

ISIMO

سال دوم شماره هشتم
دوشنبه 24 فروردین 1405

13 April 2026

«چگونه از بحران شبکه به ثبات تولید برسیم؟ واکاوی چالش‌های صنعت برق و جستجوی راهکارهای عملی برای صیانت از پایداری انرژی در شرایط دشوار»

صنعت برق نه فقط یک زیرساخت فنی، که شریان حیاتی اقتصاد و امنیت جامعه است. در این گزارش، فراتر از نگاه‌های صرفاً کارشناسی، به دنبال یافتن پاسخ‌های عملیاتی برای این پرسش هستیم که چگونه می‌توان در میانه‌ی بحران‌ها، تاب‌آوری شبکه برق ایران و استان اصفهان را حفظ کرد و با تکیه بر مدیریت راهبردی، از پایداری تولید و خدمات اطمینان یافت.

کمیسیون سرمایه گذاری و تامین مالی
اتاق بازرگانی اصفهان

ISIMO

سال دوم شماره هشتم
دوشنبه 24 فروردین 1405

13 April 2026

مقدمه

برق، شریان حیاتی زندگی مدرن و ستون فقرات توسعه پایدار است که نبض فعالیت‌های صنعتی، خدماتی و خانگی با آن می‌تپد. در جهانی که وابستگی ما به انرژی الکتریکی به اوج رسیده، صیانت از پایداری شبکه در روزهای سخت و شرایط بحرانی (اعم از حوادث طبیعی یا تنش‌های سیاسی)، فراتر از یک وظیفه فنی، یک رسالت ملی است. قطع دسترسی به برق در چنین لحظاتی، تنها یک خاموشی ساده نیست، بلکه تهدیدی جدی برای امنیت، سلامت و زیرساخت‌های اقتصادی جامعه محسوب می‌شود. از این رو، تدوین الگوهای مدیریت هوشمند برای ارتقای تاب‌آوری شبکه، نه یک انتخاب، بلکه ضرورتی حیاتی برای حفاظت از ثبات و پایداری کشور است.



ضرورت توجه :

جهان امروز بر مدار برق می‌چرخد؛ انرژی منحصربه‌فردی که به دلیل قابلیت تبدیل‌پذیری بالا، به زیربنای اصلی تولید و خدمات بدل گشته است. بخش صنعت، بقای خود را در گرو پایداری این "نیروی پیشران" می‌بیند و بخش خانگی، هویت و رفاه خود را در تداوم آن جستجو می‌کند.

زمانی که یک خدمت به این سطح از نفوذ می‌رسد، هرگونه اختلال در آن، ابعادی فراتر از یک نقص فنی یافته و به یک چالش امنیتی و اجتماعی تبدیل می‌شود. با توجه به این حساسیت استراتژیک، ایزیموی پیشرو با تمرکز بر مدیریت بحران، به دنبال پاسخ به یک پرسش کلیدی است: چگونه می‌توان آسیب‌پذیری‌های شبکه را شناسایی کرد و با چه راهکارهای عملیاتی می‌توان در شرایط اضطراری، تداوم جریان زندگی و تولید را صیانت نمود؟

سیمای راهبردی شبکه برق ایران: پایداری، اتصال و خوداتکایی

شبکه سراسری برق ایران با گستره‌ای بالغ بر ۸۵۰ هزار کیلومتر خطوط انتقال، شریانی فراگیر است که با پوشش ۱۰۰ درصدی، عدالت در دسترسی به انرژی را در سراسر میهن عزیزمان محقق کرده است. این شبکه نه تنها پیونددهنده نقاط داخلی، بلکه پل ارتباطی انرژی با کشورهای همسایه است که از طریق تبادل و صادرات، نقش مؤثری در توازن منطقه‌ای ایفا می‌کند. از منظر پایداری، پراکندگی هوشمندانه واحدهای نیروگاهی در جغرافیای کشور، ضریب امنیت شبکه را در برابر خاموشی‌های گسترده ارتقا داده است. همچنین، بهره‌گیری از سبد متنوع انرژی (نیروگاه‌های حرارتی، تجدیدپذیر و برق‌آبی)، انعطاف‌پذیری تحسین‌برانگیزی به این ساختار بخشیده است. اما نقطه قوت کلیدی، تجلی "دانش بومی" در طراحی و نگهداری تجهیزات است؛ مزیتی رقابتی که تضمین می‌کند در سخت‌ترین شرایط و آسیب‌های احتمالی، نیروهای متخصص داخلی قادر به بازیابی سریع زیرساخت‌ها و صیانت از امنیت انرژی کشور خواهند بود.

چالش‌های استراتژیک و پیامدهای دومینویی اختلال در شبکه برق

شبکه سراسری برق ایران، نه تنها یک زیرساخت فنی، بلکه ستون فقرات امنیت ملی و استقلال اقتصادی کشور است. با توجه به پیچیدگی‌های ژئوپلیتیکی و نوسانات اقلیمی، هرگونه آسیب به شریان‌های انتقال یا مبادی تولید، جریانی از بحران‌های زنجیره‌ای (Failures Cascading) را رقم می‌زند که مدیریت آن فراتر از توان یک سازمان، و نیازمند یک فرماندهی واحد و هماهنگ است. کلیدی‌ترین چالش‌های این حوزه عبارتند از:

بحران همبستگی «آب و انرژی»: پیوند ناگسستنی میان برق و پمپاژ در تصفیه‌خانه‌ها و چاه‌های عمیق، باعث می‌شود بحران برق بلافاصله به «بحران عطش» تبدیل شود. این اختلال در بخش کشاورزی نیز ضریب امنیت غذایی کشور را در فصول حساس به شدت تهدید می‌کند.

فلج‌شدن بدنه تولید و خروج از چرخه رقابت: صنایع استراتژیک و پیوسته (مانند فولاد، پتروشیمی و معادن) قلب اقتصاد مقاومتی هستند. کوچک‌ترین نوسان یا قطع جریان انرژی در این بخش، منجر به توقف خطوط تولید، آسیب به تجهیزات گران‌قیمت و در نهایت سقوط شاخص‌های معیشتی و تولید ناخالص داخلی می‌گردد.

اختلال در اعصاب حسی و حرکتی جامعه (ارتباطات و حمل‌ونقل): پایداری دیتاسنترها و شبکه‌های مخابراتی، خط قرمز مدیریت بحران است. در صورت خاموشی‌های طولانی، محدودیت سیستم‌های پشتیبان (UPS)، نه تنها زندگی روزمره، بلکه شبکه‌ی امداد رسانی و فرماندهی حادثه را مختل می‌کند. همچنین، توقف سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی شهری (مترو)، گره‌های کور ترافیکی و امنیتی در کلان‌شهرها ایجاد خواهد کرد.

**توقف
قلب
صنعت**

**تهدید
زیست‌محیطی
و انسانی
(آب)**

**انسداد مسیرهای ارتباطی
و اطلاعاتی**

کمیسیون سرمایه گذاری و تامین مالی
اتاق بازرگانی اصفهان

تحلیل سناریوهای محتمل و سطح‌بندی آسیب در صنعت برق ایران

به منظور ارزیابی دقیق تاب‌آوری شبکه، مخاطرات احتمالی در قالب پنج سناریو و بر اساس شاخص‌های «شدت تخریب»، «ظرفیت از دست رفته» و «سرعت بازسازی» تحلیل می‌شوند:

۱. اختلال جزئی در نیروگاه‌های استراتژیک (خروج بخشی از واحدها) در این سناریو، یک هاب نیروگاهی بزرگ (با ظرفیت بیش از ۲۰۰۰ مگاوات) بخشی از توان تولید خود را از دست می‌دهد. با توجه به ساختار شبکه ایران و بهره‌گیری از «ذخیره چرخشی» (Reserve Spinning)، مدیریت شبکه بلافاصله وارد عمل شده و با جایگزینی تولید، از افت پایدار فرکانس جلوگیری می‌کند. در این سطح، پایداری شبکه حفظ شده و تنها در زمان‌های پیک مصرف (مانند اوج گرمای تابستان)، اعمال محدودیت‌های موقت و مدیریت بار برای مشترکین محتمل است.

۲. بحران سیستمی؛ تخریب گسترده نیروگاه‌های کلیدی (خروج کامل یک یا چند نیروگاه بزرگ) خروج کامل یک نیروگاه ۲۰۰۰ مگاواتی، شوکی جدی به شبکه وارد می‌کند. هرچند وسعت جغرافیایی شبکه ایران اجازه می‌دهد که از دست دادن ۵ درصد ظرفیت کل تولید مدیریت شود، اما تمرکز تهدید در وقوع همزمان این اتفاق برای چند مرکز بزرگ است. این سناریو می‌تواند به «فروپاشی سراسری شبکه» (Blackout) منجر شود. بازگرداندن شبکه (Start Black) در این ابعاد، فرآیندی پیچیده، زمان‌بر و پرهزینه است که پیامدهای آن فراتر از مسائل فنی، به حوزه‌های امنیتی و نارضایتی‌های اجتماعی تسری می‌یابد.

۳. چالش پایداری در نیروگاه‌های متوسط و قطب‌های منطقه‌ای نیروگاه‌های متوسط (حدود ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ مگاوات) که عمدتاً به صورت پراکنده و با تنوع سوخت (گازی، آبی، سیکل ترکیبی) فعالیت می‌کنند، ستون فقرات پایداری استانی هستند. خروج ناگهانی یکی از این مراکز، معادل خاموشی یک کلان‌شهر است. در فصول غیرپیک، انعطاف‌پذیری شبکه اجازه جبران را می‌دهد، اما در اوج مصرف تابستان، برای صیانت از پایداری کلان، اعمال «برش بار چرخشی» (Rolling Blackout) در مناطق تحت پوشش اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

۴. بحران منطقه‌ای؛ تخریب همزمان منابع تولید در یک حوزه جغرافیایی تمرکز آسیب بر دو یا چند نیروگاه متوسط در یک استان، منجر به بروز «جزیره انرژی منفی» می‌شود. در این حالت، حتی با وجود اتصال به شبکه سراسری، محدودیت ظرفیت خطوط انتقال بین‌استانی مانع از جبران کامل کسری می‌شود. نتیجه این سناریو، خاموشی‌های طولانی (۴ تا ۸ ساعت)، تعلیق فعالیت‌های اقتصادی و آسیب جدی به زنجیره تولید است. بازسازی این مراکز به دلیل ماهیت تجهیزات، فرآیندی بلندمدت است که بر ضرورت وجود «ذخیره استراتژیک قطعات» تأکید می‌کند.

۵. اختلال در منابع تولید پراکنده (نیروگاه‌های کوچک و محلی) آسیب به نیروگاه‌های کوچک (بادی، خورشیدی یا مقیاس کوچک گازی)، کمترین ریسک سیستمی را برای پایداری ملی به همراه دارد. این سناریو نشان‌دهنده مزیت راهبردی «تولید غیرمتمرکز» است؛ چرا که اثرات تخریب تنها به صنایع خاص یا نواحی محلی محدود مانده و خللی در امنیت کلان شبکه ایجاد نمی‌کند. این موضوع، اهمیت سرمایه‌گذاری بر توسعه نیروگاه‌های کوچک را به عنوان راهکار افزایش تاب‌آوری ملی برجسته می‌سازد.

راهکارهای راهبردی و عملیاتی جهت مدیریت ناترازی و ارتقای تاب آوری انرژی

پایداری شبکه برق در دنیای پرمخاطره امروز، فراتر از تکیه بر نیروگاه‌های متمرکز سنتی است. گذار به سمت مدل‌های «انعطاف‌پذیر» و «توزیع‌شده»، ضرورتی انکارناپذیر برای صیانت از امنیت انرژی است. راهکارهای زیر به عنوان ستون‌های اصلی ارتقای تاب آوری پیشنهاد می‌گردند:

۱. گذار به سمت «تولید پراکنده»؛ تمرکززدایی از مدیریت بحران توسعه نیروگاه‌های مقیاس کوچک (DG) و بهره‌گیری از ژنراتورهای محلی در مجاورت مراکز مصرف، راهکاری کلیدی برای خنثی‌سازی اثر تخریب نیروگاه‌های بزرگ است. - مزیت استراتژیک: این واحدها با حذف تلفات انتقال و توانایی فعالیت در حالت «جزیره‌ای»، مراکز حیاتی و خوشه‌های صنعتی را در زمان بحران فعال نگه می‌دارند. - رویکرد عملیاتی: حمایت از نصب واحدهای کوچک (مثلاً یک مگاواتی) در شهرک‌های صنعتی و نقاط استراتژیک، می‌تواند زمان بازیابی شبکه را به حداقل رسانده و تداوم کسب و کارهای حیاتی را تضمین کند.
۲. توسعه انرژی‌های پاک و زیرساخت‌های ذخیره‌سازی بهره‌گیری از پتانسیل خورشیدی ایران، نه تنها یک انتخاب زیست‌محیطی، بلکه یک تدبیر پدافندی است. - پایداری غیرمتمرکز: نصب پنل‌های خورشیدی بر فراز سقف صنایع و منازل، به دلیل پراکندگی بالا، در برابر حملات یا حوادث فیزیکی بسیار مقاوم هستند. - فناوری ذخیره‌سازی: برای رفع چالش نوسان تولید در انرژی‌های تجدیدپذیر، استقرار سیستم‌های ذخیره‌سازی پیشرفته (مانند باتری‌های لیتیومی) ضروری است. این بانک‌های انرژی، در ساعات اوج مصرف یا زمان بروز حوادث، به عنوان «ذخیره استراتژیک»، پایداری ولتاژ و فرکانس را تضمین می‌کنند.

۳. مدیریت هوشمند تقاضا و بهینه‌سازی فنی شبکه در شرایط بحرانی، مدیریت مصرف باید از حالت داوطلبانه به یک فرآیند «هوشمند و اولویت‌محور» تبدیل شود: - سطح‌بندی استراتژیک مصرف: دسته‌بندی مشترکین به سه سطح «حیاتی» (بیمارستان‌ها و مراکز امنیتی)، «صنعتی/تجاری» و «خانگی» برای مدیریت دقیق بار و جلوگیری از قطع برق نقاط حساس. - اصلاح پارامترهای فنی: ارتقای ضریب توان در صنایع با استفاده از بانک‌های خازنی و تغییر هوشمندانه در آرایش (توپولوژی) شبکه، نه تنها فشار روی زیرساخت‌ها را کاهش می‌دهد، بلکه پایداری شبکه را در برابر شوک‌های ناگهانی تقویت می‌کند. - فرهنگ‌سازی و انضباط شهری: تعدیل روشنایی‌های غیرضروری شهری و ترویج الگوی مصرف بحران در بین شهروندان، به عنوان یک مسئولیت اجتماعی، می‌تواند حاشیه امنیت شبکه را به شکل معناداری افزایش دهد.

سخن پایانی: به سوی پایداری خلل‌ناپذیر در صنعت برق

برق، نبض تپنده اقتصاد و زیربنای حیات معاصر است که هرگونه لرزش در آن، ارتعاشاتی گسترده در صنعت، زیرساخت‌های حیاتی و امنیت اجتماعی ایجاد می‌کند. اگرچه گستردگی شبکه برق ایران یک فرصت است، اما تحلیل سناریوها نشان می‌دهد که آسیب‌پذیری در برابر اختلالات همزمان، واقعیتی است که مدیریت پیش‌دستانه را می‌طلبد.

یافته‌های این مطالعه تأکید می‌کند که عبور از مدل‌های سنتی و حرکت به سوی "منظومه‌های تولید پراکنده"، بهره‌گیری از انرژی‌های سبز و استقرار مدیریت هوشمند تقاضا، نه تنها یک انتخاب فنی، بلکه ضرورتی برای صیانت از دارایی‌های ملی است. پیاده‌سازی این راهکارها، سپری دفاعی در برابر بحران‌ها ایجاد کرده و ضامن روشنایی تداوم تولید و آرامش جامعه در هر شرایطی خواهد بود.

با توجه به چالش‌های موجود در تراز انرژی کشور و اهمیت حیاتی پایداری برق برای استمرار چرخه تولید در استان اصفهان، پارلمان بخش خصوصی پیشنهادهایی را جهت پیشگیری از خسارات و بهره‌گیری از فرصت‌های نوین انرژی به اعضای محترم ارائه می‌دهد:

۱. حرکت به سوی «صنعت خودتأمین» و توسعه نیروگاه‌های مقیاس کوچک (DG)
 - نصب ژنراتورهای پایه گازسوز: به واحدهای صنعتی بزرگ و متوسط پیشنهاد می‌شود جهت کاهش وابستگی به شبکه سراسری در ساعات پیک و بحران، نسبت به نصب نیروگاه‌های مقیاس کوچک و سیستم‌های **CHP** (تولید همزمان برق و حرارت) اقدام نمایند. این امر علاوه بر تأمین امنیت انرژی، هزینه‌های سربار حرارتی را نیز کاهش می‌دهد.
 - استفاده از ظرفیت‌های قانونی: اتاق بازرگانی آمادگی دارد تا تسهیلات بانکی و مجوزهای لازم برای واردات تجهیزات نیروگاهی را از طریق رایزنی با نهادهای حاکمیتی پیگیری نماید.
۲. بهره‌گیری از «مزیت خورشیدی» استان اصفهان
 - نهضت سقف‌های خورشیدی: با توجه به پتانسیل بالای تابش نور خورشید در استان، پیشنهاد می‌شود واحدهای صنعتی و کشاورزی از فضاهای بلااستفاده (سقف سوله‌ها و اراضی غیرقابل کشت) برای نصب پنل‌های فتوولتاییک استفاده کنند.
 - تهاثر انرژی: مطابق با قوانین جدید، واحدهایی که بخشی از برق خود را از منابع تجدیدپذیر تأمین کنند، در اولویت عدم قطع برق در زمان ناترازی شبکه قرار خواهند گرفت.
۳. بهینه‌سازی فنی و ارتقای بهره‌وری (مدیریت درون‌سازمانی)
 - ممیزی انرژی: انجام ممیزی‌های دوره‌ای برای شناسایی نقاط هدررفت انرژی در خطوط تولید و جایگزینی الکتروموتورهای پرمصرف با نسل‌های جدید و بهینه.
 - نصب بانک‌های خازنی و سیستم‌های **UPS** پیشرفته: جهت حفاظت از تجهیزات حساس در برابر نوسانات ولتاژ و افت فرکانس در زمان بحران، تجهیز واحدهای صنعتی به سیستم‌های حفاظتی پیشرفته الزامی است.
۴. مشارکت در مدل‌های نوین خرید انرژی
 - *بورس انرژی: تشویق اعضا به حضور فعال در بورس انرژی جهت خرید برق از نیروگاه‌های تجدیدپذیر و بخش خصوصی، که امنیت تأمین انرژی را نسبت به تعرفه‌های دولتی در زمان بحران افزایش می‌دهد.
 - مدیریت هوشمند زمان تولید: بازنگری در شیفت‌های کاری و انتقال فرآیندهای پرمصرف به ساعات کم‌باری، به منظور کاهش فشار بر شبکه و بهره‌مندی از مشوق‌های مالیاتی و تعرفه‌ای.

نقش حمایتی اتاق بازرگانی اصفهان (تعهدات اتاق به اعضا):

- اتاق بازرگانی اصفهان متعهد است در راستای حمایت از اعضای خود، اقدامات زیر را در اولویت قرار دهد:
۱. مطالبه‌گری پایداری: پیگیری جدی از وزارت نیرو جهت شفافیت در جدول خاموشی‌های احتمالی و جلوگیری از قطع بدون برنامه برق صنایع.
 ۲. مشاوره فنی: استقرار میز خدمت انرژی در اتاق جهت ارائه مشاوره‌های فنی و اقتصادی برای احداث نیروگاه‌های خورشیدی و کوچک‌مقیاس.
 ۳. تسهیل‌گری مالی: رایزنی با بانک‌های استان جهت اختصاص خط اعتباری ویژه برای پروژه‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی.

«رونق تولید، در سایه امنیت انرژی فرداست.»