



## بررسی ابعاد امنیت تأمین برق در اوج مصرف برق تابستان ۱۴۰۳ (ویرایش اول)



مرداد ماه ۱۴۰۳

شناسنامه گزارش



عنوان گزارش:

**بررسی ابعاد امنیت تأمین برق در اوج مصرف برق تابستان ۱۴۰۳**  
(ویرایش اول)

مدیریت پژوهش‌های اقتصادی

تهیه‌کنندگان: حسین بیات، فریدون اسعدی

ناظران علمی: محمد قاسمی

تاریخ انتشار: مرداد ماه ۱۴۰۳

طبقه‌بندی موضوعی: اقتصاد ایران

واژه‌های کلیدی: تأمین برق، امنیت انرژی، ناترازی انرژی

نشانی: تهران، خیابان طالقانی، نبش خیابان شهید موسوی (فرصت)، پلاک ۱۷۵

## فهرست

۱. خلاصه مدیریتی ..... ۴
۲. مقدمه ..... ۸
۳. عملکرد تأمین برق در پیک مصرف ..... ۹
۴. بررسی تراز تولید و مصرف برق در پیک مصرف ۱۴۰۳ ..... ۱۶
  - ۴,۱. برآورد حداکثر قدرت قابل تولید همزمان با پیک مصرف ۱۴۰۳ ..... ۱۶
  - ۴,۲. برآورد حداکثر تقاضای برق در سال ۱۴۰۳ ..... ۱۸
  - ۴,۳. برآورد تراز میان حداکثر قدرت قابل تأمین و پیک نیاز تقاضا در سال ۱۴۰۳ ..... ۲۰
۵. ریسک‌ها و چالش‌های امنیت تأمین برق در تابستان ۱۴۰۳ ..... ۲۱
  - ۵,۱. عمر نیروگاه‌ها و بهره‌برداری ..... ۲۲
  - ۵,۲. عمر شبکه برق و پرباری آن ..... ۲۳
۶. جمع‌بندی و پیشنهادها ..... ۲۶

## ۱. خلاصه مدیریتی

کسری برق در تابستان ۱۴۰۳ بر خلاف سال‌های گذشته با تحولات و گذار در قوه مجریه همزمان شده و اهمیت امنیت تأمین آن برای کلیه مشترکین بیش از پیش حائز اهمیت شده است. در تحلیل بلندمدت سیاست‌های اجرائی در حوزه انرژی از جمله برق دو آسیب کلان وجود دارد که تقدم و تأخر آنها بگونه‌ای بوده که با هم رابطه علی دارند؛ اولاً اینکه در تصویب قانون اصلاح ماده (۳) قانون برنامه چهارم توسعه و عدم اجرای کامل آن در سال‌های بعد از آن، بهای انرژی بعنوان ابزاری برای مقبولیت‌های کوتاه‌مدت اجتماعی وارد سپهر سیاسی کشور شد؛ ثانیاً، به دنبال آن کشور با کسری سرمایه‌گذاری در توسعه زیرساخت‌ها روبرو شد و با بلااثر شدن سازوکارهای قیمتی در مدیریت و رشد مصرف، کسری انرژی در کشور رقم خورد و متأسفانه مجدداً با رویکرد حفظ مقبولیت‌های کوتاه‌مدت اجتماعی، مدیریت و اعمال محدودیت مصرف به بخش‌های مولد اقتصادی از جمله بنگاه‌های اقتصادی و کشاورزی و سایر فعالان تحمیل شد. در تحلیل میان‌مدت و بلندمدت پیرامون علل شرایط حاکم بر صنعت برق باید به نحوه عدم ایفای تعهدات دولت به سرمایه‌گذاری‌های بخش خصوصی، ساختار و فرایندهای حقوقی و قراردادی و در نهایت چگونگی گردش مالی در صنعت برق مورد مذاقه قرار گیرد؛<sup>۱</sup> اما در تحلیل کوتاه‌مدت کسری برق باید به نحوه غربال‌گری طرح‌های زیرساختی حائز اهمیت برای پیک مصرف، میزان نزولات جوی و تأمین برق نیروگاه‌های برقی و شرایط آب و هوایی در دوره پیک، توجه شود. پژوهش پیش‌رو ضمن مرور عملکرد میان‌مدت صنعت برق در توسعه زیرساخت‌های برق، متمرکز بر عملکرد تأمین برق در زمان اوج مصرف در تابستان ۱۴۰۳ و ابعاد کسری برق شامل «برآورد شدت کمبود» و «بازه زمانی» است.

بررسی وضعیت تأمین برق در سال‌های اخیر در بردارنده نکاتی به شرح ذیل است:

- در پایان سال ۱۴۰۲ مجموع ظرفیت نامی نیروگاهی کشور به ۹۲/۸ هزار مگاوات رسید که بیش از ۸۵ درصد آن از نیروگاه‌های سوخت فسیلی و مابقی آن از نیروگاه‌های برقی، اتمی و تجدیدپذیر است.<sup>۲</sup> شایان توجه است که حدود ۱/۱ درصد از ظرفیت نامی منصوبه در کشور متعلق به نیروگاه‌های تجدیدپذیر می‌باشد.
- در سال ۱۴۰۲ ظرفیت نامی منصوبه حدود ۲/۲ درصد نسبت به سال ۱۴۰۱ افزایش پیدا کرده است. بطوریکه نیمی از ظرفیت نامی منصوبه در این سال مربوطه به سرمایه‌گذاری صنایع متقاضی خودتأمینی بوده است.
- با وجود افزایش ظرفیت نیروگاهی در سال ۱۴۰۲ فاصله میان نیاز تقاضا و حداکثر قدرت تأمین شده در پیک فزونی

۱ شایان توجه است که وزارت نیرو با همکاری مجلس شورای اسلامی اقداماتی در جهت رفع ناترازی‌های مالی، ساختار گردش نقدینگی در صنعت برق، راه‌اندازی تابلوهای معاملاتی در بورس انرژی شامل تابلو سبز، تابلو برق آزاد انجام داده است. گرچه اقدامات انجام شده در بردارنده اشکالات و انتقاداتی است لکن لازم است با اخذ نظر بخش خصوصی و تقویت پشتوانه حقوقی متقن ظرفیت جذب حداکثری سرمایه‌گذاری و هدایت منابع به این صنعت معمول نمایند.  
<sup>۲</sup> آمار تفصیلی صنعت برق ویژه مدیریت راهبردی، توانیر، ۱۴۰۲.

یافته و میزان کسری برق در زمان پیک سال گذشته به رقم ۱۲/۴ هزار مگاوات رسید.<sup>۳</sup> این میزان از کسری برق در لحظه اوج مصرف برق بوده و در تابستان ۱۴۰۲ بدلیل استمرار بازه زمانی پرباری شبکه و افزایش ریسک بروز حوادث در شبکه، کسری برق به مراتب بیشتری نیز در شبکه سراسری برق ایجاد شده است.<sup>۴</sup>

- مدیریت مصرف و جابجایی بار در سال ۱۴۰۲ بگونه‌ای برنامه‌ریزی و اجرا شد که صنایع بزرگ و با مصارف عمده، شهرک‌های صنعتی و مشترکین کشاورزی سهم عمده در جبران این کسری برق را داشتند. بطوریکه در این سال بالغ بر ۸۱ درصد از جابجایی بار، محدودیت و مدیریت مصرف به واحدهای تولیدی فوق‌الذکر اعمال شد.

برای تابستان پیش‌رو صنعت برق علاوه بر اتکا به ظرفیت‌های تولید برق نیروگاه‌های برقی، برنامه‌ریزی‌هایی برای افزایش ظرفیت نامی منصوبه از طریق سرمایه‌گذاری‌های دولتی و خصوصی و صنایع انجام داده است. برآورد می‌شود که همچون سال ۱۴۰۲ صنایع متقاضی خودتأمینی در سرمایه‌گذاری در صنعت نیروگاهی نسبت به بخش دولتی و خصوصی پیشنهاد باشد و بتواند بخشی از نیاز خود و شرکت‌های صنعتی تابعه‌اش را تأمین نماید. با عنایت به طرح‌های نیروگاهی در حال احداث و بهره‌برداری شده (طی مدت زمان پیک سال ۱۴۰۲ تا کنون)، محدوده حداکثر قدرت قابل تولید در زمان اوج مصرف تابستان ۱۴۰۳ در سه حد پایین، میانی (محتمل) و بالا، به ترتیب ۶۰/۹، ۶۲/۸ و ۶۵/۵ هزارمگاوات باشد. از سویی دیگر با توجه به افزایش مشترکین خانگی، صنعتی، کشاورزی و غیره و روند مصرفی آنان در فصل تابستان سنوات گذشته، حداکثر نیاز مصرفی در محدود ۷۶/۲ تا ۷۹/۲ هزارمگاوات برآورد می‌شود که حد میانی آن ۷۷/۷ هزارمگاوات است.

با توجه به موارد پیش‌گفته، تراز حداکثر قدرت قابل تأمین (شامل تولید و واردات) و مصرف شبکه در زمان پیک مصرف تابستان ۱۴۰۳ (بعلاوه صادرات و ظرفیت ذخیره) حداقل ۱۴/۱- و حداکثر ۱۷- هزار مگاوات خواهد بود و حد میانی این میزان کمبود برق ۱۵/۶- هزار مگاوات خواهد بود. شایان توجه است، در صورت اعمال محدودیت‌های مصرفی به مشترکین، جبران بخشی از این کسری برق به میزان ۱۱ هزارمگاوات، مابقی کسری در سه محدوده حد پایین، میانی و بالا که به ترتیب ۳/۱، ۴/۶ و ۶ هزارمگاوات بوده که پاشنه آشیل امنیت تأمین برق در برهه حساس اجتماعی و سیاسی کشور است. در چنین شرایطی صنعت برق یا باید محدودیت‌های اعمال به واحدهای تولید و با مصارف عمده را تشدید کند و یا تأمین بخش‌هایی از مشترکین خانگی را محدود نماید.<sup>۵</sup>

<sup>۳</sup> گفتنی است در جدول ۴ گزارش «بررسی ابعاد ناترازی برق در تابستان ۱۴۰۲»، منتشره از سوی مرکز پژوهش‌های اتاق ایران، این رقم معادل ۱۲/۳ هزارمگاوات با برآورد شده بود.

<sup>۴</sup> در مورخه ۱۴۰۲/۰۶/۰۱ میزان جابجایی و مدیریت مصرف برق بالغ بر ۱۴ هزارمگاوات رسید.

<sup>۵</sup> این شرایط حاکی از آن است که دیگر با اعمال محدودیت به مصرف‌کنندگان عمده کسری برق در سال جاری و در سال‌های آتی، تحقق ملاحظات خاص برای مصونیت و امنیت تأمین برق مصرف‌کنندگان خرد (صنایع کوچک، اصناف و مشترکین خانگی) با چالش‌های جدی مواجه باشد.

گفتنی است عمده تحلیل‌های بررسی ناترازی/کمبود برق معطوف به «زمان» وقوع پیک مصرف است این در حالی است که شبکه سراسری در بازه «زمانی» مشخصی تحت فشار پرباری بوده و این موضوع می‌تواند امنیت تأمین برق و بروز حوادث در شبکه را محمل کند. بر اساس بررسی‌های انجام شده در این پژوهش طی هفته دوازدهم (۱۲) تا بیست و هشتم (۲۸) سال کشور با کسری برق مواجه بوده که این میزان در هفته شانزدهم (۱۶) تا بیست و سوم (۲۳) به بیشینه مقدار خود می‌رسد. بررسی اساس مطالعه انجام شده در این پژوهش کسری برق طی طی هفته دوازدهم (۱۲) تا بیست و هشتم (۲۸) سال بطور متوسط ۱۰ هزار مگاوات است. این استمرار پرباری شبکه در کنار عمر بالای برخی از تجهیزات نیروگاهی و شبکه انتقال برق می‌تواند نرخ خروج اضطراری تجهیزات و بروز حوادث را دوچندان کند.

تدبیر رفع این کسری قابل توجه برق نیازمند بررسی در دو افق کوتاه‌مدت و بلندمدت است. طی دو دهه اخیر عملکرد سرمایه‌گذاری در صنعت برق موجب آسیب به امنیت سرمایه و اعتماد بخش خصوصی شده است و اقدامات در حال اجرای وزارت نیرو گامی رو به جلو بوده، لکن ۱- این حرکت اصلاحی باید با حضور بخش خصوصی روند تکاملی به خود بگیرد ۲- تصمیم‌های در حال اجرا از حالت شخص‌محوری به سمت ساختار محوری هدایت و بستر حقوقی و قانونی متقنی به خود بگیرد.<sup>۶</sup> از جمله مواردی که در بررسی راهکارهای بلند مدت باید مورد توجه قرار بگیرد شامل ۱- موانع سرمایه‌گذاری در توسعه برق تجدیدپذیر و علل عدم تحقق اهداف پیش‌بینی شده، ۲- احداث واحدهای بخار و جلوگیری از هدررفت انرژی در نیروگاه‌های گازی و مشکلات بازپرداخت تعهدات قراردادهای بیع متقابل احداث واحدهای بخار ۳- سرمایه‌گذاری نیروگاه‌های خودتأمین موضوع تفاهم‌نامه سال ۱۴۰۰ فی‌مابین وزارت نیرو و صمت<sup>۷</sup> و همچنین ماده (۴) قانون مانع‌زدایی از توسعه صنعت برق، ۴- اثربخشی سیگنال‌های سرمایه‌گذاری در بازار برق و نحوه جبران هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از ظرفیت‌های فعلی در بستر فروش برق در بازارهای تعریف شده، ۵- چالش‌های توسعه شبکه برق بویژه خطوط تبادلی و ۶- الزامات و ملاحظات بهینه‌سازی و نگهداشت انرژی با استفاده از سازوکار بازار است، که مذاقه و بررسی از اهمیت و اولویت ویژه‌ای برخوردار است.

<sup>۶</sup> رعایت ماده (۲۴) قانون بهبود مستمر محیط کسب و کار و آیین‌نامه اجرایی آن.

<sup>۷</sup> بر اساس این تفاهم‌نامه مقرر شده بود که صنایع انرژی‌بر به سمت خودتأمین شدن سوق داده شوند و در مقابل وزارت نیرو برق تولیدی این نیروگاه‌ها را به محل مصرف منتقل نماید. بخش‌هایی از این تفاهم‌نامه که بعدها در آیین‌نامه اجرایی ماده (۴) قانون مانع‌زدایی از توسعه صنعت برق به تصویب رسید تکالیفی برای وزارتخانه‌های ذی‌ربط اعم از نحوه صدور مجوزهای سوخت و محیط‌زیست، دسترسی به شبکه سراسری وضع شده است.

ضمن در نظر گرفتن هر یک از مسائل و چالش‌های پیش‌گفته، با توجه به اینکه دامنه این پژوهش به امنیت تأمین برق در تابستان ۱۴۰۳ معطوف می‌شود، پیشنهادهایی با قابلیت اجرا در کوتاه‌مدت و محدود به مدت زمان باقی‌مانده در دوره پیک مصرف، ارائه شده که شامل افزایش مشارکت مشترکین خرد بویژه خانگی، افزایش اختیارات استانداری‌ها برای مدیریت مصرف و تغییر ساعات کاری با هدف هموار کردن پخش بار بهینه در شبکه، استفاده از ظرفیت ژنراتورهای موجود در مراکز حساس و نظامی در زمان‌های پیک مصرف روز است.

## ۲. مقدمه

هر ساله موضوع تأمین پیک مصرف برق در تابستان به چالشی بزرگ تبدیل شده و صنعت برق برنامه‌ریزی خود را بگونه‌ای انجام می‌دهد که در این برهه حداکثر توان مصرفی بصورت پایدار تأمین شود. در سال‌های گذشته صنعت برق بدلیل اقتصاد معیوب با ناترازی مالی نیز مواجه شده و موجب رکود سرمایه‌گذاری شده است. با اهتمام بخش خصوصی، دولت و مجلس اقدامات موثری برای رفع ناترازی‌های مالی انجام شده و بنظر می‌رسد با تداوم این اقدامات اصلاحی در سال جاری و سال‌های بعدی تراز مالی صنعت برق مثبت شود.<sup>۸</sup> گفتنی است بعد دیگر بحران برای صنعت برق مسئله تأمین گاز است که طی سال‌های اخیر خود را بصورت افزایش مصرف گاز مایع در نیروگاه‌ها در ماه‌های سرد نمایان کرده است. از سویی دیگر، محدودیت سوخت موجب شده که برنامه‌ریزی‌های تعمیرات نیروگاهی را نیز دستخوش تغییر قرار دهد. شایان توجه است، گرچه طی سه سال اخیر مصوبات گوناگونی پیرامون احداث واحدهای بخار (تبدیل نیروگاه‌های گازی به سیکل ترکیبی و ارتقای راندمان نیروگاه‌های حرارتی) و احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر ابلاغ شده است؛ لکن بدلیل ابهامات و ریسک‌های متعدد در بازگشت سرمایه، جذب منابع در این دو حوزه کلیدی تقویت عرضه برق انجام نشده است.<sup>۹</sup>

رویکرد مدیریت کمبود برق در سال‌های اخیر بگونه‌ای بوده که ملاحظات خاصی را رعایت کند و بدین ترتیب تمام تلاش بگونه‌ای بوده که تعامل بخش برق وزارت نیرو و صنایع بگونه‌ای باشد که قطعی‌های برنامه‌ریزی نشده حداقل شود و غالباً در معرض محدودیت‌های برنامه‌ریزی شده قرار بگیرند. از این‌رو سیاست‌های اجرایی و تقنینی به سویی رفته که صناعی که ضریب بار مصرفی بالایی دارند و پایداری برق اهمیت ویژه در فرایند تولید دارند، خود تأمین شوند.<sup>۱۰</sup>

<sup>۸</sup> بررسی و شفاف‌سازی بودجه جاری و سرمایه‌ای صنعت برق طی سال‌های اخیر و در سال ۱۴۰۳ سیگنال مهمی برای بنگاه‌های فعال در صنعت برق شامل تولیدکنندگان برق، سازندگان تجهیزات و پیمانکاران تلقی می‌شود. اصلاح بودجه جاری صنعت برق از بند «ز» تبصره (۱۵) قانون بودجه سال ۱۴۰۰ آغاز شد و در ماده (۳) قانون مانع‌زدایی از توسعه صنعت برق، مصوب آذرماه ۱۴۰۱، دائمی شده است. برغم اهمیت این موضوع، بررسی و شفاف‌سازی بودجه تلفیقی این شرکت‌ها مورد غفلت قرار گرفته شده است و در بررسی‌های کارشناسی بعدی به این مهم پرداخته خواهد شد.

<sup>۹</sup> سوابق بازگشت سرمایه احداث واحدهای بخار (قراردادهای بیع متقابل موضوع قانون بودجه ۱۳۹۲) و مشکلات متعددی که در بازپرداخت تسهیلات صندوق توسعه ملی موجب شده که احداث واحدهای بخار موضوع ماده (۱۲) قانون رفع موانع تولید اجرائی نشود. سرمایه‌گذاران تجدیدپذیر نیز به شکل دیگری با چالش بازگشت سرمایه مواجه هستند و برغم جذابیت سرمایه‌گذاری در این حوزه، سرمایه‌گذار بصورت درخوری منابع خود را به این عرصه هدایت نکرده است. لذا در بررسی‌های بعدی، ۱- ابعاد قانونی و اجرایی احداث واحدهای بخار و ارتقای راندمان نیروگاه‌های حرارتی و ۲- احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر مورد مذاقه و بررسی قرار خواهد گرفت.

<sup>۱۰</sup> بر اساس تفاهم‌نامه وزارت نیرو و وزارت صمت در سال ۱۴۰۰ که بعدها در ماده (۴) قانون مانع‌زدایی از توسعه صنعت برق، مصوب آذر ۱۴۰۱، مقرر شد که صنایع انرژی‌بر و با مصارف عمده اقدام به احداث نیروگاه کنند. ۱- صدور مجوزها، ۲- دسترسی به شبکه سراسری، ۳- ضمانت اجرائی جابجایی آن در شبکه

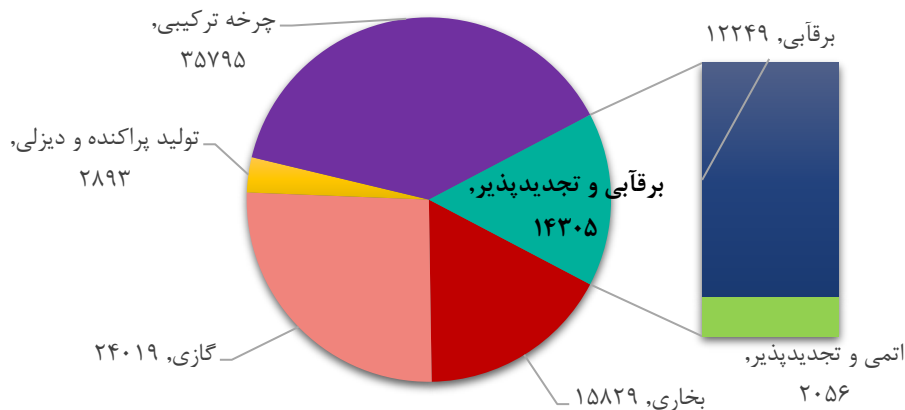


با عنایت به اینکه بحران و چالش‌های تأمین برق در اوج مصرف سال ۱۴۰۳ با تحولات سیاسی مقارن شده است، نظارت بر حفظ پایداری آن به منظور صیانت از تولید بنگاه‌های اقتصادی و آسیب‌های اجتماعی گریزناپذیر است. در این پژوهش ضمن بررسی عملکرد توسعه زیرساخت‌های تأمین برق، نحوه مدیریت مصرف و اعمال محدودیت‌ها در پیک مصرف سال ۱۴۰۲، برآوردی از میزان کسری برق و ریسک‌های ناپایداری در تأمین برق تشریح شده است. در انتها راهکارهای کوتاه‌مدت برای مدیریت کمبود برق در سال جاری ارائه شده و راهبردهای کلی برای اتخاذ در میان‌مدت پیشنهاد شده است.

### ۳. عملکرد تأمین برق در پیک مصرف

ظرفیت نامی نیروگاه‌های منصوب در کشور در پایان سال ۱۴۰۲ به رقم ۹۲/۸ هزار مگاوات رسید. در سال ۱۴۰۲ بالغ بر ۸۵ درصد از ظرفیت نامی منصوبه مربوط به نیروگاه‌های سوخت فسیلی بوده و مابقی آن از شامل نیروگاه‌های برقآبی، تجدیدپذیر و اتمی است. در این میان، حدود ۱/۱ درصد از ظرفیت نامی نیروگاه‌های کشور مربوط به برق تجدیدپذیر است. با توجه به اینکه کشور در سال‌های اخیر با محدودیت تأمین سوخت گاز و سوخت مایع شده و تنوع بخشی از طریق توسعه برق تجدیدپذیر و افزایش ظرفیت نیروگاه اتمی گریزناپذیر است.

شکل ۱. ظرفیت نامی انواع نیروگاه نصب شده تا پایان سال ۱۴۰۲

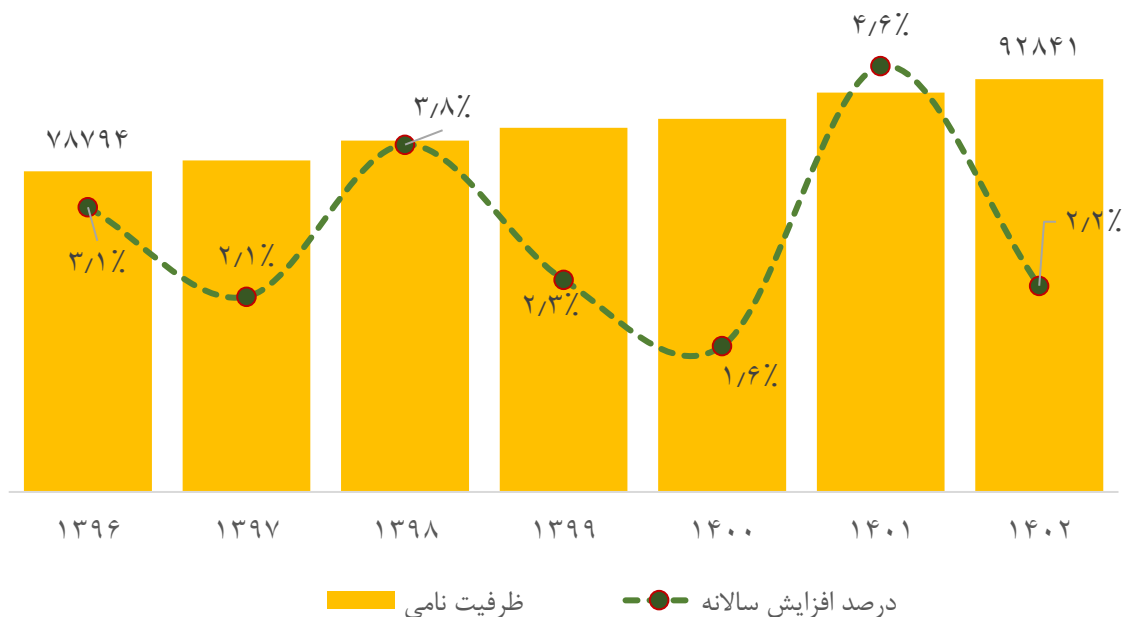


مأخذ. آمار تفصیلی صنعت برق ویژه مدیریت راهبردی، توانیر، ۱۴۰۲.

سراسری از جمله عناوین محوری چالش‌های احداث نیروگاه‌های خود تأمین است. در پژوهشی جداگانه عملکرد اجرائی خودتأمین کردن نیروگاه‌ها و عملکرد اجرائی ماده (۴) تشریح خواهد شد.

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۲، بیشترین افزایش مربوط به ۱۴۰۱ بوده که معادل ۴/۶ درصد و کمترین آن مربوط به سال ۱۴۰۰ با رقم ۱/۶ درصد بوده است. شایان توجه است که طی سال‌های یاد شده میانگین افزایش ظرفیت منصوبه کمتر از ۲/۸ درصد بوده است.

شکل ۲. ظرفیت نامی منصوبه و رشد سالانه طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۲



مأخذ. محاسبات تحقق بر اساس آمار تفصیلی صنعت برق ویژه مدیریت راهبردی، توانیر، ۱۴۰۲.

از منظر نوع سرمایه‌گذار، افزایش ۱۶/۴ هزار مگاواتی طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۲، از محل سرمایه‌گذاری دولت، صنایع بزرگ و شرکت‌های غیردولتی محقق شده است. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، بخش خصوصی، به رغم وجود آسیب‌های مالی در فروش و تأدیه مطالبات، با تکمیل طرح‌های نیروگاهی بیش از ۱۲ هزار مگاوات از ظرفیت نامی نیروگاهی سهم ۷۳ درصدی از احداث نیروگاه را انجام داده است. بعلاوه به موجب تفاهم‌نامه وزارت صنعت، معدن و تجارت با وزارت نیرو و همچنین ماده (۴) قانون مانع‌زدایی از توسعه صنعت برق، صنایع بزرگ روند افزایشی در احداث نیروگاه و خودتأمینی گام برداشته است. بطوریکه همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود نقش صنایع طی سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ نسبت به سال‌های ماقبل پررنگ‌تر شده و

روند سرمایه‌گذاری و احداث نیروگاه‌های خود تأمین را حفظ کرده و بنظر می‌رسد با رفع موانع و تسهیل سرمایه‌گذاری صنایع عمده می‌توان طی سال‌های برنامه هفتم توسعه احداث ۱۰ هزار مگاوات را محقق نماید.

جدول ۱. افزایش سالانه ظرفیت نامی نیروگاه به تفکیک سرمایه‌گذار (مگاوات)

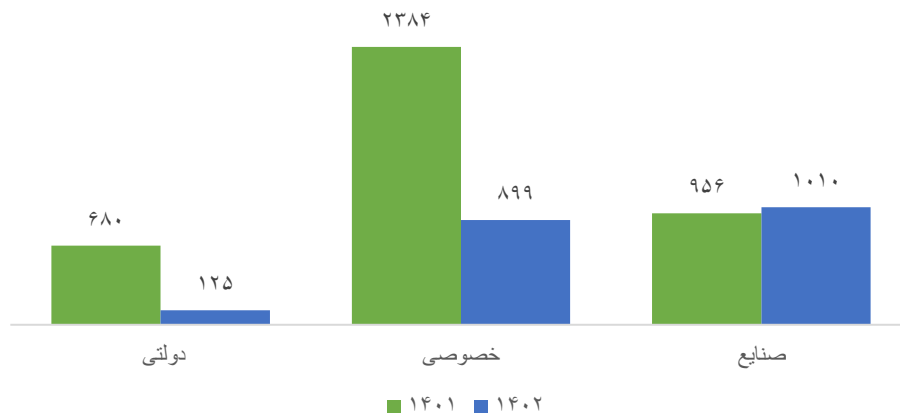
سال	دولتی	خصوصی	صنایع	مجموع
۱۳۹۶	۷۴۸	۱۲۹۴	۳۲۴	۲۳۶۶
۱۳۹۷	۱۱۴	۱۳۹۹	۱۶۰	۱۶۷۳
۱۳۹۸	۶۵۱	۲۳۸۸	۰	۳۰۳۹
۱۳۹۹	۱۹۸	۱۷۲۸	۰	۱۹۲۶
۱۴۰۰	-۱۱۷۲۹	۱۹۲۲	۱۶۲	۱۳۵۵
۱۴۰۱	۶۸۰	۲۳۸۴	۹۵۶	۴۰۲۰
۱۴۰۲	۱۲۵	۸۹۹	۱۰۱۰	۲۰۳۴
جمع	۱۷۸۷	۱۲۰۱۴	۲۶۱۲	۱۶۴۱۳

مأخذ. همان

شکل ۳. ظرفیت نامی نصب شده طی سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ به تفکیک سرمایه‌گذار

مأخذ. همان

با وجود اینکه طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۲ بطور متوسط سالانه ۲/۸ درصد افزایش ظرفیت نیروگاه، در کشور صورت

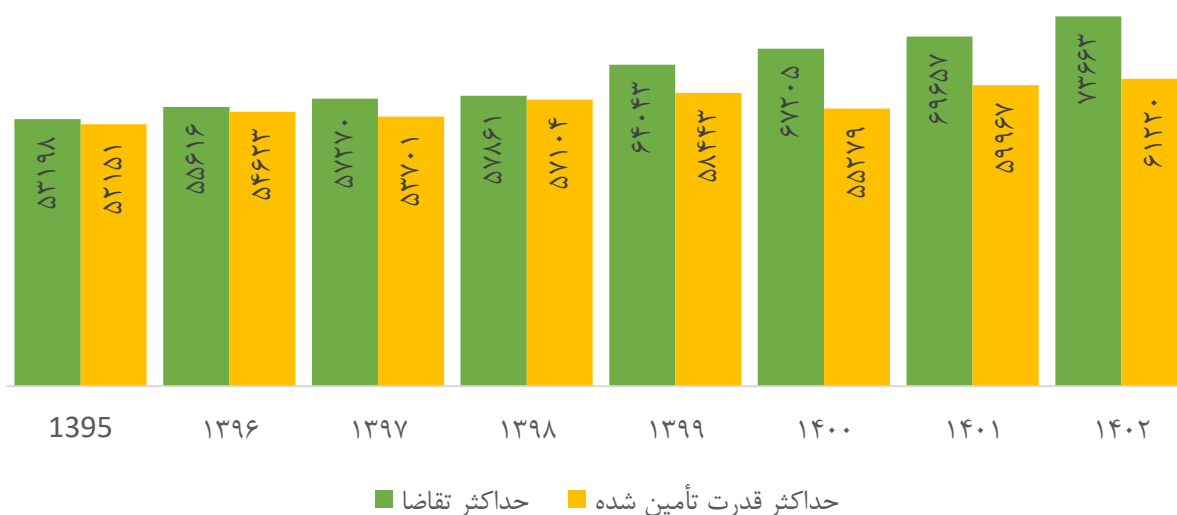


گرفت، حداکثر نیاز تقاضا طی این سال‌ها ۴/۸ درصد افزایش پیدا کرده است. این اختلاف ظرفیت منصوبه سالانه و حداکثر

<sup>۱۱</sup> عدد منفی ذکر شده مربوط به بازنشسته کردن نیروگاه ری بوده است.

نیاز تقاضا در بازه زمانی مذکور کسری رو به فزونی بیش از ۱۲/۴ هزار مگاواتی را در سال ۱۴۰۲ رقم زده است. شکل ۴ حداکثر قدرت تأمین شده در مقایسه با حداکثر تقاضا و همچنین اختلاف میان این دو رقم تراز برق کشور در زمان اوج مصرف سالانه در شکل ۵ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۵ ملاحظه می‌شود روند کلی کسری برق طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۲ شدت یافته و مقدار مطلق آن فزاینده بوده است.

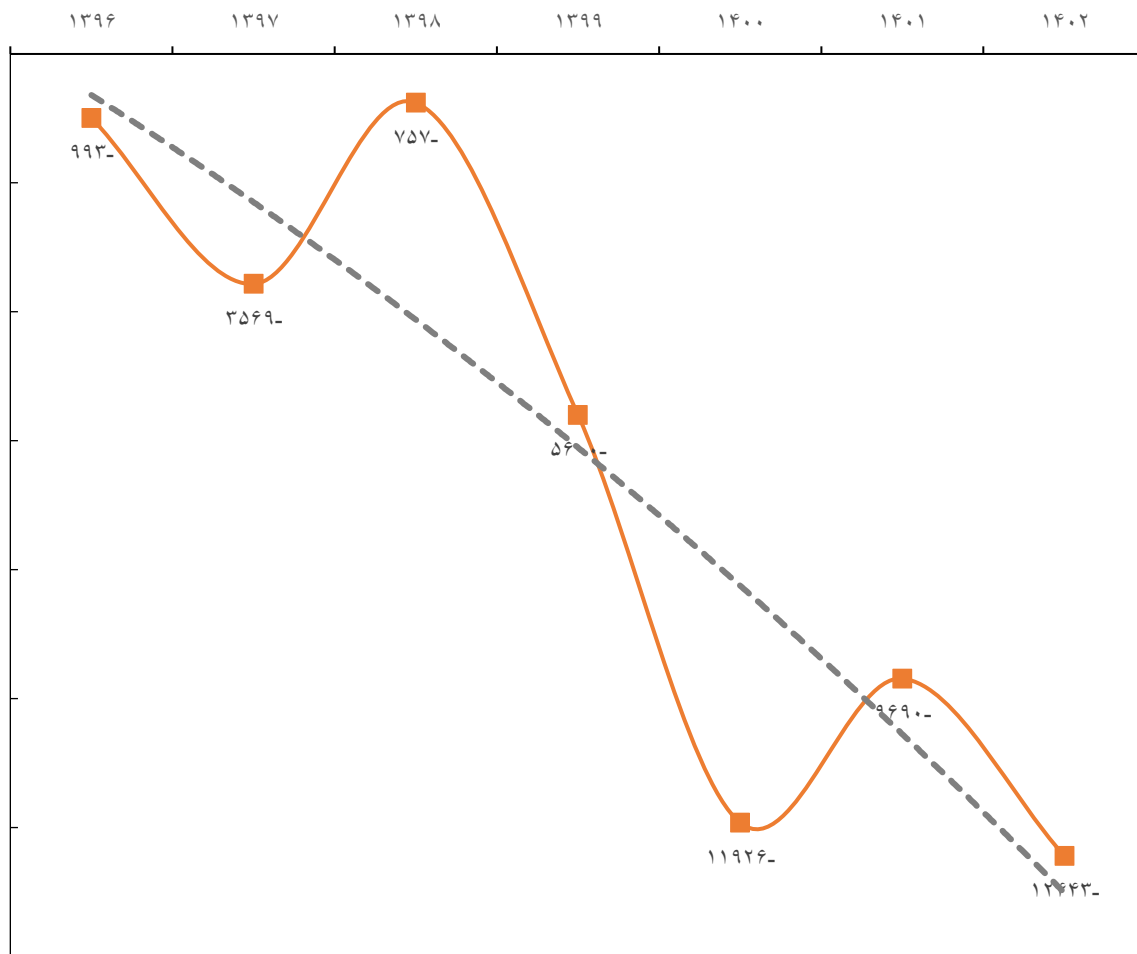
شکل ۴. حداکثر نیاز تقاضا و حداکثر قدرت تأمین شده طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۲



مأخذ: همان

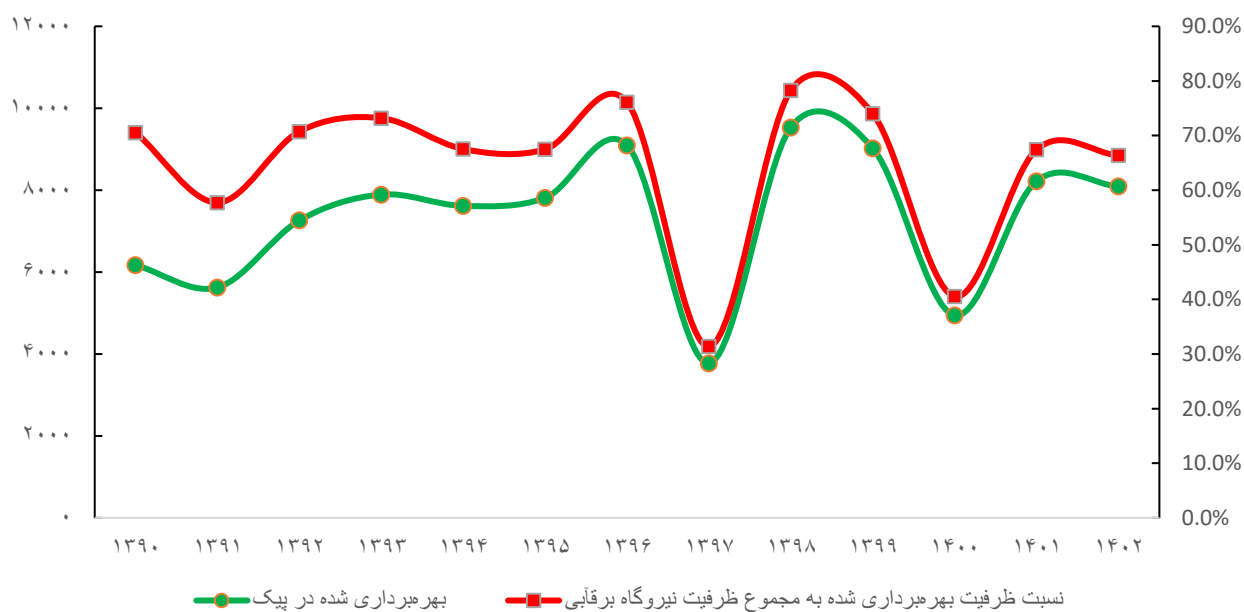
طی این سال‌ها میزان تولید نیروگاه‌های برقی نقش تعیین کننده در میزان کسری برق و به تبع آن میزان محدودیت‌های تأمین برق داشته است. برای نمونه، بر اساس شکل ۶ و عملکرد ناترازی برق طی سال‌های گذشته (شکل ۵) می‌توان دریافت، ناترازی در سال ۱۳۹۷ و ۱۴۰۰ از محل افت قابل توجه تولید نیروگاه‌های برقی اثر منفی وارد شده و از طرفی بهبود تولید این نیروگاه‌ها در سال ۱۳۹۸ و ۱۴۰۱ نقش قابل توجهی در حفظ پایداری شبکه و مدیریت کسری برق داشته است. شایان ذکر است نیروگاه‌های برقی در برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت (پیک تا پیک) نقش بسزایی دارد و چشم‌اندازهای میان‌مدت و بلندمدت متأثر از برنامه‌ریزی‌های تکمیل و توسعه ظرفیت‌های نیروگاهی اعم از حرارتی یا تجدیدپذیر، بازسازی و نوسازی نیروگاه‌ها است.

شکل ۵. تراز حداکثر قدرت تأمین شده و حداکثر نیاز تقاضای سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۲



مأخذ. همان

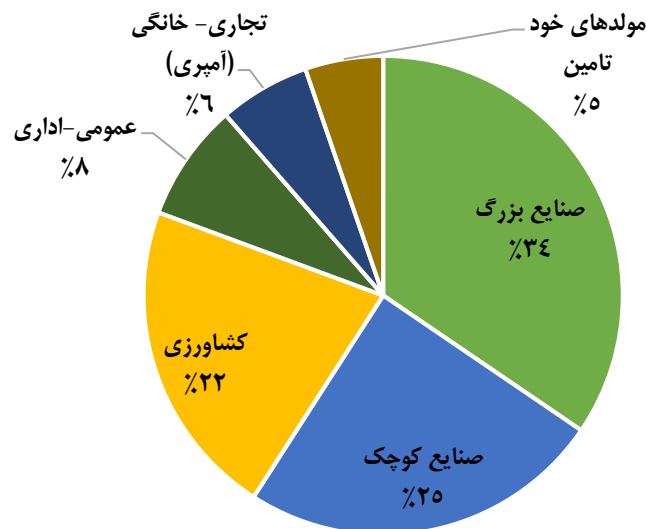
شکل ۶. حداکثر قدرت تولید شده نیروگاه‌های برقی همزمان با پیک



مأخذ. همان

چنانچه اثربخشی سیاست‌های توسعه صنعت برق همچون سنوات ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۲ تداوم پیدا کند، مدیریت کسری برق با سیاست‌های فعالی قابل تداوم نخواهد بود و امنیت تأمین برق بخش خانگی را با مخاطره جدی مواجه خواهد ساخت. زیرا همانطور که در شکل ۷ ملاحظه می‌شود بنگاه‌های تولیدی (صنعتی، کشاورزی و خدمات) بر اساس تدابیر که طی سال‌های اخیر اتخاذ شده صنعت و بخش کشاورزی که همان بنگاه‌های تولیدی کشور است بیش از ۸۱ درصد از کمبود برق در سال ۱۴۰۲ (۱۲۴۴۱ مگاوات کمبود در زمان اوج مصرف) متحمل محدودیت تأمین برق شدند.

در حال حاضر این محدودیت‌ها از نیمه خرداد ماه تا شهریورماه را در برمی‌گیرد. گرچه در سالیان گذشته کمبود برق در حدود ۳۰۰ ساعت و بصورت تقریبی حدود ۲ هفته در کشور را در برمی‌گرفت اکنون این بازه زمانی به بیش از ۳ ماهی گسترش پیدا کرده است و عبارت «ناترازی» تصویر دقیقی از نیاز کشور را نشان نمی‌دهد و باید از آن تحت عنوان «کمبود» تعبیر شود.



شکل ۷. تسهیم بخش‌های مختلف در طرح‌های مدیریت مصرف سال ۱۴۰۲

مأخذ: توانیر.

حل ناترازی انرژی در کشور نیازمند سرمایه است. سرمایه دولت برای حل این ناترازی کافی نیست و اصلاً سرمایه‌ای برای حل این موضوع ندارد. در نتیجه باید زمینه‌سازی بگونه‌ای انجام شود تا بخش خصوصی سرمایه مورد نیاز جذب و توسعه را انجام دهد. بخش خصوصی در حوزه‌ای که ابهام مقرراتی وجود داشته باشد ورود نمی‌کند؛ در نتیجه شفاف کردن مقررات در حوزه انرژی در بلندمدت و کاهش مداخلات دستوری از الزامات تحقق این مهم است. برای نمونه، گرچه در حال حاضر با قانون مانع‌زدایی از توسعه صنعت برق (ماده ۴ این قانون)، مصوب سال ۱۴۰۱، صنایع کشور را مجبور کردیم نیروگاه احداث کنند، اما نرخ سوخت آنها طی ۱۰ سال بعد چگونه تامین خواهد شد؟ پس بزرگ‌ترین مشکل عدم شفافیت مقررات بلندمدت در صنایع سرمایه‌بر همانند حوزه انرژی است. بنابراین باید زمینه‌سازی برای مقررات‌زدایی، و تنقیح آنها بگونه‌ای انجام شود که هدایت منابع به این حوزه زیرساختی محقق شود.

گفتنی است مدیریت مالی صنعت برق از حیث تراز مالی و ساختاری طی سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ دستخوش تحولاتی شده و بنظر می‌رسد تنها با تداوم این مسیر و اتخاذ رویکرد تکاملی و اصلاحی در میان‌مدت (افق برنامه پنج‌ساله پیشرفت) امنیت سرمایه‌گذاری در صنعت برق را بهبود قابل توجهی پیدا کند.

#### ۴. بررسی تراز تولید و مصرف برق در پیک مصرف ۱۴۰۳

همانطور که پیش‌تر بیان شد، برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت و اجرای طرح‌های حائز اهمیت برای عبور از پیک مصرف برق، از ابتدای مهرماه هر سال آغاز و تا پایان شهریور سال بعد تداوم پیدا می‌کند. طرح‌های توسعه زیرساخت‌های برق و استفاده حداکثری از ظرفیت‌های موجود دو محور اساسی برنامه‌ریزی سمت عرضه برق بوده است. در سمت تقاضا، وزارت نیرو سیاست‌هایی از قبیل انعقاد تفاهم‌نامه همکاری، برنامه‌ریزی مشترک با برنامه تولید واحدهای صنعتی و غیره را بعنوان مهم‌ترین ابزارهای اثربخش برای مدیریت کسری برق اتخاذ می‌کند. بدیهی است که با توجه به ماهیت غیرقابل ذخیره بودن برق، رفتار تصادفی مصرف‌کنندگان بویژه بخش خانگی، حوادث فنی در زنجیره تأمین برق و غیره وزارت نیرو گاه‌گاه از برنامه ابلاغی خود انحراف پیدا کند. در این بخش از پژوهش، بررسی مختصری بر ظرفیت قابل تولید و حداکثر نیاز تقاضا (بر اساس روند اخیر هر دسته از مشترکین) انجام شده و برآوردی از کسری برق ارائه شده است.

##### ۴.۱. برآورد حداکثر قدرت قابل تولید همزمان با پیک مصرف ۱۴۰۳

با توجه به موارد پیش‌گفته برنامه‌ریزی برای تأمین پایدار برق در تابستان پس از پایان دوره اوج مصرف و از ابتدای مهرماه هر سال آغاز می‌شود و تا پایان شهریورماه سال بعد آن تداوم پیدا می‌کند. جدول ۲ طرح‌های نیروگاهی بهره‌برداری شده از ابتدای سال ۱۴۰۲ تا پایان خردادماه سال جاری را در بر می‌گیرد. بر اساس این شکل وزارت نیرو با همکاری شرکت‌های دولتی زیرمجموعه خود، صنایع و شرکت‌های غیردولتی حدود ۱۴۰۰ مگاوات را طی هشت ماه اخیر به مدار تولید آورده و با توجه به پیشرفت طرح‌های نیروگاهی بخش صنعت، دولتی و غیردولتی برآورد می‌شود به حدود ۱۸۰۰ مگاوات برسد. گفتنی است برای حد پایین و بالای این رقم به ترتیب ارقام ۱۴۰۰ و ۲۲۰۰ مگاوات قابل تصور است.

جدول ۲. ظرفیت نیروگاه‌های بهره‌برداری شده طی سال ۱۴۰۲ و دوماه نخست ۱۴۰۳

تاریخ بهره‌برداری	نام نیروگاه	نوع واحد	شماره واحد	جمع ظرفیت (مگاوات)
۱۴۰۲	تجدیدپذیر	-	-	۱۰۴
۱۴۰۲	تولید پراکنده	-	-	۲۴۹



تاریخ بهره‌برداری	نام نیروگاه	نوع واحد	شماره واحد	جمع ظرفیت (مگاوات)
۱۴۰۲/۰۱/۰۸	قدس (شهید باکری سمنان)	گازی	۴	۱۸۳
۱۴۰۲/۰۴/۲۲	نیروگاه سد چمشیر	برقآبی	۱	۵۵
۱۴۰۲/۰۵/۲۵	سبلان	چرخه ترکیبی	۳	۱۶۰
۱۴۰۲	پتروشیمی کردستان (صنایع)	گازی	۱، ۲ و ۳	۳۰
۱۴۰۲/۰۷/۰۷	فولاد مبارکه (صنایع)	گازی	۱	۳۰۷
۱۴۰۲/۰۹/۰۵	آلومینیوم المهدی (صنایع)	گازی	۱	۱۸۳
۱۴۰۲/۱۲/۰۸	سبزوار	گازی	۱	۱۸۳
۱۴۰۳	تولید پراکنده	-	-	۱۳
۱۴۰۳	تجدیدپذیر	-	-	۲۵/۶
۱۴۰۳/۰۱/۰۵	فولاد مبارکه	گازی	۲	۳۰۷
۱۴۰۳/۰۱/۰۳	گل گهر فاز ۲ (گوهران)	گازی	۱	۱۸۳
۱۴۰۳/۰۲/۲۱	تریت حیدریه (راشد)	گازی	۲	۱۸۳

مأخذ. آمار تفصیلی صنعت برق ویژه مدیریت راهبردی، توانیر، ۱۴۰۲.

مبتنی بر ۱- برنامه ارائه شده برای نیروگاه‌های جدیدالاحداث (جدول ۲)، حفظ سطح آمادگی نیروگاه‌های حرارتی موجود و ۲- میزان بارش نزولات جوی طی سال آبی اخیر و ذخایر موجود در سدهای نیروگاه‌های برقآبی و ۳- حداکثر قدرت تزریقی از سوی نیروگاه‌های خودتأمین به شبکه سراسری، حداکثر قدرت تولیدی همزمان با پیک مصرف ۱۴۰۳ در سه سناریو حد پایین، میانی (محتمل) و بالا ارقام ۶۰/۹، ۶۲/۸ و ۶۵/۵ هزارمگاوات برآورد می‌شود.

جدول ۳. برآورد حداکثر قدرت تولیدی همزمان با پیک مصرف ۱۴۰۳ (مگاوات)

محل تأمین	حد پایین	حد میانی	حد بالا
نیروگاه‌های حرارتی موجود	۴۹،۶۷۲	۴۹،۶۷۲	۴۹،۶۷۲
نیروگاه‌های جدید	۹۵۲	۱،۲۲۴	۱،۴۹۶
نیروگاه‌های برقآبی	۸،۰۰۰	۹،۰۰۰	۱۱،۰۰۰
نیروگاه اتمی بوشهر	۹۰۰	۹۰۰	۹۰۰
صنایع	۱،۲۰۰	۱،۷۰۰	۲،۰۰۰
سایر	۱۵۰	۳۰۰	۴۵۰
مجموع قابلیت تولید	۶۰،۸۷۴	۶۲،۷۹۶	۶۵،۵۱۸

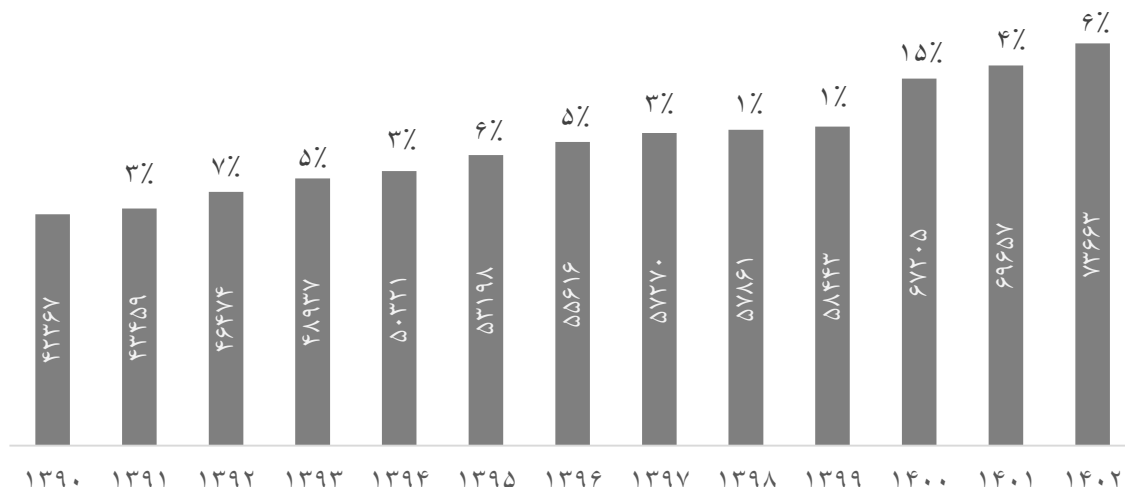
مأخذ. محاسبات تحقیق.

## ۴.۲. برآورد حداکثر تقاضای برق در سال ۱۴۰۳

وضعیت حداکثر نیاز مصرف اصلاح شده طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۲ و میزان رشد سالانه آن در نمودار ۱۲ ارائه شده است. شایان توجه است، افزایش قابل ملاحظه اوج مصرف سال ۱۴۰۱ نسبت به سال ۱۴۰۰ و تغییرات نرخ رشد پیک مصرف سال ۱۴۰۰ نسبت به سال ۱۳۹۹، بدلیل عدم درج میزان مدیریت بار اعمال شده به مشترکین بوده و آمار اعلام شده معادل اوج مصرف واقعی مشترکین نبوده است. برای رفع این خطا و بررسی وضعیت رشد باید میزان مدیریت بار اعمال شده نیز به حداکثر نیاز همزمان با پیک شبکه نیز منظور شود. برای مثال، طی دو سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ به ترتیب حدود ۳۹۰۰ و

برابر ۵۶۰۰ مگاوات برنامه‌های اعمال محدودیت در اوج بار مصرفی اعمال شده است.

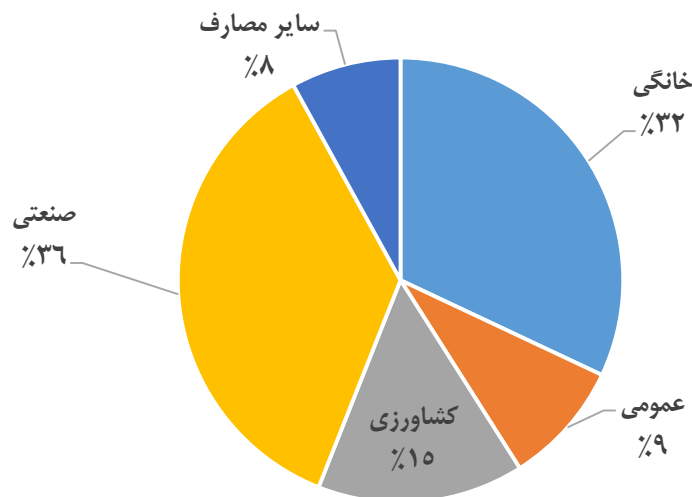
شکل ۸. روند حداکثر نیاز مصرف اصلاح شده (نیاز تقاضا) و رشد سالانه آن



مأخذ: آمار تفصیلی صنعت برق ایران، ویژه مدیریت راهبردی، سال ۱۳۹۹، توانیر.

انرژی برق مصرفی و توان مورد تقاضای مشترکین متأثر از عوامل مختلفی چون وضعیت آب و هوا، متغیرهای اجتماعی و فرهنگی و وضعیت اقتصادی است که با توجه به نوع مشترک، میزان اثرگذاری متفاوتی بر روند رشد مصرف دارند. میزان اثرپذیری رفتار مصرفی هر یک از مشترکین متفاوت است و بایستی در بررسی‌های مجزا برآورد مصرف آنها صورت گیرد. برای مثال دما، تعداد خانوار و سطح درآمدی عوامل اثرگذار بر روند رشد مصرف انرژی برق و حداکثر نیاز مصرفی در بخش خانگی است. این در حالی است که در بخش‌های تولیدی نظیر کشاورزی، صنعتی و تجاری وضعیت اقتصادی مهم‌ترین عامل در وضعیت روند نیاز مصرف شبکه است. برای مثال مشترکین خانگی گرچه حدود ۳۲ درصد از انرژی برق در طول سال را مصرف می‌کند، اما در زمان بیش از ۴۸ درصد از پیک مصرف برق متعلق به این بخش است و شرایط اقلیمی به شدت روی مصرف این دسته از مشترکین اثر می‌گذارد. در این میان بخش صنعتی و کشاورزی به ترتیب ۳۶ و ۱۵ درصد از انرژی برق در سال ۱۴۰۲ را مصرف کردند که سهم آنها از اوج مصرف برق در سال ۱۴۰۲ به ترتیب ۲۸ و ۱۲ درصد بوده است.

شکل ۹. سهم مشترکین مختلف از مصرف انرژی برق



مأخذ: آمار تفصیلی صنعت برق ویژه مدیریت راهبردی، توانیر، ۱۴۰۲.

با توجه به سهم هر یک از مشترکین خانگی، عمومی که در سنوات گذشته رقم خورده، تعداد چاه‌های کشاورزی برق‌دار شده و حفظ رشد اقتصادی در تابستان ۱۴۰۳ نسبت به فصل مشابه سال قبل، برآورد می‌شود که حداکثر نیاز مصرف در سال

۱۴۰۳ در سه سناریو حد پایین، میانی و بالا به ترتیب ۷۶/۲، ۷۷/۷ و ۷۹/۲ هزار مگاوات برسد. شایان توجه است که در برآورد انجام شده، میزان واردات (به عنوان یکی از اجزای تقاضای کل شبکه) منظور نشده است.

### ۴,۳. برآورد تراز میان حداکثر قدرت قابل تأمین و پیک نیاز تقاضا در سال ۱۴۰۳

با توجه به هر یک از برآوردهای حد پایین، میانی و بالا برای حداکثر نیاز تقاضا و حداکثر قدرت قابل تولید می‌توان سناریوهای مختلفی برای حداکثر نیاز تقاضا در نظر گرفت. در اینجا سناریوها را بر اساس برآورد محتمل برای حداکثر قدرت قابل تولید (برنامه‌های محتمل افزایش ظرفیت نامی نیروگاهی) و سه حالت برای رفتار مصرفی مشترکین حدود ناترازی برق برآورد شده است. بر این اساس تقاضای کل شبکه سراسری شامل پیک تقاضای مشترکین، ذخیره نیروگاهی مورد نیاز و صادرات برق (با فرض کمیته مقدار آن در زمان پیک مصرف سال‌های اخیر) است. همچنین حداکثر قدرت قابل تأمین در شبکه سراسری شامل حداکثر تولید و واردات برق از کشورهای همجوار است. همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، کسری برق در زمان اوج مصرف در محدوده بین ۱۴/۱ تا ۱۷ هزار مگاوات قرار می‌گیرد و حد میانی آن ۱۵/۶ مگاوات است. چنانچه اثربخشی طرح‌های مدیریت مصرف، جابجایی مصارف مشترکین و اعمال محدودیت به مصرف‌کنندگان در سقف ۱۱ هزار مگاوات قرار گیرد، صنعت برق در زمان پیک مصرف کماکان با کمبود ۳/۱ تا ۶ هزار مگاوات مواجه خواهد بود. برای چنین شرایطی، بهره‌بردار شبکه سه گزینه در پیش‌روی خود خواهد داشت؛ الف) کاهش برقرسانی به مشترکین خانگی (۱- تقویت اثربخشی راهکارهای تشویقی نگهداشت برق و صرفه‌جویی در مصرف برق از طریق ابزارهای مالی و رسانه‌ای، ۲- خاموشی‌های برنامه‌ریزی شده به مناطق خانگی (بویژه مناطق مسکونی غیردائمی))، ب) به صفر رساندن ذخیره اطمینانی نیروگاهی که برای حفظ پایداری شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد، ج) تشدید محدودیت‌های برقرسانی به مشترکین صنعتی (اعم از صنایع بزرگ و یا شهرک‌های صنعتی).

جدول ۴. تراز حداکثر قدرت قابل تأمین و حداکثر نیاز تقاضا در زمان اوج مصرف تابستان ۱۴۰۳ (مگاوات)

ردیف	شرح	حد پایین	حد میانی	حد بالا
۱	پیک تقاضا	۷۶۲۴۱	۷۷۷۱۴	۷۹۱۸۸
۲	حداکثر قدرت تولیدی	۶۲۷۲۸	۶۲۷۲۸	۶۲۷۲۸
۳	صادرات	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۴	واردات	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰
۵	ذخیره	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
۶	حداکثر قدرت قابل تأمین	۶۳۲۲۸	۶۳۲۲۸	۶۳۲۲۸

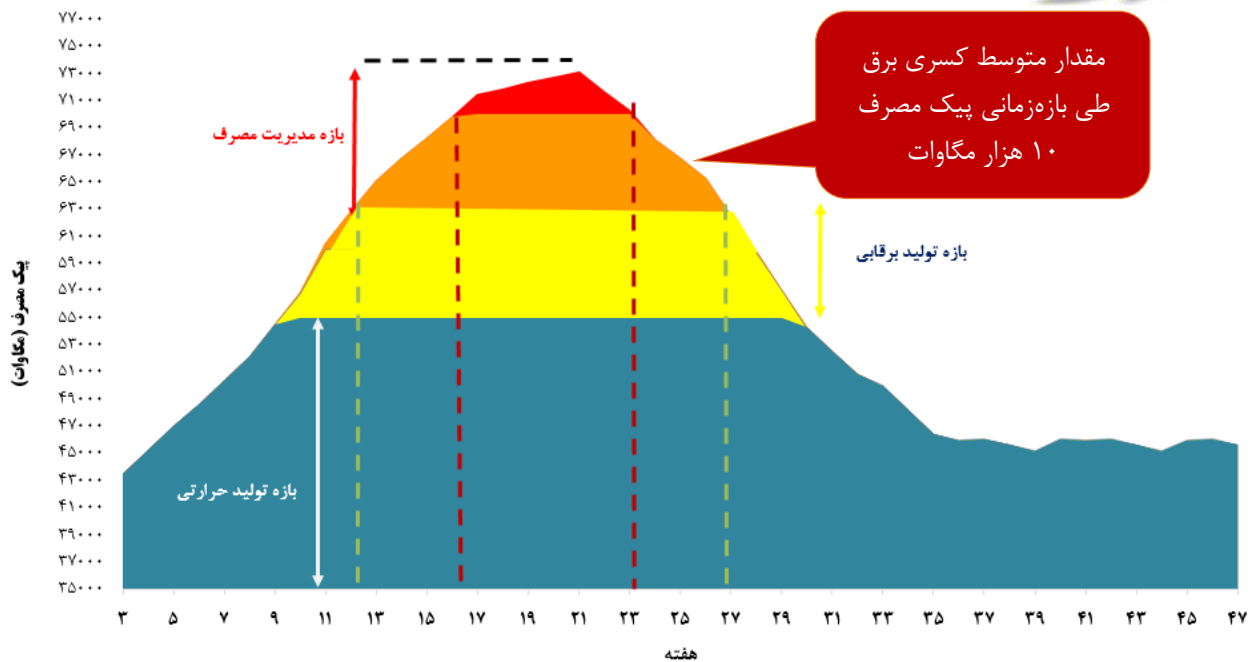
۷	حداکثر نیاز تقاضا	۷۷۳۴۱	۷۸۸۱۴	۸۰۲۸۸
۸	تراز (کسری)	-۱۴۱۱۳	-۱۵۵۸۶	-۱۷۰۶۰
۹	مدیریت مصرف	۱۱۰۰۰	۱۱۰۰۰	۱۱۰۰۰
۱۰	ردیف (۸)+ردیف (۹)	-۳۱۱۳	-۴۵۸۶	-۶۰۶۰

مأخذ. محاسبات تحقیق

## ۵. ریسک‌ها و چالش‌های امنیت تأمین برق در تابستان ۱۴۰۳

در بخش قبل به میزان ناترازی برق و نحوه جبران و مدیریت میزان کسری برق از طریق طرح مدیریت مصرف، جابجایی بار و اعمال محدودیت به مشترکین صنعتی مورد اشاره قرار گرفت. در تحلیل‌های قبلی فرض شده است که صنعت بتواند ظرفیت‌های موجود در شبکه سراسری شامل شبکه انتقال و نیروگاهی را در سطح پایدار و کمترین خروج اضطراری تجهیزات، مورد بهره‌برداری قرار گیرد. با این حال این سطح از تأمین برق کشور در معرض دو ریسک جدی قرار دارد: الف) عمر بسیار بالای بخشی از ظرفیت منصوبه؛ ب) محدودیت‌های شبکه انتقال و برق و پرباری آن. وجود این مخاطرات باعث می‌شود که بهره‌بردار شبکه را در شرایط غیرقابل پیش‌بینی قرار دهد و کلیه طرح‌های مدیریت مصرف، تفاهم‌نامه‌ها و هماهنگی‌ها با واحدهای تولیدی را دچار انحراف جدی قرار دهد و خسارت‌های جدی ناشی از خاموشی‌های برنامه‌ریزی نشده را رقم بزند. در این بخش مروری بر این مخاطرات جدی در تأمین برق اشاره می‌شود. شایان توجه است که هر چقدر تجهیزات تحت بهره‌برداری شبکه برای مدت زمان بیشتری در شرایط ظرفیت کامل و پرباری بهره‌برداری شود، احتمال خروج و بروز حوادث در شبکه نیز بیشتر خواهد شد. شایان توجه است که در بخش‌های قبل برآورد «شدت» کمبود برق در لحظه اوج مصرف برآورد شده است و برای بررسی «بازه زمانی» آن باید به منحنی بار شبکه مراجعه نمود. بر این اساس، شکل ۱۰ بعنوان منحنی بار برآوردی در هفته‌های مختلف سال و نحوه تأمین نیاز تقاضا بر اساس ظرفیت نیروگاه‌های حرارتی، برآبی و تأمین مابقی از طریق برنامه‌های مدیریت مصرف و اعمال محدودیت‌ها ارائه شده است. با توجه به شرایط آب و هوایی کشور پیش‌بینی می‌شود واحدهای صنعتی و کشاورزی که سهم عمده در جبران کمبود برق را دارند تا هفته بیست و هفتم سال با محدودیت مواجه باشند و طی هفته‌های ۱۶ تا ۲۳ محدودیت‌ها به بیشینه مقدار خود برسد.

شکل ۱۰. برآورد منحنی بار هفتگی شبکه سراسری و وضعیت نسبی تراز تولید و مصرف در هفته‌های مختلف سال

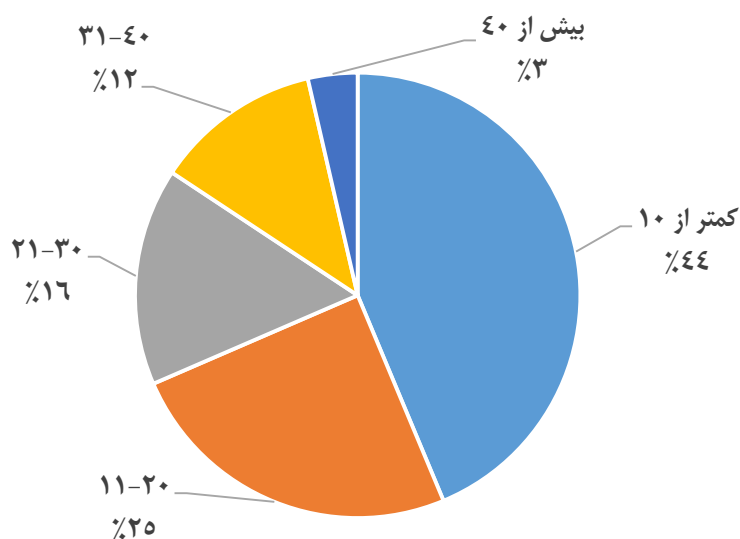


مأخذ. محاسبات تحقیق بر اساس داده‌های موجود در [www.igmc.ir](http://www.igmc.ir)

### ۵,۱. عمر نیروگاه‌ها و بهره‌برداری

اگر متوسط عمر نیروگاه‌های حرارتی کشور را ۲۵ سال در نظر گفته شود و با اجرای طرح تقویت ظرفیت و بازتوانی حداکثر بهره‌برداری این نیروگاه‌ها را به ۳۰ سال رساند، می‌توان گفت که ۱۵ درصد از ظرفیت نیروگاهی کشور با عمر بالای ۳۰ سال در حال بهره‌برداری است و ۳ درصد از ظرفیت منصوبه با عمر بالای ۴۰ سال در حال بهره‌برداری است. این نیروگاه‌ها نرخ خروج اضطراری بسیار بالاتری نسبت به سایر نیروگاه‌ها دارد و امکان بهره‌برداری مستمر آن وجود ندارد. به عبارتی اگر این میزان ظرفیت در محدوده زمانی اوج مصرف سال حداکثر ظرفیت قابل استحصال خود را به شبکه سراسری قرار دهد؛ تکرار خروج اضطراری این نیروگاه‌ها، تداوم کسری برق به زمان‌های خارج از بازه زمانی پیک مصرف برق را محتمل می‌کند.

شکل ۱۱. توزیع عمر نیروگاه‌های منصوبه در کشور



مأخذ: محاسبات تحقیق بر اساس آمار تفصیلی صنعت برق ویژه مدیریت راهبردی، توانیر، ۱۴۰۲

## ۵.۲. عمر شبکه برق و پرباری آن

یکی دیگر از ریسک‌های بهره‌برداری زیرساخت‌های شبکه تأمین برق ظرفیت و عمر شبکه انتقال برق است. جدول ۵ عمر خطوط و پست‌های شبکه انتقال را نشانی می‌دهد. همانطور که در این نمودار ملاحظه می‌شود حدود ۲۰ درصد از ظرفیت پست‌های شبکه فرسوده بوده و با عمر بالای ۳۰ سال در حال بهره‌برداری بوده که ۱۵/۳ درصد از آن عمر بالای ۳۵ درصد را دارد. از سویی دیگر خطوط انتقال برق که برق تولیدی نیروگاه را به محدوده‌های شهری و صنعتی منتقل می‌کند از با دو

آسیب جدی عمر بالا و پیرشدگی (عدم کفایت ظرفیت خطوط) مواجه است. بر اساس جدول ۵، حدود ۲۹ درصد از عمر خطوط انتقال برق بالای ۲۰ سال است و بالغ بر ۲۱/۴ درصد از آن عمر بالای ۳۵ سال را دارد.

جدول ۵. توزیع عمر پست و خطوط شبکه انتقال (درصد)

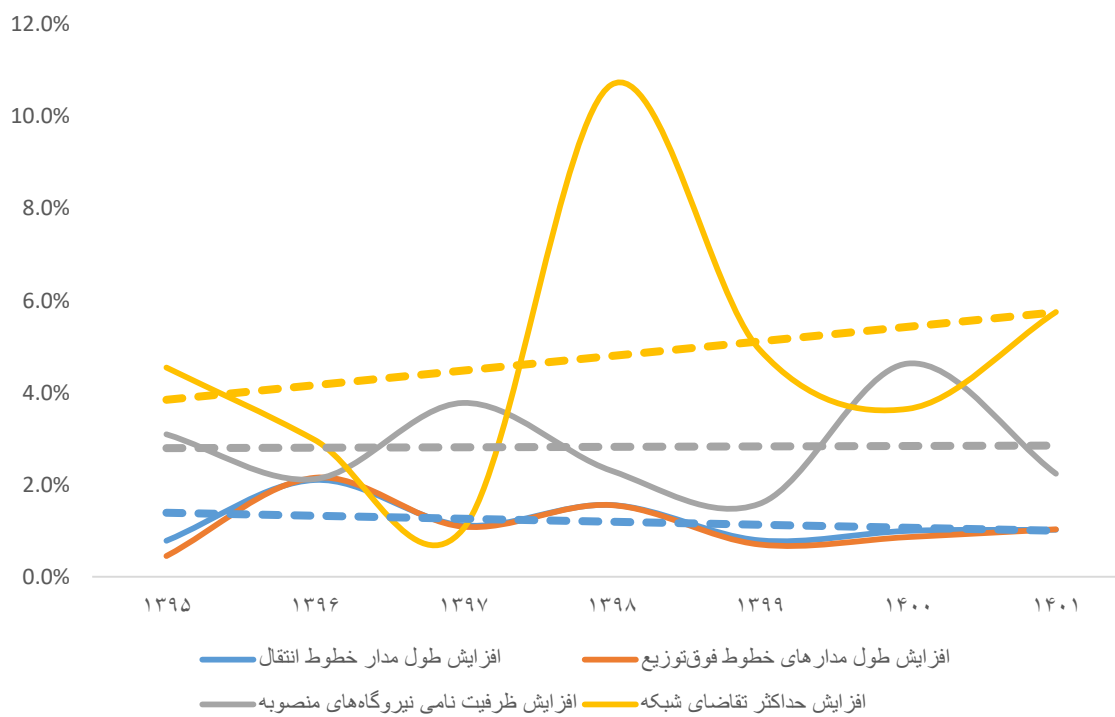
سن	درصد ظرفیت پست‌های انتقال به تفکیک عمر	درصد خطوط شبکه به تفکیک عمر
۵-۱	۱۹,۷	۶,۳
۱۰-۶	۱۳,۹	۴,۹
۱۵-۱۱	۱۸,۱	۱۵,۸
۲۰-۱۶	۱۲,۰	۱۶,۱
۲۵-۲۱	۱۰,۶	۱۷
۳۰-۲۶	۶,۱	۱۲,۱
۳۵-۳۱	۴,۲	۶,۴
بیش از ۳۵	۱۵,۳	۲۱,۴

مأخذ: ۵۶ سال صنعت برق در آییننامه آمار، توانیر، ۱۴۰۱.

یکی از نکات مهم در برق‌رسانی که طی سال‌های اخیر مورد غفلت قرار گرفته است وضعیت کفایت ظرفیت خطوط انتقالی در شبکه سراسری بوده است. همانطور که در شکل ۱۲ ملاحظه می‌شود انحراف میان ظرفیت نیروگاهی و خطوط انتقال برق در مقایسه با حداکثر نیاز تقاضای شبکه فزاینده بود. این عقب افتادگی در تقویت ظرفیت خطوط انتقالی برق بدین معناست که اگر ظرفیت تولید برق از محل‌هایی چون نیروگاه‌های برقی فراتر از حد انتظار و تا سقف ظرفیت عملی آن تولید توان داشته باشد، محدودیت‌های موجود در شبکه برق دارای ظرفیت مورد نیاز برای انتقال این برق نخواهد بود و شبکه با حبس تولید مواجه می‌شود. شایان توجه است دوره پیش‌برد و احداث خطوط انتقال به مراتب بیشتر از احداث پست انتقال و نیروگاه است و برنامه‌ریزی‌های بلندمدت برای تقویت این ظرفیت باید در تناسب توسعه ظرفیت تولید باشد.

شکل ۱۲. افزایش سالانه ظرفیت تولید و طول خطوط مدارهای شبکه انتقال در مقایسه با حداکثر نیاز تقاضا





مأخذ: محاسبات تحقیق بر اساس گزارش ۵۶ سال صنعت برق در آیین‌نامه آمار، توانیر، ۱۴۰۱.

## ۶. جمع‌بندی و پیشنهادها

در این پژوهش ضمن مرور عملکرد میان‌مدت صنعت برق در توسعه زیرساخت‌های برق، متمرکز بر عملکرد تأمین برق در زمان اوج مصرف در تابستان ۱۴۰۲ و ابعاد کسری برق شامل «برآورد شدت کمبود» و «بازه زمانی» این شرایط در تابستان سال جاری، پرداخته شد. بررسی انجام شده در خصوص ناترازی برق در تابستان ۱۴۰۲ نشان می‌دهد، با وجود افزایش ظرفیت نیروگاهی در سال ۱۴۰۲ فاصله میان نیاز تقاضا و حداکثر قدرت تأمین شده در پیک، فزونی یافته و میزان کسری برق در زمان پیک سال گذشته به رقم ۱۲/۴ هزار مگاوات رسید. این میزان از کسری برق در لحظه اوج مصرف برق بوده و در تابستان ۱۴۰۲ بدلیل استمرار بازه زمانی پرباری شبکه و افزایش ریسک بروز حوادث در شبکه، کسری برق به مراتب بیشتری نیز در شبکه سراسری برق ایجاد شده است. برای مدیریت مصرف و جابجایی بار این میزان کسری برق در سال ۱۴۰۲ بگونه‌ای برنامه‌ریزی شد که بالغ بر ۸۱ درصد از جابجایی بار، محدودیت و مدیریت مصرف به واحدهای تولیدی شامل صنایع بزرگ و با مصارف عمده، شهرک‌های صنعتی و مشترکین کشاورزی اعمال شود.

برای تابستان پیش‌رو صنعت برق علاوه بر اتکا به ظرفیت‌های تولید برق نیروگاه‌های برقی، برنامه‌ریزی‌هایی برای افزایش ظرفیت نامی منصوبه از طریق سرمایه‌گذاری‌های دولتی و خصوصی و صنایع انجام داده است. با عنایت به طرح‌های نیروگاهی در حال احداث و بهره‌برداری شده، محدوده حداکثر قدرت قابل تولید در زمان اوج مصرف تابستان ۱۴۰۳ در سه حد پایین، میانی (محتمل) و بالا، به ترتیب ۶۰/۹، ۶۲/۸ و ۶۵/۵ هزارمگاوات باشد. از سویی دیگر با توجه به افزایش مشترکین خانگی، صنعتی، کشاورزی و غیره و روند مصرفی آنان در فصل تابستان سنوات گذشته، حداکثر نیاز تقاضا در محدود ۷۶/۲ تا ۷۹/۲ هزارمگاوات برآورد می‌شود که حد میانی آن ۷۷/۷ هزارمگاوات است.

برای برآورد میزان کمبود برق، مقدار محتمل برای حداکثر قدرت قابل تأمین در کشور (بعلاوه واردات) با سه محدوده حداکثر نیاز تقاضا شبکه سراسری (بعلاوه صادرات، ظرفیت ذخیره) مقایسه شده است. بر این اساس، در زمان پیک مصرف تابستان ۱۴۰۳ حداقل ۱۴/۱- و حداکثر ۱۷- هزار مگاوات خواهد بود و حد میانی این میزان کمبود برق ۱۵/۶- هزار مگاوات خواهد بود. شایان توجه است، در صورت اعمال محدودیت‌های مصرفی به مشترکین جبران بخشی از این کسری برق به میزان ۱۱ هزارمگاوات، مابقی کسری در سه محدوده حد پایین، میانی و بالا که به ترتیب ۳/۱، ۴/۶ و ۶ هزارمگاوات است پاشنه آشیل امنیت تأمین برق در برهه حساس اجتماعی و سیاسی کشور است. در چنین شرایطی صنعت برق یا باید

محدودیت‌های اعمال به واحدهای تولید و با مصارف عمده را تشدید کند و یا تأمین بخش‌هایی از مشترکین خانگی را محدود نماید.

بررسی انجام شده در این پژوهش نشان می‌دهد طی هفته دوازدهم (۱۲) تا بیست و هشتم (۲۸) سال، کشور با کسری برق مواجه بوده که این میزان در هفته شانزدهم (۱۶) تا بیست و سوم (۲۳) به بیشینه مقدار خود می‌رسد. بررسی اساس مطالعه انجام شده در این پژوهش کسری برق طی طی هفته دوازدهم (۱۲) تا بیست و هشتم (۲۸) سال بطور متوسط ۱۰ هزار مگاوات است. این استمرار پرباری شبکه در کنار عمر بالای برخی از تجهیزات نیروگاهی و شبکه انتقال برق می‌تواند نرخ خروج اضطراری تجهیزات و بروز حوادث را دوچندان کند.

تدبیر رفع این کسری قابل توجه برق نیازمند بررسی در دو افق کوتاه‌مدت و بلندمدت است. طی دو دهه اخیر عملکرد سرمایه‌گذاری در صنعت برق موجب آسیب به امنیت سرمایه و اعتماد بخش خصوصی شده است و اقدامات در حال اجرای وزارت نیرو گامی رو به جلو بوده، لکن ۱- باید این روند اصلاحی با حضور بخش خصوصی روند تکاملی به خود بگیرد ۲- تصمیم‌هایی در حال اجرا از حالت شخص‌محوری به سمت ساختار محوری هدایت و بستر حقوقی و قانونی متقنی به خود بگیرد<sup>۱۲</sup>. ضمن در نظر گرفتن هر یک از مسائل و چالش‌های پیش‌گفته، با توجه به اینکه دامنه این پژوهش به امنیت تأمین برق در تابستان ۱۴۰۳ معطوف می‌شود، پیشنهادهایی کوتاه‌مدت و محدود به مدت زمان باقی‌مانده و در دوره پیک مصرف به شرح ذیل ارائه می‌شود.

- ایجاد کمپین اختصاصی با استفاده از پلتفرم با انرژی شامل آموزش و آگاهی از طریق داده‌کاوی و شناسایی مشترکین هدف اعم از ۱- مشترکین با احتمال **Bill Shock**، ۲- مشترکین با مصارف بالاتر از الگو (دو برابر و بالاتر)، ۳- شناسایی مشترکین دارای کولر گازی در مناطق عادی، ۴- مشترکین جنوب کشور و ۵- مشترکین در سکونت‌گاه‌های غیردائم و شهرک‌های مسکونی - تفریحی
- تقویت کارهای ترویجی، اطلاع‌رسانی و آگاه‌سازی در بستر رسانه‌های موجود و فضای مجازی پیرامون کاهش مصرف برق در مشترکین خانگی و تأکید بر مشوق‌های پیش‌بینی شده و جرائم (افزایش هزینه قبوض) مترتب از الگوی رفتار مصرف برق آنها.

<sup>۱۲</sup> رعایت ماده (۲۴) قانون بهبود مستمر محیط کسب و کار و آیین‌نامه اجرایی آن.

- نصب شمارشگرهای هوشمند و تجهیزات قطع و وصل از راه دور برای کنترل مصرف ادارات و سایر مراکز دولتی و استفاده از ژنراتورهای منصوبه در مراکز نظامی و حساس در زمان‌های پیک مصرف برق.
- تقویت همکاری میان وزارت نیرو و استانداری‌ها برای مدیریت محدودیت‌ها و کمبود برق در استان‌ها نظیر تنفیذ اختیار به استانداران برای تغییر ساعات کار ادارات به منظور پخش بار بهینه شبکه سراسری در طی ساعات روز
- افزایش تأمین برق صنایع متناسب به کاهش مصرف برق در مشترکین خانگی
- موظف نمودن دستگاه‌های اجرائی کشور، نهادهای عمومی غیردولتی به کاهش مصرف برق در ساعات اداری حداقل به میزان ۳۰ درصد نسبت به دوره مشابه سال گذشته
- تغییر ساعات کار پمپ‌های آب کشاورزی به منظور کاهش مصرف در زمان پیک