

ارزیابی ابعاد بحران تأمین برق تابستان و راهکارهای مقابله با آن

معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی
دفتر: مطالعات انرژی، صنعت و معدن

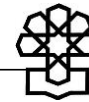
کد موضوعی: ۳۱۰
شماره مسلسل: ۱۵۹۲۳
تیرماه ۱۳۹۷

به نام خدا

فهرست مطالب

چکیده.....	۱
فصل اول - ارزیابی ابعاد بحران تأمین برق تابستان و راهکارهای مقابله با آن.....	۲
۱-۱. مقدمه.....	۲
۱-۲. بررسی بحران تولید برق در سال‌های گذشته.....	۳
۱-۳. پیش‌بینی مقدار اوج مصرف برق تابستان.....	۸
۱-۴. پیش‌بینی مقدار تولید.....	۸
۱-۴-۱. نیروگاه‌های حرارتی و تجدیدپذیر.....	۸
۱-۴-۲. نیروگاه‌های برقآبی.....	۹
۱-۵. برآورد میزان کمبود برق در سال ۱۳۹۷.....	۱۱
فصل دوم - بررسی تجربیات ایران و جهان برای حل بحران برق.....	۱۲
۲-۱. تجربیات جهانی برای مقابله با بحران برق.....	۱۲
۲-۱-۱. ارتباط با مشترکین.....	۱۲
۲-۱-۲. سهمیه‌بندی برق.....	۱۴
۲-۱-۳. اصلاح تعرفه برق.....	۱۶
۲-۱-۴. جایگزینی تجهیزات خانگی برقی با تجهیزات کم‌مصرف‌تر.....	۲۱
۲-۲. تجربیات ایران برای مقابله با بحران برق.....	۲۲
فصل سوم - راهبردهای کوتاه‌مدت و میان‌مدت در کنترل اوج بار.....	۲۳
۳-۱. بررسی وضعیت بخش‌های مختلف مصرف بر اوج مصرف.....	۲۳

- ۲۴..... اصلاح نظام تعرفه‌گذاری اوج بار ۳-۲
- ۲۵..... انواع نظام تعرفه‌گذاری رایج در دنیا ۳-۲-۱
- ۲۷..... آسیب‌شناسی تعرفه فعلی برق خانگی در زمان اوج و کم‌باری ۳-۲-۲
- ۲۹..... ارائه مدل‌های قیمت‌گذاری مختلف پیک و مقایسه آنها..... ۳-۲-۳
- ۲۹..... الف) روش اول - زمان استفاده.....
- ۳۱..... ب) روش دوم - قیمت بحرانی.....
- ۳۳..... ج) مقایسه طرح‌های پیشنهادی با یکدیگر.....
- ۳۷..... د) جمع‌بندی و ارائه مدل برگزیده.....
- ۳۹..... ۳-۳ توسعه کنتورهای دیجیتال و کنتورهای هوشمند برای اجرای تعرفه‌های اوج بار.....
- ۳۹..... ۳-۴ اصلاح شیوه صدور قبوض برق و استفاده از ابزارهای نوین ارتباطی برای تعامل با مشترکین.....
- ۴۰..... ۳-۵ راهکارهای نوین ارتباط با مشتریان.....
- ۴۱..... ۳-۶ اصلاح ساعات کار ادارات و واحدهای تجاری.....
- ۴۲..... ۳-۷ توسعه تجهیزات کم‌مصرف سرمایشی.....
- ۴۲..... ۳-۷-۱ کولرهای آبی.....
- ۴۳..... ۳-۷-۲ کولرهای گازی.....
- ۴۶..... ۳-۷-۳ ارائه راهکارها.....
- ۵۰..... فصل چهارم - راهبردهای بلندمدت در کنترل اوج بار.....
- ۵۰..... ۴-۱ توسعه تجارت برق با کشورهای همسایه.....
- ۵۰..... ۴-۲ توسعه مصارف برق در بخش‌های صنعت و حمل‌ونقل.....
- ۵۲..... ۴-۳ کاهش تلفات شبکه.....
- ۵۳..... ۴-۴ استفاده از فناوری‌های ذخیره‌ساز برق.....
- ۵۳..... ۴-۵ اصلاح ساختار مدیریت و تصدی‌گری در بخش انرژی.....
- ۵۴..... ۴-۶ احیای اقتصاد برق با هدف توسعه سرمایه‌گذاری در تولید برق.....
- ۵۴..... فصل پنجم - جمع‌بندی و نتیجه‌گیری.....
- ۵۶..... پی‌نوشت‌ها.....



ارزیابی ابعاد بحران تأمین برق تابستان و راهکارهای مقابله با آن

چکیده

تأمین برق مصرفی در تابستان سال جاری با توجه به کاهش حجم بارندگی‌ها و در نتیجه کاهش ظرفیت نیروگاه‌های برقی بیش از پیش به بحران تبدیل شده است. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد به‌طور متوسط کمبود تقاضای توان مصرفی بیش از ۵۰۰۰ مگاوات در فصل تابستان خواهد بود.

از همین‌رو در این پژوهش علاوه بر روشن شدن موضوع بحران برق در فصل تابستان، به بررسی تجربیات برخی کشورهای جهان برای مقابله با این بحران پرداخته شده و راهکارهای مناسب نیز در قالب راهکارهای کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت ارائه شده است.

بررسی تجربیات سایر کشورها در مقابله با بحران تأمین برق در زمان اوج بار نشان می‌دهد تمرکز بر مشترکان پرمصرف، تغییرات قیمتی محسوس در روزها و ساعات اوج بار، استفاده حداکثری از رسانه‌های عمومی و همچنین حمایت از توسعه تجهیزات کم‌مصرف اصلی‌ترین راهکارهای مقابله با بحران تأمین برق در اوج بار در دنیاست.

با توجه به سهم ۵۰ درصدی بخش خانگی در مصرف برق در زمان‌های اوج بار، کنترل مصرف بخش خانگی نسبت به سایر بخش‌ها در اولویت است. راهکارهای کوتاه‌مدت و میان‌مدت برای کاهش اوج بار در این بخش عبارتند از: اصلاح نظام تعرفه‌گذاری اوج بار و زیرساخت‌های قبوض و کنتورها، استفاده حداکثری از ظرفیت وسایل ارتباطی و همچنین توسعه تجهیزات کم‌مصرف سرمایشی.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد تعرفه‌گذاری فعلی برق خانگی در زمان اوج بار و کم‌باری غیرمؤثر و ناعادلانه بوده و مشترکان پرمصرف کمتر از مشترکان کم‌مصرف جریمه مصارف اوج بار خود را احساس می‌کنند. برای حل این معضل پیشنهاد شده است با تعیین «الگوی مصرف برق در اوج بار» برای اقلیم‌های مختلف، از مصارف بالاتر از الگوی مصرف در زمان اوج بار جریمه اخذ شود و طبق فرمول دقیقی، این جریمه میان مشترکان کم‌مصرف توزیع شود. در نتیجه در این روش از آنجا که اکثریت مردم از تشویق‌ها بهره‌مند می‌شوند و تنها ۲۵ درصد از کل مشترکین، جریمه می‌پردازند، از سویی مشترکان پرمصرف به اصلاح رفتار خود ترغیب می‌شوند و از سوی دیگر نارضایتی عمومی از تغییر تعرفه‌ها کاهش می‌یابد.

تأثیرگذاری تعرفه‌های اوج بار منوط به اصلاح قبوض و همچنین اصلاح برخی زیرساخت‌ها در رابطه با کنتورهاست. پیشنهاد شده است که با استفاده بهینه از ظرفیت رسانه‌ای قبوض برق، مشترکان به‌صورت

واضح اطلاعاتی از قبیل ساعات اوج بار، میزان مصرف نسبت به سایر ساکنین منطقه یا شهر، میزان جریمه اوج بار، میزان کاهش مبلغ قبض در صورت کنترل مصرف و... را در قالب قبوض دریافت کنند. همچنین ضروری است توسعه کنتورهای دیجیتال و هوشمند به صورت جدی پیگیری شود و با استفاده از ابزارهای نوین بر بستر نرم‌افزارهای گوشی هوشمند، خوداظهاری قبوض برق به صورت هفتگی در دستور کار قرار گیرد.

به علاوه، براساس تجربه‌های موفق جهانی، پیشنهاد شده است که با تعطیلی برنامه‌های تلویزیونی در برخی ساعات خاص در روزهای بحرانی و همچنین نشان دادن نمایشگر وضعیت بحرانی در کنار برنامه‌های تلویزیونی مشترکان به کاهش مصرف برق ترغیب شوند.

از منظر تجهیزات مصرف انرژی، با توجه به اینکه اختلاف اوج بار تابستان و زمستان به بیش از ۲۰۰۰۰ مگاوات رسیده است باید نقش و اهمیت وسایل سرمایشی در کاهش مصرف اوج بار به صورت جدی توجه شود. در این راستا مکانیسم‌ها برای اسقاط تجهیزات فرسوده و نوسازی آنها و همچنین حمایت از تولیدکنندگان و خریداران تجهیزات کم‌مصرف پیشنهاد شده است. همچنین ضروری است با اصلاح تعرفه‌ها، روند شتابان گسترش استفاده از کولرهای گازی در مناطق عادی (غیرگرمسیر) هرچه سریع‌تر متوقف شود.

در پایان، توسعه تجارت برق، گسترش ذخیره‌سازها، توسعه مصارف برق در بخش حمل‌ونقل و صنعت، کاهش تلفات، اصلاح ساختار مدیریت و تصدیگری و همچنین احیای اقتصاد برق، به‌عنوان راهکارهای بلندمدت بهبود وضعیت بحران تأمین برق معرفی شده‌اند.

فصل اول – ارزیابی ابعاد بحران تأمین برق تابستان و راهکارهای مقابله با آن

۱-۱. مقدمه

انرژی الکتریکی پیش‌نیاز مهمی در پیشرفت حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی و رفاهی در کلیه جوامع و کشورها محسوب می‌شود. به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه یا کمتر توسعه‌یافته، در دسترس بودن برق با کیفیت استاندارد و قابلیت اطمینان بالا همراه با قیمت‌های معقول نقش بسزایی در رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی دارد. به همین دلیل مسئولان حوزه تأمین و توزیع برق همواره خود را ملزم به تأمین برق مورد نیاز مشترکان دانسته و در راستای آن کوشیده‌اند. با وجود این در بسیاری از کشورها در برخی مقاطع، تقاضای برق مصرفی مشترکان تأمین نمی‌شود و در نتیجه خاموشی برق رخ می‌دهد. به بیان دیگر سیستم تأمین برق شامل تولید، توزیع و انتقال بوده و در صورتی که هر کدام از اجزای سیستم مختل شود آن‌گاه خاموشی برق رخ خواهد داد. خاموشی برق برای هر کشوری آثار متعدد اقتصادی، اجتماعی و حتی سیاسی داشته و به همین منظور از «عدم تأمین برق» به‌عنوان یک بحران



یاد می‌شود. هرچند بحران برق می‌تواند ناشی از ناکارایی هر یک از اجزای اشاره شده سیستم تأمین برق باشد، اما معمولاً آنچه که تحت عنوان خاموشی‌های گسترده و بحران برق یاد می‌شود مربوط به بخش تولید برق و عدم توازن بین تقاضای مصرفی با میزان تولید برق است. به همین دلیل در این بخش به بررسی بحران برق از منظر کمبود تولید نسبت به تقاضا پرداخته شده است.

بررسی میزان مصرف برق کشور طی چند دهه اخیر نشان می‌دهد که نه تنها میزان مصرف برق، بلکه حتی سرانه آن نیز روند صعودی داشته^۱ و مسئولین وزارت نیرو نیز همواره خود را ملزم به تأمین برق مشترکان دانسته‌اند. با وجود این در بسیاری از سال‌ها میزان حداکثر تقاضای مشترکان از حداکثر توان تولیدی شبکه کل کشور پیشی گرفته و کشور با خاموشی‌های متعدد در ایام تابستان مواجه شده است. نمونه بارز این امر در سال ۱۳۸۶-۱۳۸۷ اتفاق افتاد. همچنین در سال‌های اخیر نیز حوادثی در برخی نقاط کشور رخ داد که یکی از علل آن، فشار بیش از حد به شبکه برق بود.

خاموشی ناشی از عدم تولید برق نشان‌دهنده شرایط حاد این صنعت است، اما آنچه که برای تولیدکنندگان برق اهمیت دارد دو چیز است:

الف) بیشتر بودن قدرت عملی نیروگاه‌ها از توان مصرفی در زمان اوج مصرف برای تولید برق مطمئن،
ب) یکنواختی هرچه بیشتر تقاضای توان از سمت مصرف‌کننده در طول سال تا هزینه تولید برق کاهش یافته و فروش آن نیز صرفه اقتصادی داشته باشد.

به بیان دیگر اگر شرایط فوق در بخش تولید برق وجود نداشته باشد آن‌گاه این حوزه در گذر زمان به موقعیتی خواهد رسید که دیگر قادر به تأمین برق مصرفی مشترکان نبوده و خاموشی برق رخ خواهد داد. در بخش‌های بعدی این فصل به موضوعات اشاره شده پرداخته خواهد شد.

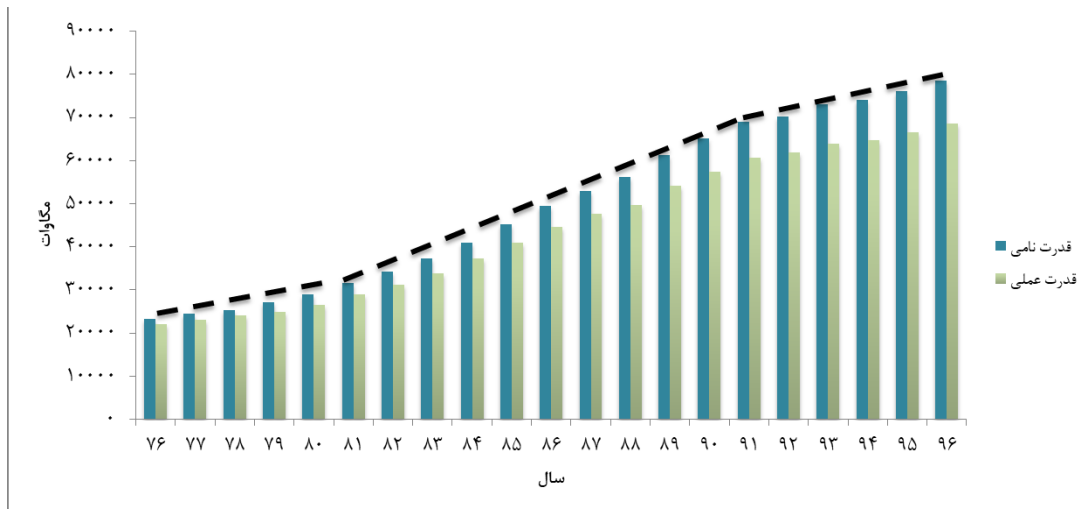
۲-۱. بررسی بحران تولید برق در سال‌های گذشته

با توجه به آنچه که در قسمت مقدمه اشاره شد، در این قسمت به بررسی پارامترهای مهم در تعیین تولید و تقاضای مصرف برق طی سال‌های اخیر پرداخته می‌شود.

بررسی روند قدرت نامی و عملی نیروگاه‌های کشور نشان می‌دهد که در دهه اخیر روند قدرت نامی و عملی نیروگاه‌ها به صورت صعودی بوده، اما شیب آن در سال ۱۳۹۱ به بعد نسبت به سال‌های قبل از ۱۳۹۱ کاهش یافته است (شکل ۱).^[۱]

۱. به غیر از سال ۱۳۹۰ که این سال پس از اجرای قانون هدفمندی در کشور قرار داشته و سرانه مصرف برق خانگی ۶ درصد کاهش یافت.

شکل ۱. روند ظرفیت نامی و عملی نیروگاه‌های کشور در سال‌های اخیر

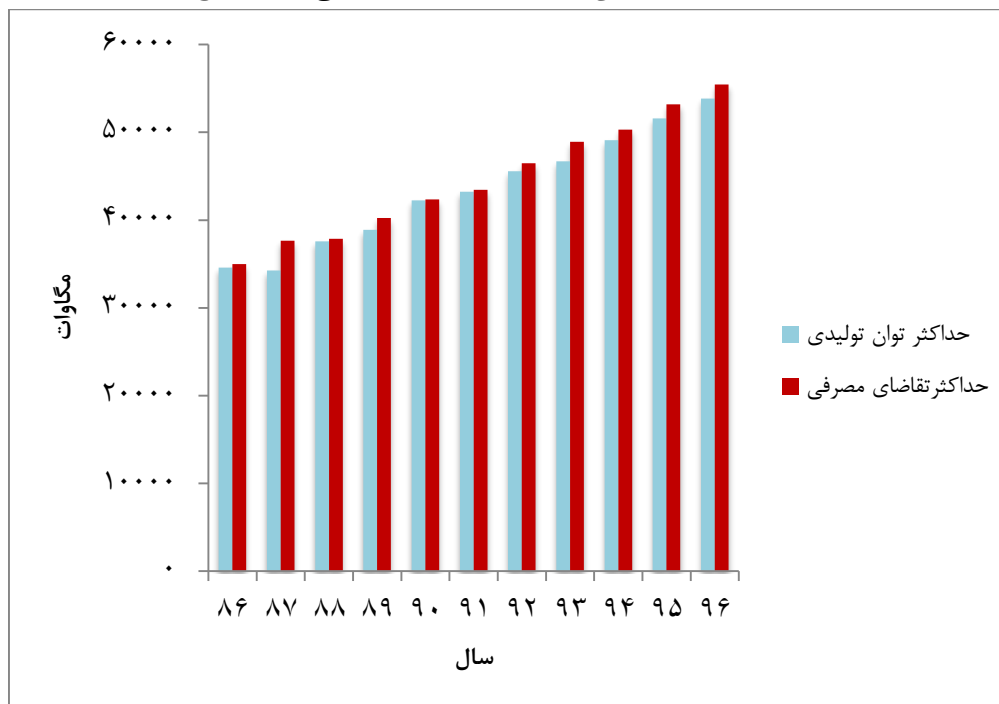


کاهش رشد ظرفیت نیروگاهی کشور از سال ۱۳۹۱ به بعد نسبت به سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۱ به خوبی در شکل ۱ مشاهده می‌شود. با توجه به بازه زمانی ۳ تا ۵ ساله برای احداث هر نیروگاه حرارتی در ایران، شکل ۱ نشان می‌دهد از اواخر دهه ۱۳۸۰، افت سرمایه‌گذاری در بخش تولید برق آغاز شده و تا دهه ۱۳۹۰ ادامه پیدا کرده است. به نظر می‌رسد عدم اجرای فازهای بعدی هدفمند کردن یارانه‌ها، اعمال تحریم‌های ظالمانه، پایین بودن قیمت فروش برق نسبت به قیمت تمام شده آن، عدم پرداخت مابه‌التفاوت قیمت تکلیفی و تمام شده توسط دولت و همچنین خصوصی‌سازی غیراصولی و غیرمنطقی نیروگاه‌ها بدون ایجاد زیرساخت‌های لازم برای این امر، از عوامل کاهش سرمایه‌گذاری در بخش تولید برق هستند که این صنعت را در سال‌های اخیر با چالش‌های جدی مواجه کرده است.^[۲]

اما همان‌طور که اشاره شد یکی از پارامترهای مهم برای تولید برق، رعایت فاصله ایمن بین حداکثر تقاضای مصرفی با حداکثر توان تولید برق است. به همین دلیل حداکثر تقاضای مصرف و حداکثر توان تولیدی کشور در روزهای بحرانی در شکل ۲ آورده شده است.



شکل ۲. حداکثر توان تولیدی و تقاضای مصرفی در روز اوج بار



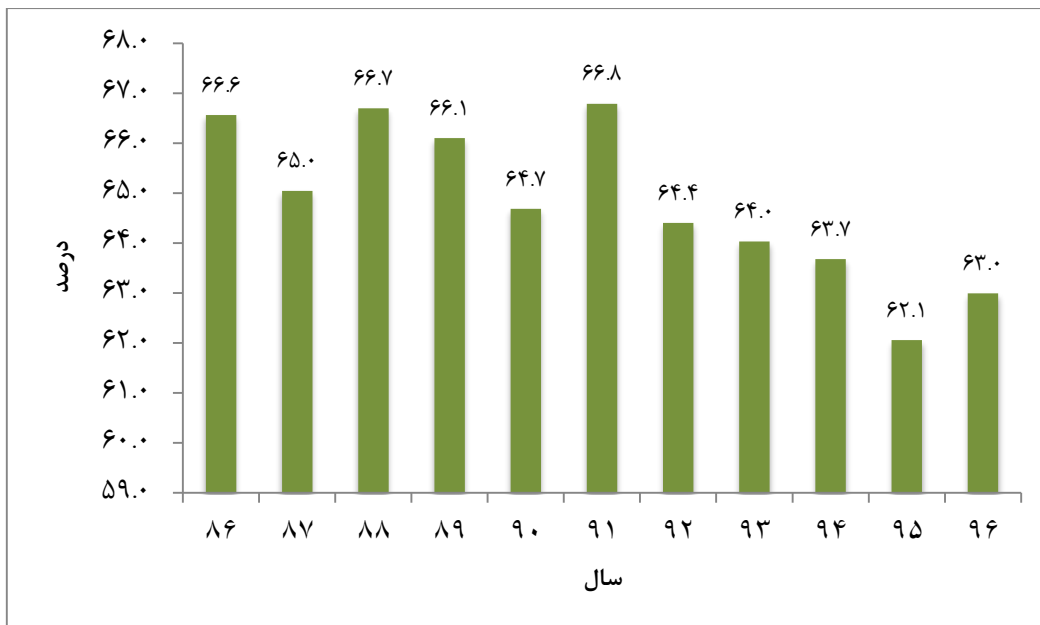
همان طور که در شکل ۲ نیز مشاهده می شود تقریباً در تمامی سال های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۶ میزان تقاضای مصرفی در روزهای بحرانی سال بیش از حداکثر توان تولید شبکه بوده است. به همین دلیل در این سال ها یا خاموشی در همه بخش ها رخ داده و یا اینکه بخشی از بار مورد نیاز از طریق همکاری با بخش های صنعت و کشاورزی تأمین شده است. علاوه بر این وقتی که تمام ظرفیت نیروگاهی کشور با حداکثر توان برای تولید برق مورد نیاز کشور به کار گرفته شود، اولاً امنیت تولید برق کاهش می یابد و ثانیاً نیروگاه ها و تأسیسات برق زودتر فرسوده می شوند.

با توجه به مطالب فوق می توان گفت که طی این سال ها رعایت فاصله ایمن بین حداکثر ظرفیت با حداکثر تقاضای مصرفی که یکی از شاخص های مهم برای تولید برق در کشور است وجود نداشته و همواره میزان تقاضای مصرفی در روزهای خاصی از سال، صنعت تولید برق را با آسیب جدی روبرو کرده است. اما پارامتر مهم دیگر یکنواختی تقاضای توان مصرفی در طول ایام سال است که این یکنواختی با شاخصی به نام ضریب بار تعیین می شود. ضریب بار مطابق فرمول ۱ تعریف می شود.

$$\text{فرمول ۱} \quad * 100 = \frac{\text{کل انرژی تولیدی شبکه در طول سال}}{\text{پیک بار تولیدی} * 8760 \text{ ساعت}} = \text{ضریب بار شبکه}$$

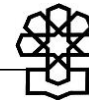
هرچه ضریب بار بیشتر باشد، ظرفیت نیروگاهی نصب شده در طول سال، بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد بدون آنکه در ساعاتی خاص به آنها فشار حداکثری وارد شود. در نتیجه هزینه تولید برق نیز کاهش می‌یابد. اما بالعکس اگر ضریب بار کم باشد به‌علت اینکه برخی از نیروگاه‌های کشور تنها در ساعات اوج بار فصل گرما قرار گرفته‌اند (۲ الی ۴ ساعت) آن‌گاه به‌منظور بازگشت سرمایه اولیه نیروگاه (که بخش قابل توجهی از قیمت برق را تشکیل می‌دهد) قیمت تولید برق نیز افزایش خواهد یافت. به همین منظور یکی از رویکردهای مهم در زمینه تولید برق کشور افزایش ضریب بار بوده و وزیر محترم نیرو نیز در سال ۱۳۹۶ یکی از برنامه‌های مهم این وزارتخانه را افزایش ضریب بار اعلام کرد. شکل ۳ وضعیت ضریب بار کشور (با احتساب تقاضای تأمین نشده) در دهه اخیر را نشان می‌دهد.

شکل ۳. ضریب بار کشور طی سال‌های اخیر با احتساب تقاضای تأمین نشده

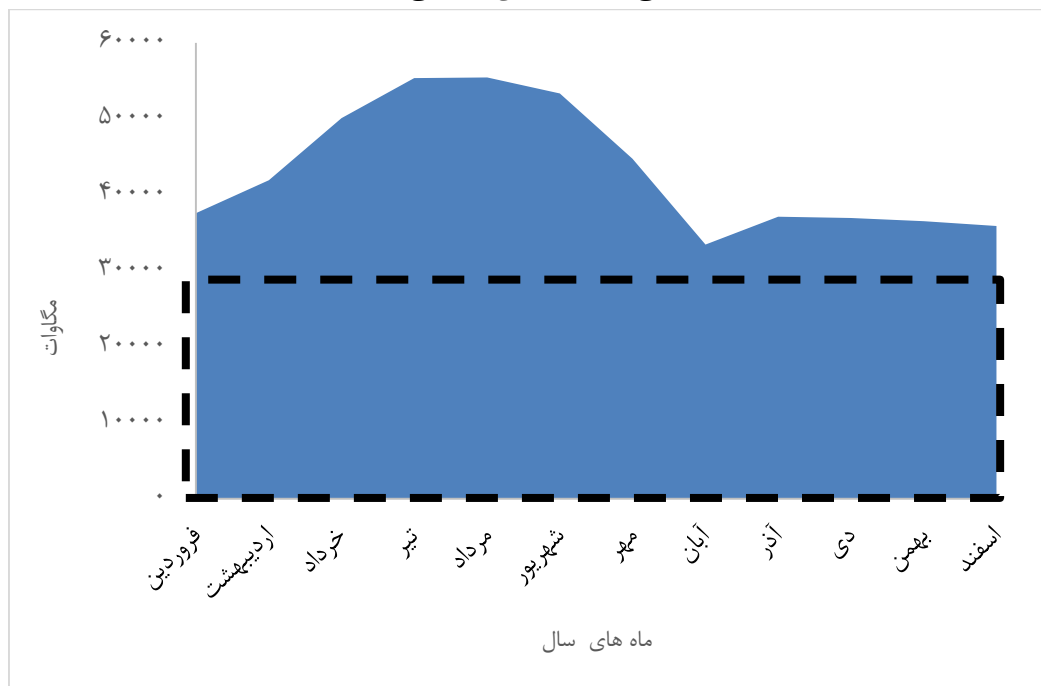


همان‌طور که از شکل ۳ نیز مشاهده می‌شود، ضریب بار طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۶ با یک روند غیریکنواخت به‌طور کلی کاهش یافته است. ضمناً متوسط ضریب بار طی ده سال اخیر ۶۴/۶ درصد بوده است. مقدار متوسط ضریب بار ایران نسبت به برخی کشورهای پیشرو و در حال توسعه پایین‌تر است. برای مثال در آلمان ضریب بار ۸۶ درصد و در برخی کشورهای آسیای شرقی مانند سنگاپور نیز حدود ۸۰ درصد است.^[۳] و^[۴] در این شرایط تولید برق اقتصادی‌تر خواهد بود.

برای روشن‌تر شدن اهمیت ضریب بار، مقایسه بین حداکثر توان مصرفی در ماه‌های مختلف سال ۱۳۹۵ در شکل ۴ نمایش داده شده است. در شکل ۴ خط چین مربعی بیانگر بار پایه در این سال است.



شکل ۴. منحنی حداکثر توان مصرفی در سال ۱۳۹۶



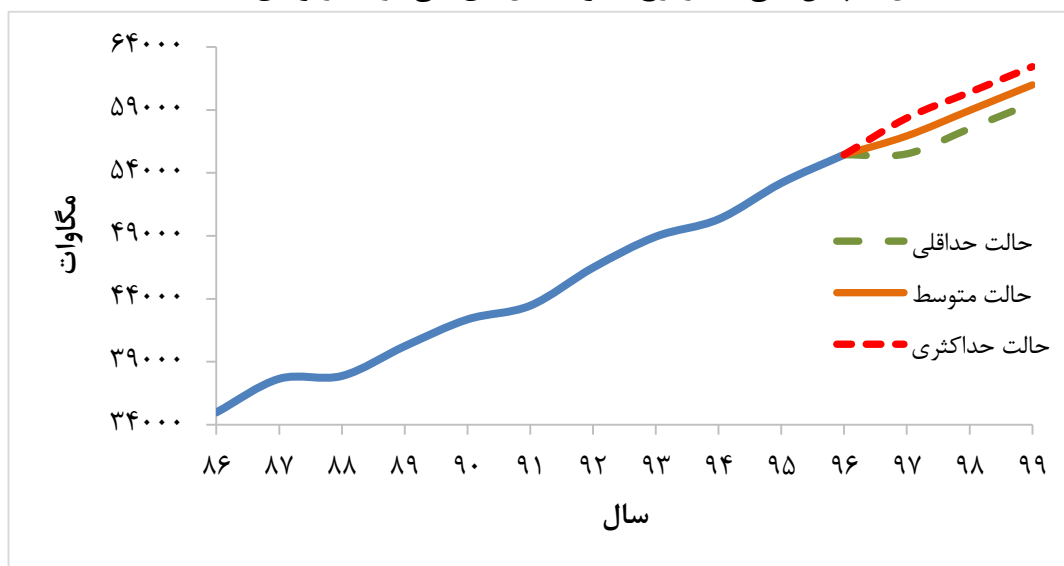
آنچه که در ابتدای این قسمت تحت عنوان مصرف یکنواخت و یا ناهمگونی مصرف در طول سال عنوان شد به خوبی در شکل ۴ مشهود است. با توجه به این شکل مشخص است که میزان حداکثر توان مصرفی از اواسط مهرماه تا اواسط اردیبهشت‌ماه که شامل ۸ ماه از سال است به بار پایه بسیار نزدیک است، اما از اواسط اردیبهشت‌ماه به بعد میزان تقاضای توان مصرفی افزایش یافته و به بیش از ۵۵۰۰۰ مگاوات در تیرماه و شهریورماه رسیده است. مشخص است که برای تأمین اوج مصرف برق تابستان لازم است تا نیروگاه‌های مختلف احداث شوند، اما باید بدین نکته توجه کرد که این نیروگاه‌ها در دیگر ایام سال مورد استفاده قرار نخواهند گرفت.

با در نظر داشتن میزان متوسط ضریب بار برابر ۶۴ درصد می‌توان گفت که ۳۶ درصد از ظرفیت اقتصادی صنعت تولید برق کشور مغفول و بلااستفاده مانده است. گرچه شرایط اقلیمی کشور به نحوی است که اختلاف دمای تابستان و زمستان نسبت به برخی کشورها زیاد است، اما به هر حال پایین‌تر بودن ضریب بار، به هر علتی که باشد، اقتصاد صنعت برق را تضعیف می‌کند و ضروری است افزایش یابد. در واقع ۳۶ درصد از ظرفیت اقتصادی کل صنعت نیروگاهی کشور تنها در ایام خاصی از سال استفاده می‌شود که اگر بتوان از بخش قابل توجهی از این ظرفیت عظیم در کل ایام سال استفاده کرد آن‌گاه علاوه بر درآمدزایی و حل مشکلات مالی وزارت نیرو، هزینه‌های برق در کشور نیز کاهش خواهد یافت و نهایتاً منفعت این امر به صورت مستقیم و غیرمستقیم به مردم خواهد رسید.

۱-۳. پیش‌بینی مقدار اوج مصرف برق تابستان

برای پیش‌بینی میزان مصرف سال ۱۳۹۷، از رفتار مصرفی دهه اخیر بهره گرفته شده است. نتیجه محاسبات در قالب سه سناریو حداقلی، متوسط و حداکثری در شکل ۵ آورده شده است.

شکل ۵. پیش‌بینی مقدار اوج مصرف سال‌های آتی در سناریوهای مختلف



با توجه به شکل ۵، مقادیر اوج مصرف سال ۱۳۹۷ برای سه سناریوی حداقلی، متوسط و حداکثری به ترتیب عبارتند از: ۵۵۵۰۰، ۵۷۰۰۰ و ۵۸۵۰۰ مگاوات.

۱-۴. پیش‌بینی مقدار تولید

۱-۴-۱. نیروگاه‌های حرارتی و تجدیدپذیر

زمانبندی وزارت نیرو در سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ نشان می‌دهد باید تا پایان سال ۱۳۹۶، توان نامی کل نیروگاه‌های کشور به عدد ۸۰۸۸۶ مگاوات و در پایان بهار سال ۱۳۹۷ به ۸۱۸۸۸ مگاوات می‌رسید.^[۵] جدول ۱ برنامه زمانبندی برای سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ را نشان می‌دهد.



جدول ۱. زمانبندی وزارت نیرو برای احداث نیروگاه حرارتی و تجدیدپذیر (مگاوات)

۱۳۹۷				۱۳۹۶				سهم هر بخش
زمستان	پاییز	تابستان	بهار	زمستان	پاییز	تابستان	بهار	
۱۶۲	۱۵۵	۳۰۱	۳۰۱	۱۶۰	۴۲۴	۱۶۰	۲۷۵	جمع وزارت نیرو
۱۳۲۷	۱۰۱۹	۹۸۷	۷۰۱	۱۵۲۴	۸۵۵	۸۵۰	۲۱۰	جمع بخش خصوصی
۱۴۸۹	۱۱۷۴	۱۲۸۸	۱۰۰۲	۱۶۸۴	۱۲۷۹	۱۰۱۰	۴۸۵	جمع کل کشور
۸۵۸۳۹	۸۴۳۵۰	۸۳۱۷۶	۸۱۸۸۸	۸۰۸۸۶	۷۹۲۰۲	۷۷۹۲۳	۷۶۹۱۳	جمع تجمعی کل کشور

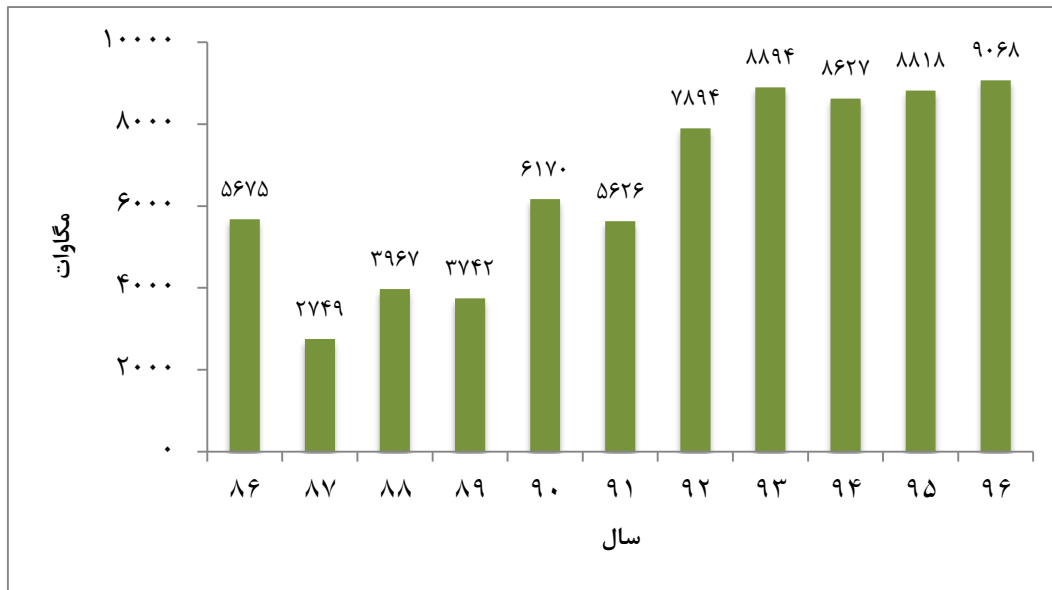
مأخذ: برنامه زمانبندی تأسیس نیروگاه، شرکت مادر برق و تخصصی، ۱۳۹۶.

با توجه به داده‌های وزارت نیرو، برنامه زمانبندی شده برای سال ۱۳۹۶ محقق نشده و توان نامی نیروگاه‌های کشور در پایان سال ۱۳۹۶ به عدد ۷۸۴۸۴ مگاوات رسیده است. بنابراین این وزارتخانه در نظر داشته که حدود ۴۰۰۰ مگاوات در پایان سال ۱۳۹۶ به ظرفیت کل کشور اضافه کند، اما ۲۰۴۰ مگاوات آن محقق شده است.^[۶] با توجه به اظهارات وزیر نیرو تا تابستان سال ۱۳۹۷ حدود ۳۲۰۰ مگاوات به ظرفیت کشور اضافه خواهد شد که با توجه به سابقه روند احداث نیروگاه در کشور این امر بسیار بعید است. آخرین گزارشی که معاونت هماهنگی توزیع در اواسط اردیبهشت‌ماه منتشر کرده حاکی از آن است که تا تابستان سال ۱۳۹۷ تنها حدود ۲۰۰۰ مگاوات به ظرفیت اسمی و ۱۶۰۰ مگاوات به ظرفیت عملی کشور افزوده خواهد شد و احداث نیروگاه‌ها نیز طبق برنامه پیش نخواهد رفت.^[۷]

۲-۴-۱. نیروگاه‌های برقآبی

نیروگاه‌های برقآبی نقش مؤثری در تأمین برق روزهای بحرانی و زمان اوج بار سال‌های گذشته داشته‌اند. شکل ۶ مقدار توان تولیدی توسط نیروگاه‌های برقآبی کشور را در ده سال اخیر نشان می‌دهد.

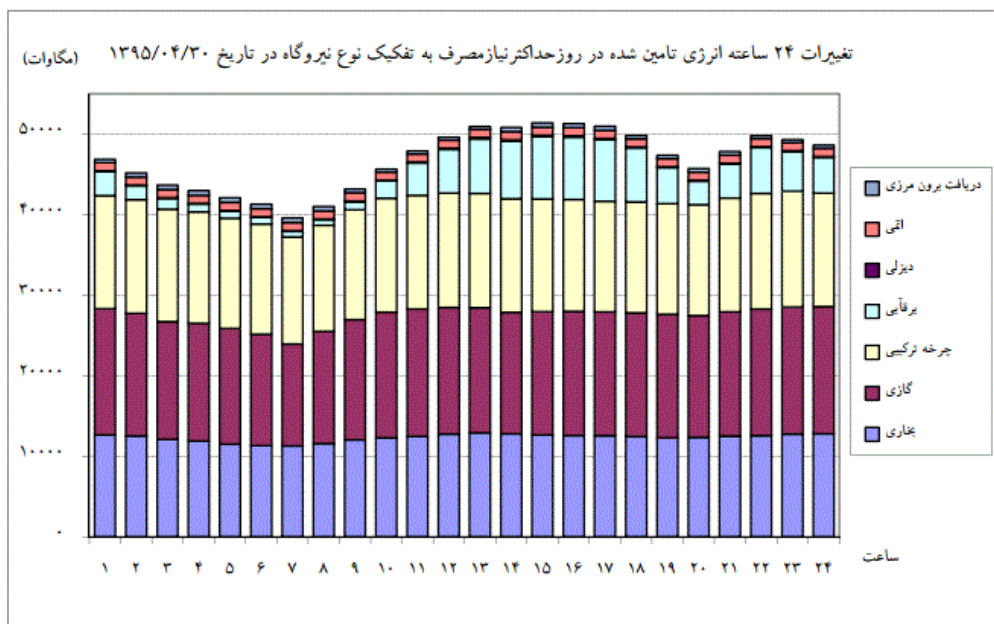
شکل ۶. میزان توان تأمین شده از نیروگاه‌های برقآبی در زمان اوج بار طی سال‌های اخیر



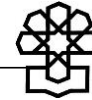
مأخذ: روند ده ساله صنعت برق، وزارت نیرو، ۱۳۹۵ و داده‌های هفتگی - فروردین‌ماه، وزارت نیرو، ۱۳۹۷.

همان‌طور که از شکل ۶ نیز مشخص است، توان تولیدی نیروگاه‌های برقآبی در سال ۱۳۹۶ بیش از ۹۰۰۰ مگاوات بوده که این رقم بیش از ۱۶ درصد توان حداکثری این سال است. همچنین شکل ۷ میزان توان تولیدی توسط هر کدام از بخش‌های نیروگاهی در روز بحرانی سال ۱۳۹۵ را نشان می‌دهد.

شکل ۷. نقش نیروگاه‌های برقآبی در تأمین بار حداکثر مصرفی



مأخذ: روند ده ساله صنعت برق، وزارت نیرو، ۱۳۹۵.



با توجه به شکل‌های ۶ و ۷ نقش مهم و اساسی تأمین برق توسط نیروگاه‌های برقی در روز بحرانی و زمان اوج بار به‌خوبی مشاهده می‌شود.

یکی از چالش‌های مهمی که در سال ۱۳۹۷ وجود دارد این است که تا اواخر سال ۱۳۹۶، حجم بارندگی‌ها نسبت به مدت مشابه سال گذشته خود به‌شدت کاهش یافته است. حتی با وجود بارندگی‌های سال ۱۳۹۷، حجم بارندگی نسبت به زمان مشابه سال قبل حدود ۳۰ درصد کاهش یافته و در نتیجه توان حداکثری تولیدی نیروگاه‌های برقی در سال ۱۳۹۷ به‌شدت کاهش خواهد یافت. با یک تخمین اولیه می‌توان پیش‌بینی کرد که کاهش حدود ۳۰ درصدی بارش می‌تواند تقریباً ۳۰۰۰ مگاوات از توان تولید برقی کشور را کاهش دهد. اظهارات وزیر نیرو نیز حاکی از این است که توان تولیدی نیروگاه‌های برقی در سال جاری حدود ۶۰۰۰ مگاوات خواهد بود.

۱-۵. برآورد میزان کمبود برق در سال ۱۳۹۷

با توجه به نتایج قسمت قبل، حدود ۱۶۰۰ مگاوات نیروگاه حرارتی و تجدیدپذیر به مجموعه نیروگاه‌های کشور اضافه خواهد شد. این امر در حالی است که به‌علت کاهش حجم بارندگی در سال ۱۳۹۶ بیش از ۳۰۰۰ مگاوات از ظرفیت عملی نیروگاه‌های برقی در زمان اوج مصرف سال ۱۳۹۷ کاسته خواهد شد. در نتیجه می‌توان گفت که تقریباً در سال جدید نه‌تنها توان جدیدی به ظرفیت کشور افزوده نخواهد شد، بلکه حتی توان عملی قابل تأمین بیش از ۱۴۰۰ مگاوات کاهش خواهد یافت. براساس آخرین داده‌های معاونت هماهنگی و توزیع کشور در فروردین‌ماه سال جاری، توان قابل تأمین در سال ۱۳۹۷ برابر ۵۲۰۰۰ مگاوات اعلام شده که در نتیجه کمبود تولید برق در سال ۱۳۹۷ قطعی خواهد بود. جدول ۲ مقدار کمبود برق در حالت‌های مختلف را نشان می‌دهد.

جدول ۲. خلاصه سناریوهای مختلف برای تأمین بار حداکثری در سال ۱۳۹۷

سال	حالت فعلی	حد پایین	حد متوسط	حد بالا
توان مورد نیاز سال ۱۳۹۷	۵۵۴۰۰	۵۵۵۰۰	۵۷۰۰۰	۵۸۵۰۰
کمبود توان	۳۴۰۰	۳۵۰۰	۵۰۰۰	۶۵۰۰
توان قابل تأمین	۵۲۰۰۰ مگاوات			

بررسی آمار سال ۱۳۹۶ نشان می‌دهد که اگرچه میزان مصرف در زمان اوج بار برابر ۵۵۴۴۰ مگاوات بوده است، اما در همین زمان بیش از ۴۰۰۰ مگاوات از میزان مصرف برق بخش‌های صنعت، خانگی و کشاورزی کاسته شد تا خاموشی برق رخ ندهد.^[۱۸] به همین دلیل برای غلبه بر بحران خاموشی سال جاری، حتی با وجود همکاری‌های گذشته با مشکل کمبود توان قابل تأمین مواجه خواهیم بود که باید

این کمبود توان با شیوه‌های مختلف جبران شود. همچنین یکی از نکات قابل توجه در سال جاری بازی‌های جام جهانی است که از تاریخ ۲۴ خردادماه تا ۲۴ تیرماه ادامه دارد. بازی‌های تیم ملی ایران در ساعات ۱۹:۳۰ (۲۵ خردادماه) و ۲۲:۳۰ (۳۰ خرداد و ۴ تیرماه) و همچنین زمان تمام بازی‌های مراحل حذفی نیز در ساعت ۱۸:۳۰ و ۲۲:۳۰ برگزار شدند. با توجه به ساعت و زمانبندی بازی‌های ایران، دو بازی آخر ایران که در ساعات ۲۲:۳۰ برگزار شد، حائز اهمیت بوده و قطعاً بر افزایش توان مصرفی شب مؤثر بود. همچنین بازی‌های مراحل حذفی که در ساعات ۲۲:۳۰ برگزار می‌شوند هم قابل توجه است. این موضوع ممکن است بر اوج مصرف برق سال جاری بیفزاید و به‌طور خاص بحران را بغرنج‌تر کند. اگر فرض کنیم، همزمانی استفاده از تلویزیون در ساعات پخش جام جهانی، به‌ویژه مسابقات ایران، تا ۱۵ درصد افزایش یابد می‌توان انتظار داشت حدود ۸۰۰ مگاوات به‌طور ویژه به مصرف برق در اوج بار افزوده شود. لذا محتمل است در برخی شب‌ها، زمان اوج بار شب و روز جابجا شده و حداکثر تقاضای مصرفی به یکدیگر نزدیک شوند.

فصل دوم - بررسی تجربیات ایران و جهان برای حل بحران برق

۲-۱. تجربیات جهانی برای مقابله با بحران برق

کشورهای زیادی تاکنون با بحران‌های ناشی از رشد اوج مصرف برق روبرو شده‌اند. هرکدام از آنها برای عبور از این بحران راهکارهای خاصی را در پیش گرفته‌اند که می‌توان از آنها به‌عنوان تجربیات جهانی برای مقابله با اوج بار برق استفاده کرد.

به‌طور کلی در تجربیات جهانی چهار ابزار عمده برای کاهش تقاضای مصرف برق به‌منظور عبور از اوج مصرف برق وجود دارد. این ابزارها عبارتند از:^{۹۱}

- ارتباط با مشترکین،
- سهمیه‌بندی برق،
- اصلاح تعرفه برق،
- جایگزینی لوازم خانگی برقی با لوازم کم‌مصرف‌تر.

تجربیات بین‌المللی نشان می‌دهد اکثر کشورها برای مقابله با بحران برق به یک روش اکتفا نکرده و بیش از یک ابزار استفاده کرده‌اند. نحوه ترکیب استفاده از این ابزارها بسته به زمان در دسترس برای آماده‌سازی شبکه قبل از رسیدن به زمان اوج مصرف، مدت زمان تداوم کمبود برق در زمان اوج مصرف و ساختار بازارهای برق هر منطقه از جهان، متفاوت بوده است.

۲-۱-۱. ارتباط با مشترکین

در اقدامات ارتباطی با استفاده از ارائه اطلاعات دقیق و تشریح شرایط برای مشترکان سعی می‌شود تا



در رفتار مصرفی آنها به خصوص در ساعات اوج مصرف، تغییر ایجاد شود. در این روش، دو عنصر اساسی بسیار حائز اهمیت است:

الف) کانال مورد استفاده برای برقراری ارتباط با مشتریان،

ب) محتوای پیام.

کانال ارتباطی از آن جهت اهمیت دارد که هرچه این کانال، امکان ارتباط فراگیرتر و ارائه اطلاعات کاملتر و سریعتر را فراهم کند، نتیجه کار بهتر خواهد بود. اهمیت محتوای پیام نیز بسیار مهم است و بر مخاطب تأثیر می‌گذارد.

رسانه‌های جمعی، ابزار اصلی برای ارتباط با مصرف‌کنندگان هستند و قدرت و سرعت ابزارهای دیگر به رسانه‌های جمعی نمی‌رسد. رسانه‌های جمعی مانند تلویزیون، رادیو، روزنامه‌ها و اینترنت (در صورت فراگیر بودن) می‌توانند در مدت کوتاهی تعداد زیادی از مشتریان را برای انجام هدفی مشترک (مانند کاهش مصرف در ساعات اوج مصرف) با یکدیگر همراه کنند. بیشتر کشورها برای ارتباط با مشتریان به نوعی از رسانه‌های جمعی استفاده کرده‌اند. هدف از این کارهای رسانه‌ای، ارائه اطلاعات به مشتریان به منظور تهییج آنها برای کاهش مصرف برق است.

یکی از نمونه‌های موفق این کارهای رسانه‌ای، طرح «هشدار برق» در آفریقای جنوبی بود. در این طرح درجه‌های رنگی که نشانگر میزان مصرف برق بود در ساعت اوج مصرف و در فواصل زمانی ۳۰ دقیقه‌ای از یکی از شبکه‌های اصلی تلویزیون به نمایش درمی‌آمد. درجه‌های رنگی دارای ۴ وضعیت بودند که به شرح ذیل است:

وضعیت سبز: مقدار بار شبکه در وضعیت طبیعی است و از مشتریان خواسته می‌شود که صرفه‌جویی در مصرف برق را به‌عنوان یک فعالیت روزمره و برای دستیابی به بهره‌وری انرژی بالاتر انجام دهند.

وضعیت نارنجی: مقدار بار شبکه در حال افزایش است و از مشتریان خواسته می‌شود برخی از لوازم غیر ضروری (مانند خشک‌کن‌ها، ماشین ظرفشویی و غیره) را از برق خارج کنند.

وضعیت قرمز: مقدار بار شبکه بسیار افزایش پیدا کرده است و احتمال قطعی برق بسیار بالا رفته است. از مشتریان خواسته می‌شود که لوازم غیر ضروری و لوازمی که مصرف بالایی دارند (مانند دستگاه‌های تهویه، بخاری‌های برقی و غیره) را از برق خارج کنند.

وضعیت قهوه‌ای: مقدار بار شبکه به حالت بحرانی رسیده است و قطعی برق در برخی نقاط شبکه در حال انجام است. از مشتریان خواسته می‌شود همه وسایل برقی بجز وسایلی که مطلقاً ضروری هستند را از برق جدا کنند.

برآوردها نشان داده است این اقدام به ویژه در وضعیت قهوه‌ای، در کنترل اوج بار تأثیر بسزایی داشته است.

در جدول ۳ خلاصه‌ای از مهمترین ابزار ارتباطی برای غلبه بر بحران برق در کشورهای دنیا آورده شده است.

جدول ۳. مهمترین ابزار ارتباطی برای غلبه بر بحران برق در چند کشور دنیا

ارتباط با مشترکین	برزیل	آمریکا (کالیفرنیا)	نیوزلند	نروژ	کانادا (آنتاریو)	ژاپن (توکیو)	آفریقای جنوبی	کوبا	شیلی
کانال‌های ارتباطی									
فعالیت‌های رسانه‌ای	■	■	■	■	■	■	■	■	■
خط تلفن مشترکان			■						
اینترنت		■	■						
دیدارهای حضوری						■			■
محتوای پیام									
اطلاعات عمومی در مورد بحران کمبود برق	■	■					■		
تغییر دادن زمان مصرف	■			■					
درخواست برای کاهش مصرف	■	■		■	■	■	■	■	■

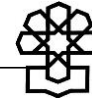
Source: <https://www.oeb.ca/rates-and-your-bill/electricity-rates/historical-electricity-rates>.

در کشور ما امکان ارتباط با مشترکان از هریک از کانال‌های ارتباطی فوق میسر است. هرچند با توجه به اقبال بیشتر مردم به رسانه‌های جمعی (رادیو و تلویزیون) و شبکه‌های اینترنتی به نظر می‌رسد ایجاد ارتباط از این دو کانال به نتایج بهتری منجر شود.

۲-۱-۲. سهمیه‌بندی برق

در صورتی که شرایط اوج بار به حالت بحرانی درآید چاره‌ای جز سهمیه‌بندی برق وجود ندارد. در بسیاری از کشورهای جهان در طول مدت اوج بار، سهمیه‌بندی برق در دستور کار قرار گرفته است. سهمیه‌بندی داوطلبانه و اجباری برق در چند کشور دنیا و برای بخش‌های مختلف در جدول ۳ آورده شده است.

دولت برزیل در سال ۲۰۱۱ برای عبور از شرایط بحرانی اوج بار شبکه برق و با هدف کاهش ۲۰ درصد از میزان مصرف برق خود تصمیم گرفت برنامه‌های صرفه‌جویی انرژی را به صورت اجباری برای همه بخش‌ها به اجرا درآورد. سهم هرکدام از این بخش‌ها در جدول ۴ مشاهده می‌شود.



جدول ۴. بخش‌های مختلف سهمیه‌بندی برق در چند کشور دنیا

شیلی	کوبا	آفریقای جنوبی	ژاپن (توکیو)	کانادا (آنتریو)	نروژ	نیوزلند	آمریکا (کالیفرنیا)	برزیل	سهمیه‌بندی
			√	√				√	داوطلبانه
			√		√				دولت
			√						صنعت
		√				√		√	عمومی
									اجباری
			√	√					صنعت
√	√	√		√	√			√	عمومی

Source: Ibid.

جدول ۵. سهم بخش‌های مختلف در کاهش مصرف برق بزرگ

میزان صرفه‌جویی (درصد)	بخش
۳۵	روشنایی خیابان‌ها
۲۵	خدمات عمومی و برخی صنایع (فولاد، سیمان، مواد شیمیایی، معدن، کاغذ، چوب، مبلمان)
۲۰	خانوارها (بیش از ۱۰۰ کیلووات ساعت در ماه)
۱۵	صنعت (تجهیزات الکتریکی، مواد غذایی، نوشیدنی‌ها، منسوجات، چرم، نفت و گاز)
۰	خانوار (کمتر از ۱۰۰ کیلووات ساعت در ماه)

Source: Ibid.

در نیوزلند در بحران سال ۲۰۰۱، دولت برای کاهش داوطلبانه ۱۰ درصد از مصرف برق در مدت ۱۰ هفته، یک فراخوان عمومی انجام داد. به دنبال این فراخوان برنامه‌های تلویزیونی و رادیویی با عنوان کمپین «۱۰ برای ۱۰» به تناوب به این موضوع پرداختند. این کمپین علاوه بر موفقیت در کاهش ۱۰ درصدی مصرف برق، در بخش دولتی موجب صرفه‌جویی ۱۵ درصدی برق شد.

در استان اونتاریو کانادا، اگرچه در بیشتر سال‌ها بخش صنایع به‌صورت داوطلبانه مصرف برق خود را در ایام اوج بار کاهش می‌دادند، اما در برخی سال‌ها هم دولت خواستار کاهش مصرف ۵۰ درصدی برق در زمان اوج بار مشتریان تجاری و صنعتی شد. برای رسیدن به این هدف، صنایع پرمصرف مانند خودرو، تولید خود را متوقف کردند. همچنین دولت فدرال تمام فعالیت‌های غیرضروری را تعطیل کرد.

در توکیو (ژاپن) در طول بحران برق برخی از کارخانه‌ها زمان تولید خود را به ساعات کم‌باری و یا روزهای آخر هفته که میزان بار شبکه برق کمتر است، انتقال دادند. برخی دیگر از کارخانه‌ها نیز تولید

خود را به صورت کامل متوقف کردند.

بحران برق در کوبا در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶ موجب قطع برق شدید در سراسر کشور شد. در ژوئیه ۲۰۰۵، شبکه دچار ۱۸ درصد اضافه بار شد. در این حالت، سهمیه‌بندی برق ابزار حل بحران نبود، بلکه نتیجه ناتوانی سیستم در حل آن بود. هم‌اکنون بحران برق در ایران از طریق همکاری صنایع و کشاورزان کنترل می‌شود و ضروری است به بخش‌های پیک‌ساز مانند خانگی بیشتر توجه شود.

۳-۱-۲. اصلاح تعرفه برق

یکی از ابزارهای کاهش مصرف برق در بسیاری از کشورها، اصلاح قیمت‌گذاری برق است که در اینجا به چند نمونه اشاره می‌شود.

الف) فرانسه

فرانسه بزرگ‌ترین تولیدکننده برق در بین کشورهای اروپایی است. اولین اصلاحات اساسی در نظام تعرفه برق در فرانسه تحت عنوان الگوی تعرفه سبز^۱ در حدود ۶۰ سال قبل اجرا شد. در سال‌های اخیر نیز نوع خاصی از تعرفه‌گذاری برق به نام تعرفه تمپو^۲ اعمال می‌شود که مشترکان خانگی و تجاری کوچک می‌توانند براساس آن با شرکت‌های تأمین برق قرارداد امضا کنند.^[۱۱]

تعرفه سبز یکی از شیوه‌های تعرفه‌گذاری است که برای مشترکان غیرخانگی با توان مصرفی متوسط و بالا به کار برده می‌شود. جدول زیر انواع دسته‌بندی از این نوع تعرفه را نشان می‌دهد.

جدول ۶. تعرفه سبز در فرانسه

Counter power (kVA)	Rate type (Color)	Type of site
3 to 36	Blue tariff	Individuals, small professionals
42 to 240	Yellow fare	professionals
250 to 3000	Green Rate A5	Businesses, communities
3000 to 10000	Green Rate A8	Very big sites
10000 to 40000	Green Rate B	Very big sites
> 40000	Green Rate C	Very very big sites

قیمت‌گذاری برق برای مشترکان مختلف برحسب میزان توان مصرفی و همچنین مقدار مصرف محاسبه می‌شود. به‌طور کلی قیمت برق مشترکان مطابق جدول ذیل است:

1. Tariff Vert
2. Tempo



جدول ۷. نرخ تعرفه سبز برای طبقات مختلف مشترکین

نوع مشترک	قیمت توان مصرفی برای هر کیلووات بر سال	متوسط قیمت برق بر هر کیلووات ساعت
توان پایین (آبی)	بین ۱۰ تا ۲۰ یورو	۹ سنت
توان متوسط (زرد)	بین ۳۰ تا ۴۲ یورو	۷ سنت
توان بالا (سبز)	بین ۲۴ تا ۱۰۰ یورو	۵ سنت

حدود ۹۹ درصد از مشتریان تعرفه‌گذاری سبز با نوع A5 پوشش داده می‌شوند که توان مصرفی آنها بین ۲۵۰ تا ۳۰۰۰ کیلووات است. قیمت‌گذاری نوع A5 علاوه بر میزان تقاضای مصرفی، برحسب زمان مصرف و همچنین ساعات کل استفاده در طول سال نیز متفاوت است. بدین ترتیب که اولاً در طول روز قیمت‌ها در زمان‌های مختلف، متفاوت بوده و در زمان اوج بار بیشترین مقدار خود را دارد. ثانیاً مشترکانی که توان مصرفی خود را در طول سال بیشتر استفاده می‌کنند (که معمولاً مشترکان دیماند بالا محسوب می‌شوند)، قیمت برق به‌ازای هر کیلووات ساعت آنها کمتر محاسبه می‌شود. قیمت‌گذاری برق در تعرفه A5 در شکل زیر آورده شده است. همان‌طور که در شکل زیر نیز مشاهده می‌شود، مشترکانی که از توان مصرفی خود در کل سال بیشتر استفاده می‌کنند (Very Long Use)، قیمت توان مصرفی سالیانه آنها بالاتر بوده، اما قیمت برق آنها برای هر کیلووات ساعت مصرف کمتر است. در مقابل، مشترکانی که دوره مصرف آنها در کل سال کمتر است، هزینه ثابت توان مصرفی سالیانه کمتری پرداخت کرده، اما قیمت برق آنها به‌ازای هر کیلووات ساعت مصرف بیشتر است. همچنین قیمت برق برای همه مشترکان در زمان اوج بار (Full hours) از دیگر ساعات طول یک شبانه‌روز بیشتر بوده و قیمت برق در ساعات کم‌باری نیز از همه ساعات کمتر است.

همان‌طور که در بخش‌های قبل نیز اشاره شد، با کمتر استفاده کردن از نیروگاه‌های تولید برق در طول سال، قیمت تمام شده برق افزایش یافته و به‌منظور بازگشت سرمایه برای تولید برق، این هزینه از مشترکان دریافت می‌شود. این مطلب به‌خوبی در تعرفه‌گذاری برق سبز مشهود است. [۱۲] و [۱۳] و [۱۴]

جدول ۸. تعرفه سبز برای انواع مشترکان در زمان‌های مختلف

ScalesTarif Green Option A5 Base at 01/08/2015

Version	Annual fixed bonus (€ / kVA)	Energy price (c € / kWh)				
		Winter			Summer	
		Point	Full hours	Off-peak hours	Full hours	Off-peak hours
Very long use	74.16	7.154	5,820	4,452	4,458	2,280
Long uses	54.60	10.421	6.667	4,606	4,525	2,881
Average uses	43.20	14.210	7,772	4,934	4.60	2,877
Short uses	30.24	21.387	9,782	5,305	4.60	2,727

اما تعرفه‌گذاری تمپو، یک نظام قیمت‌گذاری نسبتاً پیچیده است که ۶ نرخ مختلف از قیمت برق را در زمان‌های مختلف ارائه می‌دهد. براساس تعرفه تمپو قیمت برق با توجه به شرایط آب‌وهوایی، مناسبت‌های روزهای سال و ساعت‌های شبانه‌روز تعیین می‌شود.

در تعرفه‌گذاری تمپو به‌طور کلی سه رنگ وجود دارد: آبی، سفید و قرمز که به ترتیب نشان‌دهنده قیمت پایین، متوسط و بالا هستند. همچنین شرکت تأمین‌کننده برق فرانسه، رنگ روزهای مختلف سال را مشخص می‌کند. رنگ هر روز براساس پیش‌بینی تقاضای برق برای آن روز مشخص می‌شود که میزان تقاضا عمدتاً توسط آب‌وهوا تحت تأثیر قرار می‌گیرد. همچنین امکان دارد که اپراتور شبکه انتقال فرانسه، در صورت بروز اتفاقات خاص در شبکه برق، رنگ روز را تغییر دهد.

علاوه بر رنگ خاص در هر روز، ساعات هر روز نیز تقسیم‌بندی ویژه‌ای دارد که شامل سه دسته ساعت اوج بار، ساعت عادی یا میان‌باری و ساعت کم‌باری می‌شود.

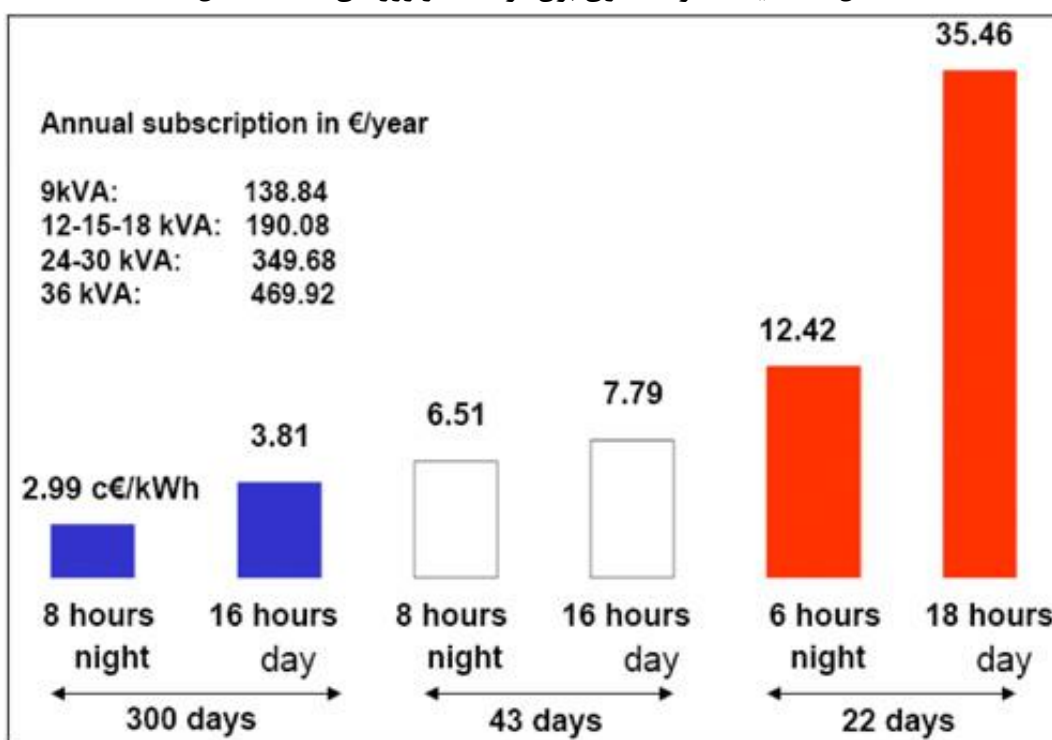
در تعیین قیمت برق براساس تعرفه تمپو موارد زیر از سوی شرکت تأمین‌کننده برق رعایت می‌شود:

- سال تمپو در اول سپتامبر شروع می‌شود؛
- روز تمپو در ۶ صبح شروع می‌شود؛
- تعداد روزها در هر سال از هر رنگ ثابت است - ۳۰۰ روز آبی، ۴۳ روز سفید و ۲۲ روز قرمز وجود دارد؛
- یکشنبه همیشه یک روز آبی است؛
- روزهای قرمز نمی‌توانند در تعطیلات یا آخر هفته یا بیش از پنج روز کاری در یک ردیف قرار گیرند.



در روزهای آبی، قیمت برق به مراتب کمتر از سایر روزهاست، در روزهای سفید قیمت برق متعادل تر است و در روزهای قرمز هم قیمت برق بسیار بالا بوده و حتی به ۹ برابر قیمت در روزهای آبی نیز می‌رسد. به‌طور معمول سردترین روزهای زمستان، روزهای قرمز را تشکیل می‌دهند. تعیین قیمت برق متناسب با تقاضا و افزایش آن در زمان اوج بار موجب می‌شود که مردم به مصرف کمتر در این زمان‌ها تشویق شوند. در شکل ۸ قیمتگذاری برق براساس سه رنگ آبی، سفید و قرمز در نظام قیمتگذاری تمپو نشان داده شده است.

شکل ۸. مقایسه تعرفه‌گذاری برق فرانسه در روزهای مختلف سال



همان‌طور که در شکل ۸ نیز مشخص است، قیمتگذاری در هر سه روز با رنگ‌های آبی، سفید و قرمز برای ساعات کم‌باری و اوج بار متفاوت است. قیمت برق در روزهای قرمز ساعات اوج مصرف به بالاترین میزان خود یعنی بیش از ۳۵ سنت یورو به‌ازای هر کیلووات ساعت و در روزهای آبی و در ساعات شبانه نیز قیمت برق به کمترین میزان معادل حدود ۳ سنت یورو به‌ازای هر کیلووات ساعت می‌رسد. براساس قیمتگذاری تمپو، میزان مصرف در روزهای سفید ۱۵ درصد در مقایسه با روزهای آبی کاهش یافته و در روزهای قرمز نیز میزان مصرف ۴۵ درصد کمتر بوده است.

با توجه به اینکه اجرای این نوع تعرفه، نیازمند زیرساخت کنتورهای هوشمند است، اجرای آن فعلاً در کشور عملی نیست. اما از آنجایی که ۵۰ درصد از کنتورهای خانگی، سه‌زمانه هستند، می‌توان ساعات

مشخصی از روز را در فصل گرما به‌عنوان ساعات بحرانی معرفی کرد که در ادامه این گزارش بدان پرداخته شده است.

ب) کوبا

در کوبا، دولت قیمت برق برای همه مصرف‌کنندگان خانگی را (به‌استثنای مشترکان نیازمند) به‌صورت پلکانی افزایش داد. این افزایش قیمت برق در جدول ۹ مشاهده می‌شود.

جدول ۹. تغییرات تعرفه در کوبا به‌منظور مقابله با بحران برق

قیمت (دلار بر کیلووات ساعت)		پلکان‌های مصرفی (کیلووات ساعت)
تعرفه جدید	تعرفه قدیمی	
۰/۰۹	۰/۰۹	۱۰۰-۰
۰/۳۰	۰/۲۰	۱۵۰-۱۰۱
۰/۴۰	۰/۲۰	۲۰۰-۱۵۱
۰/۶۰	۰/۲۰	۲۵۰-۲۰۱
۰/۸۰	۰/۲۰	۳۰۰-۲۵۱
۱/۳۰	۰/۳۰	بیش از ۳۰۰

Source: <https://www.oeb.ca/rates-and-your-bill/electricity-rates/historical-electricity-rates>.

با توجه به جدول ۹، افزایش قیمت برق خانگی در کوبا با تمرکز بر مشترکان پرمصرف انجام شد به‌طوری که قیمت پله اول ثابت، اما قیمت پله آخر بیش از چهار برابر شده است.

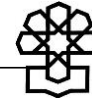
ج) برزیل

در برزیل ۸۰ درصد برق مصرفی در سال گذشته به‌عنوان سهمیه هر مشترک در نظر گرفته شد. برای میزان مصرف بالاتر از سهمیه، قیمت برق افزایش زیادی پیدا کرد به‌طوری که برای مصارف بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ کیلووات ساعت ۵۰ درصد افزایش قیمت و برای مصارف بیش از ۵۰۰ کیلووات ساعت ۲۰۰ درصد افزایش قیمت در نظر گرفته شد.

د) کالیفرنیا

در ایالت کالیفرنیا آمریکا نیز طرح تخفیف تعرفه‌ای موسوم به ۲۰/۲۰ اجرا شد. براساس این طرح به مشترکان خانگی که در زمان اوج مصرف تابستانه ۲۰ درصد کمتر از سال گذشته برق مصرف می‌کردند، ۲۰ درصد تخفیف در هزینه برق داده شد. همین اعداد برای مشترکان بزرگ تجاری و صنعتی ۳۰ درصد و ۳۰ درصد در نظر گرفته شد.

راهکارهای تعرفه‌گذاری انجام‌شده در کشورهای دیگر در ایران قابلیت اجرا دارد، اما باید بدین نکته توجه شود که بهتر است در ایران به‌جای مقایسه مصرف یک مشترک با میزان مصرف در سال گذشته،



مصرف مشترکان با یکدیگر در یک شهر یا حتی ناحیه و محله انجام شود. چرا که اولاً به علت جابه‌جایی گسترده مستأجران، مقایسه دو سال متوالی منطقی نیست. ثانیاً مقایسه عملکرد خانوارها با سایر همشهری‌ها، انگیزه بیشتری برای کنترل مصرف ایجاد می‌کند.

علاوه بر اقدامات فوق در کالیفرنیا، شرکت‌های توزیع برق و گاز تغییرات هوشمندانه‌ای در تعرفه‌های بخش خانگی اعمال کردند. کمیسیون خدمات عمومی ایالت کالیفرنیا برای کنترل بحران برق در ژوئن سال ۲۰۰۱، قیمت برق مشترکین خانگی دو شرکت SCE و PG&E را به‌طور چشمگیری افزایش داد. این افزایش قیمت برای همه مشترکین به‌صورت یکسان انجام نشد و افزایش قیمت با تمرکز بر مشترکین پرمصرف صورت گرفت. جدول زیر، درصد افزایش قیمت تعرفه‌های برق را در این سال نشان می‌دهد.

جدول ۱۰. تغییرات تعرفه در کالیفرنیا با تمرکز بر مشترکان پرمصرف

درصد افزایش تعرفه	پله مصرفی مشترک
بدون افزایش	۱
بدون افزایش	۲
۱۲	۳
۲۹	۴
۴۷	۵

Source: W. a. Lazar, New England Demand Response Initiative, 2002.

همان‌طور که از جدول فوق نیز مشاهده می‌شود، سیاست افزایش قیمت ایالت کالیفرنیا به‌طور یکسان برای همه مشترکین اعمال نشده و مشترکینی که دارای مصارف حداقلی بودند (دو پله اول) بدون هیچ افزایش قیمت و قیمت تعرفه برق مشترکین بسیار پرمصرف (واقع در پله پنجم) حدود ۴۷ درصد افزایش یافت. این سیاست هوشمندانه باعث شد تا توان مصرفی در زمان اوج بار حدود ۱۲ درصد نسبت به سال ۲۰۰۰ کاهش یابد.

۴-۱-۲. جایگزینی تجهیزات خانگی برقی با تجهیزات کم‌مصرف‌تر

یکی از روش‌های ایجاد انگیزه برای تغییر رفتار مصرفی مشترکین، اعطای یارانه در جهت استفاده از لوازم الکتریکی کم‌مصرف است که به چند نمونه اشاره می‌شود.

در سال ۲۰۰۲ در ایالت کالیفرنیا آمریکا، دولت با ارائه تخفیف برای خرید لوازم برقی کم‌مصرف مشترکان بی‌بضاعت، توانست میزان ۱۰۰ مگاوات از مصرف برق بکاهد. در نروژ، دولت برنامه صرفه‌جویی برق به نام «طرح حمایت از خانه» را راه‌اندازی کرد. در این طرح دولت ۲۰ درصد از کل هزینه‌های جایگزینی برخی وسایل منزل را که حدود ۷۰۰ دلار بود به‌صورت یارانه‌ای به مشترکان پرداخت کرد.

بیشتر کشورهای جهان طرح تعویض لامپ‌های رشته‌ای با لامپ‌های کم‌مصرف فلوروسنت را انجام داده‌اند. بزرگ‌ترین برنامه جایگزینی لوازم برقی در سراسر دنیا متعلق به کشور کوبا است که با کمک دولت ظرف دو سال تقریباً تمام وسایل برقی مهم مورد استفاده مشترکان برق در کوبا با وسایل کم‌مصرف‌تر جایگزین شد.

در برزیل در طول بحران ۲۰۰۱، دولت بیش از ۵ میلیون لامپ کم‌مصرف فلوروسنت را به صورت رایگان در میان فقرا توزیع کرد. در همان زمان فروش این لامپ‌ها توسط یک شرکت از ۱۴ میلیون در سال ۲۰۰۰ به ۵۰ میلیون در سال ۲۰۰۱ رسید.

در آفریقای جنوبی، دولت یک برنامه ملی برای تبادل لامپ‌های رشته‌ای با لامپ‌های کم‌مصرف را آغاز کرد. این برنامه که در سال ۲۰۰۴ آغاز شد توانست بیش از ۱۸ میلیون لامپ رشته‌ای را با لامپ‌های کم‌مصرف تعویض کند.

در رابطه با جایگزینی وسایل کم‌مصرف با پرمصرف، پیشنهادهایی متناسب با ایران در بخش‌های بعدی آورده شده است.

۲-۲. تجربیات ایران برای مقابله با بحران برق

در سال‌های گذشته برخلاف روش‌های متداول مقابله با بحران برق در دنیا تنها از روش‌های محدودی برای مقابله با بحران برق در ایران استفاده شده است. در سالیان اخیر روش‌های ارتباطی با مردم ضعیف بوده و از ظرفیت وسایل ارتباطی مانند رادیو و تلویزیون به‌منظور مقابله با بحران برق به‌خوبی استفاده نشده است. در حالی که می‌توان با استفاده از ابزار رسانه‌ای قوی همگان را نسبت به بحران برق آگاه کرده و تقاضای مصرف را در زمان‌های اوج بار و به‌خصوص در روزهای بحرانی کاهش داد.

همچنین در رابطه با جایگزینی وسایل پربازده با وسایل کم‌بازده نیز اقدامات محدودی صورت گرفت. واگذاری لامپ‌های یارانه‌ای کم‌مصرف به مصرف‌کنندگان در سال ۱۳۸۷ بسیار مثبت بود که متأسفانه برای وسایل سرمایشی ادامه پیدا نکرد. از جمله طرح‌هایی که در سال‌های اخیر اجرا شد می‌توان به طرح جایگزینی ۳۲۰۰ یخچال فریزر قدیمی با وسایل جدید، رده انرژی بالای A و از محصولات داخلی اشاره کرد. هرچند جایگزینی یخچال و فریزر می‌تواند به کاهش توان مصرفی اوج بار کمک کند، اما این امر در اولویت نبوده و جایگزینی وسایل سرمایشی از جمله کولرگازی به‌مراتب بر جایگزینی یخچال و فریزر ترجیح دارد که در فصل بعدی به آن پرداخته شده است.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که غالب اقدامات وزارت نیرو برای مقابله با بحران برق در سال‌های اخیر متمرکز بر بخش‌های صنعت و کشاورزی بوده است. در سال گذشته حدود ۴۰۰۰ مگاوات از میزان مصرف برق بخش‌های صنعت، خانگی و کشاورزی کاسته شد تا خاموشی برق رخ ندهد.

برخی اقدامات در سال‌های گذشته مانند رایگان کردن قیمت برق بخش کشاورزی در ساعات



کم‌باری با استقبال برخی کشاورزان نیز همراه شد. در سال جاری نیز اعلام شده است که کشاورزانی که پمپ‌های برق خود را از ساعت ۱۲ تا ۱۶ قطع کنند در ساعات دیگر از برق رایگان برخوردار خواهند شد.^[۱۶] از آنجایی که ساعات ۱۲ تا ۱۶ در روز بوده و باعث تبخیر آب کشاورزی نیز می‌شود در نتیجه این اقدام پسندیده و مثبت ارزیابی می‌شود.

همچنین سیاست‌های تشویقی در بخش صنایع به‌منظور انتقال تعمیرات به فصول گرم و همچنین جابه‌جایی مصرف از ساعت اوج به کم‌باری و دادن پاداش به صنایع نیز مناسب است.

در سال گذشته صنایع با استفاده از اقدامات اصلاحی و طرح عملیاتی ذخیره‌سازی حدود ۱۴۰۰ مگاوات از توان مصرفی خود را در زمان اوج بار کاهش دادند.

اقدامات طرح‌های ذخیره‌سازی در صورتی صحیح است که کاملاً داوطلبانه (و یا حداقل با اطلاع قبلی در شرایط حاد) از سمت صنایع انجام شود. اما در سال‌های گذشته مکرراً مشاهده شده است که برخی خاموشی‌های ناگهانی و اجباری در بخش صنایع رخ داده و این بخش‌ها را با آسیب جدی روبرو کرده است. در همین راستا معاون استاندار قم در مصاحبه‌ای ضمن اعلام حمایت از بخش صنایع افزود:^[۱۷] «مبحث خاموشی و قطع برق بدون اطلاع قبلی در واحدهای صنعتی باید متوقف شود، چراکه بروز

این قبیل مسائل سبب ایجاد خسارت‌های مالی فراوانی به واحدهای صنعتی می‌شود».

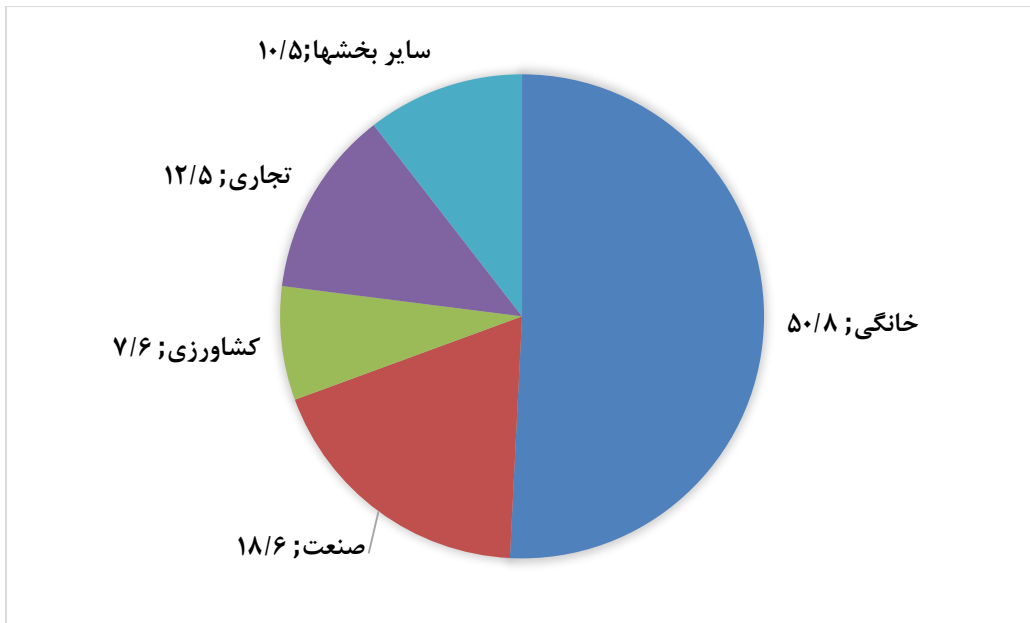
اقدامات انجام شده سال‌های گذشته کشور در قبال صنایع در حالی رخ داده که سیاست کشورهای پیشرو کاملاً مبتنی بر حمایت از بخش صنایع این کشورها است. در این باره در بخش راهکارهای بلندمدت بیشتر توضیح داده خواهد شد.

فصل سوم - راهبردهای کوتاه‌مدت و میان‌مدت در کنترل اوج بار

۱-۳. بررسی وضعیت بخش‌های مختلف مصرف بر اوج مصرف

در این قسمت غالب راهبردهای میان‌مدت و کوتاه‌مدت با تمرکز بر بخش خانگی ارائه شده است. برای روشن‌تر شدن نقش بخش خانگی در زمان اوج مصرف بار، سهم هریک از بخش‌های گوناگون در شکل ۹ آورده شده است.^[۱۸]

شکل ۹. نقش مؤلفه‌های مختلف بر اوج بار (درصد)



مأخذ: توانیر، معاونت هماهنگی توزیع.

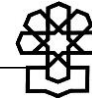
با توجه به شکل ۹ مشخص است که بیشترین سهم در زمینه تولید تقاضای مصرفی زمان اوج بار مربوط به بخش خانگی با ۵۰/۸ درصد است. به همین دلیل در صورتی که درصد مساوی از بخش‌های مختلف به‌عنوان معیار کاهش اوج بار قرار بگیرد، بخش خانگی بیشترین کاهش در توان مصرفی اوج بار را خواهد داشت.

همچنین آمار منتشرشده از وزارت نیرو نشان می‌دهد که در چندسال اخیر زمان اوج بار در فصل تابستان و از شب به روز منتقل شده است. علاوه بر این اختلاف اوج مصرف تابستان و زمستان در سال ۱۳۹۶ به بیش از ۲۰۰۰۰ مگاوات رسید که عمده آن مربوط به وسایل سرمایشی در زمینه تولید اوج بار مصرفی است. در نتیجه بخش صنعت به علت ناچیز بودن سهم وسایل سرمایشی در مصرف خود تأثیر چندانی بر اختلاف اوج مصرف تابستان و زمستان ندارد.

با توجه به مجموعه مطالب فوق این نتیجه حاصل می‌شود که برای کاهش تقاضای مصرف در زمان اوج بار، بخش خانگی نسبت به سایر بخش‌ها اولویت دارد. به همین دلیل باید غالب سیاست‌ها و برنامه‌های کاهش اوج بار نیز با تمرکز بر بخش خانگی صورت پذیرد. همچنین ضروری است برای کنترل مصرف در بخش‌های عمومی و تجاری که مصرف آنها پیک‌ساز است، تدابیری اندیشیده شود.

۳-۲. اصلاح نظام تعرفه‌گذاری اوج بار

هدف از این قسمت بررسی نظام‌های مختلف تعرفه‌گذاری زمان اوج بار دیگر کشورها، آسیب‌شناسی نظام



فعلی قیمتگذاری اوج و کم‌باری بخش خانگی در کشور و ارائه یک راهکار مناسب جهت تعیین قیمت زمان اوج و کم‌باری در کشور است. در همین راستا اصولی برای تعیین قیمتگذاری صحیح در نظر گرفته شده که عبارتند از:

- به‌منظور کاهش نارضایتی اجتماعی سیاست تشویق و تنبیه در کنار هم قرار بگیرد.
 - هدف از ارائه طرح، ایجاد درآمد نبوده و در نتیجه میزان تشویق و تنبیه‌ها برابر فرض شود.
 - در طرح نهایی بایستی درصد افزایش قبض مشترکان کم‌مصرف بیش از مشترکان پرمصرف نباشد.
 - تعرفه‌گذاری اوج بار باید به‌گونه‌ای باشد که به‌صورت محسوس بر کاهش اوج بار مؤثر باشد. بدین معنا که تشویق و تنبیه به‌صورت ملموس برای مشترکان احساس شود.
 - ساده، شفاف و قابل فهم برای مشترکان باشد.
- در مقایسه بین روش‌های گوناگون بر مبنای این اصول قضاوت خواهد شد.

۱-۲-۳. انواع نظام تعرفه‌گذاری رایج در دنیا

بررسی نظام تعرفه‌گذاری قیمت اوج بار اکثر کشورها نشان می‌دهد که می‌توان غالب نظام‌های تعرفه‌گذاری برق در این کشورها را به چهار دسته کلی تقسیم کرد.^[۱۹] اصلی‌ترین این روش‌ها عبارتند از: الف) روش زمان استفاده،^۱ ب) روش قیمت لحظه‌ای واقعی،^۲ ج) قیمت بحرانی اوج بار^۳ و د) تخفیف کاهش اوج بار.^۴

همچنین ترکیب استفاده از دو روش در کنار هم نیز وجود داشته و در بسیاری از کشورها ترکیب روش زمان استفاده با قیمت بحرانی اوج بار متداول است. هرکدام از این روش‌ها به زیرساخت‌های خاص خود احتیاج دارد و در نتیجه برای اتخاذ یک روش مناسب در کشور بایستی به تکنولوژی مورد استفاده توسط مشترکان نیز توجه کرد. در این پژوهش به این نکته توجه شده و روش ارائه شده کاملاً با زیرساخت‌های موجود در کشور اجرایی است. روش‌های متداول قیمتگذاری زمان اوج عبارتند از:

۱. روش زمان استفاده

این روش متداول‌ترین روش در بین تمامی روش‌های موجود است که در بسیاری از کشورها مانند کانادا، کره جنوبی، کشورهای اروپایی و آمریکا نیز استفاده می‌شود. در این روش زمان استفاده به سه قسمت کم‌باری، میان‌باری و اوج بار تقسیم شده و قیمت برق نیز در هر زمان متفاوت است. به غیر از مقادیر قیمت، آنچه در این روش اهمیت دارد نسبت قیمت زمان اوج به زمان کم‌باری است که معمولاً بین دو تا چهار است. به‌عنوان مثال این نسبت برای ایالت اونتاریو کشور کانادا دو و برای بخش آموزش کشور

1. Time Of Using (TOU)
2. Real Time Pricing (RTP)
3. Critical Peak Pricing
4. Peak Time Rebates (PTR)

کره جنوبی چهار و برای برخی ایالت‌های آمریکا بین دو تا چهار است.^{[۱۰]و[۲۰]و[۲۱]} مطابق مصوبات وزارت نیرو در تعرفه‌های کنونی برق خانگی و صنعتی کشور از روش مشابه استفاده می‌شود که در بخش‌های بعدی به آن پرداخته خواهد شد. بررسی نتایج پژوهشی در برخی ایالت‌های کشور آمریکا نشان داده است که اگر نسبت قیمت زمان اوج به قیمت زمان کم‌باری قابل توجه نباشد، این روش منجر به کاهش اوج بار چشمگیری نخواهد شد. در عوض با یک قیمتگذاری مناسب در این روش می‌توان میزان تقاضای اوج بار را سه الی ۶ درصد کاهش داد.^[۲۰]

۲. قیمت لحظه‌ای واقعی

در این روش، قیمتگذاری واقعی براساس تقاضای مشترکان تعیین می‌شود. بنابراین در طول روز، قیمت‌های برق دائماً در حال تغییر هستند که ممکن است حتی در هر چند دقیقه نیز متفاوت باشند. نتایج استفاده از این روش در برخی ایالت‌های آمریکا نشان می‌دهد که این روش می‌تواند تا ۴۶ درصد بر کاهش اوج بار مؤثر باشد.^[۲۰] استفاده از این روش به زیرساخت‌های خاص خود نیاز دارد که با توجه به کنش‌های موجود در منازل، در حال حاضر امکان‌پذیر نبوده و برای سال‌های آینده می‌توان (به‌خصوص با تمرکز بر مشترکان پرمصرف) برای آن برنامه‌ریزی کرد.

۳. قیمت بحرانی اوج بار

در این روش برخی از روزهای سال به‌عنوان روز بحرانی به مشترکان اعلام می‌شود و در این روزها ممکن است قیمت زمان اوج بار نسبت به زمان معمولی تا ۶ برابر نیز افزایش یابد. شایان ذکر است که این روش می‌تواند به‌همراه روش اول (زمان استفاده) نیز استفاده شود که متداول نیز هست. همچنین این روش خود می‌تواند به دو دسته زمان ثابت و زمان متغیر تقسیم شود. در روش زمان متغیر و برخلاف روش زمان ثابت، میزان ساعات اوج بار نیز در روزهای بحرانی متغیر است. نتایج تحلیل آماری چندین تجربه در کشور آمریکا نشان می‌دهد که در برخی موارد با روش زمان ثابت میزان تقاضای اوج بار تا ۱۳/۱ درصد و در روش زمان متغیر تا ۲۷ درصد کاهش یافته است.^[۲۰]

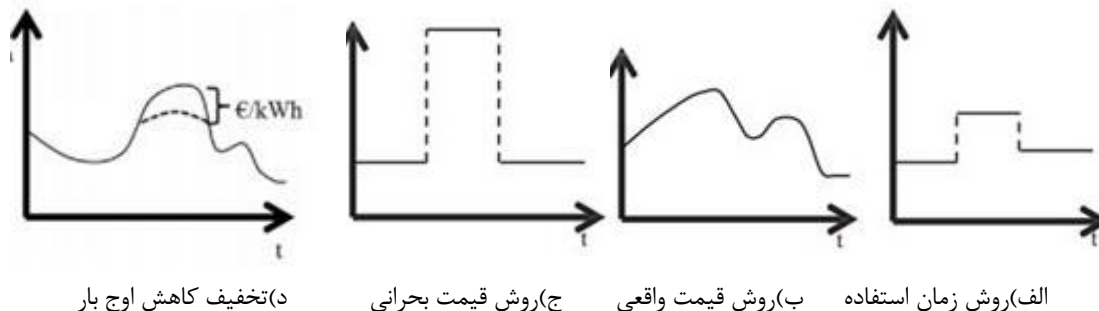
۴. تخفیف کاهش اوج بار

در این روش برخلاف روش‌های قبلی به‌جای جریمه یا افزایش قیمت برق، به مشترکینی که مقدار مصرف برق خود را در زمان اوج بار کاهش بدهند تخفیف قیمتی داده خواهد شد. به‌عنوان مثال در ایالت آن‌هیم کشور آمریکا این روش مورد استفاده قرار گرفت.^[۲۰] روش کار بدین صورت بود که در روزهای بحرانی به مشترکینی که میزان برق خود را نسبت به یک خط مرجع کاهش می‌دادند به میزان ۳۵ سنت بر کیلووات ساعت تخفیف داده می‌شد. مشترکان معمولی از یک نظام دو پله‌ای استفاده می‌کردند که برای مصارف زیر ۲۴۰ کیلووات ساعت قیمت برق برابر ۶/۷۵ سنت بر کیلووات ساعت و برای مشترکان با مصارف بالاتر برابر ۱۱/۰۲ سنت بر کیلووات ساعت بود. بنابراین بایستی بدین نکته توجه شود که میزان



تخفیف داده شده در برابر قیمت برق مشترکان پرمصرف قابل توجه بوده است. استفاده از این روش در روزهای بحرانی منجر به کاهش ۱۲ درصد توان مصرفی در زمان اوج بار شد. در حال حاضر استفاده از این روش برای بخش خانگی توصیه نشده، اما برای بخش‌های تجاری، کشاورزی و صنعتی توصیه می‌شود. شکل ۱۰ نمایی کلی از چهار روش یاد شده را نشان می‌دهد.^[۱۹]

شکل ۱۰. نمایی از انواع روش‌های قیمتگذاری اوج بار



۲-۳. آسیب‌شناسی تعرفه فعلی برق خانگی در زمان اوج و کم‌باری

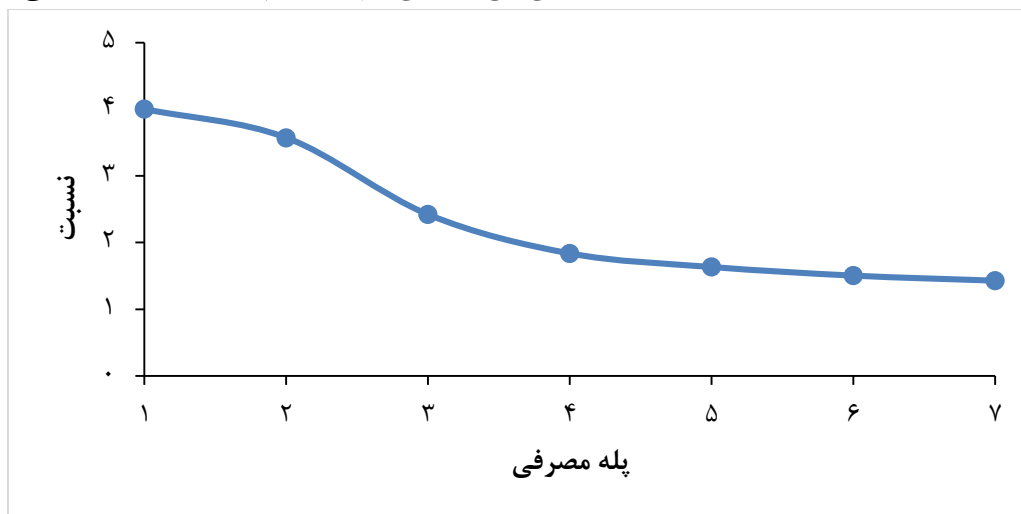
بررسی نظام تعرفه‌گذاری کنونی کشور نشان می‌دهد که علاوه بر پلکانی بودن تعرفه‌های برق خانگی، در مناطق عادی به مقدار ۴۵ تومان بر هر کیلووات ساعت مصرف در ساعات اوج بار به قبوض برق اضافه شده و به میزان ۲۲/۵ تومان بر هر کیلووات ساعت نیز در زمان کم‌باری به آنان تخفیف داده می‌شود.

اعداد جریمه و تخفیف نیز برای مناطق گرمسیری ۱ و ۲ با ضرایب $\frac{1}{3}$ و $\frac{2}{3}$ محاسبه می‌شود.^[۲۲]

از آنجایی که مقدار جریمه و تخفیف برای مشترکان یک اقلیم ثابت بوده، اما مقدار تعرفه‌های برق در پله‌های مختلف مصرفی متفاوت است در نتیجه «نسبت قیمت زمان اوج به زمان کم‌باری» برای همه مشترکان یکسان نبوده و حتی با افزایش میزان مصرف این نسبت کاهش پیدا می‌کند.

با توجه به «تعرفه‌های پلکانی» سال ۱۳۹۶، نسبت قیمت زمان اوج بار به قیمت زمان کم‌باری، برای مشترکان مختلف در شکل ۱۱ آورده شده است.

شکل ۱۱. مقایسه نسبت قیمت برق در زمان اوج به زمان کم‌باری در پله‌های مختلف مصرفی



با توجه به شکل ۱۱، نسبت قیمت زمان اوج بار به زمان کم‌باری برای مشترکان کم‌مصرف در حدود چهار برابر و برای مشترکان پرمصرف کمتر از دو برابر است. دلیل این روند کاهشی آن است که در حال حاضر بهای برق هر مشترک به صورت تصاعدی (پلکانی) با افزایش مصرف آن زیاد می‌شود، اما جریمه اوج بار و تخفیف کم‌باری به ازای هر کیلووات ساعت مصرف برق ثابت است.

به بیان دیگر می‌توان گفت که در روش فعلی درصد جریمه اوج بار نسبت به کل بهای برق برای مشترکان پرمصرف بسیار کمتر از مشترکان پرمصرف است و در نتیجه مشترکان پرمصرف که معمولاً سهم بیشتری از مصرف برق در زمان اوج بار دارند، انگیزه کمتری برای کاهش مصرف خود در زمان اوج بار پیدا می‌کنند. شکل ۱۲ نسبت جریمه زمان اوج به کل بهای برق برای مشترکان مختلف را نشان می‌دهد. در این نمودار فرض شده که مصرف همه مشترکان در زمان اوج بار معادل ۰/۱۶ مصرف کل باشد.

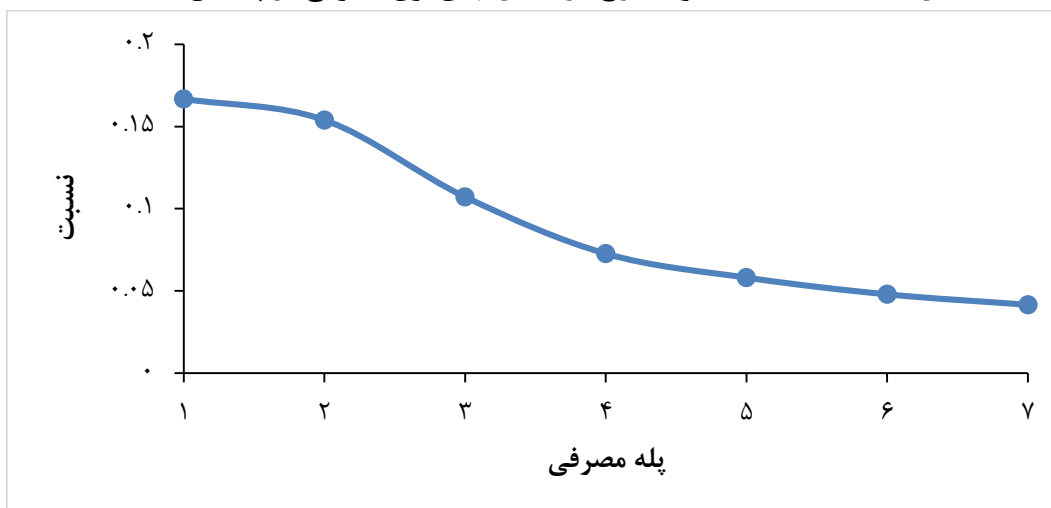
همچنین باید به این نکته نیز توجه کرد که چون بیشتر مشترکان به مطلق جریمه منهای تخفیف (در زمان کم‌باری) در قبوض خود توجه دارند، اثر جریمه اوج بار بر نحوه مصرف این مشترکان در شرایط فعلی کمتر هم می‌شود.

به نظر می‌رسد که در نظر گرفتن یک جریمه ثابت برای همه مشترکان پرمصرف و کم‌مصرف کاملاً اشتباه و غیرمؤثر است. باید به هنگام قیمتگذاری به این نکته توجه داشت که غالب مشترکان کم‌مصرف در زمان اوج بار از حداقل وسایل ضروری استفاده می‌کنند و نباید انتظار داشت که میزان مصرف خود در زمان اوج بار را چندان کاهش دهند. حال آنکه مشترکان پرمصرف می‌توانند با اصلاح رفتار خود و اجتناب استفاده از وسایل غیرضروری (مانند ماشین ظرفشویی، ماشین لباسشویی، خشک‌کن، سونا و غیره) در زمان اوج بار، توان مصرفی خود را در زمان‌های حساس کاهش دهند و یا اینکه بهای واقعی برق خود را در زمان اوج بار پرداخت کنند. در واقع می‌توان گفت که مقدار جریمه یا تخفیف در مقایسه



با قیمت برق مصرفی در مشترکان پرمصرف کمتر از مشترکان کم‌مصرف احساس می‌شود. به همین دلیل در مجموع به نظر می‌رسد که با حفظ نظام تعرفه‌گذاری موجود، مشترکان پرمصرف نه تنها بهای برق خود در زمان اوج بار را پرداخت نمی‌کنند، بلکه انگیزه‌ای هم برای کاهش مصرف خود در زمان اوج بار ندارند.

شکل ۱۲. مقایسه نسبت جریمه اوج بار به کل بهای برق مصرفی در پله‌های مختلف



۳-۲-۳. ارائه مدل‌های قیمت‌گذاری مختلف پیک و مقایسه آنها

با توجه به روش‌های متداول که در بخش اول بدان اشاره شد و همچنین با نظر به زیرساخت‌های موجود در کشور، در این قسمت دو پیشنهاد برای اصلاح تعرفه‌گذاری فعلی ارائه شده است. راه‌حل پیشنهادی برمبنای روش فعلی (زمان استفاده) و روش بحرانی ارائه شده و پس از مقایسه با یکدیگر، برترین مدل برای فصل تابستان مشخص می‌شود.

الف) روش اول - زمان استفاده

همان‌طور که اشاره شد بررسی نظام تعرفه‌گذاری در بسیاری از کشورهای پیشرفته مانند کره جنوبی و کانادا نشان می‌دهد که قیمت برق در زمان اوج بار به‌طور قابل ملاحظه‌ای از قیمت برق در زمان کم‌باری بیشتر است به طوری که نسبت قیمت برق در زمان اوج به زمان کم‌باری کشورهای کره، کانادا و آمریکا حدود دو تا چهار است.

پیشنهاد بر این است که مشترکینی که در زمان اوج بار از برق بیشتری استفاده می‌کنند باید به مقدار بیشتری هم پول پرداخت کنند. همچنین می‌توان به مشترکان «پرمصرف» در زمان «کم‌باری» نیز «تخفیف بیشتری» داد. البته در رابطه با تخفیف یک نکته مهم وجود دارد بدین ترتیب که هرچند که در ظاهر تخفیف بیشتر باعث افزایش انگیزه به انتقال مصرف از زمان اوج به کم‌باری می‌شود، اما

ممکن است به علت توجه مشترکان به قدر مطلق جریمه (جریمه اوج بار منهای کم‌باری)، اثر جریمه بیشتر را نیز از بین ببرد.

به هر حال در صورت تمایل به استفاده از مدل زمان استفاده می‌توان نسبت‌های مختلف زمان اوج به کم‌باری را در نظر گرفت و میزان جریمه و تخفیف را هم مطابق آن محاسبه کرد. در فرمول پیشنهادی، مقدار جریمه و تخفیف به‌عنوان ضریبی از مقدار قیمت متوسط محاسبه می‌شود. به بیان دیگر هر مشترک در زمان اوج بار به میزان $\alpha_1 x$ مضمول «اضافه پرداخت» شده و در زمان کم‌باری نیز به میزان $\alpha_2 x$ به وی تخفیف داده می‌شود.

فرمول محاسبه روش پیشنهادی مطابق زیر است که بسته به ضرایب α_1 و α_2 نسبت قیمت اوج بار به کم‌باری (K) برای همه مشترکان ثابت خواهد ماند. در این فرمول، x مقدار قیمت متوسط برق هر مصرف‌کننده است که با توجه به تعرفه‌های کنونی در مناطق عادی از ۱۹۵ تومان تجاوز نمی‌کند.

$$K = \frac{x + \alpha_1 x}{x - \alpha_2 x} = \frac{1 + \alpha_1}{1 - \alpha_2} \quad \text{فرمول ۲}$$

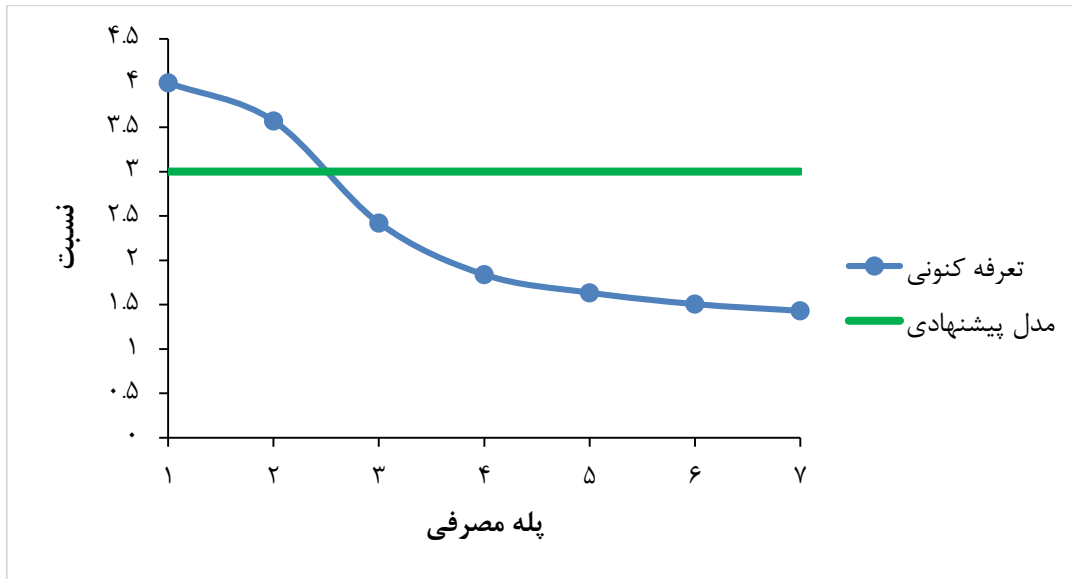
برای ساده‌تر شدن فرمول بهتر است که ضریب α_2 خود ضریب α_1 باشد. مثلاً می‌توان α_2 را به مقدار نصف، یک-سوم یا یک-چهارم α_1 در نظر گرفت. در این حالت فرمول ۲ به فرمول ۳ ساده خواهد شد.

$$K = \frac{x + \alpha x}{x - \frac{\alpha}{2} x} = \frac{2 + 2\alpha}{2 - \alpha} \quad \text{فرمول ۳}$$

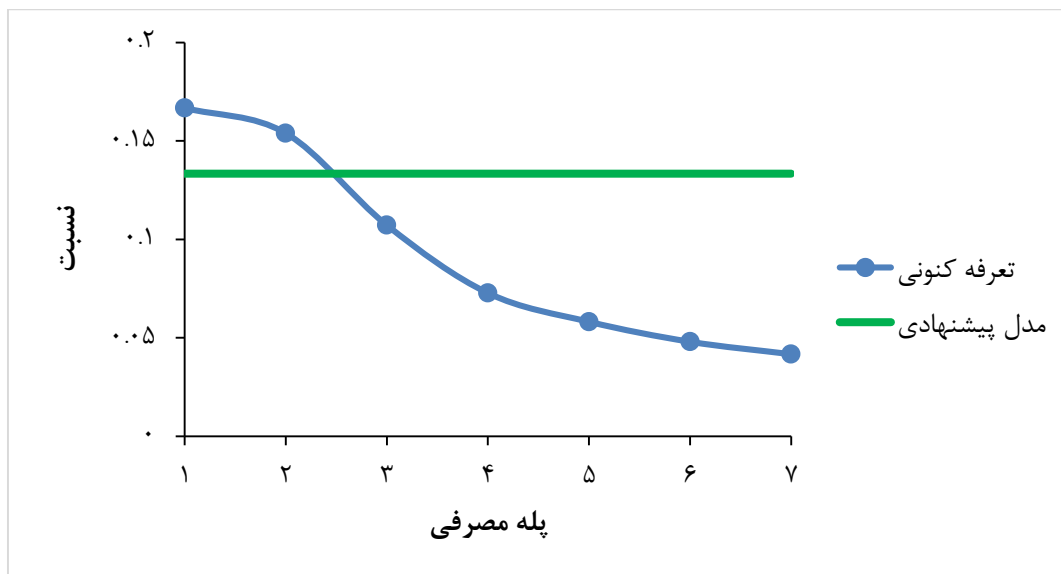
پیشنهاد نگارندگان بر این است که در صورت استفاده از این روش، ضریب آلفا برابر $0/8$ به قبوض مشترکان اعمال شود. در شکل‌های ۱۳ و ۱۴، نسبت قیمت زمان اوج به کم‌باری و همچنین نسبت جریمه به کل بهای برق برای حالت پیشنهادی و تعرفه فعلی برق آورده شده است. همان‌طور که از شکل ۱۴ نیز مشاهده می‌شود، در نظر گرفتن ضریب آلفا برابر $0/8$ به نفع مشترکینی است که زیر ۲۰۰ کیلووات ساعت در ماه مصرف می‌کنند. در واقع با در نظر گرفتن این ضریب، اکثریت مردم از مردمی که کم‌مصرف هستند از طرح پیشنهادی حمایت می‌کنند و در نتیجه اجرای آن را ساده‌تر خواهد کرد.



شکل ۱۳. مقایسه نسبت قیمت برق در زمان اوج به زمان کم‌باری در مدل پیشنهادی و تعرفه کنونی



شکل ۱۴. مقایسه نسبت اضافه پرداختی اوج بار به کل بهای برق مصرفی در مدل پیشنهادی و تعرفه کنونی



همچنین شایان ذکر است که این روش می‌تواند با همین ضریب و فرمول برای دیگر مناطق نیز استفاده شود.

ب) روش دوم - قیمت بحرانی

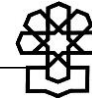
همان‌طور که از نام این روش نیز مشخص است روش قیمت بحرانی به روزهای خاصی از سال اعمال شده و معمولاً شامل همه ساعات زمان اوج بار در یک فصل از سال هم نمی‌شود. به‌عنوان مثال در کشور

فرانسه تعداد روزهای بحرانی برابر ۲۲ روز در سال است. با توجه به زیرساخت‌های موجود در کشور می‌توان گفت که امکان اعلام روزهای بحرانی به مشترکان و قرائت میزان مصرف زمان اوج بار در روزهای خاص (و به صورت گسسته) وجود ندارد و بایستی به صورت یک بازه یک یا چندماهه اعلام شود. علاوه بر این اعمال کردن یکسان قیمت بحرانی به همه مشترکان نیز ناعادلانه است. به طور کلی می‌توان گفت که اولاً مشترکان واقع در پله‌های پایین مصرف از بضاعت مالی کمتری برخوردار بوده و بنابراین نباید درصد تغییر قبض آنها را برابر درصد تغییر قبض پرمصرف‌ها قرار داد. ثانیاً به طور معمول مشترکان پرمصرف در زمان اوج بار نیز مصرف بیشتری از مشترکان کم‌مصرف داشته و به همین دلیل باید بر این مشترکان تمرکز کرد. ثالثاً ایجاد تبعیض میان مشترکان سبب همراهی بخشی از مردم با اجرای طرح و در نتیجه کاهش نارضایتی اجتماعی خواهد شد. به همین دلایل در یک راهکار صحیح اصلاح قیمتی بایستی بین مشترکان تفاوت محسوس قائل شد.

در همین راستا پیشنهاد می‌شود که در روش قیمت بحرانی، یک میزان الگوی مصرف در زمان اوج بار تعیین شود و قیمت بحرانی تنها به مصارف بالاتر از الگو اعمال شود. به عنوان مثال متوسط مصرف «غالب مشترکین» مناطق عادی در فصول گرم زیر ۳۰۰ کیلووات ساعت است که اگر میزان مصرف در زمان اوج بار برابر ۰/۱۶ مصرف کل در نظر گرفته شود آن‌گاه میزان مصرف ۵۰ کیلووات ساعت در زمان اوج بار برای مناطق عادی یک الگوی مناسب خواهد بود. اگر برای مصرف مازاد مشترکینی که بیش از ۵۰ کیلووات ساعت در ماه در زمان اوج بار مصرف کنند، قیمت برق را به قیمت برابر ۳۵۰ تومان (در حدود قیمت صادراتی) و مصرف متعادل نیز قیمت فعلی ۴۵ تومان به عنوان جریمه در نظر گرفته شود آنگاه درصد کل جریمه اوج بار به کل بهای برق مشترکان خارج از الگو در حدود ۲۵ درصد می‌شود. این درصد جریمه قطعاً قابل توجه و تأثیرگذار است. فرمول ۴ بیانگر میزان جریمه در زمان اوج بار است که در آن، C_p معرف مصرف برق در زمان اوج بار، P جریمه اوج بار و R تخفیف در زمان کم‌باری است. به عنوان مثال اگر یک مشترک با مصرف کل ۶۰۰ کیلووات ساعت در ماه، به مقدار ۱۰۰ کیلووات ساعت در زمان اوج بار مصرف کند آنگاه به میزان ۱۹۷۵۰ تومان جریمه خواهد شد که معادل ۲۱ درصد مبلغ بهای برق این مشترک است. همچنین در این روش مقدار جریمه برای مشترکان داخل الگو همان ۴۵ تومان در نظر گرفته می‌شود.

$$\left\{ \begin{array}{l} C_p > 50 : P = 50 * 45 + (C_p - 50) * 350 , \quad R = 0 \\ C_p \leq 50 : P = C_p * 45, \quad R = 0 \end{array} \right. \quad \text{فرمول ۴}$$

فرمول ۴ بیانگر یک رابطه دقیق از مفهوم قیمت بحرانی است زیرا در قیمت بحرانی از یک نظام دوپله‌ای زمان بحرانی و زمان غیر آن استفاده می‌شود. اما باید به این نکته توجه داشت که هرچند این روش در کاهش پیک مؤثر است، اما به علت افزایش قبض مشترکان کم‌مصرف نسبت به قبل (به علت



حذف تخفیف کم‌باری در تابستان)، به این مشترکان فشار مالی وارد شده و علاوه بر ناعادلانه بودن از حمایت مردمی نیز برخوردار نخواهد شد و با سیاست‌های کلی که در ابتدای این بخش اشاره شد در تناقض است. به همین دلیل ممکن است اولین پیشنهادی که به ذهن برسد، در نظر گرفتن تخفیف زمان کم‌باری برای همه مشترکان باشد که در فرمول ۵ آورده شده است.

$$\text{فرمول ۵} \quad \begin{cases} C_p > 50 : P = 50 * 45 + (C_p - 50) * 350, & R = C_l * 22.5 \\ C_p \leq 50 : P = C_p * 45, & R = C_l * 22.5 \end{cases}$$

هرچند فرمول ۵ نسبت به فرمول ۴ بهبود یافته و با در نظر گرفتن مقدار تخفیف کم‌باری، قیمت قبوض مشترکان کم‌مصرف نسبت به گذشته ثابت نگه داشته می‌شود، اما به نظر نویسندگان اعمال جریمه جدید برای افراد پرمصرف بهتر است همراه با یک تخفیف برای دیگر مشترکان نسبت به وضعیت فعلی باشد. به همین دلیل برای قیمتگذاری به روش بحرانی فرمول ۶ پیشنهاد می‌شود.

$$\text{فرمول ۶} \quad \begin{cases} C_p > 50 : P = (C_p - 50) * 350, & R = 0 \\ C_p \leq 50 : P = 0, & R \geq 0 \text{ (for example } C_l * 45) \end{cases}$$

با استفاده از فرمول ۶ اضافه پرداختی اوج بار برای مشترکان کم‌مصرف حذف شده و تنها مقدار تخفیف در زمان کم‌باری باقی می‌ماند و قیمت آن نیز ثابت در نظر گرفته می‌شود. به منظور یکنواخت‌تر شدن طرح، برای مشترکان خارج از الگو، جریمه اوج بار تنها به مقادیر بالای الگو اعمال شده، ولی تخفیف کم‌باری برداشته می‌شود. با این روش قیمت قبض مشترکان کم‌مصرف نسبت به گذشته کاهش می‌یابد که می‌توان از آن به عنوان یک حمایت مردمی استفاده کرد. شایان ذکر است که در صورت اعمال فرمول ۶، مشترکینی که نزدیک الگوی مصرف، اما زیر آن مصرف می‌کنند بیشترین مقدار تخفیف را احساس خواهند کرد که در صورت تبلیغات صحیح، منجر به تشویق بیشتر مشترکان پرمصرف نزدیک الگو به رعایت الگوی مصرف خواهد شد. از آنجایی که در سیاست‌های کلی طرح اشاره شد که هدف از طرح پیشنهادی درآمدزایی نیست در نتیجه تعیین قیمت زمان کم‌باری نیاز به اطلاعات دقیق‌تری دارد. در قسمت بعد طرح‌های پیشنهادی با یکدیگر مقایسه شده است.

ج) مقایسه طرح‌های پیشنهادی با یکدیگر

با توجه به آنچه در قسمت قبل ارائه شد، در این قسمت چهار طرح آورده شده و با یکدیگر مقایسه شده است. لیست این طرح‌ها و روابط مربوط به هر کدام در جدول ۱۱ آورده شده است. در طرح شماره ۲، تخفیف کم‌باری سابق نیز اعمال شده و جریمه کم‌باری به میزان ۴۵ تومان نیز بر همه مشترکان داخل

الگو اعمال شده است. در طرح شماره ۳ به علت نبود اطلاعات کافی، برای رابطه ۸ حالت حداقلی برای مشترکان کم‌مصرف یعنی $R = 0$ در نظر گرفته شده است. همچنین در مدل زمان استفاده ضریب آلفا برابر ۰/۸ در نظر گرفته شده است.

جدول ۱۱. لیست طرح‌های پیشنهادی

شماره طرح	نام طرح	فرمول محاسبه
۱	جریمه و تخفیف فعلی	$\begin{cases} P = C_p * 45 \\ R = C_l * 22.5 \end{cases} \text{ for all users}$
۲	قیمت بحرانی با الگوی مصرف	$\begin{cases} C_p > 50 : P = 50 * 45 + (C_p - 50) * 350, & R = C_l * 22.5 \\ C_p \leq 50 : P = C_p * 45, & R = C_l * 22.5 \end{cases} \quad (4-1)$
۳	قیمت بحرانی با مصرف همراه با تخفیف	$\begin{cases} C_p > 50 : P = (C_p - 50) * 350, & R = 0 \\ C_p \leq 50 : P = 0, & R \geq 0 \end{cases}$
۴	زمان استفاده	$\begin{cases} P = C_p * 0.8 * \bar{X} \\ R = C_l * 0.4 * \bar{X} \end{cases} \text{ where } \bar{X} \text{ is average pricing of consumer}$

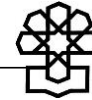
برای مقایسه طرح‌ها با یکدیگر از چند نمونه قبض واقعی در جدول ۱۲ استفاده شده است. در این جدول میزان مصرف در زمان‌های مختلف (اوج بار، میان‌باری و کم‌باری) آورده شده است.

جدول ۱۲. اطلاعات مصرف برق چند مشترک واقعی در مناطق عادی (شهر مشهد)

شماره مشترک	مصرف کل	میان‌باری	اوج بار	کم‌باری
۱	۷۰	۳۵	۱۴	۲۱
۲	۱۶۴	۸۵	۳۲	۴۷
۳	۲۵۰	۱۲۶	۵۴	۷۰
۴	۳۴۶	۱۷۳	۷۴	۹۹
۵	۴۵۳	۲۲۷	۹۷	۱۲۹
۶	۵۴۵	۲۷۲	۱۱۵	۱۵۸
۷	۶۴۶	۳۲۲	۱۳۶	۱۸۸
۸	۷۴۳	۳۷۲	۱۵۹	۲۱۲

برای مقایسه بین طرح‌های پیشنهادی در ابتدا مقادیر بهای کامل برق مصرفی و درصد افزایش کل قبض برق با در نظر گرفتن جریمه اوج بار و تخفیف کم‌باری نسبت به بهای برق مصرفی فعلی در جدول ۱۳ آورده شده است.

همان‌طور که از جدول ۱۳ نیز مشاهده می‌شود مقدار جریمه و تخفیف فعلی به گونه‌ای است که با



افزایش میزان مصرف مشترکان، درصد افزایش قیمت کل برق کاهش می‌یابد، به طوری که این درصد برای مشترک کم مصرف برابر ۵ درصد و برای پرمصرف‌ترین مشترک جدول برابر ۲ درصد است، اما برخلاف مقادیر جریمه و تخفیف فعلی، اعمال مقادیر پیشنهادی روال منطقی‌تری دارد.

در مدل زمان استفاده درصد افزایش قیمت برق مشترکان پرمصرف کمی بیشتر از مشترکان کم مصرف است؛ بنابراین نسبت به مدل فعلی ارجحیت دارد. برخلاف مدل فعلی و زمان استفاده، تمایز بین مشترکان کم مصرف و پرمصرف در مدل‌های قیمت بحرانی کاملاً مشهود است تا جایی که درصد افزایش قبض مشترکان پرمصرف در هر دو مدل بحرانی حدود ۲۸ درصد می‌باشد. با مقایسه نتایج دو مدل بحرانی مشخص است که در مدل شماره ۳، هرچند قبض مشترکان کم مصرف نسبت به مدل ۲ کاهش می‌یابد، اما قبض مشترکان پرمصرف به مقدار کمی زیاده‌تر می‌شود. بنابراین می‌توان انتظار داشت که از لحاظ درآمدی هر دو مدل درآمدهای یکسان به همراه داشته باشند. به همین دلیل و با توجه به ساده‌تر بودن و همچنین داشتن حمایت مردمی بیشتر، مدل شماره ۳ بر مدل شماره ۲ ارجحیت دارد. برای مقایسه بهتر مدل‌های مذکور، درصد افزایش قبوض برای هر مدل نسبت به بهای برق فعلی در شکل ۱۵ نیز آورده شده است.

جدول ۱۳. مقایسه اثر انواع مدل‌ها بر قبوض برق (تومان)

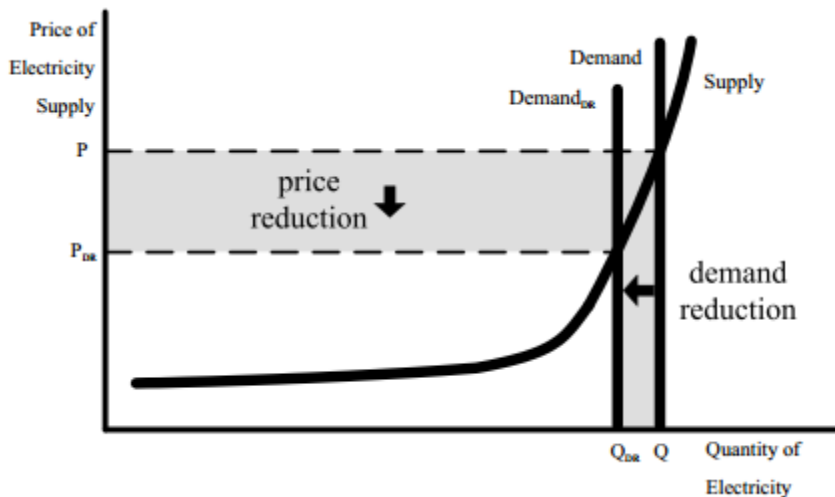
شماره مشترک	بهای برق مصرفی فعلی بدون جریمه و پاداش	جریمه و تخفیف فعلی		قیمت بحرانی با الگوی مصرف		قیمت بحرانی با الگوی مصرف + تخفیف		زمان استفاده
		درصد افزایش	بهای نهایی برق	درصد افزایش	بهای نهایی برق	درصد افزایش	بهای نهایی برق	
-	بهای برق	درصد افزایش	بهای نهایی برق	درصد افزایش	بهای نهایی برق	درصد افزایش	بهای نهایی برق	درصد افزایش
۱	۳۱۵۰	۵	۳۳۰۰	۵	۳۳۰۰	۰	۳۳۰۰	۴
۲	۷۸۶۰	۵	۸۲۴۰	۵	۸۲۴۰	۰	۸۲۰۰	۴
۳	۱۵۳۰۰	۶	۱۶۲۳۰	۱۳	۱۷۴۵۰	۹	۱۶۳۰۰	۶
۴	۳۰۳۰۰	۴	۳۱۴۰۰	۲۸	۳۸۷۰۰	۲۸	۳۲۰۰۰	۶
۵	۵۳۵۰۰	۳	۵۵۰۰۰	۲۹	۶۹۳۰۰	۳۱	۵۶۷۰۰	۶
۶	۷۷۶۰۰	۲	۷۹۲۰۰	۲۸	۹۹۱۰۰	۲۹	۸۱۸۰۰	۵
۷	۱۰۸۶۰۰	۲	۱۱۰۵۰۰	۲۶	۱۳۶۷۰۰	۲۸	۱۱۴۳۰۰	۵
۸	۱۳۹۸۰۰	۲	۱۴۲۰۰۰	۲۵	۱۷۵۵۰۰	۲۷	۱۴۸۰۰۰	۶

شکل ۱۵. مقایسه درصد افزایش قبض بین مدل‌های پیشنهادی

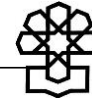


یکی از پارامترهای مؤثر برای هر مدل پیشنهادی این است که در آن مدل، کاهش یا جابه‌جایی یک میزان خاص از زمان اوج بار همراه با درصد قابل توجهی از هزینه کل قبض باشد. [۲۳] این مطلب در شکل ۱۶ به خوبی نشان داده شده است. به همین دلیل در جدول ۱۴، اثر جابه‌جایی ۲۰ درصد مصرف زمان اوج بار به کم‌باری بر کاهش قبوض برق برای هر چهار طرح آورده شده است.

شکل ۱۶. شماتیکی از یک مدل مؤثر قیمتی بر کاهش پیک



Source: "A Comparison of the Long-Run Marginal Cost," Market Surveillance Administrator, 2012.



جدول ۱۴. مقایسه درصد کاهش قبوض برق با فرض ۲۰ درصد جابجایی

مصرف از اوج به کم‌باری بین مدل‌های مختلف

(درصد)

شماره مشترک	جریمه و تخفیف فعلی	قیمت بحرانی با الگوی مصرف	قیمت بحرانی با الگوی مصرف+تخفیف	زمان استفاده
۱	۶	۶	۰	۵
۲	۵	۵	۰	۵
۳	۴	۱۱	۸	۵
۴	۳	۱۴	۱۳	۵
۵	۲	۱۰	۱۰	۵
۶	۲	۹	۸	۵
۷	۲	۷	۷	۵
۸	۲	۷	۶	۵

از آنجاکه غالب مشترکان خارج از الگوی مصرف در پله‌های سوم تا پنجم مصرفی قرار دارند، مقادیر محاسبه شده برای این سه پله پررنگ‌تر شده است. با توجه به این مقادیر واضح است که بین دو مدل قیمت بحرانی (شماره‌های ۲ و ۳) تفاوت چندانی وجود ندارد و این دو مدل از دو مدل دیگر کارآمدتر هستند، زیرا با ۲۰ درصد جابجایی مصرف، درصد بیشتری کاهش قبض را به همراه دارند. همچنین مدل زمان استفاده به مقدار کمی وضعیت موجود را بهبود بخشیده است. با توجه به نتایج جداول ۱۳ و ۱۴ بهترین مدل از نظر نگارندگان، مدل شماره ۳ یعنی قیمت بحرانی همراه با رعایت الگوی مصرف و حذف مقادیر جریمه و تخفیف سابق می‌باشد.

د) جمع‌بندی و ارائه مدل برگزیده

در این قسمت به بررسی نظام فعلی تعرفه‌گذاری برق خانگی ایران پرداخته شده و با توجه به تجربه‌های موفق در کشورهای دیگر، چند راهکار برای اصلاح قیمت‌گذاری برق در زمان اوج بار ارائه شد. بررسی‌ها نشان داد که مدل قیمت‌گذاری فعلی که از سال ۱۳۴۷ تاکنون ثابت مانده کاملاً غیرصحیح و ناکارآمد بوده و باید اصلاح شود.

از آنجاکه روش قیمت بحرانی نسبت به روش زمان مصرف مؤثرتر است، قیمت بحرانی همراه با الگوی مصرف و تخفیف (مدل سوم جدول ۱۱) مدل برگزیده معرفی می‌شود.

در همین راستا می‌توان مقدار الگوی مصرف را به گونه‌ای تعیین کرد که ۷۵ درصد مشترکان داخل الگو قرار بگیرند. پس از تعیین عدد الگو به عنوان خط مرجع، مقدار جریمه سابق برای همه مشترکان حذف شده، مقدار جریمه جدید تنها از مشترکان خارج از الگوی مصرف گرفته می‌شود. میزان جریمه مشترکان پرمصرف نیز باید به صورت محسوس باشد. در کنار جریمه مشترکان پرمصرف، به مشترکان داخل الگوی مصرف و مطابق با میزان مصرف در زمان کم‌باری تخفیف داده می‌شود. با این روش بهای

کل قبض مشترکان کم‌مصرف کاهش می‌یابد و می‌توان با تبلیغات رسانه‌ای حمایت مشترکان کم‌مصرف را که غالب مردم نیز هستند به‌دست آورد. در نتیجه اعمال سیاست قیمت بحرانی بر مشترکان پرمصرف نیز تسهیل خواهد شد. فرمول ۷ بیانگر مدل پیشنهادی است.

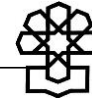
$$\text{فرمول ۷} \quad \begin{cases} C_p > C_{p75\%} : P = (C_p - C_{p75\%}) * const1, & R = 0 \\ C_p \leq C_{p75\%} : P = 0, & R = C_l * const2 \end{cases}$$

با توجه به اطلاعات شهر مشهد اگر مصرف ماهانه ۶۰ کیلووات ساعت در زمان اوج بار به‌عنوان معیار قرار بگیرد آنگاه حدود ۷۸ درصد مشترکان داخل الگو و مابقی خارج از الگو قرار گرفته و باید جریمه شوند. با توجه به همین اطلاعات اگر میزان جریمه برابر ۲۰۰ تومان در نظر گرفته شود آنگاه افزایش قبض مشترکان پرمصرف حدود ۱۵ درصد بوده که تقریباً محسوس است. در این حالت میزان پاداش مشترکان کم‌مصرف برای هر کیلووات ساعت مصرف در زمان کم‌باری برابر ۴۸ تومان خواهد شد. در این حالت بهای برق زمان کم‌باری مشترکانی که زیر ۱۰۰ کیلووات ساعت در ماه مصرف می‌کنند، رایگان خواهد شد.

شایان ذکر است که در نظر گرفتن یک درصد ثابت برای تعیین الگوی مصرف، به کاهش عدد الگو در سال‌های آتی و اصلاح الگوی مصرف منجر خواهد شد.

در فصول غیرگرم نیز یا مقادیر فعلی جریمه و اوج بار حذف شوند یا اینکه مطابق روش پیشنهادی برای زمان استفاده (رابطه مدل ۴) اصلاح شوند تا از یک منطق صحیح برخوردار شود. ذکر این نکته ضروری است که حتی حذف مقادیر فعلی جریمه و تخفیف از وجود آنها بهتر است.

از آنجاکه حدود ۵۰ درصد از مشترکان برق کنتور تک‌زمانه دارند، باید برای این مشترکان نیز تمهیدی اندیشید. برای این مشترکان پیشنهاد می‌شود از متوسط نسبت مصرف در زمان اوج به مصرف کل مشترکان دارای کنتور سه‌زمانه برای مشترکان دارای کنتور تک‌زمانه استفاده شود. با ضرب این نسبت در مصرف کل یک مشترک می‌توان به طور تقریبی مقدار مصرف هر مشترک دارای کنتور تک‌زمانه را در زمان اوج بار تخمین زد و جریمه اوج بار را دقیقاً مشابه مشترکان دارای کنتور سه‌زمانه بر آنها اعمال کرد. این امر به مقدار کمی به نفع مشترکان کم‌مصرف و ضرر مشترکان پرمصرف خواهد شد، زیرا داده‌های آماری نشان می‌دهد که این نسبت برای مشترکان کم‌مصرف تا حدی بیش از مشترکان پرمصرف است. بنابراین با متوسط‌گیری از همه، نسبت اعمال شده در مقایسه با نسبت واقعی برای مشترکان پرمصرف بیشتر و برای مشترکان کم‌مصرف، کمتر خواهد شد.



۳-۳. توسعه کنتورهای دیجیتالی و کنتورهای هوشمند برای اجرای تعرفه‌های اوج بار به‌منظور کارایی یک نظام تعرفه‌گذاری لازم است تا برخی زیرساخت‌های لازم در کشور اصلاح شود. مهمترین زیرساخت مرتبط با اجرای تعرفه‌های اوج بار، کنتورهای سه‌زمانه یا کنتورهای هوشمند است. در حال حاضر تنها ۵۰ درصد از کل کنتورهای بخش خانگی سه‌زمانه هستند. لذا با توجه به ضرورت فوری مدیریت مصرف در ساعات اوج بار، لازم است تعویض کنتورهای قدیمی در دستور کار قرار گیرد. در این راستا لازم است ابتدا مشترکان برق به نوسازی کنتور ترغیب شوند. برای این منظور پیشنهاد می‌شود پاداش مصارف کم‌باری - که طبق مدل پیشنهادی در بخش قبل تنها به مشترکان کم‌مصرف در اوج بار داده می‌شد - تنها به مشترکینی که دارای کنتور سه‌زمانه هستند داده شود. می‌توان در قبوض دارندگان کنتورهای معمولی، به مشترکان این پیغام را رساند که به‌علت عدم نوسازی کنتور، از دریافت تخفیف محروم شده‌اند. البته همان‌طور که پیش از این گفته شد، جریمه اوج بار از مشترکینی که کنتور قدیمی دارند بر مبنای میانگین سهم مصرف اوج بار سایر مشترکین، اخذ خواهد شد.

به‌علاوه باید ساعات اوج بار متناسب با وضعیت کنونی اوج بار کشور، تغییر پیدا کنند، زیرا در سال‌های اخیر ساعات اوج مصرف برق از شب به روز منتقل شده و لذا ضروری است کنتورها مجدداً برنامه‌ریزی شوند.

۳-۴. اصلاح شیوه صدور قبوض برق و استفاده از ابزارهای نوین ارتباطی برای تعامل با مشترکین از مهمترین عوامل مؤثر بر مدیریت مصرف که تأثیرگذاری سایر عوامل نیز به آن وابسته‌اند، اطلاع‌رسانی صحیح به مشترک پیرامون شیوه محاسبه هزینه برق و وضعیت مصرفی خود مشترک است. در حال حاضر این اطلاع‌رسانی از طریق قبوض برق صورت می‌گیرد. اما ایرادهای متعدد در شیوه صدور قبوض سبب شده است مشترکان برق ارتباط مؤثری با این قبوض برقرار نکنند. برخی از این اشکالات عبارتند از:

- تعدد فاکتورهای اطلاعاتی و در نتیجه نامعلوم بودن اصلی‌ترین پیام‌ها و محتوای مرتبط با مدیریت مصرف و هزینه برق،
- عدم اشاره مشخص و عامه‌فهم به میزان مصرف برق در زمان اوج بار و تأثیر کاهش مصرف برق بیک در کاهش مبلغ قبض،
- عدم اطلاع‌رسانی به مشترکان مبنی بر وضعیت نسبی مصرف آنها در مقایسه با سایر مشترکان در شهر یا محله،
- فاصله زمانی زیاد میان صدور قبوض متوالی و در نتیجه عدم تأثیرگذاری قبوض بر رفتار مشترکین.

بر این اساس ضروری است شیوه صدور قبوض برق به‌عنوان یکی از مهمترین ابزارهای اطلاع‌رسانی اصلاح شود. پیشنهاد می‌شود در صدور قبوض جدید رویکردهای زیر مدنظر قرار گیرند:

- درج دقیق و واضح میزان مصرف اوج بار و جریمه‌های مربوطه، تخفیف‌های کم‌باری، ساعات اوج مصرف و همچنین میزان تأثیر راهکارهای کنترل مصرف در کاهش هزینه قبض،
- مقایسه وضعیت مصرفی مشترک نسبت به سایر افراد محله، منطقه یا شهر محل سکونت در راستای ترغیب به مدیریت مصرف.

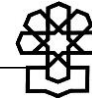
۵-۳. راهکارهای نوین ارتباط با مشتریان

علاوه بر اصلاح قبوض، لازم است راهکارهای نوین ارتباط با مشتریان نیز به صورت جدی پیگیری شود. از این جمله می‌توان به استفاده حداکثری از ظرفیت وسائل ارتباط جمعی مانند تلویزیون، ارتباط پیامکی با مشترکین، ارتباط بر بستر گوشی‌های هوشمند و نرم‌افزارهای کاربردی اشاره کرد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که بسیاری از کشورها از حداکثر ظرفیت وسایل ارتباطی برای حل بحران برق استفاده می‌کنند اما این امر در ایران مغفول مانده است. به همین دلیل برای استفاده حداکثری از وسائل ارتباطی چند پیشنهاد می‌شود:

❖ مشابه کشور آفریقای جنوبی یک نمایشگر کوچک عقربه‌ای طراحی شود که مقدار توان مصرفی را در هر لحظه نشان دهد. این نمایشگر می‌تواند به سه یا چهار قسمت و با سه یا چهار رنگ طراحی شود که عبارتند از سبز یعنی وضعیت مناسب، زرد یعنی وضعیت متوسط، قرمز یعنی وضعیت بحرانی و قهوه‌ای یعنی وضعیت فوق بحرانی و خاموشی.

بایستی به مشترکان توضیح داده شود که هرکدام از این وضعیت‌ها بیانگر چه حالتی است. در وضعیت قرمز باید مشترکان از روشن کردن وسائل غیرضروری خودداری کرده و در وضعیت قهوه‌ای قبل از خاموش شدن بایستی خودشان وسایل را خاموش کنند تا با قطعی برق به وسایل آسیب وارد نشود. این صفحه نمایشگر می‌تواند در گوشه هر برنامه تلویزیونی قرار گیرد و در پیام‌های بازرگانی که وسط هر برنامه نیز پخش می‌شود به صورت درشت نمایش داده شود. در حالت قرمز نیز باید به صورت مرتب وضعیت هشدار به مشترکان گوشزد شود. در حالت وضعیت قرمز و نزدیک به قهوه‌ای می‌توان برنامه‌های تلویزیونی را قطع کرد و تنها هشدار کامل به صورت چشمک‌زن روشن شود تا مشترکان نسبت به قطع وسایل غیرضروری اقدام کنند. همچنین برای آشنایی مردم و فهم بیشتر مشترکان ضروری است تا از اواسط خرداد ماه که حتی ممکن است وضعیت زرد باشد این نمایشگر فعال شده و مردم با آن آشنا شوند.

به غیر از تلویزیون این نمایشگر را باید روی سایت‌های خبری و به صورت آنلاین نیز نشان داد. در حال حاضر غالب خبرگزاری‌ها در سمت چپ صفحه خود از پیام‌های تبلیغی استفاده می‌کنند که بایستی این نمایشگر در رأس این پیام‌های تبلیغاتی باشد. همچنین می‌توان از طریق اخبار و برنامه‌های رادیویی وضعیت‌های مختلف را به مردم اعلام و وضعیت‌های قرمز را نیز به مشترکان از طریق پیام کوتاه اطلاع داد. محتوای متن بایستی مناسب و تأثیرگذار باشد.



❖ قطع برنامه برخی از شبکه‌های تلویزیونی در ساعات اوج بار: پیشنهاد می‌شود در روزهای بحرانی برخی شبکه‌های تلویزیونی متوقف شوند و پیام مرتبط با تقاضای کاهش اوج مصرف برق نمایش داده شود.

❖ ارتباط پیامکی با مشترکین، ارتباط بر بستر گوشی‌های هوشمند و نرم‌افزارهای کاربردی. استفاده از این شیوه‌های ارتباطی می‌تواند مزایای متعددی به‌دنبال داشته باشد؛ از جمله:

- امکان تعامل مستمر با مشترکان و تبادل اطلاعات و ارسال پیام‌ها،
- استفاده از ابزارهای تشویقی جهت ترغیب مشترکان به خوداظهاری شماره کنتور به صورت هفتگی در راستای کاهش زمان عملی صدور قبوض،
- امکان اجرای انواع برنامه‌ها (مسابقات، بازی‌ها و ...) در قالب نرم‌افزارهای کاربردی در راستای مدیریت مصرف،

- ایجاد ارتباط هدفمند میان مشترکان ساکن در یک محله، منطقه یا شهر، بر بستر نرم‌افزار با هدف تشویق به مدیریت مصرف.

از آنچه گفته شد مشخص می‌شود در حال حاضر از ظرفیت‌های موجود برای آگاهی‌بخشی به مشتریان به‌نحو مناسبی بهره‌برداری نمی‌شود و ضروری است اصلاحات جدی در این حوزه صورت گیرد.

۳-۶. اصلاح ساعات کار ادارات و واحدهای تجاری

با توجه به اظهارنظرهای مسئولان وزارت نیرو، سهم بخش‌های دولتی از میزان تقاضای مصرفی در زمان اوج بار در بیش از ۳۰۰۰ مگاوات است. همچنین در سال‌های اخیر ساعت اوج مصرف در حدود ۱۵:۳۰ بوده و در این ساعات ادارات دولتی نیز مشغول به کار هستند. بنابراین با زودتر شروع کردن ساعت کار ادارات (مثلاً ساعت ۷) و خاتمه زودتر از ساعت ۱۴:۳۰ می‌توان بخش قابل توجهی از تقاضای مصرفی در زمان اوج بار را کاهش داد. همچنین با توجه به کمتر بودن تقاضای مصرفی در اواخر هفته نسبت به روزهای دیگر، می‌توان همراه با تعطیلی زود هنگام در طول هفته، برخی ساعت کاری ادارات را نیز به روز پنج‌شنبه منتقل کرد. این امر باعث تعدیل مصرف در روزهای تابستان خواهد شد.

از سوی دیگر در راستای کاهش اوج بار شب، می‌توان تعرفه برق بخش تجاری در ساعات شب را اصلاح کرد. لازم است تعرفه برق ساعت ۹ تا ۱۱ شب برای واحدهای تجاری افزایش یابد و به همان میزان تعرفه برق ساعات کم‌باری کاهش یابد تا اثرات منفی بر کسب‌وکار واحدهای تجاری به حداقل برسد. همچنین به جای ساعت ۱۲، باید ساعت ۱۱ شب را به‌عنوان ساعت پایانی کار واحدهای صنفی و تجاری در شهرها قلمداد کرد. این اقدام اگر هم‌زمان با جابجایی ساعات کاری ادارات صورت گیرد، کمترین تأثیر منفی را بر کسب‌وکار و تجارت این واحدها خواهد داشت.

۷-۳. توسعه تجهیزات کم مصرف سرمایشی

توسعه تجهیزات سرمایشی از بخش‌های مهم و مغفول برای کاهش مصرف اوج بار است. اصلی‌ترین بخش‌های مصرف‌کننده تجهیزات سرمایشی، بخش‌های خانگی، عمومی و تجاری هستند.

نتایج مرکز آمار در سال ۱۳۹۴ نشان می‌دهد که در حدود ۶۲/۵ درصد مردم از کولر آبی، ۱۹ درصد مردم از کولرگازی و بقیه مشترکان هم غالباً از پنکه به‌عنوان وسایل سرمایشی در فصل تابستان استفاده می‌کنند. همچنین در مناطق با اقلیم مرطوب و گرم مانند خوزستان، کولر آبی پاسخگوی سرمایش منازل نبوده و اکثریت مردم از کولرگازی به‌عنوان وسیله سرمایشی بهره می‌برند.

با توجه به مجموعه مطالب، در این قسمت به بررسی اهمیت افزایش بازده کولرهای آبی و گازی در کاهش توان مصرفی اوج بار پرداخته شده است.

۱-۷-۳. کولرهای آبی

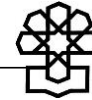
همان‌طور که در قسمت قبل نیز اشاره شد، کولرهای آبی از مهمترین وسایل سرمایشی موجود در منازل هستند. با توجه به اقلیم نسبتاً خشک ایران، در اغلب مناطق کشور کولرهای آبی پاسخگوی نیاز سرمایشی هستند. با در نظر گرفتن مشخصات منحنی آسایش (دمای حدود ۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حدود ۵۰ درصد) و با توجه به عملکرد سیستم‌های تبخیری، صرفاً در نوارهای ساحلی جنوبی و شمالی کشور استفاده از سیستم‌های تبرید تراکمی (چیلر، کولرگازی و غیره) اجتناب‌ناپذیر است.

براساس آمار حدود ۶۲/۵ درصد مشترکان از کولر آبی به‌عنوان وسیله سرمایشی خود استفاده می‌کنند.^[۲۴] همچنین بنابه گزارش سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق در سال ۱۳۹۰ بیش از ۱۳ میلیون کولر آبی در کشور وجود داشته و میزان تولید سالانه کولرهای آبی نیز در حدود ۸۰۰ الی ۹۰۰ هزار عدد در سال است.^[۲۵] بدین ترتیب می‌توان گفت که در حال حاضر حدود ۱۶ میلیون کولر آبی در کشور توسط مشترکان خانگی استفاده می‌شود.^۱

کولرهای آبی در مقیاس و ابعاد مختلفی تولید می‌شوند و توان مصرفی متوسط آنها بین ۳۷۰ تا ۹۰۰ وات است. برخی کولرهای آبی بسیار بزرگ با توان ۱۵۰۰ وات نیز وجود دارد که بیشتر در سرمایش سالن‌های تولیدی استفاده می‌شوند. به‌طور کلی می‌توان گفت که متوسط توان مصرفی کولرهای آبی در حدود ۵۰۰ وات است.^[۲۶]

متأسفانه پس از گذشت ۵۰ سال از تولید کولرهای آبی، این کالای مهم همچنان در رده انرژی پایین قرار داشته به طوری که حتی غالب کولرهای جدید در رده انرژی F^۲ بوده و حجم تولیدات کولرهای آبی کم مصرف با رده انرژی A و B بسیار ناچیز است. جدول ۱۵ چند نمونه از کولرهای آبی کم مصرف و مقایسه آن با محصولات موجود پرمصرف در بازار را نشان می‌دهد.

۱. گفتنی است تعدادی از کولرهای آبی سالانه از رده خارج و اسقاط می‌شوند که تخمین دقیقی از تعداد آنها در دسترس نیست.



جدول ۱۵. مشخصات کولرهای با بازده بالا و موجود در بازار

نام شرکت	نام محصول	رده انرژی کولر کم مصرف	توان مصرفی کولر کم مصرف (وات)	رده انرژی کولر پرمصرف	توان مصرفی کولر پرمصرف (وات)	اختلاف توان
آبسال	ACDC40	A	۲۶۰	F	۴۵۰	۱۹۰
	ACDC60	A	۴۰۰	F	۵۵۰	۱۵۰
	ACDC80	A	۵۳۰	F	۸۵۰	۳۲۰
سپهرالکترونیک	SE500-B	B	۵۲۵	F	۷۳۰	۲۰۵
	SE700-B	B	۶۲۵	F	۸۹۰	۲۶۵
سولان سبز	SA35	A	۳۷۰	F	۵۵۰	۱۸۰

با توجه به جدول ۱۵ به طور متوسط می توان گفت که ارتقای کولرهای پرمصرف به کم مصرف فعلی در حدود ۲۰۰ وات کاهش توان به همراه خواهد داشت. از آنجاکه بسیاری از کولرهای موجود در رده انرژی G قرار داشته و فرسوده هم شده اند در نتیجه ارتقای کولرهای موجود در منازل به کولرهای با رده انرژی A بیش از ۲۰۰ وات کاهش توان در پی خواهد داشت.

به هر حال اگر تعداد کولرهای آبی برابر ۱۶ میلیون عدد در کشور برآورد شود و این کولرها با ارتقای رده انرژی، ۲۰۰ وات کاهش مصرف داشته باشند آنگاه حداقل ۳۲۰۰ مگاوات از ظرفیت شبکه کاسته خواهد شد. علاوه بر این از آنجاکه سالانه حدود ۸۰۰ هزار دستگاه کولر آبی به کشور اضافه می شود با کاهش ۲۰۰ واتی توان مصرفی هر کولر از ساخت یک نیروگاه ۱۶۰ مگاواتی در آینده نیز بی نیاز خواهیم شد. گفتنی است مقادیر اعلام شده در خصوص با کاهش اوج بار با استناد به کولرهای کم مصرف موجود در بازار محاسبه شده و به راحتی قابل دسترسی هستند. حتی برخی اخبار حاکی از تولید آزمایشگاهی کولرهایی با مصرف بسیار پایین است که نشان می دهد می توان با توسعه تحقیقات و پژوهش های بهره وری در این حوزه به نتایج بهتری دست یافت.

۲-۷-۳. کولرهای گازی^۱

کولرهای گازی بیشترین سهم از وسایل سرمایشی موجود در منازل را پس از کولرهای آبی به خود اختصاص داده اند. کولرهای گازی بسیار پرمصرف بوده و توان مصرفی آنها بیش از چهار برابر کولرهای آبی است. در سال های اخیر درصد این وسایل سرمایشی در منازل در حال افزایش بوده به طوری که از ۱۶ درصد در سال ۱۳۹۰ به ۱۹/۵ درصد در سال ۱۳۹۴ رسیده است. علاوه بر این در مناطق گرمسیری مانند استان خوزستان، اغلب مشترکان از کولرهای گازی استفاده می کنند زیرا کولرهای آبی در این مناطق پاسخگوی نیاز سرمایشی منازل نیستند. با توجه به توان مصرفی و درصد قابل توجه کولرهای

۱. اعم از اسپلیت یونیت ها و سیستم های یکپارچه.

گازی، این وسیله سرمایشی از اهمیت ویژه‌ای در تعیین توان مصرفی اوج بار تابستان و اختلاف اوج بار تابستان و زمستان دارد.

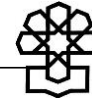
به‌رغم اینکه برخی از کولرهای گازی تولید شده در چند سال اخیر دارای رده انرژی بالایی هستند اما همچنان این کولرها برای سرمایش منازل توان بالایی را مصرف می‌کنند. برای هر متر مربع متراتژ خانه در حدود ۲۰۰ الی ۳۰۰ بی‌تی‌یو بر ساعت انرژی لازم است تا این منزل توسط کولر گازی خنک شود. بدین ترتیب برای اتاق‌هایی با مساحت ۶۰ الی ۹۰ مترمربع، یک کولر گازی با ظرفیت ۱۸۰۰۰ بی‌تی‌یو بر ساعت مناسب خواهد بود.^[۲۷] اگر بازده یک کولر گازی در رده A فرض شود آن‌گاه با توجه به فرمول بازده انرژی، توان مصرفی این کولر ۱۶۵۰ وات خواهد بود. این توان مصرفی در حالی است که اگر برای سرمایش همین منزل از یک کولر آبی با رده انرژی F استفاده شود آنگاه توان مصرفی کولر آبی مورد نیاز برای سرمایش کمتر از ۲۵۰ وات است. در نتیجه اختلاف توان مصرفی یک کولر گازی با کولر آبی بسیار قابل توجه است.

آمار واردات رسمی گمرک نشان می‌دهد که کل واردات کولرهای گازی طی سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۳ در حدود ۱۱۰ میلیون دلار بوده و با یک جهش در سال ۱۳۹۴ به ۲۲۴ میلیون دلار رسیده است. همچنین حجم واردات کولر گازی در سال ۱۳۹۵ در حدود ۲۴۸ میلیون دلار بوده که نسبت به سال ۱۳۹۴ افزایش هم یافته است. اگر متوسط قیمت کولرهای آبی وارد شده از مبادی رسمی هزار دلار فرض شود آنگاه می‌توان گفت که در سال ۱۳۹۵ بیش از ۲۵۰ هزار عدد کولر آبی از میادین رسمی وارد کشور شده است.

علاوه بر مبادی رسمی، بسیاری از کولرهای گازی وارد شده به کشور از طریق قاچاق بوده و توان مصرفی آنها نیز بیشتر از کولرهای معمولی است. اخیراً سید ابوالقاسم شانه‌ساز دبیر انجمن لوازم خانگی کوچک اعلام کرد که ارزش قاچاق کولر گازی در هشت ماه اول سال ۱۳۹۶ معادل ۱۶۰ میلیون دلار و در سال ۱۳۹۵ معادل ۳۰۰ میلیون دلار و معادل کل صادرات لوازم خانگی کشور بوده است.^[۲۸] بررسی‌ها نشان می‌دهد این کولرها در کشور در حدود یک میلیون و پانصد هزار الی دو میلیون تومان به فروش رفته است. در نتیجه با در نظر گرفتن قیمت ارز آزاد به مقدار ۳۷۰۰ تومان در سال ۱۳۹۵، حجم تعداد دستگاه‌های کولر گازی که در سال ۱۳۹۵ به کشور قاچاق شده در حدود ۶۰۰ هزار عدد برآورد می‌شود که بسیار هم پرمصرف هستند.^[۲۹] بنابراین بایستی اقدامات لازم را به منظور جلوگیری از ورود کولرهای گازی فاقد استانداردهای لازم به کشور اتخاذ کرد.

به‌طور کلی می‌توان استفاده از کولرهای گازی را برحسب اقلیم تفکیک کرد: مناطق عادی، منطقه گرمسیری ۴ و همچنین مناطق گرمسیری ۱ تا ۳.

مناطق عادی و منطقه گرمسیری ۴ شامل بسیاری از استان‌های کشور مانند تهران است که استفاده از کولرهای آبی در این مناطق به‌منظور سرمایش منازل کفایت می‌کند. بنابراین استفاده از کولرهای



گازی در مناطق عادی ضرورتی نداشته و تنها به منظور رفاه بیشتر است. این رفاه‌طلبی مانعی ندارد اما به علت اختلاف توان مصرفی کولرهای گازی و آبی باعث تحمیل هزینه اضافی بر دولت برای ساخت نیروگاه و تأمین برق این مشترکان در زمان اوج بار می‌شود. بنابراین مشترکانی که خواهان رفاه بیشتر هستند باید هزینه‌های مرتبط با تولید برق در زمان اوج بار را نیز بپردازند.

اگر ملاک را یک خانه ۷۵ متری در نظر بگیریم آنگاه اختلاف توان مصرفی یک کولر آبی (با رده انرژی F) و کولر گازی (با رده انرژی A) برای سرمایش این منزل در حدود ۱۴۰۰ وات است. با یک تخمین اولیه می‌توان تعداد مشترکان دارای کولر گازی مناطق عادی در سال ۱۳۹۶ را حدود یک میلیون خانوار فرض کرد. در نتیجه می‌توان گفت این تعداد مشترک حدود ۱۴۰۰ مگاوات به ظرفیت شبکه تحمیل نموده‌اند. با توجه به هزینه نیم میلیون دلاری ساخت هر مگاوات نیروگاه بدون توسعه شبکه، این ظرفیت تحمیلی معادل ۲۸۰۰ میلیارد تومان است.

به نظر می‌رسد بهترین شیوه برای کنترل روند افزایشی استفاده از کولرهای گازی در مناطق عادی، اصلاح ساختار تعرفه‌ها در زمان اوج بار باشد. اگر میزان الگوی مصرف ماهانه در زمان اوج بار برابر متوسط غالب مردم (مثلاً از مشترکان ۷۵ درصد) در نظر گرفته شود آنگاه می‌توان قیمت برق مشترکان خارج از الگو را به‌طور کامل از ایشان دریافت کرد.

همان‌طور که گفته شد مناطق گرمسیری نیز به چهار اقلیم تقسیم می‌شوند که استفاده از کولر گازی در همه آنها ضرورت ندارد و تنها باید در مناطق گرمسیری ۱ تا ۳ از کولر گازی استفاده کرد. عمده مشترکان مناطق گرمسیری که باید از کولر گازی استفاده کنند شامل سه استان جنوبی کشور (خوزستان، هرمزگان و سیستان و بلوچستان) است.

درخصوص مناطق گرمسیری هم هرچند استفاده از کولرهای گازی ضرورت دارد، اما می‌توان با در نظر گرفتن یک الگوی مصرف که شامل غالب مردم بشود مردم را به استفاده بیشتر از کولرهای گازی کم‌مصرف و بهینه تشویق کرد.

همچنین در مناطق گرمسیری علاوه بر اصلاح نظام تعرفه‌گذاری، باید نسبت به جایگزینی کولرهای قدیمی با کولرهای گازی نو با رده انرژی بالا اقدام کرد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که اختلاف توان مصرفی برخی از کولرهای گازی قدیمی با برخی کولرهای جدید بیش از ۱۵۰۰ وات است. به همین دلیل جایگزینی هر کولرگازی جدید دارای رده انرژی بالا با این کولرهای قدیمی منجر به کاهش تقاضای مصرفی ۱۵۰۰ واتی برای هر مصرف‌کننده خواهد شد. با این وجود در یک حالت متوسط، جایگزینی هر یک کولر گازی کم‌مصرف با پرمصرف منجر به کاهش ۷۵۰ واتی اوج بار می‌شود. اگر فرض شود نصف مشترکان خانگی مناطق گرمسیری از کولر گازی پرمصرف استفاده می‌کنند آنگاه با جایگزینی دو میلیون

میلیون^۱ کولر گازی قدیمی با کولر کم‌مصرف نو، حدود ۱۵۰۰ مگاوات از تقاضای مصرفی در زمان اوج بار کاهش خواهد یافت.

اگر هزینه ساخت نیروگاه برابر ۲ میلیارد تومان بر هر مگاوات و هزینه یک کولر جدید برابر ۳ میلیون تومان فرض شود آنگاه هزینه جایگزینی یک کولر جدید در برابر هزینه ساخت نیروگاه قابل توجه است. به همین دلیل بهتر است مسئولان وزارت نیرو در مناطق گرمسیری به جای ساخت نیروگاه به جایگزینی کولرهای گازی پرداخته و بخشی از هزینه جایگزینی را تأمین کنند. به طور کلی با توجه به اینکه وضعیت استان‌های گرمسیر کشور از نظر مصرف برق و اوج بار بحرانی بوده و تلفات غیرفنی نیز در این استان‌ها بیشتر است، این استان‌ها در طرح جایگزینی تجهیزات کم‌مصرف باید در اولویت قرار گیرند. برای برآورد منفعت حاصل از اجرای طرح‌های جایگزینی کولر آبی و گازی، هزینه و فایده حاصل از جایگزینی این وسائل سرمایشی در جدول ۱۶ آورده شده است. در این جدول برای برآورد ارزش کاهش بیک، تنها هزینه ساخت نیروگاه و به طور میانگین دو میلیارد تومان بر هر مگاوات در نظر گرفته شده است.

جدول ۱۶. برآورد هزینه و فایده جایگزینی کولرهای آبی و گازی کم‌مصرف با پرمصرف

وسيله الكتريكي	تعداد دستگاه	کاهش اوج بار	هزینه جایگزینی	ارزش کاهش اوج بار
کولر آبی	۱۶ میلیون	۳۲۰۰ مگاوات	۱۱۲۰۰ میلیارد تومان	۶۴۰۰ میلیارد تومان
کولر گازی	۲ میلیون	۱۵۰۰ مگاوات	۶۰۰۰ میلیارد تومان	۳۰۰۰ میلیارد تومان

با توجه به نتایج جدول فوق، اهمیت وسایل سرمایشی بر کاهش اوج بار کاملاً مشهود است. به همین دلیل ضروری است برای کاهش اوج بار در کشور، وسایل سرمایشی کم‌مصرف مورد توجه قرار گرفته و با استفاده از منابع حاصل از ارزش کاهش اوج بار، جایگزین وسایل پرمصرف شوند. لازم به ذکر است که همان‌طور که قبلاً هم اشاره شد، جایگزینی کولرهای گازی باید با اولویت شهرهای جنوبی و سپس شمالی کشور انجام شده و در مناطق عادی هم باید کولرهای آبی جایگزین شوند. برای نیل به این هدف، راهکارهای زیر پیشنهاد می‌شود:

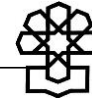
۳-۷-۳. ارائه راهکارها

با توجه به مطالب فوق راهکارهای زیر برای توسعه کولرهای آبی و گازی کم‌مصرف پیشنهاد می‌شود.

❖ اصلاح برچسب انرژی کولرهای آبی

متأسفانه برچسب انرژی کولرهای آبی فاقد اطلاعات مناسب برای مصرف‌کننده است تا بتوان یک کولر آبی مناسب برای سرمایش منزل انتخاب کرد. آنچه که در درجه اول برای سرمایش هر خانه‌ای لازم

۱. گفتنی است که تعداد مشترکان خانگی مناطق گرمسیری در ۱۰ سال پیش، بیش از دو میلیون خانوار بوده است.



است، میزان توان سرمایشی هر وسیله سرمایشی مانند کولر آبی است. این موضوع در کولرهای گازی رعایت شده و کولرهای گازی برحسب میزان ظرفیت سرمایشی دسته‌بندی می‌شوند. اما مشخص نیست به چه دلیلی تاکنون این موضوع در کولرهای آبی مورد غفلت قرار گرفته است. در حال حاضر روی برچسب انرژی کولرهای آبی میزان هوادهی آن درج می‌شود که ممکن است حتی باعث انتخاب نادرست یک کولر آبی برای منازل شود. به همین دلیل لازم است تا ظرفیت هوادهی کولرهای آبی حذف و میزان ظرفیت سرمایشی آن روی برچسب انرژی درج شود. به غیر از ظرفیت سرمایشی، میزان توان مصرفی و بازده کولر نیز باید مشخص باشد. علاوه بر این موارد، پیشنهاد می‌شود مترائ منزل سازگار با هر کولر آبی نیز به تفکیک هر اقلیم روی برچسب درج شود. با وجود یک برچسب انرژی حاوی اطلاعات صحیح آنگاه مشترک می‌تواند با در نظر گرفتن همه جوانب، یک کولر آبی مناسب را انتخاب کند. به همین دلایل باید در درجه اول برچسب‌های انرژی کولرهای آبی اصلاح شوند.

❖ برگزاری مسابقه بین تولیدکنندگان کولرهای آبی

یکی از بهترین شیوه‌های تشویق تولیدکنندگان به حرکت به سمت تولید کولرهای آبی برگزاری مسابقه است. برای این منظور می‌توان از کولرهای ساخته شده که بالاترین بازدهی برودتی را دارند، در قالب‌های مختلف حمایت کرد. با تعیین سقف ثابت برای حمایت‌ها (مثلاً ۴۰۰ هزار تومان به ازای تولید، فروش و نصب هر کولر) تولیدکنندگان تلاش خواهند کرد علاوه بر بازدهی، کاهش قیمت تولید را هم مدنظر داشته باشند. اقدام مشابهی هم‌اکنون با همکاری پژوهشکده شهید رضایی دانشگاه شریف و پژوهشگاه نیرو در حال اجراست که باید به صورت جدی پیگیری شود.

برگزاری مسابقه به جای روش‌های متداول حمایت مستقیم از تولیدکنندگان چند مزیت عمده دارد:

۱. هزینه‌های آن به مراتب کمتر است. چرا که در این صورت به جای حمایت از همه تولیدکنندگان، تنها لازم است از چند برنده مسابقه حمایت شود.
۲. در مسابقه، ممکن است ایده‌های بسیار خلاقانه و نوآورانه‌ای مطرح شود که بازده کولرهای تولیدی حتی به بیش از آنچه قبلاً تصور می‌شد ارتقا یابد. در واقع با اجرای مسابقه، دست تولیدکنندگان برای ابتکار و خلاقیت باز است ولی در غیر این صورت باید حد مشخصی از بازدهی را به عنوان بازده بهینه معرفی کرد و آن را ملاک حمایت‌های بعدی قرار داد.
۳. در روش‌های معمول که هم‌اکنون در کشور مطرح‌اند، بر استفاده از موتورهای BLDC به جای موتورهای پربازده فعلی تأکید شده است. این در حالی است که راه‌های افزایش بازده کولر آبی بسیار متنوع‌تر از این است. هم‌اکنون مخترعان کشور توانسته‌اند با هزینه بسیار پایین حتی بدون استفاده از یک موتور مرسوم، کولر آبی با مصرف برق بسیار پایین بسازند.
۴. با برگزاری مسابقه، تولید کولر کم‌مصرف به عنوان یک ارزش در جامعه صنعتی کشور معرفی

می‌شود که خود زمینه‌ساز ارتقاء فرهنگ تولیدکنندگان و حرکت به سمت تولید این محصولات در آینده خواهد بود. در واقع، اثر رسانه‌ای مسابقه بسیار زیادتر از حمایت‌های تسهیلاتی است.

۵. در حمایت‌های تسهیلاتی، گیرندگان تسهیلات همواره از دولت متوقع‌اند و حمایت‌ها را کمتر از نیاز می‌دانند. اما با برگزاری مسابقه و تعیین عادلانه برندگان، این موضوع رفع می‌شود.

۶. در برگزاری مسابقه میان تولیدکنندگان، از آنجاکه برندگان براساس کار و کوشش خود با یکدیگر مقایسه می‌شوند چیزی به نام شانس در برنده شدن آنها دخالت ندارد و لذا تبعات منفی «بخت و اقبال‌گرایی» به وجود نمی‌آید.

❖ برگزاری مسابقه بین خریداران کولرهای آبی کم‌مصرف

می‌توان در کنار مسابقه میان تولیدکننده‌ها، بین خریداران کولرهای کم‌مصرف هم مسابقه برگزار کرد. بر این اساس، مشابه آنچه هم‌اکنون توسط برخی تولیدکنندگان لوازم خانگی پیاده می‌شود، می‌توان پس از نصب هر کولر آبی کم‌مصرف که به تأیید سازمان مربوط رسیده است (مثلاً ساتبا)، خریدار را به فهرست شرکت‌کنندگان افزود. در انتهای هر روز یا هر هفته می‌توان میان خریداران قرعه‌کشی برگزار کرد و جوایزی به آنها پرداخت. ذکر این نکته ضروری است که در سال ۱۳۹۶، این شیوه توسط برخی تولیدکنندگان لوازم خانگی در کشور اجرا شده و هر شب میان خریداران محصولات قرعه‌کشی برگزار می‌شد. این شیوه نسبت به روش قبل چند مزیت دارد:

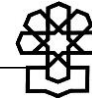
۱. تقاضای تولید کولرهای کم‌مصرف از سمت مصرف‌کننده نهایی افزایش می‌یابد که به پایداری نظام تولید و مصرف این محصول کمک شایانی می‌کند.
۲. علاوه بر اینکه تولیدکنندگان به سمت تولید کولرهای کم‌مصرف حرکت می‌کنند، مردم نیز در فرایند کار درگیر شده و فرهنگ‌سازی به صورت عمیق‌تری در جامعه انجام می‌گیرد.
۳. عده‌ای از مردم برای اینکه بتوانند در زمره شرکت‌کنندگان در قرعه‌کشی باشند، کولرهای پرمصرف فعلی خود را با کولرهای کم‌مصرف جایگزین خواهند کرد که این مهم می‌تواند به بهبود پیک مصرف برق کمک شایانی کند.

اما مشکل این طرح این است که برندگان تنها بر مبنای شانس انتخاب می‌شوند. برای کاهش تبعات منفی مذکور می‌توان از میزان هر جایزه کاست و بر تعداد گیرندگان جوایز افزود.

ذکر این نکته ضروری است که برای اجرای درست و مؤثر همه راهکارهای توسعه کولرهای کم‌مصرف، لازم است استانداردهای مربوطه به روز و کارآمد شوند و آزمون، اندازه‌گیری و صحت‌گذاری به خوبی توسط نهادهای مرتبط به صورت منظم انجام گیرد.

❖ اصلاح نظام تعرفه‌گذاری

در قسمت قبل به طور مفصل به این موضوع پرداخته شد. با اصلاح نظام تعرفه‌گذاری و کاهش تدریجی



الگوی مصرف، کولرهای آبی کم‌مصرف سهم بیشتری از بازار را به خود اختصاص خواهند داد. همچنین اصلاح نظام تعرفه‌گذاری اوج بار به‌خصوص در مناطق عادی باعث کنترل روند استفاده از کولرهای گازی در این مناطق می‌شود. علاوه بر این اصلاح نظام تعرفه‌گذاری در کل کشور منجر به کاهش حجم قاچاق کولرهای گازی پرمصرف به کشور و تشویق مشترکان به استفاده از کولرهای گازی رده انرژی بالاتر خواهد شد.

❖ اعطای تسهیلات کم‌بهره به تولیدکنندگان تجهیزات کم‌مصرف

می‌توان از محل کاهش هزینه‌های مجموعه وزارت نیرو در اثر کاهش اوج بار، به تولیدکنندگان کولرهای آبی و گازی کم‌مصرف، وام با بهره کم اعطا کرد. همچنین باید به این نکته توجه داشت که وام به شرط فروش باشد. این امر موجب تشویق به تولید کولرهای آبی کم‌مصرف و کاهش هزینه خود خواهد شد.

❖ ممنوعیت تولید و توزیع کولرهای پرمصرف

همزمان با طرح اعطای تسهیلات می‌توان در یک روند تدریجی، تولید و توزیع کولرهای کم‌مصرف را ممنوع کرد. ذکر این نکته ضروری است که شیوه صحیح تسهیلات به تولیدکنندگان، ظرافت‌ها و پیچیدگی‌های زیادی دارد و باید به دقت طراحی شود.

❖ حمایت‌های رسانه‌ای

یکی از انواع حمایت‌هایی که می‌تواند از تولیدکنندگان کولرهای آبی کم‌مصرف صورت گیرد، اعطای یارانه تبلیغات است. وزارت نیرو می‌تواند از محل کاهش هزینه‌های تولید برق در پیک، بخش اعظم هزینه‌های تبلیغات تجهیزات کم‌مصرف را بپردازد. علاوه بر این می‌توان از سال‌های آتی تبلیغ کولرهای پرمصرف را ممنوع کرد.

❖ راه‌اندازی سامانه اسقاط کولرهای قدیمی با مشارکت بخش خصوصی

به‌منظور جایگزینی کولرهای قدیمی پرمصرف با کولرهای کم‌مصرف لازم است که یک سامانه اسقاط راه‌اندازی شده و در ازای تحویل کولر قدیمی و خرید کولر جدید کم‌مصرف، به مشترکان تخفیف داده شود. این امر یک بار روانی مثبت داشته و وقتی یک کولر قدیمی به یک وجه مشخص و (حتی ناچیز) از مشترکان خریداری شود باعث ترغیب آنها به تعویض کولر قدیمی خواهد شد. همچنین با این شیوه مطمئن خواهیم شد که کولرهای پرمصرف از چرخه مصرف برق در کشور حذف می‌شوند. می‌توان با استفاده از ظرفیت‌های ماده (۱۲) قانون رفع موانع تولیدپذیر، اسقاط کولرهای قدیمی را به بخش خصوصی سپرد و از محل کاهش مصرف برق در اوج بار، منفعت بخش خصوصی را تأمین کرد.

❖ جایگزینی وسائل سرمایه‌ی پرمصرف با کم‌مصرف برای خانوارهای بی‌بضاعت

در بودجه سال ۱۳۹۷ برای خانوارهای تحت پوشش کمیته امداد، بهزیستی و مددجویان حدود ۷۰۰۰ میلیارد تومان یارانه در نظر گرفته شده است. این رقم در سال ۱۳۹۶ حدود ۴۰۰۰ میلیارد تومان بوده

است و می‌توان مقداری از این مبلغ را صرف خرید و جایگزینی کولرهای آبی و گازی مشترکان بی‌بضاعت کرد. در صورت ترکیب این منابع با مشوق‌هایی که وزارت نیرو می‌تواند تأمین کند، می‌توان توسعه تجهیزات کم‌مصرف را تسریع نمود. تعویض کولرهای آبی و گازی برای مشترکان بی‌بضاعت موجب کاهش هزینه قبض برق آنها شده و رضایت ایشان را نیز در پی خواهد داشت. با توجه به وضعیت نامساعد شبکه برق در استان‌های گرمسیری و همچنین بالا بودن تلفات غیرفنی در این استان‌ها، اولویت اجرای این طرح در استان‌های جنوبی کشور است.

❖ خرید عمده دولتی

دولت می‌تواند بخش‌های تحت نظر خود از جمله ادارات را ملزم به خرید کولرهای آبی و گازی (در مناطق گرمسیری) کم‌مصرف کند. همچنین در خریدهای عمده مانند مسکن مهر که دولت بر احداث آن نظارت دارد، می‌توان پیمانکاران را به خرید محصولات کم‌مصرف ملزم کرد. هرچند روش‌های دستوری اغلب تأثیر کمی دارند اما در صورت اصلاح قیمت برق، این روش نیز مؤثرتر خواهد بود.

فصل چهارم - راهبردهای بلندمدت در کنترل اوج بار

۴-۱. توسعه تجارت برق با کشورهای همسایه

بررسی‌ها نشان می‌دهد که سهم تجارت برق با کشورهای همسایه در برابر حجم برق تولیدی و مصرفی کشور بسیار ناچیز است. در سال ۱۳۹۶ کل صادرات برق برابر ۸۰۵۳ میلیون کیلووات ساعت بوده که برابر ۲/۶ درصد از حجم کل تولید ناویژه نیروگاهی کشور است. همچنین در بحرانی‌ترین ساعت سال ۱۳۹۶ حدود ۶۰۷ مگاوات برق وارد کشور شده که برابر ۱/۱ درصد تقاضای کل مصرفی در لحظه اوج بار بوده و در نتیجه در برابر حجم تقاضا بسیار ناچیز است. به همین دلیل با توسعه صادرات در هشت ماه از سال و همچنین واردات برق در چهار ماه فصل گرم می‌توان بسیاری از مشکلات اقتصادی برق کشور را برطرف کرد.

۴-۲. توسعه مصارف برق در بخش‌های صنعت و حمل‌ونقل

از آنجایی که بخش‌های صنعت و حمل‌ونقل در همه ایام سال مورد استفاده قرار می‌گیرند در نتیجه توسعه این بخش‌ها منجر به افزایش ضریب بار شده و قطعاً اقتصاد برق را بهبود خواهد بخشید. کشورهای پیشرو نسبت به توسعه بخش صنعت اهتمام خاصی ورزیده‌اند. بررسی آمار فروش برق برخی کشورهای صنعتی نشان می‌دهد که علاوه بر اینکه در این کشورها قیمت برق صنعتی ارزان‌تر از برق بخش خانگی است، مصرف برق صنایع در این کشورها نیز چندین برابر مصرف برق بخش خانگی می‌باشد.^[۳۰] در شکل ۱۷ مقایسه بین نسبت قیمت برق صنعتی به خانگی کشورهای پیشرو و ایران آورده شده است.

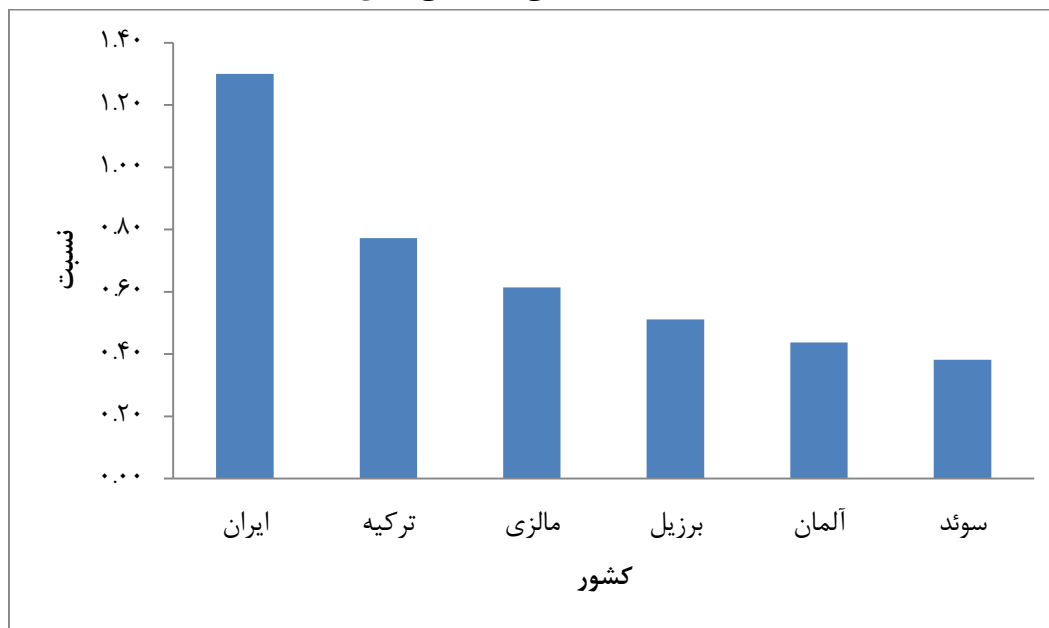


همچنین نسبت برق فروش رفته در بخش صنعت به خانگی همین کشورها با ایران در شکل ۱۷ نشان داده شده است. بالا بودن سهم مصرف برق بخش صنعت نسبت به بخش خانگی برای کشورهای پیشرو در شکل ۱۸ کاملاً مشهود است.

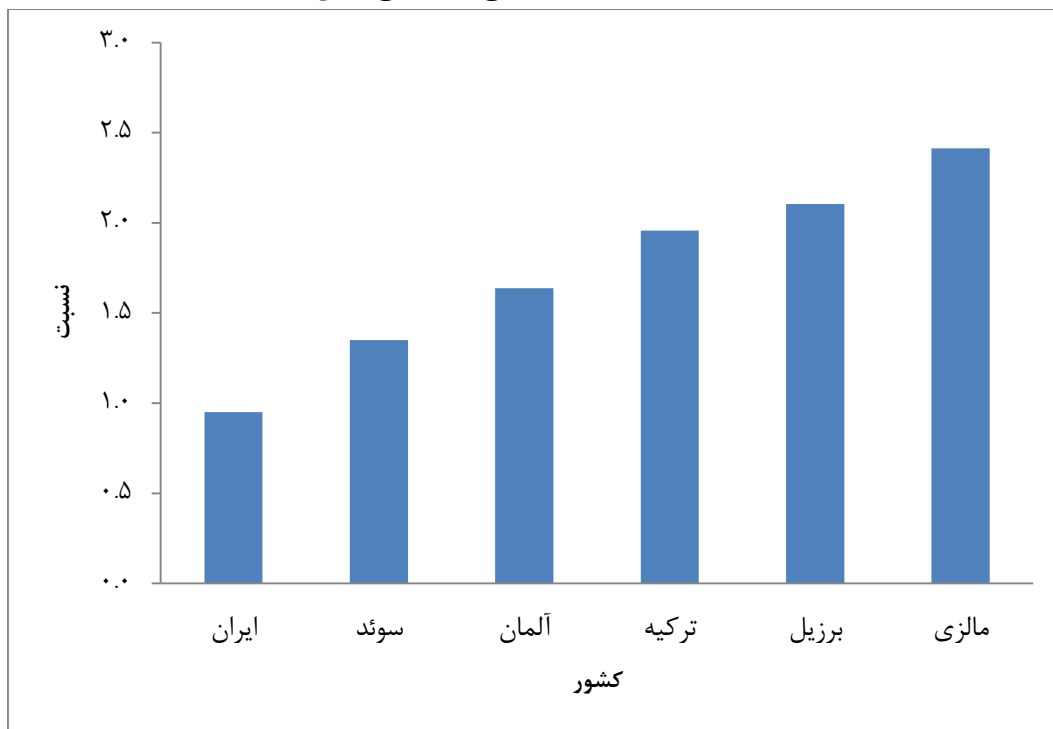
با توجه به شکل‌های ۱۷ و ۱۸ به نظر می‌رسد که یکی از دلایل افزایش سهم برق مصرفی بخش صنعت کشورهای پیشرو، ارزان تر بودن قیمت برق بخش صنعتی نسبت به بخش خانگی در این کشورها است. مطلبی که کاملاً عکس آن در کشور اجرا می‌شود.

علاوه بر این، مطالعه برخی کشورهای صنعتی با ضریب بار بالا نیز نشان می‌دهد که در این کشورها مصرف برق بخش صنعتی چندین برابر بخش خانگی است.^{[۴] و [۳۱] و [۳۲]} ضریب بار و نسبت مصرف برق بخش صنعتی نسبت به خانگی برخی کشورهای پیشرو در شکل ۱۷ آورده شده است.

شکل ۱۷. مقایسه قیمت برق صنعتی به خانگی ایران با چند کشور دنیا



شکل ۱۸. مقایسه نسبت مصرف برق صنعتی به خانگی ایران با چند کشور دنیا



جدول ۱۷. نقش بخش صنعت بر ضریب بار چند کشور صنعتی (درصد)

کشور	ضریب بار	نسبت مصرف بخش صنعت به خانگی
آلمان	۸۳	۱/۶
سنگاپور	۸۰	۲/۸
کره جنوبی	۷۵	۴/۱
مالزی	۷۳	۲/۴

از آنجایی که بخش صنعت هر کشوری مصرف تقریباً یکنواخت در طول سال دارد در نتیجه قطعاً یکی از مهمترین دلایل بالا بودن ضریب بار در این کشورها، بالا بودن مصرف بخش صنعت نسبت به بخش خانگی است.

از آنچه گفته شد مشخص می‌شود میان مصرف برق در بخش صنعت و حمل و نقل ازسویی و افزایش ضریب بار شبکه ازسوی دیگر، رابطه مستقیم وجود دارد و به همین دلیل باید نسبت به توسعه این بخش‌ها اقدام کرد.

۳-۴. کاهش تلفات شبکه

کاهش تلفات شبکه بر دو قسم است. تلفات فنی و غیرفنی. کاهش تلفات فنی منجر به افزایش توان قابل تأمین در کل سال و ایام بحرانی خواهد شد و علاوه بر حل تقاضای مصرفی در زمان اوج بار، قیمت برق



را نیز در درازمدت کاهش خواهد داد. کاهش تلفات غیرفنی نیز می‌تواند از سویی بر درآمدهای شرکت‌های تولید برق بیفزاید و از سوی دیگر امکان مدیریت مصرف را فراهم کند.

۴-۴. استفاده از فناوری‌های ذخیره‌ساز برق

فناوری‌های ذخیره‌ساز برق اقسام مختلفی داشته که در حال حاضر تنها از یک نوع آن یعنی تلمبه‌های ذخیره‌ای آب آن هم فقط در سد سیاه‌پیشه (۱۰۰۰ مگاوات) استفاده می‌شود. همچنین یک نیروگاه ۱۰۰۰ مگاواتی برای استان ایلام هم در دست بررسی است. به نظر می‌رسد در شرایط فعلی کشور که اختلاف میزان تقاضای مصرف تابستان و زمستان به بیش از ۲۰۰۰۰ مگاوات رسیده است باید احداث این نوع از نیروگاه‌ها بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

علاوه بر این به غیر از ذخیره‌سازی‌های بزرگ می‌توان از ذخیره‌سازهای کوچک‌تر مانند هوای فشرده و باتری نیز برای صنایع کوچک، ادارات دولتی، دانشگاه‌ها و غیره استفاده کرد. به نظر می‌رسد که جایگاه اقتصادی و فنی انواع فناوری‌های ذخیره‌ساز باید بیش از گذشته مورد بررسی و تحقیق قرار گرفته و در صورت صرفه اقتصادی از آنها استفاده شود. در همین راستا برخی شرکت‌های داخلی از تولید موفق باتری‌هایی در محدوده ۱ تا ۳ کیلووات ساعت خبر داده‌اند و امیدوار هستند بتوانند آن را تجاری‌سازی کنند.

۴-۵. اصلاح ساختار مدیریت و تصدی‌گری در بخش انرژی

یکی از مهمترین علل بروز بحران برق در ایران وجود اشکالات اساسی در ساختار مدیریت و تصدی‌گری در صنعت برق است. به طور خلاصه بالا بودن سهم دولت در تصدی‌گری و قیمتگذاری در عرصه برق و همچنین خصوصی‌سازی‌های غیراصولی، سبب شده نوعی انحصار در این عرصه وجود داشته باشد. در نتیجه قیمت‌ها از ابتدا تا انتهای زنجیره تولید تا مصرف برق غیر واقعی هستند و رقابت نیز بی‌معناست. توضیح اینکه دولتی بودن تولید و عرضه برق در طول دهه‌های متمادی سبب شده از سویی اصلاح قیمت‌ها با مشکلات اجتماعی و سیاسی روبرو باشد و از سوی دیگر به علت نبود رقابت منطقی، هزینه‌های تولید دائماً افزایش پیدا کند. بنابراین نه ارزش واقعی تولید برق متناسب با ایام مختلف سال از مشتریان اخذ می‌شود و نه عرضه‌کنندگان متعدد وجود دارند که در یک فضای رقابتی سالم بتوانند با ارتقاء بهره‌وری، هزینه‌ها را برای مشتریان کاهش دهند. در نتیجه به تدریج سیستم عرضه و تقاضای انرژی از تعادل اقتصادی خارج شده و بحران برق تشدید شده است.

در راستای حل این معضل حرکت به سمت خصوصی‌سازی اصولی ضروری است. خصوصی‌سازی درست می‌تواند از سویی اصلاح قیمت برق را تسهیل کند و از سوی دیگر فضا را برای رقابت میان بازیگران فراهم کرده و منجر به کاهش هزینه نهایی برای مشتری شود.

به‌علاوه لازم است مدیریت بخش انرژی به‌صورت واحد و در قالب وزارت انرژی پیگیری شود. زیرا در سال‌های گذشته وجود اختلاف میان وزارت نفت و نیرو سبب شده مسائلی مانند توسعه صادرات برق، استفاده از گازهای مشعل برای تولید برق، تأمین گاز نیروگاه‌های تولید پراکنده و... با مشکل مواجه شوند و توسعه صنعت برق کند شود.

۴-۶. احیای اقتصاد برق با هدف توسعه سرمایه‌گذاری در تولید برق

یکی از معضلات بخش برق در کشور، عدم تعادل اقتصادی میان هزینه‌ها و درآمدهاست. این موضوع به‌ویژه از ابتدای دهه ۹۰ سبب کاهش سرمایه‌گذاری در بخش تولید برق شده است. همان‌طور که اشاره شد لازم است از یک طرف هزینه‌های تولید و فروش برق کاهش پیدا کند و از طرف دیگر امکان اصلاح مؤثر قیمت برق فراهم شود. اما اصلاح قیمت انرژی در کشور ما همواره با چالش‌های اجتماعی و سیاسی همراه بوده است. در راستای کاهش تبعات اجتماعی می‌توان قیمت فروش برق را صرفاً برای مشتریان پرمصرف - که اغلب از دهک‌های بالای جامعه هستند - افزایش داد و برای مشترکانی که در محدوده الگوی مصرف هستند و اکثریت جامعه را تشکیل می‌دهند قیمت را ثابت نگه داشت یا تنها اندکی افزایش داد. با این رویکرد از سویی فضا برای اصلاح گسترده‌تر در قیمت برق فراهم می‌شود و از سوی دیگر نارضایتی‌های عمومی کاهش یافته و مردم همراهی بیشتری خواهند داشت.

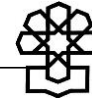
فصل پنجم - جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این پژوهش علاوه بر روشن کردن موضوع بحران برق در فصل تابستان، به بررسی تجربیات برخی کشورهای جهان برای مقابله با بحران برق پرداخته شد. همچنین با توجه به مهمترین تجربیات کشورهای پیشرو، راه‌حل‌هایی برای مقابله با کمبود برق در تابستان سال ۱۳۹۷ ارائه شد. با توجه به مطالب قسمت‌های قبل برای مقابله با بحران برق دو مجموعه راهکار ارائه می‌شود.

الف) راهکارهای کوتاه‌مدت و میان‌مدت که شامل موارد زیر است:

❖ اصلاح نظام تعرفه‌گذاری اوج بار

با توجه به آنچه که در فصل چهارم اشاره شد بهترین شیوه این است که نظام فعلی قیمت‌گذاری اوج بار اصلاح و از روش قیمت بحرانی همراه با الگوی مصرف استفاده شود. در شیوه پیشنهادی تنها ۷۵ درصد مشترکان با افزایش قیمت برق مواجه شده و تمامی درآمدهای حاصل نیز به مشترکان کم‌مصرف به‌عنوان پاداش داده می‌شود. این پیشنهاد را می‌توان به‌صورت آزمایشی در برخی شهرها مانند تهران اجرا کرد.



❖ توسعه کنتورهای دیجیتالی و کنتورهای هوشمند برای اجرای تعرفه‌های اوج بار

به‌منظور کارآیی یک نظام تعرفه‌گذاری لازم است تا برخی زیرساخت‌های لازم در کشور اصلاح شود. مهمترین زیرساخت مرتبط با اجرای تعرفه‌های اوج بار، کنتورهای سه‌زمانه و یا کنتورهای هوشمند است. در حال حاضر تنها ۵۰ درصد از کل کنتورهای بخش خانگی سه‌زمانه هستند. لذا با توجه به ضرورت فوری مدیریت مصرف در ساعات اوج بار، لازم است تعویض کنتورهای قدیمی در دستور کار قرار گیرد.

❖ اصلاح قبوض برق

از مهمترین عوامل مؤثر بر مدیریت مصرف، که تأثیرگذاری سایر عوامل نیز به آن وابسته‌اند، اطلاع‌رسانی صحیح به مشترک پیرامون شیوه محاسبه هزینه برق و وضعیت مصرفی خود مشترک است. در حال حاضر این اطلاع‌رسانی از طریق قبوض برق صورت می‌گیرد. اما ایرادات متعدد در شیوه صدور قبوض سبب شده است. مشترکان برق ارتباط مؤثری با این قبوض برقرار نکنند. لذا ضروری است این اشکالات برطرف شود.

❖ استفاده حداکثری از ظرفیت وسایل ارتباطی مانند تلویزیون، پیامک و نرم‌افزارهای

کاربردی در بستر گوشی‌های هوشمند

برای استفاده حداکثری از تلویزیون پیشنهاد شد که مشابه کشور آفریقای جنوبی وضعیت بار شبکه از طریق تلویزیون به‌صورت چندین مرتبه در روز اعلام شود. همچنین در وضعیت نزدیک به خاموشی تمامی برنامه‌ها قطع و در صفحه تلویزیون به مشترکان اعلام شود که در آستانه خاموشی قرار داریم و باید استفاده از وسائل الکتریکی به حداقل برسد. علاوه بر تلویزیون، در وضعیت آستانه خاموشی باید وضعیت شبکه از طریق پیام کوتاه نیز به مشترکان اعلام شود.

❖ اصلاح ساعات کار ادارات و واحدهای تجاری

از آنجایی که سهم بخش‌های دولتی از میزان تقاضای مصرفی در زمان اوج بار قابل توجه است در نتیجه می‌توان با زودتر شروع کردن ساعت کار ادارات (مثلاً ساعت ۷) و خاتمه زودتر از ساعت ۱۴:۳۰ بخش قابل توجهی از تقاضای مصرفی در زمان اوج بار را کاهش داد.

❖ توسعه تجهیزات کم‌مصرف سرمایشی

در این راستا پیشنهادهای زیر ارائه شد:

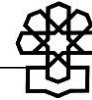
- اصلاح برچسب انرژی کولرهای آبی،
- برگزاری مسابقه بین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان کولرهای آبی،
- اعطای وام کم‌بهره بین تولیدکنندگان،
- حمایت‌های رسانه‌ای از تولیدکنندگان تجهیزات سرمایشی کم‌مصرف،
- راه‌اندازی سامانه اسقاط تجهیزات فرسوده،
- جایگزینی وسائل سرمایشی پرمصرف با کم‌مصرف برای خانوارهای بی‌بضاعت خریدهای عمده دولتی.

ب) راهکارهای بلندمدت

- ❖ توسعه تجارت برق با کشورهای همسایه،
 - ❖ توسعه مصارف برق در بخش‌های مولد (صنعت و حمل و نقل) کشور،
 - ❖ کاهش تلفات شبکه،
 - ❖ استفاده از فناوری‌های ذخیره‌ساز برق،
 - ❖ اصلاح ساختار مدیریت و تصدی‌گری در بخش انرژی،
- احیای اقتصاد برق با هدف توسعه سرمایه‌گذاری در تولید برق.

پی‌نوشت‌ها

- [۱] "روند ده ساله صنعت برق"، وزارت نیرو، ۱۳۹۵.
- [۲] ه. خ. و. ز. جعفری، "نگاهی به خصوصی‌سازی صنعت برق کشور با رویکردی بر تجارب جهانی"، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۱.
- [۳] قریشی، "۳۷ درصد ظرفیت شبکه برق به دلیل «اوج مصرف» بالا بدون استفاده است"، مقاومتی نیوز، ۱۳۹۶.
- [4] "Publication_Singapore_Energy_Statistics.۲۰۱۶",
- [۵] "برنامه زمانبندی تأسیس نیروگاه،" شرکت مادر برق و تخصصی، ۱۳۹۶.
- [۶] "داده‌های هفتگی - فروردین ماه"، وزارت نیرو، ۱۳۹۷.
- [۷] "گردهمایی برای عبور از بحران پیک،" شرکت مدیریت شبکه برق ایران، ۱۳۹۷.
- [۸] "عبور بدون خاموشی از اوج مصرف برق"، اقتصاد آنلاین، تیر ۱۳۹۶.
- [9] "Central American Regional Programmatic Study for the Energy Sector", Energy Sector Management Assistance Programme, 2010.
- [10] <https://www.oeb.ca/rates-and-your-bill/electricity-rates/historical-electricity-rates>.
- [11] www.ieadsm.org/article/tempo-electricity-traiff/
- [12] <https://prix-elec.com/tarifs/reglemente/vert>.
- [13] <https://observatoires.net/tarif-vert>.
- [14] www.edf.fr/entreprises/electricite-gaz/electricite/tarifs-reglementes-d-electricite.
- [15] W. a. Lazar "New England Demand Response Initiative.۲۰۰۲",
- [۱۶] "کشاورزان از برق رایگان برخوردار می‌شوند"، خبرگزاری ایرنا.
- [۱۷] "خاموشی بدون اطلاع قبلی در واحدهای صنعتی متوقف شود"، برق نیوز.
- [۱۸] توانیر، معاونت هماهنگی توزیع.
- [19] C. Eid, "Time-based pricing and electricity demand response: Existing barriers," 2015.
- [20] Ahmad Faruqui, Sanem Sergici, "Household response to dynamic pricing of electricity:," 2010.
- [21] www.greentechmedia.com/articles.



[۲۲] "تعرفه‌های برق"، وزارت نیرو، ۱۳۹۵.

[23] "A Comparison of the Long-Run Marginal Cost," Market Surveillance Administrator, 2012.

[۲۴] "نتایج بررسی بودجه خانوار در مناطق شهری ایران"، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، دایره بررسی بودجه خانوار، ۱۳۹۴.

[۲۵] "تولید کولرهای کم‌مصرف با رده انرژی A در ایران، مصاحبه با سیامک اردلان"، ساتبا، ۱۳۹۰.

[۲۶] "راهکارهای بهینه‌سازی مصرف برق"، وزارت نیرو.

[۲۷] "کولرهای گازی چگونه کار می‌کنند"، ساتبا.

[۲۸] "کولرگازی در صدر قاچاق لوازم خانگی / سهم ۵۰ درصدی تولیدکنندگان ایرانی از بازارهای کشور"، باشگاه خبرنگاران جوان.

[۲۹] "کم‌کاری در اصلاح الگوی مصرف / ایران در شدت مصرف انرژی رتبه اول جهان را دارد"، خبرگزاری تسنیم.

[۳۰] آزاد، "بر خلاف ایران، قیمت برق بخش صنعتی در کشورها ارزان‌تر از بخش خانگی است"، مقاومتی نیوز، ۱۳۹۶.

[31] "The ۶th Basic Plan for Long-term ", Ministry of Knowledge Economy, 2013.

[32] <http://meih.st.gov.my/statistics>.



مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل: ۱۵۹۲۳	شناسنامه گزارش
عنوان گزارش: ارزیابی ابعاد بحران تأمین برق تابستان و راهکارهای مقابله با آن	
نام دفتر: مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه انرژی)	
تهیه و تدوین کنندگان: صابر آزاد، سیدحمیدرضا قریشی، احسان امیدی	
مدیر مطالعه: فریدون اسعدی	
ناظر علمی: حسین افشین	
متقاضی: معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی	
ویراستار تخصصی: _____	
ویراستار ادبی: _____	
واژه‌های کلیدی: _____	
تاریخ انتشار: ۱۳۹۷/۴/۱۱	

