Industrial Economics Researches Open Access

Spring (2025) 9(31): 93-112
DOI: 10.30473/jier.2025.58798.1257

ORIGINAL ARTICLE

The Estimation of Gap Consumption of Domestic Electricity Power in High Consumption Provinces

MohammadReza Monjazeb[1*], Shadi Ganbari[2], Akram Movahed[3]

1. Associate Professor, Department of Economics, Public Affairs, Kharazmi University, Tehran, Iran.
2. M.A student in Energy Economics, Kharazmi University, Department of Economics, Faculty of Economics, Tehran, Iran.
3. M.A student in Energy Economics, Kharazmi University, Department of Economics, Faculty of Economics, Tehran, Iran.

Corresponding Author:
Mohammad Reza Monjazeb
Email: monjazeb@khu.ac.ir

Received: 26 April 2025
Accepted: 31 Aug 2025

How to cite
Monjazeb, M.R., Ganbari, S.H. & Movahed, A. (2025). The Estimation of Gap Consumption of Domestic Electricity Power in High Consumption Provinces. Industrial Economics Researches, 9(31), 93-112. (DOI: 10.30473/jier.2025.58798.1257)

ABSTRACT
Electricity is one of the most widely used energy carriers, with relatively high accessibility. Consequently, its global usage is steadily increasing, and among the various consumption sectors, the residential sector ranks as one of the highest consumers. This study aims to introduce the concept of spatial econometrics using panel data from 20 provinces across the country. It presents practical models based on this technique and estimates the gap in residential electricity consumption through the Spatial Durbin Model (SDM), selected using the Wald test. The time period used in this study is from 2006 to 2018 (corresponding to 1385 to 1397 in the Iranian calendar). The results of this study confirm its hypotheses, indicating that electricity prices have a statistically significant negative effect on residential electricity consumption across provinces. Analyzing the efficiency of electricity use in the residential sector (where high-consumption provinces exceed optimal usage levels) can provide valuable insights for policymakers. These findings may support the development of more effective services for households and promote more accurate use of finite energy resources.

KEYWORDS
Optimal Consumption, Household size, Panel Data.

JEL Classification: L94, L90, L20.

Copyright © 2025 The Authors. Published by Payame Noor University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

پژوهش‌های اقتصاد صنعتی

سال نهم، شماره سی‌ویکم، بهار ۱۴۰۴ (۱۱۲-۹۳)

DOI: 10.30473/jier.2025.58798.1257

«مقاله پژوهشی»

برآورد شکاف مصرف برق خانگی در استان‌های پرمصرف ایران

محمدرضا منجذب[1*]، شادی قنبری[2]، اکرم موحدی[3]

۱. دانشیار گروه اقتصاد امور عمومی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران.

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران.

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران.

نویسنده مسئول:
محمدرضا منجذب
رایانامه: monjazeb@khu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۹

استناد به این مقاله:
منجذب، محمدرضا؛ قنبری، شادی و اکرم، موحدی (۱۴۰۴). برآورد شکاف مصرف برق خانگی در استان‌های پرمصرف ایران. پژوهش‌های اقتصاد صنعتی، ۹(۳۱)، ۱۱۲-۹۳. (DOI:10.30473/jier.2025.58798.1257)

چکیده

برق یکی از حامل‌های انرژی با کاربردهای گسترده است و امکان دسترسی به آن بیشتر می‌باشد، از این رو کاربرد آن در جهان به طور فزاینده‌ای در حال افزایش است و از میان بخش‌های مصرف کننده این انرژی بخش خانگی یکی از پرمصرف‌ترین بخش‌ها است. در این تحقیق سعی می‌شود تا با استفاده از داده‌های تابلویی ۲۰ استان کشور به معرفی مفهوم اقتصادسنجی فضایی پرداخته و ضمن ارائه مدل‌های کاربردی این تکنیک به برآورد شکاف مصرف برق خانگی با استفاده از مدل دوربین فضایی (SDM)، پرداخت که انتخاب این مدل در پژوهش به کمک آزمون والد صورت گرفته است. بازه زمانی مورد استفاده در این مطالعه از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۷ است. طبق نتایج به دست آمده، فرضیه‌های این پژوهش تأیید شده و حاکی از آن است که قیمت برق بر مصرف برق خانگی استان‌ها تأثیر منفی و معنادار دارد. با مشاهده وضعیت کارایی مصرف برق در بخش خانگی استان‌های کشور (که استان‌های پرمصرف بیش از حد بهینه مصرف می‌کنند) می‌توان زمینه کمک را به نهادهای سیاست‌گذاری در این بخش در ارائه خدمات مناسب‌تر به خانوارها و استفاده صحیح‌تر از منابع پایان‌پذیر ایجاد کرد.

واژه‌های کلیدی

مصرف بهینه، بعد خانوار، داده‌های تابلویی.

طبقه‌بندی JEL: L94, L90, L20

حق انتشار این مستند، متعلق به نویسندگان آن است. ۱۴۰۴ ©. ناشر این مقاله، دانشگاه پیام نور است.

این مقاله تحت گواهی زیر منتشرشده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و با رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است.
Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

۱. مقدمه

برق به عنوان یکی از زیرساخت‌های اصلی در توسعه اقتصادی جوامع و از عوامل مهم در بالا بردن استاندارد زندگی افراد است (موسوی و محمدیان، ۱۴۰۱). از مهمترین اجزای زیربنایی فنی اقتصادی جامعه انرژی است (صیادی و همکاران، ۱۳۹۹) و درک اهمیت انرژی با توسعه و پیشرفت اقتصادی روز به روز افزایش یافته است و بخش خانگی یکی از بخش‌های اصلی مصرف‌کننده‌ی انرژی است که مصارف آن را عمدتا گرمایش، سرمایش و پخت و پز تشکیل می‌دهد (امیری و همکاران، ۱۳۹۱). از آن‌جا که فرم شهری و الگوهای استفاده از زمین بر مصرف انرژی شهری تأثیر می‌گذارد، بنابراین، ارزیابی چگونگی تأثیر عوامل مختلف شکل شهری بر مصرف انرژی مهم است و فصلی بودن و شرایط نوع زندگی، تأثیر تراکم محله‌ها بر مصرف برق قابل بررسی است. به طور گسترده‌ای اعتقاد بر این است که شکل شهری فیزیکی بر مصرف انرژی شهری تأثیر می‌گذارد (کازا و همکاران[1]، ۲۰۱۸).

همچنین، از جمله ارکان اصلی توسعه اقتصادی جوامع امروزی، انرژی برق است که با توجه به مطرح شدن بحث خصوصی‌سازی، ارائه راهکارهای مناسب و عملی برای اصلاح الگوی مصرف برق نقش مهمی در اقتصاد انرژی دارد. برق شاخصی مهم برای مقایسه کیفیت زیست ملت‌ها و صنعت اصلی در بسیاری از کشورها است زیرا از ویژگی آلوده نکردن محیط زیست و قابلیت تبدیل بالا به سایر صورت‌های انرژی، برخوردار است.

قدمت صنعت برق در جهان به بیش از صد سال می‌رسد. حرکت این صنعت را در سراسر جهان، به سمت بازارهای رقابتی و فرآیند تجدید ساختار است. صنعت برق در ایران نیز در حال گذر کردن از ساختار انحصار طبیعی به سمت بازارهای رقابتی و ساختار جدیدی است که تولیدکنندگان برای فروش انرژی به رقابت با یک دیگر می‌پردازند (چگینی آشتیانی و جلولی، ۱۳۹۱). همچنین بخش خانگی را می‌توان از مهمترین بخش‌های مصرف‌کننده برق دید که عمده‌ای از مصرف برق کشور مربوط به این بخش است و قسمت عمده‌ای از یارانه برق را نیز سال‌هاست که به خود اختصاص داده است. بنابراین بررسی مصرف برق در این بخش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (جلایی و همکاران، ۱۳۹۲).

می‌توان اشاره کرد در بخش مسکن به عنوان تأمین انرژی مورد نیاز خانوار از جمله برق باید به ویژگی‌های مسکن از جمله اندازه مسکن، تراکم ساختمانی (منظور انباشتگی، و نسبت جمعیت شهری به بخش‌های ساخته شده) و.... توجه شود و شناسایی عوامل تأثیرگذار بر تقاضا و مصرف برق در بخش خانگی حائز اهمیت است. باید درنظر داشت که با توجه به اهمیت انرژی برق در پیشرفت و توسعه‌ی جوامع بشری و به دلیل نقش تقاضای برق در سیاست‌گذاری‌ها و تصمیمات مربوط به تولید، انتقال و توزیع این انرژی حیاتی، ضروری است که تقاضای انرژی برق و به‌خصوص کشش‌های قیمتی و درآمدی تقاضای آن مورد مطالعه و بررسی قرارگیرد. انرژی برق ضمن داشتن نقش مؤثر در تولید و مصرف، نسبت به سایر حامل‌های انرژی، دارای اهمیت ویژه‌ای نیز در فرآیند تصمیم گیری اقتصادی و اجتماعی است از سوی دیگر بیشتر مطالعات مربوط به انرژی مسکونی و درآمد بر نقش رفتار اقتصادی ساکنان تمرکز دارد. این یافته‌ها نشان‌دهنده‌ی متفاوت بودن رشد تقاضای انرژی مسکونی بسته به میزان درآمد خانوارها است. بنابراین، در این تحقیق با به کار بردن ابزارهای اقتصادسنجی، داده‌های ترکیبی و ارائه مدلی تأثیرگذار سعی می‌شود در بررسی تقاضای برق، مصرف آن در بخش خانگی ارزیابی گردد و همچنین شکاف مصرف برق در استان‌های پرمصرف کشور در بخش خانگی برآورد شود. سپس بر مبنای مدل مورد برازش، سیاست قیمت‌گذاری جهت رسیدن به مصرف مطلوب پیشنهاد می‌شود.

۲. ادبیات و پیشینه موضوع

از آنجا که مصرف برق خانگی تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند توانایی اقتصادی، خصوصیات اجتماعی–جمعیتی، تغییر اقلیم، محل سکونت، تغییر در نوع خانوار و... قرار می‌گیرد ارزیابی هریک از این موارد می‌تواند در کاهش مصرف انرژی خانگی حائز اهمیت باشد و منجر به انجام مطالعاتی در خصوص مواردی شود که یک شکاف بزرگ مصرف برق می‌تواند دست کم گرفته شود. در نتیجه با توجه به مطالب بالا مصرف انرژی برق خصوصاً در بخش خانگی دارای حساسیت و اهمیت خاصی است، زیرا فرهنگ استفاده درست خانوارها از انرژی با الگوی مصرف و افزایش بهره‌وری آن در ارتباط مستقیم قرار می‌گیرد بنابراین در این پژوهش سعی می‌شود به مطالعات انجام شده در این زمینه اشاره کرد.

کوابنا توفرو و اوپانتو ابنی[2] (۲۰۲۰) در مقاله "کارایی مصرف برق خانگی در غنا" به بررسی دانش ضعیف در مصرف برق که منجر به ناکارآمدی در مصرف می‌شود می‌پردازند که می‌تواند با تمرکز ناکافی در مدیریت طرف تقاضا برای خانوارها همراه باشد.

1. Nikhil Kaza, Chaosu Li, Yan Song

2. Twerefou, D. K., & Abeney, J. O

این مطالعه بهره‌وری را طبق مصرف برق خانوارها و عوامل موثر در عدم کارایی با استفاده از تقاضای انرژی مدل مرزی، تخمین می‌زند. نتایج نشان می‌دهد که درآمد دربرابر تقاضای برق حالت غیرکشسانی دارد درحالی‌که کشش قیمتی برای تقاضا رابطه عکس دارد. در این بین عواملی مانند مالکیت، تعداد اتاق‌ها، موقعیت مکانی و مناطق اکولوژیکی به طور قابل توجهی بر تقاضای برق تأثیر می‌گذارند که از وجود پتانسیل بالا برای اجرای معیارهای بهره‌وری انرژی خبر می‌دهد. همچنین عواملی که تأثیر منفی بر بهره‌وری دارند شامل آموزش، سالمندی و قطع برق می‌شوندکه انتخاب سیاست‌ها باید متمرکز بر استاندارد سازی بر روی لوازم خانگی، آموزش در زمینه بهره‌وری انرژی و توسعه باشد.

کیم[1] (۲۰۲۰) در مقاله‌ای تحت عنوان "درک عوامل تعیین کننده در مصرف برق خانگی درکره: رگرسیون OLS و رگرسیون کمی" به بررسی عوامل تعیین‌کننده مصرف برق خانگی در کره با استفاده از هر دو روش رگرسیون OLS و رگرسیون کوانتایل پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که اثرات اجتماعی–جمعیتی، مسکن و ویژگی‌های مصرف برق در مصرف برق خانوارها، ممکن است بین دو رگرسیون متفاوت باشد و همچنین ممکن است در طول کوانتایل نیز تفاوت داشته باشد. از بررسی‌ها به دست می‌آید که گروه سنی سرپرست خانوار، تعداد خانوار، منطقه مسکونی، تعداد لوازم خانگی و زمان استفاده از یخچال در تمام کوانتایل قابل توجه بوده است.

لی و همکاران[2] (۲۰۱۸) در مقاله‌ای "تغییرات فصلی در تقاضای برق خانوار: یک مقایسه از پروفایل بار روزانه و مصنوعی" تنوع فصلی تقاضای برق خانگی را از طریق تجزیه و تحلیل دو مجموعه داده تقاضای برق نیم‌ساعته مورد بررسی قرار می‌دهند: یک مجموعه داده نظارت شده از ۵۸ خانوار انگلیسی که از ماه‌های ژوئیه تا دسامبر ۲۰۱۱ جمع‌آوری شده است؛ و یک مجموعه داده مصنوعی با استفاده از ابزار مدل‌سازی بار مبتنی بر زمان استفاده شده است. برای تعیین اختلافات بین ماه‌های مختلف در چهار معیار (میانگین بار الکتریکی؛ بار پیک؛ ضریب بار؛ و زمان بار اوج) برای توصیف شکل پروفایل بار در روز، در سطح خانوار از تجزیه و تحلیل واریانس استفاده شده است. این مطالعه نشان می‌دهد که شکل پروفیل بار الکتریکی روزانه خانواده می‌تواند به طور قابل توجهی متفاوت باشد و این که رفتار محدود تغییرات فصلی در مدل‌سازی بار می‌تواند منجر به پیش‌بینی‌های نادرست تأثیرات آن شود.

برنارد و همکاران[3](۲۰۱۱) در مقاله‌ای تحت عنوان "یک مدل داده شبه پانل از تقاضا برق خانگی" به مطالعه رفتار پویای مصرف برق خانوار براساس چهار نظرسنجی بزرگ مستقل انجام شده در استان کبک[4] از ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۲ می‌پردازند. منطقه دوم نمایش داده می‌شود که ویژگی‌های منحصر به فرد نظیر استفاده بسیار گسترده برای گرمایش فضا در آب و هوای سرد و طیف گسترده‌ای از منابع مورد استفاده برای رسیدن به الزامات گرمایش فضا را دارا می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد باتوجه به خطای مدل برای واریانس گروه و همبستگی، کشش کوتاه‌مدت و بلندمدت و کشش متقابل قیمت از لحاظ آماری معنی‌دار هستند. همچنین برق و گاز خانگی به عنوان جانشین در مدل تخمین زده می‌شوند در حالی که برق و سوخت نفت مکمل هستند که ممکن است در بستر استان کبک اتفاق بیافتد. مقایسه با مطالعات مربوط ارائه شده نشان می‌دهد که برآورد کشش درآمد قابل توجه نیست. با این‌که داده‌های پانل شامل مشاهدات در مورد واحدهای مشابه در دوره‌های مختلف و ارائه یک مجموعه‌ای غنی از اطلاعات برای تحلیل جنبه‌های پویا و استاتیک رفتار اقتصادی است اما به دلیل گران بودن این داده‌ها، در معرض سایش قرار دارند که احتمالا با افزایش تعداد دوره‌ها افزایش می‌یابند، از این‌رو دیتون (۱۹۸۵) پیشنهاد کرده است که به عنوان مشاهدات از ابزار هم‌گروه استفاده کنند. همچنین چندین برآوردگر در زمینه پانل‌های استاندارد پیشنهاد شده‌اند که در داخل شامل: متغیرهای ابزار[5]، روش تعمیم لحظات[6] و حداکثر برآوردگر احتمال[7]، که آنها در زمینه شبه پانل نیز کاربرد دارند.

زاخاریادیس و پاشورتیدو[8] (۲۰۰۷) در مقاله "تجزیه و تحلیل تجربی از مصرف برق در قبرس" به بررسی مصرف برق در بخش های مسکونی و خدماتی که سریع‌ترین مصرف‌کننده برق در جزیره هستند، و تعامل آن با درآمد، قیمت و آب و هوا با استفاده از داده‌های سالانه ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۴ می‌پردازند. نتایج نشان می‌دهد که کشش بلندمدت استفاده از برق بالاتر از واحد برای درآمد و کشش قیمتی ما بین ۰.۳– تا ۰.۴– است و در کوتاه‌مدت مصرف برق تقریبا بدون کشش و غالبا متأثر از تغییرات آب و هوا و شرایط جوی می‌باشد.

1. Kim
2. Matthew Li, David Allinson, Miaomiao He
3. Bernard, J. T., Bolduc, D., & Yameogo, N. D
4. Quebec
5. IV
6. GMM
7. ML
8. Zachariadis, T., & Pashourtidou, N

هوندرویانیس[1] (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای تحت عنوان "تخمین تقاضای مسکونی برای برق در یونان" به برآورد تابع تقاضای برق خانگی برای کشور یونان می‌پردازد و نشان می‌دهد که تابع تقاضای بلندمدت برق خانگی به درآمد واقعی، سطح قیمت و شرایط آب و هوایی حساس است و اهمیت انحرافات کوتاه‌مدت با استفاده از برآورد مدل تصحیح خطا (VECM) ارائه شده است. شواهد تجربی حاکی از وجود تقاضای مسکونی پایدار برای برق در یونان در دوره‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت و پیامدهای سیاسی چنین رابطه‌ای است.

فیلیپینی و پیچاوری[2] (۲۰۰۴) در مقاله‌ای تحت عنوان "انعطاف‌پذیری تقاضای برق در خانوارهای شهری هند" با توجه به نظریه اصلی تقاضای مصرف‌کننده براساس رفتار عوامل فردی، استفاده از داده‌های کوچک که نشان‌دهنده رفتار فردی و خانگی است می تواند ماهیت مصرف‌کننده را بیشتر آشکار کند. در این مقاله، قیمت فصلی و کشش واقعی تقاضای برق در بخش مسکونی تمام مناطق شهری برای اولین‌بار با استفاده از داده‌های نقشه‌برداری سطح پراکنده برای حدود ۳۰۰۰۰ خانوار تخمین زده می‌شوند. در این مقاله از یک رویکرد معادله واحد برای مدل‌سازی تابع تقاضای برق از لحاظ اقتصادی و با استفاده از داده‌های ماهانه برای فصول مختلف (زمستان، تابستان و موسم بارندگی) استفاده می‌شود که فرض بر این است تقاضا برای برق به قیمت آن بستگی دارد، قیمت سوخت‌های جایگزین، درآمد و برخی متغیرهای جمعیت‌شناختی و جغرافیایی. نتایج نشان می‌دهد که تقاضای برق برای سه فصل قابل توجه است، و این‌که متغیرهای خانوار، جمعیتی و جغرافیایی در تعیین تقاضای برق قابل‌توجه هستند. همچنین معادله برآورد شده نسبتاً معقول و در سه فصل مختلف پایدار است. با این‌حال، درجه ناهمگونی در تقاضای برق خانگی در سطح خانواده فرد آشکار است و تجزیه و تحلیل فصلی نشان می‌دهد که تقاضا در سراسر سه فصل نامطلوب و انعطاف‌پذیری نسبتاً ثابت است.

هالورسن و لارسن[3] (۲۰۰۱) در مقاله‌ای تحت عنوان "انعطاف‌پذیری تقاضا برق خانگی در طول زمان" برای شناسایی ویژگی‌های تقاضای برق مسکونی، از مجموعه داده‌هایی استفاده می‌کنند که از پنج منبع مختلف سرچشمه می‌گیرد. منبع اصلی، بررسی سالانه مخارج مصرف‌کنندگان[4] انتخاب شده در میان تمام خانوارهای نروژی در دوره ۱۹۷۵ تا ۱۹۹۴ است. داده‌های ترکیبی در طول دوره ۱۹۷۶-۱۹۹۳ یک نمونه از ۲۳،۲۸۴ خانواده را به خود اختصاص می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که خانوارهای نروژی به عنوان یک کالای ضروری به برق نگاه می‌کنند. همچنین در مقاله مشاهده می‌شود که در درازمدت، کشش کورنوت از زمان کوتاهی به طور قابل توجهی متفاوت نیست و تخمین زده می‌شود که مقادیر کششی به طور معنی‌داری بین رویکرد ما و روش اعمال‌شده متفاوت نیستند. همچنین برآوردهای تجربی ناشی از اثرات بلندمدت بر تقاضای برق مسکونی از تغییرات قیمت برق، معمولاً با تغییرات مقطعی در سهام فعلی خانوار (لوازم برقی خانگی خانوارها در یک نقطه خاص در زمان) تخمین زده می‌شود.

هانت و همکاران[5] (۲۰۰۰) در مطالعه‌ای تحت عنوان "مدل‌سازی پیشرفت فنی و کاربردی از مدل روند تصادفی در مورد تقاضای انرژی در انگلستان" از اولین کسانی بودند که با استفاده از روش سری زمانی ساختاری برای برآورد روند اساسی تقاضای انرژی (UEDT) انگلستان در زمینه مصرف نهایی زغال سنگ، گاز طبیعی، نفت خام، برق و کل انرژی تلاش کردند. آن‌ها از داده‌های فصلی در دوره‌ی ۱۹۷۲-۱۹۹۵ برای این منظور استفاده نمودند. نتایج علی‌رغم مدل‌های مرسوم استفاده شده که روند ساده خطی را درنظر می‌گیرد، تصادفی بودن ماهیت روند اساسی تقاضای انرژی را نشان می‌دهد. همچنین UEDT برآورد شده در مطالعه آن‌ها طی زمان دچار نوسان می‌باشد و این بیانگر این موضوع است که تقاضای انرژی توسط اثرات مشاهده نشده برون‌زا در یک روش غیرخطی (STSM) تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

سلمانی و مجرد (۱۳۹۸) در مقاله "رابطه متغیرهای آب و هوایی با مصرف برق و پیش‌بینی تقاضای برق با مدل‌های گردش عمومی جو در غرب ایران" به بررسی رابطه بین متغیرهای آب و هوایی با مصرف برق و پیش‌بینی مصرف برق تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم در منطقه غرب کشور می‌پردازند. در دوره ۲۸ ساله (۱۹۸۷-۲۰۱۴) سیزده ایستگاه منطقه رابطه بین متغیرهای آب و هوایی و مصرف برق با استفاده از معادلات رگرسیونی چندگانه مدل‌سازی شد. نتایج به دست آمده نشان داد که درجه روزهای سرمایش و گرمایش و رطوبت نسبی در افزایش مصرف برق بیشترین تأثیر معنی‌دار را دارند.

مظفری و متفکر آزاد (۱۳۹۷) در مقاله "تأثیر سرمایه اجتماعی بر مصرف برق خانگی در استان‌های ایران" به بررسی تأثیر همزمان سرمایه اجتماعی، متغیرهای اقتصادی و محیطی بر مصرف برق در

1. Hondroyiannis, G
2. Filippini, M., & Pachauri, S
3. Bente Halvorsen, Bodil M.Larsen
4. SCE
5. Hunt

بخش خانگی در استان‌های ایران می‌پردازند و در این راستا از روش GMM و داده‌های استان‌های ایران ۱۳۹۴-۱۳۷۹ استفاده و تأثیر شاخص سرمایه اجتماعی بر مصرف برق بخش خانگی را بررسی می‌کنند. نتایج نشان داد که سرمایه اجتماعی تأثیر منفی و معنی‌دار بر مصرف برق خانگی داشته است. همچنین درآمد سرانه، بعد خانوار، نیاز به سرمایش و مصرف دوره قبل تأثیر مثبت بر مصرف برق بخش خانگی دارد.

سیف و حمیدی رزی (۱۳۹۶) در مقاله "عوامل موثر بر شاخص شدت مصرف انرژی استان‌های کشور: رهیافت داده‌های تابلویی پویای فضایی" به بررسی عوامل موثر بر شاخص شدت مصرف انرژی استان‌های کشور و برآورد کشش فضایی شدت مصرف انرژی طی دوره ۹۲-۱۳۷۹ پرداخته‌اند و با استفاده از داده‌های پانل تصریح شده و ضرایب توسط تکنیک‌های اقتصادسنجی فضایی پانلی و تخمین‌زن شبه حداکثر راستنمایی مدل را برآورد کرده‌اند که نتایج نشان می‌دهد کشش خودرگرسیون فضایی شدت مصرف انرژی در بین استان‌های کشور ۰.۵۵ درصد می‌باشد، بنابراین برای کاهش شدت مصرف انرژی در استان‌های کشور باید به صورت منطقه‌ای عمل کرد.

ورهرامی و موحدیان (۱۳۹۵) در مقاله "برازش تابع تقاضای برق بخش خانگی شهرستان‌های منتخب استان تهران با استفاده از روش پنل پویا" به برآورد تابع تقاضای برق در بخش خانگی شهرستان‌های منتخب استان تهران، (تهران، ورامین، فیروزکوه و دماوند) با استفاده از روش پنل پویا طی دوره ۹۳-۱۳۸۰ پرداخته شده است. مؤثرترین متغیرها در این تابع تقاضا شامل: درآمد سرانه خانوار، قیمت واقعی گاز طبیعی، شاخص گرما و برودت هوا و قیمت واقعی برق بخش خانگی می‌باشد. نتایج برآورد مدل در کوتاه‌مدت بیانگر این است که با افزایش یک درصد قیمت برق، ۰.۴۲ درصد از تقاضای برق کاهش می‌یابد و تأثیر قیمت انرژی جانشین مانند گاز طبیعی نیز بسیار اندک است. همچنین نتایج برآورد مدل در بلندمدت حاکی از آن است که تغییر قیمت برق، تقاضای برق را منفی ۱.۲ درصد تغییر می‌دهد با افزایش یک درصد درآمد، تقاضای برق ۰.۱ درصد افزایش می‌یابد.

جلایی و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله "برآورد تابع تقاضای برق خانگی در ایران با استفاده از داده‌های تابلویی استانی" به بررسی شاخص‌های اثرگذار بر مصرف برق خانگی ایران طی دوره زمانی ۱۳۸۸-۱۳۸۱ با استفاده از داده‌های تابلویی (تلفیقی) ۲۸ استان کشور پرداخته‌اند. همچنین از مدل ایستا و پویا برای تخمین استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که مصرف برق در بخش خانگی تاثیر اندکی از قیمت برق می‌گیرد، همچنین تاثیر قیمت انرژی‌های جانشین نظیر گاز طبیعی ونفت بر مصرف برق اندک است. در نتیجه مصرف برق در بخش خانگی بیشتر تحت تاثیر عادات مصرفی بوده است.

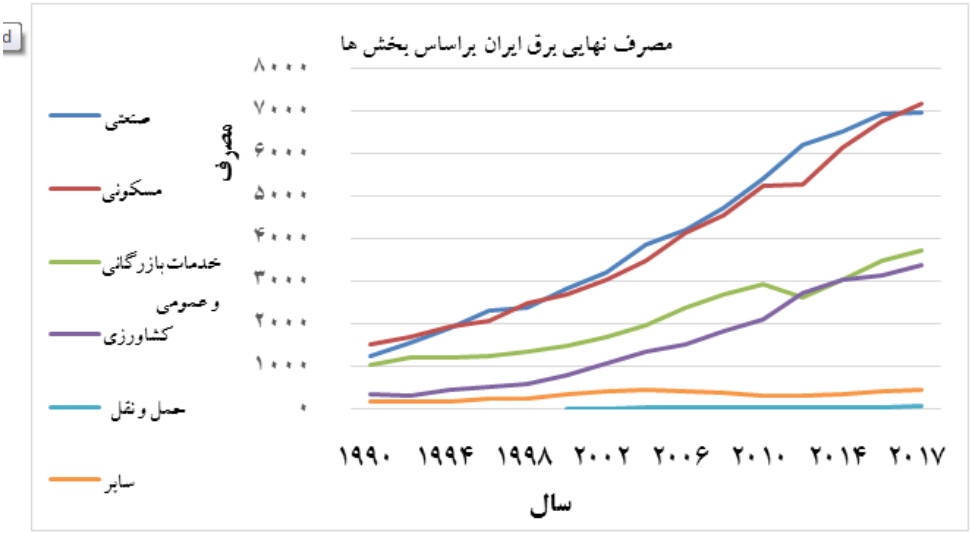
قلی‌زاده و براتی (۱۳۹۰) در مقاله‌ای با عنوان "تحلیل عوامل موثر بر مصرف انرژی خانگی و برق مصرفی خانوار در ایران: با تأکید بر بهره‌وری انرژی" عوامل موثر بر تغییرات انرژی مصرفی بخش مسکونی را با استفاده از تکنیک تجزیه‌ی شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی جمع‌پذیر، برای دوره ۱۳۷۳-۱۳۸۷ تحلیل می‌کنند. بررسی چهار اثر درآمدی خانوار، بهره‌وری انرژی، رشد جمعیت و جایگزینی انرژی را نشان می‌دهد که درآمد خانوار بیشترین اثر را بر رشد مصرف انرژی مسکونی (البته و نه کارایی مصرف انرژی) دارد. پس از آن رشد جمعیت و بهره‌وری انرژی دو عامل موثر بر افزایش مصرف انرژی هستند. جایگزینی سوخت‌ها و تغییر در ترکیب انرژی مصرفی خانوار، در مجموع انرژی کم اما مثبت بر رشد مصرف انرژی بخش مسکونی دارد. اما آن‌ها در یافته‌های تحقیق خود، عوامل موثر در جهت بهبود بهره‌وری انرژی و کاهش شدت انرژی مصرفی خانوار را بدین شکل برمی‌شمارند: آگاه‌سازی، آموزش، افزایش قیمت انرژی تا قیمت تمام شده، کاهش روند شهرنشینی، سبک ساختمان‌سازی با میزان هدردهی کمتر انرژی، افزایش کارایی وسایل پرمصرف انرژی خانوار.

سرمست و حسن‌پور (۱۳۸۹) در مقاله "عوامل موثر بر تغییر الگوی مصرف انرژی برق (مطالعه‌ی موردی: شهر تبریز)" با استفاده از نظریه پیر بوردیو به بررسی عوامل موثر بر تغییر الگوی مصرف برق شهروندان تبریزی پرداخته‌اند. نتایج پژوهش حاکی از آن بوده است که سرمایه فرهنگی و سرمایه اقتصادی (درآمد و محل سکونت) از عوامل موثر بر الگوی مصرف برق شهروندان تبریزی است.

در اکثر پژوهش‌های پیشین برآورد تقاضای برق خانگی در یک استان، با استفاده از تعدادی از عوامل مؤثر و اثرگذاری آن‌ها به چشم می‌خورد. در این پژوهش به گروه‌بندی استان‌ها بر مبنای شاخص مشخص، برای بررسی دقیق‌تر میزان مصرف پرداخته‌ایم و درصدد برآورد شکاف مصرف برق استان‌های پرمصرف هستیم که با بررسی عوامل مؤثر بر آن به مقایسه سطح مصرف با سطح بهینه در استان‌های مورد بحث با استفاده از روش پانل فضایی می‌پردازیم. از آنجا که در این پژوهش داده‌های مورد استفاده از نوع داده‌های پانل یا ترکیبی هستند، روشی که در این مطالعه استفاده می‌شود جدید می‌باشد و نتایجی دقیق‌تر به ما ارائه می‌دهد.

۳. مبانی نظری و معرفی مدل

امروزه با توجه به توسعه روزافزون کشورها، نیروی برق یک نیاز اساسی برای رشد اقتصادی به‌شمار می‌آید؛ به‌گونه‌ای که بدون توسعه شبکه‌های برق، رشد صنایع به عنوان مهم‌ترین عامل توسعه کشورها متوقف می‌شود. از این‌رو تأمین به موقع و به اندازه‌ی انرژی الکتریکی مورد نیاز مردم و صنایع، از مهم‌ترین دغدغه‌های دولت‌ها است که علاوه بر نقش انکارناپذیر آن در توسعه اقتصادی و رفاه اجتماعی، نقش به‌سزایی در امنیت ملی نیز ایفا می‌کند. افزایش مصرف برق را در سالیان اخیر می‌توان در مواردی نظیر رشد سریع جمعیت، توسعه شهرنشینی، افزایش سطح زندگی و رفاه، واقعی نبودن تعرفه‌ها، تغییرات آب و هوا و توسعه صنعتی و تجاری مشاهده کرد. از طرفی همان‌طور که گفته شد برق یکی از منابع اصلی تأمین انرژی در جهان است که با توسعه فناوری و صنعتی جهان مصرف آن رو به رشد بوده است و طبق آمارها وضعیت مصرف انرژی نشان می‌دهد که شاخص شدت مصرف انرژی در ایران ۳/۹ برابر میانگین جهانی است. همچنین براساس مطالعات انجام شده ایران چهاردهمین تولیدکننده در صنعت برق و نوزدهمین مصرف‌کننده برق در جهان است. در نمودار زیر مصرف نهایی برق ایران براساس بخش‌ها آورده شده است که روند افزایشی را از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۱۷ را نشان می‌دهد.



منبع: آژانس بین‌المللی انرژی

نمودار ۱. مصرف نهایی برق ایران براساس بخش‌ها

تقاضای برق

سال‌های اول انقلاب پیش‌بینی‌هایی صورت گرفت که فرض بر این شد که طی سال‌های آینده مصرف برق با رشد نسبتاً ثابت و حتی معادل نرخ رشد سال‌های قبل زیاد خواهد شد و معمولاً پیش‌بینی تقاضای برق در شرکت‌های برق منطقه‌ای در آن زمان بر این اساس صورت می‌گرفت. رشد مستقل و خودبه‌خودی تقاضا برای برق طبق مبنایی برگرفته از تداوم رشد مرکب با نرخی معادل نرخ سال‌های گذشته به نظر می‌رسد. از منظر دیگر، فرض بر این بود که اثر عوامل تعیین‌کننده‌ی تقاضا بر طبق الگوی سال‌های قبل، در آینده نیز ادامه خواهد یافت و هیچ‌گونه تغییر اساسی در ساختمان اقتصادی کشور صورت نمی‌گیرد.

در سال‌های گذشته اگرچه، از روی رشد سال‌های قبل پیش‌بینی ساده‌ای انجام و تقریبا پاسخگوی پیش‌بینی مقدار تقاضای برق در مدت‌زمان کوتاه بوده است، اما از سال ۱۳۶۰ به بعد، چنین پیش‌بینی‌هایی با میزان مصرف برق همخوانی نداشته است. این نکته، نشانگر آن است که عوامل مؤثر بر تقاضای برق از الگوی پایدار گذشته‌ی خود خروج کرده و تغییر این الگو باعث تغییر تقاضا شده است. عواملی مانند تغییرات قیمت برق، جمعیت، درآمد سرانه و قیمت سوخت‌های جانشین از عواملی هستند که تقاضا برای برق را تعیین می‌کنند. بنابراین تغییرات عوامل مؤثر به صورت نظام‌یافته باید درنظر گرفته شود و در تخمین و پیش‌بینی میزان مصرف برق در سال‌های آینده، و به ویژه در بلندمدت، روش اصولی که براساس میزان تقاضا پیش‌بینی می‌شود به کار گرفته شود به طوری که از برآوردهای سال‌های گذشته، برای مثال دیده می‌شود که تقریباً

ارتباط مستقیمی بین میزان تقاضای برق و محصول ناخالص داخلی سرانه و ارتباط معکوس بین میزان تقاضای برق و قیمت آن وجود دارد (صفاری‌پور اصفهانی، ۱۳۷۶).

تقاضای خانگی برای برق یک تقاضای مشتق شده از روشنایی خانه، آب داغ، لوازم خنک‌کننده خانگی و غیره می‌باشد که می‌توان ابتدا یک تابع تولید برای کالای انرژی مرکب[1] که با S نشان داده می‌شود به صورت زیر نوشت:

$$S = S(P_e\ , CS) \qquad (۱)$$

که در آن P_e قیمت برق و CS موجودی وسایل شامل لوازم خانگی (مصرف‌کننده) انرژی است. متغیری که در تابع مطلوبیت خانوار وارد می‌شود خروجی تابع S، خدمات انرژی نامیده می‌شود. بقیه کالاهای مصرفی را می‌توان X درنظر گرفت اما متغیرهای برون‌زایی وجود دارند که تأثیرشان را در مطلوبیت و سایر متغیرها می‌گذارند مانند خصوصیات ساختاری خانوار و درجه حرارت هوای محل زندگی، که به ترتیب با Z و T نشان داده می‌شوند.

بنابراین تابع مطلوبیت را می‌توان به شکل زیر درنظر گرفت:

$$U = U\left(S(P_e, CS), X; Z, T\right) \qquad (۲)$$

که با توجه به شرط بودجه خانوار که در زیر آمده بیشینه می‌شود، به‌طوری که Y درآمد خانوار، P_s قیمت کالای انرژی مرکب و P_x قیمت بقیه کالاها که یک درنظر گرفته می‌شود را نشان می‌دهد:

$$Y - P_sS - P_xX = ۰ \qquad (۳)$$

با بهینه‌سازی هر کدام از متغیرها می‌توان معادله مصرف برق خانگی را تابعی از قیمت واقعی برق، درآمد خانوار، شدت مصرف برق و درجه حرارت که به عنوان متغیرهای توضیحی به آن اضافه شده است در نظر گرفت:

$$E = E(Y, T, P_e, I_e) \qquad (۴)$$

در این رابطه به ترتیب Y نشان‌دهنده درآمد خانوار، T درجه حرارت ،P_e قیمت واقعی برق و I_e شدت مصرف برق می‌باشد که در ادامه تحقیق هرکدام به تفکیک توضیح داده می‌شود. همچنین بعد از برآورد معادله بالا برای محاسبه شکاف موجود در استان‌های منتخب از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$\frac{\hat{y_2}-\hat{y_1}}{\hat{y_2}} \times 100 \qquad (۵)$$

برای مطالعه نحوه‌ی توزیع در خانوارها، مدل‌سازی تقاضای برق خانگی نیازمند توجه به گسترش سطح تقاضا برای استفاده‌های نهایی متفاوت در طول زمان، تغییرات در طول فصل‌ها و روزها، تصادف بار و غیره است و از آنجا که مصرف برق در یک خانواده واحد به سه عامل بستگی دارد: الف- مجموعه لوازم موجود در خانه ب- تقاضای برق فردی از این لوازم ج- استفاده از این لوازم، با دانش کامل از این عوامل می‌توان مصرف برق در یک خانواده را تعیین کرد.

قیمت برق

از جمله دلایلی که سبب توجه بیش از حد به انرژی برق شده است را می‌توان در سهولت تبدیل، سهولت استفاده، کم‌خطر بودن و همچنین ملاحظات زیست‌محیطی جستجو کرد. از اهرم‌های توسعه می‌توان برق را به عنوان یک منبع تامین انرژی مورد نیاز بخش‌های مختلف اقتصادی از یک‌سو و به عنوان یک شاخص رفاه اجتماعی از سوی دیگر، به حساب آورد که مبحث قیمت و هزینه تمام‌شده آن برای بخش‌های مختلف اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که این هزینه‌ی تمام شده‌ی برق در پرداخت‌هایی که در ایران توسط مشترکان برق صورت می‌گیرد، دخیل نیست؛ بلکه براساس تعرفه‌هایی است که در تدوین آن، مسائل متعدد اقتصادی، اجتماعی و سیاسی مدنظر بوده است. این امر، بین تعرفه‌های برق با هزینه‌های سرمایه‌ای (تمام شده و جاری) آن عدم تناسب ایجاد کرده است. تعرفه می‌تواند ابزاری کارآمد برای بهینه‌سازی مصرف برق مشترکان باشد؛ اما عدم اصلاح آن متناسب با افزایش هزینه تمام شده، موجب مصرف بیش از حد آن می‌شود.

خطری که می‌تواند در کمین استمرار خدمات صنعت برق باشد پوشش ندادن هزینه‌ها از طریق تعرفه از یک‌سو و نبود شرایط بازار رقابتی و عدم فعالیت قابل توجه بخش خصوصی در زمینه سرمایه‌گذاری در بخش برق از سویی دیگر است. تقسیم‌بندی تعرفه‌های برق طبق نوع فعالیت یا کاربریشان شامل تعرفه‌های خانگی، عمومی، صنعتی، کشاورزی و سایر مصارف است که تغییر این تعرفه‌ها متناسب با تفاوت‌های فصلی و منطقه‌ای، است (به عنوان مثال، در فصل تابستان و افزایش تقاضا برای بار مصرفی، بهای برق مشترکان عمومی، کشاورزی، صنعتی و سایر مصارف افزایش می‌یابد). همچنین دو مؤلفه‌ی رطوبت و متوسط بیشینه‌ی دما در تعیین تعرفه‌ی برق خانگی دخیل است (برهمندزاده و همکاران، ۱۳۹۳).

1. Composite Energy Commodity

از ابتدای اسفند ماه سال ۱۳۹۶ با توجه به قانون بودجه همین سال، به منظور جبران افزایش قیمت فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی مصرفی نیروگاه‌های حرارتی به میزان ۴۰ ریال به ترتیب به ازای هر لیتر و هر متر مکعب، تعرفه‌های برق متناسبا افزایش یافت.

متوسط کل قیمت از ۶۶۲.۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت در سال ۱۳۹۵ به ۶۸۲.۷ ریال در سال ۱۳۹۶ رسیده که ۳.۱ درصد افزایش داشته است. بیشترین میزان افزایش به ازای هر کیلووات ساعت به بخش سایر مصارف به میزان ۶۸.۳ ریال اختصاص داشته است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۶).

درجه حرارت و مصرف برق خانگی

صنعت برق در شرایط فعلی بیش از ۲۵۷۳۹ هزار مشترک برق خانگی دارد که سالانه حدود ۱ میلیون مشترک خانگی به آن اضافه می‌شود. از جمله عوامل مهم و برون‌زای تأثیرگذار بر تقاضای برق می‌توان به تغییرات دمای هوا، اشاره کرد اگرچه می‌توان تغییرات دمای هوا را پیش‌بینی کرد، اما تغییرات ناگهانی آن همانند یک شوک بر مصرف برق خانگی تأثیر خواهد گذاشت. بنابراین در صورتی که گرمای هوا ناگهانی و زیاد باشد، شکاف بین عرضه و تقاضای برق افزایش می‌یابد و در این‌صورت تأمین برق بخشی مشترکین خانگی با مشکل مواجه خواهد شد. به عبارت دیگر تغییرات شدید در دمای هوا باعث ایجاد نااطمینانی در تقاضا می‌گردد. بنابراین شناخت نوع و میزان رابطه بین مصرف برق خانگی و درجه حرارت برای مدیریت بخش تقاضای خانگی برق از اهمیت زیادی برخوردار است (ابونوری و لاجوردی، ۱۳۹۴).

مصرف بهینه برق

مقادیر برآورد شده مصرف برق خانگی ایران در سطح مطلوب بین استان‌های با مصرف بیشتر است که با توجه به مقادیر بالفعل مورد بررسی قرار می‌گیرد. منظور از مصرف بهینه یعنی استفاده صحیح و مناسب از منابع انرژی می‌باشد و این‌کار هم در صنایع مختلف و هم مصارف خانگی جزء موارد ضروری می‌باشد. با توجه به هدف این تحقیق که تخمین مصرف مناسب (مقادیر برآورد شده در سطح مطلوب) برق خانگی استان‌های پرمصرف کشور، با استفاده از مدل پانل فضایی که نوعی از مدل‌های اقتصادسنجی است، در حقیقت می‌توان مدلی جامع که شامل تمامی متغیرهای درون‌زا و برون‌زا (از جمله مصرف برق، قیمت برق، درجه حرارت، جمعیت، درآمد خانوار و قیمت گاز به عنوان کالای جانشین) است معرفی کرد و با استفاده از داده‌های ترکیبی به برآورد مدل‌های مناسب و سپس مقایسه در مقادیر بهینه آن‌ها پرداخت. منظور از مقادیر بهینه یعنی مقادیر برآورد شده مصرف برق خانگی ایران در سطح مطلوب بین استان‌های با مصرف بیشتر و استان‌های با مصرف کمتر است که با توجه به مقادیر بالفعل مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین در مصرف بهینه می‌توان به تخصیص برق میان مشترکین و توجیه اقتصادی (از جمله در مورد استفاده از تکنولوژی‌های هدردهنده انرژی) نیز توجه کرد (منجذب و همکاران، ۱۳۹۴).

بعد خانوار

تقاضای مسکونی برای انرژی از تقاضا برای گرم کردن خانه، آشپزی، آب گرم، روشنایی و غیره نتیجه می‌شود و می‌تواند در چارچوب تئوری تولید خانوار بیان شود. خانوارها کالاهایی را از بازار می‌خرند و آن‌ها را در تولید کالاهای دیگری به کار می‌برند که در تابع مطلوبیت خانوارها وارد می‌شود و متوسط تعداد افراد تشکیل‌دهنده هر خانوار، بعد یا اندازه آن خانوار نامیده می‌شود.

در این تحقیق از روش پانل فضایی استفاده می‌شود و با توجه به ماهیت کاربردی این پژوهش برای آزمون فرضیه ابزار اقتصادسنجی مدنظر قرار می‌گیرد. استفاده از الگوی داده‌های پنل مزایای متعددی دارد که می‌توان به افزایش کارایی نتایج تخمین به دلیل استفاده از اطلاعات بیشتر و متنوع‌تر و نیز جامعیت نتایج تحلیل به دلیل توانایی این الگو در مدل‌سازی آثار داده‌های مقطعی در کنار داده‌های سری زمانی اشاره نمود. همچنین برای گردآوری ادبیات موضوع از روش کتابخانه‌ای استفاده شده است.

به طور کلی درآمار واقتصادسنجی، مجموعه داده‌های پانل شامل مشاهداتی برای چندین بخش (خانوار، بنگاه) و.... هستند که در طی زمان‌های مختلف جمع‌آوری شده‌اند. یعنی یک مدل داده‌های پانل حاوی اطلاعاتی در زمان و مکان است که شامل N مؤلفه در T دوره زمانی است.

داده‌های ترکیبی نیز به مجموعه‌ای از داده‌ها گفته می‌شود که شامل چندین مقطع و چند دوره‌ی زمانی است. مقطع می‌تواند بیانگر افراد، شرکت‌ها، کشورها، سازمان‌ها، گروه‌ها و ..... باشد و تعداد مقطع را با n نشان می‌دهیم. سری‌های زمانی نیز می‌تواند به صورت سالانه، ماهانه، فصلی، هفتگی، روزانه و ..... باشد.

اقتصادسنجی فضایی در جهت رفع ایرادات اقتصادسنجی متعارف در شرایطی که در مورد داده‌های با ویژگی‌های مکانی با یکی از دو مسئله همبستگی فضایی یا ناهمسانی فضایی روبه‌رو باشیم ایجاد شده است و با ارائه راهکارهایی در مدل‌سازی و روش برآورد، ضمن رفع ایرادات اقتصادسنجی متعارف تبیینی از اثرات

فضایی را به دست می‌دهد. ایده اصلی در خصوص اقتصادسنجی فضایی این است که در مواردی که اثرات فضایی در قالب همبستگی فضایی یا ناهمسانی فضایی وجود داشته باشد روش‌های اقتصادسنجی متعارف دیگر سازگار نخواهند بود. همچنین اقتصادسنجی فضایی متفاوت از اقتصادسنجی مرسوم در توانایی و کاربرد تکنیک اقتصادسنجی در استفاده از داده‌های نمونه‌ای است که دارای جزء مکانی هستند و زمانی که داده‌های نمونه‌ای دارای جزء مکانی هستند دو مسئله رخ می‌دهد: الف) وابستگی فضایی بین مشاهدات داده‌ای نمونه در نقاط مختلف ب) ناهمسانی فضایی که ناشی از روابط یا پارامترهای مدل است که با حرکت بر روی صفحه مختصات همراه با داده نمونه‌ای تغییر می‌کند که اقتصادسنجی متعارف این دو موضوع را نادیده می‌گیرد، چون در صورت لحاظ این دو عامل فروض مورد استفاده در اقتصادسنجی متعارف به فروض گاوس–مارکوف که خصوصیات مطلوب تخمین‌زننده‌های حداقل مربعات معمولی است نقض خواهد شد. در این فروض متغیرهای توضیحی در نمونه‌گیری‌های تکراری ثابت هستند ولی وجود وابستگی فضایی در میان نمونه‌های فرض را نقض می‌کند. همچنین توانایی اقتصادسنجی فضایی به‌کارگیری اطلاعات مکانی در تجزیه و تحلیل داده‌هاست (عسگری و اکبری، ۱۳۸۰).

وابستگی فضایی

وابستگی فضایی زمانی رخ می‌دهد که محقق از داده‌های مکانی استفاده کند به طوری‌که وقتی مشاهده‌ای مربوط به یک محل مانند i وجود داشته باشد، این مشاهده به مشاهدات دیگر در مکان‌های $i \neq j$ وابسته است. وابستگی می‌تواند بین چندین داده رخ دهد به‌طوری که i می‌تواند هر مقداری از $i = 1, \dots, n$ را اختیار کند، زیرا انتظار برای است که داده‌های نمونه‌ای مشاهده شده در یک نقطه از فضا به مقادیر مشاهده شده در مکان‌های دیگر وابسته باشد.

می‌توان به صورت زیر فرمول‌بندی کرد:

$$Y_i = f(y_i) \quad (۶)$$
$$i = 1, \dots, n$$
$$j \neq i$$

در وابستگی فضایی مجاورت و بعد فاصله می‌تواند موثر باشد که اقتصادسنجی مرسوم امکان برآورد و شناسایی این‌گونه عوامل را نخواهد داشت.

ناهمسانی فضایی

ناهمسانی فضایی اشاره به انحراف در روابط بین داده‌ها در سطح مکان‌های جغرافیایی فضا دارد. به عبارت دیگر ناهمسانی فضایی می‌گوید در حرکت بین مکان‌های فضایی توزیع داده‌ها دارای میانگین و واریانس ثابتی نخواهند بود. فرض کنید رابطه‌ای خطی به صورت زیر برقرار باشد:

$$Y_i = X_i\beta + \varepsilon_i \quad (۷)$$

که در آن Y_i متغیر وابسته، X_i نشانگر بردار K عضوی از متغیرهای توضیحی، β بردار پارامترها، I بیانگر شماره مشاهده در فضاو ε_i خطای تصادفی است. به دلیل یکسان نبودن ویژگی‌های تمام نقاط در فضا از جمله واریانس و میانگین، به کار بردن روش‌های اقتصادسنجی متعارف برای برآورد پارامترها، نامناسب است و باعث مخدوش شدن نتایج می‌شود (کفایی و خسروی، ۱۳۹۶).

معادله رگرسیون عمومی این مدل به صورت زیر تعریف می‌شود که در این معادله، i مقاطع و t سری‌های زمانی است و X_{it} و Y_{it} به ترتیب مشاهدات مربوط به متغیرهای X و Y است (سوری، ۱۳۹۲).

$$Y_{it} = \alpha + \beta_{it}X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۸)$$

داده‌های ترکیبی را می‌توان به صورت جدول ۱ نشان داد. برای هر متغیر، nT مشاهده داریم. در جدول ۱ برای سادگی، فقط یک متغیر توضیحی را درنظر می‌گیریم زیرا اگر X بیش از یک متغیر را دربر بگیرد آنگاه X_{kit} بیانگر مشاهدات مربوط به متغیر K ام در مقطع i $(i = 1, \dots, n)$ و در زمان t $(t = 1, \dots, T)$ می‌باشد که $k = 1, \dots, K$ است.

داده‌هایی که در این پژوهش مورد استفاده قرار می‌گیرد مربوط به ۳۲ استان کشور ایران، در طی سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۷، از سایت‌های بانک مرکزی، وزارت نیرو، مرکز آمار ایران و ترازنامه انرژی سال‌های مربوطه استخراج شده است تا با استفاده از روابط بین متغیرها و استفاده از داده‌های ترکیبی شکاف مصرف برق خانگی در استان‌های پرمصرف تخمین زده شود.

جدول ۱. داده‌های ترکیبی

مقطع (i)	زمان (t)	Y_{it}	X_{it}
$i=1$	1 2 $\vdots$ T	Y_{11} Y_{12} $\vdots$ Y_{1T}	X_{11} X_{12} $\vdots$ X_{1T}
$i=2$	1 2 $\vdots$ T	Y_{21} Y_{22} $\vdots$ Y_{2T}	X_{21} X_{22} $\vdots$ X_{2T}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$i=n$	1 2 $\vdots$ T	Y_{n1} Y_{n2} $\vdots$ T_{nT}	X_{n1} X_{n2} $\vdots$ X_{nT}

منبع: سوری (۱۳۹۵)

cow_{it}: میزان مصرف برق در استان i ام و در سال t ام

pn_{it} : جمعیت استان i ام و در سال t ام

$\mathrm{Re}ali$: میزان تولید حقیقی استان i ام و در سال t ام

$\mathrm{Re}pi_{it}$: شاخص بهای حقیقی برق

$Rgpi_{it}$: شاخص حقیقی بهای گاز

tem_{it} : درجه حرارت

W: ماتریس وزنی فضایی

ρ : پارامتر عددی، قابل تخمین. این پارامتر به همراه ماتریس W، نشان دهنده ی ماتریس وزنی مدل است.

لازم به ذکر است که داده‌های جمعیت از سایت مرکز آمار، درآمد برابر با تولید ناخالص داخلی از بانک مرکزی و داده‌های مربوط به قیمت و میزان مصرف سالانه برق با مراجعه به وزارت نیرو و سایت بانک مرکزی و گردآوری شده است.

مدل پژوهش حاضر، به شکل معادله‌ی ۹ به صورت زیر است:

$$cow_{it} = \rho w + \beta_1 Pn_{it} + \beta_2 Reali_{it} + \beta_3 repi_{it} + \beta_4 rgpi_{it} + \beta_5 tem_{it} + V_{it} \qquad (۹)$$

مدل فوق، مدل دوربین فضایی SDM، شکل تعمیم‌یافته مدل SAR است که شامل تأثیر متغیر وزنی بر متغیرهای توضیحی و وابسته و بردار اثرات ثابت یا تصادفی است. تشریح علائم به شرح زیر است:

جدول ۲. معرفی متغیرهای مدل به تفکیک

متغیر وابسته	مصرف برق سالانه هر استان
متغیرهای توضیحی	جمعیت سالانه هر استان
	شاخص بهای برق حقیقی
	شاخص بهای گاز حقیقی
	تولید حقیقی
	درجه حرارت

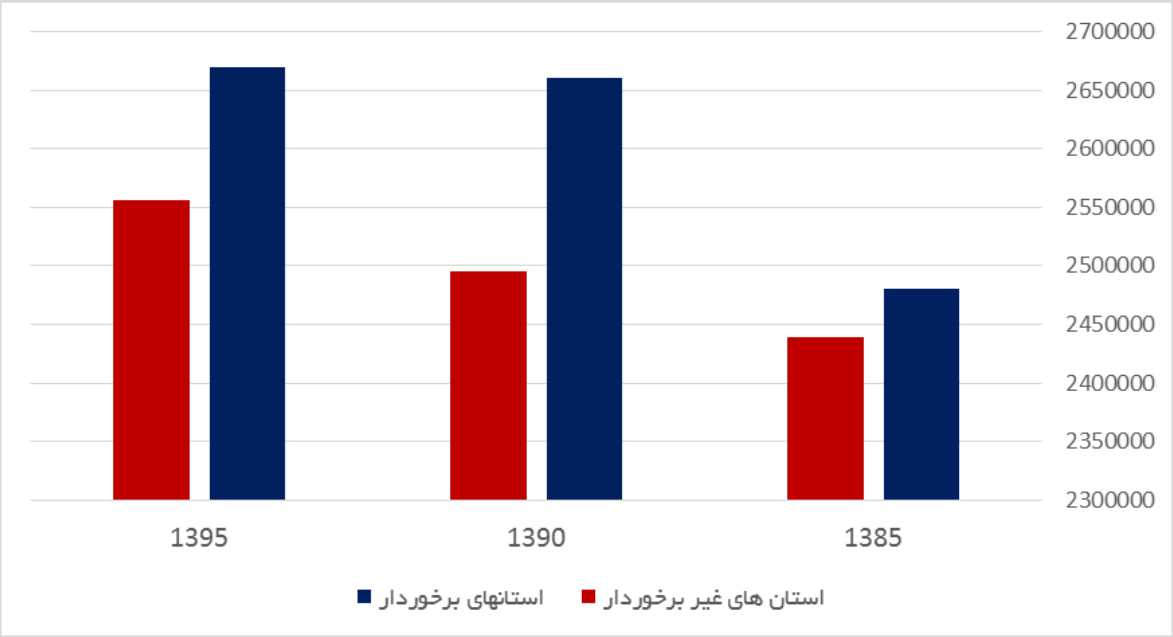
منبع: سوری (۱۳۹۵)

٤. یافته‌ها

نحوه‌ی گزینش استان‌های منتخب

جهت تخمین میزان مصرف برق براساس متغیرهای توضیحی، ابتدا داده‌های مربوط به متغیرهای یاد شده در بازه زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۷ برای استان‌های منتخب گردآوری شده است و سپس براساس رابطه‌ی بالا میزان مصرف سالانه هر استان تخمین زده شده است.

استان‌های انتخابی در گروه، استان‌های پرمصرف درنظر گرفته شده‌اند. از آنجایی که در مسائل اقتصادی برای ارائه یک تحلیل جامع از موضوع، نیاز است که طرف عرضه و تقاضا را به طور کامل مورد بررسی و تحلیل قرار دهیم، معیار جمعیت می‌تواند شاخص مناسبی باشد که در بیشتر پژوهش‌های مرتبط، ارتباط معناداری با تقاضای برق دارد. در اینجا از میانگین جمعیت استان‌های منتخب در سال های ۸۵، ۹۰ و ۹۵ استفاده شده است و نتایج در نمودار زیر آورده شده است:



نمودار ۲. مقایسه میانگین جمعیت استان‌های پرمصرف و کم‌مصرف

منبع: یافته‌های تحقیق

به طور میانگین جمعیت استان‌های گروه اول، از میانگین جمعیت استان‌های گروه دوم بیشتر است. دلیل انتخاب این سال‌ها از بین سال‌های این پژوهش این است که در ایران هر ۵ سال یکبار سرشماری صورت می‌گیرد و داده‌های جمعیتی در سال‌های سرشماری دقیق‌تر از سال‌های دیگر است و در سایر سال‌ها، توسط پژوهشگران مرکز آمار تهیه و تخمین زده می‌شود.

دلیل انتخاب این ۲۰ استان و تقسیم‌بندی آن‌ها به پرمصرف و کم‌مصرف با توجه به شاخص شدت مصرف برق صورت گرفته است که در این تحقیق استان‌های پرمصرف مدنظر ما است زیرا در حال حاضر این شاخص معیار شدت انرژی از جمله شاخص‌های استراتژیک در کشورهای توسعه یافته است، که از آن برای بررسی افزایش کارایی انرژی از نظر کاهش وابستگی انرژی کشور به خارج استفاده می‌شود.

جدول ۳. اسامی استان‌های منتخب

ردیف	نام استان
۱	کهکلویه و بویراحمد
۲	مرکزی
۳	تهران
۴	ایلام
۵	قزوین
۶	سمنان
۷	یزد

۸	اصفهان
۹	اردبیل
۱۰	خراسان شمالی
۱۱	هرمزگان
۱۲	سیستان و بلوچستان
۱۳	گلستان
۱۴	بوشهر
۱۵	خوزستان
۱۶	گیلان
۱۷	کردستان
۱۸	آذربایجان غربی
۱۹	مازندران
۲۰	کرمان

همچنین منعکس‌کننده ویژگی‌های عمومی استاندارد یا سبک زندگی در یک اقتصاد می‌باشد.کشورهایی که استاندارد زندگی پیشرفته‌تری را تجربه می‌کنند و از سطح رفاه بالاتری برخوردارند، کالاها و وسایل انرژی‌بر بیشتری را نیز استفاده می‌کنند و لذا از این نظر می‌توانند میزان شدت انرژی بالاتری نیز داشته باشند. لذا می‌توان بررسی کرد آیا افزایش شدت انرژی برق در سال‌های اخیر ناشی از قیمت بوده است یا نه، و همچنین درجه بهینگی استفاده از انرژی رو در یک کشور نشان می‌دهد. بنابراین با توجه به معیار جمعیت استان ها و شاخص شدت مصرف برق استان‌های هرمزگان، سیستان و بلوچستان، گلستان، بوشهر، خوزستان، گیلان، کردستان، آذربایجان غربی، مازندران و کرمان در گروه پرمصرف‌ها قرارگرفتند.

بررسی داده‌ها

مانایی داده‌ها

همان‌طور که پیشتر به آن اشاره شد، در این پژوهش از داده‌های پنل استفاده می‌شود. هر چند باتوجه به کوتاه‌مدت بودن دوره زمانی در این تحقیق که برابر با ۱۳ سال است و نیازی به انجام آزمون مانایی نیست زیرا این آزمون بیشتر در مورد داده‌هایی کاربرد دارد که دارای دوره زمانی بلندمدت باشد با این وجود برای داده‌ها در جدول۴ آزمون مانایی گزارش شده است که همه متغیرها در سطح ۰.۰۵ درصد مانا هستند. بنابراین در این پژوهش از متغیرهای اصلی بدون هیچ تغییری در مدل استفاده شده است و نتایج آن در جدول ۴ مشاهده می‌شود.

جدول ٤. نتایج آزمون مانایی داده‌ها

متغیر	نوع آزمون	آزمون مانایی متغیرها در سطح	
		مقدار آماره	احتمال
cow_{it}	LLC	-۲/۳۱۸۸۴	۰/۰۱۰۲
Pn_{it}	LLC	-۲/۲۵۷۱۴	۰/۰۱۲۰
$reali_{it}$	LLC	-۶/۹۲۹۵۰	۰/۰۰۰۰
$repi_{it}$	LLC	-۶/۲۱۷۰۲	۰/۰۰۰۰
$rgpi_{it}$	LLC	-۵/۶۷۹۳۸	۰/۰۰۰۰
tem_{it}	LLC	-۲/۷۱۱۷۲	۰/۰۰۳۳

منبع: محاسبات تحقیق

بررسی مدل

در این بخش به تخمین مدل با داده‌های پانل فضایی در محیط نرم‌افزار STATA پرداخته می‌شود، مدل مصرف برق خانگی در استان‌های منتخب تخمین زده شده و سپس شکاف مصرف بررسی خواهد شد. به علاوه، بیان چند نکته ضرورت دارد اول اینکه، اثرات فضایی در محاسبات عواملی هستند که به مکان استقرار متغیرها مربوط می‌شوند. عامل اول مبحث وابستگی و یا خودهمبستگی فضایی بین مشاهدات داده‌ای نمونه در نقاط مختلف است و عامل دوم ساختار و یا ناهمسانی فضایی که ناشی از روابط مدل است که با حرکت بر روی صفحه مختصات همراه با داده نمونه‌ای تغییر می‌کند. همان‌طور که قبلاً بیان شد برای تشخیص فضایی بودن داده‌ها نیاز به انجام آزمون‌های تشخیص فضایی است اما توجه کنید که انجام این آزمون در سری‌های زمانی پیچیده که امکان تشخیص ارتباط فضایی نیست، ضروری است. در این پژوهش دو گروه استان مورد انتخاب، دارای ارتباط جغرافیایی با شاخص کمیت‌پذیر هستند. در رابطه با این موضوع در ادامه بعد از اجرای مدل توضیحات بیشتری داده خواهد شد. به علاوه استان‌های انتخابی در این پژوهش دارای ارتباط مجاورتی با یکدیگر هستند. این مجاورت از جنوب شرقی ایران تا شمال غربی و شمال شرقی را دربر گرفته است. تمرکز بر چند استان که در مجاورت هم قرار دارند و دارای پراکندگی زیادی نیستند، نقاط مشترک فراوانی از نظر منابع برقی خواهند داشت و داده‌های آنها تفاوت چندانی از نظر آماری ندارند و به داده‌های وزنی مجاورتی را معنا می‌بخشند. بنابراین ماتریس وزنی، از نوع ماتریس مجاورت می‌باشد.

اجرای مدل

برای اجرای مدل در نرم‌افزار استتا[1] دستور xsmle، مورد استفاده قرار گرفته است. این دستور یک روش جدید برای تجزیه و تحلیل فضایی داده‌های پنل با استفاده از این نرم‌افزار است، که به کمک این دستور برای برآورد حداکثر درست‌نمایی احتمالی، نرم‌افزار یک مجموعه وسیع از هر دو مدل ثابت و تصادفی فضایی را برای داده های پانل، درنظر می‌گیرد. ما با به‌کارگیری این دستور و با توجه به تحلیل نتایج حاصل از برآورد مدل های مختلف از جمله SAR، SDM، SEM، SAC و GSPRE، مدل SDM را به عنوان بهترین مدل انتخاب کرده‌ایم. همان‌طور که پیشتر بیان شد، مدل فوق، مدل دوربین فضایی SDM، شکل تعمیم یافته مدل SAR است که شامل تاثیر متغیر وزنی بر متغیرهای توضیحی و وابسته و بردار اثرات ثابت یا تصادفی است. نکته دوم اینکه برای انتخاب مدل اثرات ثابت یا تصادفی، از آزمون‌های مختلفی استفاده می‌شود؛ که نحوه‌ی انجام این آزمون‌ها به نوع داده‌ها، مدل، نرم‌افزار منتخب و دستورات آن، بستگی دارد.

برای انتخاب مدل از آزمون والد استفاده شده است. به این منظور برای انتخاب بهترین مدل، بین مدل SDM و SAR، همچنین بین مدل SDM و SEM، از این آزمون استفاده شده و نتایج به ترتیب در جداول ۵ آورده شده است:

همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، فرضیه صفر مبنی بر مناسب بودن مدل SAR، رد می‌شود و در نتیجه مدل SDM پذیرفته می‌شود. نتایج در جدول ۵ نیز گویای این مطلب است که فرضیه صفر مبنی بر مناسب بودن مدل SEM، رد می‌شود و در نتیجه مدل SDM پذیرفته می‌شود.

لازم به ذکر است که SAC حالتی است که انتشار هم از محل اجزای اخلال هست و هم از متغیر وابسته است. با توجه به آزمون والد گزارش شده در جدول ۵که مشخص می کند انتشار از محل متغیر وابسته است دیگر نمی‌توان از مدل SAC، استفاده کرد.

برآورد مدل نهایی

انجام تحقیقات در علوم منطقه‌ای به طور وسیعی مبتنی بر داده‌های نمونه‌ای منطقه‌ای است که محقق با مراجعه به محل با شیوه‌های نقطه‌یابی در فضا آن‌ها را استخراج می‌کند. وقتی در تحقیقات با متغیرهایی مواجه هستیم که مربوط به مکان و موقعیت جغرافیایی خاصی است، به‌کار بردن شیوه معمول در اقتصادسنجی مناسب نخواهد بود. همان‌طور که اشاره شد با توجه به وجود پدیده‌ی وابستگی فضایی در متغیرهای پژوهش، مدل‌سازی مصرف برق در این پژوهش در حضور بعد فضا صورت گرفته و بدین منظور از تخمین‌زن پنل فضایی SDM، استفاده شده است که دلایل و چگونگی انتخاب این مدل به تفضیل بیان شد. در ادامه برای انتخاب بین مدل اثرات ثابت و تصادفی در SDM، از آزمون هاسمن استفاده می‌کنیم. مدل اثرات تصادفی را در نرم‌افزار استتا اجرا و سپس آزمون هاسمن را انجام می‌دهیم. مقدار آماره و احتمال این آزمون در جدول ۷ آورده شده است.

1. STATA

جدول ۵. نتایج آزمون والد برای انتخاب بهترین مدل بین مدل SDM و SAR

Specification Test	Statistic	Probe
آزمون والد	۱۲/۵۶	۰/۰۰۵۷

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ٦. نتایج آزمون والد برای انتخاب بهترین مدل بین مدل SDM و SEM

Specification Test	Statistic	Probe
آزمون والد	۱۳/۱۰	۰/۰۲۲۴

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۷. نتایج آزمون هاسمن برای انتخاب بین مدل اثرات ثابت و تصادفی

Specification Test	Statistic	Probe
آزمون هاسمن	۱۰/۰۸	۰/۱۲۱۵

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به نتایج درج شده در جدول ۷، احتمال ۰/۱۲۱۵ و بیشتر از ۰/۰۵ بوده در نتیجه دلیلی برای رد فرض صفر وجود ندارد. بنابراین این نتیجه حاصل می‌شود که کارایی مدل اثرات تصافی بیشتر از اثرات ثابت است و مدل ما اثرات تصادفی است. بنابراین به بررسی مدل اثرات تصادفی می‌پردازیم. نتایج اجرای این مدل در جدول ۸ آورده شده است.

همان‌طور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، مقدار R^2 برابر با ۸۳/۶۴ درصد از تغییرات مصرف توسط متغیرهای انتخابی قابل توضیح است. نتایج جدول حاکی از این است که متغیرها در سطح معناداری قابل تفسیر هستند. همچنین متغیر شاخص بهای گاز حقیقی به دلیل معنادار نبودن در سطح ۰/۰۵ درصد در جدول و مدل نهایی گزارش نشده است. توجه می‌کنیم که به غیر از شاخص بهای حقیقی برق سایر متغیرها تاثیر مستقیمی و مثبتی بر مصرف برق دارند. در فصل پنجم، این نتایج به تفسیر آورده خواهد شد.

همچنین توجه به ضریب *rho* می‌تواند اطلاعات مفیدی در خصوص مدل بدهد. در واقع با توجه به این ضریب در مدل و ضرایب مشابه در سایر مدل‌ها، این نتیجه به دست می‌آید که داده‌های وزنی از خود واکنش نشان داده و معنی‌دار هستند یا خیر؛ در واقع معناداری این آماره بیانگر این است که محل انتشار اثرات فضایی از متغیر وابسته ناشی می‌شود. در جدول ۹ نتایج آماره‌ی *Rho* قابل مشاهده است؛ باتوجه به نتایج احتمال ۰/۰۰۲ و در نتیجه محل انتشار اثرات فضایی از متغیر وابسته ناشی می‌شود.

براساس ضرایب تخمین زده شده، مدل اقتصادسنجی مورد نظر ما برای مصرف برق به صورت رابطه‌ی زیر خواهد بود:

$$cow_{it} = 0.0008818pn_{it} + 0.0000484reali_{it} - 1140.671repi_{it} + 230.1114tem_{it} + V_{it} \quad (۱۰)$$

مقدار R^2 در مدل تخمین‌زده‌شده براساس تنها متغیرهای معنی‌دار، این نتیجه را به دست می‌دهد که۸۳/۷۶ درصد تغییرات مصرف برق، توسط متغیرهای توضیحی مدل، توضیح داده می‌شود. ۱۶/۲۴ درصد از این تغییرات توسط اجزای دیگری توضیح داده می‌شوند که ما آن را در جز اخلال قرار داده‌ایم؛ بنابراین با هدف بررسی عوامل نادیده گرفته شده در تخمین مدل، خطای اندازه‌گیری را تحت عنوان شکاف، برای استان‌ها بررسی می‌کنیم. ابتدا مقادیر مطلوب مصرف برق در قالب مدل تخمینی پنل فضایی برای استان‌ها برآورد گردیده و سپس مقادیر هر استان تفکیک و میانگین دوره محاسبه گردیده است در مرحله‌ی بعدی میانگین مقادیر مصرف بالفعل هر استان به تفکیک محاسبه شده و در آخر به بررسی تفاوت معنادار بین مقادیر مطلوب (برآورد) مصرف برق با مقادیر بالفعل استان‌ها به تفکیک پرداخته‌ایم به این منظور از نرم‌افزار EViews، استفاده کرده‌ایم. نتایج آزمون تساوی میانگین در جداول ۱۰ آورده شده است:

جدول ۸. نتایج تخمین مدل با استفاده از تخمین‌زن پنلی فضایی

متغیر	ضرایب	آماره Z	مقدار P-VALUE
pn_{it}	۰/۰۰۰۸۸۱۸	۶/۷۶	۰/۰۰۰۰
$reali_{it}$	۰/۰۰۰۰۴۸۴	۵/۱۸	۰/۰۰۰۰
$repi_{it}$	−۱۱۴۰/۶۷۱	−۲/۱۰	۰/۰۳۵
tem_{it}	۲۳۰/۱۱۱۴	۳/۳۸	۰/۰۰۱
R^2	۰/۸۳۶۴	–	–

جدول ۹. نتایج آماره Rho، استخراج شده از مدل

حالت فضایی	Statistic	Probe
Rho	۰/۱۷۲۰۰۷۳	۰/۰۰۰۰

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۱۰. نتایج آماره F برای آزمون تساوی میانگین برای استان‌های پرمصرف

استان‌های پرمصرف	مقدار آماره	احتمال
هرمزگان	۵/۲۴۴۱۳۹	۰/۰۳۱۱
بوشهر	۱۱/۶۸۲۸۹	۰/۰۰۲۳
خوزستان	۴۴/۸۸۶۷۷	۰/۰۰۰۰
کردستان	۶/۷۶۱۲۲۴	۰/۰۱۵۸
آذربایجان غربی	۴/۸۹۹۴۱۷	۰/۰۳۶۶

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به نتایج به دست آمده ۵ تا استان مذکور دارای تفاوت معنادار در سطح ۵ درصد هستند.

بنابراین برای پر کردن این شکاف به دست آمده برای استان‌ها باید برای هر استان محاسبه شود که چقدر قیمت برق بالا رود تا این شکاف بسته شود و در واقع مصرف بالفعل به مصرف بالقوه نزدیک شود. برای نمونه برای استان هرمزگان که شکاف مصرف آن برابر با ۰/۴۷۸۳− است و میانگین مصرف بالفعل بیشتری از میانگین مصرف مطلوب دارد باید ۰/۰۴۱ درصد قیمت برق را کم کرد تا مصرف بالفعل به مصرف مطلوب نزدیک شود و شکاف موجود بسته شود. به ترتیب برای بقیه استان‌ها نیز قیمت برق لازم برای پر شدن شکاف موجود طبق جدول ۱۲ به دست آمده است.

با توجه به آزمون تساوی میانگین‌ها که در ایویوز انجام شد، در میان استان‌های برخوردار ۵ استان شامل هرمزگان، بوشهر، خوزستان، کردستان و آذربایجان غربی میانگین مصرف بالفعل بیشتری نسبت به میانگین مصرف مطلوب (شکاف منفی) دارند.

از آنجایی که قیمت با مصرف برق رابطه‌ی عکس دارد، می‌توان از قیمت به عنوان ابزاری برای کنترل مصرف استفاده کرد و به خصوص در استان‌های پرمصرف، می‌توان از سیاست قیمت‌گذاری برای کنترل سطح مصرف برق استفاده کرد.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار استتا و Eviews 9 و نرم‌افزار اکسل انجام گرفته است و نتایج تخمین مدل با استفاده از تخمین زن پانل فضایی نشان داده شد که به غیر از شاخص بهای حقیقی برق سایر متغیرها از جمله تولید حقیقی، دما و جمعیت تاثیر مستقیم و مثبتی بر مصرف برق دارند به طوری که با بالا رفتن درآمد (تولید حقیقی)، دما و جمعیت مصرف برق نیز بیشتر می‌شود.

همچنین باتوجه به نتایج تخمین مدل و ضریب به دست آمده برای شاخص بهای برق حقیقی (۱۱۴۰/۶۷۱−) می‌توان گفت که فرضیه تحقیق تایید شده است و قیمت برق بر مصرف برق خانگی تأثیر منفی و معنادار دارد. به عبارتی در هر استان با افزایش قیمت، مصرف سالانه‌ی برق به طور معناداری کاهش می‌یابد.

در این پژوهش ضریب درآمد هر استان مثبت شده است و با توجه به معناداری این ضریب، می‌توان گفت میزان درآمد استان

تأثیر معناداری بر میزان مصرف در آن استان دارد. همچنین ضریب مربوط به جمعیت سالانه مثبت و معنادار محاسبه شده است که به عبارتی در هر استان با افزایش میزان جمعیت، مصرف سالانه برق به طور معناداری افزایش می‌یابد.

ضریب مربوط به درجه حرارت (دما) هر استان مثبت شده است که می‌توان گفت میزان درجه حرارت استان تأثیر معناداری بر میزان مصرف در آن استان دارد.

در خصوص برآورد شکاف مصرف (که میانگین مصرف مطلوب منهای میانگین مصرف بالفعل تقسیم بر میانگین مصرف مطلوب ضربدر ۱۰۰)، درمیان استان‌های پرمصرف دو استان گلستان و مازندران دارای احتمال بالاتر از ۰.۰۵ و میانگین مصرف بالفعل با مصرف بالقوه تفاوت معناداری ندارد. استان‌های هرمزگان، بوشهر، خوزستان، کردستان و آذربایجان غربی با احتمال کمتر از ۰.۰۵ درصد معنادار و شکاف محاسبه شده برای آن‌ها به‌ترتیب برابر با ۰/۴۷۸۳-، ۰/۷۸-، ۱/۱۹۱۹-، ۰/۴۳۹- و ۰/۱۲۹- است که میانگین مصرف بالفعل بیشتری از میانگین مصرف مطلوب دارند. به علاوه استان‌های سیستان و بلوچستان، گیلان و کرمان میزان مصرفی پایین‌تر از حد مصرف مطلوب دارند و این یعنی میانگین مصرف بالفعل این استان‌ها از میانگین مصرف برازش شده خودشان کمتر است.

شکاف محاسبه شده برای استان‌های پرمصرف می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که این استان‌ها دارای پراکندگی زیادی نیستند و نقاط مشترک فراوانی از نظر منابع برقی خواهند داشت و داده‌های آن‌ها تفاوت چندانی از نظر آماری ندارند.

به منظور ارائه راه‌حل‌های کاربردی برای جلوگیری از ایجاد مشکلات در زمینه توزیع و مصرف برق پیشنهاد می‌شود به بررسی تنظیم قیمت برق برای تنظیم مصرف برق (خانگی و...) با توجه به آزادسازی قیمت‌ها و در پیش گرفتن سیاست‌های قیمتی مناسب جهت کاهش شدت مصرف برق پرداخت. همچنین پیشنهاد می‌شود از سیاست‌های غیرقیمتی مانند آموزش به منظور بهبود روش‌های استفاده از انرژی، تغییر الگوی مصرف انرژی با تأکید بر بین نسلی بودن انرژی، تشویق به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر باد و خورشید، اعمال سیاست‌های مالیاتی تشویقی، تولید انرژی از زباله‌های زیست‌محیطی، الزام صنایع تولیدی لوازم خانگی به نصب برچسب انرژی و... استفاده شود.

محدودیت‌ها

یکی از محدودیت‌های پیش روی این تحقیق را می‌توان در دسترس نبودن اطلاعات و آمار مربوط به داده‌ها دانست که ممکن است تا حدودی صحت و سقم آنها به دلیل عدم ثبت مناسب و یا دستکاری دستخوش تغییراتی باشند که نتایج را تا حدی تحت شعاع قرار دهند. همچنین نتایج به دست آمده مربوط به استان‌های مورد بررسی است و به سایر استان‌ها نباید تعمیم داد.

جدول ۱۱. شکاف مصرف استان‌های پرمصرف

استان‌های پرمصرف	میانگین مصرف بالفعل	میانگین مصرف مطلوب	شکاف مصرف
هرمزگان	۴۲۱۸/۳۰۷	۴۱۹۸/۲۲۶	-۰/۴۷۸۳
بوشهر	۲۹۹۶	۲۹۹۳/۶۶۳	-۰/۷۸
خوزستان	۱۰۵۸۹/۶۱۵	۱۰۴۶۴/۸۸	-۱/۱۹۱۹
کردستان	۸۳۶/۶۹۲	۸۳۳/۰۳۶۳	-۰/۴۳۹
آذربایجان غربی	۱۵۹۳/۲۳۱	۱۵۹۱/۱۸۰۵	-۰/۱۲۹

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۱۲. درصد لازم برای پر شدن شکاف موجود استان‌های پرمصرف

استان‌های پرمصرف	درصد لازم برای پر شدن شکاف موجود
هرمزگان	۰/۰۴۱
بوشهر	۰/۰۶۸
خوزستان	۰/۱۰۴
کردستان	۰/۰۳۸
آذربایجان غربی	۰/۰۱۱

منبع: محاسبات تحقیق

تعارض منافع

الف- اینجانب و نویسندگان این مقاله تأیید و تعهد می‌نماییم که این مقاله به زبان انگلیسی و یا فارسی در مجله داخلی و خارجی به چاپ نرسیده و یا تحت بررسی نمی‌باشد و تمام مطالب درج شده در مقاله حاصل پژوهش انجام شده توسط نویسندگان و مورد تأیید و تعهد ما بوده و مسئولیت حقوقی آن بر عهده این جانبان است.

ب- در دسترس بودن داده‌ها: این که داده‌ها در هر موقع از سوی نشریه خواسته شود در اختیار نشریه قرار خواهد گرفت.

ج- تعامل نویسنده: این جانبان (شادی قنبری و اکرم موحدی) به راهنمایی دکتر محمدرضا منجذب در تهیه این مقاله مشارکت و فعالیت کامل داشته‌ایم.

د- این مقاله در ارتباط با طرح و رساله کارشناسی ارشد است و حاصل تحقیق محققین است.

ه- شفاف‌سازی: در تدوین مقاله از هوش مصنوعی و یا تکنولوژی خاصی استفاده نشده است.

Abunouri, Ismail, and Lajevardi, Hassan. (2015). Investigating the impact of air temperature changes on household electricity consumption using consolidated data from the country's provinces. National Conference on Quality and Productivity. SID. https://sid.ir/paper/840022/fa (in persian)

Abu Nouri Esmail, & Lajevardi Hassan. (2014). Investigating the distributional effects of targeting subsidies on household electricity consumption in Tehran (in persian).

Anselin, L. (1999), "Spatial Econometrics, Bruton Center for School of Social Sciences", University of Texas at Dallas, www.csiss.org.

akbari, N. , talebi, H. and jalaei, A. (2017). An Investigation of Socio-Cultural Factors Affecting the Household Energy Consumption after the Implementation of Targeted Subsidies Law. *Journal of Applied Sociology*, *27*(4), 1-26. doi: 10.22108/jas.2017.21157 (in persian).

akbari, N. , talebi, H. and jalaei, A. (2017). An Investigation of Socio-Cultural Factors Affecting the Household Energy Consumption after the Implementation of Targeted Subsidies Law. *Journal of Applied Sociology*, *27*(4), 1-26. doi: 10.22108/jas.2017.21157. (in Persian).

Akbari, Nematollah. (2005). The concept of space and how to measure it in regional studies. Iranian Economic Research, 7(23), 39-68. (in persian).

ASGARI, A., & AKBARI, N.A.. (2002). SPATIAL ECONOMETRICS METHODS: THEORY AND APPLICATION. RESEARCH BULLETIN OF ISFAHAN UNIVERSITY (HUMANITIES), 12(1-2), 93-122. SID. https://sid.ir/paper/24916/en (in persian).

Barhamandzadeh, Danial, & Rezaei Ghahrudi. (2014). Studying the trend of changes in electricity consumption in different sectors during the years 1380 to 1391. Statistics (Analytical-Research Bimonthly), 2(2), 29-33 (in persian).

Boroujerdian, Amin Mirza, Saffarzadeh, Mahmoud and Ghasemzadeh Khoshkroudi, Ali. (2015). Using Spatial Autoregressive Lag Model to Predict Crash Rates in Roads Segments (Maximum Likelihood Estimation). Quarterly Journal of Transportation Engineering, 6(3), 383-396. (in persian).

Bernard, J. T., Bolduc, D., & Yameogo, N. D. (2011) , "A pseudo-panel data model of household electricity demand" , *Resource and Energy Economics*, *33*,pp. 315-325.

Borozan, D. , Funaric, M. R. , & Starcevic , D.P. (2016) ," Social Capital and Household Electricity Consumption in Croatia: A Regional Perspective" , Centeral and Eastern Europe in the changing Business Environment, 34.

Halvorsen, B., & Larsen, B. M. (2001) , "The flexibility of household electricity demand over time" ,*Resource and Energy Economics*, *23*, pp.1-18

Fatahi S, baharipour S, rezaee E. Evaluation Of The Effects Of Population Structure Of Electricity Consumption (Case Study Comparing Electricity Consumption Provinces West And East On The Country). ieijqp 2017; 5 (2) :1-13 URL: http://ieijqp.ir/article-1-282-fa.html (in persian).

Filippini, M., & Pachauri, S. (2004), "Elasticities of electricity demand in urban Indian households" , Energy policy, *32*, pp.429-436.

Gholizadeh, Aliakbar, & Barati, Javad. (2011). Analysis of Factors Influencing Residential Energy and Electricity Consumption of Household in Iran: Focus on Energy Productivity. Journal of New Economy & Commerce, 7(25-26), 145-167. SID. https://sid.ir/paper/118633/en (in persian).

Heidari, H. Najjar. F, M, & Saidpour, L. (2011). Investigating the Relationship between Electricity Consumption, Electricity price and Economic Growth in Iran. Journal of Economic Research and Policies, 19(59), 175-199. SID. https://sid.ir/paper/89500/en (in persian).

Henderson J. M. and Quandt R. E.(1980) ," Microeconomic theory a Mathematical approach" , Third Edition.

Hunt, L. C., Judge, G., & Ninomiya, Y. (2000) ," Modelling technical progress: an application of the stochastic trend model to UK energy demand (p. 99)" , Guildford: Surrey Energy Economics Centre.

Hondroyiannis, G. (2004) ," Estimating residential demand for electricity in Greece", *Energy Economics*, *26*(3), 319-334.

ran's Energy Balance Sheet (2013).

Iran's Energy Balance Sheet (2016).

Iran's Energy Balance Sheet (2017).

Jalilee, Seyed Abdolmajid, Jafari, Saeid, & Ansari Lari, Saleh. (2013). The Estimation of Electricuity Consunption in Residential Sector in: A Provinces Panel. Iranian Energy Economics, 2(8), 69-92. SID. https://sid.ir/paper/244902/en (in persian).

Kim, M. J. (2020). Understanding the determinants on household electricity consumption in Korea: OLS regression and quantile regression. The Electricity Journal, *33*(7), 106802

Khorasani, Hamid and Rashidinejad, Masoud.

(2012). "A Hybrid Method for Transmission Network Development Planning", Journal of Iranian Association of Electrical and Electronic Engineers, Year 9, Issue 1 (in persian).

Latif, E. (2015) ," A Panel Data Analysis of the Demand for Electricity in Canada" ,Journal of Applied Economics and Policy, Vol. 34: 195-205

Liu, T. (2015) , "The residential demand for electricity in South Korea", International Journal of Economics and Empirical Research . 2015, 3(2), 73-85

Li, C., Song, Y., & Kaza, N. (2018) , "Urban form and household electricity consumption: A multilevel study", Energy and Buildings, *158*, pp .181-193

Li, M., Allinson, D., & He, M. (2018) ," Seasonal variation in household electricity demand: A comparison of monitored and synthetic daily load profiles", *Energy and Buildings*, *179*, 292-300

Meybodi.A. (1998). Electricity Pricing Method Based on the Structure of the Country's Electricity Industry. . Journal of *Economic and Planning Research. 37-56: (1)4. http://eprj.ir/article-۱-۶۹۲-fa.html (in persian).*

Ministry of Energy, Tavanir Company. (2014). "Detailed Statistics of Iran's Electricity Industry, Deputy for Human Resources and Research", Office of Technology, Information and Statistics (in persian).

Mousavi, H. and Mohamadian, F. (2022). Analysis of Iran's Electricity Consumption: Application of Index Decomposition Analysis and Decoupling Analysis. *Journal of Industrial Economics researches*, *6*(19), 63-75. doi: 10.30473/jier.2022.9183 (in persian).

Manjab, Mohammad Reza and Nosrati, Reza. (2018). "Book of Advanced Econometric Models with Eviews and Stata". (in persian).

mozaffari Z, motafakker azad M A. The Effect of Social Capital on Household electricity Consumption in Iranian Provinces. ieijqp 2019; 7 (2) :47-60 URL: http://ieijqp.ir/article-1-529-fa.html (in persian).

Nassif, A., Feijo, C., & Araujo, E. (2011, December). The long-term" optimal" real exchange rate and the currency overvaluation trend in open emerging economies: The case of Brazil. United Nations Conference on Trade and Development.

Narayan, P.K.& R. Smyth. (2005) ," The residential demand for electricity in Australia :an application of the bounds testing approach to cointegration " ,Energy policy, 36: 2812-2818.

PAZHOOYAN, J., & MOHAMMADI, T.. (2000). OPTIMAL RAMSEY PRICING FOR IRANIAN ELECTRICITY INDUSTRY. IRANIAN ECONOMIC RESEARCH, 3(6), 39-61. SID. https://sid.ir/paper/2739/en (in persian).

Radfar, Javidi Dasht-e-Biaz, & Saeed Seyed Mahdavi Chabak. (2017, December). Investigating the consumption pattern of household users under the combined influence of thermal storage resources and demand response programs. In The Fourth International Conference on Knowledge-Based Engineering and Innovation. (in Persian).

Sadeghi H, Mohammadian M, Abdollahi A, Rashidinejad M. Generation Expansion Planning Considering Renewable Energy Resources and Support Schemes Using GSA. Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers 2015; 12 (1) :47-58 URL: http://jiaeee.com/article-1-124-fa.html (in persian).

Sayadi, M. , Mamipour, S. and Cheraghi, M. (2020). Investigating the Impacts of Price, Income and Efficiency Factors on Energy intensity of Iran,s Power Sector: Application of SVAR Model for Thermal Power Plants. *Journal of Industrial Economics researches*, *4*(13), 47-60. doi: 10.30473/indeco.2021.7424 (in persian).

Saffari Pour. M. (1997). Investigating and Forecasting Iran's Electricity Demand. Journal of *Economic and Planning Research.* 75-92 (1,2). 2. Doi: http://eprj.ir/article-۱-۵۹۳-fa.htm (in persian).

Samadi, S, Shahidi, A, & Mohammadi, F. (2009). Lectricity Demand Analysis in Iran by Using Cointegration and ARIMA Modeling (1363-1388). Knowlegdge and Development, 15(25), 113-136. SID. https://sid.ir/paper/75821/en (in persian).

Soori, Ali. (2016). "Econometrics: With the Application of Eviews7 Software", Cultural Studies Publications: Tehran. (in persian).

Sirikum, J., Techanitisawad, A., & Kachitvichyanukul, V. (2007), "A new efficient GA-benders' decomposition method: For power generation expansion planning with emission controls", *IEEE Transactions on Power Systems*, *22*(3), 1092-1100

Salmani, Afsaneh and Mojared, Firooz. (2019). Analysis of Relationship between Climatic Variables and Electricity Consumption and Estimated Demand by General Circulation Models in Western Iran

. Physical Geography Research, 51(2), 301-315. doi: 10.22059/jphgr.2019.271997.1007320 (in

persian).
Varahrami V, Movahedian M. Estimation of Residential Electricity Demand among the Selected Counties in Tehran Province using Dynamic Panel Data Model. QJER 2017; 17 (2) :121-144
URL: http://ecor.modares.ac.ir/article-18-3282-fa.html (in persian).
Saifollah Murad, Hamidi Razi Davoud. Identification of Factors that Influence Iran's Provincial Energy Intensity Index: A Spatial Dynamic Panel Data Approach. QEER 2017; 13 (53) :61-103
URL: http://iiesj.ir/article-1-774-fa.html (in Persian).
Twerefou, D. K., & Abeney, J. O. (2020). Efficiency of household electricity consumption in Ghana. *Energy Policy*, *144*, 111661
https://www.tutiempo.net/clima/iran.html
Yazdanpenahfard, S. , Heidari, E. and Ghorbanpour, A. (2021). Identifying and Analyzing the Cultural, Social and Technical Components of Optimizing Electricity Consumption in the Residential Sector (Case Study: Area Covered by Fars Regional Electricity Company). *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*, *7*(4), 85-116. doi: 10.22034/ecoj.2021.12287 (in persian).
Zachariadis, T., & Pashourtidou, N. (2007) , "An empirical analysis of electricity consumption in Cyprus", *Energy Economics*, *29*(2), 183-198.