برآورد مصرف بهینه برق خانگی ایران به روش مقایسه‌ای

محمدرضا منجذب[1]، سروش حاجی‌ابولی[2]

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹٤/۸/۱۷

چکیده:

در این مطالعه با توجه به ابزارهای اقتصادسنجی، داده‌های تابلویی و ارائه مدلی که تمامی متغیرهای مهم و تأثیرگذار بر مصرف برق خانگی را دربر می‌گیرد، مدل مناسب برای گروه اول (ایران و کشورهای توسعه‌یافته)، گروه دوم (کشورهای درحال‌توسعه) و گروه سوم (تمام کشورها) تخمین می‌خورد و طی آن مقادیر برآورد شده مدل مصرف سرانه برق خانگی ایران را در هرکدام از گروه‌ها مورد مقایسه و تحلیل قرار می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد که برخلاف تصور عمومی مصرف سرانه برق خانگی ایران تفاوت معناداری با کشورهای درحال‌توسعه (که ازلحاظ درآمد سرانه به ایران نزدیک هستند) و تمامی کشورها ندارد، و در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته (درآمد سرانه بسیار زیاد و منابع گازی محدود نسبت به ایران)، مصرف سرانه این کالای حیاتی بسیار کمتر است.

واژگان کلیدی: سرانه برق خانگی، درآمد سرانه، بعد خانوار، نیاز گرمایشی و سرمایشی

JEL: C23, C13, C53, E27

---

۱. عضو هیات علمی ، دانشکده اقتصاد دانشگاه خوارزمی (نویسنده مسئول)،

Email: dr_monjazeb@yahoo.com

۲. کارشناس ارشد اقتصاد ، دانشگاه خوارزمی، Email:soroush.hajiaboli@gmail.com

۱. مقدمه

به‌طورکلی انرژی یکی از عامل‌های مهم و حیاتی در توسعه اقتصادی و اجتماعی هر کشور بشمار می‌رود. با افزایش فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی در هر کشور، تقاضا برای انرژی نیز افزایش می‌یابد. در این میان انرژی الکتریکی نیز، به‌عنوان یکی از حامل‌های انرژی با پیشرفت جوامع و توسعه فعالیت‌های اقتصادی، نقش مؤثری بر فعالیت بنگاه‌ها و ارائه خدمات به مصرف‌کنندگان ایفا کرده است و با نقش روزافزون خود در اقتصاد جهانی و نقش چندگانه آن در تولید و مصرف، روزبه‌روز از اهمیت خاصی برخوردار شده است. آمارها نشان می‌دهد در اکثر کشورها بخش عمده مصرف برق در بخش خانگی است ازاین‌رو شناسایی عوامل تأثیرگذار بر تقاضای این بخش بسیار حائز اهمیت هست.

برای تحلیل تقاضای انرژی مدل‌های زیادی تاکنون مورداستفاده قرارگرفته است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به مدل‌های اقتصادسنجی و فنی-اقتصادی نام برد، این دو مدل نسبت به بقیه مدل‌ها دارای امتیازها و کارایی بیشتری هستند و با توجه به هدف این مقاله که مقایسه مصرف بهینه سرانه برق خانگی ایران و کشورهای مختلف است، مدل پنل که نوعی از مدل‌های اقتصادسنجی است، مورداستفاده قرار می‌گیرد. در حقیقت مدلی جامع که شامل تمامی متغیرهای درون‌زا و برون‌زا هست معرفی می‌شود و با استفاده از داده‌های تلفیقی به برآورد مدل‌های مناسب در هر گروه و سپس مقایسه در مقادیر بهینه آن‌ها پرداخته می‌شود.

۲. مبانی نظری

تابع تولید کالای انرژی مرکب S[1] به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

$$S = S (E , G , CS) \qquad (۱)$$

که در آن E برق ، G گاز و CS موجودی وسایل شامل لوازم‌خانگی(مصرف‌کننده انرژی) است.

1. Composite Energy Commodity

خروجی تابع S، خدمات انرژی[1] نامیده می‌شود که در تابع مطلوبیت خانوار به‌عنوان یک متغیر وارد خواهد شد، بقیه کالاهای مصرفی را X در نظر می‌گیریم، اما متغیرهای برونزایی وجود دارند که نمی‌توان تأثیر آن‌ها را در مطلوبیت و سایر متغیرها نادیده گرفت مانند خصوصیات ساختاری خانوار و خصوصیات آب و هوایی محل زندگی آن، که به ترتیب با Z و W نشان داده می‌شوند.

بنابراین تابع مطلوبیت را می‌توان به شکل زیر در نظر گرفت:

$$U = U(S(E,G,CS) , X ; Z , W) \qquad (۲)$$

تابع مطلوبیت با توجه به‌شرط بودجه خانوار که در زیر آمده بیشینه می‌شود.

$$Y - P_s S - P_x X = 0 \qquad (۳)$$

بطوریکه:

درآمد خانوار : Y

p_s :قیمت کالای انرژی مرکب

قیمت بقیه کالاها که یک در نظر گرفته می‌شود: p_x

با توجه به مطالب فوق از بهینه‌سازی مسئله هرکدام از متغیرها به‌صورت زیر حاصل می‌شوند:

$$E^* = E^*(p_E , p_G , p_{cs} , Y ; Z , W) \qquad (۴)$$

$$G^* = G^*(p_E , p_G , p_{cs} , Y ; Z , W) \qquad (۵)$$

$$CS^* = CS^*(p_E , p_G , p_{cs} , Y ; Z , W) \qquad (۶)$$

$$X^* = X^*(p_E , p_G , p_{cs} , Y ; Z , W) \qquad (۷)$$

1. Energy Services

ازآنجاکه در اغلب مدل‌های تجربی p_{cs} دارای تغییرات اندکی است که در درآمد و قیمت‌های انرژی لحاظ می‌شود، پس می‌توان تأثیر آن را نادیده گرفت و برای کمی کردن دو متغیر Z و W (مانند آلبرینی و فیلیپینی ۲۰۱۱) آن‌ها را به ترتیب متوسط اندازه خانوار[1] و نیاز دمایی (گرمایشی و سرمایشی) تعریف می‌کنیم. اندازه خانوار که همان جمعیت خانوار است اما نیاز گرمایشی[2] در روزهای سرد و نیاز سرمایشی[3] در روزهای گرم که به ترتیب با HDD و CDD نشان داده می‌شوند برای یک دوره N روزه به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\mathrm{HDD} = \sum_{i=1}^{N} (\theta_1 - T_i) \qquad \theta_1 > T_i \tag{۸}$$

$$\mathrm{CDD} = \sum_{i=1}^{N} (T_i - \theta_2) \qquad \theta_2 < T_i \tag{۹}$$

در روابط فوق T_i دمای روزانه، θ_1 و θ_2 آستانه‌های دمایی هستند که معمولاً ۱۸و۲۱ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شوند.

بنابراین می‌توان با توجه به توضیحات فوق معادله (۲-۴) را به‌صورت زیر در نظر گرفت:

$$\mathrm{E^*} = \mathrm{E^*}\,(\, p_E, p_G \,,\, \mathrm{Y} \,,\, \mathrm{HS} \,,\, \mathrm{HDD} \,,\, \mathrm{CDD}\,) \tag{۱۰}$$

بنابراین مصرف برق خانگی را می‌توان تابعی از قیمت برق خانگی، قیمت گاز خانگی، درآمد خانوار، اندازه بعد خانوار، نیاز گرمایشی و نیاز سرمایشی در نظر گرفت.

1.Household Size
2.Heating Degree Days
3.Cooling Degree Days

۳. پیشینه تحقیق

مطالعه هاتاکر(۱۹۵۱) برای برآورد میزان تقاضای برق خانگی در ۴۲ شهر انگلستان در سال‌های ۱۹۳۷-۱۹۲۷ از قدیمی‌ترین مطالعات درزمینه تقاضای برق است. هاتاکر مصرف برق خانگی را تابعی از متوسط وسایل الکتریکی هر خانوار، متوسط درآمد خانوار، قیمت نهایی گاز، متوسط مصرف سالیانه برق هر مشترک و قیمت نهایی برق در نظر گرفت، وی با استفاده از داده‌های مقطعی و روش حداقل مربعات نشان داد که تقاضای برق نسبت به قیمت بی کشش و نسبت به درآمد خانوار با کشش است.

آنگ(۱۹۸۸) تابع تقاضای برق را برای چهار کشور جنوب شرق آسیا (تایلند،مالزی،تایوان و سنگاپور) برآورد و آن را تابعی از تولید ناخالص داخلی سرانه، قیمت و مصرف سرانه برق با یک دوره تأخیر فرض کرد. نتایج نشان می‌دهد کشورهایی که درآمد بالاتر دارند ضریب کشش درآمدی کوچک‌تری دارند. وی نتیجه گرفت کشش درآمدی کوتاه‌مدت برای تمام کشورهای فوق در دوره بعد از بحران نفتی ۱۹۷۳ از دوره قبل از این سال کوچک‌تر بوده است و کلیه کشش‌های قیمتی از نظر قدر مطلق کوچک‌تر از یک و حاکی از بی کشش بودن تقاضای برق نسبت به تغییرات قیمت در کوتاه‌مدت و بلندمدت هست.

جدول۱. خلاصه نتایج تحقیق آنگ

	تایلند	مالزی	تایوان	سنگاپور
(۱۹۶۰-۸۴)				
کشش درآمدی	۲/۶۳	۱/۶۹	۱/۴۱	۱/۳۹
کشش قیمتی	-۰/۶۴	-۰/۱۱	-۰/۲۵	-۰/۳۵
(۱۹۶۰-۷۳)				
کشش درآمدی	۳/۶۷	۲/۱۲	۱/۴۴	۱/۴
کشش قیمتی	-۰/۲۲	۰/۲	-	-۰/۳۱
(۱۹۷۴-۸۴)				
کشش درآمدی	۲/۲۹	۱/۶۴	۱/۴۴	۱/۲۶
کشش قیمتی	-۰/۱۲	-۰/۴۳	-۰/۲۳	-۰/۱۵

مأخذ: Journal of Electricity-output ration and sectoral electricity, 2014

اتستول(۲۰۰۲) داده‌های سال‌های ۱۹۷۰-۱۹۹۹ نروژ را در تخمین یک مدل تصحیح خطای خطی برای تقاضای برق خانگی به‌کاربرده است. در تابع تقاضای بلندمدت برق خانگی متغیرهای مستقل مدل او قیمت واقعی برق ، قیمت واقعی نفت و مخارج مصرفی خانوار هستند. کشش قیمتی، درآمدی و متقاطع به ترتیب عبارت‌اند از۰/۰۱- و ۱/۱۹ و ۰/۲۷- که بیانگر کم‌کشش بودن تقاضای برق نسبت به قیمت و با کشش بودن نسبت به درآمد است.

ماهیراه کامالودین[1] (۲۰۱۳) برای ۳۲ کشور درحال‌توسعه برای سال‌های ۱۹۹۹-۲۰۰۴ با استفاده از داده‌های تلفیقی به برآورد برق مصرفی پرداخت. او از متغیرهای درآمد سرانه، قیمت نفت، مصرف برق با یک دوره تأخیر و درآمد سرانه با یک دوره تأخیر در مدل خود استفاده کرده است و ضرایب هر یک به ترتیب ۰/۲۳ و۰/۰۲۸- و ۰/۶۸ و ۰/۰۵۲- به دست آورد.

یاپ[2] و بخت[3](۲۰۱۴) با استفاده از داده‌های سال‌های۱۹۷۸ تا۲۰۱۱ کشور مالزی با استفاده از مدل لگاریتمی- لگاریتمی و اقتصادسنجی به برآورد کشش‌های قیمتی و درآمدی مصرف برق خانگی پرداختند که نتایج به ترتیب برابر با ۰/۸۴ و ۰/۱۳- بدست آمده است.

اولین مطالعه درزمینه انرژی در ایران توسط مؤسسه تحقیقاتی استانفورد در اواخر دهه ۴۰ شمسی صورت گرفت و گزارش نهایی در سال ۱۳۵۶ تهیه و ارائه شد. در این پژوهش کشش قیمتی برق در بخش خانگی بین ۲- تا ۰/۱۴- پیش‌بینی‌شده است. در این مطالعه هفت سناریوی مختلف برای تقاضای انرژی تنظیم شده است که یکی از آن‌ها اصلی است و بر اساس محتمل‌ترین نرخ رشد اقتصادی بنا شده است. در پژوهش مذکور به علت محدودیت آمارها امکان استفاده از برخی متغیرهای تأثیرگذار بر مصرف برق در مدل مقدور نبوده است. پیش‌بینی تقاضای انرژی بر اساس شواهد تجربی(آماری) با تأکید بر متغیرهای کلان اقتصادی، جمعیتی، تولیدات صنایع و قیمت ارائه شده است.

1. Mahirah Kamaludin
2. Yap
3. Bekhet

صفارپور و اصفهانی(۱۳۷۸) مصرف سرانه برق در بخش خانگی را تابعی از متوسط قیمت واقعی برق در بخش خانگی، تولید ناخالص داخلی سرانه و تقاضای سرانه برق در بخش خانگی با یک دوره تأخیر در نظر می‌گیرند. نتایج حاکی از این است که تقاضای برق خانگی در ایران نسبت به تغییرات درآمد و قیمت کم‌کشش است، اما این کشش‌ها در بلندمدت تقریباً برابر مقدار آن در کوتاه‌مدت است و کشش درآمدی هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت بزرگ‌تر از کشش قیمتی است.

امامی میبدی (۱۳۷۸) با روش تصحیح خطای انگل و گرنجر تقاضای سرانه برق خانوار در ایران را تابعی از درآمد سرانه واقعی و متوسط قیمت واقعی برق برای بخش خانگی می‌داند. در تحقیق وی کشش قیمتی و درآمدی کوچک‌تر از واحد به دست آمده‌اند.

عسگری(۱۳۷۹) تقاضای برق در بخش خانگی را تابعی از قیمت برق خانگی، قیمت واقعی سوخت‌های جایگزین، مجذور قیمت واقعی برق، کل هزینه‌های واقعی خانوار و مصرف برق خانگی در دوره قبل لحاظ نموده و با استفاده از روش GLS و داده‌های تلفیقی ۱۶ شرکت برق منطقه‌ای در طول ۵ سال (۱۳۷۸-۱۳۷۴) مطالعه خود را انجام داده است . نتایج نشان می‌دهد که تقاضای برق از نظر قیمتی کشش‌پذیر ولی از نظر درآمدی بی کشش است.

٤. مدل تحقیق و روش برآورد

مدل لگاریتمی- لگاریتمی رابطه (۱۰) برای اجرای تمامی مدل‌های این مقاله مورداستفاده قرار می‌گیرد:

$$LN(E)=c_0+c_1LN(P_e)+c_2LN(P_g)+c_3LN(Y)+c_4LN(HS)+c_5LN(HDD)+c_6LN(CDD) \qquad (۱۱)$$

E: سرانه مصرف برق خانگی (kwh)

P_e: قیمت برق خانگی (\$/kwh)

P_g: قیمت گاز خانگی تعدیل‌شده بر اساس ارزش حرارتی (\$/kwh)

Y: درآمد سرانه بر اساس برابری قدرت خرید ($)

HS: متوسط اندازه بعد خانوار

HDD: نیاز گرمایشی با آستانه دمایی 18^c (در هر یک از کشورها میانگین شهرها موردنظر قرار می‌گیرد.)

CDD: نیاز سرمایشی با آستانه دمایی 21^c (در هر یک از کشورها میانگین شهرها موردنظر قرار می‌گیرد.)

باتوجه به استفاده از داده‌های تلفیقی در برآورد مدل‌ها از روش پنل دیتا استفاده خواهد شد. آزمون‌های F – لیمر و هاسمن برای تشخیص مدل مناسب برای هر گروه مورداستفاده قرار می‌گیرد و بعد از آزمون‌های تشخیصی مربوط به فروض کلاسیک اقتصادسنجی(مانایی متغیرها، نرمال بودن جمله اخلال، هم خطی و واریانس ناهمسانی) مدل مناسب برآورد می‌شود.

۵. داده‌ها و نتایج تجربی

با توجه به دست‌یابی محدود به داده‌ها، داده‌های کشورهای توسعه‌یافته شامل چهار کشور آلمان، اسپانیا، ایتالیا و هلند، داده‌های کشورهای درحال‌توسعه شامل پنج کشور ایران، ترکیه، مالزی، تایلند و ونزوئلا هستند. در همه مدل‌هایی که اجرا می‌شوند از داده‌های سال‌های ۱۹۹۰ الی ۲۰۰۹ استفاده می‌شود. علت انتخاب کشورهای هر یک از گروه‌های فوق، همگن بودن نسبی آن‌ها نسبت به متغیرهای تعریف شده در مدل است (به‌خصوص نسبت به متغیرهای درآمد سرانه و مصرف سرانه برق خانگی). درآمد سرانه بر اساس روش برابری قدرت خرید در همه کشورها محاسبه شده است تا نوسانات ارزی به‌خصوص در کشورهای درحال‌توسعه بر روی مدل تأثیرگذار نباشد. قیمت گاز نیز بر اساس ارزش حرارتی تعدیل شده است (هر مترمکعب گاز معادل ۱۰/۵۶ کیلووات ساعت برق)، در کشورهایی که قیمت برق و گاز خانگی در فصول سال (در زمستان که مصرف بالاتر است قیمت هم افزایش می‌یابد) متفاوت است، میانگین وزنی قیمت‌ها موردنظر

قرارگرفته است. داده‌های مصرف برق، قیمت برق و قیمت گاز خانگی از آژانس بین‌المللی انرژی گردآوری‌شده است.

برای نیاز گرمایشی و سرمایشی به ترتیب آستانه‌های دمایی ۱۸ و ۲۱ درجه در نظر گرفته می‌شود یعنی زمانی که دمای هوا زیر ۱۸ درجه باشد نیاز به گرمایش و زمانی که دمای هوا بیش از ۲۱ درجه باشد نیاز به سرمایش است، آستانه‌های دمایی موردنظر توسط سازمان هواشناسی ایران مورد تأیید قرارگرفته است.

۵-۱. برآورد مدل ایران و کشورهای توسعه‌یافته

در این مدل بعد از انجام آزمون مانایی از تفاضل مرتبه اول متغیرهای مصرف برق، قیمت برق، قیمت گاز و بعد خانوار استفاده‌شده است.

آزمون F – لیمر با آماره ۱۷۲/۲ نشان می‌دهد دلیلی برای پذیرش مدل تجمیعی[1] وجود ندارد برای انتخاب بین مدل‌های اثرات ثابت[2] و اثرات تصادفی[3] از آزمون هاسمن استفاده می کنیم، اما چون تعداد متغیرهای مدل بیش از مقاطع (کشورها) است، مدل اثرات تصادفی قابل‌اجرا در Eviews نیست، بنابراین نمی‌توان آزمون هاسمن را انجام داد، مدل اثرات تصادفی را در نرم‌افزار Stata اجرا و سپس آزمون هاسمن را انجام می‌دهیم، فرض صفر این آزمون رد می‌شود(prob= ۰/۰۰۸۵) یعنی دلیلی برای پذیرش مدل اثرات تصادفی وجود ندارد.

با توجه به نتیجه آزمون هاسمن مدل اثرات ثابت را مورد پذیرش و بررسی قرار می‌دهیم، بعد از اجرای اولیه مدل و انجام آزمون‌های فروض کلاسیک متغیر بعد خانوار بی‌معنا است بنابراین بعد از حذف و اجرای دوباره مدل داریم:

آزمون لاگرانژ با احتمال ۰/۰۳۹ نشان از واریانس ناهمسانی دارد، و لذا از روش GLS برای رفع ناهمسانی واریانس و تخمین مدل استفاده می‌شود.

1. Pooled Model
2. Fixed Effect Model
3. Random Effect Model

جدول ۲. نتایج برآورد نهایی کشورهای گروه اول

متغیر	ضریب	آماره	احتمال
قیمت برق خانگی	-۰/۱۹۱	۳/۶۲۴	۰/۰۰۰
قیمت گاز خانگی (تعدیل‌شده)	۰/۰۱۸	۲/۲۶۳	۰/۰۴۸
درآمد سرانه	۰/۲۳۱	۵/۰۱	۰/۰۰۰
نیاز سرمایشی	۰/۱۸۳	۴/۷۷۵	۰/۰۰۰
نیاز گرمایشی	۱/۲۰۹	-۲/۳۰۶	۰/۰۲۴
عرض از مبدأ	۰/۹۸۲	۲۱/۰۴	۰/۰۰۰

R-squared = ۰/۷۹۶	D-W = ۱/۹۸
adjusted R-squared = ۰/۷۸۸	F- statistic = ۶۸۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

به‌منظور بررسی خودهمبستگی از آزمون وولدریج در نرم‌افزار Stata استفاده می‌کنیم آماره این آزمون با احتمال۰/۱۲۱، نشان از عدم خودهمبستگی دارد.

در نهایت آزمون نرمال بودن جمله اخلال با مقدار۱/۱۶ = B-J و احتمال ۰/۷۲ حاکی از آن است که دلیلی برای رد فرض نرمال بودن جمله اخلال وجود ندارد.

۵-۲. برآورد مدل کشورهای درحال‌توسعه (شامل ایران)

در این مدل متغیرهای درآمد سرانه و بعد خانوار در سطح مانا نیستند و از تفاضل مرتبه اول آن‌ها استفاده‌شده است.

آزمون F–لیمر با آماره ۲۳۲/۶۲ نشان می‌دهد دلیلی برای پذیرش مدل تجمیعی وجود ندارد، آزمون هاسمن با احتمال ۰/۰۱۹ دلالت بر پذیرش مدل اثرات ثابت دارد.

بعد از اجرای اولیه مدل آزمون وولدریج برای بررسی خودهمبستگی با مقدار آماره ۲۶/۵۲ و احتمال ۰/۰۱ نشان از وجود خودهمبستگی دارد پس در نهایت مدل را با اضافه کردن Ar(□) که معنادار نیز هست، تخمین می‌خورد.

آزمون لاگرانژ به‌منظور بررسی واریانس ناهمسانی با احتمال ۰/۰۲۸ نشان می‌دهد که دلیلی برای پذیرش واریانس همسانی وجود ندارد. بنابراین مدل به روش GLS برآورد می‌شود.

جدول ۳. نتایج نهایی کشورهای گروه دوم

متغیر	ضریب	آماره	احتمال
قیمت برق خانگی	-۰/۲۷۴	۳/۰۶۴	۰/۰۰
قیمت گاز خانگی (تعدیل‌شده)	۰/۰۱۲	۱/۸۸	۰/۰۶
درآمد سرانه	۰/۲۹۱	۴/۴۷	۰/۰۰
بعد خانوار	-۰/۱۵۷	۲/۱۵	۰/۰۳
نیاز سرمایشی	۰/۶۲۴	۳/۶۹	۰/۰۰
نیاز گرمایشی	۰/۳۲۶	۹/۹۱	۰/۰۰
عرض از مبدأ	-۲/۳۰۸	-۳/۰۲۵	۰/۰۰
AR(1)	۰/۹۵۹	۲۲/۸۹	۰/۰۰

D-W = ۱/۸۹	R-squared = ۰/۸۱۹
F- statistic = ۲۱۲۷	adjusted R-squared = ۰/۸۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در نهایت آزمون نرمال بودن جمله اخلال با مقدار B-J = ۲/۸۳ و احتمال ۰/۳۵ حاکی از آن است که دلیلی برای رد فرض نرمال بودن جمله اخلال وجود ندارد.

۵-۳. برآورد مدل تمام کشورها

در این مدل از داده‌های همه کشورها استفاده شده و نتیجه آزمون F-لیمر نشان از مدل پانل است و برای انتخاب بین مدل‌های اثرات تصادفی و ثابت از آزمون هاسمن استفاده می‌شود. با توجه به آزمون هاسمن (با احتمال ۰/۰۴۲) نشان می‌دهد که مدل اثرات تصادفی کارایی ندارد.

آزمون وولدریج برای بررسی خودهمبستگی با مقدار آماره ۵۱/۲ و احتمال نزدیک به صفر نشان از وجود خودهمبستگی دارد و لذا از مدل رفع خود همبستگی می‌شود. آزمون

لاگرانژ با احتمال ۰/۰۲۸ نشان می‌دهد که برای جلوگیری از واریانس ناهمسانی، مدل را باید به روش GLS تخمین زد.

جدول ٤. نتایج نهایی مدل تمام کشورها

متغیر	ضریب	آماره	احتمال
قیمت برق خانگی	-۰/۱۶۲	۳/۸۳	۰/۰۰
قیمت گاز خانگی (تعدیل‌شده)	۰/۱۱۰	۳/۲۱	۰/۰۰
درآمد سرانه	۰/۲۳۲	۲/۰۲	۰/۰۴
بعد خانوار	-۰/۳۷۸	۱/۸۹	۰/۰۷
نیاز سرمایشی	۰/۴۲۳	۳/۹۶	۰/۰۰
نیاز گرمایشی	۰/۵۲۵	۴/۰۱۲	۰/۰۰
عرض از مبدأ	-۱/۶۹۱	۰/۹۸	۰/۵۲
Ar(1)	۳/۸۹۴	۳/۴۲	۰/۰۰

D-W = ۱/۷۵	R-squared = ۸۶/۲۹
F- statistic = ۴۲۸	adjusted R-squared =۸۶/۱۶

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در نهایت آزمون نرمال بودن جمله اخلال با مقدار B-J = ۱/۱۸ و احتمال ۰/۵۵ حاکی از آن است که دلیلی برای رد فرض نرمال بودن جمله اخلال وجود ندارد.

٥-٤. بررسی تفاوت مصرف برق خانگی بهینه در ایران و سایر کشورها

در این بخش تفاوت معنادار بین مقادیر بهینه (برآورد شده) مصرف برق خانگی ایران با مقادیر بالفعل در هرکدام از مدل‌های گروه اول (کشورهای ایران و توسعه‌یافته)، گروه دوم (کشورهای توسعه‌یافته) و گروه سوم(همه کشورها) مورد بررسی قرار میگیرد.

به‌منظور تفاوت معناداری بین مقادیر مذکور از آماره t که به‌صورت زیر استفاده شد.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(s_1)^2}{n_1} + \frac{(s_2)^2}{n_2}}} \qquad (۱۲)$$

در رابطه فوق $\bar{x}_1$, $\bar{x}_2$ نشان‌دهنده میانگین مقادیر گروه اول و دوم، s_1 , s_2 نشان‌دهنده انحراف معیار مقادیر گروه اول و دوم هستند و درجه آزادی t نیز به‌صورت n_1+n_2-2 تعریف می‌شود که n_1, n_2 به ترتیب تعداد مقادیر گروه اول و دوم هستند.

فرضیه‌های این آزمون به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$H_0 : \bar{x}_1 = \bar{x}_2$$
$$H_1 : \bar{x}_1 \neq \bar{x}_2 \qquad (۱۳)$$

میانگین و انحراف معیار برای متغیر(E^*) مربوط به کشور ایران در طی سال‌های ۱۹۹۰ الی ۲۰۰۹ برای هر یک از گروه‌ها (کشورها) محاسبه و در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۵. میانگین و انحراف معیار سرانه مصرف برق هر گروه

گروه (کشورها)	میانگین بهینه سرانه برق خانگی(kwh)	انحراف معیار مقادیر بهینه مصرف
گروه اول (ایران و کشورهای توسعه‌یافته)	۶۲۳/۸	۱۶۴/۰۲
گروه دوم (کشورهای درحال‌توسعه)	۴۶۶/۱۹	۱۲۱/۱۷
گروه سوم (همه کشورها)	۵۰۸/۰۸	۱۴۸/۴۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

میانگین بالفعل مصرف سرانه برق خانگی ایران طی بیست سال موردبررسی ۴۹۸/۰۳ کیلووات ساعت و انحراف معیار این مقادیر ۱۴۰/۰۹ است. در ادامه تفاوت معناداری بین مقادیر بالفعل و بالقوه کشور ایران در گروه‌های اول،دوم و سوم بررسی میشود.

- **مقایسه در گروه اول**: به دلیل آنکه در برآورد مدل (۱۱) برای مانایی متغیر LN(E)، از تفاضل مرتبه استفاده‌شده است، بنابراین n_1=۱۹ (تعداد مقادیر بهینه) و ۲۰ = n_2(تعداد مقادیر بالفعل)، خواهیم داشت:

$$t=\frac{623.8-498}{\sqrt{\frac{(163)^2}{19}+\frac{(141)^2}{20}}}=2.57 \quad , \quad df=39 \qquad (۱۴)$$

به دلیل آن‌که $t_{0.05\ ,\ 39}$ = ۱/۶۹ است، بنابراین دلیلی برای پذیرش فرض برابری مصرف برق خانگی ایران و کشورهای توسعه‌یافته وجود ندارد، میانگین بهینه مصرف برق کشورهای توسعه‌یافته در سال‌های موردبررسی با اختلاف معناداری بیشتر از ایران است.

- **مقایسه در گروه دوم:** برای اجرای مدل گروه دوم متغیر مصرف برق خانگی مانا بود، بنابراین n1=۲۰ و n2 =۲۰ ، خواهیم داشت:

$$t=\frac{466-498}{\sqrt{\frac{(121)^2}{20}+\frac{(141)^2}{20}}}=-0.77 \quad , \quad df=40 \qquad (۱۵)$$

بنابراین دلیلی برای رد برابری میانگین سرانه مصرف بهینه برق خانگی ایران و مقدار بالفعل وجود ندارد، می‌توان نتیجه گرفت سرانه مصرف برق خانگی ایران بیشتر از کشورهای درحال‌توسعه است ولی این اختلاف معنادار نیست.

- **مقایسه در گروه سوم:** برای اجرای مدل گروه سوم متغیر مصرف برق خانگی به‌صورت تفاضل مرتبه اول در نظر گرفته‌شده است بنابراین n1=۱۹ و n2 =۲۰ ، و لذا:

$$t=\frac{509-498}{\sqrt{\frac{(148.4)^2}{19}+\frac{(141)^2}{20}}}=0.23 \quad , \quad df=39 \qquad (۱۶)$$

چون $t_{0.05\ ,\ 39}$ = ۱/۶۹ است و لذا تفاوت معناداری بین مصرف برق خانگی در کشور ایران و همه کشورها در سال‌های موردمطالعه وجود ندارد.

محاسبات تحقیق نشان می‌دهد برخلاف تصور و افکار عمومی سرانه مصرف برق خانگی در ایران تفاوت معناداری نسبت به سرانه مصرف همه کشورها ندارد (با این فرض که تنها داده‌های نه کشور در این مدل در نظر گرفته‌شده اما نتایج به واقعیت نزدیک است).

٦. نتیجه‌گیری

برآوردهای مدل، مصرف برق خانگی ایران (در دوره بیست‌ساله) را کمتر از کشورهای توسعه‌یافته و گروه چهارم یعنی تمام کشورها نشان می‌دهد که دور از واقعیت نیست. آمار مصرف کلان برق کشورهای مختلف جهان در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ آژانس بین‌المللی انرژی نیز در مقایسه با جمعیت کشورهای مذکور مؤید همین مطلب است که مصرف سرانه ایران برخلاف تصور نه بالاتر از مصرف جهانی و نه بالاتر از متوسط مصرف جهانی است.

آمارها نشان می‌دهد که ایران در سال ۲۰۰۶ در مصرف سرانه برق از بین ۲۱۸ کشور در رده ۹۵ قرار داشته است. باید توجه داشت که شرایط اقلیمی و آب و هوایی ایران نسبت به بسیاری از کشورهای جهان از وضعیت استثنایی برخوردار است به‌طوری‌که بعضی نقاط ایران و سه استان خوزستان، بوشهر و هرمزگان جزء گرم‌ترین نقاط جهان محسوب می‌شوند، ولی علیرغم این وضعیت مشترکین برق همین نقاط نسبت به ساکنین کشورهای جنوب خلیج‌فارس، برق کمتری مصرف کرده‌اند.

بااین‌وجود آمارهای آژانس بین‌المللی انرژی نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۰ ایران دارای مصرف سرانه حدود ۲۴۳۱ کیلووات ساعت بوده که رشدی حدود ۱۲/۵۶ درصد در طول چهار سال (از سال ۲۰۰۶ تا سال ۲۰۱۰) داشته است (یعنی سالیانه به‌طور متوسط ۳/۱۴ درصد) و سرانه مصرف برق خانگی نیز از متوسط جهانی در این سال بیشتر شده است.

میانگین قیمت برق خانگی در کشورهای توسعه‌یافته، درحال‌توسعه و ایران طی دوره زمانی موردمطالعه به ترتیب ۱۷/۸، ۹/۷ و ۱/۱ سنت برای هر کیلووات ساعت است. البته درباره قیمت برق یک نکته مهم را باید متذکر شد که برخلاف تصور عمومی برای مقایسه

تعرفه برق در کشورهای مختلف نباید تنها قیمت نهایی آن را موردنظر قرار داد، یکی از شاخص های مهم تعیین تعرفه برق در جهان، رابطه سرانه تولید ناخالص داخلی و تعرفه برق است و نمی توان گفت که تعرفه برق ایران نسبت به سایر کشورها بسیار کمتر است؛ البته باید اذعان کرد که این تعرفه نه منطقی است و نه اقتصادی و باید اصلاح شود ولی قیمت برق (به‌تنهایی) در ایران و مقایسه آن با کشورهای اروپایی، ژاپن یا آمریکا کاملاً اشتباه است. بنابراین شاخص موردنظر برای مقایسه قیمت برق در کشورهای مختلف، میزان خرید برق با درآمد سرانه هر فرد است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مآخذ

- ابوالحسنی، معصومه (۱۳۹۰)؛ پیش‌بینی تقاضای فصلی گاز طبیعی در ایران جهت تخمین سرمایه‌گذاری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.
- پاکروان، بایرام(۱۳۸۷)؛ برآورد تابع تقاضای برق بخش خانگی و صنعتی برای استان آذربایجان غربی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.
- پویان، آلاله(۱۳۹۲)؛ برآورد تابع تقاضای گاز طبیعی در ایران (تحلیل مقایسه‌ای بین استان‌ها)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علوم اقتصادی.
- توکلی، اکبر، بحرینی، جعفر(۱۳۷۷)؛ ((برآورد رابطه تقاضای برق خانگی در استان اصفهان))، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره۵۲، ص۱۱۵-۱۳۶.
- حامد، محمدصادق، منوچهر حبیبی(۱۳۷۶)؛ تاریخ صنعت برق ایران؛ چاپ اول؛ انتشارات تابش برق.
- حسینی نژاد کوشکی، رقیه (۱۳۷۲)؛ تخمین تابع تقاضای برق خانگی در استان اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.
- رییس زاده، محمدعلی(۱۳۹۲) ؛ بررسی تأثیر اصلاح یارانه ها بر میزان مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی و تجاری ایران با رویکرد پانل دیتا، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علوم اقتصادی.
- سهیلی، کیومرث(۱۳۸۸)؛ بررسی تطبیقی مدل های تقاضای انرژی؛ مجله پژوهشی دانشگاه امام صادق(ع)، شماره ۱۷.
- Akay D, Atak M. Grey prediction with rolling mechanism for electricity demand forecasting of Turkey. Energy 2007; 32:1670e5.
- Alberini, A., Gans, W., Velez-Lopez, D, 2011. "***Residential Consumption of Gas and Electricity in the U.S.: The Role of Prices and Income***", forthcoming in Energy Economics.
- Alberini. A, Filippini. M, 2011. "***Response of residential electricity demand to price: The effect of measurement error***", journal of energy economic.
- Anderson, T.W., Hsiao, C, 1982. ***Formulation and estimation of dynamic models using panel data,*** Journal of Econometrics 18 (1), 47–82.

- Baltagi, B.H, 2001. ***Econometric Analysis of Panel Data,*** Wiley & Sons, Chichester.
- *Birtish petroliom ,2011.BP energy outlook 2030, London.*
- Christenson, M. & Gyalistras, D., 2006, ***Climate warming impact on Degree – Days and Building Energy Demand in Switzerland***, Energy Conversion and Management, 47(6),pp. 671- 68.
- International energy agency, 2012. KEY WORLD ENRGY STATISTICS.
- Jefrey A. Dubin and Daniel L. Mcfadden , 1984. "***An Econometric of Residential Electric Applying And Consumption***", *Econometica*,VoL. 52.
- World Academy of Science, Engineering and Technology 2014, International Journal of Electrical, Computer, Electronics and Communication Engineering Vol:8 No:3.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی