

## برآورد مصرف انرژی الکتریکی

ابراهیم عباسی<sup>۱</sup> - درسای صفوی<sup>۲</sup>

### چکیده

مطالعه روند مصرف انرژی الکتریکی می‌تواند جهت تحلیل مصرف برق در آینده مورد استفاده قرار گیرد. با برازش یک تابع مصرف برق با توجه به معیارهای آماری، و آگاهی از الگوی مصرف گذشته می‌توان یک ارتباط منطقی و ریاضی برای مصارف و سایر پارامترهای موثر بر آن پیدا کرد تا با کمک آن بتوان ویژگیهای مصرف آینده برق را ترسیم نمود.

هدف این مقاله، برآورد تابع مصرف انرژی الکتریکی با توجه به روند گذشته مصرف برق می‌باشد. برای این منظور پیش از تخمین تابع تقاضای انرژی الکتریکی و تعیین عوامل موثر بر آن، مطالعات موجود در این زمینه که توسط پژوهشگران داخلی و خارجی صورت گرفته، مورد بررسی قرار گرفته است. بدین ترتیب رویکرد این مطالعه بدین صورت است که بهترین تخمین تابع با در نظر گرفتن عوامل موثر بر مصرف برق و با استفاده از معیارهای آماری، انتخاب می‌گردد.

براساس یافته‌های این تحقیق کالای انرژی الکتریکی یک کالای ضروری با تقاضایی کم کشش است که در مقایسه با گاز طبیعی دو کالای مستقل ارزیابی می‌شوند. از سوی دیگر یافته‌های تحقیق بیانگر آن است که تقاضای انرژی

۱. عضو هیئت علمی گروه اقتصاد نظری - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران (مرکزی)  
abbassiebrahim@yahoo.com  
۲. فوق‌لیسانس اقتصاد انرژی، دانشگاه آزاد - تهران مرکز، کارشناس سرمایه‌گذاری، dorsy.safavi@gmail.com

الکتریکی ایران را می‌توان با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی تبیین نمود. در این مطالعه برای آمار و ارقام مورد نیاز، از اطلاعات مندرج در ترانزنامه‌های انرژی، سالنامه‌های آماری (سالهای مختلف)، انتشارات رسمی وزارت نیرو و ... استفاده شده است. همچنین با ارائه و برآورد تابع تقاضای انرژی الکتریکی، کششهای خود قیمتی و متقاطع و نیز کشش درآمدی برای تابع تقاضای ذکر شده محاسبه می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** تخمین تابع تقاضای الکتریسیته، روش حداقل مربعات معمولی (OLS)، روند مصرف انرژی الکتریکی، توزیع مصرف انرژی الکتریکی.

## ۱. مقدمه

بنابر اسناد تاریخی در سال ۱۲۶۴ نخستین مولد برق برای تامین روشنایی بخشی از کاخ سلطنتی وارد ایران گردید و اولین نیروگاه برق تجاری با قدرت نامی ۴۰۰ کیلووات در سال ۱۲۸۵ به بهره‌برداری رسید و آماده پذیرش مشترک شد.

بدین ترتیب در ابتدای سال ۱۳۸۳ تقریباً ۱۱۹ سال از ورود مولد برق به کشور و ۹۸ سال از عرضه برق به عنوان یک کالای تجاری گذشته است.

شکل‌گیری و رشد صنعت برق، تاریخی پرفراز و نشیب دارد، اما بی‌گمان، روند رشد اصولی و سازمان یافته آن از سال ۱۳۴۲ یعنی پس از تاسیس وزارت آب و برق آغاز گردیده است.

در سال ۱۳۴۶ یعنی سه سال پس از تشکیل وزارت آب و برق، در نتیجه ۶۱ سال فعالیت دست‌اندرکاران بخش خصوصی، شهرداری‌ها و بخش دولتی، قدرت نامی نصب شده و صورت‌برداری شده در کل کشور به ۹۳۴ مگاوات رسید و در حال حاضر و پس از گذشتن بیش از سه دهه سرشار از فعالیت مستمر، قدرت نامی نصب‌شده در نیروگاه متعلق به وزارت نیرو، نسبت به سال ۱۳۴۶ به حدود ۳۴ برابر رسیده است.

بنابر آمار موجود در فاصله سالهای ۱۳۵۷ تا ۱۳۶۷ صنعت برق به رشد خود ادامه داد. به نحوی که در پایان این دوره، ظرفیت نامی نیروگاه‌ها تقریباً دو برابر ابتدای دوره یعنی به ۱۳۶۸۱ مگاوات رسید و به همین نسبت خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع نیز گسترش یافتند. این در شرایطی بود که جنگ تحمیلی به عنوان مانعی بزرگ در راه

## فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی

هرگونه برنامه‌ریزی بلندمدت صنعتی و اقتصادی، دشواری‌های فراوانی را مقابل برنامه‌ریزان قرار داده بود.

در سال ۱۳۵۷ تنها ۴۳۶۷ روستای کشور برق‌دار بودند که در پایان سال ۱۳۸۲ این تعداد با ۱۰/۸ برابر رشد به ۴۷۳۵۹ روستا رسید.

با خاتمه جنگ تحمیلی، فرصت برای برنامه‌ریزی در همه ابعاد فراهم شد. در آغاز برنامه اول، به علت آسیب‌های ناشی از جنگ و کمبود تولید، خاموشی‌های نوبتی برق امری عادی و روزمره بود. امروزه نه تنها دشواری‌ها برطرف شده، بلکه صنعت برق کشور بدان حد از توسعه و پیشرفت رسیده که از مرزهای ملی فراتر رفته است. اتصال تدریجی شبکه برق کشور به کشورهای همجوار از جمله کشورهای ترکیه، جمهوری آذربایجان، ارمنستان و ترکمنستان از پنج سال پیش از این آغاز گردیده و صنعت برق، پا در راهی نهاده است که بتواند بعنوان صادرکننده برق، یعنی یک انرژی فرآوری شده با ارزش افزوده فراوان و قابل توجه در صحنه بین‌المللی ظاهر گردد.

امروزه نقش و اهمیت انرژی و تأثیر آن در اقتصاد بر کسی پوشیده نیست و انرژی به یکی از عوامل مهم در فرآیند رشد و توسعه تبدیل شده است، بدین ترتیب شناخت عوامل موثر بر تقاضای انرژی اجتناب‌ناپذیر است.

گسترش روزافزون وابستگی بخش‌های مختلف اقتصادی به انرژی، نشانگر این واقعیت است که انرژی به‌عنوان یک عامل مهم و مؤثر در فرآیند تولید و رشد اقتصادی مطرح می‌باشد و بر همین اساس، هدف از این مطالعه تخمین تقاضای انرژی در ایران می‌باشد.

پاسخگویی به نیاز بخش‌های مختلف اقتصادی، در گرو آن است که تولید و بهره‌برداری از انرژی همراه با سایر نهاده‌ها نظیر تکنولوژی، منابع انسانی، مواد اولیه، منابع مالی و... بطور هماهنگ و همساز برنامه‌ریزی شود. در تدوین سیاست‌های انرژی توجه به پیوستگی متقابل توسعه بخش‌های تولیدی، زیربنایی و اجتماعی با مصرف بهینه انرژی ضرورت تام دارد. لذا با توجه به اهمیت ویژه انرژی در اقتصاد کشور، برنامه‌ریزی انرژی به‌عنوان بخش مهمی از برنامه‌های اقتصادی از ضرورت‌های اقتصادی است و بررسی عوامل موثر بر تقاضای انرژی برای مدیریت انرژی کشور به‌منظور برنامه‌ریزی دقیق مصرف انرژی امری ضروری تلقی می‌گردد. لازم به توضیح است که در این تحقیق مفاهیم تقاضای

۱. وزارت نیرو، گزارش عملکرد بیست و پنج ساله صنعت برق ص ۲۱۸-۲۱۹

انرژی و مصرف آن با مفهوم واحد در نظر گرفته شده است.

## ۲. مروری بر مطالعات انجام شده

از میان مطالعات فراوانی که در زمینه تقاضای انرژی الکتریکی صورت گرفته است به بررسی مواردی که به موضوع این مقاله نزدیکتر هستند می‌پردازیم.

ال عزیز و هاودان (۱۹۹۹)<sup>۱</sup> تقاضای انرژی کشور اردن را با استفاده از روش مدل‌سازی تقاضای دینامیک استاک واتسون تخمین زده‌اند. تقاضای انرژی در این مطالعه تابعی از قیمت انرژی، تولید ناخالص داخلی، و مساحت کل ساختمان‌ها و متغیرهای مجازی می‌باشد. آنها نتیجه‌گیری می‌کنند که کشش درآمدی تقاضای انرژی در اردن کمتر از واحد (یک) است.

مدل تقاضای برآورد شده به شکل زیر است.

$$\text{Log}(Q_t) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Log}(P_t) + \alpha_2 \text{Log}(Y_t) + \alpha_3 \text{Log}(A_t) + \alpha_{ei} D_i + u_t$$

Q مصرف کل انرژی،  $P_t$  قیمت واقعی انرژی،  $Y_t$  درآمد واقعی (GDP)،  $A_t$  کل فضای ساخته شده در متر مربع،  $D_i$  متغیر مجازی برای تضاد و بی‌ثباتی سیاسی را نشان می‌دهند.  $\alpha_0$  عدد ثابت است و  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_{ei}$  کششهای کل تقاضای انرژی هستند،  $u_t$  جزء اختلال و توزیع احتمالی آن  $(0, \delta^2)$  است.

مطالعه لین<sup>۲</sup> برای برآورد تقاضای الکتریسیته در جمهوری خلق چین: بررسی اثرات زیست‌محیطی و سرمایه‌گذاری لازم در مارچ ۲۰۰۳ به چاپ رسید. در این معادله  $Q$  تقاضای الکتریسیته،  $GDP$  تولید ناخالص داخلی،  $P$  قیمت،  $POP$  جمعیت،  $M_2$  تغییرات ساختاری ارائه شده و  $EF$  کارایی است. تابع برآورد شده برای سالهای ۱۹۵۲-۲۰۰۱ می‌باشد.

$$LQ = \alpha + bLGDP + cLP + dLPOP - eLM_2 - fLEF$$

نتایج نشان می‌دهد که کشش  $GDP$  (درآمدی تقاضای برق) نزدیک به ۰/۸ و ثابت است و تغییرات ساختاری، قیمت‌های انرژی و متغیرهای موثر همگی منفی و کمتر از یک است.  $GDP$  عامل مهمی در تعیین تقاضای الکتریسیته است.

اشترن<sup>۳</sup> در سال ۱۹۹۳ با استفاده از روش خود رگرسیون برداری (VAR) برای

1. Ahmed Al-Aziz and David Hawdon (1999), Survey Energy Economics Centre

2. Bo Q.Lin (2003), Economics and Research Department

3. Stern, (1993), Energy Economics, pp.137-150

## فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی

آمریکا طی سالهای ۱۹۷۴-۱۹۹۰ به بررسی رابطه بین متغیرهای مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی و سطح عمومی قیمتها پرداخته است. لازم به ذکر است که در داخل کشور نیز مطالعاتی در این زمینه صورت گرفته است که در اینجا به برخی از آنها اشاره می‌کنیم. در مطالعه‌ای که توسط منصور عسگری تحت عنوان پیش‌بینی تقاضای انرژی با روش خودهمبستگی برداری در ایران صورت گرفته، سه متغیر تولید ناخالص داخلی، قیمت نفت خام و شاخص سرمایه‌گذاری جهت تخمین تابع مصرف کل انرژی به کار برده شده است.<sup>۱</sup> تخمین رابطه همگرایی (بلندمدت) تقاضای انرژی بصورت زیر است، ضرائب نیز بیان‌کننده کشش است:

$$TOTE_t = 11/185 + 2/221 GDP_t - 0/031 POIL_t - 0/468 PI_t$$

کشش بلندمدت درآمدی، قیمت نفت و شاخص قیمت سرمایه تقاضای انرژی به ترتیب ۲/۲۲۱، ۰/۴۶۸- و ۰/۰۳۱۲- می‌باشد و می‌توان گفت تقاضای انرژی در ایران نسبت به درآمد کشش پذیر و نسبت به قیمت کشش ناپذیر است.

در مطالعه دیگری که توسط مسعود صفاری پور اصفهانی تحت عنوان چشم‌انداز تقاضای برق و ظرفیت عملی نیروگاههای مورد نیاز کشور در برنامه سوم توسعه انجام شده است، تقاضای سرانه برق در بخش خانگی بر حسب متغیرهای محصول ناخالص داخلی سرانه و متوسط قیمت داخلی برق و نیز تقاضای برق در بخش غیرخانگی بر حسب متغیرهای محصول ناخالص داخلی و متغیرهای مجازی تخمین زده شده‌اند.<sup>۲</sup>

بدین ترتیب تابع تقاضای برق خانگی در ایران با استفاده از فرم تابع تقاضای پویای لگاریتمی به شکل زیر برآورد شده است:

$$\ln DEPR_t = 0/73 + 0/15 \ln GDPP_t - 0/13 \ln RPR_t + 0/66 \ln DEPR_{t-1}$$

$DEPR_t$  تقاضای سرانه برق در بخش خانگی در سال  $t$ ،  $GDPP_t$  محصول ناخالص داخلی سرانه در سال  $t$ ،  $RPR_t$  متوسط قیمت برق خانگی در سال  $t$  است.

در بخش غیرخانگی، تقاضای برق را می‌توان از محصول ناخالص داخلی، تقاضا با وقفه برق در این بخش و متغیر مجازی لازم (مربوط به سالهای بحرانی) بصورت زیر در نظر گرفت:

۱. عسگری، م (۱۳۸۰)، مجموعه مقالات همایش ملی انرژی

۲. صفاری پور اصفهانی، م (۱۳۸۰)، مجموعه مقالات همایش ملی انرژی، ص ۱۷۱-۱۸۰

$$\text{LnD}\hat{\text{ENR}}_t = 0/12\text{LnGDP}_t - 0/9\text{LnDENR}_{t-1} - 0/04\text{DUMV}_t + 0/42\text{MA}(1)$$

$\text{DENR}_t$  تقاضای برق در بخش غیرخانگی در سال  $t$ ،  $\text{GDP}_t$  محصول ناخالص داخلی در سال  $t$ ،  $\text{DUMV}_t$  متغیر مجازی در سال  $t$  است (که برای سالهای انقلاب و جنگ برابر یک و برای مابقی سالها برابر صفر می باشد).

### ۳. بررسی مصرف برق در ایران<sup>۱</sup>

عمده مصرف انرژی برق شامل بخش های خانگی، عمومی، تجاری، صنعتی و کشاورزی می گردد که در سال ۱۳۸۲ به ترتیب سهمی معادل ۳۳، ۱۲، ۷، ۳۲، ۱۲ درصد به خود اختصاص داده اند و ۴ درصد مابقی به سایر مصارف اختصاص دارد. میزان برق مصرف شده در سال ۱۳۸۲ در ایران معادل  $۱۲۰۳۲۸/۲$  میلیون کیلووات ساعت بوده است که عمدتاً توسط ۵۶ واحد نیروگاه حرارتی و ۲۳ واحد نیروگاه برق آبی وزارت نیرو و درصد کمی توسط نیروگاه اختصاصی صنایع بزرگ، متوسط، کوچک و بخش خدمات تامین گردیده است.

در حدود  $۱۱۴۹۰۹/۵$  میلیون کیلووات ساعت از برق مصرفی مشترکین در سال ۱۳۸۲ توسط نیروگاه وزارت نیرو و مابقی به میزان  $۵۴۱۸/۷$  میلیون کیلووات ساعت، توسط نیروگاههای اختصاصی صنایع بزرگ، متوسط، کوچک و بخش خدمات تامین شده است. لازم به ذکر است که خود مصرفی نیروگاههای صنایع بزرگ در سال ۱۳۸۲ بیش از ۱۶۰ میلیون کیلووات ساعت بوده است.

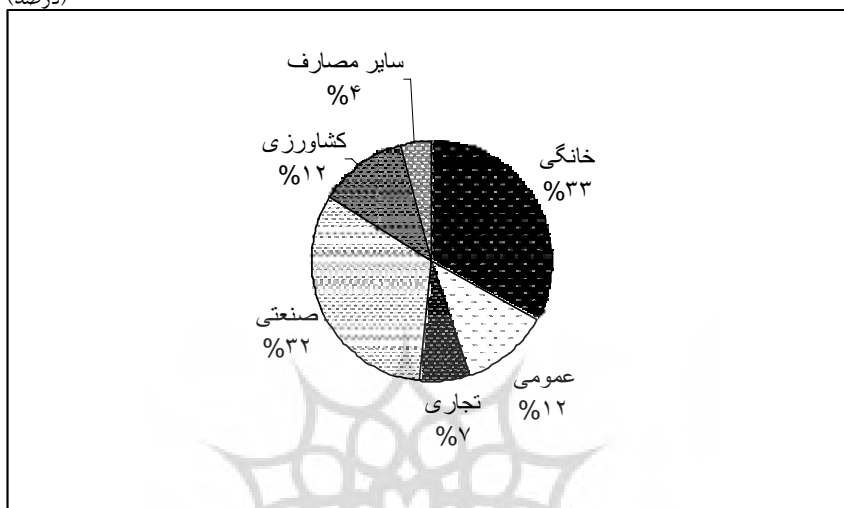
در این سال سازمان انرژی اتمی ایران با استفاده از تولید برق بادی و خورشیدی در حدود  $۲۷/۷$  میلیون کیلووات ساعت برق تولید کرده که با توجه به متصل بودن نیروگاههای بادی آن به شبکه سراسری در آمار برق تامین شده توسط وزارت نیرو لحاظ شده است. همچنین در سال ۱۳۸۲ وزارت نیرو و سازمان انرژی اتمی بطور مشترک در حدود  $۰/۱$  میلیون کیلووات ساعت برق از طریق نیروگاههای خورشیدی تولید کرده اند.

در جدول ۲ فروش انرژی برق به تفکیک نوع و بخش مصرف نشان داده شده است. براساس اطلاعات این جدول مصرف برق طی دوره ۱۳۸۲-۱۳۴۶ بطور متوسط با رشدی معادل  $۸/۸$  درصد در سال مواجه بوده است.

۱. ترازنامه انرژی، وزارت نیرو، سال ۱۳۸۲

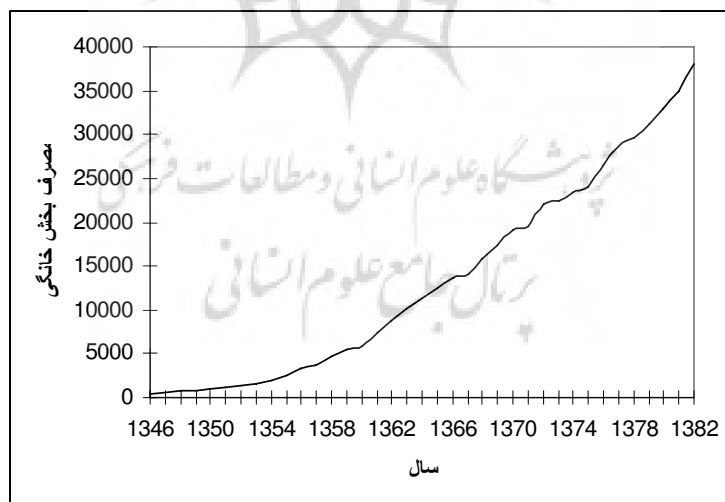
نمودار ۱. مصرف برق به تفکیک بخشهای مختلف مصرف در سال ۱۳۸۲

(درصد)



منبع: ترازنامه انرژی، سال ۱۳۸۲

نمودار ۲. مصرف برق در بخش خانگی



منبع: پیشین

### ۳-۱. مصرف بخش خانگی

مصرف برق در بخش خانگی که در سال ۱۳۴۶ به میزان ۴۷۳ میلیون کیلووات ساعت بوده در سال ۱۳۸۲ به ۳۷'۹۶۷/۱ میلیون کیلووات ساعت بالغ شده است که در حدود ۳۳ درصد از کل مصرف برق کشور را در برمی گیرد. بخش خانگی بعد از بخش صنعت بزرگترین مصرف کننده برق در کشور است.

از عوامل رشد سریع مصرف برق در بخش خانگی می توان به افزایش سریع تعداد مشترکین این بخش، درآمد خانوار، سطح زیر بنای محل سکونت و موقعیت جغرافیایی محل استقرار خانوار و همچنین به بازار آمدن انواع مختلف وسایل برقی مورد استفاده در خانه اشاره نمود. نمودار ۲، روند افزایش مصرف بخش خانگی را در دوره یاد شده نشان می دهد.

### ۳-۲. مصرف بخش صنعت

بخش صنعت با ۳۲/۹ درصد از کل مصرف برق در رتبه اول قرار دارد. صنایع آهن، فولاد، مس، پتروشیمی، سیمان، قند و شکر و نساجی از جمله صنایع با مصرف بالای انرژی می باشند. بعضی از این صنایع برای تامین تمام یا بخشی از نیاز خود به انرژی الکتریکی اقدام به ساخت نیروگاههای اختصاصی کرده اند که از این میان می توان به پتروشیمی رازی، مس سرچشمه کرمان، فولاد مبارکه و ذوب آهن اصفهان اشاره نمود. نمودار ۳ نشان دهنده رشد فزاینده مصرف برق در دوره مورد مطالعه می باشد.

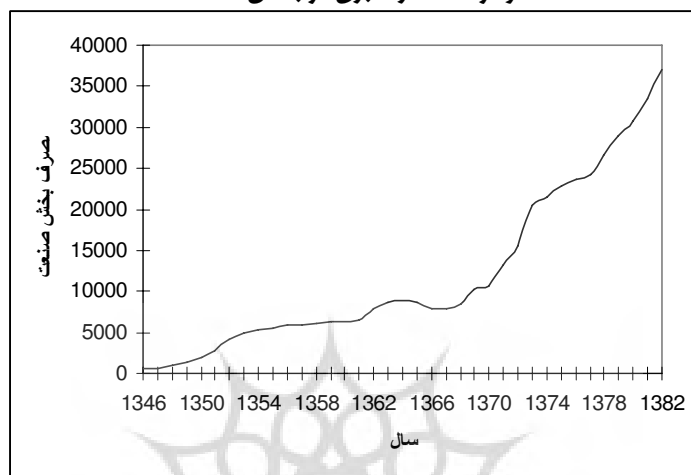
### ۳-۳. مصرف بخش عمومی

مصرف برق در این بخش در سال ۱۳۸۲ معادل ۱۳۷۱۴ میلیون کیلووات ساعت بوده است که ۱۲ درصد از مصرف برق کشور را به خود اختصاص داده است. با توجه به نمودار تا سال ۱۳۷۲ مصرف بخش تجاری در بخش عمومی لحاظ شده است و بعد از آن سال، بخش جداگانه ای به آن اختصاص یافته است. رستورانها، هتلها، انبارهای بنگاههای تجاری، انبارهای کالا در اسکله و بندر، موسسات پولی و مالی اعم از بانکها، شرکتهای بیمه، نهادها، سازمانها و موسسات دولتی ارائه کننده خدمات عمومی و اجتماعی، موسسات خصوصی ارائه کننده خدمات حرفه ای و تخصصی همانند مطب پزشکان، دندانپزشکان، داروخانهها، دامپزشکیها، بنگاههای معاملات املاک، بنگاههای خرید و فروش اتومبیل



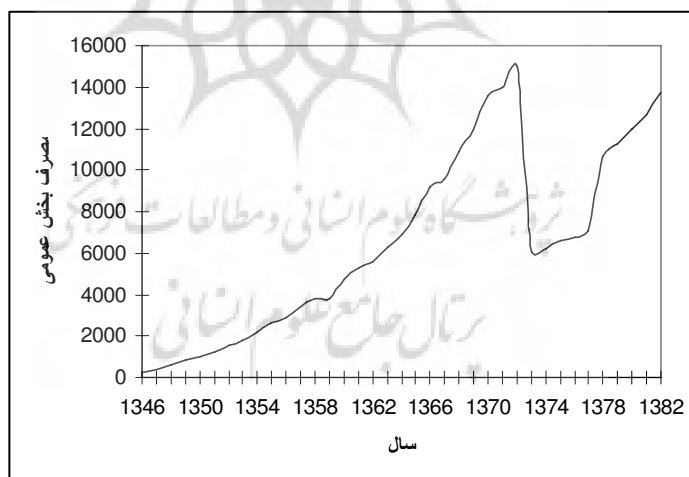
و... مصرف کنندگان برق در بخشهای تجاری و عمومی را تشکیل می دهند.<sup>۱</sup>

نمودار ۳. مصرف برق در بخش صنعت



منبع: پشین

نمودار ۴. مصرف برق در بخش عمومی



منبع: ترازنامه انرژی، سال ۱۳۸۲

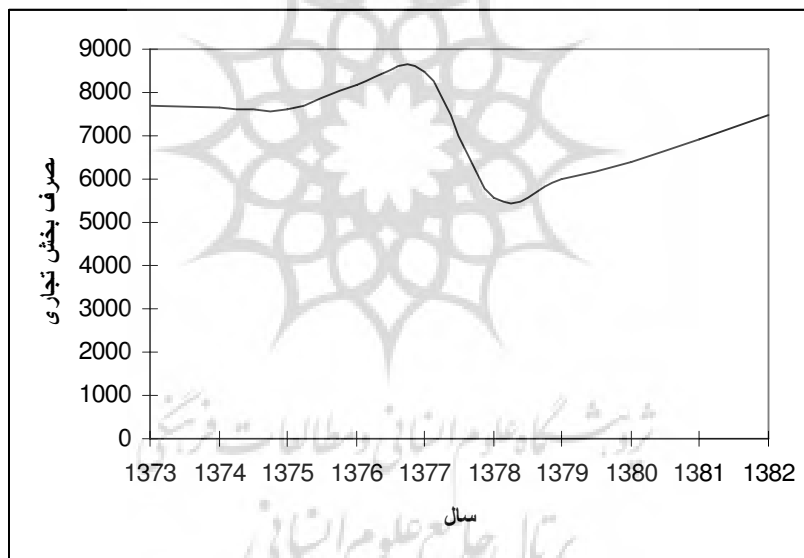
۱. ترازنامه انرژی، سال ۱۳۸۰

### ۳-۴. مصرف بخش تجاری

مصرف برق در بخش تجاری از ۶۹۲۵ میلیون کیلووات ساعت در سال ۱۳۸۱ به ۷۴۶۱ میلیون کیلووات ساعت در سال ۱۳۸۲ رسیده است که دارای رشدی معادل ۷/۷ درصدی می باشد. همچنین مصرف متوسط برق برای هر مشترک بخش تجاری در این سال معادل ۳۵۱۹ کیلووات ساعت بوده است.

در سال ۱۳۸۲ برق تامین شده برای صنایع از طریق وزارت نیرو ۳۶۹۳۷/۱ میلیون کیلووات ساعت بوده که نسبت به سال قبل ۱۰/۴ درصد رشد داشته است. علاوه بر برق تامین شده توسط وزارت نیرو، صنایع بزرگ برای تامین قسمتی از نیاز خود در سال ۱۳۸۲ بالغ بر ۲۶۸۸ میلیون کیلووات ساعت برق تولید کرده اند.

نمودار ۵. مصرف برق در بخش تجاری



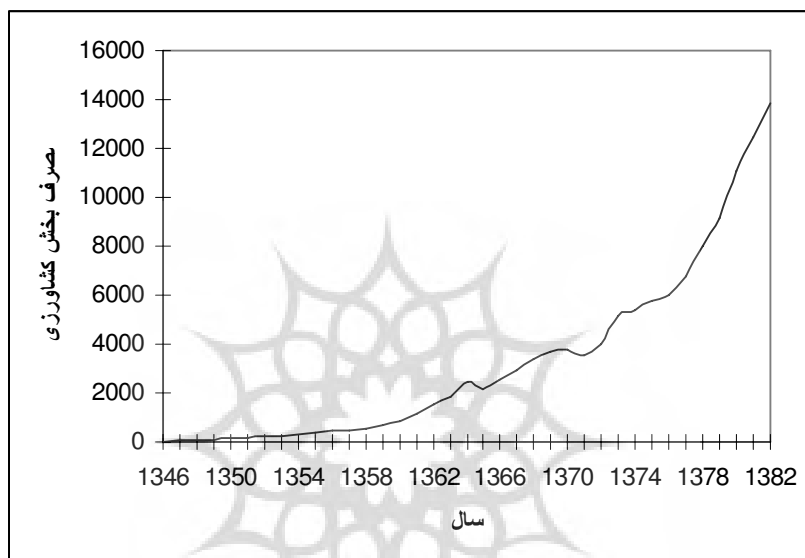
منبع: پیشین

### ۳-۵. مصرف بخش کشاورزی

انرژی الکتریکی در بخش کشاورزی برای بکار انداختن موتور پمپ‌های چاههای کشاورزی و گرم کردن و روشنایی گلخانه‌ها و مراکز پرورش دام و طیور استفاده می گردد. در سال ۱۳۸۲ بخش کشاورزی با مصرف ۱۳۸۵/۶ میلیون کیلووات ساعت ۱۲/۱

درصد از مصرف برق را در بر گرفته است. در این سال با برقی کردن ۱۰'۱۵۳ حلقه چاه کشاورزی، تعداد چاههای برقی کشاورزی کشور به ۵۲'۸۵۹ حلقه بالغ گردید.

نمودار ۶. مصرف برق در بخش کشاورزی



منبع: پیشین

### ۳-۶. مصرف بخش حمل و نقل و سایر مصارف

نقش اصلی انرژی الکتریکی در بخش حمل و نقل ایجاد نیرو محرکه برای حرکت وسایل نقلیه می باشد. دو شرکت فعال در این بخش در کشور، شرکت واحد اتوبوسرانی تهران و حومه و شرکت راه آهن شهری و حومه می باشند.

در سال ۱۳۸۲ شرکت واحد اتوبوسرانی تهران و حومه با دارا بودن ۶۷ دستگاه اتوبوس برقی در حدود ۴۶۶۷ کیلووات ساعت برق مصرف کرده است. در این سال متوسط پیمایش سالانه هر دستگاه اتوبوس برقی برابر ۲۸'۱۰۵ و ضریب بار برابر ۱/۳ بوده است. متوسط مصرف برق هر دستگاه در کیلومتر پیمایش ۲'۲۴۲ وات ساعت محاسبه گردیده است.

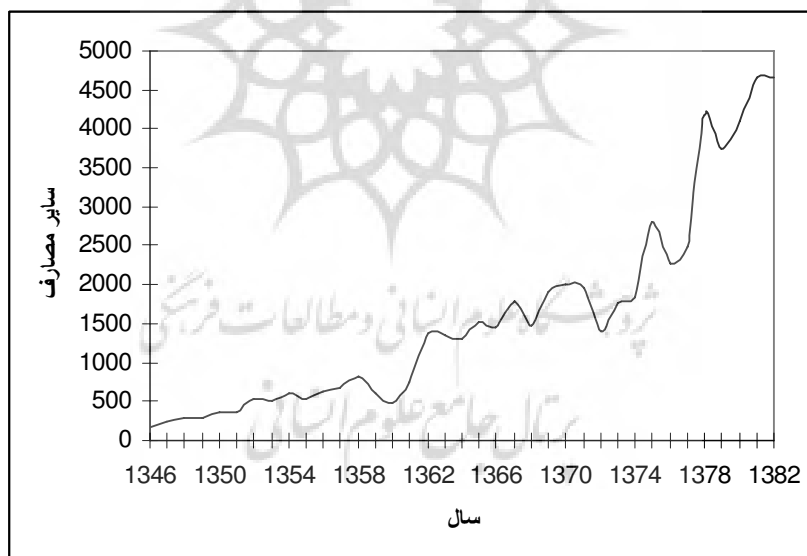
جدول ۱. مصرف برق در زیر بخش حمل و نقل برقی طی سالهای ۱۳۷۸-۱۳۸۲

(کیلووات ساعت)

سال	اتوبوس برقی	مترو	جمع
۱۳۷۸	۴۰۸۵۰۰۰	۷۱۶۰۱۱۱	۱۱۲۴۵۱۱۱
۱۳۷۹	۵۶۳۰۰۰۰	۷۶۴۸۳۶۴	۱۳۲۷۸۳۶۴
۱۳۸۰	۶۳۴۳۰۰۰	۱۱۴۳۰۷۰۹	۱۷۷۷۳۷۰۹
۱۳۸۱	۵۷۴۳۰۰۰	۷۶۰۱۴۱۷	۱۳۳۴۴۴۱۷
۱۳۸۲	۴۶۶۷۰۰۰	۹۶۶۲۰۰۲	۱۴۳۲۹۰۰۲

خطوط ۱ و ۲ مترو بترتیب دارای ۲۰ و ۱۱ ایستگاه بوده و بیشینه سرعت قطار در این خطوط به ۸۰ کیلومتر در ساعت می رسد. همچنین حداکثر تعداد واگن ها در هر قطار ۷ دستگاه می باشد.

نمودار ۷. مصرف برق در سایر مصارف



منبع: ترازنامه انرژی، سال ۱۳۸۲

نمودار فوق نشان دهنده این است که سایر مصارف انرژی نیز در دوره یاد شده در مجموع دارای روندی افزایشی بوده است.

فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی

جدول ۲. مصرف انرژی الکتریکی به تفکیک نوع مصرف

(میلیون کیلووات ساعت)\*

سال	خانگی	عمومی	تجاری	صنعتی	کشاورزی	سایر مصارف	جمع
۱۳۴۶	۴۷۳	۲۷۱	-	۵۰۴	۳۳	۱۸۰	۱۴۶۱
۱۳۴۷	۶۳۹	۳۶۴	-	۶۵۶	۴۹	۲۵۲	۱۹۶۰
۱۳۴۸	۶۹۱	۶۰۷	-	۹۱۴	۷۹	۲۹۳	۲۵۸۴
۱۳۴۹	۸۰۸	۸۵۴	-	۱۴۲۷	۹۱	۲۹۲	۳۴۷۲
۱۳۵۰	۹۸۳	۱۰۲۹	-	۲۰۳۵	۱۲۱	۳۵۱	۴۵۱۹
۱۳۵۱	۱۲۱۸	۱۲۵۰	-	۲۷۴۵	۱۴۱	۳۶۹	۵۷۲۳
۱۳۵۲	۱۴۲۳	۱۵۸۵	-	۴۰۴۸	۲۱۳	۵۲۷	۷۷۹۶
۱۳۵۳	۱۶۲۰	۱۷۵۷	-	۵۰۰۱	۲۶۷	۵۰۷	۹۱۵۲
۱۳۵۴	۲۰۳۴	۲۱۹۱	-	۵۲۸۷	۳۳۰	۶۰۴	۱۰۴۴۶
۱۳۵۵	۲۶۲۰	۲۶۳۹	-	۵۵۷۵	۳۷۱	۵۲۹	۱۱۷۳۴
۱۳۵۶	۳۲۳۸	۲۸۸۸	-	۵۸۹۷	۴۲۶	۶۱۷	۱۳۰۶۶
۱۳۵۷	۳۷۹۷	۳۴۲۰	-	۵۸۲۱	۴۴۱	۶۶۶	۱۴۱۴۵
۱۳۵۸	۴۷۰۲	۳۷۷۲	-	۶۱۰۹	۵۱۸	۸۱۵	۱۵۹۱۶
۱۳۵۹	۵۴۷۹	۳۸۳۷	-	۶۲۳۹	۶۹۵	۶۱۴	۱۶۸۶۴
۱۳۶۰	۵۸۰۹	۴۷۴۹	-	۶۳۲۶	۸۷۳	۴۷۷	۱۸۲۳۴
۱۳۶۱	۷۳۵۰	۵۲۹۹	-	۶۴۸۹	۱۱۵۸	۷۵۷	۲۱۰۵۳
۱۳۶۲	۸۸۵۷	۵۶۰۹	-	۷۷۹۸	۱۵۱۹	۱۳۷۰	۲۵۱۵۳
۱۳۶۳	۱۰۰۶۹	۶۲۸۶	-	۸۶۳۱	۱۸۴۸	۱۳۴۳	۲۸۱۷۷
۱۳۶۴	۱۱۳۱۶	۶۹۱۴	-	۸۸۳۴	۲۴۳۹	۱۳۰۹	۳۰۸۱۲
۱۳۶۵	۱۲۴۱۶	۷۸۱۲	-	۸۷۰۳	۲۱۶۰	۱۵۲۸	۳۲۶۱۹
۱۳۶۶	۱۳۶۶۸	۹۲۰۱	-	۷۸۴۸	۲۵۶۵	۱۴۵۸	۳۴۷۴۰
۱۳۶۷	۱۳۹۹۴	۹۵۶۹	-	۷۸۵۲	۲۹۴۷	۱۷۸۵	۳۶۱۴۷
۱۳۶۸	۱۵۷۹۱	۱۰۸۶۷	-	۸۴۶۶	۳۳۵۲	۱۴۸۰	۳۹۹۵۶
۱۳۶۹	۱۷۳۴۴	۱۱۹۳۰	-	۱۰۲۲۰	۳۷۱۶	۱۸۹۷	۴۵۱۰۷
۱۳۷۰	۱۹۱۲۸	۱۳۶۰۹	-	۱۰۶۳۷	۳۷۹۲	۲۰۰۹	۴۹۱۷۵
۱۳۷۱	۱۹۵۰۹	۱۴۰۰۴	-	۱۳۲۶۲	۳۵۷۶	۱۹۵۵	۵۲۳۰۶
۱۳۷۲	۲۲۱۴۳	۱۴۹۸۴	-	۱۵۵۷۲	۴۰۲۳	۱۳۹۲	۵۸۱۱۴
۱۳۷۳	۲۲۴۷۳	۶۰۶۰	۷۶۸۷	۲۰۴۷۰	۵۱۶۹	۱۷۶۶	۶۳۶۲۵
۱۳۷۴	۲۳۳۷۴	۶۲۰۳	۷۶۵۵	۲۱۳۹۰	۵۴۰۲	۱۸۳۰	۶۵۸۵۴

## ادامه جدول ۲.

سال	خانگی	عمومی	تجاری	صنعتی	کشاورزی	سایر مصارف	جمع
۱۳۷۵	۲۳۹۹۳	۶۵۹۵	۷۶۲۲	۲۲۹۲۵	۵۷۳۱	۲۸۰۵	۶۹۶۷۱
۱۳۷۶	۲۶۵۲۳	۶۷۲۷	۸۱۶۰	۲۳۶۶۱	۶۰۰۹	۲۲۷۸	۷۳۳۵۸
۱۳۷۷	۲۸۶۸۶	۷۰۷۷	۸۴۸۴	۲۴۱۴۰	۶۷۸۲	۲۴۷۷	۷۷۶۴۶
۱۳۷۸	۲۹۷۵۴	۱۰۶۲۲	۵۵۶۷	۲۶۵۰۴	۸۰۱۹	۴۱۹۰	۸۴۶۵۶
۱۳۷۹	۳۱۲۶۶	۱۱۲۷۱	۵۹۹۱	۲۸۹۳۷	۹۱۴۷	۳۷۵۴	۹۰۳۶۶
۱۳۸۰	۳۲۸۹۱	۱۱۹۵۱	۶۳۹۴	۳۰۷۳۹	۱۱۰۷۹	۴۱۱۷	۹۷۱۷۱
۱۳۸۱	۳۴۹۴۶	۱۲۶۳۰	۶۹۲۵	۳۳۴۶۹	۱۲۴۳۵	۴۶۷۱	۱۰۵۰۷۶
۱۳۸۲	۳۷۹۶۷	۱۳۷۱۴	۷۴۶۱	۳۶۹۵۱	۱۳۸۵۹	۴۶۷۲	۱۱۴۶۲۴

منبع: سی و شش سال صنعت برق در آینه آمار ۱۳۴۶-۱۳۸۲  
\* آمار بخش تجاری تا سال ۱۳۷۲ در بخش عمومی لحاظ شده است.

## ۴. روش تحقیق و فرضیه‌ها

در این تحقیق عمدتاً از روشهای اقتصادسنجی و مطالعات میدانی با تکیه بر منابع آماری کلان استفاده شده است. تعیین ارتباط بین تقاضای انرژی الکتریکی و عوامل تعیین کننده آن از طریق تشکیل یک مدل اقتصادسنجی از مهمترین و قابل استفاده ترین روش ها به شمار می رود. تخمین ضرایب این مدل با استفاده از تکنیکهای آماری و اقتصادسنجی بدین مفهوم است که با تشکیل رابطه بین تقاضای انرژی (متغیر وابسته) با متغیرهای مستقل اثرگذار (متغیرهای توضیحی) نظیر قیمت، درآمد و غیره در قالب یک مدل ریاضی، وجود هرگونه رابطه‌ای بین این متغیرها مورد ارزیابی قرار می گیرد.

در این مطالعه آمار و ارقام مورد نیاز از اطلاعات مندرج در ترازنامه‌های انرژی، سالنامه‌های آماری (سالهای مختلف)، انتشارات رسمی وزارت نیرو و... استفاده شده است، سپس با استفاده از نرم افزار Eviews تابع تقاضای انرژی الکتریکی در ایران برآورد شده است.

این تحقیق به بررسی و آزمون فرضیه‌های زیر می پردازد:

فرضیه ۱: تقاضای انرژی الکتریکی در ایران با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی قابل تبیین است.

فرضیه ۲: گاز طبیعی و انرژی الکتریکی دو کالای مستقل هستند.

فرضیه ۳: انرژی الکتریکی یک کالای ضروری محسوب می شود.

## فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی

لازم به ذکر است متغیرهای توضیحی مانند قیمت‌های واقعی انرژی الکتریکی، گاز طبیعی، نفت گاز، نفت سفید و درآمد ملی کشور بصورت واقعی از طریق تقسیم مقادیر اسمی بر CPI محاسبه و در مدل لحاظ شده است. با استفاده از اطلاعات بدست آمده یک تابع تقاضا به صورت لگاریتمی و فرم کلی زیر برآورد شده است.

$$celec = F(inc, num, pgo, pop, dum)$$

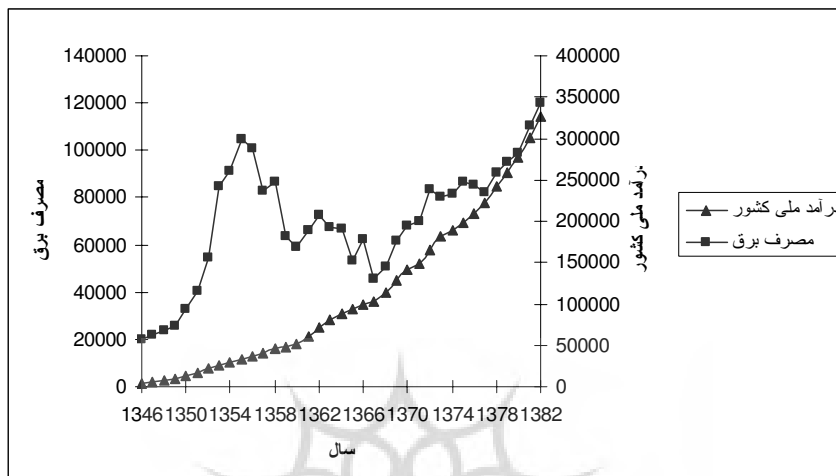
متغیرهای معادله بصورت زیر تعریف شده است:

celec: مصرف انرژی الکتریکی بر حسب میلیون کیلووات ساعت  
pelec: قیمت واقعی انرژی الکتریکی به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ بر حسب کیلو وات ساعت/ریال  
pgas: قیمت واقعی گاز طبیعی به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ بر حسب مترمکعب/ریال  
inc: درآمد ملی کشور به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ بر حسب میلیارد ریال  
pgo: قیمت واقعی نفت گاز به قیمت‌های ثابت ۱۳۷۶ بر حسب متر مکعب/ریال  
pke: قیمت واقعی نفت سفید به قیمت‌های ثابت ۱۳۷۶ بر حسب متر مکعب/ریال  
pop: جمعیت کل کشور بر حسب هزار نفر  
num: تعداد مشترکین برق بر حسب هزار

از متغیرها بصورت لگاریتمی برای تخمین توابع تقاضا استفاده شده است. استفاده از شکل لگاریتمی متغیرها غالباً واریانس ناهمسانی را کاهش می‌دهد. ضریب متغیرها در معادله، کشش‌ها را نشان می‌دهد. آمار مربوط به متغیرها در جدول I و II در قسمت ضمیمه آورده شده است.

نمودار ۸ نشان می‌دهد که ارتباط مثبتی بین دو متغیر مصرف برق و درآمد ملی طی سالهای ۱۳۸۲-۱۳۴۶ (به استثنای سالهای بحرانی مانند انقلاب و جنگ) برقرار می‌باشد. همچنین این نمودار نشان‌دهنده این است که طی سالهای ۱۳۵۶-۱۳۴۶، روندی منطقی بین افزایش مصرف برق و افزایش درآمد ملی کشور وجود دارد ولی با وقوع انقلاب و متعاقب آن جنگ تحمیلی (سالهای ۶۷-۱۳۵۷) این روند نامنظم شده و در نوسان بوده است. با پایان جنگ (سالهای ۱۳۸۲-۱۳۶۸) دوباره ارتباط مثبت این دو متغیر برقرار شده است.

نمودار ۸. روند تغییرات مصرف برق و درآمد ملی کشور



منبع: سی و شش سال صنعت برق در آینه آمار ۸۲-۱۳۴۶ و ترازنامه انرژی

### ۵. تخمین تابع

در ابتدا تقاضای انرژی الکتریکی را بصورت تابعی از درآمد واقعی کشور، جمعیت، قیمت نفت گاز، تعداد مشترکین برق، قیمت برق، قیمت گاز طبیعی و قیمت نفت سفید در نظر گرفته ایم. اما همانگونه که در جدول III آورده شده است ضرایب مربوط به قیمت انرژی الکتریکی، قیمت گاز و قیمت نفت سفید بی معنی می باشند.

درآمد ملی واقعی (inc) عامل مهمی بر مصرف تقاضای الکتریسیته است. رشد اقتصادی و اثر آن بر استانداردهای زندگی عامل مهمی در افزایش مصرف الکتریسیته است. بنابراین رابطه مستقیمی بین درآمد ملی واقعی و مصرف الکتریسیته وجود دارد. همچنین افزایش جمعیت (pop) و تعداد مشترکین برق (num) مصرف الکتریسیته را افزایش می دهد.

با توجه به جدول IV تابع تقاضای انرژی الکتریکی با استفاده از فرم تابع تقاضای

لگاریتمی برای سالهای

(۱۳۵۴-۱۳۸۲) بصورت زیر برآورد شده است:

$$L_{celec} = -4.29 + 0.23 L_{inc} + 0.56 L_{pop} - 0.03 L_{pgo} + 0.60 L_{num} + 0.42 L_{dum} - 0.11 L_{dum} (L_{pgo}) + 0.02 (@ trend) + [ar(1) = 0.32]$$

(-2.96)
(5.60)
(3.12)
(-2.23)
(3.62)

(2.94)
(-3.07)
(3.04)
(2.09)



$$\bar{R}^2 = 0.99 \quad DW = 1/89 \quad F = 7218/12$$

(L نشان دهنده لگاریتم در معادله می باشد.)

نتایج بدست آمده نشان دهنده این است که هر یک از ضریبها در سطح ۵ درصد معنادار بوده و آماره F نیز حاکی از معنادار بودن همزمان تمام ضریبهای برآوردی در سطح معنادار ۵ درصد می باشد. وجود علائم موافق ضریبها با نظریه تقاضا به همراه معنادار بودن هر یک از آنها حاکی از نبود مشکل هم خطی بین متغیرهای مستقل موجود در مدل است. همانگونه که F نشان می دهد می توان گفت که تابع تقاضای الکتریسته در ایران با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی قابل تبیین است و بدین ترتیب فرضیه ۱ تایید می گردد.

آماره  $\bar{R}^2$  در تابع بیانگر آن است که بیش از ۹۹ درصد تغییرات متغیر وابسته (تقاضای انرژی الکتریکی) توسط متغیرهای مستقل موجود قابل توضیح بوده است و درصد ناچیزی از تغییرات متغیر وابسته مربوط به عواملی است که در تابع لحاظ نشده و در جمله اختلال ظاهر شده است.

مقدار آماره دوربین - واتسون که برای تشخیص خودهمبستگی بکار می رود و برابر با ۱/۸۹ می باشد که این مبین عدم وجود خودهمبستگی (ارتباط بین اجزاء اختلال) بوده است. در واقع در این مدل برای رفع خودهمبستگی مدل ما تقریباً دچار (۱) AR است. بنابراین، این جزء را بعنوان یک متغیر مستقل جدید وارد مدل می کنیم.

با مشاهده ضریب درآمد ملی، کشش درآمدی برابر با ۰/۲۳ است و به این معناست که اگر درآمد واقعی ۱ درصد افزایش (کاهش) یابد، با فرض ثبات عوامل دیگر، تقاضای انرژی الکتریکی ۰/۲۳ درصد افزایش (کاهش) خواهد یافت. بدین ترتیب تقاضای انرژی الکتریکی نسبت به تغییرات درآمد کم کشش است. بدین ترتیب می توان نتیجه گرفت که طبق فرضیه ۳، انرژی الکتریکی یک کالای ضروری تلقی می شود و با افزایش جمعیت و تعداد مشترکین برق تقاضای انرژی الکتریکی هم افزایش می یابد. اگر جمعیت یا تعداد مشترکین برق ۱ درصد افزایش (کاهش) یابد تقاضای انرژی الکتریکی به ترتیب ۰/۵۶ و ۰/۶۰ درصد افزایش (کاهش) می یابد.

ضریب قیمت گاز به علت بی معنی بودن از مدل حذف شده بدین ترتیب رابطه‌ای بین قیمت گاز طبیعی و تقاضای انرژی الکتریکی وجود ندارد؛ بنابراین گاز طبیعی و انرژی الکتریکی دو کالای مستقل هستند و فرضیه ۲ اثبات می شود.

همچنین با وارد کردن متغیر مجازی (DUM) تاثیر جنگ بر مصرف برق را بررسی

می‌کنیم. متغیر مجازی برای سالهای (۱۳۶۷-۱۳۶۰) برابر با یک و در سایر سالها برابر با صفر می‌باشد. متغیر مجازی هم بر عرض از مبدا رگرسیون و هم بر شیب تاثیر دارد.

## ۶. آزمون جملات پسماند آزمون نرمال بودن<sup>۱</sup>

برای دو متغیری که بطور نرمال توزیع شده اند، کوواریانس (یا همبستگی) صفر به معنی عدم وابستگی دو متغیر است.

نتایج حاصل از نرمال بودن جملات پسماندها برای تقاضای انرژی الکتریکی در جدول ۷ نشان داده شده است. با استفاده از آماره *Jarque - Bera* (جارکو - برا) می‌توان درباره نرمال بودن توزیع جملات پسماندها تصمیم‌گیری نمود. این آماره برای تقاضای برق برابر با ۰/۹۱ محاسبه شده است که نشان می‌دهد اگر فرض نرمال بودن را رد کنیم در ۶۳ درصد از موارد فرضیه صحیح را رد خواهیم کرد.

## ۷. هم‌انباشتگی<sup>۲</sup>

هم‌انباشتگی بدین معناست که علی‌رغم اینکه سری‌های زمانی به تنهایی ناماننا هستند ولی ترکیب خطی از دو یا چند سری زمانی (ناماننا) می‌تواند مانا باشد. در واقع هم‌انباشتگی دو (یا چند) سری زمانی بیانگر این است که یک رابطه تعادلی یا بلند مدت بین آنها وجود دارد.

در جدول VI خروجی حاصل از آزمون در پسماندهای معادلات تقاضای انرژی الکتریکی نشان داده شده است و نشان می‌دهد که فرضیه  $H_0$  مبنی بر عدم هم‌انباشتگی رد می‌شود زیرا مقدار محاسبه شده از مقادیر بحرانی بزرگتر است و ترکیب سری‌ها هم‌انباشته است.

## ۸. نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده مبین معنی‌دار بودن کلیه ضرایب است. نتایج برآورد تابع تقاضای برق نشان می‌دهد که ۱ درصد افزایش (کاهش) در درآمد ملی واقعی کشور منجر به افزایشی در ۰/۲۳ درصدی افزایش (کاهش) در مصرف برق خواهد شد. نکته قابل توجه در خصوص مصرف برق آن است که این کالا در اغلب مصارف غیرقابل جانشین می‌باشد و

1. Normality  
2. Cointegration

این حالت با ماشینی تر شدن زندگی قوی تر می شود. در واقع کوچکتر از یک بودن کشش درآمدی نشان می دهد که برق بعنوان کالای ضروری شناخته می شود.

در سیستم معادله تقاضای برق ضریب مربوط به قیمت برق معنا دار نبوده است و حکایت از بی تاثیر بودن قیمت بر مصرف حامل انرژی دارد. در یک سیستم مبتنی بر ساز و کار بازار، قیمت برق توسط عرضه و تقاضای آن تعیین می شود. با وجود این ویژگیهای خاص صنعت برق در ایران، از جمله شرایط انحصاری حاکم بر این صنعت، موجب گردیده که در حال حاضر قیمت برق بوسیله سیاستگذاری و به طریق دستوری تعیین گردد. در تعیین قیمت و تدوین تعرفه های برق عوامل متعددی دخیل هستند که از آن جمله می توان به نوع ارتباط متقاضی با صنعت برق، نوع انشعاب، شرایط اقلیمی، شرایط منطقه ای و اصلاح ضریب بار اشاره نمود. در ایران به دلیل غیرواقعی بودن قیمت برق، این متغیر تاثیری بر مصرف برق ندارد.

علی رغم اینکه ضریب متغیر نفت گاز حاکی از این است که رفتار تقاضای الکتریسیته با نفت گاز رفتاری مکملی است، با این حال از آنجا که برای تولید برق بیشترین مصرف به حاملهای انرژی نفت کوره و گاز طبیعی اختصاص دارد و نفت گاز سهم ناچیزی را به خود اختصاص می دهد این نتیجه گیری غیرواقعی به نظر می آید.

افزایش جمعیت نیز در مصرف انرژی الکتریکی موثر است. هر فردی که به جمعیت کشور افزوده می شود علاوه بر اینکه باعث افزایش مصرف انرژی کشور می شود، به دلیل اینکه از الگوی غیر منطقی مصرف فعلی تبعیت می کند بر مصرف غیر منطقی انرژی خواهد افزود. گسترش شهرنشینی نیز بنا به ماهیت اقتصادی و اجتماعی خود و الزمات زیربنایی، تاسیسات شهرنشینی و دیگر امکانات ضروری منجر به افزایش سطح مصرف انرژی خواهد شد.

تقاضای انرژی در ایران با استفاده از مدل های اقتصادسنجی قابل تبیین است و با توجه به مقدار  $R^2$  که در تخمین تقاضای انرژی الکتریکی بدست آمده و برابر با ۰/۹۹ است اثبات می شود.

با توجه به بی معنی بودن ضریب قیمت گاز در تابع تقاضای انرژی الکتریکی اثبات می شود که گاز طبیعی و انرژی الکتریکی دو کالای مستقل هستند.

تفهم اهمیت اقتصادی انرژی به مصرف کنندگان از طریق قیمت آن، از موارد مهم خط مشی انرژی کشور است. در کشور ایران انرژی جزو اقلام مورد حمایت دولت و

همراه با افزایش قیمت کالاها و خدمات (افزایش شاخص هزینه زندگی) بدلیل سیاستهای مشخص دولت در جهت تثبیت هزینه انرژی در سطح معینی، بهای انرژی تغییر قابل توجهی ننموده و پیامد این امر کاسته شدن سهم انرژی در بودجه مصرف کنندگان انرژی، علی‌رغم مصرف فزاینده انرژی بوده است.

از طرف دیگر پیامد دیگر عرضه حاملهای انرژی با قیمتی پایین، انتقال بیشتر امکانات اقتصادی به مصرف کنندگان با سطح زندگی بهتر را موجب می‌شود زیرا چنین مصرف کنندگانی به امکانات و تسهیلات با کیفیت بهتر دسترسی دارند و انرژی با کیفیت بالا (مثل برق) را بیشتر مورد استفاده قرار داده و بدین ترتیب این افراد از سوبسید حاملهای انرژی بیشتر بهره‌مند می‌شوند. بنابراین تعدیل قیمت‌های انرژی در جهت افزایش آن به سطح منطقی، لازمه ایجاد فرهنگ صرفه جویی در مصرف انرژی و استفاده صحیح از آن است.

اعمال نرخها و تعرفه‌های فروش حاملهای انرژی بصورت تصاعدی، فصلی، منطقه‌ای و در اوقات اوج مصرف، از راههای اساسی صرفه جویی انرژی است. بعنوان مثال می‌توان با نصب کنتورهای برق چند تعرفه‌ای به‌گونه‌ای آنها را تنظیم کرد که مصرف کننده را تشویق به مصرف کمتر در اوقات اوج مصرف برق نماید. در این صورت هم مصرف کننده متحمل هزینه کمتر با توزیع و انتقال مصرف خود به ساعت غیر اوج مصرف خواهد شد و هم ضرورت ایجاد واحدهای تولید برق فقط به منظور پاسخگویی به مصرف در ساعت اوج مصرف از بین خواهد رفت.

صنایع از مصرف کنندگان عمده انرژی برق می‌باشند. لذا صرفه‌جویی در مصرف و استفاده صحیح و بهینه از این حاملهای انرژی توسط این واحدها هدف اصلی مدیریت مصرف برق می‌باشد. در واقع هدف اصلی تعدیل مصرف آنها به گونه‌ایست که میزان تولید و یا کیفیت آنها کاهش نیابد، بلکه همراه با افزایش و ارتقاء عوامل مزبور، مشترک صنعتی بابت برق مصرفی هزینه کمتری بپردازد. لذا باید سیستمهای روشنایی، گرمایشی، سرمایشی و خط تولید این واحدها در جهت کاهش تلفات انرژی و مصرف بی‌رویه و بیش از حد توجه و اقدامات لازم در این زمینه بکار گرفته شود.

## منابع فارسی

۱. بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، حسابهای ملی، سالهای مختلف.
۲. صفاری پور اصفهانی، ۱۳۸۰، چشم انداز تقاضای برق و ظرفیت عملی نیروگاهی مورد نیاز کشور در برنامه سوم توسعه، مجموع مقالات همایش‌های ملی انرژی، سومین همایش ملی

انرژی، ص ۱۷۱ تا ۱۸۰.

۳. عسگری، م.، ۱۳۸۰، پیش‌بینی تقاضای انرژی با روش خود همبستگی برداری در ایران (4)1381-1379(1)، مجموع مقالات همایش‌های ملی انرژی، سومین همایش ملی انرژی.

۴. مرکز آمار ایران، سالنامه آماری، سالهای مختلف.

۵. وزارت نیرو، گزارش عملکرد بیست و پنج ساله صنعت برق.

۶. وزارت نیرو، سی و شش سال صنعت برق در آینه آمار ۸۲-۱۳۴۶.

۷. وزارت نیرو، معاونت امور انرژی، ترازنامه انرژی، سالهای مختلف.

#### منابع انگلیسی

1. Al-Azam, A. and Hawdon, D. , 1999, Estimating the Demand for Energy in Jordan: A Stock Watson Dynamic OLS (DOLS) Approach, Survey Energy Economics Centre , Department of Economics
2. Lin, Bo.Q. , 2003, Electricity Demand in the People's Republic of China: Investment requirement and Environmental Impact, ERD Working Paper series No.37, Economics and Research Department
3. Stern, D, 1993, Energy and Economic Growth in USA, Energy Economics
4. www.ieicenter.com.
5. www.tavanir.org.
6. www.iranenergy.org.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

پیوست

جدول I

کد	تاریخ	قیمت	تاریخ	قیمت	تاریخ	قیمت
1360	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1361	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1362	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1363	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1364	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1365	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1366	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1367	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1368	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1369	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1370	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1371	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1372	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1373	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1374	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1375	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1376	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1377	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1378	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1379	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1380	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1381	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1382	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1383	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1384	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1385	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1386	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1387	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1388	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1389	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1390	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1391	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1392	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1393	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1394	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1395	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1396	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1397	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1398	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1399	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000
1400	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000	1385/01/01	100000000

پرتال جامع علوم انسانی

جدول II

Year	FDI	FDAS	FMS
1346	NA	NA	NA
1347	NA	37,12071	247,5248
1348	NA	38,60158	240,3846
1349	NA	4,789189	342,7184
1350	NA	4,507186	229,8578
1351	NA	11,71630	217,8813
1352	NA	19,69344	185,5125
1353	162,1622	32,24879	188,9189
1354	147,2093	23,14920	153,3742
1355	126,2158	24,50241	131,5789
1356	101,2858	20,82562	105,4852
1357	81,95402	15,26810	85,78148
1358	82,47423	16,43838	85,91095
1359	64,83207	27,11427	64,63288
1360	50,92353	33,86930	58,56109
1361	47,03492	49,31102	47,52652
1362	49,65067	62,41455	41,39073
1363	44,97751	58,68038	41,97901
1364	41,07974	54,81018	38,06911
1365	34,50850	47,48572	28,34407
1366	41,07020	38,96002	35,52098
1367	32,50484	34,19310	27,54921
1368	27,64728	15,27758	22,46041
1369	25,80346	14,53175	21,52850
1370	44,58248	20,90850	17,83926
1371	35,85518	28,78858	14,34206
1372	26,13856	17,51113	62,72964
1373	21,68868	26,77009	30,38342
1374	28,90591	24,03400	28,90591
1375	15,19062	28,99707	35,19062
1376	40,00000	30,00000	40,00000
1377	50,80440	36,48264	50,80440
1378	60,52166	30,48546	70,52166
1379	68,67915	29,74327	68,67915
1380	67,45002	29,39054	67,45383
1381	67,10600	27,12592	63,10600
1382	67,19800	25,82948	67,19800

جدول III

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4.178517	2.435184	-1.718304	0.1043
LOG(IND)	0.038059	0.034009	0.493380	0.6200
LOG(OP)	-0.836264	0.229867	-2.768765	0.0132
LOG(PGO)	-0.047167	0.021580	-2.186574	0.0429
LOG(NUM)	0.493445	0.146719	3.384579	0.0035
LOG(PELEC)	-0.028830	0.030488	-0.946135	0.3450
LOG(PGAS)	0.027362	0.017900	1.522788	0.1427
LOG(PKE)	0.001374	0.018163	0.067434	0.9470
DUM	0.440254	0.138244	3.229377	0.0040
DUM*LOG(PGO)	-0.321007	0.075789	-3.427225	0.0002
@TREND	0.000000	0.000138	0.256380	0.8007
HAITI	0.328008	0.257621	0.690251	0.4900
R-squared	0.999688	Mean dependent var	10.55401	
Adjusted R-squared	0.999488	S.D. dependent var	0.721909	
S.E. of regression	0.016373	Akaike info criterion	5.002631	
Sum squared resid	0.004651	Schwarz criterion	-4.527052	
Log likelihood	85.84805	F-statistic	4591.751	
Durbin-Watson stat	1.973014	Prob(F-statistic)	0.000000	
Inverted AR Root	13			

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
 پرتال جامع علوم انسانی

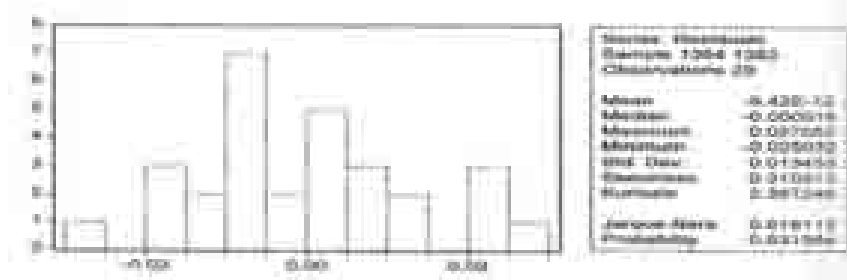


جدول IV

Dependent Variable: LOG(CO2EQ)				
Method: Least Squares				
Date: 09/12/06 Time: 15:47				
Sample adjusted: 1354-1362				
Included observations: 29 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 9 iterations				
Newey-West HAC Standard Errors & Covariance (lag = automatic)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.262671	1.446734	2.946607	0.0077
LOG(INC)	0.233459	0.041618	5.609906	0.0000
LOG(POP)	0.066199	0.160984	0.412401	0.6853
LOG(PGD)	0.036678	0.016520	2.218881	0.0308
LOG(NUM)	0.600260	0.163493	3.672085	0.0017
DUM	0.424809	0.158298	2.683612	0.0080
TUM, LOG(PGD)	0.146690	0.037116	3.952577	0.0000
@TREND	0.026135	0.058995	0.443091	0.6564
AR(1)	0.327329	0.159094	2.056276	0.0408
R-squared	0.624054	Mean dependent var	10.55407	
Adjusted R-squared	0.595515	S.D. dependent var	0.721905	
SE of regression	0.015894	Asymptotic info criterion	4.106853	
Sum squared resid	0.006052	Schwarz criterion	-4.772320	
Log likelihood	94.35147	F-statistic	7218.128	
Durbin-Watson stat	1.897319	Prob(F-statistic)	0.000000	
Inverted AR Roots	.33			

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
 رتال جامع علوم انسانی

جدول V



جدول VI

Category	Value	Unit
Electricity	1000000	kWh
Gas	500000	m <sup>3</sup>
Coal	200000	ton
Oil	100000	ton
Natural Gas	100000	m <sup>3</sup>
Other	50000	ton
Renewable	100000	kWh
Hydro	50000	kWh
Solar	20000	kWh
Wind	10000	kWh
Geothermal	5000	kWh
Biomass	5000	kWh
Other	5000	kWh