمت حساس نیست. دلیل این امر، تعداد محدود جانشین‌های این حامل انرژی است. ضمن آنکه کنترل قیمت آن در سطح پایین‌تر از سوی دولت که موجب پایین بودن قیمت نسبی و ناچیز بودن قیمت واقعی گاز طبیعی می‌شود نیز، در کم اثر بودن تغییرات قیمت بر میزان مصرف گاز طبیعی نقش دارد.

کاهش درآمدی تقاضا برای گاز طبیعی بخش خانگی نیز کمتر از واحد است. این امر، مبین ضروری بودن مصرف گاز طبیعی در سبد مصرفی خانوارهای تهرانی است. به این ترتیب، بخشی از اثرات کاهشی افزایش قیمت گاز طبیعی، به دلیل ضروری بودن آن در تقاضای گاز طبیعی خنثی می‌شود.

مهمترین عامل مؤثر بر میزان مصرف گاز هر خانوار، میزان متوسط درجه حرارت به ویژه در ماه‌های سرد سال است، به نحوی که به ازای هر یک درصد تغییر در میزان متوسط درجه حرارت حدود یک درصد در میزان مصرف گاز طبیعی خانوارها در جهت عکس تغییر درجه حرارت، تغییر ایجاد می‌شود.

با پیش‌بینی مقدار گاز مصرفی خانوارها در فصل‌ها و سال‌های آتی، مسئولین قادر خواهند بود در امر سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و تدارک امکانات لازم جهت تهیه و تأمین گاز مورد نیاز این بخش در شهر تهران واقع‌بینانه‌تر عمل نمایند.

منابع

- ابریشمی، حمید. (۱۳۷۰). *اقتصادسنجی کاربردی*: مؤسسه تحقیقات پولی و بانکی، چاپ اول.
- ابریشمی، حمید. (۱۳۷۸). *مبانی اقتصادسنجی*، جلد دوم: انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
- اولادی، غلامرضا. (۱۳۷۷). مدل‌های برآورد تقاضای نفت و کاربرد آن در ایران. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، مدیریت آمارهای اقتصادی. *نماگرهای اقتصادی*، شماره‌های مختلف.
- توکلی، اکبر. (۱۳۷۸). *اقتصادسنجی کاربردی*: انتشارات مانیف.
- خیرخواهان، جعفر. بررسی تقاضای انرژی در ایران. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی.
- داداشی، صادق. (۱۳۷۸). برآورد تقاضای حامل‌های انرژی در بخش خانگی استان خراسان. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشکده علوم اداری و اقتصادی دانشگاه فردوسی.
- داوودی، پرویز. (۱۳۷۴). *اقتصاد خرد*، جلد اول: مؤسسه تحقیقات اقتصادی دانشگاه تربیت مدرس، چاپ اول.
- درخشان، مسعود. (۱۳۷۴). *اقتصادسنجی جلد ۱ و ۲*: انتشارات سمت، چاپ اول.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی، دفتر تحقیقات عملیاتی. *بررسی مقدماتی ایجاد الگوی انرژی در ایران*. اردیبهشت ۱۳۵۷.
- طیبیان، محمد و انجم، شعاع. *پروژه تدوین الگو اقتصادسنجی عرضه و تقاضای انرژی کشور*، گزارش مرحله اول و دوم و سوم، سازمان مدیریت و برنامه ریزی.
- فخرایی، سید حمید. (۱۳۷۰). *مرور ادبیات تقاضای انرژی*: مؤسسه عالی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه.
- فخرایی، سید حمید. (۱۳۷۱). *گزارش نهایی طرح تقاضای انرژی*، پیش‌بینی تقاضای انواع انرژی (برق، گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی) در بخش‌های مختلف مصرف‌کننده: مؤسسه علمی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه.
- گجراتی، دامور. (۱۳۷۸). *مبانی اقتصادسنجی*. جلد دوم. ترجمه حمید ابریشمی. انتشارات دانشگاه تهران. ص ۴۸-۹۴۲.
- مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، مرکز تحقیقات اقتصادی. (۱۳۷۶). *بررسی الگوهای تقاضای انرژی*.
- محمدعلیها، پیام. (۱۳۷۷). تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی به روش تلفیقی. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران.
- مدیریت برنامه‌ریزی تلفیقی شرکت ملی گاز ایران، گزارش‌های ماهانه و سالانه.
- مرکز آمار ایران، *سالنامه آماری*، سال‌های مختلف.
- مزرعتی، محمد. *تخمین تقاضای عمده‌ترین حامل‌های انرژی در ایران*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران.
- وزارت نیرو، معاونت انرژی، دفتر برنامه‌ریزی انرژی. *ترازنامه انرژی کشور و استان تهران*. سال‌های مختلف.

-
- Deaton, A. S. and Muellbauer, J. N.(1980). An Almost Ideal Demond System. *American Economic Review*, Vol 70. No 3.
- Henderson.James and Quant, Richard.(1985). *Microeconomic Theory*. McGraw-Hill, third Edition.
- Layard. P. R. G, and Walters A. A.(1987). *Microeconomic Theory*. McGraw-Hill Book Company.
- Pindyck, R. and Rubinfeld, D. L.(1987). *Econometric Models Economic Forecasts*, McGraw-Hill International Edition, Third Edition 1991.
- The Journal of Energy and Development*. Different issues.