مجله تحقیقات اقتصادی / شماره ۷۲ / فروردین و اردیبهشت ۱۳۸۵ / صفحات ۳۳۵-۳۰۵

براورد تقاضای گاز طبیعی و برق خانوارهای کشور: مطالعه خرد مبتنی بر بودجه خانوار[1]

سعید مشیری*

اکبر شاهمرادی**

تاریخ دریافت: ۸۴/۶/۱۴ تاریخ پذیرش: ۸۴/۹/۱۵

چکیده

این مقاله ساختار مصرف گاز طبیعی و برق خانوارهای شهری کشور با تأکید بر الگوی مصرفی دو استان تهران و اصفهان را تجزیه وتحلیل می‌کند. نمونه مورد مطالعه که دوره ۱۳۸۰-۱۳۷۵ را در بر می‌گیرد، در استان‌های تهران و اصفهان به‌ترتیب ۱۴۰۱۰ و ۴۶۵۱ خانوار شهری را شامل می‌شود. الگوی نظری مبتنی بر فرایند بهینه‌یابی دومرحله‌ای است که به‌یک فرم تابعی انعطاف‌پذیر موضعی ختم شده است. تحلیل تجربی در چارچوب یک نظام معادلات برای حامل‌های گازطبیعی و برق از طریق یک الگوی تلفیقی "اثر ثابت" انجام شده است، تا اثر تغییرات زمان کنترل شود. نتایج حاصل نشان می‌دهد که در حال حاضر گاز طبیعی در سبد مصرفی خانوار کالایی تقریباً بی‌کشش است به‌طوری که افزایش قیمت گاز طبیعی به‌میزان یک درصد می‌تواند مقدار تقاضای گاز طبیعی را در استان‌های تهران و اصفهان به‌ترتیب به‌میزان ۰/۹۶ و ۰/۷۶ درصد کاهش دهد. کشش‌های درآمدی تقاضای گاز طبیعی و برق نیز بین صفر و یک قرار دارند که حاکی از ضروری بودن آنها است.

طبقه‌بندی JEL: C33، C51، D12.

کلید واژه: تقاضای انرژی، گاز طبیعی، برق، داده‌های پیمایشی، بهینه‌یابی دو مرحله‌ای.

۱- بخش‌هایی از این مقاله برگرفته از یک طرح پژوهشی برای شرکت ملی گاز ایران است که در مرکز تحقیقات اقتصاد ایران انجام شده است. نویسندگان مقاله در این‌جا از دکتر عباس شاکری، شهلا خالقی، پرویز قلندری، حسن ورمزیار و پرویز محمدزاده که در انجام پژوهش و جمع‌آوری آمارهای لازم همکاری کردند تشکر می‌کنند.

* دانشیار دانشکده اقتصاد،دانشگاه علامه طباطبایی. smoshiri@mun. ca

** دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه کلگری (Calgary)، کانادا. ashahmo@ucalgary. ca

۱- مقدمه

پیش از افزایش شدید قیمت نفت در سال ۱۹۷۳، اغلب برداشت عمومی این بود که منابع انرژی فراوان است، بنابر این نگرانی خاصی نسبت به‌کمبود عرضه آن وجود نخواهد داشت. بروز شوک قیمتی مذکور، توجه سیاستگزاران و اقتصاددانان را به‌برنامه‌ریزی در مصرف انرژی معطوف کرد به‌طوری که در سال‌های آغازین هزاره سوم میلادی، انرژی به‌یکی از تعیین‌کننده‌ترین عوامل در جهت‌دهی به‌تعامل کشورهای جهان تبدیل شده است.

گاز طبیعی به‌عنوان یکی از حامل‌های انرژی که از نظر شاخص‌های زیست‌محیطی مزیت عمده‌ای را نسبت به‌حامل‌های دیگر دارد، توجه خاصی را به‌خود جلب است. براساس تقسیم‌بندی‌های بین‌المللی، کشور ایران در گروه کشورهای با درآمد متوسط پایین قرار دارد[۱]. حال آن‌که ایران از نظر ذخایر نفتی با در اختیار داشتن ۸/۶ درصد کل ذخایر جهان پنجمین و از نظر ذخایر گاز طبیعی با ۱۵ درصد ذخایر جهان دومین کشور جهان است. ویژگی‌های مصرف انرژی در ایران تا حدود زیادی با ویژگی‌های کشورهای هم گروه از لحاظ سطح درآمد و تولید انرژی هماهنگی دارد. سطح پایین توسعه یافتگی و ساختار ناکارای صنایع تولیدی و مصرفی کشور موجب شده است شدت انرژی[۲] در ایران که درسال ۱۳۴۶ برابر ۰/۵۷ بود در سال ۱۳۸۱ به‌۱/۹۴ افزایش یابد که بیان‌گرمتوسط رشدی معادل ۳/۴ درصد در سال است.[۳]

یکی از تفاوت‌های عمده‌ای که ایران در مقایسه با کشورهای تولیدکننده و

۱- بانک جهانی در گزارش‌های سالیانه خود کشورهای جهان را به‌گروه‌های OECD، با درآمد متوسط بالا، با درآمد متوسط پایین، و با درآمد پایین تقسیم‌بندی می‌کند.

۲- شدت انرژی به‌صورت نسبت مصرف نهایی داخلی انرژی (میلیون بشکه معادل نفت خام) به‌تولید ناخالص داخلی (قیمت‌های ثابت ۱۳۷۶) تعریف شده است. درمقایسه جهانی،شدت انرژی در ایران ۵/۳ برابر متوسط جهان (باقیمت‌های ارز جاری) و ۹/۱ برابر متوسط جهان (با قیمت‌های برابری قدرت خرید PPP است.

۳- ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۲، وزارت نیرو.

مصرف‌کننده انرژی دارد، برخورداری قابل‌توجه از هر دو منبع اصلی انرژی، یعنی نفت و گاز طبیعی است. بنابر این در صورت جایگزینی گاز با نفت در مصرف داخلی، ایران می‌تواند در عین بهره‌برداری از ذخایر غنی گاز طبیعی که صادرات آن به‌سادگی امکان‌پذیر نیست، منابع نفت خام خود را برای صادرات آزاد کند و از میزان آلودگی ناشی از سوخت‌های مشتق از نفت تا حدود زیادی بکاهد. در راستای سیاست جایگزینی گاز با نفت، سهم گاز طبیعی در کل مصرف نهایی انرژی در ایران به‌ویژه طی دو دهه اخیر به‌شدت افزایش یافته است. به‌عنوان مثال، این سهم که در سال ۱۳۵۰ حدود ۱۳ درصد بود در سال‌های ۱۳۶۰، ۱۳۷۰، ۱۳۷۹ تا حدود ۳۳ درصد زیاد شد. افزایش سهم مصرف گاز طبیعی بیشتر ناشی از جایگزینی آن با فراورده‌های نفتی در بخش‌های خانگی و صنعتی بوده است. گاز طبیعی در سال ۱۳۸۱ حدود ۵۵ درصد از نیازهای انرژی بخش خانگی و تجاری، ۴۵ درصد بخش صنعت، ۷۱ درصد نیروگاه‌ها، ۸۱/۵ درصد پالایشگاه‌ها، و ۰/۰۲ درصد حمل ونقل را تأمین کرده است، در حالی که این سهم‌ها در یک دهه قبل به‌ترتیب حدود ۱۷، ۳۰، ۵۲، ۲۴ و صفر درصد بوده‌اند.[۱]

گسترش شبکه‌های گاز داخلی نیاز به‌سرمایه‌گذاری‌های اولیه وسیعی دارد که تنها در صورت وجود تقاضای کافی برای آن توجیه‌پذیر خواهند بود. بنابراین مطالعه تقاضای گاز طبیعی در بخش‌های گوناگون اقتصادی کشور یک امر ضروری برای برنامه‌ریزان و سرمایه‌گذاران دولتی و خصوصی محسوب می‌شود. ارائه گاز ارزان به‌منظور تشویق مصرف‌کنندگان به‌جایگزینی آن با نفت ممکن است در ابتدا با توجه به‌قیمت‌های بالای نفت و محدودیت‌های فنی در صادرات گاز توجیه‌پذیر باشد، ولی در آینده بنا به‌شرایط نامطمئن بازار نفت و هم‌چنین پیشرفت فناوری‌های مربوط به‌صدور گاز طبیعی و افزایش احتمالی تقاضا و در نتیجه قیمت جهانی آن ممکن است نتوان گاز را به‌عنوان یک منبع انرژی بسیار ارزان قلمداد کرد. بنابر این از نظر سیاستگذاری، مطالعه الگوی حاکم بر مصرف

۱- ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۲، وزارت نیرو.

گاز طبیعی بخش‌های مختلف اقتصادی حائز اهمیت خواهد بود.

مقاله حاضر به‌بررسی الگوی حاکم بر تقاضای گاز طبیعی خانوارهای استان‌های کشور با استفاده از داده‌های پیمایشی بودجه خانوار اختصاص دارد. به‌این منظور صرفاً الگوی تقاضای دو استان تهران و اصفهان که بیشترین حجم مصرف گاز طبیعی را در کشور دارند به‌عنوان شاخصی از الگوی مصرف گاز طبیعی کشور بررسی می‌شود. تا کنون مطالعات چندانی برای بررسی رفتار خانوار در مصرف گاز طبیعی با استفاده از داده‌های پیمایشی در ایران انجام نشده است. از آنجا که آمارهای بودجه خانوار، اطلاعات اقتصادی - اجتماعی خانوارهای موجود در سطح کشور را به‌صورت مشاهداتی مجزا فراهم می‌کند، این امر از یک سو، امکان بررسی اثر مشخصه‌های خاص هر خانوار مانند نوع تملک مسکن، تعداد اتاق‌ها و زیربنای واحد مسکونی بر مصرف گاز طبیعی خانوارهای مختلف را فراهم می‌کند و از سوی دیگر به‌کاهش خطای تجمیع داده‌ها[1] که جزء جدا نشدنی مطالعات مبتنی بر داده‌های جمعی[2] است، می‌انجامد. افزون بر این، حجم قابل‌توجه مشاهدات سالانه موجود در بانک اطلاعاتی بودجه خانوار به‌طور طبیعی اعتبار نتایج حاصل از براورد مدل را افزایش می‌دهد.

مقاله حاضر در ۶ قسمت تنظیم شده است. بخش ۲ اختصاص به‌ادبیات تحقیق دارد. در بخش ۳ رفتار مصرفی گاز طبیعی خانوارهای کشور در قالب یک الگوی مخارج به‌صورت نظری طرح‌ریزی می‌شود. در بخش ۴، ابتدا برخی از ویژگی‌های آماری حاکم بر ساختار تقاضای گاز طبیعی خانوارهای دو استان تهران و اصفهان بررسی می‌شود و سپس الگوی استخراج شده در بخش ۴ براورد شده و کشش‌های قیمتی و درآمدی نیز محاسبه و تحلیل خواهد شد. به‌این منظور ابتدا متغیرهای لحاظ شده در الگوی مخارج گاز طبیعی خانوارهای کشور معرفی می‌شوند و پس از تبیین نحوه ساختن برخی از شاخص‌ها و متغیرهای جدید، نتایج حاصل از براورد الگوی مخارج گاز طبیعی دو استان مذکور به‌تفکیک ارائه

1- Aggregation Problem.
2- Aggregate Data.

می‌گردند. بخش پایانی مقاله نیز به‌نتیجه‌گیری اختصاص دارد.

۲- مروری بر ادبیات تحقیق

از دهه ۱۹۷۰ مطالعات نسبتاً زیادی در مورد براورد تقاضای انرژی به‌طور اعم و گاز طبیعی به‌طور اخص در کشورهای مختلف صورت گرفته است. این مطالعات را می‌توان بر حسب چگونگی برخورد با مقوله تجمیع داده به‌دو دسته تفکیک کرد. الف) مطالعاتی که در آن انرژی به‌صورت یک کالای تجمیع شده وارد مدل می‌شود و ب) مطالعاتی که بدون انجام تجمیع بر روی حامل‌های انرژی هر یک از این حامل‌ها را به‌صورت منفک در مدل لحاظ می‌کند به‌طوری که امکان بررسی و مشاهده نحوه تعامل درونی این اقلام نیز وجود داشته باشد. اغلب مدل‌های مذکور با استفاده از رویکرد نظام‌مند مبتنی بر نظریه مصرف‌کننده صورت گرفته و در قالب مدل‌هایی مانند نظام مخارج خطی، نظام تقاضای تقریباً ایده‌آل و همچنین انواع مختلف توابع ترانسلوگ ارائه شده‌اند.

با وجود این که مطالعات بسیاری در باره تقاضای گاز طبیعی در سطح جهان انجام شده است، می‌توان ادعا کرد که هنوز بخش گاز در مقایسه با سایر منابع انرژی مانند نفت و یا برق مورد توجه کافی قرار نگرفته است. اولین مطالعات مربوط به‌تقاضای گاز طبیعی به‌اواسط دهه ۱۹۶۰ بر می‌شود. مطالعات بیشتری در این زمینه در دهه‌های ۱۹۷۰و ۱۹۸۰ صورت گرفت و در دهه ۱۹۹۰با افزایش تقاضای بین‌المللی برای گاز طبیعی و مطرح شدن گاز طبیعی به‌عنوان یک منبع انرژی تمیزتر و ارزان‌تر و با پیشرفت فناوری تبدیل گاز به‌صورت‌های مختلف و با قابلیت حمل و نقل بهتر، مطالعات تقاضا گسترش بیشتری یافت. در اینجا به‌برخی مطالعات مهم در این زمینه اشاره می‌شود. بالسترا و نرلو[1] (۱۹۶۶) با ارائه یک مدل پویا برای اقتصاد آمریکا به‌مطالعه تقاضای گاز طبیعی پرداخته‌اند. این مدل اهمیت وسایلی را که مصرف انرژی مستلزم در اختیار داشتن آنها است، در نظر گرفته و وقفه زمانی برای تعدیل وسایل مذکور را نیز در الگو لحاظ می‌کند.

1- Balestra and Nerlove.

کشش‌های قیمتی و درآمدی بلندمدت تقاضای گاز طبیعی در این مطالعه به‌ترتیب ۰/۶۳- و ۰/۶۲ به‌دست آمده است. کشش درآمدی در صورت در نظر گرفتن محدودیت ناشی از مصرف گاز توسط وسایل گاز سوز موجود به۰/۴۴ کاهش یافته است. تیلور (۱۹۷۷) کشش‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت قیمتی برای تقاضای گاز مصرفی در بخش‌های خانوار و تجاری در مطالعات قبلی انجام شده را به‌ترتیب در دامنه‌های ۰/۱۴- تا ۰/۳۸- و ۰/۶۹- تا ۳/۰۹- گزارش می‌کند. برنت و واتکین[1] (۱۹۷۷) با استفاده از دو معادله مجزا برای تقاضای گاز طبیعی آزاد و محدود شده (توسط وسایل موجود) کشش‌های قیمتی و درآمدی کوتاه‌مدت را برای ایالت‌های بریتیش کلمبیا و انتاریو در کشور کانادا به‌ترتیب برابر با ۰/۱۵- و ۰/۰۴ و بلندمدت را برابر ۰/۶۹- و ۰/۱۳۳ به‌دست آوردند. جوسکو و باگمن[2] (۱۹۷۶) مطالعه مشابه‌ای با استفاده از داده‌های آمریکا انجام دادند و نتایج مشابهی نیز از لحاظ کشش‌های براورد شده به‌دست آوردند. این مطالعه در برگیرنده سایر منابع انرژی مانند برق، زغال سنگ، و نفت بود. مطالعه دیگر در این دهه مربوط به‌دانیلسون[3] (۱۹۷۷-۷۸) است. در این مطالعه که با استفاده از داده‌های ماهانه آمریکا در دوره ۱۹۷۴-۱۹۴۹ صورت گرفت، کشش‌های نسبتاً بیشتری نسبت به‌مطالعات قبلی برای تقاضای گاز طبیعی بخش خانوار - تجاری به‌دست آمد. فاس و دیگران[4](۱۹۷۷) تقاضای گاز طبیعی برای بخش خانوار و تجاری را برای کشور کانادا به‌صورت مجزا از یکدیگر براورد کردند. کشش‌های بلندمدت به‌دست آمده در این مطالعه برای بخش‌های خانگی و تجاری به‌ترتیب برابر با ۰/۹۶- و ۰/۷۲- بود. در این مطالعه، با توجه به‌وارد کردن سایر منابع انرژی در مدل، نقش جایگزینی منابع انرژی نیز به‌وضوح ملاحظه شد. بارنز[5] و دیگران (۱۹۸۲) و بلتنبرگر[6] و دیگران (۱۹۸۳) نیز تقاضای گاز طبیعی برای

1- Berndt and Watkins.
2- Joskow and Baughman.
3- Danielson.
4- Fuss et al.
5- Barnes et al.
6- Blattenberger et al.

بخش‌های خانوار و تجاری در آمریکا را براورد کردند. این مطالعات کشش‌های قیمتی بلندمدت بیشتر و کشش‌های درآمدی بلندمدت کمتر از پژوهش‌های مشابه را گزارش کردند. پژوهش دیگر مربوط به‌پیندیک[1] (۱۹۷۹) است که در آن تقاضای گاز طبیعی همراه سایر منابع انرژی با استفاده از تابع ترانسلوگ و سهم مخارج انرژی برای ۹ کشور صنعتی طی سال‌های ۱۹۷۴- ۱۹۶۰ براورد شده است. کشش قیمتی بلندمدت در این پژوهش برای کلیه کشورها برابر با ۱/۷- و در دامنه ۱/۲۸- (هلند) و ۲/۰۹- (آلمان غربی) بود. گریفین[2] (۱۹۷۶) نیز پژوهش مشابهی با استفاده از داده‌های مربوط به۱۸ کشور توسعه‌یافته انجام داد. کشش‌های قیمتی به‌دست آمده در پژوهش گریفین برابر با ۰/۹۵- و ۲/۶۱- به‌ترتیب در کوتاه‌مدت و بلندمدت بود. کشش‌های به‌دست آمده در این مطالعه برای کشورهای مختلف به‌مراتب بیشتر از پژوهش‌های مشابه باشد. مادالا[3] و دیگران (۱۹۹۷) تقاضای انرژی را به‌تفکیک برق و گاز طبیعی برای ۴۹ ایالت آمریکا در سال‌های ۱۹۹۰-۱۹۷۰ با استفاده از دو روش حداقل مربعات و بیزین[4] که آن را شرین‌کیج[5] نامیده‌اند براورد کرده‌اند.

بیکر، بلاندل و رایت (۱۹۸۹) با استفاده از آمار بودجه خانوار[6] به‌مطالعه الگوی خانوارها در کشور انگلستان با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۹۸۳-۱۹۷۲ که بیش از ۸۰۰۰۰ خانوار را تحت پوشش دارد پرداخته است. روش مدل‌سازی دو مرحله‌ای است. به‌این ترتیب که فرض می‌شود خانوار ابتدا درآمد خود را بین حامل‌های انرژی و کالاهای غیرانرژی تخصیص می‌دهد و سپس در مرحله دوم مخارج مربوط به‌انرژی را بین حامل‌های انرژی به‌نحو بهینه‌ای تقسیم می‌کند. در این پژوهش از فرم تابعی AIDS استفاده شده است. حامل‌های انرژی در این

1- Pindyck.
2- Griffin.
3- Maddala et al.
4- Bayesian.
5- Shrinkage.
6- Family Expenditure Survey.

پژوهش، برق، گاز، و سایر سوخت‌ها در نظر گرفته شده‌اند. با این وجود در براورد معادلات تقاضا، از مجموعه‌ای از متغیرهای مجازی استفاده شده است که در واقع ویژگی‌های خاص خانوارهای مختلف را از یکدیگر تفکیک می‌کند. این متغیرها عبارتند از مدت اقامت در یک منزل مسکونی خاص، تفاوت در رجحان درجه حرارت، نحوه مالکیت منزل (اجاره به‌تفکیک نوع اجاره، مالک)، درجه حرارت فصلی، درجه حرارت منطقه‌ای، متغیرهای مجازی مربوط به‌تفاوت هزینه‌ها در مناطق مختلف، و وجود وسایل انرژی‌سوز مانند ماشین لباسشویی و یخچال. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که تأثیر قیمت‌های نسبی با توجه به‌درجه حرارت و سیستم حرارت مرکزی خانوار به‌خصوص در مورد گاز تغییر می‌کند، جانشینی بین منابع انرژی در سیستم مخارج خانوار از نقطه نظر آماری معنی‌دار نیست اما رابطه جانشینی معنی‌داری بین اقلام انرژی و غیرانرژی وجود دارد.

در تحقیق راتمن و هانگ[1] (۱۹۹۴) تقاضای مصرفی خانوار، شامل تقاضای انرژی، با استفاده از اطلاعات ۵۳ کشور در سال ۱۹۸۵ که توسط پروژه مقایسه بین‌المللی سازمان ملل[2] ارائه شده، براورد شده است. کالاهای مصرفی یک بار به۹ گروه و بار دیگر به۶ گروه به‌صورت زیر تقسیم‌بندی شده‌اند. برق، سایر حامل‌های انرژی (گاز، نفت، سوخت جامد)، غلات و نشاسته، بهداشت، محصولات حیوانی، سایر مواد غذایی، پوشاک و لوازم منزل، آموزش، و سایر کالاهای مصرفی. در حالت ۶ گروه کالاهای مصرفی، هر یک از دو گروه‌های انرژی و سایر منابع انرژی، محصولات حیوانی و سایر مواد غذایی، و آموزش و بهداشت در هم ادغام شده‌اند. مطالعه مذکور با استفاده از نظام تقاضای ترانسلوگ، نظام تقاضای تقریباً ایده‌آل، و نظام تقاضای لجیت[3] تعمیم یافته صورت گرفته است. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که تمامی کشش‌های براورد شده توسط هر سه مدل به‌طور متوسط برابر هستند، ولی دامنه تغییرات آنها در یک مدل نسبت به‌مدل دیگر بسیار متفاوت

1- Rothman and Hong.
2- United Nations International Comparison Project (ICP).
3- Logit.

هستند. به‌عنوان مثال، میانگین کشش‌های قیمتی و درآمدی انرژی (در رگرسیون با ۶ گروه کالا) و برق و سایر منابع انرژی (در رگرسیون با ۹ گروه کالا) براورد شده توسط سه مدل بسیار به‌هم نزدیک هستند. اما مدل نظام تقاضای تقریباً ایده‌آل هیچ تغییری در کشش‌های درآمدی انرژی و سایر منابع انرژی برای کشورهای مختلف نشان نمی‌دهد، در حالی که دامنه تغییرات کشش‌های برق در این مدل نسبت به‌دو مدل دیگر به‌مراتب بیشتر است. محققان مذکور در پایان نتیجه‌گیری می‌کنند که برق و سایر حامل‌های انرژی جانشین یکدیگر هستند حال آن‌که کشش قیمتی کل انرژی به‌مراتب کمتر از کشش قیمتی برق و کشش قیمتی سایر حامل‌های انرژی براورد شده است.

اکمل و اشترن[1] (۲۰۰۱) تقاضای انرژی در استرالیا را در بررسی کرده‌اند. در این مطالعه از مدل نظام تقاضای تقریباً ایده‌آل استفاده شده است و کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع برای برق، گاز طبیعی، انرژی‌های متفرقه، وسایر کالاها براورد شده‌اند. نتایج مدل آنها حاکی از جانشینی بین گاز طبیعی و سایر منابع انرژی است. از سوی دیگر گاز طبیعی و سایر منابع انرژی در این مدل کالاهای لوکس تلقی می‌شوند و در واقع افزایش یک درصدی درآمد خانوار استرالیایی، تقاضای گاز طبیعی را بیش از یک درصد افزایش می‌دهد. پسران و دیگران (۱۹۹۸) نیز مطالعه نسبتاً جامعی درباره تقاضای حامل‌های انرژی در برخی کشورهای آسیای جنوب شرقی با استفاده از مدل‌های داده‌های تلفیقی انجام داده‌اند.

۳- مدل نظری تقاضای انرژی و گاز طبیعی خانوار

به منظور مدل‌سازی تقاضای گاز طبیعی خانوارها مشابه مدل بیکر، بلاندل و رایت (۱۹۸۹) فرض می‌شود که خانوار از یک فرایند بهینه‌یابی دو مرحله‌ای تبعیت می‌کند. یعنی ابتدا درآمد خود را بین حامل‌های انرژی و کالاهای غیرانرژی تخصیص می‌دهد و سپس در مرحله دوم مخارج مربوط به‌انرژی را بین

1- Akmal & Stern.

حامل‌های انرژی به‌شکل بهینه‌ای تقسیم می‌کند. حامل‌های انرژی در این پژوهش، برق، گاز طبیعی، و سایر سوخت‌ها در نظر گرفته شده‌اند. از آن جا که اطلاعات مربوط به‌سایر سوخت‌ها دقیق نیست، فرض شده است که این اطلاعات وجود ندارد و در نتیجه به‌عنوان متغیر مشاهده نشده در مدل وارد شده است. بنابراین مدل باید به‌گونه‌ای طراحی شود که با وجود عدم مشاهده یکی از متغیرهای اصلی، بتوان شاخص‌های مورد نیاز را براورد کند.

برای ساختن مدل، از مرحله دوم شروع می‌کنیم. دراین مرحله فرض می‌شود که مصرف‌کننده در صدد تخصیص مخارج انرژی خود بین حامل‌های مختلف انرژی است. مخارج انرژی خانوار به‌صورت زیر تعریف شده است.

$$e_j=f_j(p_e,p_g,p_o,x) \qquad j=e,\ g \text{ and } o \qquad (1)$$

که در آن مخارج انرژی برای انرژی j (برق، گاز، وسایر) تابعی است از قیمت‌های حامل‌های انرژی (p) و مخارج کل انرژی (x). اگر داده‌های مربوط به‌مخارج سایر حامل‌های انرژی غیرقابل‌مشاهده باشد، مخارج کل نیز غیرقابل‌مشاهده بوده معادله بالا قابل‌براورد نخواهد بود. این تابع معادل این است که خانوار دارای یک تابع رجحان جداپذیرضعیف[1] با کالاهای انرژی و غیرانرژی است. به‌عبارت دیگر تابع مطلوبیت خانوار می‌تواند به‌صورت زیر نوشته شود: $U[U_f(q^f,q^n)]$، که در آن q بردار کالاهای انرژی (f) و غیرانرژی (n) است. البته مشکلی که در اینجا وجود دارد این است که مصرف کالاهای انرژی تا حدی بستگی به‌نوع کالاهای بادوامی که انرژی مصرف می‌کنند دارد در حالی که این نوع کالاهای بادوام خود جز کالاهای غیرانرژی به‌حساب آمده‌اند. در برخی مدل‌های انرژی، رفتار مصرف‌کننده در مورد تقاضای کالاهای بادوام و نحوه استفاده از آنها به‌طور مشترک در مدل وارد می‌شوند. در بررسی حاضر، به‌منظور بررسی جزیی‌تر رفتار مصرف‌کنندگان، فرض شده است که آنها با شرط مالکیت کالاهای بادوام، مخارج انرژی‌شان را به‌صورت بهینه تخصیص می‌دهند. همچنین اجازه داده شده است که نرخ نهایی

1- Weakly Separable Preference.

جانشینی بین تقاضاهای تفکیک شده انرژی برای خانوارهای مختلف با توجه به‌دارایی کالاهای بادوامشان متفاوت باشد. بنابراین، هر چند در این مدل کالاهای انرژی از کالاهای بادوام تفکیک‌پذیر هستند، ولی در واقع با موجودی کالاهای بادوام ارتباط دارند.

برای حذف مخارج کل انرژی(x) و مخارج سایر انرژی (e_o) باید عباراتی برای آنها برحسب متغیرهای مشاهده‌پذیر به‌دست آورد. مخارج کل انرژی را می‌توان بر حسب تابعی ازقیمت‌های حامل‌های انرژی، قیمت کالاهای غیرانرژی(P_N) ، و درآمد کل(y) به‌صورت زیر نوشت:

$$x = g(p_e, p_g, p_o, p_N, y) \qquad (۲)$$

با جایگزینی x در معادله (۱)، معادله قابل‌برآوردی برای مخارج انرژی به‌صورت زیر به‌دست می‌آید.

$$e_j = \tilde{f}_j(p_e, p_g, p_o, p_N, y),\ j = e\ and\ g. \qquad (۳)$$

برای تصریح تابع، باید شکل تابعی مشخصی برای رجحان مصرف‌کننده در نظر گرفت. اگر تابع هزینه انرژی مصرف‌کننده با توجه به‌سطح خاصی از مطلوبیت تعریف شود، می‌توان با گرفتن مشتق از آن نسبت به‌قیمت‌ها توابع تقاضای مارشالی را به‌دست آورد. تابع مخارج انرژی و توابع تقاضای به‌دست آمده از آن به‌صورت زیر تعریف شده‌اند.

$$C(P^f, U_f) = a(P^f) + b(P^f)U_f(q^f) \qquad (۴)$$

$$e_j = p_j a_j(P^f) + p_j b_j(P^f)\frac{[x - a(P^f)]}{b(P^f)},\ j = e, g, and\ o \qquad (۵)$$

که در آن a_j و b_j مشتق‌های a و b در تابع مخارج انرژی نسبت به‌قیمت‌های مربوطه هستند. عبارات به‌دست آمده در تابع تقاضای انرژی فوق مانند تقاضای به‌دست آمده در نظام معادلات مخارج خطی استون - گری[1] قابل تفسیر هستند. عبارت اول در تابع تقاضای انرژی را می‌توان به‌مخارج ضروری انرژی و عبارت دوم

1- Ston-Geary's Linear Expenditure System.

را به‌هزینه انرژی با توجه به‌باقیمانده درآمدی تفسیر کرد.

پس از تبیین رفتار مصرف‌کننده در مرحله دوم، (تخصیص بهینه مخارج انرژی بین حامل‌های انرژی) حال باید رفتار مصرف‌کننده در مرحله اول (تخصیص بهینه مخارج کل بین انرژی و سایر کالاها) توضیح داده شود. در این مرحله مصرف‌کننده درآمد خود را (به استثنای آن بخشی که قبلا صرف مخارج ضروری وابسته به‌کالاهای موجود انرژی‌بر شده است) بین کالاهای انرژی و غیرانرژی به‌طور بهینه تخصیص می‌دهد. از لحاظ نظری، استخراج معادلات تقاضا مانند مرحله قبلی، یعنی از طریق مشخص کردن تابع هزینه و سپس با مشتق‌گیری از آن نسبت به‌قیمت‌ها، به‌دست می‌آیند. تابع هزینه مطابق تابع تعریف شده در سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل[1] به‌صورت زیر تعریف شده است.

$$\ln[C - a(P^f)] = \ln c[b(P^f), p_N] + d[b(P^f), p_N]U \qquad (۶)$$

که در آن

$$\ln c[b(P^f), p_N] = \delta \ln b(P^f) + (I - \delta)\ln p_N + \frac{1}{2}\pi[\ln b(P^f)^2 - 2\ln b(P^f)\ln p_N + \ln p_N^2] \qquad (۷)$$

$$d[b(P^f), p_N] = [b(P^f)/p_N]^{\mu}$$

که به‌معادله تخصیص مخارج مرحله اول به‌صورت زیر منتج می‌شود:

$$\frac{x - a(p^f)}{y - a(p^f)} = \delta + \pi \ln[b(p^f)/p_N] + \mu \ln\{[u - a(p^f)]/P_T\} \qquad (۸)$$

در رابطه فوق، P_T شاخص کل قیمت است که از $c[b(p^f), p_N]$ به‌دست آمده است. با جایگزینی این معادله در معادله (۱) تابع تقاضا به‌دست می‌آید.

$$e_j = p_j a_j(p^f) + p_j[b_j(p^f)/b(p^f)](\delta + \pi \ln[b(p^f)/p_N] + \mu \ln\{[y - a(p^f)]/P_T\})[y - a(p^f)] \qquad (۹)$$

و در نهایت برای براورد این نظام تقاضا نیاز به‌تعریف قیمت‌های کل است. قیمت‌های کل به‌صورت تعمیم یافته‌ای از تابع لیون تیف (با توجه به‌امکان

1- Almost Ideal Demand System (AIDS).

جانشینی بین حامل‌های انرژی) و از قیمت‌های تصریح شده استون- گری به‌صورت زیر تعریف شده‌اند.

$$a(p^f) = \sum_i \sum_j a_{ij} p_i^{\frac{1}{2}} p_j^{\frac{1}{2}}, \quad \text{for i and} \qquad j = e,g,\text{and o}, \tag{۱۰}$$

$$\ln b(p^f) = \sum_j \beta_j \ln p_j \quad \text{for} j = e, g, \text{and o}. \tag{۱۱}$$

حال به‌منظور حذف عبارت با درجه دوم، از جایگذاری‌های زیر استفاده می‌شود:

$$\ln[b(p^f)/p_N][y_h - a(p^f)]/y_h = \ln(p_E/p_N) \tag{۱۲}$$

$$\ln([y_h - a(P^f)]/P_T)[y_h - a(P^f)]/y_h = \ln(y_h/p_T) \tag{۱۳}$$

سپس با تقسیم طرفین به‌متغیر درآمد (y) نهایتاً سیستم معادلات سهم مخارج برای دو حامل‌های برق و گاز طبیعی به‌صورت زیر به‌دست می‌آیند:

$$s_{jh} = \sum_i \theta_{ij}^h (\tilde{p}_{ih}\, \tilde{p}_{jh})^{\frac{1}{2}} + \phi_{1j}^h + \phi_{2j} \ln(p_E/p_N) + \phi_{3j} \ln(y_h/p_T), \; j = e \text{ and } g \tag{۱۴}$$

که در آن θ_{ij}^h ضرایب عبارات $(\tilde{p}_{ih}\, \tilde{p}_{jh})^{\frac{1}{2}}$ و $\phi_{1j}^h = \beta_j^h \delta$, $\phi_{2j} = \pi\beta_j^o$, $\phi_{3j} = \mu\beta_j^o$ هستند. با براورد این ضرایب می‌توان ضرایب معادلات اصلی را به‌دست آورد. در اینجا ذکر این نکته ضروری است که فرم تابعی فوق در زمره فرم‌های تابعی انعطاف‌پذیر موضعی[1] قرار دارد. یعنی شرط کافی برای حداکثر شدن مطلوبیت مصرف‌کننده فقط در نقطه تقریب تابع برقرار است.

۴- بررسی ساختار مصرف گاز طبیعی خانوارهای کشور و ارائه الگوی تجربی

چنان که گفته شد در این مقاله به‌منظور تحلیل و براورد الگوی مخارج گاز طبیعی خانوارهای کشور، از داده‌های پیمایشی بودجه خانوار که هر ساله توسط مرکز آمار ایران تهیه می‌شود استفاده شده است. لازم به‌ذکر است که تعداد نمونه

1- Locally Flexible.

در هر یک از استان‌ها بر مبنای جمعیت آنها و در سال‌های مختلف متغیر بوده و عمدتاً در سال‌های اخیر افزایش یافته است. ذکر چند نکته ضروری است. اول، چون آمار بودجه خانوار به‌صورت تصادفی در ماه‌های مختلف سال گردآوری می‌شود این مسأله در ارتباط با برخی آمارهای مربوط به‌هزینه گاز ممکن است مشکلاتی ایجاد کند. به‌عنوان مثال اگر خانواری در ماهی که پرسشنامه را تکمیل کرده است هزینه گاز طبیعی را پرداخت نکرده باشد مخارج ماهانه و در نتیجه سالانه گاز طبیعی برای آن خانوار صفر گزارش می‌شود در حالی که ممکن است خانوار مذکور در ماه بعد هزینه گاز مصرفی دو ماه را یکجا پرداخت کند و بر عکس، رقم پرداختی برای دو ماه اگر به‌روش فوق سالانه شود دو برابر رقم واقعی گزارش خواهد شد. دوم، در برخی موارد ناسازگاری بین ارقام هزینه‌های گاز مصرفی و اطلاعات مربوط به‌دسترسی به‌گاز طبیعی برای خانوار وجود دارد. یعنی ممکن است هزینه‌های گاز طبیعی برای یک خانوار که دارای لوله‌کشی گاز است صفر گزارش شود. سوم، هزینه کل خانوار به‌عنوان تقریب مناسبی از درآمد استفاده شده است. چهارم، مخارج خانوار شامل مخارج کالاهای سرمایه‌ای نیز است ولی فروش کالای سرمایه‌ای نیز به‌صورت مخارج منفی گزارش می‌شود. به‌این ترتیب در برخی موارد رقم مخارج کل منفی گزارش می‌شود. برای رفع این اشکال روش خاصی در این پژوهش اتخاذ شده است که در توضیحات مربوط به‌متغیر درآمد توضیح داده خواهد شد. پنجم، در موارد نادری که داده‌های بسیار ناسازگار به‌طور ضمنی از مشکلات جمع آوری داده‌ها حکایت می‌کرد، مشاهدات مذکور حذف شده است.

متغیرهایی که در براورد الگو و بررسی ساختار الگوی مصرفی گاز طبیعی خانوارها استفاده می‌شوند عبارتند از: کل درآمد خانوار (Income)، مخارج گاز خانوار (g)، مخارج خانوار برای سایر سوخت‌ها (تمامی سوخت‌ها به‌جز گاز طبیعی: o)، شاخص قیمت کالاها و خدمات شهری (ptotal)، شاخص قیمت اقلام غیرانرژی (pnoenergy)، شاخص قیمت تمامی حامل‌های انرژی (penergy)، قیمت برق (pe)، قیمت گاز (pg)، شاخص قیمت تمامی سوخت‌ها به‌جز گاز

طبیعی (po)، سهم گاز طبیعی در مخارج خانوار (sg). متغیر مجازی برای خانوارهای با ثروت پایین (DW1)، متغیر مجازی برای خانوارهای با ثروت متوسط (DW2) و متغیر مجازی برای خانوارهای با ثروت بالا (DW3). در مورد نحوه ساختن برخی از متغیرهای فوق باید خاطر نشان کرد که در اغلب مطالعاتی که با استفاده از آمارهای پیمایشی بودجه خانوار در کشور انجام می‌شود، "میزان مخارج خانوار" به‌عنوان نماینده‌ای از سطح درآمد خانوار فرض شده و در تحلیل و تبیین موضوع مورد مطالعه بدان استناد می‌شود. اما از آنجا که فروش کالاهای سرمایه‌ای توسط خانوار به‌صورت منفی ثبت می‌شود ممکن است در صورت زیاد بودن این اقلام کل سطح مخارج یک خانوار منفی گزارش شود. به‌عنوان مثال، وجه حاصل از فروش ماشین سواری یک خانوار نوعی که به‌صورت منفی در ستون مربوطه ثبت می‌شود می‌تواند بسیار بیشتر از کل مخارج صرف شده خانوار بر روی هزینه‌های دیگر از قبیل بهداشت، تغذیه، آموزش و پوشاک باشد. با این وجود، از نقطه نظر نظری، فرایند تصمیم‌گیری خانوار برای مصرف مقادیر مختلف کالاها و خدمات همواره براساس "حداکثر امکانات مالی" صورت می‌گیرد که در یک دوره معین در اختیار خانوار است. از این‌رو، در پژوهش حاضر براساس چنین استدلالی قدر مطلق ارقام مربوط به‌فروش کالاهای سرمایه‌ای نیز به‌دیگر مخارج خانوار اضافه شده و از آن به‌عنوان یک متغیر نماینده به‌جای "کل درآمد خانوار"[1] استفاده شده است. همان‌طور که در ادامه اشاره خواهد شد، این مسأله از آنجا حائز اهمیت است که تصمیم خانوار برای مصرف گاز طبیعی علاوه بر قیمت آن به‌قیمت کالاهای گاز سوز با دوام نیز بستگی دارد، به‌طوری که اگر در محاسبه درآمد خانوار از طریق مخارج کل اقلام با دوام و سرمایه‌ای حذف شوند اطلاعات نسبتاً مهمی از مجموع داده‌ها به‌کنار گذاشته شده و در نتیجه قدرت توضیح دهندگی مدل کاهش خواهد یافت. آمارمتغیر شاخص قیمت کالاهای غیرانرژی[2] موجود

1- Income.
2- pnoenergy.

نیست و باید محاسبه شود. برای ساختن این شاخص می‌توان از دو شاخص قیمت انرژی و شاخص کالاها و خدمات مصرفی شهری به‌صورت زیر استفاده کرد:

$$\text{Ln (ptotal)}=(1-W).\ \text{Ln (pnoenergy)} + W.\ \text{Ln (penergy)} \qquad (۱۵)$$

که در آن W سهم حامل‌های انرژی در مخارج کل خانوار است. رابطه فوق دلالت بر آن دارد که شاخص قیمت کالاها و خدمات شهری معادل میانگین وزنی شاخص قیمت اقلام غیرانرژی و انرژی است. برای محاسبه شاخص قیمت سایر سوخت‌ها (po) نیز در واقع گاز طبیعی، گاز مایع، CNG، نفت گاز (گازوئیل)، نفت سفید، نفت کوره (نفت سیاه)، سوخت حیوانی، زغال چوب و زغال سنگ در زمره اقلامی هستند که خانوارهای مختلف می‌توانند از آنها به‌طور "بالقوه" به‌عنوان سوخت استفاده کنند. اما با توجه به‌این‌که تمرکز این مطالعه بر گاز طبیعی است، برای در نظر گرفتن ارتباط آن با سایر سوخت‌های مصرفی توسط خانوارها، شاخص سایر سوخت‌ها براساس قیمت نفت سفید، نفت کوره، گاز مایع و نفت گاز (که بیشترین مخارج ۹ قلم فوق را به‌خود اختصاص داده‌اند) به‌صورت زیر محاسبه شده است:

$$po=P_1.\ W_1 + P_2.\ W_2 + P_3.\ W_3 + P_4.\ W_4 \qquad (۱۶)$$

که P_i و W_i به‌ترتیب قیمت و سهم مخارج سوخت i-ام را در کل مخارج خانوار نشان می‌دهد.

همان‌طور که گفته شد متغیرهای DW2،DW1 و DW3 سه متغیر مجازی هستند که نمایان‌گر خانوارهای مختلف بر اساس سطح ثروت آنها هستند. بر طبق نظریه‌های اقتصادی، علاوه بر درآمد، ثروت نیز نقش مهمی در تبیین رفتار مصرفی خانوارها دارد و باید نقش آن را مستقل از درآمد در براورد مدل‌های مخارج خانوار بررسی کرد. متاسفانه آمار مستقیمی در مورد ثروت خانوار وجود ندارد اما می‌توان با تقریب‌هایی با استفاده از متغیرهای مجازی خانوارها را بر حسب ثروت تفکیک کرد و تأثیر ثروت در تقاضا و مخارج خانوار را براورد کرد. در

این مطالعه، خانوارها به۳ گروه خانوارهای با سطح ثروت پایین، خانوارهای با سطح ثروت متوسط و خانوارهای با سطح ثروت بالا تقسیم‌بندی و از متغیرهای مجازی DW1، DW2 و DW3 برای آنها استفاده شده است. به‌منظور ساختن متغیرهای مذکور، ابتدا متغیر واسطه (Wealth) به‌صورت ترکیب خطی از n=۱۰ قلم کالای مختلف تعریف شده است: $Wealth = (1/n)\sum_{1}^{n} x_i$، که در آن x_i، i=1، 2،... ،1 ، مقادیر صفر و یک را اختیار می‌کند که دلالت بر داشتن و یا نداشتن هر کدام از اقلام زیر دارد: اتومبیل سواری، لباسشویی، یخچال فریزر، کولر، جارو برقی، تلویزیون رنگی، حمام، اجاق گاز، ضبط صوت و یخچال معمولی. در واقع، فرض شده است که اگر خانواری ثروتمند باشد مجموعه اقلام فوق را دارد، و خانواری که ثروت کمتری دارد از نسبت کمتری از مجموعه اقلام فوق برخوردار است.

هر یک از متغیرها دارای ضریبی هستند که براساس اهمیت آنها در ثروت خانوار تعیین شده‌اند. به‌عنوان مثال، به‌نظر می‌رسد خانواری که یخچال، ضبط صوت، اجاق گاز و حمام دارد، احتمالاً ثروتمندتر از خانواری که علاوه بر اقلام فوق اتومبیل سواری نیز دارد، نیست. بنابراین اتومبیل شخصی ضریب اهمیت بیشتری نسبت به‌چهار کالای مذکور خواهد داشت. سپس متغیر مذکور برای خانوارهای مختلف محاسبه شده که اعدادی در بازه باز (۱۱/۴، ۵/۵) را اختیار می‌کند. براساس مقادیر متغیر Wealth، سه متغیر مجازی نیز به‌صورت زیر تعریف شده‌اند:

$$DW_i = \begin{cases} i = 1 & \text{if} \quad Wealth \le 6 \\ i = 2 & \text{if} \quad 6 < Wealth < 9 \\ i = 3 & \text{if} \quad Wealth \ge 9 \end{cases} \qquad (۱۷)$$

۱-۴- بررسی آماری برخی از ویژگی‌های خانوارها

در نمونه مورد مطالعه برای استان تهران که دوره ۱۳۸۰-۱۳۷۵ را در بر می‌گیرد، در مجموع حدود ۱۴۰۱۰ و برای استان اصفهان در مجموع حدود

۴۶۵۱ خانوار شهری وجود دارد (جداول شماره ۱ و۲). متوسط مخارج خانوارهای استان تهران (تقریب کل درآمد خانوار (Income)) بدون احتساب درآمد ناشی از فروش دارایی‌های سرمایه‌ای، طی سال‌های ۸۰-۱۳۷۵ معادل ۲۱۳۲۲۰۰۰ریال و برای استان اصفهان ۱۳۱۷۸۰۰۰ ریال بوده است. متوسط درآمد خانوارها طی دوره مورد مطالعه در هر دو استان از روند صعودی برخوردار بوده است ولی انحراف معیار زیاد درآمد خانوار حاکی از تفاوت‌های قابل‌توجه درآمدی در سطح نمونه است.

جدول ۱- روند برخی از متغیرهای قیمتی و هزینه‌ای خانوارهای استان تهران (۸۰-۱۳۷۵)

	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰
تعداد نمونه	۳۳۰۵	۲۲۰۰	۲۲۰۱	۲۲۸۴	۲۰۰۳	۲۰۱۷
متوسط درآمد خانوارها (هزارریال)	۱۳۶۲۳	۱۸۱۵۲	۱۸۱۶۲	۲۳۸۹۷	۲۷۵۳۵	۲۶۶۲۲
متوسط سهم مخارج گاز	۰/۰۰۷۷	۰/۰۰۷۷	۰/۰۰۷۷	۰/۰۰۸۸	۰/۰۰۸۶	۰/۰۱۱
شاخص قیمت کالاها و خدمات	۹۱	۱۰۰	۱۱۶/۷	۱۴۴/۹	۱۵۷/۶	۱۸۲/۳
شاخص قیمت اقلام انرژی	۷۶/۷	۱۲۰/۵	۱۲۰/۸	۱۴۳/۴	۱۶۹/۸	۲۰۱/۸
شاخص قیمت اقلام غیرانرژی	۱۴/۶۱	۱۵/۶۸	۱۷/۱۱	۱۸/۲۶	۱۹/۷۷	۲۱/۲۶
شاخص قیمت سوخت	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۱۲
قیمت برق (ریال/کیلووات ساعت)	۲۳/۰۰	۲۸/۴۰	۴۱/۴۰	۵۸/۳۲	۶۵/۱۱	۷۲/۹۳
قیمت گاز طبیعی (ریال/متر مکعب)*	۱۹/۳۸	۳۰/۷	۳۶/۰۰	۵۵/۴	۶۰/۸	۶۶/۸
نسبت برخورداری از گاز طبیعی**	۰/۳۲	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۴۵	۰/۴۲	۰/۵۳

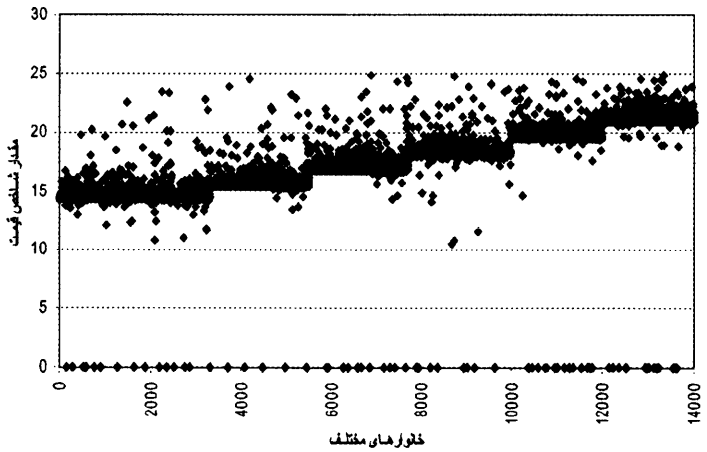
* چون مبلغی که توسط خانوار برای مصرف گاز طبیعی پرداخت می‌شود، شامل آبونمان نیز است، پس در اینجا همچنین به‌دلیل فقدان آمار استانی سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷۷ از مقدار عملکرد آنها در سطح کشور استفاده شده است.

** نسبت خانوارهایی که در زمان نمونه‌گیری اقدام به‌پرداخت هزینه‌های گاز بها کرده‌اند.

منابع: ترازنامه انرژی، آمار بودجه خانوار، واحد اطلاعات و آمار شرکت ملی گاز ایران، بانک اطلاعات مقاله‌ها و داده‌های اقتصادی ایران (IELDB۳)، و محاسبات نگارندگان.

سهم گاز طبیعی در مخارج خانوار (Sg) در طی دوره ۸۰-۱۳۷۵ در استان تهران به‌طور متوسط برابر با ۰/۸۵ درصد بوده است. این سهم در سال ۱۳۸۰ با حدود ۴۲/۸ درصد رشد نسبت به‌سال ۱۳۷۵، تقریباً به‌حدود ۱/۱ درصد رسیده است. از آنجا که شاخص قیمت اقلام انرژی و غیرانرژی با توجه به‌شاخص قیمت

کالاها و خدمات مصرفی شهری و همچنین سهم کلیه حامل‌های انرژی در مخارج خانوار محاسبه می‌شود، بنابر این شاخص قیمت به‌ازای خانوارهای مختلف، مقادیر متفاوتی را اختیار می‌کند. همان‌طور که نمودار۱ نشان می‌دهد، شاخص مذکور به‌طور متوسط بین ارقام ۱۵ تا ۲۵ در نوسان است و همان‌طور که به‌وضوح مشخص است، در طی ۶ سال مورد بررسی روندی صعودی به‌صورت جهش‌های پله‌ای را تجربه کرده است.



نمودار ۱- روند شاخص قیمت اقلام غیرانرژی برای خانوارهای مختلف استان تهران (۱۳۷۵-۸۰)

با این وجود همان‌طور که در جدول شماره ۱ نشان داده شده است، در طی دوره مورد بررسی شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی به‌طور سالانه نرخ رشدی معادل ۱۴/۹ درصد داشته است، اما با توجه به‌این‌که نرخ‌های رشد شاخص قیمت‌های اقلام انرژی و غیرانرژی به‌ترتیب معادل ۲۱/۳ و ۷/۸ درصد است، در این دوره قیمت نسبی اقلام انرژی به‌غیرانرژی افزایش یافته است و در واقع اقلام مذکور سهم بیشتری در افزایش شاخص قیمت کالاها و خدمات شهری در استان تهران داشته‌اند. لازم به‌ذکر است که طی این دوره متوسط رشد سالانه شاخص قیمت اقلام سوختی (به غیراز گاز طبیعی) حدود ۱۱/۴ درصد بوده است (جدول

۱). تحلیل مشابهی نیز در مورد استان اصفهان صادق است.

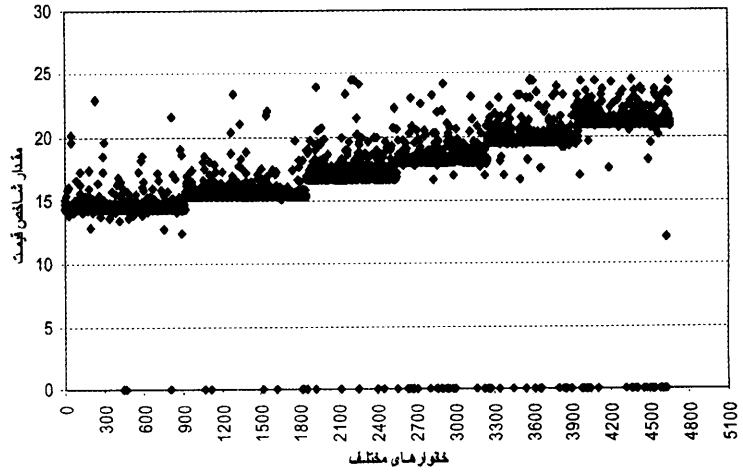
جدول ۲- روند برخی از متغیرهای قیمتی و هزینه‌ای خانوارهای استان اصفهان (۸۰-۱۳۷۵)

	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰
تعداد نمونه	۹۲۲	۹۳۰	۷۰۰	۷۰۰	۷۰۰	۶۹۹
متوسط درآمد خانوارها (هزارریال)	۷۲۷۶	۹۱۷۴	۱۱۸۸۹	۱۴۷۸۴	۱۶۹۳۰	۱۹۰۱۵
متوسط سهم مخارج گاز	۰/۰۱۴	۰/۰۱۰	۰/۰۱۳	۰/۰۲۲	۰/۰۲۱	۰/۰۲۰
شاخص قیمت کالاها و خدمات	۹۱	۱۰۰	۱۱۶/۷	۱۴۴/۹	۱۵۳/۳	۱۶۹/۷
شاخص قیمت اقلام انرژی	۷۶/۷	۱۲۰/۵	۱۲۰/۸	۱۴۳/۴	۱۶۹/۸	۲۰۱/۸
شاخص قیمت اقلام غیرانرژی	۱۴/۶۲	۱۵/۵۶	۱۷/۰۷	۱۷/۹۱	۲۱/۳۹	۲۲/۴۷
شاخص قیمت سوخت	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۱۴
قیمت برق (ریال/کیلووات ساعت)	۲۳/۰۰	۲۸/۴۰	۴۱/۴۰	۵۸/۳۲	۶۵/۱۱	۷۲/۹۳
قیمت گاز طبیعی (ریال/متر مکعب)*	۱۹/۳۸	۳۲/۳	۳۶	۵۷/۵	۶۳/۳	۶۹/۵
نسبت برخورداری از گاز طبیعی**	۰/۴۶	۰/۴۰	۰/۴۳	۰/۵۹	۰/۵۴	۰/۵۴

* به‌پانوشت جدول ۱ رجوع شود.

** به‌پانوشت جدول ۱ رجوع شود.

منابع: ترازنامه انرژی، آمار بودجه خانوار، واحد اطلاعات و آمار شرکت ملی گاز ایران، بانک اطلاعات مقاله‌ها و داده‌های اقتصادی ایران IELDB)۳(، ومحاسبات نگارندگان



نمودار ۲- روند شاخص قیمت اقلام غیرانرژی برای خانوارهای استان اصفهان (۸۰-۱۳۷۵)

۲-۴- ارائه الگوی تجربی

در تدوین مدل تجربی علاوه بر متغیرهای عنوان شده در بخش ارائه الگوی نظری، از متغیرهای غیرقیمتی زیر نیز در مدل تقاضا استفاده شده است: حرارت مرکزی (z^1)، پخت و پز (z^2)، ایجاد گرما (z^3)، اتاق (z^4)، زیربنا (z^5)، و نوع تصرف واحد مسکونی (z^6). بنابراین سیستم مخارج انرژی خانوارها در چارچوب فرم تابعی موضعی AIDS و تعاریفی که از متغیرهای مورد استفاده ارائه شد به‌صورت زیر است:

$$S_{ti}^{j} = \text{fixed}_t + c_1 \log(p_{ti}^{j}) + c_2 (\log p_{ti}^{k} . \log p_{ti}^{j})^{1/2} + c_3 (\log p_{ti}^{o} . \log p_{ti}^{k})^{1/2}$$

$$+c_4 \log(\text{penergy}_{ti} / \text{pnoenergy}_{ti}) + c_5 \log(\text{Income}_{ti} / \text{ptotal}_t) \qquad (۱۸)$$

$$+c_6 z_{ti}^{1} + c_7 z_{ti}^{2} + c_8 z_{ti}^{3} + c_9 z_{ti}^{4} + c_{10} z_{ti}^{5} + c_{11} z_{ti}^{6} + c_{12} t$$

$$+c_{13} DW_{ti}^{1} + c_{14} DW_{ti}^{3} + \varepsilon_{it} \quad , \quad j,k = g,e \quad , \quad j \neq k$$

که i مبین خانوار و t نشان‌دهنده زمان است. چون مجموع سهم مخارج انرژی برابر "یک" است بنابراین سهم مخارج سایر حامل‌های انرژی خانوار i-ام را می‌توان از رابطه $S_{ti}^{o} = 1 - S_{ti}^{g} - S_{ti}^{e}$ به‌دست آورد. متغیرهای مورد استفاده در این مدل نیز عبارتند از:

fixed_t: اثر ثابت سال t-ام، S_{it}^{j}: نسبت مخارج حامل j-ام به‌درآمد خانوار، p_{it}^{g}: قیمت گاز طبیعی برای خانوار، p_{it}^{e}: قیمت برق برای خانوار، p_{it}^{o}: شاخص قیمت سایر سوخت‌ها (تمامی سوخت‌ها به‌جز گاز طبیعی) برای خانوار، penergy_{ti}: شاخص قیمت گروه کالایی انرژی خانوار، pnoenergy_{ti}: شاخص قیمت گروه کالایی غیرانرژی خانوار، ptotal_t: شاخص قیمت کالاها و خدمات شهری، income_{it}: درآمد خانوار، z_{it}^{1}: وجود حرارت مرکزی در محل سکونت خانوار *i*، z_{it}^{2}: پخت و پز خانوار در محل سکونت، z_{it}^{3}: مقدار ایجاد گرما به‌وسیله سیستم گرمایشی خانوار، z_{it}^{4}: تعداد اتاق‌های واحد مسکونی خانوار، z_{it}^{5}: سطح زیر

بنای واحد مسکونی خانوار، z_{it}^{6}: نوع تصرف واحد مسکونی خانوار، DW_{it}^{3}, DW_{it}^{1}: متغیرهای مجازی سطح ثروت خانوار که قبلا تعریف شدند، و در نهایت ε_{it}: متغیر خطا یا اخلال است که فرض می‌شود دارای میانگین صفر و واریانس ثابت و مستقل از یکدیگر باشند. متغیرهای قیمتی به‌صورت لگاریتمی در الگو لحاظ شده‌اند. C_i-ها نشان‌دهنده ضرایبی هستند که مقادیر آنها براورد خواهند شد. از آنجا که رابطه فوق به‌صورت معادله سهم مخارج است، و با توجه به‌این‌که به‌نظر می‌رسد گاز طبیعی در زمره کالاهای تقریباً بی‌کشش قرار دارد، انتظار می‌رود که افزایش قیمت گاز طبیعی به‌افزایش سهم گاز طبیعی در مخارج خانوار منجر شود. به‌عبارت دیگر، با وجود این‌که ممکن است افزایش قیمت منجر به‌کاهش تقاضای گاز شود، اما انتظار نمی‌رود که کل مخارج صرف شده بر روی گاز طبیعی کاهش یابد. متغیر بعدی (جمله سوم طرف راست معادله فوق) نشان‌دهنده اثرات متقابل قیمت برق (LogPe) و قیمت گاز طبیعی برسهم مخارج گاز طبیعی (S^g) است. مثبت بودن ضریب این متغیر به‌معنی جانشینی برق و گاز طبیعی و منفی بودن آن به‌معنی مکمل بودن آنها است. همین تفسیر در مورد متغیر چهارم یعنی حاصل ضرب قیمت‌های گاز و سایر حامل‌های انرژی ($\log p_{ti}^{o} . \log p_{ti}^{e}$) نیز مصداق دارد.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، فرایند بهینه‌یابی توسط خانوار یک فرایند دو مرحله‌ای است که براساس آن خانوار ابتدا مخارج گروه‌های کالایی مختلف -در اینجا گروه‌های انرژی و غیرانرژی - را تعیین می‌کند و سپس در مرحله دوم، سهم هر یک از اقلام را در داخل هر یک از گروه‌های کالایی مشخص می‌کند. بدیهی است که تغییر قیمت کالاها و خدمات مختلف، می‌تواند علاوه بر تغییر سهم هر یک از اقلام در داخل گروه‌های کالایی، سهم هر یک از گروه‌های کالایی ار مخارج کل را نیز تغییر دهد. در واقع متغیر $\log(penergy_{ti} / pnoenergy_{ti})$ چنین تغییراتی را نشان می‌دهد و در اینجا بر این امر دلالت دارد که به‌عنوان مثال اگر قیمت حامل‌های انرژی در مقایسه با قیمت سایر کالاها و خدمات شهری افزایش

یابد، سهم مخارج و همچنین میزان تقاضای گاز طبیعی به‌چه میزان تغییر خواهد کرد. از آنجا که مصرف‌کننده به‌هیچ عنوان نمی‌تواند با مشاهده افزایش نسبی قیمت تمامی حامل‌های انرژی، به‌عنوان مثال کالاهای دیگری نظیر پوشاک، بهداشت و خوراکی‌ها را به‌جای برق و یا گاز طبیعی مصرف کند، انتظار می‌رود که علامت مورد انتظار متغیر مذکور مثبت باشد. علامت ضریب متغیر درآمد پولی خانوار که با استفاده از شاخص کالاها و خدمات شهری تعدیل شده ($\log(Income_{ti} / ptotal_t)$ نیز می‌تواند منفی باشد زیرا به‌نظر می‌رسد که گاز طبیعی در مجموعه کالاهایی قرار داشته باشد که مصرف آن برای خانوارهای مختلف ضروری بوده و مستقل از سطح درآمد خانوارها دارای سطح "حداقل" و "حداکثر" مقدار است به‌طوری‌که چندان نمی‌توان انتظار داشت که افزایش درآمد خانوار تخصیص نسبی بودجه بین گروه‌های مختلف کالایی را تحت الشعاع خود قرار دهد و حتی می‌تواند به‌طور نسبی منجر به‌کاهش آن نیز شود.

۳-۴- روش تخمین و نتایج براورد الگو

با توجه به‌ساختار تلفیقی داده‌های تحقیق، و از آنجا که فرایند تصمیم‌گیری خانوار در تقاضا برای حامل‌های انرژی به‌صورت همزمان صورت می‌گیرد، ضرایب نظام معادلات فوق در چهارچوب یک نظام معادله‌های تلفیقی[1] با اثر ثابت براورد می‌شوند.

رویکرد متداول در تدوین مدل‌های تلفیقی این است که محقق با مبنا قرار دادن زمان، مشاهده مقطعی i-ام را به‌عنوان ریشه ناهمگونی مشاهدات در نظر می‌گیرد تا با کنترل ناهمگونی‌های مقطعی از برقرار بودن خواص مجانبی برآوردها اطمینان حاصل کند. در این مطالعه ما با توجه به‌کثرت بیش از حد مشاهدات مقطعی (تعداد خانوار) مدل تلفیقی را به‌گونه‌ای تعریف می‌کنیم که اثر ثابت بر روی زمان تعریف شود و از این‌رو سازگاری ضرایب حاصل از براورد، تضمین شود.

1- Simultanous Panel Equations.

معادله j-ام نظام فوق را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$S^j = X^j\beta^j + D^j\eta^j + u^j \qquad u^j \sim IID \quad , \quad j = g,e \qquad (۱۹)$$

که به‌عنوان مثال برای استان تهران S^j یک بردار ستونی با ۱۴۰۰۰ عنصر است که عنصر اول و آخر آن به‌ترتیب مشاهدات سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۰ را در بر می‌گیرد. به‌طور مشابه هر یک از سطرهای ماتریس X^j مشاهدات مختلف بر روی تمامی متغیرهای موجود در سمت راست معادله S_{ti}^j را شامل می‌شود. ذکر این نکته ضروری است که برخلاف جمله ε_{it} که شامل اثر مخفی[1] بوده و مقدار مورد انتظار آن به‌شرط هر یک از متغیرهای توضیحی صفر نیست در اینجا کنترل اثر ثابت زمان به‌وسیله ماتریس D^j موجب می‌شود که میانگین بردار u^j به‌شرط X^j برابر صفر شود. در واقع عناصر بردار ضرایب η^j براورد اثرات ثابت را نشان می‌دهد. بر همین اساس می‌توان نشان داد که با فرض عدم وجود همزمانی مستتر در نظام معادلات هزمان فوق استفاده از برآوردگر حداقل مربعات معمولی می‌تواند براورد سازگاری از پارامترهای الگو را به‌دست دهد، حال آن‌که این امر در مورد نظام معادله‌های ارائه شده در قسمت پیشین صادق نبود[2]. در هر حال با توجه به‌سرشت همزمان نظام معادله‌های فوق ضرایب موجود را می‌توان با استفاده از برآوردگر FIML تخمین زد.

در براورد سیستمی دو معادله سهم مخارج برای هر استان، قید مساوی بودن ضریب c_2 در دو معادله اعمال شده است. این قید از نظر نظری متضمن تقارن کشش‌های متقاطع است. لازم به‌ذکر است که براورد نظام معادلات تلفیقی AIDS به‌روش حداکثر احتمال[3] مستلزم بهره‌گیری از روش‌های غیرخطی است. در همین راستا به‌منظور یافتن نقطه ماکزیمم تابع حداکثر احتمال هر دو استان از الگوریتم عددی برند و دیگران[4] که به‌وسیله آن محاسبه انحراف معیار شاخص‌ها

1- unobserved effect.
2- Davidson and MacKinnon, 2004.
3- Maximum Likelihood.
4- Berndt at al, 1974.

نیز امکان‌پذیر است استفاده شده است.[۱] نتایج حاصل از براورد نظام معادله‌های سهم برای استان‌های تهران و اصفهان به‌ترتیب به‌صورت زیر ارائه می‌شود (مقادیر داخل پرانتز احتمال فرض صفر را نشان می‌دهند):[۲]

- استان تهران:

$$S^g_{ti} = \underset{(0.007)}{-0.002}\,D_{75} \underset{(0.081)}{-0.0008}\,D_{78} \underset{(0.057)}{-0.0009}\,D_{79} \underset{(0.018)}{-0.002}\log(p^g_{ti}) + \underset{(0.006)}{0.005}(\log p^e_{ti}\,.\log p^g_{ti})^{1/2}$$
$$\underset{(0.000)}{-0.003}(\log p^o_{ti}\,.\log p^g_{ti})^{1/2} \underset{(0.019)}{-0.007}\log(penergy_{ti}/pnoenergy_{ti}) \qquad (۲۰)$$
$$\underset{(0.000)}{-0.0007}\log(Income_{ti}/ptotal_t) + \underset{(0.776)}{0.00005}\,z^1_{ti} \underset{(0.225)}{-0.0006}\,z^2_{ti} \underset{(0.038)}{-0.0001}\,z^3_{ti}$$
$$\underset{(0.464)}{+0.0005}\,z^4_{ti} \underset{(0.264)}{-0.00006}\,z^5_{ti} \underset{(0.473)}{-0.00003}\,z^6_{ti} + \underset{(0.071)}{0.0006}\,DW^1_{ti} + \underset{(0.000)}{0.001}\,DW^3_{ti} + \underset{(0.000)}{0.00002}\,t$$

$$S^e_{ti} = \underset{(0.000)}{-0.006}\,D_{75} + \underset{(0.098)}{0.001}\,D_{78} + \underset{(0.087)}{0.002}\,D_{79} \underset{(0.023)}{-0.006}\log(p^e_{ti}) + \underset{(0.006)}{0.005}(\log p^e_{ti}\,.\log p^g_{ti})^{1/2}$$
$$\underset{(0.000)}{+0.007}(\log p^o_{ti}\,.\log p^e_{ti})^{1/2} \underset{(0.024)}{-0.01}\log(penergy_{ti}/pnoenergy_{ti}) \qquad (۲۱)$$
$$\underset{(0.017)}{-0.0007}\log(Income_{ti}/ptotal_t) + \underset{(0.341)}{0.0002}\,z^1_{ti} + \underset{(0.980)}{0.0008}\,z^2_{ti} + \underset{(0.363)}{0.00004}\,z^3_{ti}$$
$$\underset{(0.258)}{-0.0009}\,z^4_{ti} + \underset{(0.06)}{0.00004}\,z^5_{ti} \underset{(0.038)}{-0.0004}\,z^6_{ti} + \underset{(0.000)}{0.002}\,DW^1_{ti} + \underset{(0.000)}{0.003}\,DW^3_{ti} + \underset{(0.000)}{0.00004}\,t$$

- استان اصفهان:

$$S^g_{ti} = \underset{(0.000)}{0.004}\,D_{75} + \underset{(0.000)}{0.002}\,D_{78} + \underset{(0.000)}{0.002}\,D_{79} \underset{(0.000)}{-0.005}\log(p^g_{ti}) + \underset{(0.000)}{0.013}(\log p^e_{ti}\,.\log p^g_{ti})^{1/2}$$
$$\underset{(0.000)}{-0.005}(\log p^o_{ti}\,.\log p^g_{ti})^{1/2} + \underset{(0.596)}{0.00008}\log(penergy_{ti}/pnoenergy_{ti}) \qquad (۲۲)$$
$$\underset{(0.000)}{-0.001}\log(Income_{ti}/ptotal_t) \underset{(0.445)}{-0.0002}\,z^1_{ti} \underset{(0.709)}{-0.0006}\,z^2_{ti} + \underset{(0.000)}{0.0004}\,z^3_{ti}$$
$$\underset{(0.401)}{+0.0006}\,z^4_{ti} \underset{(0.106)}{-0.00004}\,z^5_{ti} + \underset{(0.346)}{0.00001}\,z^6_{ti} \underset{(0.233)}{-0.0002}\,DW^1_{ti} \underset{(0.333)}{-0.0004}\,DW^3_{ti} + \underset{(0.286)}{0.000002}\,t$$

۱- کد نوشته شده در نرم‌افزار RATS و تمامی آمارهای تحقیق در صورت نیاز محققان محترم در دسترس قرار خواهد گرفت.

۲- با استفاده از آماره Ljung-Box Q وجود خودهمبستگی پیاپی در سطح و توان دوم جملات اختلال بررسی شد و پس از افزودن روند زمانی شواهدی از وجود خودهمبستگی پیاپی و ARCH در هیچ یک از مدل‌ها مشاهده نشد.

$$
\begin{aligned}
S^{e}_{ti} = {} & \underset{(0.000)}{0.002}\, D_{75} - \underset{(0.000)}{0.001} D_{78} - \underset{(0.000)}{0.002}\, D_{79} + \underset{(0.000)}{0.011}\, \log(p^{e}_{ti}) - \underset{(0.000)}{0.003}(\log p^{e}_{ti} \cdot \log p^{g}_{ti})^{1/2} \\
& + \underset{(0.038)}{0.0005}(\log p^{o}_{ti} \cdot \log p^{e}_{ti})^{1/2} - \underset{(0.005)}{0.0002}\log(\text{penergy}_{ti} / \text{pnoenergy}_{ti}) \\
& - \underset{(0.000)}{0.0009}\log(\text{Income}_{ti} / \text{ptotal}_{t}) - \underset{(0.000)}{0.002}\, z^{1}_{ti} - \underset{(0.007)}{0.0002}\, z^{2}_{ti} + \underset{(0.005)}{0.00007}\, z^{3}_{ti} \\
& + \underset{(0.000)}{0.0003}\, z^{4}_{ti} - \underset{(0.000)}{0.00001}\, z^{5}_{ti} + \underset{(0.481)}{0.00005}\, z^{6}_{ti} + \underset{(0.561)}{0.0006}\, DW^{1}_{ti} + \underset{(0.033)}{0.0005}\, DW^{3}_{ti} - \underset{(0.000)}{0.000003}\, t
\end{aligned}
\qquad (۲۳)
$$

در براورد نظام‌های فوق بهترین الگوی ممکن در اینجا ارائه شده است. وجود همخطی شدید بین متغیرهای غیرقیمتی و متغیرهای مجازی، اثر ثابت موجب شد که از اثرات ثابت سال‌های ۷۶، ۷۷ و ۸۰ صرف نظر شود. همان‌طور که اعداد داخل پرانتز نشان می‌دهند، تمامی متغیرهای قیمتی در هر دو استان و در هر دو معادله گاز طبیعی و برق در سطح آزمون ۵ درصد اثر معنی‌داری بر سهم مخارج هر یک از حامل‌ها دارند. نکته قابل‌توجه این‌که در استان تهران جانشینی گروه کالایی انرژی به‌جای گروه کالایی غیرانرژی منجر به‌کاهش سهم هر دو حامل‌های گاز طبیعی و برق در کل مخارج خانوار می‌شود. این امر در استان اصفهان فقط در مورد حامل برق مصداق دارد چرا که ضریب این متغیر در معادله سهم مخارج گاز طبیعی استان اصفهان از نظر آماری بی‌معنی است. اثر متغیر درآمد حقیقی در هر دو استان و در هر دو معادله سهم منفی و از نظر آماری معنی‌دار است که این یافته براساس مطالب عنوان شده در بخش‌های پیشین مورد انتظار است.

نتایج به‌دست آمده در مورد متغیرهای غیرقیمتی حاکی از آن است که وجود حرارت مرکزی در محل سکونت خانوار (z^{1}_{it}) و پخت و پز خانوار در محل سکونت (z^{2}_{it}) اثر معنی‌داری بر هیچ یک از سهم‌های مخارج ندارد اگر چه این امر در مورد سهم مخارج برق استان اصفهان صادق نیست. بنابراین به‌نظر می‌رسد که نمی‌توان به‌نتایج سازگاری در رابطه با متغیرهای غیرقیمتی رسید. در پاره‌ای از موارد نیز حتی علامت ضرایب این متغیرها را نیز چندان نمی‌توان براساس شواهد بیرونی تبیین کرد. با این وجود به‌دلیل ساختار تلفیقی داده‌های تحقیق لحاظ کردن آنها به‌طور قابل‌توجهی اثرات غیرقابل‌مشاهده در هر یک از مشاهدات را در بر گرفته و

می‌تواند با ایفای نقش تقریب‌های مقطعی[1] در افزایش سازگاری برآوردکننده‌ها مؤثر واقع شود. با وجود این‌که شواهد آماری برای چنین ادعایی وجود ندارد، اما از لحاظ نظری چنین استدلالی منطقی به‌نظر می‌رسد. متغیرهای ثروت (DW_{it}) نیز اثر مثبت بر سهم مخارج گاز طبیعی در هر دو استان دارد. در استان اصفهان افزایش ثروت سهم مخارج گاز طبیعی را افزایش ولی سهم مخارج برق را کاهش می‌دهد.

۴-۴- تحلیل آثار متغیرهای قیمتی و درآمدی بر تقاضای گاز و برق

به منظور بررسی و تحلیل آثار تغییر قیمت و درآمد بر میزان تقاضای خانوارها برای گاز طبیعی و برق، ابتدا مروری کوتاه بر نحوه محاسبه کشش‌های قیمتی و درآمدی تقاضا می‌شود. چون معادلات برآورده شده به‌صورت سهم مخارج هستند، ابتدا باید کشش قیمتی و درآمدی تقاضا را از آنها استخراج کرد. رابطه کشش قیمتی سهم مخارج و کشش قیمتی تقاضا شرح زیر است.

$$\varepsilon_{s_j}^{p_j} = \frac{\partial}{\partial p_j}(p_j q_j / \text{income}) = 1 + \frac{\partial q_j}{\partial p_j}.\frac{p_j}{q_j} \qquad (۲۴)$$

یا:

$$\varepsilon_{d_j}^{p_j} = \varepsilon_{s_j}^{p_j} - 1 \qquad (۲۵)$$

که $\varepsilon_{d_j}^{p_j}$ و $\varepsilon_{s_j}^{p_j}$ به‌ترتیب نشان‌دهنده کشش قیمتی تابع تقاضا و تابع سهم مخارج حامل j-ام نسبت به‌قیمت آن هستند. بر حسب مدل‌های براورد شده، کشش قیمتی تقاضای هر یک از دو حامل به‌طور متوسط به‌صورت زیر خواهد بود:

$$\varepsilon_{d_j}^{p_j} = \frac{C_1 + 0.5C_2(\log p_k / \log p_j)^{0.5}}{s_j} - 1 \qquad (۲۶)$$

کشش متقاطع و درآمدی تقاضای هر یک از حامل‌ها نیز به‌طور مشابه محاسبه می‌شود. به‌عنوان مثال کشش درآمدی تقاضای حامل j-ام بر اساس

1- Proxies.

$\varepsilon_{d_j}^{Incom} = \varepsilon_{s_j}^{Incom} + 1$ محاسبه می‌شود.

جدول ۵ نتایج حاصل از محاسبه کشش‌های درآمدی و قیمتی خودی و متقاطع تقاضای گاز طبیعی و برق خانوارهای استان تهران و اصفهان را نشان می‌دهد. همان‌طور که اعداد داخل پرانتز نشان می‌دهند تمامی کشش‌ها به‌جز کشش قیمتی برق در استان تهران در سطح آزمون ۵ یا ۱۰ درصد از نظر آماری معنی‌دار هستند. براساس نتایج به‌دست آمده، گاز طبیعی کالایی تقریباً بی‌کشش است به‌طوری که افزایش قیمت گاز طبیعی به‌میزان یک درصد می‌تواند مقدار تقاضای گاز طبیعی را در استان‌های تهران و اصفهان به‌ترتیب به‌میزان ۰/۹۶۶ و۰/۷۶۸ درصد کاهش دهد. کشش برق در تهران بالا ولی بی‌معنی و در اصفهان پایین براورد شده‌اند و در نتیجه می‌توان گفت که برق یک حامل بی‌کشش است. در مورد کشش درآمدی نیز همان‌طور که انتظار می‌رود کشش درآمدی تقاضای گاز طبیعی بزرگ‌تر از واحد نیست و نشان می‌دهد که گاز طبیعی در زمره کالاهای ضروری است. این امر در مورد کشش درآمدی برق نیز صادق است.

جدول۵- متوسط کشش‌های قیمتی و درآمدی گاز طبیعی و برق در دو استان تهران و اصفهان

استان	کشش درآمدی گاز	کشش درآمدی برق	کشش قیمتی گاز	کشش قیمتی برق	کشش متقاطع قیمتی
تهران	۰/۹۹۹ (۰/۰۰۰)	۰/۹۹۹ (۰/۰۰۰)	-۰/۹۶۶ (۰/۰۰۰)	-۳۱/۴۰۸ (۰/۲۹۴)	۰/۹۹۹ (۰/۰۰۰)
اصفهان	۱/۰۰ (۰/۰۰۱)	۰/۹۹۹ (۰/۰۰۰)	-۰/۷۶۸ (۰/۰۶۰)	-۰/۲۶۴ (۰/۰۰۰)	-۰/۹۹۹ (۰/۰۰۰)

* اعداد داخل پرانتز سطح آزمون را نشان می‌دهند.

۵- جمع‌بندی

روند افزایشی مصرف حامل‌های انرژی و گاز طبیعی به‌خصوص در بخش خانگی ایران و ضرورت برنامه‌ریزی اقتصادی برای استفاده بهینه از این منابع تجدیدناپذیر ایجاب می‌کند که مطالعه علمی در باره روند شکل‌گیری تقاضای حامل‌های انرژی در ایران انجام شود. هم‌چنین اجرای سیاست مهم جایگزینی گاز

طبیعی با فراورده‌های نفتی در داخل کشور و آزادسازی منابع نفتی برای صادرات که مستلزم انجام سرمایه‌گذاری‌های وسیع در بخش‌های بالادستی، میان دستی، و پایین دستی گاز طبیعی است نیاز به‌شناخت عوامل مؤثر بر تقاضا و پیش بینی روند آتی آن دارد.

در این مطالعه، عوامل مؤثر بر تقاضای گاز مصرفی و برق در دو استان تهران و اصفهان که به‌طور نسبی بیشترین مصرف گاز طبیعی کشور را دارند با استفاده از آمار بودجه خانوار طی سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۷۵ شناسایی و براورد شده‌اند. مزیت استفاده از آمار بودجه خانوار در این مطالعه، علاوه بر تأمین داده‌های بسیار زیاد، امکان استفاده از متغیرهای خرد و ویژگی‌های مربوط به‌ساختار خانوار مانند مشخصه‌های فیزیکی منازل مسکونی در بررسی تقاضای انرژی و هر یک از حامل‌ها است. نتایج حاصل از براورد همزمان ضرایب نظام معادله‌های تلفیقی مخارج گاز طبیعی و برق در هر یک از دو استان نشان می‌دهند که خانوارهای استان تهران و اصفهان نسبت به‌تغییرات قیمت گاز طبیعی و برق حساسیت چندانی نداشته و در سبد مصرفی خانوارها گاز طبیعی در زمره یک کالای ضروری است. یکی از عوامل حساسیت پایین قیمتی در تقاضای گاز طبیعی می‌تواند پایین بودن نسبی قیمت گاز طبیعی و برق در کل انرژی و سهم ناچیز مخارج گاز طبیعی و برق از کل مخارج خانوار در ایران باشد. هم‌چنین وجود محدودیت انتخاب در مصرف انواع حامل‌های انرژی برای خانوار در پایین بودن کشش قیمتی می‌تواند مؤثر باشد. معمولا خانوار ایرانی پس از اتخاذ تصمیم در مرحله اول فرایند بهینه‌یابی برای تخصیص مخارج به‌اقلام انرژی، در مرحله دوم فرایند بهینه‌یابی به‌گونه‌ای عمل می‌کند که گویی پس از انتخاب گاز طبیعی و برق امکان استفاده از سایر فراوردهای نفتی جانشین بسیار کم می‌شود.

افزون بر این، همان‌طور که پیشتر نیز اشاره شد فرم تابعی مورد استفاده در این مطالعه یک فرم تابعی موضعی AIDS است. مطالعات شبیه‌سازی اخیر نشان

می‌دهند که فرم‌های تابعی مطلق نظیر AIM[1] عملکرد بهتری نسبت به‌فرم‌های تابعی موضعی دارند، یعنی تمامی پیش شرط‌های نظری به‌ازای تمامی مشاهدات در مورد آن توابع برقرار است.[2] از این‌رو مطالعه بودجه خانوار در چهارچوب فرم‌های تابعی مطلق می‌تواند موضوع جالبی برای مطالعات آتی باشد.

فهرست منابع

۱- *بانک اطلاعات مقاله‌ها و داده‌های اقتصادی ایران (IELDB3)*، مرکز تحقیقات اقتصاد ایران، دانشگاه علامه طباطبایی، ۱۳۸۳.

2- AlSahlawi, Mohammed, (1989), "The Demand for Natural Gas: A Survey of Price and Income Elasticities", *Energy Journal*, Vol. 10, PP.77-87.

3- Akmal, Mohammad, and David Stern, (2001), "Reseidential Energy Demand in Australia: An Application of Dynamic OLS", Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics, Australian National University, WP 0101.

4- Baker, Paul, R. Blundell, and J. Micklewright, (1989), "Modeling Household Energy Expenditures Using Micro-Data", *The Economic Journal*, V. 99, 397, 720-738.

5- Balestra, P. and M. Nerlove, (1966), "Pooling Cross Section and Time Series Data in the Estimation of a Dynamic Model: The Demand for Natural Gas", *Econometrica*, 34, 585-612.

6- Barnes, R. & Gillingham, R. & Hagemann, R., (1982), "The Short-Run Residential Demand for Natural Gas", *Energy Journal*, 3(1), Jan., pp. 59-72.

7- Berndt E. R, Watkins G. C., (1986), "T Modeling Energy Demand: The Choice Between Input and Outpt Energy Measures", *The Energy Journal*, 7(2), 69-79.

8- Danielson, L. E., (1977), "Estimation of residential water demand", *Economic Res. Report*, 39. Raleigh, NC: North Carolina State University. 54 p.

9- Dubin, J, and D. McFadden, (1984), "An Econometric Analysis of Residential Electric Appliance Holding and Consumption", *Econometrica*, V. 52, No. 2, PP. 345-62.

10- Fisher, Douglas, Fleissing, A. R., and Serletis, Apostolos, (2001), "An Empitical Comparison of Flexible Demand System Functional Forms", *Journal of Applied Econometrics*, 16: 59-80.

1- Asymptotically Ideal Model.

2- Fisher et al (2001).

11- Fuss, M. Hernandez F. G. & Johnson W., (1993), "The Economics of Natural Gas in Mexico Revisited", *The Energy Journal*, 14(3).
12- Gately, D. and S. Streifel, (1996), "Oil Product Demand in the Developing Countries", World Bank, unpublished paper.
13- Griffin, James M. and Gregory, Paul R., (1976) "Intercountry Translog Model Of Energy Substitution Responses", *American Economic Review*, 66: 845-857.
14- Henley, Andrew, and John Perison, (1985), "Residential Energy Demand and the Interaction of Price and Temperature: British Experimental Evidence", *Energy Economics*, 20, PP. 157-171.
15- Huntington, G. Hillard, and Glen Schuler Jr., (1990), "North American Natural Gas Markets: Summary of an Energy Modeling Forum Study", *The Energy Journal*, Vol. 11, No. 2.
16- Ibrahim, B. and C. Hurst, (1990), "Estimating Energy and Oil Demand Functions: A Study of Thirteen Developing Countries", *Energy Economics*, 12, 93-102.
17- Ishiguro, M. and T. Akiyama, (1995), "Energy Demand in Five Major Asian Countries: Structure and Prospects", *World Bank Discussion Paper*, World Bank.
18- Joskow, Paul L. and Baughman, Martin L., (1976), "The Future of the U. S. Nuclear Energy Industry", *Bell Journal of Economics*, Vol 7, pp. 3-32.
19- Maddala, G. S., Robert Trost, and Frederick Joutz, (1997), "Estimation of Short-Run and Long-Run Elasticities of Energy Demand From Panel Data Using Shrinkage Estimators", *Journal of Business and Economic Statistics*, Jan.
20- Pesaran, Hashem, Ron Smith, and Takamasa Akiyama, (1998), "Energy Demand in Asian Developing Economics, A World Bank Study", Oxford Institute for Energy Studies, Oxford University Press.
21- Pindyck, RS., (1979), "The Structure of World Energy Demand", MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
22- Rothman, Dale, Ho Hong, and Timothy Mount, (1994), "Estimating Consumer Energy Demand Using International Data: Theoretical and Policy Implications", *The Energy Journal*, Vol. 15, No. 2.
23- Siddayao C. M., Khaled, J. G. Ranada and S. Saicheua, (1987), "Estimates of Energy and Non-Energy Elasticities in Selected Asian Manufacturing Sectors", *Energy Economics*, 9, 115-28.
24- Taylor, L. D., (1975), "The Demand for Electricity: A Survey", *Bell Journal of Economics*, 6, PP. 74-110.
25- Yi, Feng, (2000), "Dynamic Energy-Demand Models: A Comparison", *Energy Economics*, 22, PP. 285-297.
26- Greene, William, (2005), "Econometrics Method", 5th edition, Pearson.