دریافت: ۲۵ خرداد ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: ۲۱ آذر ۱۴۰۲ صفحات ۹۱ الی ۱۱۵

مدل‌سازی تعرفه برق خانوارهای استان‌های ایران برای کاهش یارانه‌های بخش برق

زین‌العابدین صادقی[۱]

دانشیار اقتصاد انرژی دانشگاه باهنر کرمان

z_sadeghi@uk.ac.ir

دکتر وحید ستاری

دانشیار مهندسی کامپیوتر دانشگاه باهنر کرمان

vsnaeini@uk.ac.ir

فاطمه اشرف گنجویی

کارشناس ارشد رشته اقتصاد انرژی دانشگاه باهنر کرمان

fatemeh135ashrafganjuei@gmail.com

چکیده:

صنعت برق ستون فقرات هر کشور است و تأثیر مستقیمی بر توسعه اقتصادی،امنیت ملی و کیفیت زندگی دارد. در اکثر کشورها صنعت برق ازماهیت انحصاری یا شبه انحصار طبیعی برخوردار است و تعرفه های برق توسط دولت رگولاتوری می شود. از سوی دیگر نیروی برق بخشی ازخدمات مورد نیاز بخش مسکن است. هدف اصلی این مطالعه مدل‌سازی تعرفه برق بخش مسکونی برای کاهش یارانه‌های بخش برق در ایران است. جامعه آماری این تحقیق کل مصرف کنندگان صنعت برق و نمونه آماری مصرف کنندگان مسکونی طی سال های ۱۳۸۰تا ۱۳۹۹ در ایران است. نوآوری این مقاله مدل‌سازی برای اندازه‌گیری مقدار یارانه پنهان پرداختی به خانوارهای مسکونی طی سال های ۱۳۸۰تا ۱۳۹۹ است. متوسط یارانه خانگی ۴۰ میلیون دلار می‌باشد. روند تغییرات بعد از هدفمند کردن یارانه ها کاهشی بوده است. در سال های رونق اقتصادی"دهه‌ی هشتاد" مصرف بیشتر و در سال های رکود اقتصادی مصرف کمتر شده است.مجموع یارانه پرداختی به خانوارها در طی دوره زمانی ۱۳۹۹-۱۳۸۰ برابر با ۸۰۴/۸ میلیون دلار و متوسط یارانه پرداختی ۴۰/۲ میلیون دلار و انحراف معیار برابر با ۲۴/۸ می‌باشد. کمترین یارانه برای استان خراسان جنوبی و بیشترین مقدار یارانه برای تهران بوده‌است. براین اساس می توان نتیجه گرفت که اگر هدف سیاست‌گذار افزایش رشد اقتصادی مناطق کم برخوردار است. باید عدالت یارانه ای را از طریق افزایش سهم مناطق کم برخورداراعمال کند.

واژگان کلیدی : تعرفه برق، بخش مسکونی، یارانه برق

[۱]. نویسنده مسئول

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

۱- مقدمه :

در طول سه دهه گذشته تغییر ساختار بازارهای برق در سراسر جهان منجر به شکل‌گیری بازارهای قدرت عمده‌فروشی رقابتی شده‌است که بیانگیر افزایش نوسان قیمت برق است. ویژگی‌های منحصر به فرد برق به نوسانات شدید قیمت آن کمک می‌کند نیاز به درک پویایی‌های تصادفی قیمت برق از اوایل دهه ۱۹۹۰ افزایش‌یافته‌است. تولیدکنندگان برق، خرده‌فروشان، مصرف‌کنندگان بزرگ و رگولاتورها، نسبت به سایر مشارکت کنندگان بازار برق در مبادلات انرژی در سطح جهان با قیمت‌های شدید بازار مواجه هستند. از این رو، آزادسازی بخش برق منجر به کاهش قیمتها شده است. اما، در زمان یکسانی منجر به نوسان قیمت بزرگتر و پایدارتر برق شده‌است.

افزایش نوسان نشان از درجه تصادفی بودن قیمت برق است و به این ترتیب پارامتر مهمی در مدل‌سازی مدیریت ریسک می‌باشد تحقیقات موجود در مورد نوسانات قیمت برق ترکیبی از ویژگی‌ها مانند فصلی بودن نوسانات قیمت اثر معکوس اورچ–جوهانسون را نشان می‌دهد به این معنی که شوک‌های مثبت تاثیر بزرگ‌تری بدلیل افزایش بیش از اندازه سرمایه‌گذاری در صنعت برق بر نوسانات آینده در مقایسه با شوک‌های منفی مشابه دارند (ایاندیس وهمکاران[1]،۲۰۲۱).

بر اساس گزارش صندوق بین‌المللی پول (۲۰۱۵)، اندونزی پس از روسیه ایران و عربستان‌سعودی در سال ۲۰۱۳ بزرگ‌ترین یارانه‌های برق بر حسب دلار آمریکا را داشتند.

یارانه برق، تقاضای برق را بیشتر نسبت به آنچه که دولت پیش‌بینی کرده‌است افزایش یافته‌است، این امر اجازه نمی‌دهد تا فرصت انجام کار از نظر الزامات برای افزایش ظرفیت تولید برق مورد استفاده قرار گیرد اصلاحات می‌تواند همچنین منابع برای اولویت‌هایی مانند فراهم کردن انواع دیگر زیرساخت‌ها را ایجاد کرده‌اند، این اصلاحات احتمالاً خطر قطعی برق را کاهش می‌دهد چون مقدار تقاضای برق در حال حاضر از عرضه در دسترس کم‌تر است.

رقابت بیشتر در سطح عمده‌فروشی بخش برق یک راه برای دستیابی به کاهش یارانه پرداختی هست. اتصال شبکه جدید به کشورهای همسایه فرصت‌های واردات برق از کشورهای همسایه ارائه می‌کند،کاهش مداوم در هزینه انرژی خورشیدی باد و فن‌آوری‌های باتری امید به آینده برق ارزان‌تر را فراهم می‌کنند.(بورک و کورناواتی[2]،۲۰۱۸)

هنگام رگولاتوری تعرفه ترکیب سوخت و انرژی مصرفی، تاثیر چند وجهی بر عملکرد اقتصادی و اجتماعی مردم در مناطق مجزا و کل کشور دارد. استاندارد زندگی مردم یک کشور با سطح مسکن و تعرفه‌های نیروگاهی مرتبط است. تعریف مفهوم " رگولاتوری تعرفه حاکمیتی " باید شامل یک لایه از عناصر تعاملی (روش‌ها ابزارها) عمل کند تا از منافع مصرف کنندگان و تولیدکنندگان محلی محافظت کند این روش‌ها و ابزارها عوامل اقتصادی، قانونی و اداری

[1] Ioannidis et al ,(2021)
[2]Burke , Kurniawati ,(2018)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

هستند که می‌توانند همزمان یا جداگانه کار کنند این ابزارها اغلب در چارچوب مستقیم یا غیرمستقیم رگولاتوری تعرفه حاکمیتی می‌شوند (تلستیاکووا و باتیروا، [1]۲۰۲۲).

ایجاد یک طرح مناسب برای یارانه‌ها برق یک مساله رایج است که بسیاری از کشورهای در حال توسعه با آن مواجه هستند. هر چند طرح‌های یارانه برای حفاظت از بخش‌های فقیر جامعه طراحی شده‌اند. علاوه بر ایجاد یک مشکل مدیریت مالی، یارانه‌های برق نیز یک اثر ازدحام بیرونی ایجاد می‌کنند که تمام فضای مالی را متاثر می‌کند. به علاوه، خسارت سنگینی در اقتصاد به خاطر مصرف بیش از حد برق تولید می‌شود (بندیکت و همکاران[2]، ۲۰۱۳).

با این حال با وجود این معایب حذف یارانه‌ها راه‌حل نیست زیرا امکانات پایه را برای فقرا فراهم می‌کند، بنابراین یک استراتژی برای ایجاد یک مکانیزم توزیع مطلوب برای اطمینان از دسترسی به برق به فقرا با کم‌ترین تاثیر نامطلوب بر اقتصاد مورد نیاز است، در این راستا مفهوم رویکرد هدفمندی یارانه‌ها به نتایج مطلوب در اقتصادهای توسعه‌یافته نشان داده شده‌است (خلید و سلمان[3]،۲۰۱۹) .

کالای برق از عمده اقلام انرژی مورد مصرف مردم است که همواره با قیمتی پایین تر از قیمت تمام شده توسط دولت در اختیار خانوارها قرار میگیرد باتوجه به اینکه قیمت برق در ایران با قیمت واقعی آن فاصله زیادی دارد و دولت یارانه پنهانی را متقبل می‌شود این موضوع همواره شوک های قیمتی را تهدید میکند و لذا بررسی اثرات احتمالی شوک در قیمت برق توسط برنامه ریزان اجتناب ناپذیر است.

روند تغییرات درآمد و میزان تقاضای برق نشان دهنده رابطه مستقیم بین این دو متغیراست. از سوی دیگر روند تغییرات قیمت واقعی برق و مقدار تقاضای برق نشان دهنده وجود ارتباط معکوس بین قیمت واقعی برق و مقدار مصرف آن است. بنابراین هم ارتباط قیمت و تقاضا و هم ارتباط درآمد و تقاضا مؤید نظریه تقاضا در مورد کالای نرمال برق در ایران است.

کشور ایران نه تنها یک تولیدکننده عمده انرژی بلکه یک مصرف کننده بزرگ انرژی محسوب میشود. جمعیت بالا مساحت زیاد کشور و برنامه های صنعتی و توسعه شهری همگی عوامل موثر بر سهم بازار مصرف است و طبیعی به نظر می رسد کشور پهناوری مثل ایران مصارف متنوعی برای انرژی داشته و سطح مصرف در آن بالا باشد.انرژی برق نیز یکی از اقلام مهم مصرفی است که با قیمتی نسبتا پایین تر از قیمت جهانی در اختیار مصرف کنندگان قرار می‌گیرد وهمین امر نگرانی هایی در زمینه اتلاف آن به دلیل واقعی نبودن قیمت اش ایجاد کرده است.

[1]Tolstyakova & Batyrova(2022)
[2]Benedict et al.,(2013)

[3]Khalid and Salman,(2019)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

تجارب بین المللی نشان می‌دهد یکی از موثرترین راه‌های تعدیل مصرف انرژی اعمال قیمت گذاری صحیح است اگر چه واضح است اصلاح قیمت به تنهایی به مصرف بهینه منجر نمی‌شود و باید همزمان به بهینه سازی صنایع بهبود کیفیت زیر ساخت خانه های مسکونی و بالابردن آگاهی عمومی در راستای استفاده بهینه مصرف خانوارها نیز پرداخت.
هدف اصلی این پژوهش، مدل‌سازی تعرفه برق بخش مسکونی برای کاهش یارانه‌های بخش برق در ایران است. نوآوری این مقاله اندازه‌گیری مقدار یارانه پنهان پرداختی به خانوارهای مسکونی طی سال های ۱۳۸۰تا ۱۳۹۹ می‌باشد.

بر این اساس در این بخش کلیاتی در مورد صنعت و یارانه برق و ضرورت انجام تحقیق ارائه شده و در بخش دوم به مهم‌ترین پژوهش‌های انجام شده در داخل و خارج از کشور مرتبط با یارانه برق و اثرات آن، اشاره شده است. بخش سوم تصریح مدل مورد استفاده در این تحقیق، بخش چهارم برآورد مدل و تصریح نتایج و در بخش پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادات آورده شده است.

۲-مروری بر ادبیات پژوهش

رایمند[1] (۱۹۸۳) در مقاله ای تحت عنوان:" برآورد تقاضای برق خانگی کوتاه‌مدت با استفاده از داده‌های تلفیقی" را مطالعه کردند: تقاضای برق خانگی کوتاه‌مدت با استفاده از مدل‌های تقاضای شرطی توسط نویسندگان مختلف با استفاده از داده‌های تجمیع و داده‌های گیت برآورد شده‌است . داده‌های گیت برای برآورد این مدل‌ها بسیار مطلوب هستند . با این حال در بسیاری از موارد ممکن است داده‌های گیت موجود نامناسب باشند . علاوه بر این، داده‌های گیت ممکن است به طور کلی در دسترس نباشند .در این موارد، داده‌های تجمیعی دردسترس ممکن است مناسب‌تر باشند .

ریس و وایت[2] (۲۰۰۵) مقاله ای تحت عنوان:" تجدید نظر تقاضای برق خانگی" را مطالعه کردند: تلاش‌های اخیر برای بازسازی بازارهای برق، علاقه به ارزیابی چگونگی واکنش مصرف کنندگان به تغییرات قیمت را تجدید کرده‌است. در این مطالعه مدلی برای ارزیابی اثرات طرح‌های تعرفه جایگزین بر مصرف برق ارائه شده‌است. این مدل به طور همزمان مشکلات مرتبط با قیمت‌گذاری غیرخطی، ناهمگنی در حساسیت قیمت مصرف‌کننده و تجمیع مصرف بر روی لوازم و زمان را مورد بررسی قرار می‌دهد. مدل با استفاده از داده‌های گسترده برای نمونه آماری ۱۳۰۰ خانوار کالیفرنیا برآورد شده‌است . نتایج نشان می‌دهد که توزیع چوله کشش‌های قیمت برق خانوار در جمعیت، با کسر کوچکی از خانوارها که برای اغلب پاسخ تقاضای کل

[1] Raymond 1983
[2] Peter & White 2005

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

محاسبه می‌شوند، وجود دارد. سپس پیامدهای کلی و توزیعی تغییرات ساختار تعرفه اخیر در کالیفرنیا را برآورد می‌کنیم که اثرات مصرف آن موضوع بحث قابل‌توجهی بوده‌است .

یارانه متقابل در صنعت برق قیمت های عادی را بدون دستیابی به اهداف دسترسی عادلانه و منصفانه به برق برای همه تحریف کرده و منجر به مصرف بی‌رویه برق می شود.کاهش هزینه های ناکارآمد شرکت های انرژی خرده فروشی ممکن است باعث کاهش بیشتر قیمت برق شود. پروسکوریاکف و همکاران(۲۰۲۰)، درمقاله ای به بررسی مدل سازی ی تعرفه خانگی برای کاهش یارانه‌های بخشی در بازار انرژی روسیه" پرداختند بر اساس نتایج این مطالعه تجزیه و تحلیل یارانه‌های متقابل در صنعت برق بین گروه‌های مختلف مصرف کننده نشان داده است که این اقدام در ابتدا که برای حمایت اجتماعی معرفی شده است اثرات زیان‌باری بر عملکرد اقتصاد کلان و صنعت انرژی و همچنین بر جمعیت دارد. اکثر مطالعات متقابل یارانه که بر قیمت گذاری رمزی تمرکز دارند نتیجه می‌گیرند که تعرفه‌ها باید با افزایش قیمت برای گروه مصرف کننده "گیرنده یارانه" کاهش یابد. اگرچه کشورها به گونه ای متفاوت به تنظیم این صنعت انحصار طبیعی روی آورده‌اند اما روند کلی آزادسازی بخش های مختلف بازار برای ایجاد شرایط بازی برابر و برای محافظت از فقیرترین خانوارها باید تعرفه ها را مدیریت کرد هزینه‌های ناکارایی شرکت‌های انرژی خرده‌فروشی باید کاهش یابد (از طریق الگوپایه)، معیارها باید برای افزایش صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کارایی انرژی توسط همه گروه‌های مصرف‌کننده اتخاذ شوند و نرم مصرف اجتماعی (تعرفه بلوکی) برای خانوارها باید معرفی شود. نویسندگان برآورد می‌کنند که متوسط مصرف اجتماعی متوسط (تعرفه عمده) ۷۰ کیلو وات ساعت برای مصارف خانگی و ۳۰ کیلو وات ساعت با هر فرد اضافی دیگر افزایش می‌یابد. در راستای مدل پیشنهادی، تعرفه خانوارهای فقیر کم‌تر از تعرفه فعلی خانوار است و نباید اضافه شود. تعرفه برای خانوارهای مرفه به میزان ۴ ٪ در هر سال در طول ۱۶ سال یا ۶.۳ ٪ در هر سال در طی ۱۰ سال افزایش خواهد یافت. تعرفه‌های صنعت ممکن است با همان سرعت کاهش یابد.

ایاندیس و همکاران،(۲۰۲۱) در مقاله ای تحت عنوان:"قیمت‌گذاری برق با استفاده از یک مدل GARCHمتناوب با مولفه‌های کشیدگی و کشیدگی مشروط " به مطالعه نوسان قیمت برق پرداختند: این مقاله بررسی ویژگی‌های اتفاقی نرخ رشد قیمت برق را فراتر از دو لحظات مشروط قبلی که اجازه تاثیر فصلی بودن بر پارامترهای آن‌ها را می‌دهد، گسترش می‌دهد، سهم اصلی شامل تفکیک خطر قیمت برق به مولفه‌های قیمت خالص و چولگی آن و توسعه معادله پیش‌بینی خنثی ریسک برای قیمت برق است.

نیاز به درک دینامیک‌های تصادفی قیمت برق برای همه مشارکت کنندگان بازار ضروری است. به عنوان مثال، مصرف کنندگان بزرگ برق به طور مداوم در معرض نوسانات قیمت قرار دارند و به دنبال کاهش

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

ریسک با پوشش ریسک با استفاده از ترکیبی از توافقنامه های خرید برق (PPAs [1])، قراردادهای سلف، آتی و اختیار هستند. همه این نوع قراردادها از بازار لحظه‌ای به عنوان یک معیار استفاده می‌کنند، که مهم‌ترین علامت برای تشکیل قیمت آتی را فراهم می‌کند.

تلستیاکووا و باتیروا (۲۰۲۲)، در مقاله ای تحت عنوان:" روش‌های بهینه‌سازی رگولاتوری تعرفه در صنعت برق" را مطالعه کردند: رگولاتوری تعرفه‌ای یک روش مالی مدیریت فرآیندهای اقتصادی با کمک مالیات‌ها است که نیازمند توسعه مداوم است که به طور مستقیم با توسعه صنعت برق و پیشرفت تکنولوژی در کل مرتبط است. پس از تحلیل سیستم تنظیم تعرفه در صنعت برق می توان نتیجه گرفت که مهم‌ترین وظایف دولت مدرن‌سازی ایجاد یک روش تعیین تعرفه شفاف ایجاد مکانیسم‌های انگیزشی اقتصادی و جذب سرمایه‌گذاری خصوصی است. برای اجرای تعامل بین دولت و جامعه، استفاده از منابع اینترنتی به دولت اجازه می‌دهد تا اطلاعات و بازخورد را در زمان واقعی دریافت کند از تعداد قابل‌توجهی واسطه‌ها و موانع اداری اجتناب کند.

محمدی و کروکی(۱۳۹۲)،در مقاله ای تحت عنوان:"مقایسه تقاضای خانگی برق استان های سرد و گرم" به مطالعه پرداختند: باتوجه به وجود اقلیم های متفاوت درکشور ما الگوهای تقاضای متفاوتی برای انرژی برق مطرح میشود. مثلا در برخی استان های گرم کشش مصرف برق در بخش خانگی استان های گرم نسبت به مصرف برق دوره‌ی قبل درآمد سرانه متوسط دمای تابستان و متوسط دمای زمستان مثبت میباشد. به این ترتیب که یک درصد افزایش یا کاهش در مصرف برق خانگی استان‌های گرم در هر دوره مصرف برق خانگی این استان‌ها را در دوره‌ی بعد به اندازه‌ی ۰.۷۶ درصد افزایش یا کاهش می‌دهد. یا کشش مصرف برق در بخش خانگی استان های سرد نسبت به مصرف برق دوره‌ی قبل درآمدسرانه متوسط دمای تابستان و متوسط دمای زمستان مثبت می‌باشد. به این ترتیب که یک درصد افزایش یا کاهش در مصرف برق خانگی استان‌های‌سرد در هر دوره‌ی مصرف برق خانگی این استان‌ها را در دوره‌ی بعد به اندازه ۰.۶۴ درصد افزایش یا کاهش می‌دهد.

رشد دایمی مصرف انرژی برق که به طور عمده از واقعی نبودن قیمت آن نشات گرفته توانایی شبکه برق رسانی ایران را برای تامین تقاضا با مشکل مواجه کرده است. بنابراین قیمت گذاری بهینه انرژی برق یکی از مسائل مهم در زمینه مدیریت انرژی برق است. علاوه بر این بخش خانگی یکی از مهمترین اجزای مصرف انرژی برق در کشور به شمار میآید.

بزازان و همکاران(۱۳۹۴)، در مقاله ای تحت عنوان:"تاثیر هدفمندی یارانه انرژی برق بر تقاضای خانوارها به تفکیک شهر و روستا درایران(یک رهیافت سیستمی)" به مطالعه پرداختند: هدفمندی یارانه انرژی باعث می‌شود درصد بالایی از بودجه خانوار روستایی نسبت به خانوار شهری به انرژی برق اختصاص یابد در نتیجه سیاست های قیمتی در راستای افزایش قیمت انرژی می‌تواند مخارج زندگی را در بخش روستایی افزایش و

[1] Power Purchase Agreements (PPAs)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

منجر به کاهش رفاه خانوارها شود بنابراین حمایت از این خانوارها در برابر نتایج منفی ناشی از هدفمندی یارانه انرژی میتواند در اولویت باشد.

نتایج نشان می‌دهند که انرژی برق برای خانوارهای شهری و روستایی جزو کالاهای ضروری به حساب می‌آید و قدرمطلق کشش قیمتی خودی برای هر دو نوع خانوار کمتر از واحد به دست آمده است. بنابراین سیاست های قیمتی انرژی به تنهایی برای کاهش مصرف برق احتمالا کارساز نبوده و ضرورت ایجاب میکند در کنار آن از سیاست های غیرقیمتی استفاده شود.

۳- روش‌شناسی تحقیق

با بررسی تحلیل تقاضای مشروط انرژی مسکونی در زمان حال، می‌توانید تقاضای خانوار را به عنوان استفاده از یک موجودی لوازم خانگی در نظر بگیریم.

$$q = U(p, y, w, se)k, \qquad (۱)$$

که در آن q مقدار سوخت مصرفی است، K موجودی یا تعداد وسایل مسکونی مصرف‌کننده انرژی، و U استفاده از آن موجودی لوازم خانگی است که مشروط به قیمت سوخت (q)، درآمد خانوار (y)، آب و هوا (w) و و سایر ویژگی های تجهیزات و عوامل اجتماعی-اقتصادی (se) است.

معادله (۱) مبنایی برای مجموعه وسیعی از مطالعات است که همه این تلاش‌ها بین رفتار تقاضا کننده انرژی در بلندمدت و کوتاه‌مدت تمایز قائل می‌شوند. در رابطه با تقاضای کوتاه‌مدت، موجودی تجهیزات برون‌زا در نظر گرفته می‌شود و استفاده از تجهیزات در معادله (۱) با قیمت، درآمد و آب و هوا متفاوت است. در مورد بلندمدت، موجودی تجهیزات به عنوان درون زا در نظر گرفته می‌شود که با قیمت، درآمد، آب و هوا و سایر متغیرهای برون زا متفاوت است. در واقعیت، تقاضای تجهیزات و استفاده از تجهیزات مورد نظر به طور همزمان، بر اساس حداکثر سازی مطلوبیت بین زمانی حل می‌شود. سپس معادله تقاضای مجموع، تقاضای انرژی مورد نظر را منعکس می‌کند، اما شکل آن مانند معادله (۱) است. اطلاعات برای تقاضای مشروط مورد نظر در دسترس نیست. بنابراین اطلاعات مربوط به تقاضای شرطی واقعی توسط تمام تحلیل‌های تقاضای مشروط استفاده می‌شود استفاده از چنین داده‌هایی در زمانی که K درون زا است و q باید تقاضای مطلوب باشد، می‌تواند تورش همزمان و خطای اندازه گیری ایجاد کند.دابین و مکفادن[1] (۱۹۸۰) به طور جدی این مشکل را بررسی کرده و میزان تورش را تخمین زده است. با این حال، همانطور که جورج[2](۱۹۸۰) گزارش کرده است، میزان خطا کم به نظر می رسد. در نتیجه، اکثر تحلیل‌های تقاضای مشروط همچنان K را به عنوان مازاد تلقی می‌کنند. فرض بر این است که معادله (۱) برای هر کاربری نهایی مسکونی مانند گرمایش فضا، تهویه مطبوع، گرمایش آب، خشک کردن لباس، شستشوی لباس، پخت و پز، یخچال، فریزر، شستشوی ظروف و سایر مصارف الکتریکی وجود دارد. در معادله (۱)، K (تعداد وسایل ۱و۲ و ...) برای یک مصرف کننده نهایی مشخص را اندازه

[1] Mcfadden and Dubin(1980)

[2] George(۱۹۸۰)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

گیری می‌شود، و U به عنوان انرژی مصرف شده در هر دستگاه است. برخی از مقادیر معمول U برای برق عبارتند از ۴۰۰۰ کیلووات ساعت / سال / گرمای آب و ۶۵۰۰-۹۸۰۰ کیلووات ساعت / سال / گرمای هوا.. اگر p، y، w و se را خطی در نظر بگیریم، j به دست می‌آید.

$$q_{jt}^{s} = \sum_{i=1}^{n} (xjti\beta + \tilde{\in}_{jti}) k_{jti} \qquad (۲)$$

که در آن q سوخت مورد نیاز خانوار j در حالت s در زمان t (سال) است. بردار سطری x عوامل (p، y، w، se) خانوار j در دوره t برای استفاده نهایی i، β بردار ستونی پارامترهای شرایط برای استفاده نهایی i در خانوار j در مدت t است (مادالا[1]، ۱۹۷۱).

در دسترس بودن داده‌های خانوار امکان بررسی تنوع سلیقه‌ها در میان خانوارها را فراهم می‌کند.

استفاده از مجموع داده‌ها دلالت بر استفاده از میانگین‌های حالت دارد، در نتیجه خطای اندازه‌گیری را به شکل $x_{ti}=x_{jti}$- v_{jti} ایجاد می‌کند، که در آن x_{ti} بردار سطر میانگین‌های حالت است. x_{ti} بردار سطری میانگین حالت متغیرهای مستقل در زمان t مربوط به استفاده نهایی i، و v_{jti} بردار سطر خطای اندازه‌گیری تصادفی است. جایگزین کردن موارد زیر به (۲)،

$$q_{jt}^{s} = \sum_{i}^{n} (\bar{x}_{ti}\beta_i + v_{jti}\beta_i + \in_{jti}) k_{jti}, \qquad (۳)$$

۳-۱ مدل سازی تقاضا با قیمت‌های غیرخطی

اگرچه تئوری اقتصادی پیشنهادهای قابل قبولی در مورد نحوه پاسخگویی مصرف کنندگان به قیمت‌های غیرخطی ارائه می‌دهد، اما روش‌های تخمین و شناسایی اقتصادسنجی هنوز بررسی نشده است. این بخش مشکلات موجود را به‌طور خلاصه بیان می‌کند و رویکرد اقتصادسنجی ما را توصیف و مطالب را به هم مرتبط می‌کند.

اکثر برنامه‌های قیمت غیرخطی به شکل تعرفه‌های چند بخشی هستند. گابور[2] (۱۹۹۵)، عنوان کرد که تعرفه‌های چند بخشی نشان می‌دهد که مصرف کننده با محدودیت بودجه غیرخطی مواجه است. بنابراین، رفتار تقاضای حداکثر مصرف کننده، نه به میانگین قیمت و نه به هیچ قیمت نهایی، بلکه به کل برنامه قیمت بستگی دارد. رویکرد استاندارد اقتصادسنجی برای تجزیه و تحلیل تقاضا در این محیط، که بر اساس نظریه هال (۱۹۷۳)، "خطی کردن" محدودیت بودجه است. این به معنای استفاده از صفحه مماس بر محدودیت بودجه غیرخطی مصرف کنندگان در بسته مصرف بهینه به عنوان تقریب خطی آن است. با انجام این کار، می‌توان تقاضا را تحت قیمت‌گذاری غیرخطی بر حسب تابع تقاضای معمولی نظریه مصرف کننده کلاسیک، که محدودیت بودجه را خطی فرض می‌کند، بیان کرد.

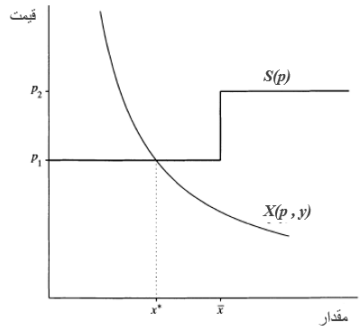
برای مشخص بودن، اجازه دهید x(p, y) تابع تقاضای معمولی باشد که مقدار مورد نظر مصرف‌کنندگان را در مواجه با قیمت ثابت (نهایی و متوسط) p و درآمد y نشان می‌دهد. با این حال، فرض کنید که مصرف کننده با یک برنامه قیمت

[1] Maddala (1971)
[2] Gabor (1995)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

فزاینده s(p) شرکتی که در شکل ۱ نشان داده شده است روبرو شود. در اینجا مصرف کننده برای هر واحد تا مقدار x* قیمت p_1 پایینی می پردازد و پس از آن قیمت p_2 بالاتری می پردازد. سپس سطح مصرف بهینه x تامین می‌شود.

$$x^* = x(xp^*, xy^*) \quad (۴)$$



شکل ۱ یک برنامه قیمت فزاینده s(p) شرکتی

که در آن p* شیب محدودیت بودجه خطی تقریبی و $y^*=y+x.(p^*-p_1)$ است. از نظر اقتصادی، p* تعادل نهایی تمایل به پرداخت مصرف کننده و y* سطح درآمدی است که مصرف x* را به این قیمت (ثابت) القاء می‌کند. با معادله (۴)، مسئله مشخصات تقاضا تحت قیمت‌گذاری غیرخطی را می‌توان بر حسب تابع تقاضای معمولی شبیه به مسائل کاربردی بازسازی کرد. توجه داشته باشید که هر دو p* و x* به طور درون‌زا تعیین می‌شوند، با توجه به سیستم سه معادله‌ای متشکل از معادله (۴)، عبارتی برای y*، و برنامه قیمت غیرخطی $s(p^*)^2$.

تقریباً تمام مطالعات در مورد تقاضای برق خانگی، تخمین را به‌طور ضمنی بر اساس معادله (۴) انجام داده‌اند. از آنجایی که قیمت نهایی به طور همزمان توسط معادله عرضه و معادله تقاضا تعیین می‌شود، استدلال‌های اقتصادسنجی استاندارد نشان می‌دهند که برآورد حداقل مربعات معمولی با استفاده از p* تخمین نادرستی از پارامترهای تقاضا را به همراه خواهد داشت. اکثر مطالعات قبلی از یک پروکسی برون زا برای قیمت نهایی یا متغیرهای ابزاری (IV) در پروسه برآورد استفاده کرده‌اند. در حالی که هر یک از روش‌ها می تواند مشکل درون زایی را کاهش دهد، هر دو تورش‌های خاص خود را معرفی می‌کنند: اولی به دلیل تصریح نادرست قیمت نهایی مناسب، و دومی به دلیل مشکل در یافتن ابزارهای مناسب (که به معادله تقاضا تعلق ندارند)

برای توضیح بیشتر در مورد نکته اخیر، مجموعه طبیعی ابزارها در این زمینه اجزای خود برنامه قیمت هستند. این ایده در کارهای اولیه مک فادن[1] (۱۹۹۷) بیان شده است. با این حال، یک نقص مهم این رویکرد این است که ممکن است تغییرات برنامه قیمت در داده‌ها به میزان کم و یا اصلاً وجود نداشته باشد. این یک وضعیت رایج در برنامه‌های قیمت‌گذاری غیرخطی است، زیرا داده‌ها اغلب توسط یک شرکت ارائه می‌شود که یک تعرفه یا چیزی شبیه به تعرفه را از همه مصرف‌کنندگان دریافت می‌کند. بنابراین محققان با مشکل ابزارهای ضعیف متعارف روبرو هستند که می تواند منجر به تخمین های غیردقیق و گمراه‌کننده کشش قیمت شود.

[1] Mc fadden(1977)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

نگرانی دوم و جدی‌تر زمانی به وجود می‌آید که تصمیمات مصرف در طول زمان یا خدمات متفاوت جمعی‌سازی می‌شوند. در حالت قیمت‌گذاری غیرخطی، چنین تجمیع‌هایی اغلب رویه‌های IV را غیرممکن می‌سازد. برای مثال، وقتی داده‌های مصرف در دوره‌های صورت‌حساب تجمیع می‌شوند، قیمت‌های نهایی واقعی مصرف‌کننده معمولاً مشاهده نمی‌شوند. بنابراین هیچ راهی برای ایجاد یک برآوردگر IV مناسب وجود ندارد: قیمت‌های نهایی درون زا (توالی) در دسترس برای پروژه نیستند. اگر نتایج مصرف بر روی کالاها یا خدمات با قیمت غیرخطی تجمیع شود، نه در طول زمان، مشکلات مشابهی به وجود می‌آید.

مشکلات تجمیع داده‌ها از این نوع در مطالعات تقاضای برق تقریباً جهانی است. آنها هم به این دلیل اتفاق می‌افتند که کنتور برق یک خانوار مصرف چندین «خدمات» دستگاه مجزا را جمعی‌سازی می‌کند، و هم به این دلیل که داده‌های در دسترس عموم اغلب مصرف را در بازه‌های زمانی سالانه (یا دیگر) ثبت می‌کنند که دوره‌های صورت‌حساب متعدد را شامل می‌شود. برخورد اکثریت با این موضوع اخیرا نادیده گرفتن آن بوده است، به گونه‌ای که گویی خانوار در طول سال با قیمت ثابت (نهایی) مواجه شده است. این نه تنها باعث تصریح ناذرست قیمت هایی است که مصرف کنندگان با آن مواجه می شود، بلکه اثرات اقتصادی آن را نیز از بین می‌برد.

نقطه شروع، شکل واقعی کاهش یافته شرط تعادل "عرضه برابر با تقاضا" در معادله (۴) است. یعنی حل سیستم سه معادله بالا برای x^* به عنوان تابعی از برنامه قیمت است. ما در اینجا این کار را انجام می دهیم با فرض اینکه تابع تقاضای معمولی مصرف کننده (تقاضا در قیمت ثابت p) به شکل اقتصاد سنجی زیر باشد:

$$x(p, y, z, \varepsilon, \beta) \qquad (۵)$$

که در آن z نشان دهنده ویژگی‌های مصرف کننده مشاهده شده، ε ویژگی‌های مشاهده نشده مصرف کننده، و β مجموعه‌ای از پارامترهایی است که باید تخمین زده شوند. برای جلوگیری از مسائل فنی غیر ضروری، تقاضا را اکیدا افزایشی نسبت به ε و نسبت به p اکیدا کاهشی می‌شود.

در مواجهه با یک برنامه افزایش قیمت دو سطری، شکل کاهش یافته برای سطح مصرف خانوار x^* به عنوان تابعی از برنامه قیمت به صورت زیر است:

$$x^* = \begin{cases} x(p_1, y, z, \varepsilon; \beta), if\ \varepsilon \prec c_1 \\ x, if c_1 \prec \varepsilon \prec \bar{c}_2 \\ x(p_2, y_2, z, \varepsilon, \beta), if\ \varepsilon \succ c_2 \end{cases} \qquad (۶)$$

که در آن $y_2=y+x(p_2-p_1)$ و c_j راه حل x است (یعنی c_j حداکثر (j=1) یا حداقل (j=2) مقدار e است که مصرف آن در ردیف j رخ می دهد). معادله (۳-۸) بیان می‌کند که مصرف با تقاضا در قیمت پایین در صورتی که سطر اول نهایی باشد، با تقاضا در قیمت بالا به اضافه اثر درآمد اگر ردیف دوم نهایی باشد و با مقدار x در هنگامی که تقاضا،عرضه را در فاصله‌ی بین دو سطر برنامه‌ی قیمتی قطع کند.مقدار برش پایین و بالایی c_1 و c_2 برای هر تابع

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

تقاضای شیب دار منفی، $c_2>c_1$ را تعمین می‌کند، فراهم می‌کند که اثرات درآمد خیلی زیاد نباشد. (ریس و وایت، ۲۰۰۵)

به منظور ارزیابی سطح بهینه اقتصادی و اجتماعی، برای کاهش یارانه، ابتدا میزان یارانه محاسبه می‌شود. یارانه متقابل بین خانوارها و مصرف کنندگان صنعتی باید محاسبه شود. مقدار یارانه متقابل بین خانوارها و صنعت می‌تواند بصورت زیر ارزیابی شود:

$$CS = (P_{mc} - P_n) * Q \qquad (7)$$

که در آن P_{mc} قیمت اقتصادی برق که برای خانواده‌ها تامین می‌شود؛ P_nتعرفه برق اعلام شده برای خانواده‌ها و Q میزان مصرف برق خانوارها است.

P_{mc} را می‌توان با متوسط مجموع مولفه‌های زیر تعیین کرد ($P_{wholesale}$) به این صورت که:

$$P_{mc} = (P_{wholesale}) + (P_{Transmission}) + (P_{distribution}) \qquad (8)$$

$P_{wholesale}$: نشان دهنده قیمت در بازار عمده‌فروشی و بازار ظرفیت

$P_{Transmission}$: متوسط تعرفه برای خدمات انتقال برق،که برای سایر اقشار مصرف‌کننده با ولتاژ پایین تنظیم شده‌است.

$P_{distribution}$:صرف فروش برای پرداخت زیر ساخت‌ها

نظریه بازارهای صنعتی روش رگولاتوری فعالیت‌های انحصار طبیعی را پیشنهاد می‌دهد که با تعیین تعرفه‌های عمده را نشان می‌دهد. در حال حاضر، خانوارها در برق تعرفه‌ی یک بخش دارند. تعرفه،که در آن صورت‌حساب نهایی متناسب با حجم مصرف برق است. مصرف برق این مقدار یارانه را افزایش می‌دهد و به دلیل ارتباط مستقیم بین افزایش درآمد خانوار و حجم مصرف برق مصرفی خانوار می‌باشد. تعرفه عمده همچنین اجازه محافظت اجتماعی از خانواده‌های فقیر را نیز می‌دهد.

$$P(Q) = \begin{cases} P_{SOC}, Q_{SOC} \in [0; Q_{SOC}] \\ P_{rich}, Q_{rich} > Q_{SOC} \end{cases} \qquad (9)$$

قیمت برای مصرف کنندگان با تقاضای بی‌کشش P_{SOC}:

قیمت برای مصرف کنندگان با تقاضای باکشش P_{rich}:

: مصرف برق خانوارها Q_{rich}

: میزان الگوی مصرف /تعرفه‌های عمده Q_{SOC}

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

برای شناسایی قیمت‌های بهینه (Q_{SOC}, P_{SOC}) برای دو دسته از مصرف کنندگان خانگی با اعمال تعرفه‌های عمده مدل زیر طراحی شد:

$$\begin{cases} P_{SOC} = p(Q_{SOC}, I_{min}) \\ Q(P_{rich}, I_m) = Q_{SOC} \\ Q_{SOC} * (P_{SOC} - MC) + (P_{rich} - MC) * \int_{I_m}^{\infty} (Q(P_{rich}, I) - Q_{SOC}) * f(I)dI = Fc \end{cases} \quad (10)$$

I_{min}: حداقل درآمد سرانه

I_m:درآمد نهایی سرانه

MC: هزینه‌های تولید نهایی

P_{rich}: درآمد برای مصرف کننده با تقاضای باکشش

I: درآمد سرانه

FC: هزینه‌های ثابت تولید

فرمول انتگرال در فرمول بالا، مصرف برق مصرف کنندگان رادرتمام سطوح درآمد نشان می‌دهد.

f (I) تابعی است که توزیع درآمد را توصیف می‌کند. این دو سهم باید به منظور پوشش دادن هزینه تولید برق و دو پارامترتعدیل شده، دو سطح از تعرفه‌ها باشد.

محاسبات در چهار مرحله انجام شد. اول،محاسبه قیمت برای مصرف کنندگان با تقاضای (P_{SOC}) تقاضای بی‌کشش. با توجه به معادله:

$$Q_{SOC} = a_1 + a_2 P_{SOC} + a_3 I_{min} + a_4 Q_{(t-1)} \quad (11)$$

$Q_{(t-1)}$:مصرف برق دور ه t-1

دوم، محاسبه درآمد نهایی سرانه (I) توسط فرمول زیر انجام شده‌است.

$$\text{if } P_{rich} = P_{SOC}: Q_{SOC} = a_1 + a_2 P_{rich} + a_3 I_m + a_4 Q_{(t-1)} \quad (12)$$

در این معادله " a" ضرایب با ضرایب معادله قبل یکسان هستند

سوم،تابع عرضه محاسبه می‌شود:

$$C_t = MC * Q_t + FC \quad (13)$$

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

C_t:هزینه‌های تضمینی برای عرضه کننده

Q_t:مصرف برق در دوره t

در نهایت، محاسبه نابرابری به صورت زیر انجام می‌شود:

$$(P_{rich} - MC) * \int_{I_m}^{\infty} (a_1 + a_2 P_{rich} + a_3 I + a_4 Q(1-t) - Q_{SOC}) * f(I) dI - (FC - Q_{SOC} * (P_{SOC} - MC)) > 0 \quad (14)$$

در صورتی که $(14) > 0$ما مقدار P_{rich}را 0.01 افزایش می‌دهیم ومراحل 38 و۴۰ را تکرار می‌کنیم. در حالتی که $(14) < 0$ P_{rich} تعیین می‌شود.

یک برنامه پایتون برای محاسبه فرمول آخر بصورت زیر نوشته می‌شود:

$$S = (P_{rich} - MC) * \int_{I_{pred}}^{\infty} (Q(P_{rich}, I) - Q_{SOC}) * f(I) dI - (FC - Q_{SOC} * (P_{SOC} - MC)) > 0 \quad (15)$$

به طور خاص:

$$S = (P_{rich} - MC) * \int_{I_{pred}}^{\infty} (a_1 P_{rich} + a_2 I + a_3 Q(1-t) - Q_{SOC}) * f(I) dI - (FC - Q_{SOC} * (P_{SOC} - MC)) > 0 \quad (16)$$

پارامترهای برنامه عبارت‌اند از:

۱-تابع تقاضا طبق داده‌ها محاسبه می‌شود:

$$Q_t = a_1 + a_2 P + a_3 I + a_4 Q_{(t-1)} \quad (17)$$

۲-P_{SOC}محاسبه از فرمول، Q_{SOC} براساس داده‌های میانگین مصرف برق در یک منطقه مشخصمی‌شود.

$$Q_{SOC} = a_1 + a_2 P_{SOC} + a_3 I_{min} + a_4 Q_{(t-1)} - a_2 P_{SOC} = -Q_{SOC} + a_1 + a_3 I_{min} + a_4 Q_{(t-1)} \quad (18)$$

$$P_{SOC} = {}^{Q_{SOC}}/_{a_2} - {}^{a_1}/_{a_2} - {}^{a_3 I_{min}}/_{a_2} - {}^{a_4 Q_{(t-1)}}/_{a_2} \quad (19)$$

۳-محاسبه I_m بر اساس فرمول اگر: $P_{rich} = P_{SOC}$

$$Q_{SOC} = a_1 + a_2 P_{rich} + a_3 I_m + a_4 Q_{(t-1)} - a_3 I_m = -Q_{SOC} + a_1 + a_2 P_{rich} + a_4 Q_{(t-1)} \quad (20)$$

$$I_m = {}^{Q_{SOC}}/_{a_3} - {}^{a_1}/_{a_3} - {}^{a_2 P_{rich}}/_{a_3} - {}^{a_4 Q_{(t-1)}}/_{a_3} \quad (21)$$

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

۴-محاسبه تابع عرضه $C_t = MC * Q_t + FC$ با توجه به داده ها.

۵-محاسبه نابرابری:

$$(P_{rich} - MC) * \int_{I_{pred}}^{\infty} (((a_1 * P_{rich} + a_2 * I + a_3 * Q(1-t) - Q_{SOC}) * f(I)dI - (FC - Q_{SOC} * (P_{SOC} - MC)) > 0 \quad (22)$$

در صورتی که (22) < ۰ , ما مقدار P_{rich} را ۰.۰۱ افزایش می‌دهیم ومراحل ۲ و۴ را تکرار می‌کنیم. در حالتی که (22) > ۰ P_{rich} تعیین می‌شود. (پروسکوریاکف و همکاران،2020)

۴- برآورد مدل

۴-۱ برآورد یارانه پرداختی بخش خانگی کل کشور

تعرفه برق از اطلاعات سایت وزارت نیرو گرفته شده‌است. قیمت هر سال را بر نرخ ارز همان سال تقسیم کرده تا قیمت تبدیل به دلار شود سپس عدد حاصل شده را از مجموع Mc+Fc کم می‌کنیم تا قیمت نهایی تصویب شود.

برای به دست آوردن Fc وMc هزینه‌های سطح‌بندی شده الکتریسیته[1] بر مبنای استاندارد جهانی نیروگاه سیکل ترکیبی، نیروگاه غالب در کشور استفاده شده‌است.

باتوجه به اینکه اطلاعات میزان مصرف گرفته شده از سایت وزارت نیرو برحسب واحد میلیون کیلو وات بر ساعت بود آن‌ها را در یک میلیون ضرب کردیم تا واحد مصرف به کیلووات ساعت تبدیل شود.

الگومصرف برق طبق اطلاعات موجود در سایت وزارت نیرو از سال ۱۳۸۵ اجرا شده است. الگو مصرف تعیین شده تا سال ۱۴۰۰ هیچ تغییری نکرده است و در تمام این ۱۶ سال متوالی برای هر خانوار برابر با ۲۵۹/۱۳۵ کیلووات برساعت می‌باشد.الگو مصرف تعیین شده به این صورت محاسبه شده است که: الگو مصرف در مناطق عادی، سردسیر و گرمسیر[2] متفاوت است. با توجه به اطلاعات وزارت نیرو تعداد استان‌های هر منطقه را در الگو مصرف تعیین شده در آن منطقه ضرب کرده و سپس همه را با هم جمع کرده و میانگین وزنی می‌گیریم الگو مصرف حاصله به دست می‌آید.

حال برای به دست آوردن الگومصرف نهایی هرسال عدد ۲۵۹/۱۳۵ را در تعداد خانوارهای همان سال ضرب می‌کنیم تا به نتیجه مورد نظر برسیم.

[1] Levelized Cost of Energy (lCOE)

[2] به طور کلی ایران به چهار منطقه گرمسیر، نیمه گرمسیر و منطقه سردسیر و منطقه عادی تقسیم می‌شود.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

در سال های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ که الگو مصرفی وجود نداشت برای به دست آوردن الگو فرضی درصد نرخ رشد مصرف در سال های ۸۰ و ۸۵ را با هم جمع می‌کنیم و میانگین میگیریم سپس میانگین حاصل شده را از ۲۵۹/۱۳۵ کم می‌کنیم تا الگو مصرف این سال‌ها به دست آید که برابر می‌شود با ۲۴۱/۷۷۲ کیلووات ساعت. سپس این الگو مصرف را در تعداد خانوار های سال های ۱۳۸۰تا ۱۳۸۴ ضرب می‌کنیم تا الگو مصرف نهایی این سال ها مشخص شود.

برای به دست آوردن درآمد سالیانه تمام درآمدهای خانوارهای روستایی و شهری در یک سال را باهم جمع کرده و میانگین گرفتیم تا میانگین شهری و روستایی بدست آید سپس از میانگین شهری و روستایی به دست آمده مجددا میانگین گرفته و در تعداد خانوارهای همان سال ضرب کردیم. درآمد حاصله برحسب ریال می‌باشد پس برای تبدیل به دلار بر نرخ ارز همان سال تقسیم کردیم در نهایت درآمد سالیانه برحسب دلار به دست می‌آید.

در مرحله بعد ما به حداقل و حداکثر درآمد سالیانه نیاز داریم.

برای به دست آوردن حداقل درآمد سالیانه حداقل دستمزد ماهیانه هر خانوار ر ا به دست آورده در تعداد ماه های سال ضرب میکنیم تا حداقل درآمد سالیانه هر خانوار را به دست آوریم.سپس با تقسیم بر نرخ ارز همان سال می‌کنیم تا حداقل درآمد به دلار تبدیل شود.[۱]

برای به دست آوردن حداکثر درآمد سالیانه با توجه به اینکه به طور دقیق نمی‌توان درآمد خانوار با دهک های بالا را به دست آورد از بین تمامی درآمدهای گرفته شده از سایت آمار و بودجه کشور بالاترین درآمد را در هر سال انتخاب میکنیم و با تقسیم بر نرخ ارز همان سال تبدیل به دلار می کنیم.[۲]

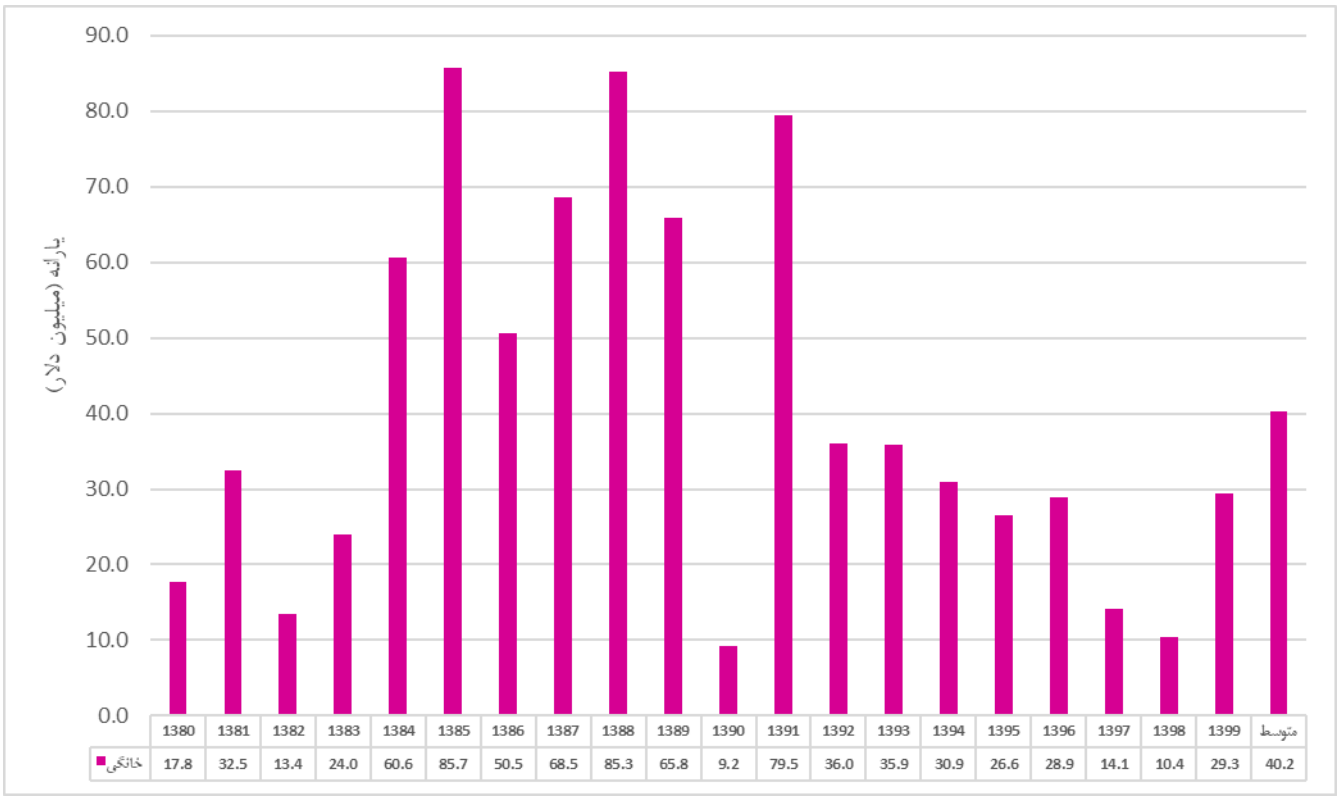
در نهایت تمامی اطلاعات به دست آمده ر ا در فایل اکسل مرتب میکنیم. سپس با توجه به کدنویسی فرمول‌های که در فصل سوم ذکر شد در فضای پایتون و اجرای برنامه به جواب نهایی می‌رسیم.

نمودار ۴-۱ یارانه های پرداختی در بخش خانگی را طی سال های ۱۳۹۹-۱۳۸۰ نشان می‌دهد.

[۱] برای به دست آوردن حداقل درآمد یک خانوار در هر سال به سایت بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران مراجعه می‌کنیم.

[۲] از حداکثر و حداقل درآمد سالیانه برای کران های بالا و پایین انتگرال مدل نظری استفاده خواهیم کرد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]



نمودار ۱ روند یارانه پرداختی کل خانوارهای کشور طی سال های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۹

همانطور که در نمودار ۱ مشاهده می‌کنید متوسط یارانه خانگی ۴۰ میلیون دلار می‌باشد. روند تغییرات بعد از هدفمند کردن یارانه ها کاهشی بوده است. در سال های رونق اقتصادی"دهه‌ی هشتاد" مصرف بیشتر و در سال های رکود اقتصادی مصرف کمتر شده است.

۲-۳-۴- برآورد یارانه پرداختی استان های کل کشور طی سال های ۹۸-۹۶

در این قسمت تمام استان های ایران را طی سال های ۹۶-۹۷-۹۸ بررسی و محاسبه می‌کنیم و در نهایت آن‌ها را با توجه به سال مورد نظر باهم مقایسه خواهیم کرد.

Mc و Fc استان ها دقیقا همانند بخش خانگی می‌باشد.

برای محاسبه قیمت برق استان ها قیمت برق را طی سال مورد نظر با توجه به اطلاعات گرفته شده از وزارت نیرو داریم.حال باتوجه به اینکه هر استان در یکی از مناطق گرمسیر، سردسیر و عادی قرار دارد باید قیمت برق را طی میزان مصرفی که در استان ها رخ می‌دهد محاسبه کنیم. برای مثال استان کرمان به دو ناحیه گرم و عادی تقسیم می‌شد.۴۰ درصد از میزان مصرف برق در منطقه گرمسیری و ۶۰درصد از میزان مصرف در منطقه عادی می‌باشد.در ادامه ۴۰درصد

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

مصرفی که محاسبه کردیم را ضرب در قیمت اولیه می‌کنیم و همین کار را با ۶۰ درصد مصرف انجام می‌دهیم.سپس دو قیمت جدید به دست آمده را باهم جمع کرده و میانگین می‌گیریم تا قیمت نهایی برای هرسال به دست آید. همین عمل را برای تک تک استان ها با توجه به قرار گرفتن استان در هریک از مناطق اقلیمی با توجه به میزان مصرف برق استان در هریک از سال ها انجام می‌دهیم تا قیمت نهایی برق هر یک از استان ها به دست آید[۱۹].

برای محاسبه میزان مصرف برق هر استان در ابتدا باتوجه به اینکه اطلاعات میزان مصرف برق گرفته شده استان ها از سایت وزارت نیرو برحسب واحد گیگاوات بر ساعت بود آن‌ها را در یک میلیون کیلو وات ضرب کردیم تا واحد مصرف به کیلووات ساعت تبدیل شود.سپس مصرف به دست آمده را تقسیم بر تعداد خانوارهای استان طی سال مورد نظر می‌کنیم تا متوسط مصرف استانی طی یک سال به دست آید.حال چون یارانه را در استان ها به صورت ماهیانه محاسبه می‌کنیم متوسط مصرف را تقسیم بر تعدادماه های سال می‌کنیم تا مصرف برق نهایی استان به دست آید.

همانطور که در بخش اول محاسبات توضیح دادیم میزان الگو مصرف طی سال های ۹۸-۹۶ برابر با ۲۵۹/۱۳۵ کیلووات ساعت برای هرنفر می‌باشد.حال تعداد خانوار[۲۰] های هر استان را طی سال مورد نظر ضرب در الگومصرف می‌کنیم تا الگومصرف نهایی استان ها را به دست آوریم.

برای به دست آوردن درآمد خانوارهای هر استان مجبور به استفاده از ترازنامه انرژی و میزان Gdp طی سال های موردنظر شدیم زیرا اطلاعات دقیقی از درآمدخانوارها در استان ها در دسترس نبود.

برای محاسبه درآمد ۶۰ درصد ازمقدار Gdp هرسال را با احتساب قیمت نفت در نظر میگیریم.میزان Gdp در ترازنامه انرژی بر حسب میلیون ریال می‌باشد برای تبدیل کردن به ریال ضرب در یک میلیون می‌کنیم سپس برای تبدیل کردن به دلار تقسیم بر نرخ ارز سال مورد نظر می‌کنیم تا درآمد حاصل شده تبدیل به دلار شود.در نهایت برای به دست آوردن درآمد ماهیانه هر یک از استان ها درآمددلاری را تقسیم بر تعداد ماه های سال می‌کنیم تا درآمد نهایی ماهیانه به دست آید.

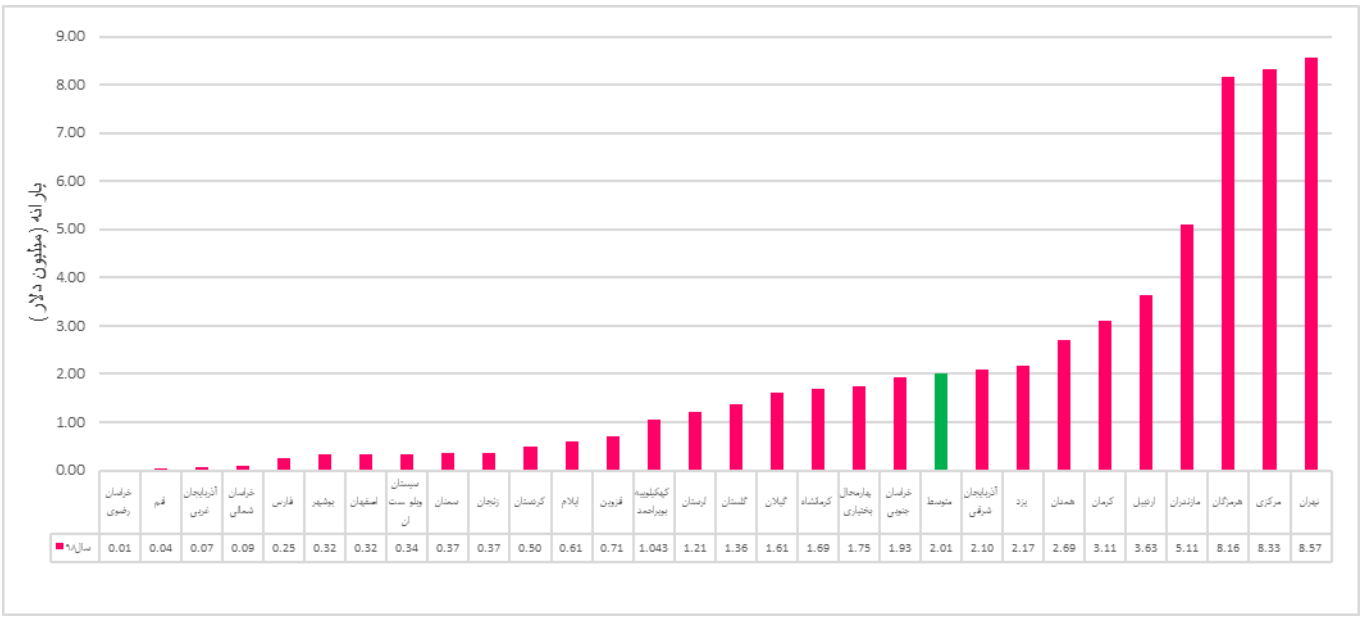
در آخرین محاسبات نیازمند به حداقل و حداکثر درآمد استان ها می‌باشیم. برای به دست آوردن آن ها باید ابتدا میزان انحراف معیار درآمد سالیانه را محاسبه کنیم. بعد از آن انحراف معیار به دست آمده را دو برابر می‌کنیم. سپس برای به دست آوردن حداکثر درآمد دوبرابر انحراف معیار را با درآمدسالیانه جمع می‌کنیم سپس بر تعداد ماه های سال تقسیم می‌کنیم تا حداکثر درآمدماهیانه هر سال به دست آید و برای محاسبه حداقل میزان درآمد، درآمدسالیانه را از دوبرابرانحراف معیار کم می‌کنیم اگر نتیجه محاسبه منفی شد به جای حداقل درآمد صفر می‌گزاریم و در غیر این صورت عدد حاصل شده را بر تعداد ماه های سال تقسیم می‌کنیم تا حداقل درآمد ماهیانه محاسبه شود.

[۱۹] اطلاعات اقلیمی استان ها را از سایت وزارت نیرو گرفتیم.

[۲۰] تعدادخانوارهای استان ها را از سایت آمارایران استخراج کردیم.

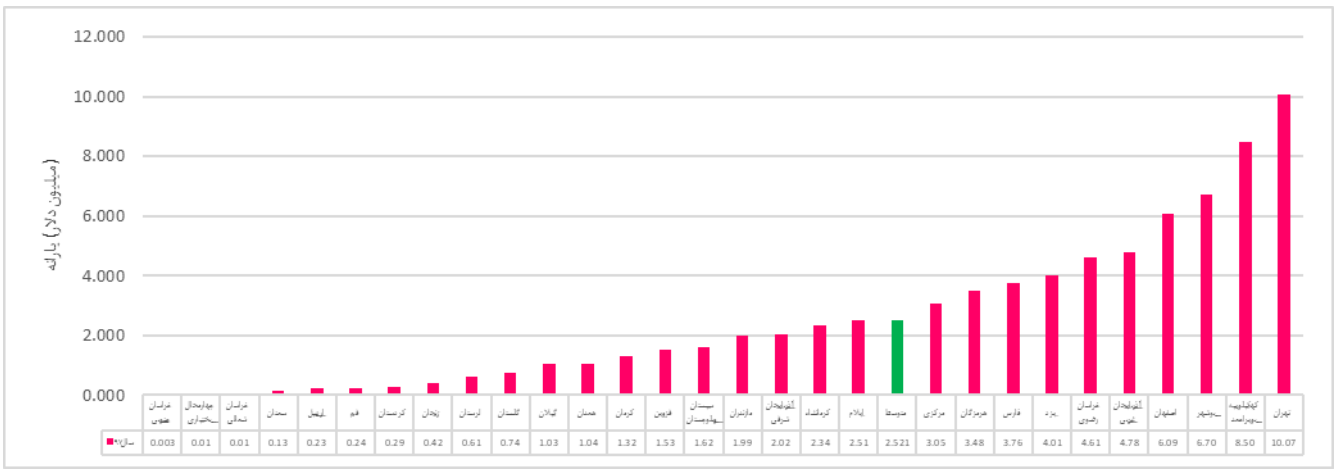
[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

در نهایت تمامی اطلاعات به دست آمده ر ا در فایل اکسل مرتب میکنیم. سپس با توجه به کدنویسی فرمول‌های که در فصل سوم ذکر شد در فضای پایتون و اجرای برنامه به جواب نهایی می‌رسیم.



نمودار۲ روند یارانه پرداختی استان های کشور در سال ۹۸

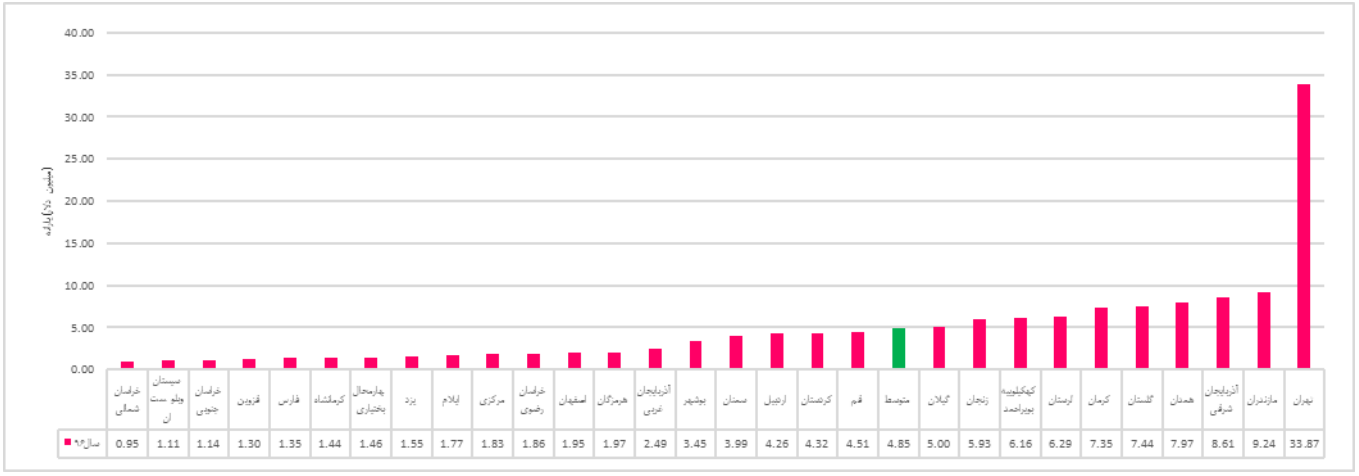
نمودار ۲ نشان دهنده میزان یارانه پرداختی استان های کشور ایران در سال ۹۸ می‌باشد.متوسط یارانه پرداختی ۲/۰۱ میلیون دلار می‌باشد.بیشترین میزان مصرف برق مربوط به استان های تهران وکمترین میزان مصرف مربوط به استان خراسان رضوی است.



نمودار۳ روند یارانه پرداختی استان های کشور در سال ۹۷

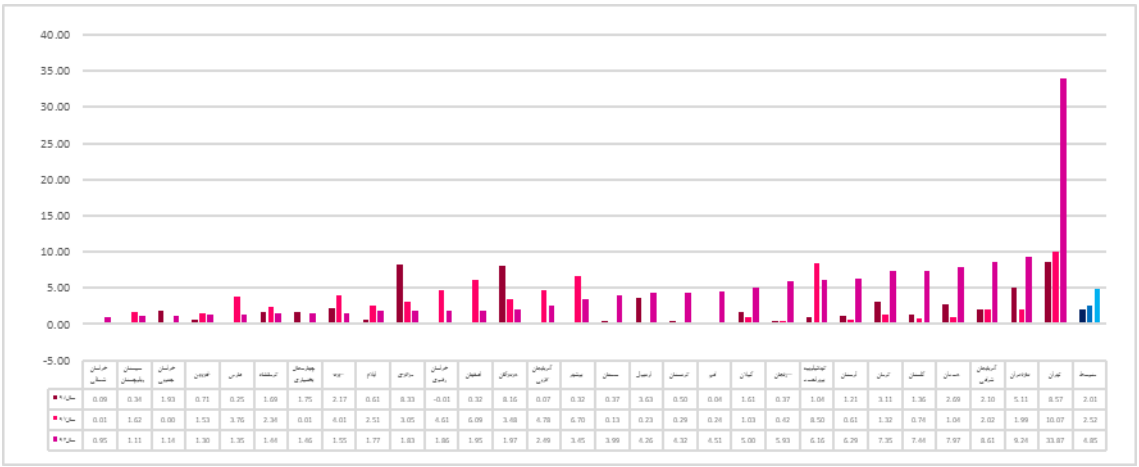
[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

نمودار ۳ نشان دهنده میزان یارانه پرداختی استان های کشور ایران در سال ۹۷ می‌باشد.متوسط یارانه پرداختی ۲/۵۲۱ میلیون دلار می‌باشد.بیشترین میزان مصرف برق مربوط به استان تهران و کمترین میزان مصرف مربوط به استان خراسان جنوبی است.



نمودار ۴ روند یارانه پرداختی استان های کشور در سال ۹۶

نمودار ۴ نشان دهنده میزان یارانه پرداختی استان های کشور ایران در سال ۹۶ می‌باشد.متوسط یارانه پرداختی ۴/۸۵ میلیون دلار می‌باشد.بیشترین میزان مصرف برق مربوط به استان تهران و کمترین میزان مصرف مربوط به استان خراسان شمالی است.

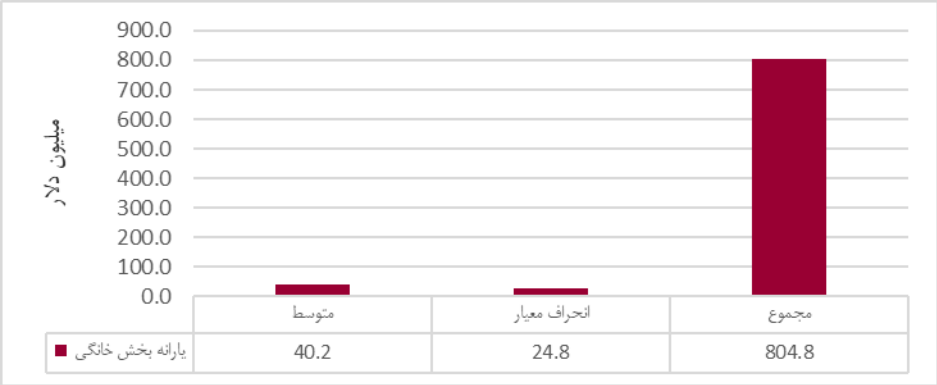


نمودار ۵ روند یارانه پرداختی استان های کشور طی سال های ۹۸-۹۶

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

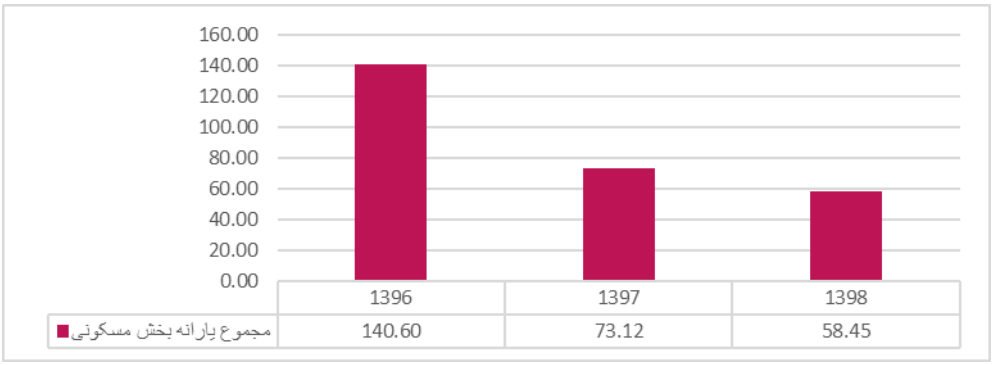
نمودار ۵ نشان دهنده میزان یارانه پرداختی در طی سال های ۹۸-۹۶ می‌باشد.متوسط یارانه پرداختی در سال ۹۸ کمتر از سال های دیگر می‌باشد.استان تهران در سال۹۶ بیشترین میزان پرداخت یارانه در این سه سال را دارد.کمترین میزان پرداخت یارانه مربوط به استان خراسان رضوی در سال ۹۸ می‌باشد.

براساس مدل‌سازی که در قسمت قبل ذکر شد انحراف الگو مصرف کشور از قیمت های تمام شده جهانی محاسبه شد و براساس نمودار ۶ مجموع یارانه پرداختی به خانوارها در طی دوره زمانی ۱۳۹۹-۱۳۸۰ برابر با ۸۰۴/۸ میلیون دلار و متوسط یارانه پرداختی ۴۰/۲ میلیون دلار و انحراف معیار برابر با ۲۴/۸ می‌باشد.



نمودار۶ مجموع و متوسط یارانه پرداختی به بخش خانگی طی دوره ۱۳۹۹-۱۳۸۰

نمودار زیر مقدار کل یارانه ای را نشان می‌دهد که دولت به خانوارها در استان های کشور طی سال های ۹۸-۹۶ می‌پردازد.



نمودار۷مقدار کل یارانه پرداختی طی سال های ۹۸-۹۶

طبق نمودار بالا بیشترین یارانه در سال ۱۳۹۶ برابر با ۱۴۰/۶۰ میلیون دلار و کمترین یارانه برای سال ۱۳۹۸ برابر با ۵۸/۴۵ میلیون دلار می‌باشد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

۵- نتیجه گیری

متوسط یارانه خانگی ۴۰ میلیون دلار می‌باشد. روند تغییرات بعد از هدفمند کردن یارانه ها کاهشی بوده است. در سال های رونق اقتصادی"دهه‌ی هشتاد" مصرف بیشتر و در سال های رکود اقتصادی مصرف کمتر شده است.

مجموع یارانه پرداختی به خانوارها در طی دوره زمانی ۱۳۹۹-۱۳۸۰ برابر با ۸۰۴/۸ میلیون دلار و متوسط یارانه پرداختی ۴۰/۲ میلیون دلار و انحراف معیار برابر با ۲۴/۸ می‌باشد. میزان یارانه پرداختی استان های کشور ایران در سال ۹۸ می‌باشد.متوسط یارانه پرداختی ۲/۰۱ میلیون دلار می‌باشد.بیشترین میزان مصرف برق مربوط به استان های تهران وکمترین میزان مصرف مربوط به استان خراسان رضوی است.

میزان یارانه پرداختی استان های کشور ایران در سال ۹۷ می‌باشد.متوسط یارانه پرداختی ۲/۵۲۱ میلیون دلار می‌باشد.بیشترین میزان مصرف برق مربوط به استان تهران و کمترین میزان مصرف مربوط به استان خراسان جنوبی است.

یارانه پرداختی استان های کشور ایران در سال ۹۶ می‌باشد.متوسط یارانه پرداختی ۴/۸۵ میلیون دلار می‌باشد.بیشترین میزان مصرف برق مربوط به استان تهران و کمترین میزان مصرف مربوط به استان خراسان شمالی است.

بیشترین یارانه در سال ۱۳۹۶ برابر با ۱۴۰/۶۰ میلیون دلار و کمترین یارانه برای سال ۱۳۹۸ برابر با ۵۸/۴۵ میلیون دلار می‌باشد. متوسط یارانه پرداختی استان تهران طی این سه سال ۱۷/۵۰ می‌باشد.که بیشترین میزان پرداخت یارانه مربوط به سال ۱۳۹۶ و کمترین میزان پرداخت مربوط به سال ۱۳۹۸می‌باشد.

از لحاظ پرداخت یارانه دربین استان‌ها بیشترین میزان یارانه مربوط به استان تهران می‌باشد. براساس برآورد مدل یک را بطه ی مثبت بین سطح توسعه یافتگی استان و میزان یارانه پرداختی برق وجود دارد. براساس برآورد مدل استان‌هایی مانند بوشهر و هرمزگان یارانه‌ای بیشتر از سایر استان‌ها می‌پردازند پس یک رابطه مثبت بین اقلیم استان ها و میزان یارانه پرداختی برق وجود دارد.

براساس محاسبات تحقیق استان خراسان جنوبی کمترین میزان یارانه برق را دریافت کرده است.به سیاست گذاران پیشنهاد می‌شود سیاست تبعیض تعرفه‌ای به نفع مناطق کم برخوردار را اجرا کند.
استفاده از الگو مصرف و تعرفه های پله ای بعد از هدفمند کردن یارانه‌ها باعث کاهش یارانه پرداختی دولت شده است بنابراین پیشنهاد می‌شود طراحان تعرفه سیاست منطقی و واقعی کردن تعرفه برق را به عنوان یک سیاست اصلاح الگو مصرف مدنظر قرار دهند.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

فهرست منابع و مآخذ:

بزازان، ف.، و موسوی، م.، و قشمی، ف. (۱۳۹۴)، تاثیر هدفمندی یارانه انرژی برق بر تقاضای خانوارها به تفکیک شهر و روستا در ایران (یک رهیافت سیستمی). اقتصاد انرژی ایران (اقتصاد محیط زیست و انرژی)،۴(۱۴)، ۱-۳۲.

جوان، حمید (۱۳۹۳). تاثیر هدفمند کردن یارانه ها بر درآمد و هزینه شرکت فرودگاه‌های کشور (فرودگاه یزد). سمپوزیوم بین‌المللی علوم مدیریت.

حیدری، حسن، نجارفیروزجایی، محمد، و سعیدپور، لسیان. (۱۳۹۰). بررسی رابطه بین مصرف برق, قیمت برق و رشد اقتصادی در ایران. پژوهش ها و سیاست های اقتصادی، ۱۹(۵۹)، ۱۷۵-۱۹۹.

دریکوند اکرم، عسگری حشمت‌الله. (۲۰۲۱)، برآورد اثرات کوتاه مدت و بلند مدت قیمت برق بر تقاضای برق خانگی در استان‌های ایران. *توسعه و سرمایه*, ۵(۲), ۳۱-۴۵.

رسولی، محمدرضا. (۱۳۹۱). نقش رسانه ها در نهادینه کردن فرهنگ مدیریت مصرف برق. فرهنگ ارتباطات، ۲(۵)، ۹۳-۱۰۵.

سایت بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، نتایج حاصل از میزان دستمزد خانوارهای ایران طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۸۰.

سایت مرکز آمار ایران، نتایج بررسی بودجه خانوارهای شهری و روستایی ایران.

سایت وزارت نیرو، نتایج بررسی الگو مصرف خانوارهای ایران و میزان مصرف برق استان ها.

فتاحی، شهرام، بهاری پور، سحر، و رضائی، الهام. (۱۳۹۵). ارزیابی تاثیر ساختار جمعیت برمصرف برق (مطالعه موردی مقایسه مصرف انرژی برق استان های غرب و شرق کشور). کیفیت و بهره وری در صنعت برق ایران، ۵(۱۰)، ۱-۱۳.

محمدی، ت.، و کروکی، م. (۱۳۹۳). مقایسه تابع تقاضای خانگی برق استانهای سرد و گرم کشور. مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۰(۴۰), ۱-۲۰.

موسوی اهرنجانی، پ.، و قادری، س.، و آزاده، م. (۱۳۸۶)، شبیه سازی تقاضای برق صنایع ایران با استفاده از سیستم داینامیک. دانشکده فنی دانشگاه تهران، ۴۱(۷ (پیاپی ۱۰۹))، ۹۴۳-۹۵۳.

Burke, P. J., & Kurniawati, S. (2018). Electricity subsidy reform in Indonesia: Demand-side effects on electricity use. *Energy Policy*, *116*, 410-421.

Castillo, V. Z., De Boer, H. S., Muñoz, R. M., Gernaat, D. E., Benders, R., & van Vuuren, D. (2022). Future global electricity demand load curves. *Energy*, *258*, 124741.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

Dias-Bandaranaike, R., & Munasinghe, M. (1983). The demand for electricity services and the quality of supply. *The Energy Journal*, *4*(2).

Hartman, R. S. (1983). The estimation of short-run household electricity demand using pooled aggregate data. *Journal of Business & Economic Statistics*, *1*(2), 127-135.

Ilyas, R., Hussain, K., Ullah, M. Z., & Xue, J. (2022). Distributional impact of phasing out residential electricity subsidies on household welfare. *Energy Policy*, *163*, 112825.

Ioannidis, F., Kosmidou, K., Savva, C., & Theodossiou, P. (2021). Electricity pricing using a periodic GARCH model with conditional skewness and kurtosis components. *Energy Economics*, *95*, 105110.

Khalid, S. A., & Salman, V. (2020). Welfare impact of electricity subsidy reforms in Pakistan: a micro model study. *Energy Policy*, *137*, 111097.

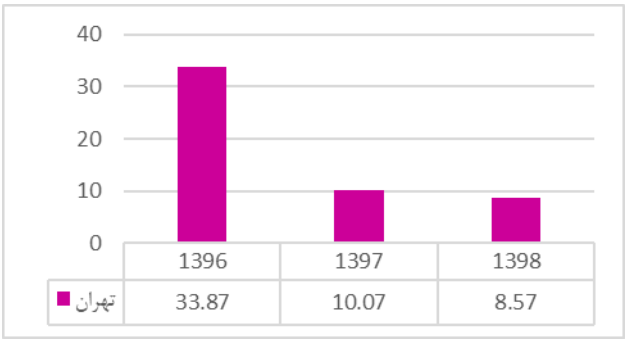
Proskuryakova, L., Starodubtseva, A., & Bianco, V. (2020). Modelling a household tariff for reducing sectoral cross-subsidies in the Russian power market. *Energy*, *213*, 118725

Reiss, P. C., & White, M. W. (2005). Household electricity demand, revisited. *The Review of Economic Studies*, *72*(3), 853-883.

Tolstyakova, O. V., & Batyrova, N. T. (2022). Methods of optimising tariff regulation in the electric power industry. *The Electricity Journal*, *35*(2), 107083.

Wang, Y., & Lin, B. (2021). Performance of alternative electricity prices on residential welfare in China. *Energy Policy*, *153*, 112233.

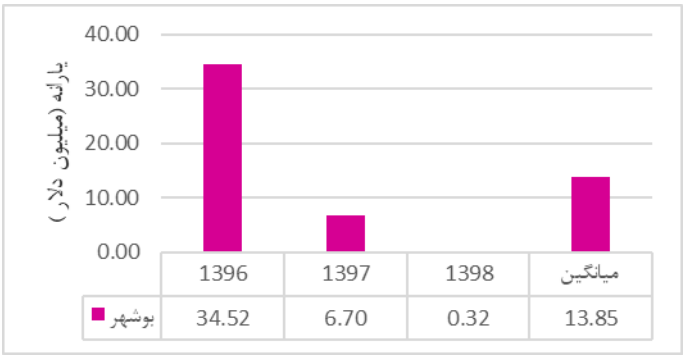
ضمیمه:



نمودار ۸ روند یارانه پرداختی استان تهران

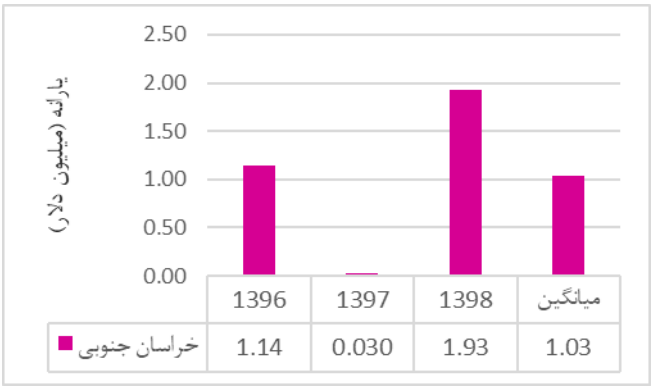
[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

نمودار ۸ نشان دهنده میزان یارانه پرداختی استان تهران طی سال های ۹۸-۹۶ می‌باشد.متوسط یارانه پرداختی طی این سه سال ۱۷/۵۰ می‌باشد. بیشترین میزان پرداخت یارانه مربوط به سال ۱۳۹۶ و کمترین میزان پرداخت مربوط به سال ۱۳۹۸می‌باشد.



نمودار ۹ روند یارانه پرداختی استان بوشهر

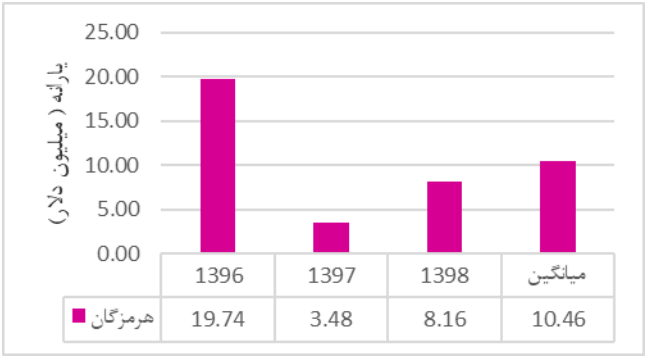
نمودار ۹ نشان دهنده میزان یارانه پرداختی استان بوشهر طی سال های ۹۸-۹۶ می‌باشد.متوسط یارانه پرداختی طی این سه سال ۱۳/۸۵ می‌باشد. بیشترین میزان پرداخت یارانه مربوط به سال ۱۳۹۶ و کمترین میزان پرداخت مربوط به سال ۱۳۹۸می‌باشد.



نمودار ۱۰ روند یارانه پرداختی استان خراسان جنوبی

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]

نمودار ۱۰ نشان دهنده میزان یارانه پرداختی استان خراسان جنوبی طی سال های ۹۸-۹۶ می‌باشد.متوسط یارانه پرداختی طی این سه سال ۱/۰۳ می‌باشد. بیشترین میزان پرداخت یارانه مربوط به سال ۱۳۹۸ و کمترین میزان پرداخت مربوط به سال ۱۳۹۷می‌باشد.



نمودار ۱۱ روند یارانه پرداختی استان هرمزگان

نمودار ۱۱ نشان دهنده میزان یارانه پرداختی استان هرمزگان طی سال های ۹۸-۹۶ می‌باشد.متوسط یارانه پرداختی طی این سه سال ۱۰/۴۶ می‌باشد. بیشترین میزان پرداخت یارانه مربوط به سال ۱۳۹۶ و کمترین میزان پرداخت مربوط به سال ۱۳۹۷می‌باشد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-28]