

بررسی و برآورد عوامل مؤثر بر تقاضای برق خانگی

در استان خراسان

دکتر محمد رضا لطفعلی پور*

احمد لطفی**

چکیده

بررسی و برآورد عوامل مؤثر بر تقاضای برق در بخش خانگی به عنوان یکی از بخشهای مهم مصرفی استان خراسان بسیار اهمیت دارد. برای دست یابی به این هدف با توجه به مطالعات انجام شده، و نیز ساختار برق استان، عوامل مهم مؤثر بر تقاضای برق خانگی استخراج شده است. آن گاه با استفاده از آمار و اطلاعات موجود یک الگوی تک معادله و از نوع لگاریتم خطی برای برآورد مدل تقاضای برق خانگی استان طراحی شده است. بدین منظور از آمار سری زمانی طی دوره ۱۳۵۵-۱۳۸۰ استفاده گردیده است. نتایج حاصل از برازش مدل تقاضا نشان می دهد که قیمت برق و هزینه خانوار تأثیر معنی داری بر مصرف برق ندارند. همچنین کشش متقاطع قیمتی نفت و گاز طبیعی مبین این است که انرژی برق وسایر سوختهای جایگزین نمی توانند به راحتی جانشین یکدیگر شوند. به علاوه ضریب متغیر مصرف دوره قبل نشان می دهد مصرف کنندگان خانگی طبق عادت مصرفی خود عمل می نمایند.

واژه های کلیدی: برق، خانوار، تقاضا، قیمت، درآمد، کشش.

*- استادیار دانشکده اقتصاد دانشگاه فردوسی

** - کارشناس ارشد رشته اقتصاد دانشگاه فردوسی

۱- مقدمه

نظر به اهمیتی که منابع انرژی پایان پذیر در جوامع بشری دارند، ضرورت دارد ابعاد عرضه و تقاضای این عنصر حیاتی بهتر شناخته شده و با دیدی عمیق مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. مصرف انرژی در بخش خانگی یکی از مهمترین اجزای مصرف کل انرژی در کشور به شمار می آید. از این رو، بهینه سازی مصرف در این بخش در کشور یک ضرورت است. زیرا تحقق توسعه اقتصادی پایدار و حرکت در جهت صنعتی شدن در گرو بهره برداری مؤثر و با صرفه از نهاده ها و حامل های انرژی خصوصاً انرژی برق می باشد. به دلیل کمبود امکانات و نیروگاههای لازم جهت تولید برق، بررسی تقاضای آن از اهمیت زیادی برخوردار است، تا بتوان شناخت دقیق و صحیحی از ساختار رفتاری مصرف برق به ویژه به صورت بخشی و منطقه ای کسب نمود. هدف از این مقاله بررسی و برآورد عوامل مؤثر بر تقاضای برق در بخش خانگی استان خراسان می باشد. شناخت این عوامل برنامه ریزان را قادر می سازد تا در زمینه تولید و مصرف بهینه آن اقدام مناسب انجام دهند. از آنجایی که تولید در این بخش تابعی از مصرف است، شناخت دقیق عوامل مؤثر بر مصرف انرژی و به خصوص برق خانگی در استان خراسان با جمعیتی بیش از شش میلیون نفر، اهمیت این مطالعه را نشان می دهد^۱. از طرفی انرژی نیز مانند هر کالای دیگری تابع قانون عرضه و تقاضا است، بررسی دقیقتر اثرات تغییر درآمد مصرف کننده و نیز تغییرات قیمت انرژی همچنین اثرات قیمت سایر حامل های انرژی بر تقاضای مصرف برق خانگی مطالعه شده است. فرضیه های اصلی تحقیق این است که کشش قیمتی و درآمدی تقاضای برق خانگی استان کم است. پایین بودن کشش قیمتی به معنی این است که برق خانگی کالایی بی کشش است و تغییرات قیمت تأثیر چندانی بر تقاضای آن ندارد. همچنین پایین بودن کشش درآمدی گویای آن است که تغییرات درآمد تأثیر چندانی در مصرف برق خانگی ندارد. از طرفی کشش تقاطعی تقاضای برق خانگی مثبت و کم است. این امر نشان دهنده این است که برق خانگی دارای جانشین های ضعیف است.

۲- مرور مطالعات انجام شده: برای تخمین تقاضای برق در بخش خانگی در دهه های اخیر، مطالعات گسترده ای صورت گرفته است. فیشر و کیزن (۱۹۶۲)^۲ بر این باور بودند که تقاضای برق در کوتاه مدت به نرخ استفاده از وسایل برقی و در بلند مدت به مقدار وسایل برقی ارتباط دارد (محمدی، ۱۳۷۹، ص ۱۸۵). ترزا (۱۹۸۶، صص ۱۱۳۲-۱۱۳۶) به تخمین تقاضای برق در بخش خانگی پرداخته و به مقایسه سه روش حداقل مربعات معمولی (OLS)، متغیر ابزاری (IV) و روش

۱- این مطالعه مربوط به زمانی است که هنوز استان خراسان به صورت واحد بوده و تقسیم نشده بود.

2- F.M Fisher and E Kaysen

پرابیت دومرحله ای (TSP) می‌پردازد. بیکر و همکارانش (۱۹۸۹، صص ۷۲۰-۷۳۸) به بررسی تقاضای برق خانگی با استفاده از روشهای سیستمی مبادرت ورزیده و از سیستم تقاضای تقریباً ایده آل (AIDS) استفاده می‌کنند. برانچ (۱۹۹۳، ص ۲۱۱)^۱ به مطالعه تقاضای برق خانگی با استفاده از داده های تلفیقی برای خانوارها پرداخته و جهت تخمین از روش حداقل مربعات تعمیم یافته (GLS) بهره می‌گیرد. نارایان و راشل (۲۰۰۳، ص ۱) به مطالعه تقاضای برق خانگی در سطح ملی پرداخته اند. آنها اذعان می‌دارند که اکثر مطالعات قبلی به دلیل این که از آزمونهای جدید اقتصادسنجی نظیر آزمون ریشه واحد و همجمعی استفاده نکرده اند، دچار اشکال می‌باشند. مؤسسه عالی پژوهش در برنامه یزی و توسعه در سال ۱۳۷۱ پژوهش تحت عنوان "برآورد تقاضای انرژی کشور"، انجام داده است. شهناز صمصامی نیا (۱۳۷۲) با استفاده از داده های مقطعی در شهر تهران به برآورد واکنش مصرف کنندگان برق در قبال تغییرات قیمت پرداخته است. مسعود صفاری پوراصفهان (۱۳۷۶، صص ۷۵-۹۲) به مطالعه ای تحت عنوان "بررسی و پیش بینی تقاضای برق در ایران" پرداخته است. ایشان با استفاده از بهترین تابع برازش شده و با ارائه سه سناریو، تقاضای برق را تا سال ۱۴۰۰ هجری شمسی پیش بینی نموده است. تیمور محمدی (۱۳۷۹، صص ۳۰۱-۳۰۳) در پژوهش خود تحت عنوان "قیمت گذاری بهینه رمزی برای صنعت برق ایران"، از نتایج تخمین تقاضای برق در بخشهای مختلف و از جمله بخش خانگی بهره می‌گیرد. علی عسکری (۱۳۸۰، ص ۱۰۴) نیز به تخمین تقاضای برق خانگی در ایران و برآورد کششهای قیمتی و درآمدی کوتاه مدت و بلند مدت پرداخته و برای این منظور از داده های تلفیقی ۱۶ شرکت برق منطقه ای کشور استفاده می‌کند.

۳- بررسی وضعیت تقاضای برق در استان خراسان

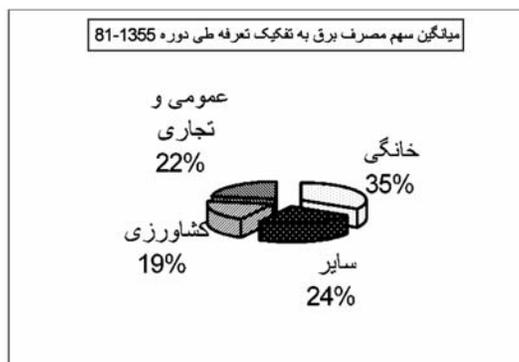
در بررسی تقاضای برق استان میزان و ترکیب مصرف برق، همچنین تعداد مصرف کنندگان و سهم آنها از مصرف، نقش تعیین کننده ای دارد.

الف- مصرف برق: بررسی روند تغییرات مصرف برق در بخشهای عمده خانگی، تجاری و عمومی، کشاورزی و سایر بخشها، طی سالهای ۱۳۵۵-۱۳۸۰ در استان خراسان و نیز مطالعه تعداد مشترکین در بخشهای فوق طی دوره مذکور نشان دهنده این است که برق تولیدی نیروگاههای استان خراسان در سال ۱۳۸۱ بیش از ۱۱۰۴۲ میلیون کیلووات ساعت بوده که از این مقدار ۸۸۶۸

1- Raphael. E Branch

میلیون کیلووات ساعت به مصرف مشترکین بخشهای مختلف رسیده، مقداری از آن با کشورهای مجاور مبادله و بخشی نیز تلف شده است (برق خراسان از نگاه آمار، ۱۳۸۱، ص ۵). این مقدار مصرف در مقایسه با رقم مشابه سال قبل ۱۰/۶ درصد افزایش داشته است. مصرف کنندگان نهایی انرژی الکتریکی به بخشهای خانگی، عمومی و تجاری، کشاورزی و سایر (صنعتی و معابر) تقسیم بندی گردیده‌اند.

در سالهای اخیر با اطلاع‌رسانی و ایجاد فرهنگ صرفه‌جویی در مصرف انرژی و به بازار آمدن لامپهای کم‌مصرف و توجه به میزان مصرف انرژی لوازم برقی در بخش خانگی، کوشش شده است که روند مصرف برق در این بخش بیشتر تحت کنترل قرار گیرد. در سال ۱۳۸۱، بخش خانگی با مصرف ۲۵۲۷ میلیون کیلووات ساعت برق بعد از بخش کشاورزی (۲۸۷۶ میلیون کیلووات ساعت)، در رتبه دوم مصرف برق قرار داشته است که معادل ۲۸/۵ درصد کل مصرف بوده است. سهم این بخش طی ۲۶ سال گذشته حدود ۱۸/۴ برابر شده و از ۱۳۷ میلیون کیلووات ساعت در سال ۱۳۵۵ به ۲۵۲۷ میلیون کیلووات ساعت در سال ۱۳۸۱ افزایش یافته است. به نظر می‌رسد دلیل رشد سریع مصرف برق در بخش خانگی استان خراسان، افزایش جمعیت، روند رو به رشد تعداد مشترکین، ارتقای سطح دانش خانوارها و افزایش مصرف وسایل برقی بوده است. بخش عمومی تجاری شامل کلیه بنگاههای اقتصادی و مؤسسات مالی و پولی و همچنین نهادها، سازمانها و مؤسسات دولتی و غیردولتی می‌شود. بخشهای عمومی و تجاری در سال ۱۳۸۱ مجموعاً ۱۴/۹ درصد از کل مصرف نهایی برق معادل ۱۳۲۸ میلیون کیلووات ساعت را به خود اختصاص داده‌اند. در این سال بخش کشاورزی ۳۲/۴ درصد از مصرف نهایی برق را به خود اختصاص داده است.



نمودار ۱. میانگین سهم مصرف برق در استان خراسان

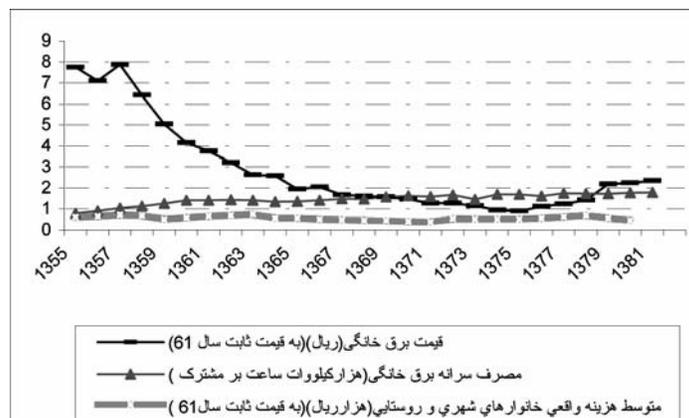
سایر بخشها شامل برق بخشهای صنعت و معابر است که در سال ۱۳۸۱ با مصرف ۲۱۳۷ میلیون کیلووات ساعت ۲/۲۴ درصد از مصرف را به خود اختصاص داده است. از مجموع برق این بخش بیش از ۸۲ درصد مربوط به بخش صنعتی بوده و حدود ۱۷/۸ درصد به بخش معابر اختصاص داشته است. فن آوری و میزان پیشرفت آن از عوامل فنی مؤثر بر مصرف در این بخش از اقتصاد می باشد. امروزه توجه به کارایی دستگاهها و بهینه سازی مصرف انرژی از عوامل مهم و اساسی مدیریتی در صنایع محسوب می شوند. از صنایع انرژی بر که دارای مصرف بسیار بالایی می باشند می توان به صنایع آهن و فولاد، آلومینیم، مس، شیشه، سیمان، قندوشکر و نساجی اشاره کرد.

ب- مشترکین برق: تعداد مشترکین برق استان در سال ۱۳۵۵ معادل ۲۱۴ هزار مشترک بوده که این مقدار به ۱۶۸۴ هزار مشترک در سال ۱۳۸۱ افزایش یافته است. از کل مشترکین برق استان در سال ۱۳۸۱ سهم بخش خانگی ۸۴ درصد، بخش عمومی و تجاری ۱۴/۹ درصد، بخش کشاورزی ۰/۴ درصد و سهم سایر بخشها ۰/۵ درصد می باشد. بین سالهای ۱۳۷۱-۱۳۸۱ تعداد مشترکین برق استان سالیانه به طور متوسط ۴/۶ درصد رشد یافته است. مشترکین کشاورزی با رشد متوسط سالیانه ۹/۶ درصد در این خصوص پیشتاز بوده است. رشد متوسط سالیانه تعداد مشترکین برق در بخشهای عمومی و تجاری و سایر به ترتیب برابر با ۴/۹ درصد و ۶/۷ درصد بوده است. دلیل عمده افزایش مشترکین مصارف خانگی طی سالهای اخیر، تلاش به منظور افزایش رفاه اجتماعی بوده است. در این زمینه با توجه به تلاشهایی که در سالهای بعد از انقلاب انجام شده است تعداد روستاهای برق دار افزایش قابل توجهی یافته و از ۱۸۷ روستا در سال ۱۳۵۵ به ۴۵۷۶

روستا در سال ۱۳۸۰ رسیده است. متعاقب آن تعداد خانوارهای روستایی بهره‌مند از برق از ۴۷۳۵۵ خانوار به ۵۴۹۹۶۲ خانوار افزایش یافته است.

۴- عوامل اصلی مؤثر بر مصرف برق بخش خانگی

۴-۱ قیمت برق: قیمت برق از عوامل اصلی مؤثر بر تقاضای برق است که بر اساس نظریه رفتار مصرف کننده، با مصرف رابطه معکوس دارد. قیمت برق مورد استفاده در مدل می تواند به صورت قیمت متوسط یا نهایی باشد. از دیدگاه تئوری اقتصادی، قیمت مناسبی که بایستی در تحلیلهای تقاضای تجربی به کار گرفته شود، قیمت نهایی است. اما با تعرفه های چند قسمتی، قیمت های نهایی متعددی می تواند با توجه به سطح مصرف افراد وجود داشته باشد. در مورد بهای برق خانگی در ایران می توان گفت که توزیع بهای برق برای پله های مختلف مصرف بدون توجه نظری، می باشد. مثلاً با افزایش میزان مصرف، میزان تعرفه بالا می رود. در حالی که در بیشتر کشورهای پیشرفته تعرفه های خانگی با افزایش پله های مصرف، کاهش می یابد. این بدان دلیل است که افراد کم مصرف، افرادی هستند که در زمان اوج وارد مدار مصرف می شوند و برنامه ریزی جهت سرمایه گذاری و گسترش سیستم برق به خاطر این افراد است. لذا هزینه این افراد برای شبکه برق بالاست. برعکس کسانی که مصرف زیادی دارند عموماً مصرفشان به زمان های خارج از اوج سرایت می کند و در نتیجه با پرداخت هزینه خود باری از هزینه های عظیم سرمایه گذاری ثابت را از روی بخش نیرو برمی دارند. پس در واقع در سایر کشورها، با افزایش پله های مصرف توجیهی برای کاهش تعرفه یافته اند. اما این امر در ایران مصداق ندارد و دلیل آن را می توان در یارانه ای بودن قیمت برق دانست. بررسی های آماری نشان دهنده این است که ارتباط معکوس بین قیمت برق و مصرف سرانه آن در بخش خانگی ملموس نیست. یعنی لزوماً با افزایش (یا کاهش) قیمت برق در این بخش، مصرف سرانه برق کاهش (یا افزایش) نیافته است. همچنین ارتباط مثبت بین هزینه خانوارها و مصرف سرانه برق در بخش خانگی ملموس نیست. یعنی لزوماً با افزایش (یا کاهش) هزینه واقعی خانوارها، مصرف سرانه برق در بخش خانگی کاهش (یا افزایش) نیافته است.



نمودار ۲- ارتباط قیمت و هزینه خانوارها با مصرف برق در بخش خانگی

۲-۴ درآمد خانوار: از مهمترین عوامل مؤثر بر میزان مصرف برق، درآمد خانوار است. از یک طرف خرید لوازم خانگی و یا به عبارت بهتر تقاضا برای لوازم خانگی، تابعی از درآمد خانوار است و از طرف دیگر هزینه برق مصرفی با توجه به سطح درآمد ایجاد می گردد. به دلیل در دسترس نبودن آمار مربوط به درآمد خانوار استان خراسان، در این تحقیق از متغیر هزینه خانوار به عنوان جانشینی برای درآمد خانوار استفاده شده است. از آنجا که هزینه خانوار برای دو گروه شهری و روستایی متفاوت است لذا از میانگین وزنی استفاده شده است.

۳-۴ قیمت سایر حاملهای انرژی: قیمت انرژیهای جایگزین نظیر نفت سفید، گاز طبیعی، گازوئیل و گاز مایع به عنوان متغیرهای اصلی جایگزین برق خانگی، می تواند بر مصرف انرژی برق تأثیر گذار باشد. امکان به کارگیری کالاهای جانشین و هزینه استفاده از آنها موضوعی است که از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در ایران به طور عام و در خراسان به دلیل سطح پایین درآمد ها به طور خاص، به دلیل هزینه های بالای استفاده از کالاهای جانشین، این امر به راحتی امکان پذیر نیست. اما برای اطمینان از نتایج اولیه به صورت جداگانه در مدل لحاظ شده اند.

۴-۴ موجودی وسایل برقی خانگی: تقاضا برای برق خانگی از تقاضا برای خدماتی از قبیل روشنایی، گرمایش، سرمایش و پخت و پز مشتق می شود که با استفاده از وسایل برقی صورت

می‌گیرند. بنابراین حجم استفاده از لوازم برقی و مقدار موجودی آنها یکی از عوامل تعیین کننده در تقاضای برق خانگی است.

۴-۵ **شدت استفاده از وسایل برقی:** شدتی را که مصرف کنندگان وسایل برقی به کار می‌برند به درآمد، ویژگی‌های خانه (نظیر عمر خانه، تعداد اتاقها، نوع ساختار خانه مثل کلبه، مسکن و آپارتمان)، ویژگی‌های بافت جمعیتی (نظیر سن اشخاص، بعد خانوار و عاداتهای شخصی)، متغیرهای فصلی نظیر دمای هوا و قیمت برق بستگی دارد.

۴-۶ **بازده وسایل و اسباب برقی:** استفاده از دستگاههای برقی فرسوده و مستهلک باعث افزایش مصرف برق در بخش خانگی می‌شود. در مقابل استفاده از وسایل برقی به روز و با فن‌آوریهای جدید باعث افزایش بازده مصرف می‌شود.

۴-۷ **قیمت لوازم خانگی:** تغییر در قیمت لوازم خانگی، تقاضای لوازم خانگی را تحت تأثیر قرار می‌دهد که متعاقب آن مصرف برق نیز متأثر می‌گردد. افزایش در قیمت لوازم برقی خانگی مقدار استفاده کنندگان لوازم برقی را کاهش داده و در نهایت مقدار مصرف برق نیز کاهش می‌یابد و برعکس.

۴-۸ **بعد خانوارها، شهری- روستایی و سطح تحصیلات:** خانوارها را می‌توان از لحاظ بعد، شهری و روستایی و سطح تحصیلات اعضای خانوار تقسیم بندی نمود. انتظار می‌رود که هر چه بعد خانوار بزرگتر شود مصرف برق نیز زیادتر گردد؛ مثلاً در خانوارهای پرجمعیت استفاده از بیش از یک کولر ضروری می‌نماید و در نتیجه مصرف برق افزایش می‌یابد. همچنین خانوارهای شهری به دلیل دارا بودن لوازم خانگی بیشتر نسبت به خانوارهای روستایی از مصرف برق بیشتری برخوردار می‌باشند. همچنین با بالاتر رفتن سطح تحصیلات خانوار، مصرف برق نیز افزایش می‌یابد.

۴-۹ **مصرف دوره قبل:** معمولاً مصرف برق خانوار در هر دوره نسبت به دوره قبل در شرایط عادی از تغییرات اندکی برخوردار بوده و طی دوره‌ها از روند ثابتی برخوردار است. در این صورت می‌توان مصرف برق در هر دوره را تابعی از مصرف دوره قبل در نظر گرفت. ارتباط قوی بین مصرف حال با مصرف گذشته، نشان‌دهنده حفظ عادات مصرفی است.

۴-۱۰ **تعداد مشترکین:** با افزایش تعداد مشترکین برق خانگی، مصرف کل برق نیز افزایش می‌یابد.

۴-۱۱ **دمای هوا:** در فصل تابستان به دلیل گرمای هوا استفاده از وسایل برقی سرمایشی نظیر کولر گازی، کولر آبی و پنکه و همچنین در فصل زمستان به دلیل سرمای هوا استفاده از وسایل برقی گرمایشی نظیر بخاری برقی افزایش یافته و در نتیجه مصرف برق را تحت تاثیر قرار می دهد.

۴-۱۲ **وضعیت مسکن از نظر نوع مصالح:** نوع مصالح نیز از جهت قوی یا ضعیف بودن عایق و توان استفاده گرمایش یا سرمایش اتاقها در میزان مصرف برق مؤثر است. به عنوان مثال هنگامی که از شیشه دو جداره استفاده می شود به دلیل ارتباط کمتر هوای داخل اتاق با بیرون انرژی گرمایشی و سرمایشی هدر نمی رود.

۴-۱۳ **تعداد اتاقها و زیربنای منزل:** با افزایش تعداد اتاقهای هر منزل مسکونی، و به تبع افزایش زیربنای ساختمان میزان مصرف برق نیز افزایش می یابد.

۵- تصریح مدل و تعیین متغیرها:

یکی از روشهای مورد استفاده در تحلیل تقاضای انرژی، روشهای اقتصاد سنجی است که به دو صورت تک معادله‌ای و سیستم معادلات همزمان مورد استفاده قرار می گیرد. در مدل‌های مبتنی بر تئوری اقتصاد خرد مبانی تئوری رفتار مصرف کننده ملاک اصلی مدل سازی می باشد. این مدلها شکل سیستمی توابع تقاضا بوده و در واقع به مسأله تخصیص کل بودجه مصرف کننده به یک مجموعه از کالاهای مختلف مربوط می شوند که از طریق شرایط حداکثر سازی تابع مطلوبیت خاص و با توجه به قید بودجه مصرف کننده به دست می آیند. توابع سیستمی تقاضا به طور همزمان تقاضا را برای هر کالا در ارتباط با قیمت آن کالا و سایر کالاها و درآمد مدنظر قرار می دهند. در کارهای تجربی به دلیل مشکل بودن انتخاب فرم مناسب تابع مطلوبیت و استخراج تابع تقاضا از روی آن که با مشکلات و پیچیدگیهایی همراه است، معمولاً از تابع تقاضا در حالتها غیر سیستمی یا منفرد استفاده می شود. تابع تقاضای منفرد اولاً همه محدودیتهای توابع تقاضا در حالت سیستمی را نداشته و ثانیاً الزامی نیست که از شرایط حداکثر کردن تابع مطلوبیت خاصی به دست آمده باشد. نحوه به دست آوردن تابع تقاضای منفرد بدین شکل است که ابتدا بر اساس تئوری، رابطه تبعی میان تقاضای یک کالا با قیمت آن و قیمت یک یا چند کالای مکمل و جانشین، درآمد و سایر عوامل طراحی شده، سپس این رابطه تابعی برآورد می گردد. به لحاظ تجربی می توان تابع تقاضای منفرد را به صورتهای گوناگون خطی، نمایی، لگاریتمی و نیمه (شبه)

لگاریتمی به کار برد. در تحقیق حاضر، جهت برآورد تابع تقاضای برق خانگی، از روش تقاضای منفرد یا تک معادله استفاده شده است. در این مطالعه نوع معادله به صورت لگاریتمی در نظر گرفته شده است و در نهایت با توجه به عوامل مهم مؤثر بر تقاضای برق خانگی و با استفاده از آمار و اطلاعات موجود، نوع مدل تقاضای برق خانگی استان خراسان به صورت زیر در نظر گرفته می شود:

$$LQE = B_0 + B_1 LPRE + B_2 LYRE + B_3 LPO + B_4 LPG + B_5 LQE(-1) + \varepsilon_t$$

QE = مصرف برق سرانه خانوار استان (کیلووات ساعت)

PRE = متوسط قیمت برق خانگی در استان (ریال به ازای هر کیلو وات ساعت)

YRE = متوسط هزینه خانوار استان (ریال) (متوسط وزنی هزینه خانوارهای شهری و روستایی)

PO = قیمت نفت سفید (ریال بر لیتر)

PG = قیمت گاز طبیعی (ریال بر متر مکعب)

۶- آزمون پایایی متغیرها:

استفاده از روش برآوردی OLS بر این فرض استوار است که متغیرهای سری زمانی مورد استفاده پایا (مانا) هستند. از طرفی دیگر باور غالب آن است که بسیاری از متغیرهای سری زمانی در اقتصاد پایا نمی باشند. از این رو قبل از به کارگیری متغیرها در مدل باید نسبت به پایایی یا ناپایایی آنها اطمینان حاصل کرد (نوفرستی، ۱۳۷۸، صص ۳۴-۴۵). برای شناسایی سری زمانی پایا از سری زمانی ناپایا از آزمونهای متفاوتی از جمله آزمون پایایی براساس همبستگی نگار^۱، آماره Q^۲، آماره لیونگ-باکس^۳ و آزمونهای ریشه واحد استفاده می شود. در این مطالعه آزمون ریشه واحد برای تشخیص پایایی فرآیندهای سری زمانی استفاده شده است. نتایج آزمون پایایی برای متغیرهای الگوبا استفاده از بسته نرم افزاری Microfit به شرح زیر می باشد.

جدول (۱) نتایج آزمون ریشه واحد در سطح و تفاضل مرتبه اول متغیرها

نتیجه	سطح اطمینان	مقدار بحرانی	مقدار آماره دیکی-فولر و دیکی-فولر تعمیم یافته (ADF)	متغیر
ناپایا	۹۵ درصد	-۳/۰۲	-۲/۰۸	LPRE

1- Correlogram

2- Q Statistic

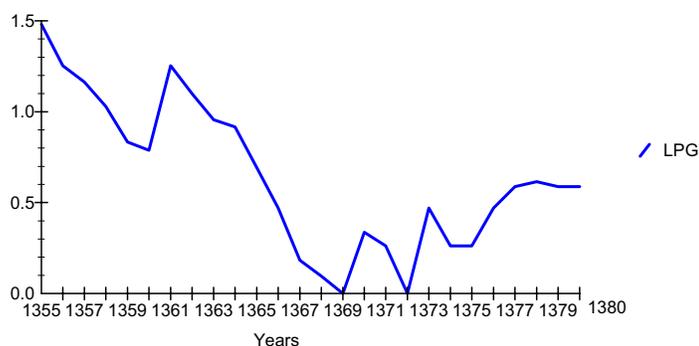
3- Ljung & Box

$\Delta LPRE$	-۴/۶۲	-۳/۶۹	۹۵ درصد	پایا
$LYRE$	-۱/۸۳	-۳/۰۲	۹۵ درصد	ناپایا
$\Delta LYRE$	-۳/۷۹	-۳/۰۴	۹۵ درصد	پایا
LPO	-۱/۱۶	-۳/۰۲	۹۵ درصد	ناپایا
ΔLPO	-۵/۰۶	-۳/۰۴	۹۵ درصد	پایا
LPG	-۲/۲۶	-۳/۰۵	۹۵ درصد	ناپایا
ΔLPG	-۴/۲۱	-۳/۰۶	۹۵ درصد	پایا

آزمون ریشه واحد و شکست ساختاری^۱ (آزمون پرون)^۵

محاسبه تغییرات ساختاری و اثرات آن در سریهای زمانی بلند مدت پرون (۱۹۸۹)، به این موضوع اشاره می کند که اگر سریهای زمانی دارای شکست ساختاری باشند آزمون استاندارد فرضیه ریشه واحد از قبیل دیکی- فولر در مواجهه با فرضیه مقابل یعنی روند پایا نمی تواند فرض صفر مبنی بر ناپایایی را رد کند. وی معتقد است اگر سریهای زمانی ریشه واحد داشته باشند، تحت این فرضیه شوکهای تصادفی اثر دائم خواهند داشت و نوسانات گذرا نمی باشند. اکنون به شرح آزمون ریشه واحد (پرون) به هنگام وجود شکست ساختاری می پردازیم.

۷-۱- آزمون پرون برای متغیر لگاریتم قیمت گاز طبیعی (LPG): با توجه به نمودار لگاریتم قیمت گاز طبیعی شاهد یک شکست به صورت تغییر در شیب در سال ۱۳۶۹ می باشیم.



4- Structural Break

5- Perron Test

لذا برای انجام آزمون پرون که آیا شکست ساختاری بر نتایج به دست آمده در مورد ناپایایی تأثیر دارد یا خیر، به صورت زیر عمل می‌کنیم. با توجه به نمودار سال شکست ساختاری را $TB=۱۳۶۹$ در نظر می‌گیریم.

T: متغیر روند

DU: متغیر مجازی است که کمیت آن برای سالهای $t > ۱۳۶۹$ برابر یک و برای بقیه سالها صفر است.

DT^{69} : متغیر مجازی روند است که کمیت آن برای سالهای $t > ۱۳۶۹$ برابر $t-۱۵$ است و برای بقیه سالها صفر است.

ضریب $LPG(-۱)$ که لگاریتم قیمت گاز طبیعی با یک وقفه می‌باشد برآوردی از ρ است که معادل $۰/۱۴$ به دست آمده است.

$$t = \frac{\hat{p} - 1}{SE} \quad \text{آماره آزمون } t_{\hat{p}} \text{ مربوط به ضریب این متغیر برابر است با}$$

$H_0: \rho = 1$ در نتیجه:

$$H_1: \rho \neq 1$$

$$t_{\hat{p}} = \frac{0.14 - 1}{0.21} = 4.09$$

$$\lambda = \frac{T B}{n} = \frac{15}{25} = 0.6$$

کمیت بحرانی توزیع حدی آماره $t_{\hat{p}}$ مندرج در جدول پرون که مقدار آماره در سطح ۱ درصد و $۲/۵$ درصد به ترتیب $-۴/۵۷$ ، $-۴/۲۰$ می‌باشد و دلیل بر این است که فرض صفر (ناپایایی متغیر) را نمی‌توان رد کرد. همچنین آماره آزمون t مربوط به ضرایب دیگر به صورت زیر است:

$$t_{\hat{\alpha}_1} = \frac{0.1494 - 1}{0.186} = -4.55 \rightarrow \text{فرضیه صفر رد نمی شود.}$$

$$t_{\hat{\beta}} = \frac{-0.071 - 1}{0.02} = -53.5 \rightarrow \text{فرضیه صفر رد می شود.}$$

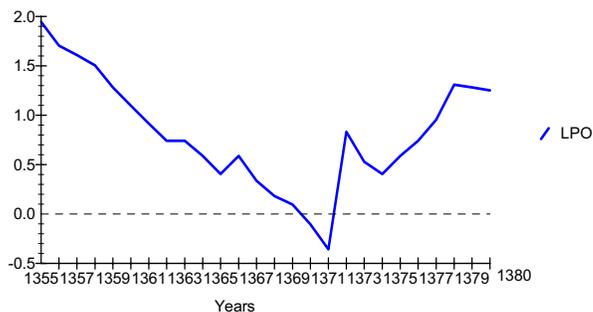
$$t_{\hat{\delta}} = \frac{0.120 - 1}{0.03} = -29.33 \rightarrow \text{فرضیه صفر رد می شود.}$$

بنابراین، سری زمانی لگاریتم قیمت گاز طبیعی (LPG) یک سری ناپایا است.

$$LPG = 1.24 - 0.149DU_{69} + 0.12DT_{69} + 0.14LPG(-1) - 0.07T$$

$$t: (3.27) \quad (-0.80) \quad (3.01) \quad (0.69) \quad (-2.85)$$

۲-۷ - آزمون پرون برای متغیر لگاریتم قیمت نفت سفید (LPO): با توجه به نمودار لگاریتم قیمت نفت سفید شاهد یک شکست ساختاری از نوع تغییر در شیب در سال ۱۳۷۱ می‌باشیم.



لذا برای انجام آزمون پرون که آیا شکست ساختاری بر نتایج به دست آمده در مورد ناپایایی تأثیر دارد یا خیر، به صورت زیر عمل می‌کنیم.
 TB=۱۳۷۱: سال شکست ساختاری و

T: متغیر روند معرفی شده است.

DU₁₃₇₁: متغیر مجازی است که کمیت آن برای سالهای $t > 1371$ برابر یک و برای بقیه سالها صفر است.

DT₁₃₇₁: متغیر مجازی روند است که کمیت آن برای سالهای $t > 1371$ برابر $t-17$ است و برای بقیه سالها صفر است. ضریب (-1)LPO، لگاریتم قیمت نفت سفید با یک وقفه می باشد که برآوردی از ρ است و معادل $0/58-$ به دست آمده است. مقدار آماره آزمون $t_{\hat{\rho}}$ مندرج در جدول

پرون مساوی $\lambda = \frac{TB}{n} = \frac{17}{25} = 0.68$ است. مقدار آماره در سطح ۱ درصد، $2/5$ درصد و ۵

درصد، به ترتیب $-4/51$ ، $-4/13$ ، $-3/85$ می باشند. بنابراین فرض صفر (ناپایایی متغیر) را نمی توان رد کرد. همچنین آماره آزمون t مربوط به ضرایب دیگر به صورت زیر است:

$$t_{\hat{\alpha}_1} = \frac{0.994 - 1}{0.16} = -0.03 \quad \text{- فرضیه صفر رد نمی شود}$$

$$t_{\hat{\beta}} = \frac{-0.170 - 1}{0.01} = -83 \quad \text{- فرضیه صفر رد می شود}$$

$$t_{\hat{\delta}} = \frac{0.267 - 1}{0.05} = -14.66 \quad \text{- فرضیه صفر رد می شود}$$

بنابراین سری زمانی لگاریتم قیمت نفت سفید (LPO) یک سری ناپایا است.

$$LPO = 2.506 + 0.994DU_{71} + 0.267DT_{71} + 0.581LPO(-1) - 0.17BT$$

$$t \quad : (9.45) \quad (6.06) \quad (5.27) \quad (2.20) \quad (-9.39)$$

۹- هم انباشتگی (همجمعی)^۱

این تمایل در اغلب سریهای زمانی اقتصاد کلان وجود دارد که هم جهت با یکدیگر حرکت کنند. علت این امر وجود روندی است که در تمامی آنها مشترک است. چنانچه متغیرهای سری زمانی که ناپایا هستند، در برآورد ضرایب الگوی مورد استفاده قرار گیرند ممکن است نتیجه به یک رگرسیون کاذب بینجامد. زیرا در متغیرهایی که از وجود روند برخوردارند این گرایش دیده می شود که حتی در مواردی که یک رابطه اقتصادی معنی داری بین آنها وجود ندارد همبستگی

شدیدی را نشان می‌دهند. برای اجتناب از این امر اگر متغیرهای مدل دارای یک مرتبه انباشتگی بوده و همچنین ترکیب خطی میان آنان نیز $I(0)$ باشد، دیگر وجود رگرسیون ساختگی منتفی می‌گردد. به‌طور خلاصه می‌توان گفت هرگاه بتوان ترکیب خطی از چند متغیر ناپایا با درجه انباشتگی مشابه را پیدا نمود که پایا باشد، آن متغیرها هم انباشته می‌باشند. در این حالت می‌توان الگو را با روش OLS برآورد نمود. در این صورت برآورد ها نه تنها با مشکلی مواجه نبوده بلکه کارا نیز می‌باشند (توکلی، ۱۳۷۸).

تا کنون روشهای متعددی برای آزمون همجمعی پیشنهاد شده است. یکی از این روشها آزمون DF یا ADF بر روی جملات خطای برآورد شده از رگرسیون هم‌انباشتگی است که به آزمون انگل-گرنجر وانگل-گرنجر تعمیم یافته مشهور است.

۱۰- نتایج برآورد تابع تقاضای برق خانگی استان خراسان

نتایج نهایی برآورد تابع تقاضای برق خانگی استان خراسان با استفاده از روش OLS به‌صورت

زیراست:

عرض از مبدا	LPG	LPO	LQE(-1)	D.W	R ²	$\frac{-2}{R}$	F
0.120	0.073	0.042	0.780	1.99	0.97	0.96	161
(4.98)	(3.07)	(2.71)	(20.60)				

*اعداد داخل پرانتز مقادیر t می‌باشند.

**ضرایب متغیرهای لگاریتم قیمت برق خانگی و لگاریتم هزینه خانوارها بی معنی بوده و از مدل حذف شده‌اند.

-در مدل فوق تمامی متغیرهای قیمتی به متغیرهای واقعی تبدیل شده‌اند (متغیرها به قیمت ثابت سال ۱۳۶۱ محاسبه شده‌اند).

- نتایج آزمون انگل-گرنجر و انگل-گرنجر تعمیم یافته بیانگر این است که متغیرهای فوق هم‌جمعد و مدل برازش شده کاذب نیست.

-نبود خود همبستگی در مدل فوق تأیید گردیده است. قابل ذکر است که در این مدلها به دلیل وجود متغیر وابسته وقفه‌دار در سمت راست مدل، آماره h به جای آماره D.W برای آزمون خود همبستگی باید به کار گرفته شود.

h دارای توزیع Z است و حالت‌های زیر را می‌توان برای آن در نظر گرفت:

- ۱- نبود خود همبستگی ; اگر $-Z_{\alpha/2} < h < Z_{\alpha/2}$
- ۲- خود همبستگی مثبت ; اگر $h > Z_{\alpha/2}$
- ۳- خود همبستگی منفی ; اگر $h < -Z_{\alpha/2}$

به‌عنوان مثال در مدل بالا آماره h بدین طریق محاسبه گردیده است:

$$h = \left(1 - \frac{d}{2}\right) \sqrt{\frac{n}{1 - n \operatorname{var}(\alpha)}}$$

$$h = \left(1 - \frac{1.99}{2}\right) \sqrt{\frac{25}{1 - 25 * (0.03)^2}} = 0.02 \rightarrow -1.96 < 0.02 < 1.96$$

نبود خود همبستگی در اجزا اخلاص در سطح اطمینان ۹۵ درصد را نشان می‌دهد ($Z_{0.025} = 1.96$) جهت بررسی مشکل واریانس ناهمسانی در مدل نهایی تقاضای برق خانگی استان خراسان از آزمون پارک استفاده شده است. این آزمون وجود مشکل واریانس ناهمسانی در مدل را رد می‌کند.

روش آزمون پارک به این صورت است که ابتدا لگاریتم مجذور جزء اخلاص را بر روی یک متغیر مستقل برآورد می‌کنیم. اگر ضریب مربوط به متغیر مستقل معنی دار بود ناهمسانی واریانس مشهود است. در غیر این صورت مشکل ناهمسانی واریانس در مدل وجود ندارد (بیدرام، ۱۳۸۱، ص ۸۹).

در این جا از مدل زیر جهت بررسی وجود مشکل واریانس ناهمسانی استفاده گردیده و متغیر لگاریتم قیمت گاز طبیعی به عنوان متغیر مستقل انتخاب شده است.

$$\ln U^2 = \alpha + \beta \text{LPG} + U$$

$$\ln U^2 = -8.94 - 1.30 \text{LPG}$$

نتایج برآورد به صورت زیر است.

$$t : (-15.91)(1.64)$$

$$D.W = 2.11 \quad , \quad R^2 = 0.11$$

مشاهده می‌شود که ضریب لگاریتم قیمت گاز طبیعی ($-۱/۳۰$) از نظر آماری معنی دار نبوده، لذا می‌توان گفت که مدل نهایی تقاضای برق خانگی، دارای مشکل واریانس ناهمسانی نبوده و ضرایب تخمین کارا می‌باشند.

چون معادلات به صورت لگاریتم خطی اند بنابراین ضریب هر متغیر، کشش تقاضای برق را نسبت به متغیر مربوطه نشان می دهد. ضریب متغیر لگاریتم قیمت گاز طبیعی دلالت بر آن دارد که ۱۰ درصد افزایش در قیمت گاز طبیعی باعث افزایش فقط ۰/۷ درصد در مصرف برق خانگی استان خراسان می شود. همچنین ضریب متغیر لگاریتم قیمت نفت سفید دلالت بر آن دارد که ۱۰ درصد افزایش در قیمت نفت سفید باعث افزایش فقط ۰/۴ درصد در مصرف برق خانگی استان می شود و این به معنی جانشینی بسیار ضعیف برق خانگی در مقابل نفت سفید و گاز طبیعی است. ضریب متغیر "مصرف دوره قبل" در سطح بالایی معنی دار بوده و تأثیر آن بر تقاضای برق خانگی تأیید می شود. ضریب این متغیر که کشش تقاضای برق نسبت به مصرف دوره قبل است برابر با ۰/۷۸ است. این امر نشان می دهد مصرف کننده بیشتر بر اساس عادت مصرفی خود عمل نموده است. ضرایب قیمت نفت سفید و قیمت گاز طبیعی در مدل نهایی در سطح بالایی از معنی داری قرار دارند. صفر بودن ضرایب مربوطه در سطح بالایی از اعتماد رد می شود و لذا تأثیر متغیرهای فوق بر تقاضای برق در بخش خانگی تأیید می گردد. ولی متغیرهای هزینه خانوار و قیمت برق خانگی در مدل‌های مورد اشاره بی معنی بوده و از مدل حذف گردیده اند و لذا نمی توان گفت که هزینه خانوار و قیمت برق بر مصرف برق خانگی استان خراسان تأثیر معنی داری نداشته اند. R^2 و R مدل نهایی حکایت از آن دارد که حدود ۹۶ درصد تغییر تقاضای برق خانگی به وسیله متغیرهای قیمت گاز طبیعی و قیمت نفت سفید و مصرف دوره قبل توضیح داده می شوند.

نتیجه گیری:

الف- به نظر می رسد کوچک بودن ضرایب کشش‌های متقاطع تقاضای برق به دلایل زیر باشد. در قبال تغییر قیمت دیگر حامل‌های انرژی (نفت سفید و گاز طبیعی)، مصرف کننده برق در بخش خانگی نمی تواند از خود چندان واکنشی نشان دهد. دلیل این امر متفاوت بودن فن آوریهای کاربرد برق و دیگر حامل‌های انرژی در تجهیزات سرمایه‌ای این بخش است. زیرا با افزایش محدود قیمت دیگر حامل‌های انرژی، مصرف کننده نمی تواند به سرعت برق را جایگزین آنها کند و در صورت کاهش قیمت آنها از مصرف برق بکاهد و دیگر حاملها را جایگزین کند. اگر هم این امر به لحاظ فنی امکان پذیر باشد به لحاظ اقتصادی برای مصرف کننده توجیه پذیر نیست تا با اندک نوسانی در قیمت برق به ویژه این که بر اساس قیمت‌های واقعی این نوسانات بسیار ناچیز بوده است در الگوی مصرفی خود و تجهیزات سرمایه‌ای انرژی بر تغییراتی را ایجاد کند. تنها در یک صورت

امکان جایگزینی سریع در بین حاملهای انرژی وجود دارد و آن زمانی است که مصرف کننده، به طور همزمان تجهیزات برق سوز، گازسوز و نیز نفت سوز را داشته باشد. بدیهی است به دلیل هزینه های فرصت، هزینه های نگهداری و دیگر هزینه ها، این امر به هیچ وجه توجیه اقتصادی ندارد و مصرف کننده را ناگزیر از واکنش بسیار کم، در قبال تغییر قیمت حاملهای مزبور می کند. همچنین به علت یارانه ای بودن حاملهای انرژی نفت و گاز طبیعی در ایران، هر گونه افزایش در قیمت این انرژیها اثر محسوسی بر تقاضای برق ندارد.

ب- کشش متقاطع تقاضای برق نسبت به حاملهای انرژی نفت سفید و گاز طبیعی مثبت بوده و مقدار بسیار پایینی را نشان می دهد. این امر به این معناست که اولاً: برق جانشین بسیارضعیفی برای نفت سفید و گاز طبیعی در بخش خانگی است. ثانیاً: در قبال تغییر قیمت دیگر حاملهای انرژی (نفت سفید و گاز طبیعی)، مصرف کننده برق در بخش خانگی نمی تواند از خود چندان واکنشی نشان دهد. دلیل این امر متفاوت بودن فن آوریهای کاربرد برق و دیگر حاملهای انرژی در تجهیزات سرمایه ای این بخش است. زیرا با افزایش قیمت دیگر حاملهای انرژی، مصرف کننده نمی تواند به سرعت برق را جایگزین آنها کند و در صورت کاهش قیمت آنها از مصرف برق بکاهد و دیگر حاملها را جایگزین کند. ثالثاً: به علت یارانه ای بودن دیگر حاملهای انرژی جانشین نظیر نفت و گاز طبیعی، افزایش های محدود در قیمت آنها اثر محسوسی بر تقاضای برق نداشته است.

پ- متغیر دیگری که در الگو به عنوان متغیر توضیحی در نظر گرفته شده است، مصرف برق دوره قبل است. ضریب این متغیر که کشش تقاضای برق نسبت به مصرف دوره قبل است از نظر آماری معنی دار بوده و مقدار آن بالا است که نشان می دهد مصرف کننده در طول دوره زمانی بیشتر بر اساس عادت مصرفی خود عمل کرده است.

ت- به دلیل این که برق برای بخش خانگی یک کالای ضروری است، این بخش ناگزیر از حداقل مصرف برای پخت و پز، گرمایش، روشنایی و... است و در اکثر موارد کاهش مصرف برق به معنی چیزی جز افت سطح زندگی و رفاه و در نتیجه بروز ناهنجاریهای متعدد بهداشتی یا فرهنگی اجتماعی و بالاخره گسترش سطح نارضایتی در میان مردم نیست. بنابراین طبیعی است که مصرف برق در بخش خانگی تابعی از قیمت آن و هزینه خانوار نباشد.

ه- با توجه به عدم تأثیر قیمت بر مصرف برق خانگی، می توان گفت اگر هدف دولت از افزایش قیمتها کسب حداکثر درآمد است این امر دست یافتنی است ولی اگر سیاست گزاری

قیمتی به عنوان یک اهرم برای کاهش تقاضای برق استفاده شود، این سیاست مناسب نبوده بلکه سیاست های زیر پیشنهاد می گردد:

- ۱- تغییر الگوی مصرفی برق خانوارها از طریق آموزش و آگاهی دادن به مردم در خرید لوازم برقی کم مصرف.
- ۲- استفاده از سیاستهای تشویقی برای تولیدکنندگان داخلی لوازم برقی خانگی با بازده بالا.
- ۳- کنترل و جلوگیری از واردات لوازم برقی خانگی دارای بازده پایین در گمرکهای کشور.
- ۴- اعطای تسهیلات به خانوارهای معمولی که قادر به نوسازی وسایل برقی مستهلک و پرمصرف نیستند.
- ۵- تشویق به استفاده از پنجره های دوجداره.
- ۶- توجه به امر شهرسازی، به گونه ای که جهت خیابان ها طوری تعیین گردد که بیشتر منازل در زمستان نورگیر بوده و در تابستان نور کمتری جذب نماید.

فهرست منابع

- ۱- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، نتایج تفصیلی آمارگیری از هزینه و درآمد خانوارهای شهری و روستایی، سالهای مختلف.
- ۲- وزارت نیرو، ترازنامه انرژی کشور، معاونت امور انرژی، سالهای مختلف.
- ۳- وزارت نیرو، شرکت برق منطقه ای خراسان، مدیریت آمار.
- ۴- توکلی، احمد؛ تحلیل سریهای زمانی، همگرایی و همگرایی یکسان، چاپ اول، مؤسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی، مرداد ۱۳۷۶.
- ۵- جیفرودی، شادی؛ «برآورد تابع تقاضای خانگی برق در ایران»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم اداری، سال ۱۳۶۹.
- ۶- حسینی نژادیان، رقیه؛ «تخمین تابع تقاضای برق خانگی در استان اصفهان»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، سال ۱۳۷۲.
- ۷- بیدرام، رسول؛ Eviews همگام با اقتصادسنجی، چاپ اول، منشور بهره وری، بهار ۱۳۸۱.
- ۸- صفاری پور اصفهانی، مسعود؛ «بررسی و پیش بینی تقاضای برق در ایران» مجله برنامه و بودجه، شماره ۱۳ و ۱۴، خرداد ۱۳۷۶.
- ۹- صفاری پور اصفهانی، مسعود؛ «چشم انداز تقاضای برق و ظرفیت علمی نیروگاهی مورد نیاز کشور در برنامه سوم توسعه»، مجله برنامه و بودجه، شماره ۳۷، سال ۱۳۷۸.

- ۱۰- صمصامی‌نیا، شهناز؛ «تخمین تابع تقاضای برق در بخش خانگی در شهر تهران»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم اداری، سال ۱۳۷۲.
- ۱۱- عسکری، علی؛ «تخمین تقاضای برق در بخش خانگی و برآورد کششهای قیمتی و درآمدی آن» مجله برنامه و بودجه"، شماره ۶۲ و ۶۳، سال ۱۳۸۰.
- ۱۲- محمدی، تیمور؛ "قیمت گذاری بهینه رمزی برای صنعت برق ایران"، رساله دکتری، دانشگاه علامه طباطبایی، دانشکده اقتصاد، سال ۱۳۷۹.
- ۱۳- نوفرستی، محمد؛ "ریشه و احد و همجمعی در اقتصاد سنجی"، چاپ اول، مؤسسه خدمات فرهنگی رسا، سال ۱۳۷۸.

- 14- Branch, E. Raphael (1993), "Short Run Income Elasticity of Demand for Residential Electricity Using Consumer Expending Survey Data," *The Energy Journal*, Vol.14, No 4.
- 15- Filippini, M (1995), "Swiss Residential Demand for Electricity by Time-of-Use: An Application of the Household AIDS Models," *Resource and Energy Economics*, Vol.17, Issue, 3.
- 16- Filippini, M. and S, Pachauri (2002). "Elasticities of Electricity Demand in Urban Indian Households," *Centre for Energy Policy and Economics*, Working Paper No, 16.
- 17- Fisher, F.M. and E. Kaysen (1962), "A Study in Econometrics: The Demand for Electricity in the U.S.," Amsterdam, North Holland Pub, Co.
- 18- Narayan, Naresh. Kumar. And Smith, Russell (September 2003), "The Residential Demand for Electricity in Australia: An Application of The Bounds Testing Approach to Cointegration," *Energy Tiwari (2000), Architectural, Demographic and Economic Causes of Electricity Consumption in Bombay, Journal of Policy Modeling*, Vol.22, Issue, 1.
- 19- Terza, V. Joseph (April 1986), "Determinants of Household Electricity Demand: A Two-Stage Probit Approach", *Southern Economic Journal*, Vol, 52.
- 20- Tiwari, Piyush (2000), " Architectual, Demographic and Economic Causes of Electricity Consumption in Bombay," *Journal of Policy Modeling*, Vol.22, Issue, 1.
- 21- Wilson, W. John. (1971), "Residential Demand for Electricity," *Quarterly Revivi of Economics and Business*, Vol.2, No, 1.

جداول ضمیمه

جدول ضمیمه ۱- مصرف برق در استان خراسان به تفکیک مصرف خانگی، عمومی و تجاری، کشاورزی، سایر بخشها (ارقام به میلیون کیلو وات ساعت)

سال	مصرف برق کل	خانگی	عمومی و تجاری	کشاورزی	سایر
۱۳۵۵	۵۳۵	۱۳۷	۱۳۶	۸۱	۱۵۳
۱۳۵۶	۶۴۱	۱۷۲	۱۶۰	۱۰۲	۲۰۷
۱۳۵۷	۷۰۸	۲۲۰	۱۷۹	۱۰۸	۲۰۱
۱۳۵۸	۸۷۷	۲۶۴	۲۴۲	۱۳۲	۲۳۹
۱۳۵۹	۱۰۲۳	۳۳۴	۲۴۴	۱۸۳	۲۶۲
۱۳۶۰	۱۱۵۵	۴۲۴	۲۸۲	۱۹۱	۲۵۸
۱۳۶۱	۱۳۱۴	۴۷۶	۳۲۲	۲۲۷	۲۸۹
۱۳۶۲	۱۵۲۸	۵۳۹	۳۶۹	۲۷۲	۳۴۸
۱۳۶۳	۱۸۳۵	۵۸۸	۴۲۵	۳۸۲	۴۴۰
۱۳۶۴	۲۱۰۱	۷۸۹	۴۶۹	۴۸۶	۳۵۷
۱۳۶۵	۲۳۹۳	۸۷۸	۵۲۱	۶۱۳	۳۷۱
۱۳۶۶	۲۶۹۵	۱۰۰۴	۵۷۹	۷۶۰	۳۵۲
۱۳۶۷	۲۹۷۲	۱۱۱۲	۶۹۶	۸۴۸	۳۱۶
۱۳۶۸	۳۳۱۸	۱۱۵۱	۷۹۴	۹۷۵	۳۹۸
۱۳۶۹	۳۶۸۱	۱۲۸۱	۸۹۴	۱۰۵۵	۴۵۱
۱۳۷۰	۳۹۰۲	۱۳۸۹	۱۰۳۴	۹۷۹	۵۰۰
۱۳۷۱	۳۹۹۸	۱۴۱۸	۱۰۳۷	۱۰۰۴	۵۳۹
۱۳۷۲	۴۵۱۰	۱۵۵۹	۱۰۲۷	۱۲۰۸	۷۱۶
۱۳۷۳	۴۷۳۲	۱۴۱۹	۸۱۷	۱۵۷۲	۹۲۴
۱۳۷۴	۵۲۱۸	۱۷۴۲	۹۱۳	۱۵۸۰	۹۸۳
۱۳۷۵	۵۵۰۲	۱۸۲۴	۹۲۴	۱۶۵۴	۱۱۰۰
۱۳۷۶	۵۶۳۳	۱۸۴۶	۹۴۲	۱۶۶۶	۱۱۷۹
۱۳۷۷	۶۱۴۸	۲۰۸۰	۱۰۳۸	۱۸۱۶	۱۲۱۴
۱۳۷۸	۶۹۰۵	۲۱۹۰	۱۱۱۸	۲۱۴۲	۱۴۵۵
۱۳۷۹	۷۳۷۶	۲۲۷۳	۱۱۶۲	۲۳۴۵	۱۵۹۶
۱۳۸۰	۸۰۱۸	۲۴۳۶	۱۲۴۳	۲۵۶۰	۱۷۷۹
۱۳۸۱	۸۸۶۸	۲۵۲۷	۱۳۲۸	۲۸۷۶	۲۱۳۷

مأخذ: وزارت نیرو، شرکت برق منطقه‌ای خراسان، مدیریت آمار

جدول ضمیمه ۲: مصرف سرانه برق، قیمت برق و متوسط هزینه خانوارهای شهری و روستایی استان خراسان

سال	مصرف سرانه برق خانگی	قیمت برق خانگی (اسمی)	قیمت برق خانگی (به قیمت ثابت سال ۱۳۶۱)	متوسط هزینه خانوارها (اسمی)	متوسط هزینه خانوارها (به قیمت ثابت ۱۳۶۱)
۱۳۵۵	۰/۷۸	۲/۸	۷/۷۵	۲۰۳/۳۸	۰/۶۰۱
۱۳۵۶	۰/۸۹	۳/۲	۷/۰۹	۲۶۱/۰۵	۰/۶۴۸
۱۳۵۷	۱/۰۳	۳/۹۱	۷/۸۸	۳۱۹/۳۳	۰/۷۱۷
۱۳۵۸	۱/۱۲	۳/۵۴	۶/۴۱	۳۸۳/۸۱	۰/۶۷۵
۱۳۵۹	۱/۲۵	۳/۴۴	۵/۰۴	۳۵۶/۷۹	۰/۵۰۸
۱۳۶۰	۱/۳۹	۳/۴۹	۴/۱۵	۵۰۶/۷۲	۰/۵۸۰
۱۳۶۱	۱/۴۰	۳/۷۵	۳/۷۵	۶۵۵/۷۷	۰/۶۵۵
۱۳۶۲	۱/۴۲	۳/۶۸	۳/۲	۷۷۷/۷۱	۰/۶۹۲
۱۳۶۳	۱/۳۹	۳/۴	۲/۶۲	۹۱۶/۷۳	۰/۷۴۱
۱۳۶۴	۱/۳۴	۳/۵	۲/۵۸	۷۱۸/۳۸	۰/۵۵۵
۱۳۶۵	۱/۳۶	۳/۲۵	۱/۹۴	۸۰۶/۳۵	۰/۵۵۲
۱۳۶۶	۱/۴	۴/۳۸	۲/۰۴	۹۰۶/۳۸	۰/۵۰۴
۱۳۶۷	۱/۴۷	۴/۶	۱/۶۶	۱۰۱۹/۵۵	۰/۴۸۵
۱۳۶۸	۱/۴۶	۵/۲	۱/۶	۱۱۴۸/۱۵	۰/۴۵۸
۱۳۶۹	۱/۵۶	۵/۵۱	۱/۵۶	۱۲۹۳/۳۵	۰/۴۳۵
۱۳۷۰	۱/۶۱	۶/۲	۱/۴۵	۱۴۸۰/۹۴	۰/۴۰۳
۱۳۷۱	۱/۵۸	۶/۷	۱/۲۶	۱۷۴۳/۱۹	۰/۳۸۰
۱۳۷۲	۱/۶۶	۸/۲۴	۱/۲۶	۳۳۹۶/۸۸	۰/۵۳۵
۱۳۷۳	۱/۴۴	۱۰/۱	۱/۱۴	۴۴۷۴/۱۹	۰/۵۱۸
۱۳۷۴	۱/۶۸	۱۲/۳	۰/۹۳	۶۲۲۸/۳۵	۰/۵۱۷
۱۳۷۵	۱/۶۹	۱۴/۲۶	۰/۸۸	۷۶۵۸/۴۹	۰/۵۱۵
۱۳۷۶	۱/۶۰	۲۱/۰۹	۱/۱۱	۹۳۸۰/۳۰	۰/۵۵۸
۱۳۷۷	۱/۷۳	۲۷/۴	۱/۲۲	۱۱۸۶۹/۷۱	۰/۶۱۷
۱۳۷۸	۱/۷۲	۳۸/۳۷	۱/۴۲	۱۶۶۷۷/۷۹	۰/۶۹۸
۱۳۷۹	۱/۷۱	۶۶/۶	۲/۱۹	۱۷۱۸۷/۵۱	۰/۵۵۳
۱۳۸۰	۱/۷۶	۷۵/۴	۲/۲۳	۱۷۹۱۲/۵۴	۰/۴۵۶
۱۳۸۱	۱/۷۸	۸۸/۸	۲/۳۵	-	-

مأخذ: ۱. وزارت نیرو، شرکت برق منطقه‌ای خراسان، مدیریت آمار

۲. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، نتایج تفصیلی آمارگیری از هزینه و درآمد خانوارهای شهری و روستایی، سالهای مختلف