

# چشم انداز برق در سال ۱۴۰۵؛ تحلیل سناریوها و راهبردها



معاونت مطالعات اقتصادی و آینده پژوهی  
اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران





**معاونت مطالعات اقتصادی و آینده پژوهی**  
**اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران**

---

## **چشم‌انداز برق در سال ۱۴۰۵؛ تحلیل سناریوها و راهبردها**

**تدوین: علیرضا اسدی**

---

**از طریق پست الکترونیکی زیر می‌توانید پیشنهادهای و نظرات اصلاحی خود را به واحد**  
**مربوطه منعکس نمایید:**

[economic\\_research@tccim.ir](mailto:economic_research@tccim.ir)

**مواضع این گزارش، الزاما مواضع اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران نیست.**

**استفاده از مطالب این گزارش با ذکر منبع بلامانع است.**

**اردیبهشت ۱۴۰۵**

## خلاصه مدیریتی

برق در سال ۱۴۰۵ در اثر ترکیبی از تغییرات ساختاری، تغییرات عرضه و تحولات الگوی تقاضا با یک «تعادل شکننده» مواجه است. رشد مصرف خانگی و عمومی، کاهش رشد تقاضای صنعتی، محدودیت‌های عملیاتی نیروگاه‌ها و افزایش سهم تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، به پیچیدگی‌های بیشتری در نظام تامین برق در ساعات پیک منجر خواهند شد. از سوی دیگر، اصلاحات ساختاری در سازوکارهای قیمت برق، توسعه بورس انرژی و حرکت به سمت خودتامینی صنایع، می‌تواند به کاهش ناترازی‌ها و افزایش تاب‌آوری کمک کند. این شرایط همچنان بیانگر آن است که برق برای صنایع کوچک و متوسط در ادامه روند سال‌های اخیر، یک نهاده مطمئن و بدون ریسک نیست و مدیریت آن باید بخشی از تصمیمات راهبردی و عملیاتی بنگاه‌ها شود.

تحلیل‌های ارائه شده در این گزارش با استفاده از سناریونگاری، مسیرهای مختلف تامین برق در سال ۱۴۰۵ را بررسی می‌کند و پیامدهای احتمالی بر صنایع (با تمرکز بر کوچک و متوسط‌ها) را ترسیم می‌کند. سناریوها نشان می‌دهند که در شرایط ناترازی، صنایع کوچک و متوسط گروهی هستند که همچنان محدودیت‌های مصرف را تجربه خواهند کرد، اما در سناریوی مدیریت‌شده و تعادل شکننده، امکان پیش‌بینی بیشتر و کاهش خاموشی‌های ناگهانی وجود دارد. راهبردهای عملیاتی ارائه شده شامل بهینه‌سازی مصرف، انعطاف تولید، سرمایه‌گذاری در انرژی تجدیدپذیر و مشارکت جمعی در مدیریت بار است که می‌تواند تاب‌آوری صنایع را در سال پیش‌رو افزایش دهد. همچنین با توجه به وقوع جنگ ۴۰ روزه، ممکن است اولویت وزارت نیرو از تعادل شکننده به تاب‌آوری فعال و تمرکززدایی تغییر پیدا کند در نتیجه صنایع باید خود را برای الزامات جدید تأمین برق پراکنده و افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری آماده کنند.

در مجموع، این گزارش به مدیران صنایع کمک می‌کند تا برق را نه فقط به‌عنوان یک ورودی عملیاتی، بلکه به‌عنوان یک ریسک کلان راهبردی در نظر بگیرند و برنامه‌های خود را با سناریوهای محتمل سال ۱۴۰۵ هماهنگ کنند. رویکرد تحلیلی ارائه شده امکان اتخاذ تصمیمات آگاهانه و کاهش اثرات محدودیت‌های برق بر تولید و هزینه‌ها را فراهم می‌سازد.

## فهرست مطالب

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| خلاصه مدیریتی.....                                                                   | ۲  |
| ۱- مقدمه.....                                                                        | ۴  |
| ۲- روندها و نیروهای پیشران مؤثر بر وضعیت برق در سال ۱۴۰۵.....                        | ۴  |
| ۲-۲- عوامل ساختاری و حکمرانی در صنعت برق.....                                        | ۵  |
| ۲-۳- روندهای عرضه برق.....                                                           | ۷  |
| ۲-۴- روندهای تقاضای برق.....                                                         | ۸  |
| ۳- سناریوهای تامین برق در سال ۱۴۰۵.....                                              | ۱۰ |
| ۳-۱- سناریوی «مدیریت ناترازی با فشار به صنایع».....                                  | ۱۱ |
| ۳-۲- سناریوی «تعادل شکننده اما قابل مدیریت».....                                     | ۱۱ |
| ۳-۳- برآورد احتمال وقوع سناریوهای برق در سال ۱۴۰۵.....                               | ۱۱ |
| ۳-۴- پیامدهای کلیدی برای صنایع سبک.....                                              | ۱۲ |
| ۴- توصیه‌های راهبردهای برای مدیریت برق صنایع در سال ۱۴۰۵.....                        | ۱۳ |
| ۵- تأثیر جنگ ۴۰ روزه بر چشم‌انداز برق ۱۴۰۵؛ ظهور پارادایم تاب‌آوری و تمرکززدایی..... | ۱۵ |
| منابع.....                                                                           | ۱۷ |

## ۱- مقدمه

صنعت برق ایران در سال‌های اخیر با مجموعه‌ای از چالش‌های ساختاری، اقتصادی و نهادی روبرو بوده است که اثر مستقیم بر بخش صنعت و معدن گذاشته است. رشد شهرنشینی، افزایش مصرف خانگی، کمبود تولید نیروگاه‌های حرارتی و نوسانات منابع تجدیدپذیر، همه به ناترازی‌های فصلی و ساعتی در شبکه منجر شده‌اند. همزمان، ساختار قیمت‌گذاری برق و ناترازی مالی صنعت برق، محدودیت سرمایه‌گذاری و کاهش انگیزه اصلاحات عملیاتی را ایجاد کرده است. این عوامل نشان می‌دهند که درک وضعیت آینده شبکه برق بدون تحلیل روندها، نیروهای پیشران و سناریوهای احتمالی، برای صنایع و مدیران، تصویر ناقصی ارائه می‌کند.

این گزارش با هدف ارائه تصویری تحلیلی از وضعیت برق در سال ۱۴۰۵ تهیه شده است. رویکرد مورد استفاده ترکیبی از تحلیل روندها، بررسی نیروهای پیشران کلان، مطالعه تغییرات عرضه و تقاضا و سناریونگاری است تا پیامدهای عملیاتی و راهبردی برق برای بخش صنعت و معدن روشن شود. تمرکز گزارش بر صنایع کوچک و متوسط است، زیرا این صنایع به دلیل وابستگی بالاتر به شبکه عمومی و محدودیت منابع داخلی، بیشترین حساسیت را نسبت به ناترازی‌ها و محدودیت‌های مصرف دارند.

روش‌شناسی گزارش بر اساس شناسایی روندهای کلان اقتصادی و سیاسی، تحلیل ساختار حکمرانی و بازار برق، ارزیابی ظرفیت عملی تولید و بررسی الگوی مصرف صنایع و خانوارها است. سپس با ترسیم سناریوهای مختلف تأمین برق، پیامدهای کوتاه‌مدت و بلندمدت برای صنایع بررسی شده و راهبردهای عملیاتی و راهبردی برای افزایش تاب‌آوری، کاهش ریسک و بهینه‌سازی مصرف ارائه شده است. هدف اصلی این گزارش، کمک به مدیران صنایع با اطلاعات و تحلیل لازم برای برنامه‌ریزی مؤثر و اتخاذ تصمیمات راهبردی در سال ۱۴۰۵ است.

## ۲- روندها و نیروهای پیشران مؤثر بر وضعیت برق در سال ۱۴۰۵

تحلیل آینده صنعت برق بدون درک روندهای ساختاری و نیروهای پیشران آن، به پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت و واکنشی محدود می‌شود. در رویکرد آینده‌پژوهی، «رشد» به تغییرات نسبتاً پایدار و جهت‌دار گفته می‌شود که در طول زمان شکل گرفته و در صورت تداوم شرایط، احتمال استمرار دارند. برای مثال، افزایش سهم مصرف خانگی در اوج بار یا حرکت تدریجی به سمت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، روندهایی هستند که طی چند سال اخیر قابل مشاهده بوده‌اند. این روندها نشانه‌هایی از تغییرات عمیق‌تر در ساختار اقتصاد و الگوی مصرف انرژی کشور هستند.

در مقابل، «نیروی پیشران» به عواملی اطلاق می‌شود که این روندها را ایجاد یا تقویت می‌کنند. نیروهای پیشران معمولاً در سطوح کلان اقتصادی، سیاسی، فناورانه یا نهادی قرار دارند و می‌توانند جهت حرکت سیستم را تغییر دهند. برای نمونه، رکود تورمی یک نیروی پیشران اقتصادی است که هم بر سمت عرضه برق (از طریق کاهش سرمایه‌گذاری) و هم بر سمت تقاضا (از طریق تغییر ساختار تولید صنعتی) اثر می‌گذارد. در این گزارش، سال ۱۴۰۵ نه به عنوان یک نقطه زمانی منفصل، بلکه به عنوان برآیند تعامل این روندها و نیروهای پیشران تحلیل می‌شود. چنین رویکردی کمک می‌کند تا تصمیمات خود را بر مبنای درک ساختاری از آینده اتخاذ کنند، نه صرفاً واکنش به بحران‌های مقطعی.

## ۲-۱- روندهای کلان و نیروهای پیشران

### رکود تورمی و محدودیت ظرفیت سرمایه‌گذاری در زیرساخت انرژی

اقتصاد ایران طی سال‌های اخیر با ترکیبی از رشد اقتصادی پایین و تورم مزمن مواجه بوده است؛ وضعیتی که در ادبیات اقتصادی از آن به عنوان رکود تورمی یاد می‌شود. این شرایط آثار مستقیمی بر صنعت برق دارد. نخست آنکه منابع مالی دولت برای سرمایه‌گذاری در توسعه نیروگاه‌ها، شبکه انتقال و نوسازی تجهیزات محدود می‌شود. صنعت برق ماهیتی سرمایه‌بر دارد و توسعه هر هزار مگاوات ظرفیت جدید نیازمند منابع قابل توجه ارزی و ریالی است. در شرایطی که بودجه عمومی با کسری ساختاری مواجه است، تأمین مالی پایدار پروژه‌های بزرگ نیروگاهی با دشواری روبه‌رو می‌شود.



دوم آنکه رکود اقتصادی توان بخش خصوصی برای ورود به پروژه‌های بلندمدت انرژی را کاهش می‌دهد. سرمایه‌گذاری در نیروگاه، بازگشت سرمایه‌ای میان مدت تا بلندمدت دارد و در محیطی با نااطمینانی بالا، جذابیت آن کاهش می‌یابد. در نتیجه، حتی اگر سیاست‌گذار بر افزایش ظرفیت تأکید کند، محدودیت‌های مالی می‌تواند سرعت تحقق برنامه‌ها را کاهش دهد. این وضعیت در سال ۱۴۰۵ می‌تواند به شکاف میان ظرفیت اسمی اعلام‌شده و ظرفیت عملی قابل اتکا در اوج مصرف منجر شود.

## افزایش ریسک‌های سیاسی و تأثیر آن بر پایداری زنجیره تأمین انرژی

ریسک‌های سیاسی داخلی و خارجی نیز به‌عنوان نیروی پیشران مهمی عمل می‌کنند. صنعت برق به تجهیزات پیشرفته، فناوری‌های کنترلی، توربین‌ها و قطعات خاص وابسته است که بخشی از آنها وارداتی هستند یا نیاز به همکاری‌های بین‌المللی دارند. افزایش ریسک سیاسی می‌تواند دسترسی به این فناوری‌ها را دشوارتر کند و هزینه‌های نگهداری و نوسازی را افزایش دهد. همچنین نااطمینانی سیاسی موجب افزایش نرخ تنزیل مورد انتظار سرمایه‌گذاران می‌شود؛ به بیان ساده‌تر، سرمایه‌گذاران برای ورود به پروژه‌های بلندمدت انرژی، بازدهی بالاتری مطالبه می‌کنند یا از سرمایه‌گذاری صرف‌نظر می‌کنند.

وقوع جنگ ۴۰ روزه ایران و آمریکا در سال ۱۴۰۴، ریسک‌های سیاسی و امنیتی را از حالت «احتمال وقوع» به «واقعیت ماندگار با آثار ساختاری» تبدیل کرده است. پیش از جنگ، تحلیل‌ها بر امکان محدودیت دسترسی به فناوری‌ها و افزایش نرخ تنزیل سرمایه‌گذاران متمرکز بود، اما پس از جنگ، صنعت برق با پدیده جدیدی مواجه است: **هزینه دائمی و فزاینده امنیت زیرساخت**. حملات محدود به نیروگاه‌ها و شبکه توزیع نشان داد که شبکه متمرکز برق یک هدف راهبردی در مناقشات نظامی است. در نتیجه، وزارت نیرو ناگزیر به اختصاص منابع قابل توجه (به مقاومت‌سازی فیزیکی و سایبری، استقرار سیستم‌های پایش لحظه‌ای و افزایش ذخیره‌های راهبردی تجهیزات کلیدی) می‌شود. این هزینه‌های امنیتی که پیش از جنگ در مدل‌های اقتصادی نیروگاه‌ها لحاظ نمی‌شد، اکنون به یک سربار غیرقابل حذف تبدیل می‌شود و قیمت تمام‌شده برق را افزایش می‌دهد. افزون بر این، تداوم فضای پساجنگ، شرکت‌های بیمه و تأمین‌کنندگان بین‌المللی تجهیزات را به بازنگری در پوشش ریسک واداشته که خود به کاهش اعتبارات اسنادی و افزایش هزینه تأمین قطعات یدکی حساس دامن می‌زند. برای صنایع کوچک و متوسط، پیامد این وضعیت نه فقط تداوم ناترازی، بلکه افزایش قابلیت پیش‌بینی‌ناپذیری شبکه در مقایسه با دوره پیش از جنگ است؛ چراکه هر تنش امنیتی می‌تواند بدون هشدار قبلی، بخشی از شبکه را از مدار خارج کند.

در چنین فضایی، صنعت برق بیشتر به حفظ ظرفیت موجود و مدیریت کوتاه‌مدت شبکه متمایل می‌شود تا اصلاحات ساختاری عمیق. پیامد این رویکرد، تداوم ناترازی‌های مزمن و افزایش احتمال مدیریت اداری بار در دوره‌های اوج مصرف است؛ مدیریتی که معمولاً با اعمال محدودیت بر صنایع همراه می‌شود.

## ۲-۲- عوامل ساختاری و حکمرانی در صنعت برق

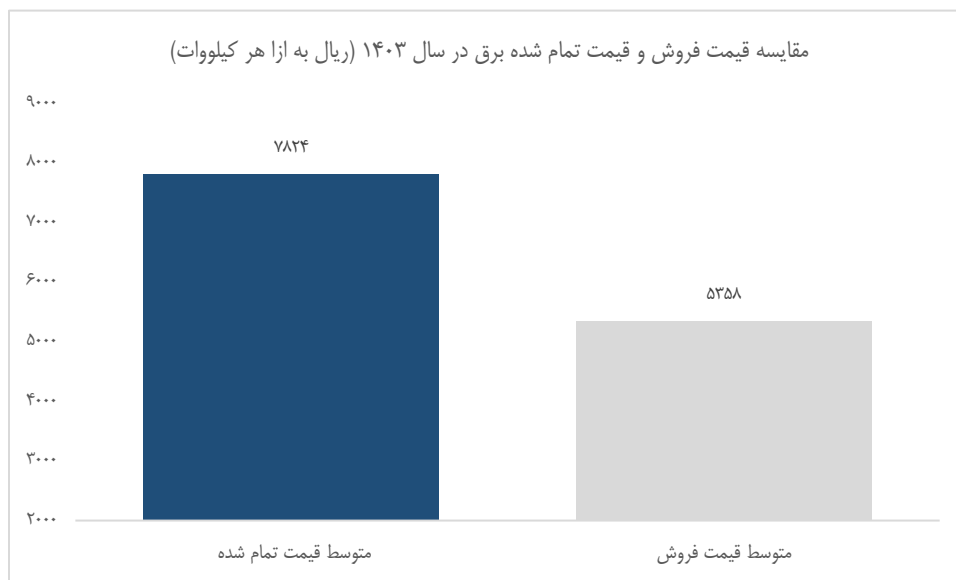
### ساختار قیمت‌گذاری و مسئله ناترازی مالی صنعت برق

یکی از مهم‌ترین عوامل ساختاری در صنعت برق ایران، فاصله میان قیمت تکلیفی فروش برق و هزینه واقعی تولید و انتقال و توزیع آن است. در چارچوب یارانه‌ای موجود، بخش قابل توجهی از هزینه برق توسط دولت یا از طریق انباشت بدهی در زنجیره صنعت برق پوشش داده می‌شود. این وضعیت موجب شکل‌گیری ناترازی مالی در شرکت‌های تولید و توزیع شده است. ناترازی مالی صنعت برق نتیجه ترکیب چند عامل ساختاری است: «قیمت‌گذاری تکلیفی برق و عدم انطباق آن با هزینه‌های واقعی تولید، انتقال و توزیع»، «رشد هزینه‌های سرمایه‌ای و بهره‌برداری»، «محدودیت منابع عمومی دولت». بر اساس گزارش حسابرسی صورت‌های مالی شرکت توانیر، متوسط قیمت فروش برق در سال ۱۴۰۳ برابر با ۵۳۵۸ ریال به ازای هر کیلووات ساعت بوده در حالی که قیمت تمام‌شده بر اساس مجموع هزینه‌ها، برابر با ۷۸۲۴ ریال بوده است (نمودار ۱). این

تفاوت قیمت تکلیفی و قیمت تمام شده منجر به انباشت بدهی دولت به صنعت برق شده است که برآوردها حاکی از مبلغی بالغ بر ۲۰۰ هزار میلیارد تومان می باشد. ناترازی مالی به معنای کاهش توان سرمایه‌گذاری، تأخیر در پرداخت مطالبات نیروگاه‌ها و فرسودگی تدریجی زیرساخت‌هاست.

از منظر اقتصادی، قیمت پایین انرژی سیگنال درستی به مصرف‌کننده ارسال نمی‌کند و انگیزه کافی برای بهینه‌سازی مصرف ایجاد نمی‌شود. در نتیجه، در دوره‌های اوج مصرف، فشار بر شبکه افزایش می‌یابد. تا زمانی که اصلاحات تدریجی در ساختار قیمت‌گذاری با ملاحظات اجتماعی و حمایتی همراه نشود، ناترازی ساختاری صنعت برق تداوم خواهد داشت و در سال ۱۴۰۵ نیز به صورت محدودیت در عرضه خود را نشان خواهد داد.

### نمودار ۱ - مقایسه قیمت فروش و قیمت تمام شده برق در سال ۱۴۰۳



### حرکت به سمت بازارمحوری و توسعه بورس انرژی

در سال‌های اخیر، سیاست‌گذار تلاش کرده سهم معاملات برق در بورس انرژی را افزایش دهد و امکان قراردادهای دوجانبه میان تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان بزرگ را توسعه دهد. وزارت نیرو اعلام کرده است که تا پایان سال ۱۴۰۴ حدود ۳۵ درصد معاملات برق از طریق بورس انرژی انجام خواهد شد و بر اساس تکالیف برنامه هفتم نیز این میزان باید به ۶۰ درصد تا پایان برنامه هفتم برسد. این حرکت به سمت بازارمحوری می‌تواند چند پیامد مثبت داشته باشد. نخست، کشف قیمت شفاف‌تر و نزدیک‌تر به واقعیت اقتصادی. دوم، افزایش انگیزه برای سرمایه‌گذاری خصوصی در نیروگاه‌ها. سوم، امکان مدیریت ریسک قیمتی برای مصرف‌کنندگان بزرگ از طریق قراردادهای بلندمدت.

از طرف دیگر با انجام اصلاحات قانون مانع‌زدایی صنعت برق گام‌هایی برای آزادسازی قیمت‌های بخش‌های صنعتی و مشترکان خانگی پر مصرف برداشته شده است. با این حال، گذار به نظام بازارمحور نیازمند زیرساخت نهادی و تنظیم‌گری کارآمد است. در غیر این صورت، ممکن است صنایع کوچک و متوسط که قدرت چانه‌زنی کمتری دارند، در معرض نوسانات قیمتی قرار گیرند. بنابراین، سال ۱۴۰۵ می‌تواند مقطعی باشد که هم فرصت تعمیق بازار برق وجود دارد و هم خطر انتقال ناگهانی هزینه‌ها به بخش صنعت.

## ضعف هماهنگی سیاست‌های انرژی و صنعت

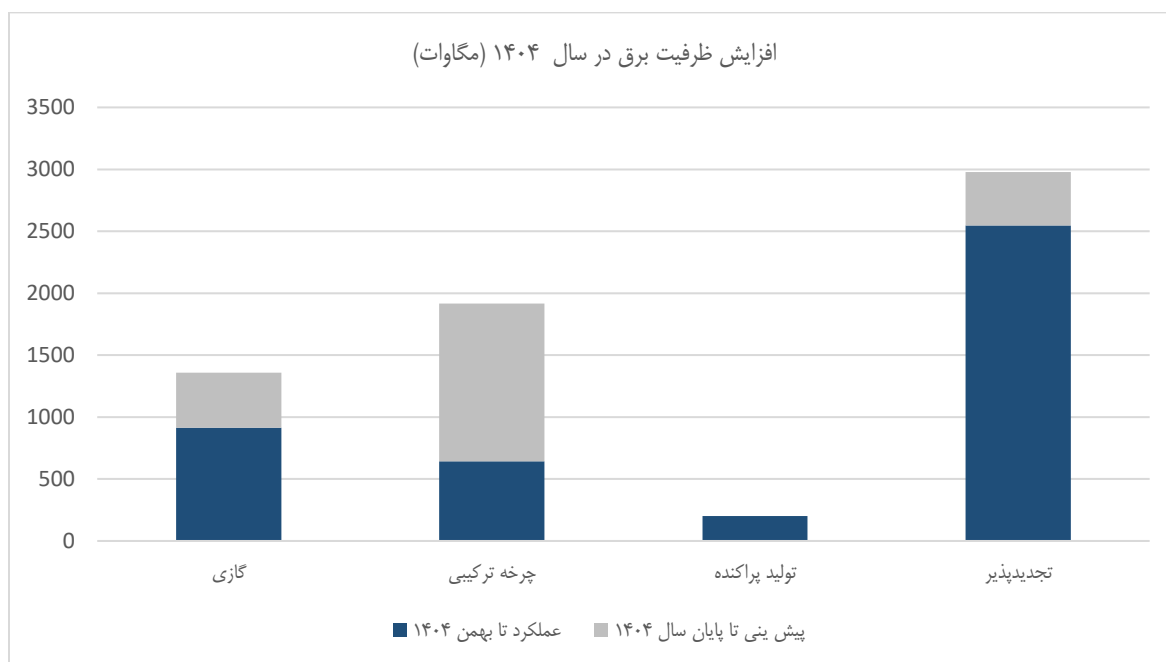
یکی دیگر از مسائل ساختاری، نبود هماهنگی کامل میان سیاست‌های توسعه صنعتی و سیاست‌های انرژی است. در بسیاری از موارد، برنامه‌های توسعه صنعتی بدون برآورد دقیق از ظرفیت تأمین برق یا گاز طراحی می‌شوند. نتیجه این عدم هماهنگی، افزایش فشار بر شبکه در زمان بهره‌برداری از پروژه‌های صنعتی جدید است. از سوی دیگر، در دوره‌های کمبود برق، تصمیمات کوتاه‌مدت برای مدیریت بار اتخاذ می‌شود که می‌تواند با اهداف بلندمدت توسعه صنعتی در تعارض باشد. با توجه به تداوم این وضعیت در سال ۱۴۰۵، و عدم ترمیم شکاف سیاستی، انتظار می‌رود محدودسازی مصرف صنایع در دوره‌های اوج مصرف همچنان در دستور کار دولت قرار داشته باشد.

## ۳-۲- روندهای عرضه برق

### توسعه ظرفیت تولید و محدودیت‌های عملیاتی

بر اساس اعلام رسمی وزارت نیرو و شرکت توانیر، طی سال‌های اخیر ظرفیت نیروگاهی کشور افزایش یافته و برنامه‌هایی برای توسعه نیروگاه‌های حرارتی و تجدیدپذیر در حال اجراست. همانطور که در نمودار (۲) دیده می‌شود تا پایان بهمن ۱۴۰۴، به میزان ۴۳۰۶ مگاوات به ظرفیت تولید برق اضافه شده است که حدود ۶۰ درصد آن تجدیدپذیر خورشیدی و بادی است. همچنین وزارت نیرو پیش‌بینی کرده است تا پایان سال ۲۱۵۰ مگاوات دیگر به این ظرفیت اضافه خواهد شد.

### نمودار ۲- افزایش ظرفیت تولید برق در سال ۱۴۰۴



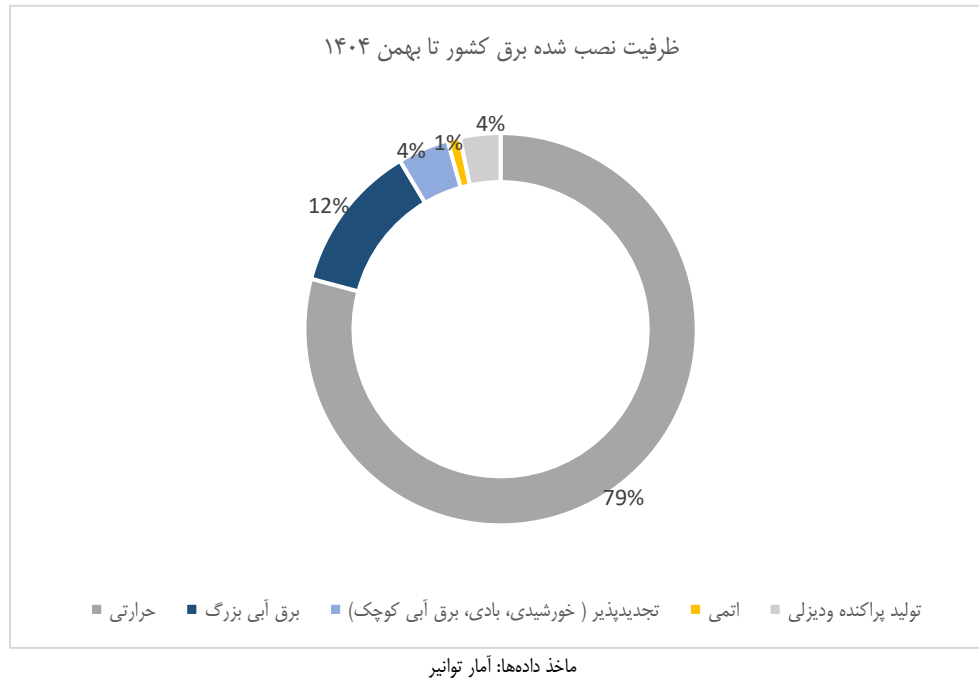
ماخذ داده‌ها: آمار توانیر

با این حال، افزایش ظرفیت اسمی لزوماً به معنای افزایش ظرفیت عملی در همه ساعات سال نیست. بخشی از نیروگاه‌های حرارتی کشور با فرسودگی مواجه‌اند و راندمان پایین‌تری دارند. همچنین محدودیت تأمین سوخت در زمستان می‌تواند بر آمادگی نیروگاه‌ها اثر بگذارد. از سوی دیگر، تولید تجدیدپذیر به شرایط آب‌وهوایی وابسته است و در ساعات اوج مصرف تابستان، همزمانی کامل میان تولید خورشیدی و پیک مصرف



تضمین شده نیست. بنابراین، حتی در صورت تحقق برنامه‌های توسعه، ناترازی فصلی و ساعتی می‌تواند پابرجا بماند. نمودار (۳) وضعیت ظرفیت تولید برق کشور را نشان می‌دهد که از ۹۸۹۴۱ مگاوات کل ظرفیت برق تولیدی، ۷۹ درصد متعلق به نیروگاه‌های حرارتی (بخاری، گازی و سیکل ترکیبی) و ۴ درصد از نیروگاه‌های تجدیدپذیر (خورشیدی، بادی و ...) است.

### نمودار ۳- ظرفیت تولید برق در سال ۱۴۰۴ به تفکیک بخش



### افزایش خودتأمینی و دوگانه شدن ساختار تأمین برق

یکی از روندهای مهم سال‌های اخیر، حرکت صنایع بزرگ به سمت احداث نیروگاه‌های اختصاصی یا مشارکت در پروژه‌های تولید برق است. این روند می‌تواند فشار بر شبکه سراسری را کاهش دهد و تاب‌آوری صنایع بزرگ را افزایش دهد. با این حال، صنایع کوچک و متوسط که توان سرمایه‌گذاری در نیروگاه اختصاصی ندارند، همچنان به شبکه عمومی وابسته باقی می‌مانند.

در نتیجه، ساختار تأمین برق ممکن است دوگانه شود: صنایع بزرگ با دسترسی نسبی پایدارتر به انرژی و صنایع کوچک و متوسط با آسیب‌پذیری بیشتر در برابر مدیریت بار. این شکاف در سال ۱۴۰۵ می‌تواند بر رقابت‌پذیری و پایداری فعالیت صنایع کوچک و متوسط اثر بگذارد.

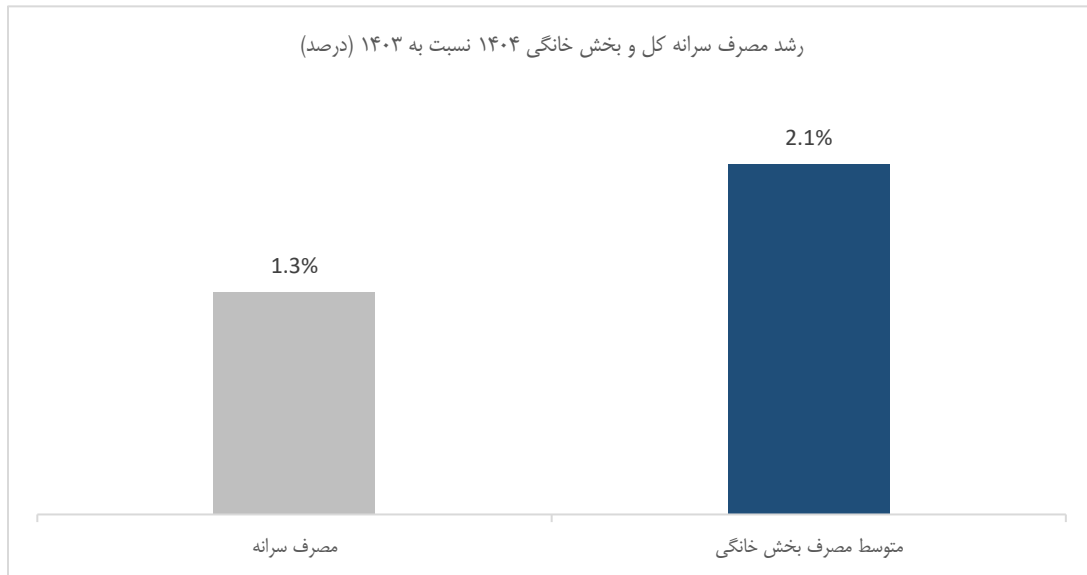
### ۲-۴ روندهای تقاضای برق

#### تغییر ترکیب تقاضا و افزایش سهم بخش خانگی در اوج بار

طی سال‌های اخیر، رشد شهرنشینی، افزایش سطح دسترسی به تجهیزات سرمایشی و تغییر الگوی مصرف خانوار موجب شده سهم بخش خانگی در اوج مصرف تابستان افزایش یابد. اوج بار شبکه عمدتاً در ساعات گرم تابستان رخ می‌دهد و در این دوره، تقاضای خانگی نقش تعیین‌کننده‌ای

در فشار بر شبکه دارد. همانطور که در نمودار (۴) دیده می شود رشد متوسط مصرف کل ۱.۳ درصد بوده است درحالی که رشد متوسط سرانه خانگی ۲.۱ درصد بوده است.

#### نمودار ۴- مقایسه رشد مصرف سرانه برق کل و بخش خانگی در سال ۱۴۰۴ نسبت ۱۴۰۳



ماخذ داده‌ها: آمار توانیر

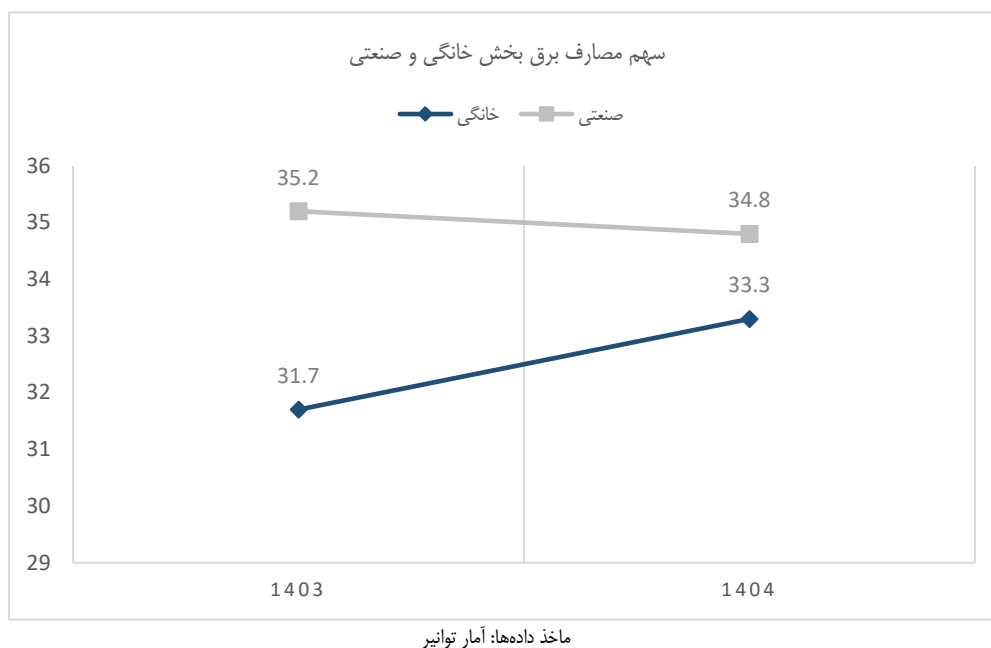
از منظر سیاست‌گذاری عمومی، قطع برق گسترده در بخش خانگی می‌تواند پیامدهای اجتماعی و سیاسی داشته باشد. بنابراین، در شرایط کمبود، تمایل سیاست‌گذار به حفظ پایداری برق خانگی بیشتر است. پیامد این اولویت‌بندی، انتقال بار تعدیل مصرف به بخش صنعت است. به بیان دیگر، در دوره‌های ناترازی، صنایع نخستین گزینه برای اعمال محدودیت مصرف خواهند بود. این سازوکار رفتاری در سال‌های گذشته تجربه شده و احتمال تداوم آن در سال ۱۴۰۵ وجود دارد.

#### روند صنعت‌زدایی نسبی و کاهش رشد مصرف صنعتی

در کنار رشد مصرف خانگی، نشانه‌هایی از کاهش رشد بخش صنعت در اقتصاد مشاهده می‌شود. رکود سرمایه‌گذاری صنعتی و محدودیت‌های تولید باعث شده نرخ رشد مصرف برق صنعتی نسبت به دهه‌های قبل کندتر شود. (نمودار ۵- سهم مصارف بخش صنعتی ۱.۱ درصد کاهش یافته است). این وضعیت در ظاهر می‌تواند فشار بر شبکه را کاهش دهد، اما از منظر توسعه اقتصادی، نشانه‌ای از تضعیف پایه‌های تولیدی کشور است.

اگر این روند ادامه یابد، ساختار تقاضای برق بیش از پیش به سمت مصرف غیرمولد متمایل می‌شود. چنین تغییری از نظر بهره‌وری کل اقتصاد نامطلوب است، زیرا سهم بیشتری از انرژی صرف مصرف نهایی می‌شود و سهم کمتری در تولید ارزش افزوده به کار می‌رود. این تغییر ساختاری می‌تواند بر سیاست‌های تخصیص برق در سال ۱۴۰۵ اثر بگذارد و جایگاه صنعت در اولویت‌بندی مصرف را تضعیف کند.

### نمودار ۵- سهم مصرف برق بخش خانگی و صنعتی در سال ۱۴۰۳ و ۱۴۰۴



برآیند روندهای و نیروهای پیشران کلان، مسائل ساختاری حکمرانی برق و تغییرات عرضه و تقاضا نشان می‌دهد که وضعیت برق در سال ۱۴۰۵ نه با بحران فروپاشنده، بلکه با «تعادل شکننده» مواجه خواهد بود. تعادلی که به‌شدت به شرایط آب‌وهوایی، تأمین سوخت، نحوه مدیریت مصرف و تصمیمات سیاستی وابسته است. در چنین شرایطی، صنعت برق توان پاسخ‌گویی کامل و بدون وقفه به همه تقاضاها را در همه ساعات سال نخواهد داشت و مدیریت بار به‌عنوان ابزار تنظیم تعادل عرضه و تقاضا باقی می‌ماند. برای صنایع، این بدان معناست که برق در سال ۱۴۰۵ یک نهاده کاملاً تضمین شده و بدون ریسک نخواهد بود، بلکه متغیری است که تحت تأثیر سیاست، اقتصاد و ساختار حکمرانی قرار دارد. درک این واقعیت، مبنای طراحی سناریوهای تأمین برق و تدوین راهبردهای بنگاهی خواهد بود.

### ۳- سناریوهای تأمین برق در سال ۱۴۰۵

تأمین برق در سال ۱۴۰۵ با دو عامل عدم قطعیت عمده مواجه است که مسیر آینده شبکه و صنایع را تعیین می‌کنند: سطح تحقق اصلاحات ساختاری در بازار برق و شدت ناترازی میان عرضه و تقاضا در پیک مصرف. اصلاحات ساختاری شامل اجرای آزادسازی قیمت‌ها، تعمیق بازار برق و افزایش کارایی شبکه است. شدت ناترازی نیز تابع رشد تقاضا در بخش خانگی، وضعیت صنعت‌زدایی، ظرفیت نیروگاهی و محدودیت‌های عملیاتی ناشی از فرسودگی تجهیزات و وابستگی تولید تجدیدپذیر به شرایط جوی است.

سناریونگاری در این چارچوب به ما امکان می‌دهد زنجیره‌ای از وقایع احتمالی را ترسیم کنیم و پیامدهای آن را برای صنایع سبک تحلیل کنیم، بدون آنکه به حدسیات سنتی خوش‌بینانه یا بدبینانه محدود شویم. بر این اساس دو سناریو «مدیریت ناترازی با فشار به صنایع» و «تعادل شکننده اما قابل مدیریت» را می‌توان برای سال ۱۴۰۵ ترسیم کرد.



### ۳-۱- سناریوی «مدیریت ناترازی با فشار به صنایع»

در این سناریو، ظرفیت نیروگاهی تا حدی افزایش می‌یابد، اما محدودیت‌های عملیاتی و نوسانات تولید تجدیدپذیر باعث می‌شوند که پیک مصرف تابستان از توان شبکه فراتر رود. از آنجایی که سیاست‌گذار ملاحظات اجتماعی و امنیتی را در اولویت قرار می‌دهد، اولویت تأمین برق به بخش خانگی داده می‌شود و فشار تعدیل مصرف به صنایع منتقل می‌گردد.

در این سناریو انتظار می‌رود که رشد مصرف خانگی و عمومی مشابه سال‌های قبل جهش ۷ تا ۱۰ درصدی در پیک داشته باشد، شبکه با کمبود موقت ۱۲ تا ۱۷ هزار مگاواتی مواجه می‌شود، دولت برای جلوگیری از نارضایتی اجتماعی محدودیت مصرف صنایع را اعمال می‌کند، و صنایع با کاهش ساعات تولید و افزایش هزینه تمام‌شده مواجه می‌شوند. افزون بر این، قطعی برق با محدودیت برنامه‌ریزی‌شده، قابلیت برنامه‌ریزی تولید و تحویل به مشتریان را کاهش می‌دهد و ریسک تأمین مواد اولیه و فرآیند تولید افزایش می‌یابد.

پیامد عملیاتی این سناریو برای مدیران بنگاه‌ها آن است که باید به مدیریت داخلی مصرف انرژی توجه ویژه داشته باشند و گزینه‌هایی مانند تولید اضطراری، انعطاف در شیفت‌های کاری و ذخیره‌سازی انرژی را بررسی کنند تا اثر محدودیت‌های پیک تابستان کاهش یابد.

### ۳-۲- سناریوی «تعادل شکننده اما قابل مدیریت»

در این سناریو، اصلاحات ساختاری و مدیریت مصرف در سطح کلان تا حدی تحقق می‌یابد. ظرفیت نیروگاهی افزایش یافته و شبکه با مدیریت هوشمند پیک بار و هماهنگی صنایع بزرگ، به تعادل نسبی میان عرضه و تقاضا با کمبود قابل مدیریت برق می‌رسد. با این حال، این تعادل شکننده است و هر شوک ناگهانی مانند کاهش تولید نیروگاه‌ها، نوسانات شدید آب‌وهوایی یا کمبود سوخت می‌تواند ناترازی را تشدید کند.

در این سناریو ظرفیت تولید اسمی افزایش یافته، مدیریت مصرف خانگی و عمومی به‌صورت هدفمند تا حدی اجرا می‌شود که مانع از جهش مصرف خانگی در دوره پیک شود، صنایع بزرگ تا حدی خودتأمین هستند، و شبکه به تعادل نسبی می‌رسد. با این حال، فشار بر صنایع کوچک و متوسط همچنان باقی است و نیاز به برنامه‌ریزی دقیق انرژی وجود دارد.

پیامد عملیاتی برای صنایع سبک شامل افزایش پیش‌بینی‌پذیری مصرف برق، کاهش احتمال خاموشی‌های برنامه‌ریزی‌نشده و امکان برنامه‌ریزی تولید است. در عین حال، استمرار ریسک‌های کوتاه‌مدت و عدم قطعیت بلندمدت، ایجاب می‌کند مدیران بنگاه‌ها سازوکارهای انعطاف‌پذیر برای مواجهه با تغییرات لحظه‌ای مصرف برق داشته باشند.

### ۳-۳- برآورد احتمال وقوع سناریوهای برق در سال ۱۴۰۵

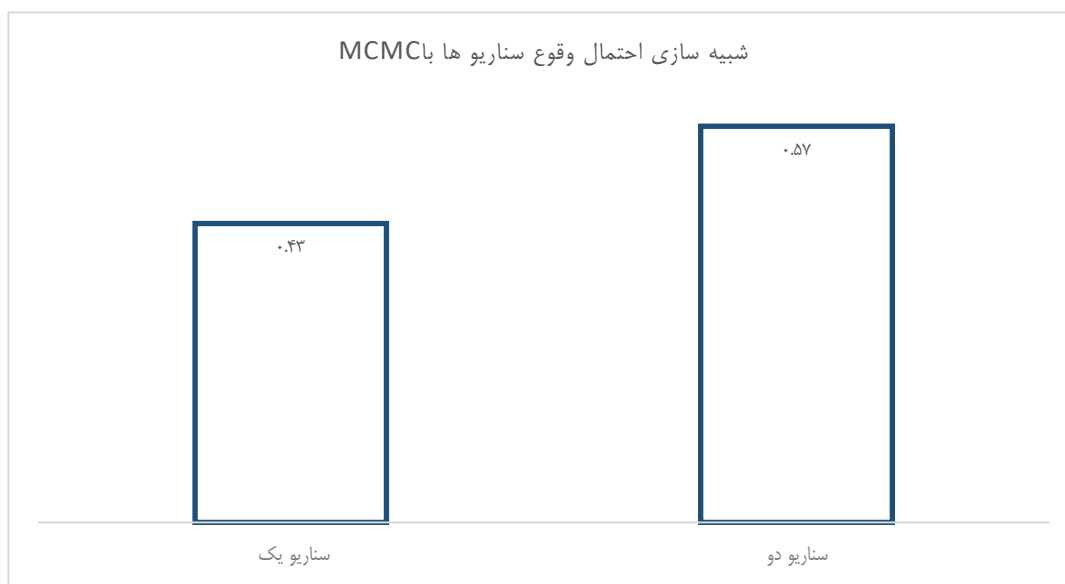
به‌منظور عبور دستیابی به برآوردی کمی از احتمال وقوع سناریوهای مختلف تأمین برق در سال ۱۴۰۵، از یک رویکرد ترکیبی شامل شبیه‌سازی مونت‌کارلو، مدل‌سازی بیزی و زنجیره مارکوف استفاده شد. این چارچوب سه سطح از عدم قطعیت را به‌طور هم‌زمان پوشش می‌دهد: نخست عدم قطعیت آماری در متغیرهای کلیدی مانند رشد تقاضا و رشد ظرفیت عملی تولید؛ دوم به‌روزرسانی احتمالات بر اساس توزیع‌های کراندار (بتا) که با ماهیت نرخ‌های رشد سازگار است؛ و سوم پویایی ساختاری سیستم برق از طریق مدل‌سازی گذار بین وضعیت‌های مختلف ناترازی. در این مدل، نرخ رشد تقاضای اوج بار و نرخ رشد ظرفیت عملی تولید در بازه‌های واقع‌بینانه و کراندار تعریف شدند و با استفاده از توزیع بتا شبیه‌سازی شدند. سپس با اجرای هزاران تکرار مونت‌کارلو، توزیع احتمالی ناترازی برق در سال ۱۴۰۵ محاسبه شد. معیار تفکیک سناریوها مطابق تعریف تحلیلی گزارش تعیین شد: اگر کسری برق بیش از ۱۰۰۰۰۰ مگاوات باشد، وضعیت «ناترازی شدید» و در غیر این صورت «ناترازی قابل مدیریت» تلقی می‌شود.

نتایج شبیه سازی نشان می دهد که با در نظر گرفتن عدم قطعیت در رشد مصرف، محدودیت های عرضه، خروج اضطراری نیروگاه ها و رشد محدود ظرفیت جدید، احتمال وقوع سناریوی یک در سال ۱۴۰۵ در حدود ۴۳ درصد و احتمال وقوع سناریو دو ۵۷ درصد است (نمودار ۶).

این نتیجه بیانگر آن است که حتی در صورت عدم وقوع شوک های حاد، ریسک ساختاری ورود به وضعیت کمبود شدید برق برای صنایع قابل توجه است. به بیان مدیریتی، شبکه برق در آستانه ای قرار دارد که تغییرات نسبتاً کوچک در تقاضا یا ظرفیت عملی می تواند آن را وارد محدوده بحرانی کند.

یافته کلیدی این تحلیل آن است که ریسک ناترازی شدید در سال ۱۴۰۵ صرفاً یک احتمال مقطعی نیست، بلکه دارای ویژگی ساختاری و ماندگار است. به بیان ساده، اگر شبکه وارد وضعیت کمبود شدید شود، احتمال بازگشت سریع به تعادل پایین خواهد بود. این ویژگی برای صنایع به معنای آن است که باید برنامه ریزی خود را نه بر مبنای «میانگین شرایط»، بلکه بر مبنای «ریسک پایدار بحران» انجام دهند. از منظر مدیریت صنعتی، این نتایج ضرورت سرمایه گذاری در خودتأمینی، تنوع بخشی به منابع انرژی، انعطاف پذیری در برنامه تولید و بازطراحی قراردادهای فروش را تقویت می کند. زیرا حتی اگر سناریوی شدید محتمل ترین حالت نباشد، هزینه های آن به اندازه ای بالاست که بی توجهی به آن می تواند پیامدهای جدی برای بنگاه ها ایجاد کند.

#### نمودار ۶- برآورد کمی احتمال وقوع سناریوهای برق در سال ۱۴۰۵



### ۳-۴- پیامدهای کلیدی برای صنایع سبک

خلاصه تحلیل روندها و سناریوهای برق در جدول (۱) ارائه شده است. بر اساس تحلیل سناریو ها، چند نکته کلیدی برای صنایع مطرح است:

۱. **حساسیت بالای تولید به مدیریت پیک بار:** صنایع کوچک و متوسط بیشتر از صنایع بزرگ به شبکه عمومی وابسته اند و در سناریوی ناترازی، گروهی هستند که با محدودیت بیشتری مواجه می شوند.
۲. **افزایش هزینه های عملیاتی و انرژی:** کاهش ساعات تولید و نیاز به مولدهای اضطراری یا ذخیره سازی انرژی، هزینه تمام شده محصولات را افزایش می دهد.



۳. لزوم انعطاف پذیری عملیاتی: برنامه ریزی شیفت ها، زمان بندی تولید و تأمین مواد اولیه باید با پویایی شبکه برق هماهنگ شود.
۴. ریسک سرمایه گذاری در پروژه های توسعه ای: عدم اطمینان بلندمدت در تأمین برق می تواند سرمایه گذاری در گسترش خطوط تولید یا فناوری های جدید را با تأخیر مواجه کند.
۵. فرصت های مدیریت بهینه انرژی: صنایع می توانند با بهره گیری از انرژی تجدیدپذیر داخلی، سیستم های هوشمند مدیریت بار و قراردادهای خرید بلندمدت، تاب آوری خود را افزایش دهند.

#### جدول ۱- خلاصه تحلیل روندها و سناریوهای برق در سال ۱۴۰۵

| حوزه تحلیل                                | وضعیت / روند مورد انتظار                                                        | پیامد برای صنایع سبک                                                           |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| نیروهای کلان اقتصادی                      | رکود تورمی و محدودیت منابع مالی دولت                                            | کاهش سرمایه گذاری در توسعه زیرساخت ها و محدودیت ظرفیت عملی تولید برق           |
| ریسک سیاسی و نهادی                        | افزایش ریسک های داخلی و خارجی                                                   | محدودیت دسترسی به تجهیزات و فناوری های نو، افزایش هزینه ها و کاهش پایداری شبکه |
| ساختار و حکمرانی برق                      | فاصله قیمت فروش از هزینه تمام شده، ناترازی مالی صنعت، حرکت تدریجی به بازارمحوری | فشار بر شبکه در پیک مصرف، افزایش احتمال اعمال محدودیت بر صنایع کوچک            |
| روند عرضه برق                             | افزایش ظرفیت نیروگاهی و توسعه تجدیدپذیرها با محدودیت عملیاتی                    | امکان کمبود برق در ساعات پیک، دوگانه شدن تأمین برق بین صنایع بزرگ و کوچک       |
| روند تقاضا                                | افزایش سهم مصرف خانگی، کاهش رشد مصرف صنعتی                                      | فشار بیشتر بر صنایع در دوره های اوج مصرف، کاهش انعطاف تولید                    |
| سناریوی «مدیریت ناترازی با فشار به صنایع» | کمبود برق در پیک تابستان، اولویت تأمین خانگی                                    | کاهش ساعات تولید، افزایش هزینه ها، اختلال در تحویل سفارش ها                    |
| سناریوی «تعادل شکننده اما قابل مدیریت»    | افزایش ظرفیت و مدیریت مصرف، اما شکننده                                          | افزایش پیش بینی پذیری، کاهش خاموشی های ناگهانی، اما استمرار ریسک های کوتاه مدت |
| سناریو تاب آوری و تمرکززدایی              | نگرانی امنیتی در خصوص زیرساخت های برق                                           | توجه به تمرکززدایی و گسترش سیاست خودتأمینی برق                                 |

#### ۴- توصیه های راهبردهای برای مدیریت برق صنایع در سال ۱۴۰۵

بر اساس تحلیل روندها، نیروهای پیشران و سناریوهای محتمل تأمین برق در سال ۱۴۰۵، روشن است که محیط تأمین انرژی برای صنایع با درجه بالایی از عدم قطعیت، نوسان پذیری و ریسک عملیاتی همراه خواهد بود. پیامدهای این وضعیت تنها محدود به احتمال محدودیت مصرف در دوره های اوج بار نیست، بلکه بر ساختار هزینه تولید، قابلیت ایفای تعهدات، زمان بندی تحویل سفارش ها، برنامه ریزی سرمایه گذاری و حتی رقابت پذیری بنگاه ها اثرگذار خواهد بود. از این رو مدیریت برق دیگر یک موضوع صرفاً فنی یا عملیاتی محسوب نمی شود، بلکه به یک مسئله راهبردی در سطح تصمیم گیری مدیریتی تبدیل شده است.

در چنین شرایطی، ضروری است مدیران صنایع با رویکردی پیش نگرانه و مبتنی بر سناریو، مجموعه ای از اقدامات هماهنگ را در حوزه مدیریت مصرف، تنوع بخشی به منابع تأمین، افزایش بهره وری انرژی و ارتقای تاب آوری عملیاتی طراحی و اجرا کنند. بر این اساس، در ادامه این بخش،



مجموعه‌ای از توصیه‌های راهبردی ارائه می‌شود که با تکیه بر تحلیل‌های پیشین، می‌تواند به مدیران صنایع در کاهش ریسک‌های ناشی از ناترازی برق، حفظ پایداری تولید و تقویت مزیت رقابتی در سال ۱۴۰۵ کمک کند.

#### ۴-۱- بازتعریف برق به عنوان یک ریسک راهبردی

در سال ۱۴۰۵، برق یک متغیر راهبردی و منبع حیاتی برای پایداری تولید، رقابت‌پذیری و امنیت زنجیره تأمین صنایع سبک محسوب می‌شود. مدیریت برق باید به صورت یک عنصر ریسک کلان در برنامه‌ریزی بنگاه‌ها دیده شود. مدیران باید پیش‌بینی سناریوهای مختلف تأمین و ناترازی برق را در برنامه‌های تداوم کسب و کار لحاظ کنند و برای شرایط پیک مصرف، برنامه‌های جایگزین و اضطراری تدوین کنند. این رویکرد موجب کاهش اثرات منفی محدودیت‌های شبکه و افزایش تاب‌آوری عملیاتی صنایع می‌شود.

#### ۴-۲- سرمایه‌گذاری در بهره‌وری انرژی و بهینه‌سازی مصرف

افزایش بهره‌وری انرژی یکی از راهبردهای کلیدی کاهش آسیب‌پذیری در برابر محدودیت‌های تأمین برق است. صنایع کوچک و متوسط می‌توانند با بازطراحی فرآیندهای تولید، ارتقای تجهیزات بهینه، استفاده از سیستم‌های مدیریت هوشمند بار و نصب تجهیزات پایش مصرف، شدت مصرف انرژی را کاهش دهند. این اقدامات علاوه بر کاهش هزینه‌های عملیاتی، توان تولید واحدها را در شرایط ناپایداری شبکه افزایش می‌دهد. همچنین، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین امکان برنامه‌ریزی دقیق مصرف برق در ساعات پیک و کاهش فشار بر شبکه را فراهم می‌کند.

#### ۴-۳- تنوع‌بخشی به منابع تأمین برق

برای کاهش وابستگی به شبکه عمومی، صنایع می‌توانند از منابع جایگزین انرژی استفاده کنند. این منابع شامل نیروگاه‌های کوچک اختصاصی، نیروگاه‌های خورشیدی پشت‌بامی، مولدهای ترکیبی و قراردادهای خرید مستقیم برق از بورس انرژی هستند. ایجاد این تنوع نه تنها احتمال مواجهه با خاموشی‌های برنامه‌ریزی شده را کاهش می‌دهد، بلکه امکان برنامه‌ریزی بلندمدت تولید و پاسخگویی به سفارش‌های مشتریان را نیز افزایش می‌دهد. مدیران می‌توانند با تحلیل هزینه-فایده و سناریونگاری، بهترین ترکیب منابع انرژی را برای واحدهای خود انتخاب کنند.

#### ۴-۴- هماهنگی و مشارکت جمعی از طریق تشکلهای صنعتی

اتاق بازرگانی و تشکلهای صنعتی می‌توانند نقش کلیدی در تسهیل هماهنگی میان بنگاه‌ها و سیاست‌گذار ایفا کنند. از طریق ایجاد بسترهای مشورتی و مذاکره در خصوص ساعات پیک، اولویت‌بندی صنایع حساس و نحوه تخصیص برق، فشار ناپایداری شبکه به حداقل می‌رسد. مشارکت جمعی به صنایع کوچک و متوسط کمک می‌کند تا در برابر تغییرات ناگهانی قیمت یا اعمال محدودیت مصرف، اقدامات همسو و اثرگذار داشته باشند. این رویکرد همچنین می‌تواند به شکل‌گیری سیاست‌های حمایتی هدفمند برای افزایش تاب‌آوری صنعتی منجر شود.

#### ۴-۵- برنامه‌ریزی تولید انعطاف‌پذیر و مدیریت فرآیندها

انعطاف‌پذیری عملیاتی، عامل تعیین‌کننده در کاهش آسیب‌پذیری صنایع سبک است. مدیران می‌توانند با تنظیم شیفت‌های کاری و زمان‌بندی تولید مطابق با ساعات کم‌باری شبکه، فشار بر فرآیند تولید و محدودیت‌های مصرف برق را کاهش دهند. استفاده از مدل‌های تولید منعطف و برنامه‌ریزی فرآیندهای حساس به انرژی، امکان پاسخ سریع به تغییرات پیک مصرف و پیش‌بینی ناترازی‌ها را فراهم می‌کند. این اقدام کمک می‌کند تا بنگاه‌ها به صورت پایداری سفارش‌های مشتریان را تأمین کنند.



#### ۴-۶- ارتقای ظرفیت تحلیل و پایش انرژی

برای اجرای مؤثر تمامی راهبردهای فوق، صنایع نیازمند توسعه ظرفیت داخلی برای تحلیل داده‌های مصرف، پایش لحظه‌ای شبکه و پیش‌بینی رفتار شبکه در شرایط مختلف هستند. با بهره‌گیری از سیستم‌های هوشمند پایش و نرم‌افزارهای مدیریت انرژی، مدیران قادر خواهند بود سناریوهای مختلف تامین برق را شبیه‌سازی و بهترین تصمیمات عملیاتی را اتخاذ کنند. این توانمندسازی اطلاعاتی، به ویژه در شرایط عدم قطعیت شبکه، امکان کاهش ریسک و افزایش بهره‌وری را فراهم می‌کند.

#### ۴-۷- تقویت تاب‌آوری بلندمدت با سرمایه‌گذاری راهبردی

سرمایه‌گذاری راهبردی در تجهیزات کم‌مصرف، تولید انرژی تجدیدپذیر داخلی و فناوری‌های مدیریت بار، علاوه بر کاهش ریسک کوتاه‌مدت، تاب‌آوری بلندمدت صنایع را نیز افزایش می‌دهد. این سرمایه‌گذاری‌ها باید در چارچوب یک برنامه راهبردی هماهنگ با سیاست‌های انرژی کشور و سناریوهای محتمل شبکه انجام شود تا اثرگذاری آنها بر پایداری تولید و کاهش هزینه‌ها به حداکثر برسد.

#### ۵- تأثیر جنگ ۴۰ روزه بر چشم‌انداز برق ۱۴۰۵؛ ظهور پارادایم تاب‌آوری و تمرکززدایی

وقوع جنگ ۴۰ روزه میان ایران و آمریکا در اسفند سال ۱۴۰۴، نقطه عطفی ساختاری در صنعت برق ایران ایجاد کرده است که مفروضات اولیه این گزارش (که پیش از جنگ تدوین شده بود) را تغییر می‌دهد. جنگ مذکور با وجود تلفات و خسارات گسترده، از جمله تهدید بمباران نیروگاه‌ها و حملات تخریب بخشی از شبکه انتقال و توزیع، به وضوح نشان داد که «الگوی متمرکز تأمین برق»، آسیب‌پذیرترین نقطه زیرساخت انرژی کشور است. در واکنش به این شوک، احتمال می‌رود که وزارت نیرو با اولویت قرار دادن «تاب‌آوری شبکه» به جای «حداکثر راندمان اقتصادی»، مسیر سیاستی جدیدی را آغاز کند که مهم‌ترین رکن آن تمرکززدایی در تولید، توزیع و مدیریت مصرف است.

#### ۵-۱- بازتعریف مسئله: از «تعادل شکننده» به «تاب‌آوری فعال»

پیش از جنگ، چشم‌انداز برق با مفهوم «تعادل شکننده» توصیف می‌شد؛ وضعیتی که در آن ناترازی‌ها با مدیریت بار و فشار به صنایع کنترل می‌گردید. اما حملات جنگ نشان داد که وزارت نیرو ممکن است «سناریو افزایش تاب‌آوری و تمرکززدایی» را در اولویت قرار دهد که بر سه محور استوار است:

۱. توسعه نیروگاه‌های پراکنده (DG) و تجدیدپذیر خورشیدی پشت‌بامی با اولویت مناطق صنعتی و حساس.
  ۲. تفکیک شبکه سراسری به ریزشبکه‌های جزیره‌شونده در سطح شهرک‌های صنعتی، مناطق ویژه اقتصادی و بیمارستان‌ها.
  ۳. هدایت بازار برق به سمت قراردادهای دوجانبه محلی و الزام صنایع بزرگ به تأمین حداقل ۳۰ درصد برق مصرفی از منابع داخلی.
- این تغییر پارادایم، هرچند با هزینه‌های اولیه سنگین همراه است، اما در میان‌مدت می‌تواند وابستگی صنایع کوچک و متوسط به شبکه سراسری را کاهش دهد و الگوی آسیب‌پذیری گذشته را بازطراحی کند.

#### ۵-۲- پیامدهای جنگ بر متغیرهای کلیدی عرضه و تقاضا

جنگ ۴۰ روزه اثرات ماندگاری بر هر دو سوی معادله برق گذاشته است:

- کاهش ظرفیت عملی نیروگاه‌های حرارتی: حملات و بمباران محدود اما هدفمند پست‌های گازرسان به نیروگاه‌های مجتمع های پتروشیمی در جنوب کشور، بخشی از ظرفیت عملی نیروگاه‌های حرارتی را به طور موقت از مدار خارج کرد. این ظرفیت تا پایان سال ۱۴۰۵ قابل بازیابی نیست.
- افزایش هزینه امنیت سایبری و فیزیکی شبکه: هزینه نگهداری و حفاظت از زیرساخت‌ها افزایش پیدا می کند و منابع مالی محدود وزارت نیرو را به سمت تاب‌آوری سوق می دهد.
- تغییر الگوی تقاضای صنعتی: بسیاری از صنایع وابسته به خطوط تأمین پایدار (مانند پتروشیمی، فولاد، سیمان) متأثر از جنگ مجبور به تعطیلی چندین هفته‌ای شدند و برخی از آنها بصورت کامل از مدار تولید بصورت موقت خارج شده اند. این مسئله هم موضوع میزان تقاضای برق صنعتی را تغییر می دهد و هم انگیزه برای سرمایه‌گذاری در خودتأمینی را افزایش می دهد.
- بازدارندگی مصرف خانگی: فشارهای اقتصادی ناشی از جنگ و پیامدهای سیاسی آن، دولت را مجاب می کند که حتی به بهای فشار بیشتر به صنایع، اجازه تکرار خاموشی‌های سراسری خانگی را ندهد. این امر فشار بر صنایع کوچک و متوسط را در سناریوی مدیریت ناترازی تشدید خواهد کرد.

### ۵-۳- سناریوی جدید: «تمرکززدایی تاب‌آور»

با در نظر گرفتن شوک جنگ و واکنش سیاستی به آن، می‌توان سومین سناریو را به دو سناریوی قبلی افزود:

#### سناریوی «تمرکززدایی تاب‌آور»

در این سناریو، فرض بر این است که برنامه تاب‌آوری برق در اولویت وزارت نیرو قرار می‌گیرد و به سرعت اجرا می‌شود و نیروگاه خورشیدی پراکنده (عمدتاً در صنایع و شهرک‌های صنعتی) و ریزشکه‌های جزیره‌شونده به بهره‌برداری می‌رسند. شبکه سراسری همچنان در پیک تابستان با کمبود ۵ تا ۸ هزار مگاواتی مواجه است، اما با کمک خودتأمینی صنایع بزرگ و مدیریت بار هوشمند در ریزشکه‌های صنعتی، فشار بر صنایع کوچک و متوسط نسبت به سناریوی اول حدود کاهش می‌یابد. همچنین خاموشی‌های ناگهانی جای خود را به محدودیت‌های اعلام‌شده و کوتاه‌مدت می‌دهند. هزینه سرمایه‌گذاری برای بنگاه‌ها افزایش می‌یابد، اما قابلیت پیش‌بینی تولید بهبود چشمگیری می‌یابد.

### ۶- جمع‌بندی

تحلیل ارائه شده در این گزارش نشان می‌دهد که سال ۱۴۰۵ برای شبکه برق ایران و صنایع، سالی همراه با عدم قطعیت خواهد بود. تعادل میان عرضه و تقاضا شکننده است و به شدت به موفقیت اصلاحات ساختاری، مدیریت مصرف، شرایط اقلیمی و ظرفیت عملی نیروگاه‌ها وابسته است. رشد مصرف خانگی و کاهش رشد صنعتی باعث می‌شود صنایع در شرایط ناترازی بیشتر تحت فشار قرار گیرند و اعمال محدودیت مصرف به آن‌ها منتقل شود. در مقابل، توسعه ظرفیت نیروگاهی، انرژی‌های تجدیدپذیر و خودتأمینی صنایع بزرگ می‌تواند تاب‌آوری شبکه و صنایع را افزایش دهد، اما تعادل همچنان شکننده خواهد بود و مدیریت هوشمند مصرف ضروری است.

سناریوهای بررسی شده نشان می‌دهند که صنایع باید برق را به عنوان یک ریسک راهبردی در نظر بگیرند و برنامه‌های عملیاتی خود را بر اساس پیش‌بینی‌های احتمالی شبکه تنظیم کنند. راهبردهای کلیدی شامل سرمایه‌گذاری در بهره‌وری انرژی، تنوع‌بخشی منابع تأمین برق، انعطاف تولید و شیفت‌بندی، استفاده از انرژی تجدیدپذیر داخلی و توسعه ظرفیت پایش و تحلیل داده‌های مصرف است. بهره‌گیری از این راهبردها موجب کاهش اثرات محدودیت‌های پیک مصرف، افزایش پایداری تولید و کاهش هزینه‌ها خواهد شد.



در نهایت، موفقیت صنایع در سال ۱۴۰۵ وابسته به توانایی آن‌ها در هماهنگی با سیاست‌گذار، مشارکت در مدیریت مصرف جمعی و برنامه‌ریزی استراتژیک برای مواجهه با ناپایداری شبکه برق است. این رویکرد نه تنها موجب کاهش ریسک عملیاتی می‌شود، بلکه امکان افزایش بهره‌وری و تاب‌آوری بلندمدت صنایع را فراهم می‌آورد و به مدیران ابزارهای تصمیم‌گیری راهبردی در مواجهه با آینده‌ای پرچالش ارائه می‌کند.

## منابع:

مرکز آمار توانیر. گزارش های صنعت برق سال ۱۴۰۴. شماره ۴۲

مرکز پژوهش مجلس شورای اسلامی. گزارش بررسی بودجه برق ۱۴۰۵

سندیکای صنعت برق ایران. گزارش بررسی چالش ها و راهبردهای صنعت برق در سال ۱۴۰۴